



ANAIS DO IV ENCONTRO
LATINO-AMERICANO E EUROPEU
SOBRE EDIFICAÇÕES
E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



ORG.

Aline Maria Costa Barroso
Andrea Naguissa Yuba
Andrea Parisi Kern





eurowebs 2021

IV Encontro
Latino-americano e
Europeu sobre Edificações
e Comunidades
Sustentáveis



IV Encontro Latino-americano e Europeu sobre edificações e comunidades sustentáveis

Tema da edição: Sustentabilidade e resiliência, novos modelos para um mundo (pos)pandêmico?

10 a 12 de novembro de 2021

Evento online

Anais

Organizadoras: Aline Maria Costa Barroso, Andrea Naguissa Yuba, Andrea Parisi Kern

Editora: UFBA

Total de páginas: 1200

Projeto Gráfico: Igor Gonçalves Queiroz

Diagramação: Interativa Design

Entidade Promotora: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ANTAC

Realização: Universidade Federal da Bahia-UFBA, Faculdade de Arquitetura-FAUFBA, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo-PPGAU, Grupo de Pesquisa Lugar Comum.

Apoio: Programa de Pós-Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade (PPGEES-UFMS), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC-UNISINOS).

Patrocínio: Taipal Construções em Terra

Site oficial: <https://euroelecs2021.wixsite.com/euroelecs2021>

Canal oficial: https://www.youtube.com/channel/UCnLelaoPK_x1ch-B6j3-iQ

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI)
Biblioteca da Faculdade de Arquitetura (BIB/FAU)

E56

Encontro Latino-americano e Europeu sobre edificações e comunidades sustentáveis (4. : 2021 : Salvador, BA).

Anais do Encontro Latino-americano e Europeu sobre edificações e comunidades sustentáveis / Aline Maria Costa Barroso, Andrea Naguissa Yuba, Andrea Parisi Kern, organizadoras. - Salvador, Ba : Universidade Federal da Bahia-UFBA, Faculdade de Arquitetura-FAUFBA, 2021.

1378 p.

Evento realizado online, de 10 a 12 de novembro de 2021.

ISBN 978-65-5631-067-1

1. Edificações - Comunidades sustentáveis. 2. Pesquisa científica - Edificações. I. Barroso, Aline Maria Costa. II. Yuba, Andrea Naguissa. III. Kern, Andrea Parisi. IV. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Arquitetura. V. Título.

CDU: 69

Responsável técnico: Jeã Carlo Madureira – CRB/5-1531



Organização

Promoção

Apoio

Patrocínio



ANAIS DO IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO E EUROPEU SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



ANAIS
IV EURO ELECS
2021

SUMÁRIO



APRESENTAÇÃO	26	SUSTENTABILIDADE E RESILIÊNCIA NOVOS MODELOS PARA UM MUNDO (PÓS)PANDÊMICO
HISTÓRICO	30	
ORGANIZAÇÃO	32	
PROGRAMAÇÃO	38	
EIXOS TEMÁTICOS	42	
SESSÕES TEMÁTICAS		
ST1- Cidades e sustentabilidade: infraestrutura e planejamento		
ST2- Materiais e técnicas: avaliação, evolução e inovação		
ST3- Cidades e sustentabilidade: infraestrutura e qualidade		
ST4- Edificações sustentáveis: qualidade, ciclo de vida e projeto		
ST5 - Cidades e sustentabilidade: qualidade e saúde urbanas		
ST6- Edificações: estratégias de projeto e HIS		
ST7- Cidades e sustentabilidade: resiliência, mobilidade e acessibilidade		
ST8- Materiais e técnicas: avaliação, evolução e inovação		
ST9- Edificações sustentáveis: participação e educação		
	62	

SESSÃO TEMÁTICA 1

Cidades e sustentabilidade: infraestrutura e planejamento

ÍNDICE DE URBANIDADE COMO FERRAMENTA-SUPOORTE À GESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Clara Duarte, Marcelo Miguez, Aline Veról

62

DIAGNÓSTICO INDICADORES DE QUALIDADE URBANA DE PORTO ALEGRE – ABNT NBR ISO 37120:2021

Matheus Scaglia Mainardi, Kamila Santos, Ana Passuello, Luiz Antônio Bressani

78

INDICADORES URBANOS DE SAÚDE E SUA RELAÇÃO COM A PANDEMIA: UMA ANÁLISE DA CIDADE DE GUAPORÉ/RS

Júlia Brum Campestrini, Thaísa Leal da Silva, Lauro André Ribeiro

92

BOM VIVER E PLANEJAMENTO URBANO-AMBIENTAL: ANÁLISE DAS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE E PADRÕES ESPACIAIS TRADICIONAIS NA VILA DE CARÁIVA/BA

Marcos Ferreira, Liza Andrade, Paulo Menezes

98

A EXPERIÊNCIA URBANA E A INTELIGIBILIDADE DO ESPAÇO POR MEIO DA (RE)QUALIFICAÇÃO DE SETORES DA CIDADE

Guilherme Biondo Milani, Nichele Rossi, Nicole Bica Ramalho and Márcia Azevedo de Lima

112

FORTALECENDO PRÁTICAS COMUNITÁRIAS SOCIOECOLÓGICAS PARA SUSTENTABILIDADE LOCAL

Heliana F. M. Rocha, Diego S. Moreira, Erivan de J. Santos Junior, Daniele O. Guedes

124

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE URBANA VERSUS ESPAÇOS PÚBLICOS VERDES E RECREATIVOS

Layra Ramos Lugaõ, Cristina Engel de Alvarez

138

QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL DE ESPAÇOS PÚBLICOS: AVALIAÇÃO DA PROTEÇÃO E SEGURANÇA DE PRAÇAS

Amanda Jevaux Passamani, Larissa Leticia Andara Ramos, Luciana Aparecida Netto de Jesus, Karla Moreira Conde

152

DISTRIBUIÇÃO SOCIOESPACIAL DAS PRAÇAS E OCORRÊNCIAS CRIMINAIS EM ESPAÇOS PÚBLICOS

Myllena Siqueira Santos, Larissa Leticia Andara Ramos, Luciana Aparecida Netto de Jesus, Karla Moreira Conde

166

DISTRIBUIÇÃO SOCIOESPACIAL DOS ESPAÇOS PÚBLICOS: ANÁLISE COM ÊNFASE NAS PRAÇAS

Amanda Matos, Larissa Leticia Andara Ramos, Amanda Passamani, Luciana Aparecida Netto de Jesus, Karla Moreira Conde

180

ÁREAS VERDES URBANAS: ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL COM ÊNFASE NA SINTAXE ESPACIAL

Julia Martins, Larissa Leticia Andara Ramos, Luciana Aparecida Netto de Jesus

192

ESPAÇOS VERDES E PANDEMIA: CONSIDERAÇÕES À LUZ DA PSICOLOGIA AMBIENTAL

Imara A. M. Duarte, Plínio R. G. Silveira

206

ZONA DE CONFORTO TÉRMICO PARA ÁREAS ABERTAS EM CIDADE COM CLIMA CFA COM ÍNDICE TÉRMICO PET

Luísa Alcantara Rosa, Eduardo Kruger, Eduardo Grala Da Cunha

220

SESSÃO TEMÁTICA 2

Materiais e técnicas: avaliação, evolução e inovação

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE PRODUTOS ENGENHEIRADOS DE MADEIRA: IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS HOTSPOTS E OPORTUNIDADES DE MELHORIA

Lucas Caldas, Rafaelle Peçanha, Maria Simas, Marcos Silvano

234

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV) DE SISTEMAS DE ALVENARIA DE BLOCOS DE SOLO-CIMENTO COM DIFERENTES DOSAGENS

Beatriz Carvalho, Eduarda Alberto, Marcos Silvano

250

USO DE MATERIAIS MENOS IMPACTANTES AMBIENTALMENTE NOS SELOS DE EDIFICAÇÕES

Bruno Luis de Carvalho da Costa, Fernanda Magalhães de Souza Carvalho, Natana Janiele Nobre Alves

266

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA ENERGÉTICO DA CERÂMICA VERMELHA

João Felipe Von Mühlen and Sergio Fernando Tavares

280

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DE CONCRETOS E ARGAMASSAS CONTENDO MATERIAIS CIMENTÍCIOS SUPLEMENTARES (MCS) E AGREGADOS RECICLADOS (AR) POR MEIO DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV): UMA REVISÃO DA LITERATURA

Lidianne Do Nascimento Farias, Joaquin Humberto Aquino Rocha, Lucas Rosse Caldas, Romildo Dias Toledo Filho

290

CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES CON TIERRA. ANÁLISIS DEL BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC)

Santiago Cabrera, Ariel González, Giuseppe Mingolla

304

ANÁLISE TÉRMICA DE CONCRETOS COM A INCORPORAÇÃO DE AGREGADOS LEVES

Fabrizio Pimentel, Reila Velasco, Tatiane Pilar

320

BIOFABRICAÇÃO DIGITAL PARA A PRODUÇÃO DE MICÉLIOS NA ARQUITETURA E DESIGN

Juliana Barros de Rezende, Carla Queiroga Werkhaizer, Jaqueline Leite Ribeiro Vale, Juliana Tamara da Rosa de Paula, Rafael Augusto Santos de Souza, Lanay Kimberly Souza Silva, Victória Júlia Oliveira Verticchio

332

EMPLEO DE RESÍDUOS DE DESMOTE DE ALGODÓN Y RESINA UREA FORMALDEHIDO PARA LA FABRICACIÓN DE TABLEROS DE PARTÍCULAS

Luciano Massons, Agustina Trevisan, Florencia Benítez, Maria Fernanda Carrasco, Rubén Marcos Grether, Ariel Anselmo Gonzalez

346

PROPRIEDADES DOS COMPÓSITOS MADEIRA-PLÁSTICO E SEU USO NA CONSTRUÇÃO DE DECKS EM SUBSTITUIÇÃO ÀS MADEIRAS NATURAIS: UMA REVISÃO

Anderson Ravik dos Santos, Tiago V. da Silva, Manoel Otávio Q. Salomão, Patrícia S. de Oliveira Patrício, Wanna C. Fontes

358

PAVIMENTOS URBANOS EM CONCRETOS PERMEÁVEIS CONTENDO AGREGADOS RECICLADOS - UMA CONTRIBUIÇÃO POR MEIO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Sarah Castro, Marcus Campos, Helena Carasek

374

ANÁLISE PRELIMINAR EXPERIMENTAL DAS PRESSÕES HORIZONTAIS ATUANTES NA FÔRMA DO SISTEMA DE TAIPA DE PILÃO

Rafael Mendonça, Andrea Yuba, Andrés Cheung

388

SESSÃO TEMÁTICA 3

Cidades e sustentabilidade: infraestrutura e qualidade

GESTÃO COMPARTILHADA PARA O PLANEJAMENTO SENSÍVEL À
ÁGUA: ALTERNATIVAS TRANSESCALARES NO NÍVEL DA PAISAGEM
E DA COMUNIDADE, COM VISTAS À RESOLUÇÃO DE CONFLITOS
SOCIOAMBIENTAIS, EM DUAS CIDADES DO CERRADO, BRASÍLIA (DF) E
GOIÂNIA (GO)

Diogo Isao Santos Sakai, Liza Maria De Souza Andrade

402

PLANEJAMENTO E REESTRUTURAÇÃO DA PAISAGEM NA BACIA DO
RIO BOTAS

Mylenna Linares Merlo, Aline Pires Veról, Rodrigo Rinaldi de Mattos

418

MATRIZ DE ESTUDO DE VIABILIDADE DA REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL
URBANA

Andressa F. Lima, Aline P. Veról, Marcelo G. Miguez

432

ANÁLISE DA LITERATURA REFERENTE AO AUMENTO DO NÍVEL DO
MAR ORIUNDO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Victor Moura Bussolotti, Cristina Engel de Alvarez

444

ESPONJA URBANA: O CASO DO CANAL DE EXTRAVASAMENTO EM
SÃO LEOPOLDO/RS

Bruna Luz Dias, Márcia Azevedo de Lima

456

ANÁLISE QUANTITATIVA DE SISTEMA DE DRENAGEM URBANA
SUSTENTÁVEL: JARDIM DE CHUVA - RJ

Fabiana Carvalho, Adriana Durante, Osvaldo Rezende, Aline Veról, Paulo
Magalhães, Marcelo Miguez

468

**ESTUDO PARA APLICAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS EM
DRENAGEM URBANA EM MESQUITA, RJ**

Ana Luzia Leandro Argôlo, Celí Kiyomi Okumura, Aline Pires Veról

482

**USO MULTIFUNCIONAL DE TÉCNICAS DE DRENAGEM URBANA
SUSTENTÁVEL**

Beatriz Cruz Amback, Aline Pires Veról, Andrea Queiroz Rego

496

**ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: POLÍTICAS PÚBLICAS NACIONAL E
CAPACIDADE INSTALADA NOS ESTADOS BRASILEIROS**

Débora Kummer, Ísis Portolan dos Santos

508

**GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA COMO INDUTORA E
PROMOTORA DA AGENDA 2030 EM CAMPO GRANDE, BRASIL**

Wellington Montessi Yule, Adriane Angelica Farias Santos Lopes De Queiroz,
Cleiton Freitas Franco, Flavia Barbara Neves de Oliveira, Kelly Cristina Costa
Camargo, Andréa Teresa Riccio Barbosa

522

**MODELOS DE NEGÓCIO PARA A VIABILIZAÇÃO DA NECESSÁRIA
INFRAESTRUTURA PARA A POPULARIZAÇÃO DOS VEÍCULOS
ELÉTRICOS**

Milton Santos Junior, Eloy Casagrande

534

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE PLACAS
FOTOVOLTAICAS NO ESTACIONAMENTO DA UNIVERSIDADE TUIUTI
DO PARANÁ**

Cristiane Burmester, Lucian Chanquini, Alexandre Nader, Sergio Tavares, Denise
Tholken

548

SESSÃO TEMÁTICA 4

Edificações sustentáveis: qualidade, ciclo de vida e projeto

EL MAPEO COMO HERRAMIENTA PARA LA DIFUSIÓN E INTERCAMBIO DE DATOS DEL BTC EN ARGENTINA

Santiago Cabrera, Ariel González, Juan Carboni

564

PANORAMA BRASILEIRO DA PESQUISA CIENTÍFICA EM TAIPA DE PILÃO: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Gisele Steenbock, Sérgio Tavares

580

CONSIDERAÇÕES SOBRE AS EDIFICAÇÕES DE TAIPA DE PILÃO NO BRASIL: DO PERÍODO COLONIAL AO CONTEMPORÂNEO

Andressa S. Moura, Karina Latosinski, Andrea Naguissa Yuba

594

REABILITAÇÃO DE PRÉDIOS PÚBLICOS: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E PÓS PANDEMIA

Patricia T. Da C. Mattos, Leopoldo Bastos

606

DIRETRIZES PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE CONJUNTOS DE EDIFÍCIOS PÚBLICOS

Dalmon Moratti, Geilma Vieira

620

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES: UMA REVISÃO CRÍTICA DO ESTADO DA ARTE

Melissa Lopes, Eduardo Rodrigues Neto, Michele Carvalho, Lucas Caldas

630

DESIGN FOR ADAPTABILITY AND DISASSEMBLY: A REVIEW TO ACHIEVE BUILDINGS' DECONSTRUCTION

Mayara Munaro, Sergio Fernando Tavares

644

UTILIZAÇÃO DO BIM PARA PROJETOS MAIS SUSTENTÁVEIS

Fernanda Schmitd Villaschi, José Pedro Carvalho, Luis Bragança

660

EDIFICAÇÕES A PROVA DE INUNDAÇÕES - PROPOSTA DE ATUAÇÃO NA BACIA DO RIO PIRAQUÊ-CABUÇU/RJ PARA REDUÇÃO DE RISCOS

Jéssica N. Pereira, Aline P. Veról, Marcelo G. Miguez

674

O REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO COLETIVA EM CURITIBA APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO E USO RACIONAL DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES (PURAÉ)

Fabíola Hilgenberg, Sérgio Fernando Tavares

688

ESTRESSE E RESTAURAÇÃO: ESTUDOS E REFLEXÕES SOBRE A QUALIDADE DO ESPAÇO DA UNIDADE NEONATAL

Ana Pita, Amanda Leite, Déborah Silveira, Deborah Zaganelli, Ana Barros, Angelina Costa

698

DESIGN BIOFÍLICO: ESTUDO QUALITATIVO SOBRE O IMPACTO DA PALETA DE CORES NO MEIO CORPORATIVO A PARTIR DO MODELO SENS|ORG|INT

Thalya Simzem de Moraes, Renata Benedetti Mello Nagy Ramos, Kátia Alexandra de Godoi E Silva

712

SESSÃO TEMÁTICA 5

Cidades e sustentabilidade: qualidade e saúde urbanas

AGRICULTURA URBANA NO BRASIL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS

Alina Mesquita

726

NEXO ÁGUA-ENERGIA-ALIMENTO E BACIAS URBANIZADAS: ESTUDO DE PLANEJAMENTO INTEGRADO

Maria Vitória Gomes, Aline Veról

740

CIDADES SAUDÁVEIS, AGROECOLOGIA E SOBERANIA ALIMENTAR: (RE)SIGNIFICAÇÃO PARA ENFRENTAMENTO DA COVID19 NAS REGIÕES PERIFÉRICAS DO DF

Natália Lemos, Liza Andrade, Lara Bossaerts, Alice Martins

754

CULTURA COMO INSTRUMENTO PARA PROMOÇÃO DE QUALIDADE DE VIDA: UM ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE OEIRAS – PI

Juscimeire M. da S. Santos, Thiscianne M. Pessoa

768

MAPEAMENTO COLABORATIVO DIGITAL NA ASSISTÊNCIA MULTIDISCIPLINAR A COMUNIDADES

Heliana F. M. Rocha, Patrícia L. Brito, Marcella S. Viana, Júlio C. Pedrassoli, Tiago P. C. Silva, Erica R. Andrade, Araton C. Cardoso

778

TECNOLOGIAS APLICADAS PARA FOMENTO DE SUSTENTABILIDADE, CIRCULARIDADE E RESILIÊNCIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO COM BASE NA LITERATURA INTERNACIONAL

Jadi Tosta Iglesias Ventin, Elaine Pinto Varela Alberte, Alex Pires Carneiro

792

**O ACESSO À SAÚDE E À QUALIDADE DE VIDA EM ASSENTAMENTOS
INFORMAIS URBANOS**

Tamires Lenhart, Luciana Inês Gomes Miron

806

**INVESTIGAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE DENGUE E O AMBIENTE
CONSTRUÍDO NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS**

Laura M. M. Bueno, Lucas N. Cerejo, Juliana C. C. Bueno, Leda C. D. Nishimura,
Letícia K. Santos

820

**INCIDÊNCIA DE EPIDEMIAS SIMULTÂNEAS, DENGUE E COVID-19 EM
CAMPINAS/SP**

Lucas Cerejo, Laura Bueno

832

**O MESMO ESPAÇO, OUTROS USOS: UM OLHAR SOBRE A MORADIA NA
PANDEMIA DA SARS COV 2**

Alexandre Albuquerque, Jessica França, Miss Pereira da Silva, Rayssa Costa,
Angelina Costa, Ingrid Sobreira

846

**APEGO DO IDOSO AO LUGAR: EXPERIÊNCIA ACADÊMICA DE RELAÇÃO
PESSOA-AMBIENTE**

Viviane Azevêdo, Angelina Costa, Liêssa Dias, Imara Duarte, Lilian Félix, Luis
Guerra, Gabriela Rodrigues

862

**NOVOS TERRITÓRIOS DOMÉSTICOS EM TEMPOS PANDÊMICOS, UM
ESTUDO COM ÊNFASE NA CRIANÇA**

José Alberto C. de Araújo, Thuany Guedes Medeiros, Yane Almeida Diniz, Ana
Rosa S. N. Feitosa, Flávio Schmidlin, Imara A. M. Duarte, Angelina Dias Leão
Costa

874

SESSÃO TEMÁTICA 6

Edificações: estratégias de projeto e HIS

USO DE ALGORITMOS EVOLUTIVOS PARA OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE ENVOLTÓRIAS DE EDIFICAÇÕES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Letiane Benincá, Claudia Glitzenhirn, Ana Passuello, José María González Barroso, Eva Crespo Sanchez

886

DESEMPENHO ENERGÉTICO DE UM EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS A PARTIR DE DIFERENTES SOLUÇÕES DE FACHADAS ENVIDRAÇADAS

Ludimila Mallmann Schmalfluss, Roseana Bonotto Ruivo, Ana Passuello, Celina Maria Britto Correa, Eduardo Grala da Cunha

900

O DESEMPENHO ENERGÉTICO DAS ENVOLTÓRIAS NAS EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES EM VITÓRIA-ES

Lucas Biló Brunelli, Edna Aparecida Nico Rodrigues

912

ANÁLISE DE SISTEMAS DE COBERTURAS E TERRAÇO CAPIXABA EM REGIÃO QUENTE E ÚMIDA NO MUNICÍPIO DE CASTELO - ES

Ariane Sasso-Ferrão, Edna A. Nico-Rodrigues

926

AMBIENTES UNIVERSITÁRIOS EFICIENTES: ESTUDO DO IMPACTO ENERGÉTICO-ECONÔMICO DA IMPLEMENTAÇÃO DE BRISES-SOLEIS NO EDIFÍCIO JORGE MACHADO MOREIRA

Thiago Torres, Alice Brasileiro, Marcos Silvosso

940

ANÁLISE DE COMPORTAMENTO TÉRMICO DE MORADIA PRECÁRIA REVESTIDA COM EMBALAGENS TETRAPAK®

Thaíse Sebben, Thaísa Leal da Silva, Eduardo Grala da Cunha

954

ANÁLISE DE DESEMPENHO TÉRMICO EM CONTÊINER PARA A
REGIÃO SUL, RELACIONANDO DIRETRIZES OS PROGRAMAS CLIMATE
CONSULTANT (ASHRAE 55) COM O ENERGY PLUS

Cinthya Piana, Lauro André Ribeiro, Thaísa Leal da Silva

968

PROJETO PROINFÂNCIA: USO DE ESTRATÉGIAS COM VEGETAÇÃO
PARA ADEQUAÇÕES DA TEMPERATURA AMBIENTE NA ZONA
BIOCLIMÁTICA 2

Débora Kummer, Larissa Da Cas, Minéia Scherer

982

AVALIAÇÃO DAS SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS DA CASA POPULAR
EFICIENTE DA UFSM A PARTIR DA APO

Marcos Alberto Oss Vaghetti, Daniéli Uliana, Taís Carvalho dos Santos

998

AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS APLICADAS AS
CERTIFICAÇÕES AQUA-HQE E GBC BRASIL CASA

Mariane Zambelli, Leonardo Alves, Luciana Weba, Wanna Fontes

1012

CONTRIBUIÇÃO DO LEED E SELO CASA AZUL + CAIXA PARA ATINGIR
OS ODS NO BRASIL

Renata Postay, Andrea Kern

1026

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE REABILITAÇÃO DE PRÉDIOS VERTICAIS
ESTRUTURADOS EM CONCRETO ARMADO PARA USO HABITACIONAL
EM CENTROS URBANOS

Luiz Gustavo Zuliani da Silva, Andrea Parisi Kern

1040

SESSÃO TEMÁTICA 7

Cidades e sustentabilidade: resiliência, mobilidade e acessibilidade

MAPEAMENTO DAS VIAS CALMAS DE CAMPO GRANDE (MS). SÃO ESTRUTURAS CICLOVIÁRIAS SUSTENTÁVEIS E INTELIGENTES?

Kamila de Aguiar Duarte, José Carlos de Jesus-Lopes, Gabriella Zanoto Botton, Lara Kamila Silva Pinheiro, Alexandre Meira de Vasconcelos

1054

AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS DE ÔNIBUS A PARTIR DA PERSPECTIVA DO PASSAGEIRO DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19: ESTUDO DE CASO NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE, BRASIL

Michelle Leichter, Janaine F. G. Timm, Júlia M. Dalmoro, Juliana Klas, Ana Passuello

1072

UMA LINGUAGEM DE PADRÕES PARA MOBILIDADE URBANA: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE FELIZ, RS

Michelle Leichter, Matheus Souza Porto, Matheus Lemos Nogueira, Miguel Aloysio Sattler

1086

COWORKING E CIDADES INTELIGENTES: COMO ESPAÇOS INOVADORES DE TRABALHO PODEM CONTRIBUIR COM A MOBILIDADE URBANA

Marcela Juliana Cargnin, Thaísa Leal da Silva

1100

ACESSIBILIDADE URBANA E VITALIDADE DE PRAÇAS: ANÁLISE DE “ACESSOS E CONEXÕES” PELA FERRAMENTA QUALIFICAURB

Gabriella Rufino Gonçalves, Ramon Oliveira Gomes, Karla Moreira Conde, Luciana Aparecida Netto de Jesus, Larissa Leticia Andara Ramos

1112

ATRIBUTOS DE CIDADES SUSTENTÁVEIS E INTELIGENTES: CICLOVIAS E TRANSPORTE PÚBLICO

Mário Cesar Junqueira Oliveira, José Carlos de Jesus-Lopes, Juliene Gonçalves de Almeida Garcia, Dulce Buchala Bicca Rodrigues, Jullyana Neves Aramaqui, Paulo Gabriel Junqueira Dalto

1126

**RÓTULOS E SELOS AMBIENTAIS NAS COMPRAS PÚBLICAS
SUSTENTÁVEIS**

Mirna Elias Gobbi, Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

1140

**MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AMBIENTAL DAS
ATIVIDADES CONSTRUTIVAS DOS PROJETOS DE INFRAESTRUTURA
URBANA**

Adolpho Guido De Araújo, Arnaldo Manoel Pereira Carneiro, Rachel Perez Palha

1156

**ESTRATÉGIAS DE RESILIÊNCIA URBANA RELACIONADAS AO
AMBIENTE CONSTRUÍDO: UMA ANÁLISE SOBRE A SITUAÇÃO DA
CIDADE DE SALVADOR-BAHIA-BRASIL**

Angélica Fabíola Rodrigues Prado, Elaine Pinto Varela Alberte, Andréa Cardoso Ventura, Jádri Tosta Iglesias Ventin

1170

**CORREDORES AZUIS E VERDES EM CONTEXTOS CONSOLIDADOS: O
CASO DO ARROIO MARRECÃO**

Alessander Giroto Ribas, Márcia Azevedo de Lima

1184

**INFRAESTRUTURAS VERDES E AZUIS COMO ESTRATÉGIA PROJETUAL
DE CIDADES MAIS INTELIGENTES**

Maria Vitória Gomes, Aline Veról, Marcelo Miguez

1196

**SANEAMENTO SOCIOECOLÓGICO, ECONOMIA SOLIDÁRIA E
GOVERNANÇA TERRITORIAL A PARTIR DAS REDES E SABERES DA
COMUNIDADE DE SANTA LUZIA - DF**

Guilherme Nery Lacerda, Liza Maria Sousa de Andrade

1210

SESSÃO TEMÁTICA 8

Materiais e técnicas: avaliação, evolução e inovação

DESEMPENHO DA SUSTENTABILIDADE EM OBRAS DE INTERESSE SOCIAL: UMA ESTRUTURA DE INDICADORES

Mariana Bravo, Eloisa Kempter, Thomaz Buttignol

1224

ANÁLISE DAS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS ADOTADAS EM CANTEIROS DE OBRAS EM EMPRESAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Gabriela Bonetti, Aryane Spadotto, Ana Karla Gripp, Alfredo Iarozinski

1236

MAPEAMENTO DO STATUS QUO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DENTRO DE UM AMBIENTE COLABORATIVO DE LIVING LAB

Sarah Bueno de Castro, Daniela Castro Silva, Helena Carasek, Oswaldo Cascudo

1248

RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: DIAGNÓSTICO E SOLUÇÕES TÉCNICAS PARA A REGIÃO DO POTENGI

Neuber Araújo, Ariany Silva, Daniela Ferreira, Letícia Santos, Rita Maurício, Petterson Dantas

1262

SESSÃO TEMÁTICA 9

Edificações sustentáveis: participação e educação

SUSTENTABILIDADE
E RESILIÊNCIA
NOVOS MODELOS
PARA UM MUNDO
(PÓS)PANDÊMICO

O ATENDIMENTO DAS EXIGÊNCIAS DOS USUÁRIOS EM OBRAS DE MELHORIAS HABITACIONAIS

Catarina M. O. Sombrio, Vanda A. G. Zanoni

1272

EMAU E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA NO CONTEXTO DOS CURSOS DE ARQUITETURA E URBANISMO

Gabriel Lyon Figueiredo dos Santos, Liza Maria Souza de Andrade, Ana Luiza Aureliano Silva, Vânia Raquel Teles Loureiro

1286

PAREDE HIDRÁULICA EXPERIMENTAL: O APRENDIZADO DE SISTEMAS PREDIAIS HIDROSSANITÁRIOS

Aline Pires Veról, Carolina Tavares de Figueiredo Oliveira, Rebeca Schettini Geraldo, Beatriz Fernandes Oliveira, Verônica Baiense Teixeira and Sylvia Meimaridou Rola

1300

O CANTEIRO EXPERIMENTAL NO DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS

Conrado Carvalho, Marcos Silvano

1310

INTERAÇÃO COM A REGIÃO DO MARAJÓ: PROJETOS DE ESCOLAS EM UMA PERSPECTIVA REGENERATIVA

Luis Silva, Noelia Monteiro, Anarrita Buoro, Eduardo Amaral, Giulio Michelino, Ana C Marin

1324

MÃOS À OBRA ZABELÊ – PROJETO PARTICIPATIVO PARA UMA COMUNIDADE SUSTENTÁVEL E RESILIENTE

Luis Octavio Pereira Lopes de Faria e Silva, Julia Carvalho Dias De Gouvêa, Yakuy Tupinambá, Potyratê Tupinambá

1338

DESIGN, COMPORTAMENTO E SUSTENTABILIDADE: UMA PROPOSTA
DE FRAMEWORK PARA PROCESSOS DE PROJETO DE ARQUITETURA

Rodrigo Makert, Andrea Naguissa Yuba, Gilfranco Alves

1350

CENTROS COMUNITÁRIOS DE BAIRRO E GERAÇÃO DE RENDA:
DESAFIOS E OPORTUNIDADES EM COMUNIDADES VULNERÁVEIS

Patrícia de Freitas Nerbas, Márcia Azevedo de Lima, Diógenes Lazzatetti, Marthial
Morem, Nichele Rossi, Pedro Fracasso Reichelt

1364

ANAIS
IV EURO ELECS
2021

APRESENTAÇÃO

SUSTENTABILIDADE E RESILIÊNCIA:
NOVOS MODELOS PARA UM MUNDO
(PÓS)PANDÊMICO



O IV Encontro Latino-americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis (EuroELECS 2021) é um evento científico inovador que tem como objetivo estabelecer a ponte entre o ambiente acadêmico, a sociedade, a teoria e a prática, conectando os países Europeus com os países da América Latina. Inicialmente o evento seria sediado na Universidade Federal da Bahia (UFBA), na cidade de Salvador, entretanto, devido à situação de crise mundial que assola o mundo desde 2020, esta edição foi inteiramente online, tendo como tema central: Sustentabilidade e resiliência, novos modelos para um mundo (pos)pandêmico?

O público-alvo foi conformado por estudantes de graduação e de pós-graduação, pesquisadores, professores, profissionais da área de construção civil, arquitetos e urbanistas, engenheiros civis, empreendedores, representantes do setor público e sociedade civil, em geral, que tinham interesse nas diversas temáticas abordadas.

Esta quarta edição foi estruturada a partir de oito eixos temáticos norteadores (ver Eixos Temáticos):

1. Materiais, técnicas e sistemas construtivos.
2. Recursos e resíduos.
3. Políticas públicas e cidades: segurança, inclusão e qualidade de vida.
4. Habitação social: qualidade, tecnologia e inovação.
5. Mobilidade e acessibilidade urbanas.
6. Educação e transferência tecnológica.
7. Saúde e ambiente construído.
8. Infraestruturas e sistemas mais sustentáveis.

Apresentamos aqui os Anais do IV EuroELECS 2021, desenvolvidos em formato de ebook e estruturados a partir dos eixos temáticos e da conformação final dos artigos aprovados. Isso também definiu a programação das sessões temáticas de apresentação, conforme indica a figura 1 a seguir. Esta estrutura também foi utilizada para a organização dos trabalhos nesta publicação (ver Sessões Temáticas).



Figura 1: Relação entre eixos estruturadores e sessões temáticas.

Finalmente, é necessário salientar que o conteúdo dos trabalhos expostos nos Anais do IV EuroELECS 2021 é de inteira responsabilidade dos autores, principalmente em relação a: revisão de texto, uso de imagens e formatação.

ANAIS
IV EURO ELECS
2021

HISTÓRICO



O Encontro sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis vem sendo realizado desde 1997, tendo sido sediado em diferentes cidades do Brasil, em Portugal e, na última edição, na cidade de Santa Fé, Argentina. É um dos eventos científicos integrante do grupo de eventos promovidos pela Associação Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído (ANTAC), através do Grupo de Trabalho em Desenvolvimento Sustentável.

Na primeira edição, em 1997, que tinha abrangência nacional, foi denominado de ENECS - Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. A partir da terceira, em 2001, passou a ser denominado de ELECS - Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis.

Em 2015 teve sua primeira edição com a participação de pesquisadores europeus, e passou a ser denominado de EuroELECS (Encontro Latino-americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis). Em 2017, a segunda edição como EuroELECS, foi realizada pela UNISINOS, sediada em São Leopoldo (RS). O encontro de 2019 foi realizado na cidade argentina de Santa Fé, sendo organizado por professores da Universidade Tecnológica Nacional e da Facultad Regional Santa Fé. Na Figura 2 indicam-se as cidades-sede de todas as edições do Encontro sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, as universidades responsáveis pela realização e o número aproximado de participantes.

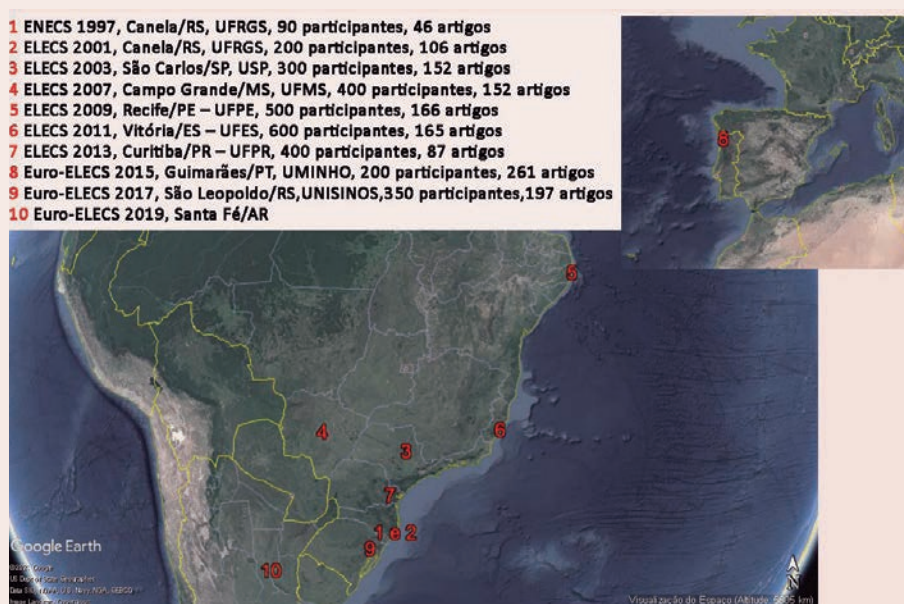


Figura 2: Cidades-sede do Encontro sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis (ANTAC)- edições anteriores. Fonte: Banco de dados-euroelecs 2017, atualizado.

ORGANIZAÇÃO

Para enfrentar o desafio de organizar a primeira edição do EuroELECS inteiramente virtual, contou-se com a colaboração de distintas instituições públicas e privadas.



COORDENAÇÃO GERAL

Universidade Federal da Bahia – UFBA (instituição organizadora)

Aline Maria Costa Barroso

(Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo-PPGAU/
Faculdade de Arquitetura-FAUFBA, Grupo de Pesquisa Lugar Comum)

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – AN-TAC (entidade promotora)

Andrea Parisi Kern

(Universidade do Vale do Rio dos Sinos-UNISINOS)

Andrea Naguissa Yuba

(Universidade Federal de Mato Grosso do Sul-UFMS)

COMISSÃO ORGANIZADORA LOCAL

Alexandre Pajeú (PPGAU-FAUFBA)

Henrique Cunha (PPGAU-FAUFBA)

Roberio Coêlho (FAUFBA)

Sandra Saraiva (PPGAU-FAUFBA/Universidade Federal do Piauí-UFPI)

MONITORES

Monitores:

Caroline Costa Santiago

Beatrice Lorenz Fontolan

Clara Rachel Reis

Saron Souza dos Santos Damasceno

Thais Schettini Gonzalez Borges

Darlan Souza Duarte Júnior

Maria Janaína Anunciação Ventin

Maria Luiza de Camargo Santana

Paula Mussi Bittencourt

COORDENAÇÃO COMISSÃO CIENTÍFICA

COORDENAÇÃO POR ÁREA TEMÁTICA

1. Materiais, técnicas e sistemas construtivos

Fernanda Nepomuceno Costa

(Universidade Federal do Recôncavo Baiano-UFRB)

2. Recursos e resíduos

Geilma Lima Vieira

(Universidade Federal do Espírito Santo-UFES)

3. Políticas públicas e cidades: segurança, inclusão e qualidade de vida

Amiria Brasil

(Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN)

4. Habitação social: qualidade, tecnologia e inovação

Camila Aldigueri

(Dra. USP - pesquisadora independente)

5. Mobilidade e acessibilidade urbanas

Nícia Formiga Leite

(Universidade Federal do Piauí-UFPI)

6. Educação e transferência tecnológica

José Carlos Huapaya Espinoza

(PPGAU-FAUFBA)

7. Saúde e ambiente construído

Anna Karla Arruda

(FAUFBA)

8. Infraestruturas e sistemas mais sustentáveis

Nayara Amorim

(FAUFBA)

COMISSÃO CIENTÍFICA

Afonso Bernardino

Akemi Ino

Albenise Laverde

Alessandra Migliori do Brito

Alexandre Gomes de Oliveira

Alice Rauber

Aline Figueirôa

Ana Cecilia Campos

Ana Luisa Maffini

Ana Paula Da Silva Milani

Anaxsandra Da Costa Lima Duarte

Andrea Kern

Anna Christina Miana

Antonio Eduardo Bezerra Cabral

Ariel González

Bruno Leão

Bruno Rogério da Hora Lobo

Carlos Bahima

Caroline Silva Sena

Catharine Brandão

Celia Neves

Claudia Teles

Cristina Engel de Alvarez

Cristina Perez

Cristóvão Cordeiro

Daniel Pagnussat

Danielle Rocha

Dielly Montarroyos

Eluiza Ghizzi

Emanuel Cavalcanti

Érica Checcucci

Fabio Rodrigues Andrade

Fernanda da Cruz Moscarelli

Fernando Vieira Lima

Gabriel Bordignon

Geisa Rorato

Gilfranco Alves

Glauco Coccozza

Henrique Almeida Santana

Huda Andrade

Hulda Wehmann

Ida Pela

Igor Brumano

Igor Machado da Silva Parente

Isabela Sollero

Izabele Colusso

Jamil Anache

João Pena

José Ferreira Nobre Neto

Jose Luiz Portugal

Josiane Reschke Pires

Juliana M S Freitas

Juliano Vasconcelos

Julio Carmo

Juniana Freitas

Karenina Matos

Karina Latosinski

SUSTENTABILIDADE
E RESILIÊNCIA
NOVOS MODELOS
PARA UM MUNDO
(PÓS)PANDÊMICO

Karina Mattos	Mayara Araujo
Lais Leitão	Newton Becker
Larissa Menescal	Paloma Santos Xavier de Alcantara
Larissa Viana	Patrícia Farias
Laura Bueno	Patricia Sanches
Laura Machado	Rafael Heissler
Leo Name	Renata Gribel
Leonardo Loyolla	Roberio Coelho
Lidiane de Brito Almeida	Roberto Montenegro
Livia Melo de Lima	Rodolfo Sertori
Lucas Oliveira	Roseneia Rodrigues Santos de Melo
Lucy Donegan	Ruan Carlos de Araújo Moura
Malena Silva	Sandra Helena Miranda de Souza
Manuella Souza	Sara Rosa
Marcela Crusoe	Sarah Andrade
Márcia Freire	Terezinha Silva
Marco Aurélio Stumpf González	Thêmis Amorim Aragão
Marco Rezende	Tiago Assunção Santos
Maria Cristina Pereira	Tiago Santos
Maria Teresa Barbosa	Wanessa Karina D Cavalcanti Lima
Marina Cortes	Weiner Gustavo Silva Costa
Matheus Garcia	Wilza Lopes
Mauricio C. A. Torres	

PROGRAMAÇÃO GERAL

TURNOS	10.11	11.11	12.11
9:00 - 9:30	Abertura	Mesa Redonda 2: “Infraestrutura Verde e Soluções Baseadas na Natureza”	Mesa Redonda 4: Mobilidade, Acessibilidade e Transferência Tecnológica
9:30 -10:30	Palestra Abertura		
10:30-12:00	Mesa Redonda 1: “O rumo do bambu no mundo contemporâneo”	Mesa Redonda 3: “Inovação tecnológica na arquitetura e nas construções.”	Mesa Redonda 5: “Ecologias do Comum: práticas, políticas e outras epistemologias”
12:00- 12:30	Lançamentos virtuais	Lançamentos virtuais	Lançamentos virtuais
LIVRE			
14:00- 15:30	Sessões Temáticas - apresentação de artigos	Sessões Temáticas - apresentação de artigos	Mesa Redonda 6: “Novos paradigmas de sustentabilidade e os desafios na construção civil”
15:30-16:00	Lançamentos virtuais	Lançamentos virtuais	Lançamentos virtuais
16:00- 17:30	Sessões Temáticas - apresentação de artigos	Sessões Temáticas - apresentação de artigos	Mesa Redonda 7: Desempenho Ambiental da Construção: Como Medir?
17:30- 18:30	Lançamentos virtuais	Lançamentos virtuais	Lançamentos virtuais

Quadro 1: Programação geral do IV Euroelecs 2021.

A programação contou com sete mesas redondas, sucintamente descritas a seguir:

MESA REDONDA 1: O Rumo do Bambu no Mundo Contemporâneo

Em tempos de crises ambientais e sociais, o bambu, planta ancestral, vem ganhando cada vez mais popularidade e ressignificação dentro da área da construção civil. A mesa buscou discutir sobre o papel social e ambiental do bambu e o rumo que vem tomando, através das seguintes questões centrais: É possível pensar o uso do bambu em grande escala, atender as demandas de construção das grandes cidades? Quais seriam as melhores aplicações do bambu? Quais seriam as mudanças culturais e cuidados necessários para pensarmos o uso do bambu sem impactar negativamente o meio ambiente?

MESA REDONDA 2: Possibilidades entre a Infraestrutura Verde e as Soluções Baseadas na Natureza

A mesa discutiu conceitos resilientes e emergentes, que adotam princípios semelhantes: Infraestrutura Verde e Soluções Baseadas na Natureza (SbN). Abordando projetos, aplicações, possibilidades e inquietações sobre a temática. Exemplos de como a arquitetura paisagística pode contribuir com novos modelos para um mundo (pós)pandêmico.

MESA REDONDA 3: Inovação tecnológica na arquitetura e nas construções.

Inovação tecnológica é substância que dinamiza as atividades econômicas, que revitaliza as formas sociais de produção e possibilita a solução de problemas na sociedade. A sustentabilidade é uma proposição que abre um campo de oportunidades de criação de inovações tecnológicas. As ciências humanas criaram contrapontos importantes entre as formas sustentáveis e as criações inovadoras, além de desenvolverem um setor de conhecimento, objetos de discussão dessa mesa redonda.

MESA REDONDA 4: Mobilidade e acessibilidade urbanas

Esta mesa buscou discutir quais infraestruturas e quais tecnologias devem ser pensadas para promover uma relação entre mobilidade e uso do solo capaz de produzir cidades sustentáveis e inteligentes, diminuindo o consumo de energia e a necessidade de grandes deslocamentos, além de tornar os sistemas de transportes coletivos mais acessíveis (financeira e fisicamente).

MESA REDONDA 5: Ecologias do Comum: práticas, políticas e outras epistemologias

Em diálogo com o momento crítico instaurado pela pandemia em contexto global - atrelado à destruição da biodiversidade, de ecossistemas e recursos naturais estratégicos, acirramento das desigualdades, despossessão e destituição de meios e modos de vida - esta mesa buscou colocar em discussão práticas, conflitos e lutas por justiça ambiental, bem como conhecimentos e epistemologias que tensionam abordagens desenvolvimentistas e dualistas acerca de cidade e natureza, humanos e não-humanos, urbano e rural, dimensões sociais e dimensões ambientais. A interlocução entre os campos do Direito à cidade, Direito da natureza, Direitos não-humanos, Bem-Viver, Feminismos ecológicos e comunitários pode colaborar para o reconhecimento de questões e perspectivas relacionais entre ambiente/território/sociedade constitutivas das cidades e territórios.

MESA-REDONDA 6: Novos paradigmas de sustentabilidade e os desafios na construção civil em um mundo pós-pandêmico.

Especialistas da academia, da interação academia-empresa e estudiosos da indústria 4.0, de renomes do Brasil, expuseram suas percepções sobre os novos modelos do processo produtivo da cadeia da construção civil que estão revolucionando as formas de produção e impactando o setor social e ambientalmente. De que forma esses novos modelos tecnológicos podem seguir firmes e competitivos frente a um setor tão conservador quanto o setor da construção civil? Novos desafios do desenvolvimento sustentável com a inserção de novas ferramentas de trabalho em um mundo pós-pandêmico

MESA- REDONDA 7: Desempenho Ambiental da Construção: Como Medir?

Esta mesa redonda teve como objetivo apresentar o “SIDAC - Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção”. Trata-se de uma ferramenta de avaliação ambiental, que está sendo desenvolvida pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável - CBCS, em parceria com o Ministério de Minas e Energia - MME e apoio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit - GIZ, além de outras instituições e institutos de pesquisa brasileiros. Possui como objetivo criar uma plataforma (base de dados) de materiais do setor da construção civil para o cálculo de indicadores de desempenho ambiental de produtos e edifícios. O SIDAC é uma iniciativa desenvolvida no âmbito do programa Strategic Partnerships for the Implementation of the Paris Agreement (SPIPA), visando ao cumprimento das metas ambientais do Acordo de Paris pelo setor da construção.

1

EIXO 1

MATERIAIS,
TÉCNICAS
E SISTEMAS
CONSTRUTIVOS

2

EIXO 2

RECURSOS
E RESÍDUOS



Conforme mencionado anteriormente, esta edição foi estruturada a partir de oito eixos temáticos, detalhados a seguir, que refletem a abrangência e o potencial de impacto do evento.

**SUSTENTABILIDADE
E RESILIÊNCIA
NOVOS MODELOS
PARA UM MUNDO
(PÓS)PANDÊMICO**

EIXO TEMÁTICO 1

Este eixo traz questões relacionadas aos materiais e atuais processos construtivos da indústria da construção civil. O setor busca soluções inovadoras, não habituais e que promovam resultados vantajosos para a arquitetura verde e voltados para a sustentabilidade. Na busca por soluções tanto nas áreas residenciais ou prediais, quanto urbanas, o setor necessita de técnicas construtivas que garantam a racionalização e a criação de obras mais limpas e ambientalmente corretas, seja através de métodos operacionais ou pelos materiais que emprega. Além disso, os sistemas construtivos sustentáveis hoje devem viabilizar obras com produtividade elevada, custos mais acessíveis e alta qualidade.

EIXO TEMÁTICO 2

A vida humana se transforma transformando recursos que são sempre necessários e limitados. Para a manutenção e preservação saudável da vida é determinante a salvaguarda dos recursos. Ações são necessárias para que os mercados, na voracidade do lucro, não transformem todos os recursos em faltas desastrosas. Todo consumo de bens leva à produção de resíduos, cujo tratamento adequado, reciclagem, reuso e processamento controlado garantem sua minimização, melhorando e conservando o meio ambiente. Preservar e consumir de forma regrada e transformar os resíduos faz parte das ponderações metodológicas discutidas neste eixo de trabalho.

EIXO 3

POLÍTICAS PÚBLICAS
E CIDADES:
SEGURANÇA, INCLUSÃO
E QUALIDADE DE VIDA

3

EIXO 4

HABITAÇÃO SOCIAL:
QUALIDADE,
TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

4



EIXO TEMÁTICO 3

Este eixo procura discutir a inserção da sustentabilidade no conjunto de políticas públicas e em suas interações, buscando incorporar para além das questões político-institucionais de tomada de decisões, as formas de interlocução do Estado com os grupos organizados da sociedade. Também no que se refere ao processo de definição, acompanhamento e implementação de políticas públicas, bem como, questões relativas à articulação e cooperação entre os diferentes atores sociais e políticos. Levantando questões sobre os arranjos institucionais e mecanismos que buscam refletir e/ou contribuir para a melhoria da segurança e qualidade de vida urbanas.

EIXO TEMÁTICO 4

É necessário reverter a lógica atual dos aglomerados informais, quase sempre caracterizados por casas em áreas de risco e de baixa qualidade. O desenvolvimento de tecnologias sociais para a construção de HIS, permite que a moradia cumpra sua função social, requalificando o espaço onde foi implantada. Este eixo temático aborda discussões e alternativas inovadoras ao modo tradicional de conceituar, projetar e construir as HIS, além de pautas sobre sua relação com o entorno e a cidade.

5

EIXO 5

MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE
URBANAS

6

EIXO 6

EDUCAÇÃO
E TRANSFERÊNCIA
TECNOLÓGICA



EIXO TEMÁTICO 5

Esta área temática propõe articular discussões acerca das dinâmicas e possibilidades de uso dos espaços e deslocamentos urbanos, de forma a compreender como os serviços e infraestruturas na urbe podem ser transformados para promover a construção de uma estrutura de produção de cidade mais sustentável, inteligente e humana.

EIXO TEMÁTICO 6

Educação e transferência tecnológica: A educação desempenha um papel fundamental no preparo das futuras gerações e para a viabilização da sustentabilidade em todas as escalas. Para isso, inovações nos processos de transferência tecnológica entre regiões e grupos sociais são necessárias. Propostas de ensino e aprendizado, novas matrizes curriculares e novos enfoques sobre transferência tecnológica, principalmente relacionados à superação do período pandêmico e reorganização do futuro da sociedade, são bem-vindos neste eixo de trabalho.

EIXO 7
SAÚDE
E AMBIENTE
CONSTRUÍDO

7

EIXO 8

8
INFRAESTRUTURAS
E SISTEMAS MAIS
SUSTENTÁVEIS

8



EIXO TEMÁTICO 7

Entendendo que a saúde deve ser vista como um recurso para o desenvolvimento da vida, e não como objetivo de viver, é necessário discutir a promoção da saúde para além de um estilo de vida saudável. Neste eixo concentram-se, então, as discussões sobre a promoção da saúde na dimensão específica da capacidade de atuação de todos os atores envolvidos nesse processo, para a produção de um ambiente construído mais saudável. Esta é uma dimensão que assumiu uma maior relevância, principalmente, com o início da pandemia causada pelo novo coronavírus.

EIXO TEMÁTICO 8

Este eixo temático propõe promover discussões a partir de conceitos relacionados às infraestruturas verdes e às novas possibilidades de soluções voltadas para as potencialidades e inspirações vindas da natureza. São trabalhos relacionados principalmente aos estudos de equipamentos e sistemas de infraestrutura destinados a possibilitar o acesso aos serviços essenciais da sociedade, através de uma perspectiva sustentável e conectada com o planeta.

PROGRAMAÇÃO DAS APRESENTAÇÕES DOS ARTIGOS

DIA	SESSÃO	HORÁRIO	TRABALHO	AUTORES
10.11.2021 (quarta-feira)	1 - Cidades e sustentabilidade: infraestrutura e planejamento Moderação: Amíria Brasil	14:00-14:05	ÍNDICE DE URBANIDADE COMO FERRAMENTA-SUPOORTE À GESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS	Clara Duarte, Marcelo Miguez, Aline Veról
		14:05-14:10	DIAGNÓSTICO INDICADORES DE QUALIDADE URBANA DE PORTO ALEGRE – ABNT NBR ISO 37120:2021	Matheus Scaglia Mainardi, Kamila Santos, Ana Passuello, Luiz Antônio Bressani
		14:10-14:15	INDICADORES URBANOS DE SAÚDE E SUA RELAÇÃO COM A PANDEMIA: UMA ANÁLISE DA CIDADE DE GUAPORÉ/RS	Júlia Brum Campestrini, Thaísa Leal da Silva, Lauro André Ribeiro
		14:15-14:20	BOM VIVER E PLANEJAMENTO URBANO-AMBIENTAL: ANÁLISE DAS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE E PADRÕES ESPACIAIS TRADICIONAIS NA VILA DE CARÁIVA/BA	Marcos Ferreira, Liza Andrade, Paulo Menezes
		14:20-14:25	A EXPERIÊNCIA URBANA E A INTELIGIBILIDADE DO ESPAÇO POR MEIO DA (RE)QUALIFICAÇÃO DE SETORES DA CIDADE	Guilherme Biondo Milani, Nichele Rossi, Nicole Bica Ramalho and Márcia Azevedo de Lima
		14:25-14:30	FORTALECENDO PRÁTICAS COMUNITÁRIAS SOCIOECOLÓGICAS PARA SUSTENTABILIDADE LOCAL	Heliana F. M. Rocha, Diego S. Moreira, Erivan de J. Santos Junior, Daniele O. Guedes
		14:30-14:45	Debate	
		14:45-14:50	INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE URBANA VERSUS ESPAÇOS PÚBLICOS VERDES E RECREATIVOS	Layra Ramos Lugão, Cristina Engel de Alvarez
		14:50-14:55	QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL DE ESPAÇOS PÚBLICOS: AVALIAÇÃO DA PROTEÇÃO E SEGURANÇA DE PRAÇAS	Amanda Jevaux Passamani, Larissa Leticia Andara Ramos, Luciana Aparecida Netto de Jesus, Karla Moreira Conde
		14:55-15:00	DISTRIBUIÇÃO SOCIOESPACIAL DAS PRAÇAS E OCORRÊNCIAS CRIMINAIS EM ESPAÇOS PÚBLICOS	Myllena Siqueira Santos, Larissa Leticia Andara Ramos, Luciana Aparecida Netto de Jesus, Karla Moreira Conde
		15:00-15:05	DISTRIBUIÇÃO SOCIOESPACIAL DOS ESPAÇOS PÚBLICOS: ANÁLISE COM ÊNFASE NAS PRAÇAS	Amanda Matos, Larissa Leticia Andara Ramos, Amanda Passamani, Luciana Aparecida Netto de Jesus, Karla Moreira Conde

DIA	SESSÃO	HORÁRIO	TRABALHO	AUTORES
10.11.2021 (quarta-feira)	1 - Cidades e sustentabilidade: infraestrutura e planejamento Moderação: Amíria Brasil	15:05-15:10	ÁREAS VERDES URBANAS: ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL COM ÊNFASE NA SINTAXE ESPACIAL	Julia Martins, Larissa Leticia Andara Ramos, Luciana Aparecida Netto de Jesus
		15:10-15:15	ESPAÇOS VERDES E PANDEMIA: CONSIDERAÇÕES À LUZ DA PSICOLOGIA AMBIENTAL	Imara A. M. Duarte, Plínio R. G. Silveira
		15:15-15:20	ZONA DE CONFORTO TÉRMICO PARA ÁREAS ABERTAS EM CIDADE COM CLIMA CFA COM ÍNDICE TÉRMICO PET	Luísa Alcantara Rosa, Eduardo Kruger, Eduardo Grala da Cunha
		15:20-15:30	Debate	
	2 - Materiais e técnicas: avaliação, evolução e inovação Moderação: Lidiane de Brito Almeida	14:00-14:05	AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE PRODUTOS ENGENHEIRADOS DE MADEIRA: IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS HOTSPOTS E OPORTUNIDADES DE MELHORIA	Lucas Caldas, Rafaelle Peçanha, Maria Simas, Marcos Silvano
		14:05-14:10	AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV) DE SISTEMAS DE ALVENARIA DE BLOCOS DE SOLO-CIMENTO COM DIFERENTES DOSAGENS	Beatriz Carvalho, Eduarda Alberto, Marcos Silvano
		14:10-14:15	USO DE MATERIAIS MENOS IMPACTANTES AMBIENTALMENTE NOS SELOS DE EDIFICAÇÕES	Bruno Luis de Carvalho da Costa, Fernanda Magalhães de Souza Carvalho, Natana Janiele Nobre Alves
		14:15-14:20	AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA ENERGÉTICO DA CERÂMICA VERMELHA	João Felipe Von Mühlen and Sergio Fernando Tavares
		14:20-14:25	AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DE CONCRETOS E ARGAMASSAS CONTENDO MATERIAIS CIMENTÍCIOS SUPLEMENTARES (MCS) E AGREGADOS RECICLADOS (AR) POR MEIO DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV): UMA REVISÃO DA LITERATURA	Lidiane Do Nascimento Farias, Joaquin Humberto Aquino Rocha, Lucas Rosse Caldas, Romildo Dias Toledo Filho
		14:25-14:30	CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES CON TIERRA. ANÁLISIS DEL BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC)	Santiago Cabrera, Ariel González, Giuseppe Mingolla
		14:30-14:45	Debate	
		14:45-14:50	ANÁLISE TÉRMICA DE CONCRETOS COM A INCORPORAÇÃO DE AGREGADOS LEVES	Fabrcio Pimentel, Reila Velasco, Tatiane Pilar

DIA	SESSÃO	HORÁRIO	TRABALHO	AUTORES
10.11.2021 (quarta-feira)	2 - Materiais e técnicas: avaliação, evolução e inovação Moderação: Lidiane de Brito Almeida	14:50-14:55	BIOFABRICAÇÃO DIGITAL PARA A PRODUÇÃO DE MICÉLIOS NA ARQUITETURA E DESIGN	Juliana Barros de Rezende, Carla Queiroga Werkhaizer, Jaqueline Leite Ribeiro Vale, Juliana Tamara da Rosa de Paula, Rafael Augusto Santos de Souza, Lanay Kimberly Souza Silva, Victória Júlia Oliveira Verticchio
		14:55-15:00	EMPLEO DE RESÍDUOS DE DESMOTE DE ALGODÓN Y RESINA UREA FORMALDEHIDO PARA LA FABRICACIÓN DE TABLEROS DE PARTÍCULAS	Luciano Massons, Agustina Trevisan, Florencia Benítez, Maria Fernanda Carrasco, Rubén Marcos Grether, Ariel Anselmo Gonzalez
		15:00-15:05	PROPIEDADES DOS COMPÓSITOS MADEIRA-PLÁSTICO E SEU USO NA CONSTRUÇÃO DE DECKS EM SUBSTITUIÇÃO ÀS MADEIRAS NATURAIS: UMA REVISÃO	Anderson Ravik dos Santos, Tiago V. da Silva, Manoel Otávio Q. Salomão, Patrícia S. de Oliveira Patrício, Wanna C. Fontes
		15:05-15:10	PAVIMENTOS URBANOS EM CONCRETOS PERMEÁVEIS CONTENDO AGREGADOS RECICLADOS - UMA CONTRIBUIÇÃO POR MEIO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	Sarah Castro, Marcus Campos, Helena Carasek
		15:10-15:15	ANÁLISE PRELIMINAR EXPERIMENTAL DAS PRESSÕES HORIZONTAIS ATUANTES NA FÔRMA DO SISTEMA DE TAIPA DE PILÃO	Rafael Mendonça, Andrea Yuba, Andrés Cheung
		15:10-15:15	ANÁLISE PRELIMINAR EXPERIMENTAL DAS PRESSÕES HORIZONTAIS ATUANTES NA FÔRMA DO SISTEMA DE TAIPA DE PILÃO	Rafael Mendonça, Andrea Yuba, Andrés Cheung
		15:15-15:30	Debate	
	3 - Cidades e sustentabilidade: infraestrutura e qualidade Moderação: Gabriel Barros Bordignon	16:00-16:05	GESTÃO COMPARTILHADA PARA O PLANEJAMENTO SENSÍVEL À ÁGUA: ALTERNATIVAS TRANSESCALARES NO NÍVEL DA PAISAGEM E DA COMUNIDADE, COM VISTAS À RESOLUÇÃO DE CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS, EM DUAS CIDADES DO CERRADO, BRASÍLIA (DF) E GOIÂNIA (GO)	Diogo Isao Santos Sakai, Liza Maria De Souza Andrade
		16:05-16:10	PLANEJAMENTO E REESTRUTURAÇÃO DA PAISAGEM NA BACIA DO RIO BOTAS	Mylenna Linares Merlo, Aline Pires Veról, Rodrigo Rinaldi de Mattos

DIA	SESSÃO	HORÁRIO	TRABALHO	AUTORES
10.11.2021 (quarta-feira)	3 - Cidades e sustentabilidade: infraestrutura e qualidade Moderação: Gabriel Barros Bordignon	16:10-16:15	MATRIZ DE ESTUDO DE VIABILIDADE DA REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL URBANA	Andressa F. Lima, Aline P. Veról, Marcelo G. Miguez
		16:15-16:20	ANÁLISE DA LITERATURA REFERENTE AO AUMENTO DO NÍVEL DO MAR ORIUNDO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	Victor Moura Bussolotti, Cristina Engel de Alvarez
		16:20-16:25	ESPONJA URBANA: O CASO DO CANAL DE EXTRAVASAMENTO EM SÃO LEOPOLDO/RS	Bruna Luz Dias, Márcia Azevedo de Lima
		16:25-16:30	ANÁLISE QUANTITATIVA DE SISTEMA DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL: JARDIM DE CHUVA - RJ	Fabiana Carvalho, Adriana Durante, Osvaldo Rezende, Aline Veról, Paulo Magalhães, Marcelo Miguez
		16:30-16:45	Debate	
		16:45-16:50	ESTUDO PARA APLICAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS EM DRENAGEM URBANA EM MESQUITA, RJ	Ana Luzia Leandro Argôlo, Celi Kiyomi Okumura, Aline Pires Veról
		16:50-16:55	USO MULTIFUNCIONAL DE TÉCNICAS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL	Beatriz Cruz Amback, Aline Pires Veról, Andrea Queiroz Rego
		16:55-17:00	ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: POLÍTICAS PÚBLICAS NACIONAL E CAPACIDADE INSTALADA NOS ESTADOS BRASILEIROS	Débora Kummer, Ísis Portolan dos Santos
		17:00-17:05	GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA COMO INDUTORA E PROMOTORA DA AGENDA 2030 EM CAMPO GRANDE, BRASIL	Wellington Montessi Yule, Adriane Angelica Farias Santos Lopes de Queiroz, Cleiton Freitas Franco, Flavia Barbara Neves de Oliveira, Kelly Cristina Costa Camargo, Andréa Teresa Riccio Barbosa
		17:05-17:10	MODELOS DE NEGÓCIO PARA A VIABILIZAÇÃO DA NECESSÁRIA INFRAESTRUTURA PARA A POPULARIZAÇÃO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS	Milton Santos Junior, Eloy Casagrande
		17:10-17:15	ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE PLACAS FOTOVOLTAICAS NO ESTACIONAMENTO DA UNIVERSIDADE TUIUTI DO PARANÁ	Cristiane Burmester, Lucian Chanquini, Alexandre Nader, Sergio Tavares, Denise Tholken
		17:15-17:30	Debate	

DIA	SESSÃO	HORÁRIO	TRABALHO	AUTORES
10.11.2021 (quarta-feira)	4 - Edificações sustentáveis: qualidade, ciclo de vida e projeto Moderação: Robério Coelho	16:00-16:05	EL MAPEO COMO HERRAMIENTA PARA LA DIFUSIÓN E INTERCAMBIO DE DATOS DEL BTC EN ARGENTINA	Santiago Cabrera, Ariel González, Juan Carboni
		16:05-16:10	PANORAMA BRASILEIRO DA PESQUISA CIENTÍFICA EM TAIPA DE PILÃO: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA	Gisele Steenbock, Sérgio Tavares
		16:10-16:15	CONSIDERAÇÕES SOBRE AS EDIFICAÇÕES DE TAIPA DE PILÃO NO BRASIL: DO PERÍODO COLONIAL AO CONTEMPORÂNEO	Andressa S. Moura, Karina Latosinski, Andrea Naguissa Yuba
		16:15-16:20	REABILITAÇÃO DE PRÉDIOS PÚBLICOS: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E PÓS PANDEMIA	Patricia T. da C. Mattos, Leopoldo Bastos
		16:20-16:25	DIRETRIZES PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE CONJUNTOS DE EDIFÍCIOS PÚBLICOS	Dalmon Moratti, Geilma Vieira
		16:25-16:30	MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES: UMA REVISÃO CRÍTICA DO ESTADO DA ARTE	Melissa Lopes, Eduardo Rodrigues Neto, Michele Carvalho, Lucas Caldas
		16:30-16:45	Debate	
		16:45-16:50	DESIGN FOR ADAPTABILITY AND DISASSEMBLY: A REVIEW TO ACHIEVE BUILDINGS' DECONSTRUCTION	Mayara Munaro, Sergio Fernando Tavares
		16:50-16:55	UTILIZAÇÃO DO BIM PARA PROJETOS MAIS SUSTENTÁVEIS	Fernanda Schmitd Villaschi, José Pedro Carvalho, Luis Bragança
		16:55-17:00	EDIFICAÇÕES A PROVA DE INUNDAÇÕES - PROPOSTA DE ATUAÇÃO NA BACIA DO RIO PIRAQUÊ-CABUÇU/RJ PARA REDUÇÃO DE RISCOS	Jéssica N. Pereira, Aline P. Veról, Marcelo G. Miguez
		17:00-17:05	O REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO COLETIVA EM CURITIBA APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO E USO RACIONAL DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES (PURAÉ)	Fabíola Hilgenberg, Sérgio Fernando Tavares
		17:05-17:10	ESTRESSE E RESTAURAÇÃO: ESTUDOS E REFLEXÕES SOBRE A QUALIDADE DO ESPAÇO DA UNIDADE NEONATAL	Ana Pita, Amanda Leite, Déborah Silveira, Deborah Zaganelli, Ana Barros, Angelina Costa
		17:10-17:15	DESIGN BIOFÍLICO: ESTUDO QUALITATIVO SOBRE O IMPACTO DA PALETA DE CORES NO MEIO CORPORATIVO A PARTIR DO MODELO SENS ORG INT	Thalya Simzem de Moraes, Renata Benedetti Mello Nagy Ramos, Kátia Alexandra de Godoi e Silva
		17:15-17:30	Debate	

DIA	SESSÃO	HORÁRIO	TRABALHO	AUTORES
11.11.2021 (quinta-feira)	5 - Cidades e sustentabilidade: qualidade e saúde urbanas Moderação: Lucas Martins de Oliveira	14:00-14:05	AGRICULTURA URBANA NO BRASIL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS	Alina Mesquita
		14:05-14:10	NEXO ÁGUA-ENERGIA-ALIMENTO E BACIAS URBANIZADAS: ESTUDO DE PLANEJAMENTO INTEGRADO	Maria Vitória Gomes, Aline Veról
		14:10-14:15	CIDADES SAUDÁVEIS, AGROECOLOGIA E SOBERANIA ALIMENTAR: (RE)SIGNIFICAÇÃO PARA ENFRENTAMENTO DA COVID19 NAS REGIÕES PERIFÉRICAS DO DF	Natália Lemos, Liza Andrade, Lara Bossaerts, Alice Martins
		14:15-14:20	CULTURA COMO INSTRUMENTO PARA PROMOÇÃO DE QUALIDADE DE VIDA: UM ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE OEIRAS - PI	Juscimeire M. da S. Santos, Thiscianne M. Pessoa
		14:20-14:25	MAPEAMENTO COLABORATIVO DIGITAL NA ASSISTÊNCIA MULTIDISCIPLINAR A COMUNIDADES	Heliana F. M. Rocha, Patrícia L. Brito, Marcella S. Viana, Júlio C. Pedrassoli, Tiago P. C. Silva, Erica R. Andrade, Araton C. Cardoso
		14:25-14:30	TECNOLOGIAS APLICADAS PARA FOMENTO DE SUSTENTABILIDADE, CIRCULARIDADE E RESILIÊNCIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO COM BASE NA LITERATURA INTERNACIONAL	Jadi Tosta Iglesias Ventin, Elaine Pinto Varela Alberte, Alex Pires Carneiro
		14:30-14:45	Debate	
		14:45-14:50	O ACESSO À SAÚDE E À QUALIDADE DE VIDA EM ASSENTAMENTOS INFORMAIS URBANOS	Tamires Lenhart, Luciana Inês Gomes Miron
		14:50-14:55	INVESTIGAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE DENGUE E O AMBIENTE CONSTRUÍDO NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS	Laura M. M. Bueno, Lucas N. Cerejo, Juliana C. C. Bueno, Leda C. D. Nishimura, Letícia K. Santos
		14:55-15:00	INCIDÊNCIA DE EPIDEMIAS SIMULTÂNEAS, DENGUE E COVID-19 EM CAMPINAS/SP	Lucas Cerejo, Laura Bueno
		15:00-15:05	O MESMO ESPAÇO, OUTROS USOS: UM OLHAR SOBRE A MORADIA NA PANDEMIA DA SARS COV 2	Alexandre Albuquerque, Jessica França, Miss Pereira da Silva, Rayssa Costa, Angelina Costa, Ingrid Sobreira
		15:05-15:10	APEGO DO IDOSO AO LUGAR: EXPERIÊNCIA ACADÊMICA DE RELAÇÃO PESSOA-AMBIENTE	Viviane Azevêdo, Angelina Costa, Liêssa Dias, Imara Duarte, Lilian Félix, Luis Guerra, Gabriela Rodrigues

DIA	SESSÃO	HORÁRIO	TRABALHO	AUTORES
11.11.2021 (quinta-feira)	5 - Cidades e sustentabilidade: qualidade e saúde urbanas Moderação: Lucas Martins de Oliveira	15:10-15:15	NOVOS TERRITÓRIOS DOMÉSTICOS EM TEMPOS PANDÊMICOS, UM ESTUDO COM ÊNFASE NA CRIANÇA	José Alberto C. de Araújo, Thuany Guedes Medeiros, Yane Almeida Diniz, Ana Rosa S. N. Feitosa, Flávio Schmidlin, Imara A. M. Duarte, Angelina Dias Leão Costa
		15:15-15:30	Debate	
	6 - Edificações: estratégias de projeto e HIS Moderação: Andréa Kern	14:00-14:05	USO DE ALGORITMOS EVOLUTIVOS PARA OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE ENVOLTÓRIAS DE EDIFICAÇÕES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	Letiane Benincá, Claudia Glitzenhirn, Ana Passuello, José María González Barroso, Eva Crespo Sanchez
		14:05-14:10	DESEMPENHO ENERGÉTICO DE UM EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS A PARTIR DE DIFERENTES SOLUÇÕES DE FACHADAS ENVIDRAÇADAS	Ludimila Mallmann Schmalfluss, Roseana Bonotto Ruivo, Ana Passuello, Celina Maria Britto Correa, Eduardo Grala da Cunha
		14:10-14:15	O DESEMPENHO ENERGÉTICO DAS ENVOLTÓRIAS NAS EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES EM VITÓRIA-ES	Lucas Biló Brunelli, Edna Aparecida Nico Rodrigues
		14:15-14:20	ANÁLISE DE SISTEMAS DE COBERTURAS E TERRAÇO CAPIXABA EM REGIÃO QUENTE E ÚMIDA NO MUNICÍPIO DE CASTELO - ES	Ariane Sasso-Ferrão, Edna A. Nico-Rodrigues
		14:20-14:25	AMBIENTES UNIVERSITÁRIOS EFICIENTES: ESTUDO DO IMPACTO ENERGÉTICO-ECONÔMICO DA IMPLEMENTAÇÃO DE BRISES-SOLEIS NO EDIFÍCIO JORGE MACHADO MOREIRA	Thiago Torres, Alice Brasileiro, Marcos Silvano
		14:25-14:30	ANÁLISE DE COMPORTAMENTO TÉRMICO DE MORADIA PRECÁRIA REVESTIDA COM EMBALAGENS TETRAPAK®	Thaíse Sebben, Thaísa Leal da Silva, Eduardo Grala da Cunha
		14:30-14:45	Debate	
		14:45-14:50	ANÁLISE DE DESEMPENHO TÉRMICO EM CONTÊINER PARA A REGIÃO SUL, RELACIONANDO DIRETRIZES OS PROGRAMAS CLIMATE CONSULTANT (ASHRAE 55) COM O ENERGY PLUS	Cinthya Piana, Lauro André Ribeiro, Thaísa Leal da Silva
		14:50-14:55	PROJETO PROINFÂNCIA: USO DE ESTRATÉGIAS COM VEGETAÇÃO PARA ADEQUAÇÕES DA TEMPERATURA AMBIENTE NA ZONA BIOCLIMÁTICA 2	Débora Kummer, Larissa Da Cas, Minéia Scherer
		14:55-15:00	AVALIAÇÃO DAS SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS DA CASA POPULAR EFICIENTE DA UFSM A PARTIR DA APO	Marcos Alberto Oss Vaghetti, Daniéli Uliana, Taís Carvalho dos Santos

DIA	SESSÃO	HORÁRIO	TRABALHO	AUTORES
11.11.2021 (quinta-feira)	6 - Edificações: estratégias de projeto e HIS Moderação: Andréa Kern	15:00-15:05	AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS APLICADAS AS CERTIFICAÇÕES AQUA-HQE E GBC BRASIL CASA	Mariane Zambelli, Leonardo Alves, Luciana Weba, Wanna Fontes
		15:05-15:10	CONTRIBUIÇÃO DO LEED E SELO CASA AZUL + CAIXA PARA ATINGIR OS ODS NO BRASIL	Renata Postay, Andrea Kern
		15:10-15:15	MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE REABILITAÇÃO DE PRÉDIOS VERTICAIS ESTRUTURADOS EM CONCRETO ARMADO PARA USO HABITACIONAL EM CENTROS URBANOS	Luiz Gustavo Zuliani da Silva, Andrea Parisi Kern
		15:15-15:30	Debate	
	7 - Cidades e sustentabilidade: resiliência, mobilidade e acessibilidade Moderação: Nícia Formiga Leite	16:00-16:05	MAPEAMENTO DAS VIAS CALMAS DE CAMPO GRANDE (MS). SÃO ESTRUTURAS CICLOVIÁRIAS SUSTENTÁVEIS E INTELIGENTES?	Kamila de Aguiar Duarte, José Carlos de Jesus-Lopes, Gabriella Zanoto Botton, Lara Kamila Silva Pinheiro, Alexandre Meira de Vasconcelos
		16:05-16:10	AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS DE ÔNIBUS A PARTIR DA PERSPECTIVA DO PASSAGEIRO DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19: ESTUDO DE CASO NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE, BRASIL	Michelle Leichter, Janaine F. G. Timm, Júlia M. Dalmoro, Juliana Klas, Ana Passuello
		16:10-16:15	UMA LINGUAGEM DE PADRÕES PARA MOBILIDADE URBANA: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE FELIZ, RS	Michelle Leichter, Matheus Souza Porto, Matheus Lemos Nogueira, Miguel Aloysio Sattler
		16:15-16:20	COWORKING E CIDADES INTELIGENTES: COMO ESPAÇOS INOVADORES DE TRABALHO PODEM CONTRIBUIR COM A MOBILIDADE URBANA	Marcela Juliana Cargnin, Thaísa Leal da Silva
		16:20-16:25	ACESSIBILIDADE URBANA E VITALIDADE DE PRAÇAS: ANÁLISE DE “ACESSOS E CONEXÕES” PELA FERRAMENTA QUALIFICAURB	Gabriella Rufino Gonçalves, Ramon Oliveira Gomes, Karla Moreira Conde, Luciana Aparecida Netto de Jesus, Larissa Leticia Andara Ramos
		16:25-16:30	ATRIBUTOS DE CIDADES SUSTENTÁVEIS E INTELIGENTES: CICLOVIAS E TRANSPORTE PÚBLICO	Mário Cesar Junqueira Oliveira, José Carlos de Jesus-Lopes, Juliene Gonçalves de Almeida Garcia, Dulce Buchala Bicca Rodrigues, Jullyana Neves Aramaqui, Paulo Gabriel Junqueira Dalto

DIA	SESSÃO	HORÁRIO	TRABALHO	AUTORES
11.11.2021 (quinta-feira)	7 - Cidades e sustentabilidade: resiliência, mobilidade e acessibilidade Moderação: Nícia Formiga Leite	16:30-16:45	Debate	
		16:45-16:50	RÓTULOS E SELOS AMBIENTAIS NAS COMPRAS PÚBLICAS SUSTENTÁVEIS	Mirna Elias Gobbi, Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos
		16:50-16:55	MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES CONSTRUTIVAS DOS PROJETOS DE INFRAESTRUTURA URBANA	Adolpho Guido De Araújo, Arnaldo Manoel Pereira Carneiro, Rachel Perez Palha
		16:55-17:00	ESTRATÉGIAS DE RESILIÊNCIA URBANA RELACIONADAS AO AMBIENTE CONSTRUÍDO: UMA ANÁLISE SOBRE A SITUAÇÃO DA CIDADE DE SALVADOR-BAHIA-BRASIL	Angélica Fabíola Rodrigues Prado, Elaine Pinto Varela Alberte, Andréa Cardoso Ventura, Jadi Tosta Iglesias Ventin
		17:00-17:05	CORREDORES AZUIS E VERDES EM CONTEXTOS CONSOLIDADOS: O CASO DO ARROIO MARRECÃO	Alessander Giroto Ribas, Márcia Azevedo de Lima
		17:05-17:10	INFRAESTRUTURAS VERDES E AZUIS COMO ESTRATÉGIA PROJETUAL DE CIDADES MAIS INTELIGENTES	Maria Vitória Gomes, Aline Veról, Marcelo Miguez
		17:10-17:15	SANEAMENTO SOCIOECOLÓGICO, ECONOMIA SOLIDÁRIA E GOVERNANÇA TERRITORIAL A PARTIR DAS REDES E SABERES DA COMUNIDADE DE SANTA LUZIA - DF	Guilherme Nery Lacerda, Liza Maria Sousa de Andrade
		17:15-17:30	Debate	
	8 - Materiais e técnicas: avaliação, evolução e inovação Moderação: Fernanda Nepomuceno Costa	16:00-16:05	DESEMPENHO DA SUSTENTABILIDADE EM OBRAS DE INTERESSE SOCIAL: UMA ESTRUTURA DE INDICADORES	Mariana Bravo, Eloisa Kempter, Thomaz Buttignol
		16:05-16:10	ANÁLISE DAS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS ADOTADAS EM CANTEIROS DE OBRAS EM EMPRESAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	Gabriela Bonetti, Aryane Spadotto, Ana Karla Gripp, Alfredo Iarozinski
		16:10-16:15	MAPEAMENTO DO STATUS QUO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DENTRO DE UM AMBIENTE COLABORATIVO DE LIVING LAB	Sarah Bueno de Castro, Daniela Castro Silva, Helena Carasek, Oswaldo Cascudo
		16:15-16:20	RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: DIAGNÓSTICO E SOLUÇÕES TÉCNICAS PARA A REGIÃO DO POTENGI	Neuber Araújo, Ariany Silva, Daniela Ferreira, Letícia Santos, Rita Maurício, Petterson Dantas
		16:20-16:30	Debate	

DIA	SESSÃO	HORÁRIO	TRABALHO	AUTORES
11.11.2021 (quinta-feira)	9 - Edificações sustentáveis: participação e educação Moderação: Larissa Viana	16:30-16:35	O ATENDIMENTO DAS EXIGÊNCIAS DOS USUÁRIOS EM OBRAS DE MELHORIAS HABITACIONAIS	Catarina M. O. Sombrio, Vanda A. G. Zanoni
		16:35-16:40	EMAU E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA NO CONTEXTO DOS CURSOS DE ARQUITETURA E URBANISMO	Gabriel Lyon Figueiredo dos Santos, Liza Maria Souza de Andrade, Ana Luiza Aureliano Silva, Vânia Raquel Teles Loureiro
		16:40-16:45	PAREDE HIDRÁULICA EXPERIMENTAL: O APRENDIZADO DE SISTEMAS PREDIAIS HIDROSSANITÁRIOS	Aline Pires Veról, Carolina Tavares de Figueiredo Oliveira, Rebeca Schettini Geraldo, Beatriz Fernandes Oliveira, Verônica Baiense Teixeira and Sylvia Meimaridou Rola
		16:45-16:50	O CANTEIRO EXPERIMENTAL NO DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS	Conrado Carvalho, Marcos Silvano
		16:50-17:00	Debate	
		17:00-17:05	INTERAÇÃO COM A REGIÃO DO MARAJÓ: PROJETOS DE ESCOLAS EM UMA PERSPECTIVA REGENERATIVA	Luis Silva, Noelia Monteiro, Anarrita Buoro, Eduardo Amaral, Giulio Michelino, Ana C Marin
		17:05-17:10	MÃOS À OBRA ZABELÊ - PROJETO PARTICIPATIVO PARA UMA COMUNIDADE SUSTENTÁVEL E RESILIENTE	Luis Octavio Pereira Lopes de Faria e Silva, Julia Carvalho Dias De Gouvêa, Yakuy Tupinambá, Potyratê Tupinambá
		17:10-17:15	DESIGN, COMPORTAMENTO E SUSTENTABILIDADE: UMA PROPOSTA DE FRAMEWORK PARA PROCESSOS DE PROJETO DE ARQUITETURA	Rodrigo Makert, Andrea Naguissa Yuba, Gilfranco Alves
		17:15-17:20	CENTROS COMUNITÁRIOS DE BAIRRO E GERAÇÃO DE RENDA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES EM COMUNIDADES VULNERÁVEIS	Patrícia de Freitas Nerbas, Márcia Azevedo de Lima, Diógenes Lazzatetti, Marthial Morem, Nichele Rossi, Pedro Fracasso Reichelt
		17:20-17:30	Debate	

ANAIS
IV EURO ELECS
2021

SESSÕES TEMÁTICAS



ST1 . SESSÃO TEMÁTICA 1

Cidades e sustentabilidade: infraestrutura e planejamento

ST2 . SESSÃO TEMÁTICA 2

Materiais e técnicas: avaliação, evolução e inovação

ST3 . SESSÃO TEMÁTICA 3

Cidades e sustentabilidade: infraestrutura e qualidade

ST4 . SESSÃO TEMÁTICA 4

Edificações sustentáveis: qualidade, ciclo de vida e projeto

ST5 . SESSÃO TEMÁTICA 5

Cidades e sustentabilidade: qualidade e saúde urbanas

ST6 . SESSÃO TEMÁTICA 6

Edificações: estratégias de projeto e HIS

ST7 . SESSÃO TEMÁTICA 7

Cidades e sustentabilidade: resiliência, mobilidade e acessibilidade

ST8 . SESSÃO TEMÁTICA 8

Materiais e técnicas: avaliação, evolução e inovação

ST9 . SESSÃO TEMÁTICA 9

Edificações sustentáveis: participação e educação



SESSÃO TEMÁTICA 1

CIDADES E SUSTENTABILIDADE: INFRAESTRUTURA E PLANEJAMENTO



ARTIGO

ÍNDICE DE URBANIDADE COMO FERRAMENTA- SUPORTE À GESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

DUARTE, Clara Cristine Rodrigues

(claracristine@poli.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

MIGUEZ, Marcelo Gomes

(marcelomiguez@poli.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

VERÓL, Aline Pires

(alineverol@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Urbanidade, planejamento urbano, índice multicritério, gestão de políticas públicas.

RESUMO

O desenvolvimento urbano brasileiro foi caracterizado por um crescimento populacional rápido e desordenado, sem um planejamento capaz de absorver as demandas de infraestrutura, serviços e equipamentos públicos, multiplicando construções inóspitas e em áreas de risco, com degradação do ambiente natural e construído. Nesse contexto, processos de realocação podem surgir como estratégias de reestruturação do espaço e redução de riscos, provendo infraestrutura e segurança à população. No entanto, realocações envolvem grande complexidade, devendo ser guiadas pela necessidade, mas também pelas demandas dos habitantes e por aspectos de urbanidade no local de destino, que promovam mais conforto e qualidade de vida. Estudos pregressos evidenciaram a possibilidade deste processo, como alternativas para a solução das inundações em Mesquita (RJ), onde algumas ocupações marginais não podem ser protegidas contra inundação, oferecem risco e deflagram um processo de empobrecimento da população, por perdas recorrentes. Estes trabalhos, porém, consideram a solução de inundações e revitalização do ambiente urbano e uma proposta de realocação para áreas próximas, sem oferecer ferramentas de mensuração específicas para este último processo. Este trabalho discute aspectos da qualidade urbana, que devem nortear estes processos, por meio da construção de um índice de urbanidade. O artigo, então, apresenta conceituações, compreendendo atributos importantes para a qualidade do espaço urbano, fundamentando a formulação de um índice multicritério que reflita as condições deste ambiente e que avalie quantitativamente a urbanidade no município de Mesquita, na área de origem (para fins de comparação) e na área de destino, funcionando como ferramenta de suporte à gestão de políticas públicas, que envolvam realocações de populações. Além disso, para avaliação da área de destino, acrescentam-se a formulação de indicadores adicionais de distâncias a pontos de transporte e a centralidades.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o desenvolvimento urbano se deu de maneira rápida e desordenada, sem um planejamento capaz de absorver as demandas de serviços e equipamentos públicos e comunitários, multiplicando construções precárias que, muitas vezes se localizam em áreas de risco. Habitações irregulares, em geral, sofrem mais rigorosamente com a ocorrência de desastres naturais que danificam propriedades, interrompem serviços e colocam em risco a vida humana, situações em que inundações se destacam como problema recorrente.

Em espaços urbanos sem infraestrutura, em situação de risco, ocupando áreas que deveriam ser destinadas à dinâmica natural das águas e requeridas para o controle de inundações, as realocações podem ser consideradas como estratégias para sua reestruturação. Nesse contexto, por envolver questões sociais relevantes, elas devem compreender necessidades dos cidadãos e aspectos da urbanidade, promovendo mais conforto e qualidade de vida.

A busca pela resiliência urbana assume, então, papel importante neste arranjo, correspondendo a um processo dinâmico, que aborda a capacidade do sistema urbano de manter ou retomar suas funções e se adaptar frente às mudanças (MEE-ROW *et al*, 2016). Nesse processo, em um primeiro momento, a mitigação aparece como alternativa. No limite, buscam-se processos adaptativos e, por fim, quando mesmo estes apresentam limitações, há a possibilidade da transformação da paisagem. Quanto menor a resiliência mais difícil é o processo de recuperação após a ocorrência do desastre, tornando mais vulneráveis aqueles que enfrentam maiores dificuldades para reconstruir suas vidas (BERTILSSON *et al*, 2019).

A formulação de índices pode ser um instrumento valioso de mensuração e de subsídio do planejamento, oferecendo suporte a decisões; e condições de vida e urbanidade adequadas.

1.1 URBANIDADE

A evolução do conceito de urbanidade acompanhou os processos de urbanização, alcançando diferentes perspectivas de acordo com as mudanças vividas pela sociedade. Urbanização e urbanidade estão no mesmo nível, pois podem influenciar e impulsionar uma à outra (SCHNEIDER *et al*, 2014).

Netto (2013) relaciona urbanidade às possibilidades de convívio, sendo compreendida a partir da interligação entre espacialidade e temporalidade. Somekh (2016) ressalta a importância do acesso democrático aos espaços, considerando a pré-existência de memórias e identidades culturais. Gonçalves (2010) relaciona a urbanidade à qualidade urbana que, envolve vitalidade e diversidade. A primeira compreende a intensidade de interações entre pessoas nos ambientes, e a segunda representa a variedade de atividades, serviços e construções que devem coexistir no espaço urbano harmoniosamente.

Para o trabalho, o conceito norteador é explicado por Rezende *et al* (2019), que define urbanidade como a qualidade resultante de um processo dinâmico e complexo que envolve o espaço, o tempo, as pessoas e os objetos urbanos, as interações e os diversos contextos urbanos, ressaltando a importância dos espaços coletivos, públicos e privados.

É fundamental compreender os atributos que compõem a urbanidade. Entre eles, notam-se a visualidade, a acessibilidade, a diversidade, a densidade e a conectividade (REZENDE *et al*, 2019). Para alcançá-los é importante a adoção de medidas urbanas, dentre as quais se destacam: expansão de áreas verdes e fachadas harmônicas, ampliação da oferta de serviços, equipamentos e transportes públicos a custos acessíveis; uso misto do solo e multifuncionalidade de espaços; e a construção de cidades mais compactas (REZENDE *et al*, 2019; SOMEKH, 2016; GRIECO, 2015). Ao incorporar estas estratégias ao espaço urbano, ampliam-se as sensações de conforto e segurança, estimulando seu uso e tornando-os mais resilientes e sustentáveis.

1.2 OS PROCESSOS DE REALOCAÇÃO DE POPULAÇÕES

No Brasil, o desenvolvimento voltado para a industrialização induziu desigualdades sociais nos espaços urbanos, principalmente, através da segregação socioespacial, levando à ocupação de periferias, muitas vezes, carentes de infraestrutura e serviços, por absoluta falta de opção. Ocupações irregulares, em áreas de risco, são as tentativas mais comuns de aproximação dos espaços com oportunidades, mas colocam em risco a vida dos habitantes, podendo gerar perdas graves, em uma espiral de degradação. Koks *et al* (2015) evidenciam como as condições socioeconômicas e espaciais aumentam a vulnerabilidade social.

As realocações podem, então, surgir como alternativa possível à segurança destas populações. Historicamente, porém, esses processos mostram exemplos dramáticos, não servindo, de fato, à população removida e privilegiando a iniciativa privada, ao liberar espaços para novos empreendimentos, além de oprimir e excluir cidadãos do direito à cidade. Portanto, quando realizadas sem preocupações, deslocam os habitantes a locais afastados das áreas originais, sem considerar sua participação nas escolhas e sem contemplar elementos que ajudem a construir elos entre eles e o novo território, rompendo vínculos sociais e de trabalho. As realocações, quando necessárias, devem ser guiadas pelos aspectos da urbanidade, pela proximidade das habitações aos serviços e transportes. Nesse contexto, o trabalho aqui proposto busca oferecer uma ferramenta que possa minimizar esses problemas, em situações de risco de desastres de inundação.

1.3 A RESILIÊNCIA URBANA

Ao contexto urbano fragilizado, acrescentam-se mudanças climáticas que tendem a se intensificar e aumentar a exposição das cidades e habitantes a ameaças. A mitigação de riscos de desastres assume, então, papel importante como

uma ferramenta de abordagem sistêmica, que substitui a lógica usual de introduzir medidas de redução e controle. O risco está relacionado à existência de um evento perigoso e suas consequências. Estas consequências, por sua vez, são materializadas por meio da vulnerabilidade e da exposição de um sistema socioeconômico. O risco se dá em função de três elementos principais: o perigo, a exposição e a vulnerabilidade. O primeiro associa-se à probabilidade da ocorrência de um evento, geralmente, incontrolável e com potencial para causar danos (VERÓL, 2013). O segundo se refere à exposição de pessoas e bens ao evento, expressa pelo número e tipo de elementos atingidos. E a vulnerabilidade relaciona-se aos prejuízos resultantes do evento sobre o sistema afetado, materializados por meio da susceptibilidade a sofrer danos, à quantificação do valor perdido e à resiliência do sistema (REZENDE, 2018).

Neste contexto, a resiliência pode, então, ser definida como a habilidade de um indivíduo, comunidade, cidade ou nação, em resistir, absorver e se recuperar de um choque, ou se adaptar a adversidades e mudanças, de forma rápida e eficiente (SAYERS *et al*, 2013). Quando associada aos espaços urbanos, a resiliência pode ser considerada como um processo adaptativo que compreende mudanças e incertezas, em relação ao desenvolvimento físico, social, econômico e ambiental (SÖRENSEN *et al*, 2016).

1.4 INTERSEÇÃO ENTRE CONCEITOS E A SUSTENTABILIDADE

Para a reestruturação do espaço urbano e indução da sustentabilidade, é importante equacionar a resiliência urbana e a urbanidade como qualidades orientadoras do planejamento. Em casos-limite, onde ações de mitigação não são suficientes e inundações sucessivas levam a uma espiral de degradação, não resiliente e não sustentável, a realocação pode ser uma estratégia de transformação desse ciclo e provimento de residências e infraestrutura adequadas, reduzindo a exposição e a vulnerabilidade dos habitantes, e incentivando a equidade no acesso a estes espaços. É possível incrementar a resiliência e a sustentabilidade, ao abrir espaços para a criação de paisagens mais naturais, contemplando a qualidade do ambiente construído como norteadora de realocações. Portanto, ao agregar mais qualidade ao ambiente, permitindo sua conservação, e promover o bem-estar social, observa-se que a sustentabilidade e suas dimensões permeiam este cenário, auxiliando no desenvolvimento de um ambiente socioeconômico equitativo, minimizando a degradação do ecossistema urbano e a nociva espiral de empobrecimento da população, com perdas sucessivas provocadas por inundações. Entretanto, esse processo precisa ser subsidiado por ferramentas quantitativas, que auxiliem em uma tomada de decisão que aponte para uma configuração aceitável e mais sustentável.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo apresentar a formulação de um índice multicritério que avalie quantitativamente a urbanidade em municípios brasileiros, a partir da apresentação de conceitos que forneçam o referencial teórico necessário à compreensão de atributos importantes à qualidade do espaço urbano. O artigo, portanto, aborda a construção do índice e dos indicadores que o compõem, adotando o contexto urbano do Município de Mesquita, no Rio de Janeiro, como estudo de referência para a validação de seu método. Nesse caso, o índice atuou como ferramenta norteadora de realocações de população em área de alto risco de inundação, avaliando as áreas de origem e de destino.

3. METODOLOGIA

A metodologia baseia-se na adoção e no cálculo de indicadores que reflitam a realidade urbana dos municípios brasileiros. Com a base de dados escolhida e os indicadores normalizados, obtém-se a formulação do índice de urbanidade (IURB), que é aplicado ao município de Mesquita (RJ). Além disso, foram calculados indicadores de distância, que atuam como modificadores do índice, resultando em duas alternativas finais para avaliação.

3.1 BASE DE DADOS

Os indicadores propostos baseiam-se em informações socioeconômicas disponíveis no censo. Para este estudo, foram selecionados e calculados indicadores com base nos dados do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Através destes dados, é possível identificar o número de habitantes que possuem acesso ou percebem um serviço próximo às suas habitações. Buscando apresentar a espacialização do IURB, foram considerados os dados de cada setor censitário determinado pelo IBGE.

3.2 INDICADORES ESCOLHIDOS

A partir da pré-avaliação dos dados do IBGE (2010), foram escolhidos indicadores para a composição de um índice e que representassem características da realidade local e do ambiente construído. Optou-se pela escolha de propriedades de fácil apreensão e que fossem representativas da informação desejada. A condição de risco de inundação, embora motivadora da pesquisa, não foi diretamente incorporada ao índice. A avaliação de uma mancha de inundação de referência pré-define as áreas que precisam ser recuperadas como espaço fluvial. O trabalho aqui desenvolvido, porém, busca indicar a qualidade do ambiente urbano, de forma ampla, para fins de orientação de decisão, podendo ser útil, também, em estudos para identificação de áreas degradadas e melhoria da urbanidade.

Foram escolhidos como indicadores: as taxas de atendimento dos serviços de abastecimento de água (1), esgotamento sanitário (2), manejo de resíduos sólidos (3), iluminação pública (4), pavimentação (5), arborização (6) e drenagem (7). Adicionalmente, foram incluídos indicadores de padrão construtivo (8), distância às paradas de transporte (9) e distância aos centros de serviços e comércio (10). Cada indicador foi normalizado para que seus valores variassem entre 0 e um.

$$I_i = \frac{Hab. atendidos_{setor}}{Hab. total_{setor}} \quad (1)$$

3.2.1 Indicadores 1 a 7: atendimento de serviços

São normalizados de maneira similar, por meio da relação entre o número de habitantes atendidos pelo serviço em cada setor censitário e o número total de habitantes do setor (equação 1). Quanto mais próximo de um estiverem seus valores, melhor a taxa de atendimento do serviço relacionado ao indicador. Quanto mais próximos de 0, pior a taxa.

Onde:

- I_i : indicador de atendimento do serviço, cujos valores variam entre 0 e um
- $Hab. atendidos_{setor}$: número de habitantes atendidos por setor censitário (hab)
- $Hab. total_{setor}$: número de habitantes total por setor censitário (hab)

3.2.2 Indicador 8: padrão construtivo

O indicador considera o tipo de material das paredes externas, podendo ser alvenaria com ou sem revestimento. A coleta de informações pode ser feita por meio de amostragens nos bairros, onde, para cada um, podem ser escolhidas três ruas, espaçadas entre si, para estimar, por aproximação, as características representativas do local. Segundo a fórmula de Slovin, a amostragem escolhida satisfaz as condições estabelecidas, apresentando margem de erro de 4%. Com o auxílio de imagens de satélite, das ferramentas *Google Earth* e *Street View*, contabiliza-se o total de casas por rua, formando o espaço amostral de cada bairro, e identificam-se suas condições externas. Quanto mais próximos de um estiverem os valores da divisão entre o número de casas que apresenta algum tipo de revestimento e o número total de casas da amostra, melhor é a situação. A normalização é baseada na razão entre o número de habitações de cada amostra, identificadas com revestimento externo, e o número total de habitações da amostra (equação 2).

$$I_8 = \frac{Dom_{rev}}{Dom_{total}} \quad (2)$$

Onde:

- I_8 : indicador de padrão construtivo, cujos valores variam entre 0 e um
- Dom_{rev} : domicílios contabilizados com revestimento nas paredes externas
- Dom_{total} : total de domicílios da amostra

3.2.3 Indicadores 9 e 10: distâncias às paradas de transportes e centralidades

Os indicadores relacionam as distâncias entre habitações e paradas de transportes (indicador 9), e entre estas e os centros de serviços e comércio (indicador 10). Para a normalização, foram adotados valores de referência. Segundo as recomendações do *Reference Guide for Neighborhood Development- Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED, 2014), as distâncias adequadas a serem percorridas a pé até paradas de transportes estão entre 400 e 800 m e, para centros de serviços, entre 400 m e 1,6 km, conforme metodologia adotada pelo algoritmo do *Walkscore* (2014 apud LIMA, 2017).

Estes valores de referência foram distribuídos segundo funções (figura 1), para que os mais próximos de um indicassem as menores distâncias e os mais próximos de 0, as maiores. Distâncias muito acima dos valores máximos recomendados não foram consideradas.

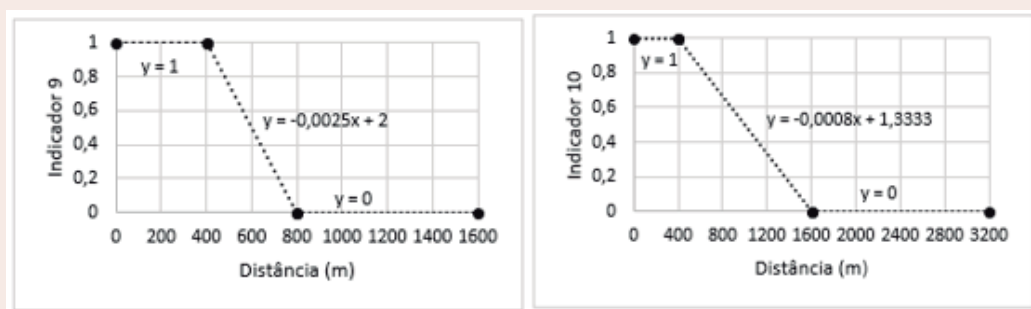


Figura 1. Normalização dos indicadores 9 e 10

Os pontos de transportes foram identificados visualmente a partir da ferramenta de mapas *Google Maps*, que inclui locações de pontos de ônibus e trens. As centralidades foram identificadas por meio da mesma ferramenta, considerando áreas de concentração de comércios e serviços, numa mesma rua principal e ruas paralelas e transversais próximas a ela, num raio máximo de 800m, seguindo as referências adotadas. As distâncias das habitações a estes locais foram medidas a partir do centro do setor censitário, percorrendo possíveis caminhos dos pedestres, por meio da ferramenta de imagem *Google Earth*.

3.3 FORMULAÇÃO MATEMÁTICA DO ÍNDICE

A partir da definição dos indicadores, foram propostas duas alternativas que envolvem o IURB básico e os indicadores 9 e 10 como modificadores do primeiro resultado, avaliando seus efeitos no índice. A formulação matemática do IURB em si associa os indicadores 1 a 8, normalizados, aos seus respectivos pesos, introduzindo-os na equação final que traduzirá, quantitativamente, a qualidade do ambiente urbano (equação 3). Foi considerado um somatório ponderado destes indicadores, para que a eventual ausência de um deles não anulasse o resultado do IURB. O índice varia entre 0 e um, valores próximos de um indicam locais com urbanidade

adequada e valores próximos de 0 representam locais carentes em urbanidade. Os pesos podem ser adaptados de acordo com as prioridades de cada região. Como sugestão inicial, foram considerados iguais a 0,125 para todos os indicadores.

$$IURB = \sum_{i=1}^n I_i \cdot p_i \quad (3)$$

Onde:

- $IURB$: índice de urbanidade, cujos valores variam entre 0 e um
- n : número total de indicadores que compõem o índice
- I_i : i-ésimo indicador, previamente normalizado, cujos valores variam entre 0 e um
- p_i : peso associado ao i-ésimo indicador do índice, atribuído em função de sua importância relativa, cujos valores devem estar entre 0 e um e o somatório de todos os pesos deve ser igual a um

3.3.1 Alternativa 1: avaliação do IURB

Esta alternativa considera apenas os resultados obtidos para o índice, nos locais de origem e possíveis destinos para realocação, e busca avaliar as condições do ambiente construído.

3.3.2 Alternativa 2: avaliação do IURB associado as distâncias aos pontos de transporte e às centralidades

Esta alternativa associa os resultados do IURB aos indicadores 9 e 10 (equação 4). Busca-se, então, avaliar diretamente os efeitos combinados da facilidade de acesso dos habitantes aos pontos de transporte e às centralidades, nos locais de origem e nas novas áreas de realocação.

$$IURB_M = IURB \cdot I_9 \cdot I_{10} \quad (4)$$

Onde:

- $IURB_M$: índice de urbanidade modificado pelos indicadores 9 e 10, cujos valores variam entre 0 e um
- $IURB$: índice de urbanidade, cujos valores variam entre 0 e um
- I_9 : Indicador 9, previamente normalizado, cujos valores variam entre 0 e um
- I_{10} : Indicador 10, previamente normalizado, cujos valores variam entre 0 e um

3.4 ÁREA DE ESTUDO: BAIRROS DE ROCHA SOBRINHO E VILA NORMA, MESQUITA (RJ)

O município de Mesquita está localizado na Baixada Fluminense e possui cerca de 168 mil habitantes (IBGE, 2010). Com um território de, aproximadamente, 42 km² compreende alguns córregos e dois rios principais, o Rio Sarapuí e o Rio Dona Eugênia. O município enfrenta desafios devido à expansão de construções irregulares e precárias, principalmente às margens do Rio Dona Eugênia, sofrendo com a carência de serviços e infraestrutura.

A região foi estudada em trabalhos precedentes devido à criticidade dos problemas de inundações que atingem a população residente. Veról (2013) evidenciou a ocorrência destes eventos na área, principalmente nos bairros de Vila Norma e Rocha Sobrinho. Lourenço (2013) e Duarte (2018) elaboraram propostas que conjugaram soluções para o amortecimento das cheias e a realocação da população atingida junto à foz do Rio Dona Eugênia. Com base na criticidade apresentada nestes trabalhos, foram escolhidos para este estudo os bairros de Vila Norma e Rocha Sobrinho e, buscando avaliar o entorno da região, foram incorporados os bairros adjacentes: Banco de Areia, BNH e Bairro Industrial. A figura 2 mostra o município e a área de estudo. Os pontos de transportes não foram destacados por estarem difusos espacialmente.



Figura 2. Mapa do Município de Mesquita (RJ) e área de estudo, com destaque para a população em área de inundação e para as centralidades.

4. RESULTADOS

As figuras 3 e 4 mostram os resultados do IURB em cada alternativa proposta, considerando os pesos sugeridos anteriormente para os indicadores 1 a 8. Os mapas mostram uma gama de valores distribuídos em intervalos que permitem classificar espacialmente a urbanidade. A cor verde indica locais de urbanidade alta e a vermelha representa locais com urbanidade baixa.

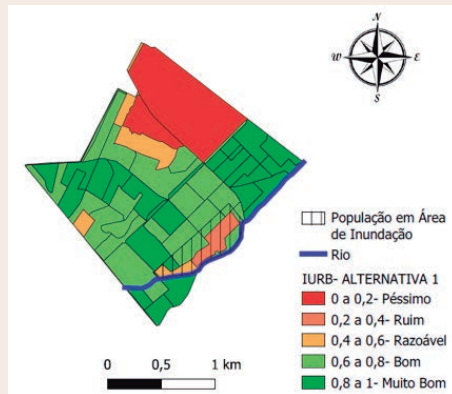


Figura 3. Alternativa 1 - base: Resultado do IURB na região de estudo.

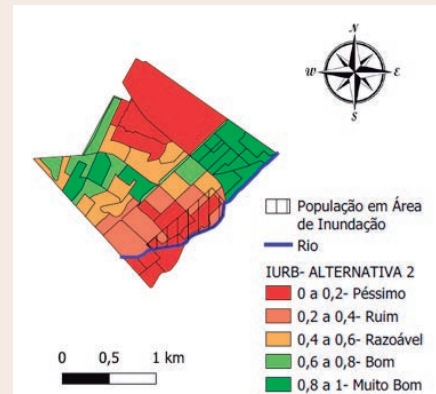


Figura 4. Alternativa 2- consideração de distâncias a transporte e centralidades: Resultado do IURB_M na região de estudo

5. DISCUSSÕES

Na alternativa 1 identifica-se a heterogeneidade das condições urbanas no espaço, com áreas cuja urbanidade varia de péssima a muito boa. Na região de risco de inundação, alguns locais possuem urbanidade boa (a própria condição de inundação não faz parte do índice). No entanto, destacam-se as regiões onde as condições são razoáveis ou ruins, indicando a carência na oferta de serviços na área. Considerando que o IURB é baseado em uma soma ponderada, é importante mencionar a possibilidade de um indicador muito negativo ser contrabalanceado por um muito positivo, resultando em uma urbanidade medianamente adequada. Uma análise completa precisa mapear separadamente cada indicador, analisando resultados parciais e situações particulares.

Na alternativa 2 verifica-se a permanência do índice em alguns locais, apontando resultados dos indicadores I_g e I_{to} iguais a um e, portanto, indicando distâncias curtas em relação aos pontos de interesse. Em outras regiões, o IURB foi modificado moderadamente, passando de muito bom para bom, bom para razoável ou ruim para péssimo. Nestes casos os resultados de pelo menos um dos modificadores foi inferior a um, refletindo distâncias maiores do que as consideradas ideais (sob o ponto de vista de qualidade do ambiente). Em outros locais, o IURB foi alterado significativamente, passando de muito bom para ruim, bom para ruim ou razoável para péssimo; ou ainda, passando de muito bom para péssimo ou bom para péssimo. Nestes casos os resultados de ambos os modificadores foram inferiores a um, representando longas distâncias, porém, ainda dentro das consideradas aceitáveis.

Focando na área de risco de inundação a ser desocupada, destacam-se locais onde o IURB passou de razoável para péssimo, bom para ruim ou ruim para péssimo, indicando que os resultados de, pelo menos, um dos modificadores foram inferiores a um e distâncias significativas em relação às regiões de interesse. Com os resultados, é possível avaliar as áreas no entorno adequadas à realocação. Locais onde o IURB permaneceu como muito bom ou bom em ambas as alternativas configuram boas opções e, a partir das imagens de satélite da ferramenta *Google*

Earth, é possível identificar alguns pequenos espaços vazios que podem servir a estes processos.

6. CONCLUSÕES

As realocações, portanto, envolvem grandes desafios e requerem avaliações cuidadosas acerca de sua viabilidade. Quando necessárias, devem contemplar a urbanidade no local de destino, para que, em conjunto, possam atender as demandas e as necessidades dos habitantes e, conseqüentemente, criar espaços mais resilientes e sustentáveis. O IURB e as alternativas de aplicação avaliadas mostraram resultados que combinam aspectos importantes da urbanidade, facilitando o entendimento e o trabalho com as informações disponíveis. Com os resultados, é possível identificar as condições de urbanidade no ambiente, destacando áreas mais críticas; nortear as realocações, identificando as situações das áreas originais e analisando possíveis novas regiões mais adequadas. Destaca-se que a urbanidade deve ser avaliada em conjunto com aspectos relevantes ao cotidiano da população, como as distâncias aqui discutidas. Locais com urbanidade alta podem estar muito distantes de áreas de interesse, refletindo menos conforto ao cidadão e, muitas vezes, uma realocação ineficiente, levando ao retorno à área original.

O índice ainda necessita de mais testes, sendo importante expandi-lo para o município todo. Deve ser aplicável em outras localidades, sendo necessários ajustes nos pesos, de acordo as condições de cada local. O IURB, portanto, pode configurar uma ferramenta suporte para a gestão de políticas públicas que visem à melhoria do espaço urbano, a realocação eficiente, reduzindo o risco aos habitantes e dando lugar a áreas a serem requalificadas e promovendo o incremento da resiliência e da sustentabilidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bertilsson, L.; Wirklund, K.; De Moura Tebaldi, I.; Rezende, O.M.; Veról, A.P.; Miguez, M.G. (2019). Urban flood resilience- A multi-criteria index to integrate flood resilience into urban planning. *Journal of Hydrology*. v. 573, p. 970-982.

Duarte, C. C. R. (2018). Urbanização de Interesse Social: Um Estudo da Organização do Espaço Urbano para Realocação da População em Área de Risco de Inundação no Município de Mesquita (RJ). Projeto de Graduação (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica. Rio de Janeiro, Brasil.

Gonçalves, A. R. (2010). Urbanidade e as novas configurações urbanas. In: I Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Rio de Janeiro.

Grieco, E. P. (2015). Índice do Ambiente Construído Orientado à Mobilidade Sustentável. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade

Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Engenharia Urbana. Rio de Janeiro, Brasil.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). Censo 2010: Resultados do Universo- Agregados por setores censitários. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/condicoes-de-vida-desigualdade-e-pobreza/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=downloads>>.

Koks, E. E; Jongman, B; Husby, T.G; Botzen, W. J. W. (2015). Combining hazard, exposure and social vulnerability to provide lessons for flood risk management. *Environmental Science and Policy*. v. 47. p. 42-52.

LEED, Leadership in Energy and Environmental Design. (2014). Reference guide for neighborhood development. U.S. Green Building Council. LEED v4 edition.

Lima, F. T. A. (2017). Métricas urbanas: sistema (para)métrico para análise e otimização de configurações urbanas de acordo com métricas de avaliação de desempenho. Tese de doutorado (Doutorado em Urbanismo). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de pós-graduação em Urbanismo. Rio de Janeiro, Brasil.

Lourenço, I. B. (2013). Rios Urbanos e Paisagens Multifuncionais: o Projeto Paisagístico na Requalificação Urbana e Ambiental. Dissertação de mestrado (Mestrado em Urbanismo). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de pós-graduação em Urbanismo. Rio de Janeiro, Brasil.

Meerow, S.; Newell, J. P.; Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*. v. 147. p. 38-49.

Netto, V. M. (2013). A urbanidade como devir urbano. *EURE- Revista latinoamericana de estudios urbano regionales*. v. 39. p. 233-263.

Sayers, P. et al. (2013). Flood Risk Management- A Strategic Approach, Part of a series on strategic water management. Paris: Asian Development Bank, GIWP, UNESCO, and WWF-UK.

Schneider, C.; Achilles, B.; Merbitz, H. (2014). Urbanity and Urbanization: An Interdisciplinary Review Combining Cultural and Physical Approaches. *Land*. v. 3. p. 105-130.

Somekh, N. (2016). A Construção da Cidade, a Urbanidade e o Patrimônio Ambiental Urbano: O Caso do Bexiga, São Paulo. *Revista CPC*. n. 22, p. 220-241.

Sörensen, J.; Persson, A.; Sterdnudd, C.; Aspegren, H.; Nilsson, J.; Nordström, J.; Jönsson, K.; Mottaghi, M.; Becker, P.; Pilesjö, P.; Larsson, R.; Berndtsson, R.; Mobini, S. (2016). Re- Thinking Urban Flood Management- Time for a Regime Shift. *Water*. v. 8.

Rezende, O. M. (2018). Análise Quantitativa da Resiliência a Inundações para o Planejamento Urbano: Caso da Bacia do Canal do Mangue no Rio de Janeiro. Tese de doutorado (Doutorado em Engenharia Civil)- COPPE/UFRJ, Programa de Engenharia Civil. Rio de Janeiro, Brasil.

Rezende, W.D.S; Alvim, A. A. T. B; Castro, L. G. R. D. (2019). Urbanidade na Cidade Informal: Uma Abordagem Operativa. In: XVIII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional. Natal.

Anais XVIII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional.

Veról, A.P. (2013). Requalificação Fluvial Integrada ao Manejo de Águas Urbanas para Cidades mais Resilientes. Tese de doutorado (Doutorado em Engenharia Civil), COPPE/UFRJ, Programa de Engenharia Civil. Rio de Janeiro, Brasil.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito da Cátedra UNESCO “Drenagem Urbana em Regiões de Baixada Costeira”, à qual os autores agradecem,

Os autores agradecem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) [Código de Financiamento 001] e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (303862/2020-3).

ARTIGO

DIAGNÓSTICO INDICADORES DE QUALIDADE URBANA DE PORTO ALEGRE – ABNT NBR ISO 37120:2021

MAINARDI, Matheus Scaglia

(mainardi_matheus@hotmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

SANTOS, Kamila

(kamila.santos.kcs@gmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

PASSUELLO, Ana

(ana.passuello@ufrgs.br)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

BRESSANI, Luiz Antônio

(bressani@ufrgs.br)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Desenvolvimento sustentável, cidades sustentáveis, planejamento urbano

RESUMO

As diretrizes da norma ABNT NBR ISO 37120:2021, relativas ao desenvolvimento sustentável de cidades e comunidades, estabelecem definições e metodologias que auxiliam na análise da sustentabilidade do meio urbano, através de estreita ligação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas. A aplicação de tais indicadores permite averiguar a qualidade de vida das cidades, ao mesmo tempo que orienta os rumos que devem ser tomados pela governança pública, por meio da aplicação de instrumentos legais de planejamento e expansão urbana, como o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental. Nesse sentido, este estudo objetiva realizar o diagnóstico da sustentabilidade dos serviços e da infraestrutura pública do município de Porto Alegre, considerando quatro eixos temáticos baseados na ABNT NBR ISO 37120:2021 e nas metas presentes no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11, concernentes a cidades e comunidades sustentáveis comparando, para tanto, os resultados obtidos com os indicadores apresentados por cidades latino-americanas auditadas pela norma. As informações preliminares alcançadas através da aplicação do instrumento normativo apontam resultados semelhantes as outras localidades avaliadas, sobressaindo-se positivamente em relação ao acesso às infraestruturas básicas de água, esgoto e energia para quase a totalidade da população da cidade, e meio ambiente, com índices de emissão de gases poluentes abaixo do constatado por seus pares, porém mostrando-se insuficiente em relação à questão da habitação, por exemplo, com alta porcentagem de população morando em submoradias ou em situação de rua. O entendimento da realidade da cidade é imperativo para melhor assertividade nos processos de tomada de decisão pelo poder público. Por esse motivo, a realização do diagnóstico de Porto Alegre, seguindo os parâmetros da norma, possibilitará a formação, e posterior alimentação, de um banco de dados com séries históricas que contribuirá na indicação das áreas deficitárias que despontam como prioridades de investimento.

1. INTRODUÇÃO

O conceito de desenvolvimento sustentável passou a ser difundido a partir do Relatório Brundtland (UN, 1992), originado na Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1987, a qual o definiu como sendo aquele capaz de suprir as necessidades presentes sem impossibilitar as gerações futuras de fazer o mesmo. A partir desse encontro, ações foram direcionadas visando a criação e promoção de diretrizes para a sustentabilidade, baseadas no crescimento econômico, na justiça social e na manutenção dos recursos ambientais.

Em 2012, na Cúpula de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, sediada no Rio de Janeiro, delineou-se os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em substituição aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) elaborados no ano 2000, os quais abordavam a temática do combate à pobreza, proteção da vida humana e preservação da natureza (BRASIL, 2021). Os novos ODS, assim sendo, propõem-se atuar como um plano de ação que engloba os preceitos dos ODM, incluindo outras prioridades, como a premente questão da mudança climática. Para tanto, a Agenda Urbana Global 2030, na qual os ODS estão descritos, impõe desafios ambientais, políticos e econômicos aos países signatários até 2030, por meio de 169 metas a serem implementadas à nível global, as quais apresentam-se alocadas em 17 categorias (ONU, 2015).

A efetiva aplicação dos ODS, no entanto, necessita ser acompanhada pelos gestores públicos e pela sociedade, de modo a balizar os avanços obtidos em direção às metas estabelecidas. Nesse sentido, pode-se utilizar como estratégia a aplicação dos indicadores de cidades e comunidades sustentáveis apresentados pela ABNT NBR ISO 37120:2021 (ABNT, 2021), os quais orientam e medem o desempenho de serviços urbanos e da qualidade de vida. Por meio do preenchimento dos indicadores essenciais, que são mandatórios, e de apoio e de perfil, que são recomendados, realiza-se uma análise profunda das diversas variáveis que impactam o sistema urbano de uma cidade ou região metropolitana. Ademais, a posse dos dados possibilita a criação de um banco de informações que pode ser utilizado para embasar as políticas públicas, direcionando-as às áreas que se mostrarem prioritárias.

Estabelecer o desenvolvimento sustentável é um dos grandes desafios das cidades em todo o mundo, principalmente no contexto latino-americano, onde encontram-se países com economias menos desenvolvidas, o que torna a busca do equilíbrio entre os aspectos econômicos, ambientais e sociais uma tarefa complexa (SOUZA, 2003). Nessa lógica, a fim de realizar um diagnóstico dos critérios que impactam a sustentabilidade e resiliência urbana de Porto Alegre, procedeu-se com a aplicação dos indicadores apresentados na ABNT NBR ISO 37120:2021 (ABNT, 2021). Por fim, realizou-se a comparação dos resultados da cidade com a média dos valores aferidos por outras localidades situadas na América Latina, que são auditadas pela norma, o que possibilitou contextualização dos dados obtidos.

2. MÉTODO

Efetuiu-se, primeiramente, a compilação dos indicadores de sustentabilidade urbana de Porto Alegre, seguindo a ABNT NBR ISO 37120:2021 (ABNT, 2021). Essa análise conduz à criação de uma base de dados interativa e retroalimentável, a qual poderá fornecer séries históricas que permitirão o acompanhamento da evolução da cidade, calculando-se o progresso em direção ao atendimento da Agenda 2030 da ONU.

O diagnóstico da situação atual da cidade destaca os campos prioritários para investimento do erário público e aponta as áreas deficitárias no atendimento da Agenda 2030. Nesse sentido, com o intuito de auxiliar no processo de definição de diretrizes de planejamento urbano que conduzam ao desenvolvimento sustentável, arbitrou-se a aplicação apenas dos indicadores da ABNT NBR ISO 37120:2021 (ABNT, 2021) que relacionam-se objetivamente ao atendimento das metas trazidas pelo ODS 11, relativo à temática de cidades e comunidades sustentáveis.

Assim sendo, estabeleceu-se quatro eixos de estudo, correspondentes à habitação e planejamento urbano; saneamento básico e energia; proteção humana, ambiental e material; e transporte. Esses eixos abrangem seções que foram recortadas da ABNT NBR ISO 37120:2021 (ABNT, 2021), ao passo que relacionam-se aos desígnios do ODS 11 rumo à 2030 (figura 1). Os demais indicadores da norma não foram observados, por tratarem de matérias que não estão presentes no ODS 11, ligadas ao setor administrativo das cidades, como governança e finança municipal, ou por abrangerem as áreas da educação, esporte e cultura, saúde e segurança alimentar.

EIXOS	ABNT NBR ISO 37120:2021	ODS 11
PROTEÇÃO HUMANA, AMBIENTAL E MATERIAL	SEGURANÇA	REDUÇÃO NÚMERO DE MORTES E DE PESSOAS AFETADAS POR CATÁSTROFES
		PROTEÇÃO PATRIMÔNIO CULTURAL E NATURAL
INFRAESTRUTURA BÁSICA	ESGOTO	ACESSO UNIVERSAL A ESPAÇOS PÚBLICOS SEGUROS, INCLUSIVOS, ACESSÍVEIS E VERDES
	RESÍDUOS SÓLIDOS	HABITAÇÃO COM ACESSO AOS SERVIÇOS BÁSICOS
	ÁGUA	REDUÇÃO IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO
	ENERGIA	MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS - MARCO SENDAI 2015-2030
	MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS	
MOBILIDADE	TRANSPORTE	SISTEMAS DE TRANSPORTE SEGUROS, ACESSÍVEIS, SUSTENTÁVEIS E A PREÇO ACESSÍVEL A TODOS
PAISAGEM URBANA	PLANEJAMENTO URBANO	URBANIZAÇÃO INCLUSIVA E SUSTENTÁVEL
	HABITAÇÃO	ACESSO UNIVERSAL A ESPAÇOS PÚBLICOS SEGUROS, INCLUSIVOS, ACESSÍVEIS E VERDES
		APOIAR PLANEJAMENTO NACIONAL E REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO

Figura 1. Eixos temáticos do estudo

A norma não estabelece metas numéricas a serem tomadas como referência, evitando juízos de valor. Desse modo, visando analisar objetivamente os resultados obtidos pela aplicação dos indicadores da ABNT NBR ISO 37120:2021 (ABNT, 2021) à cidade de Porto Alegre, procedeu-se com a realização de estudos compara-

tivos com outras localidades que adotam a mesma normativa, a fim de ranquear o município relacionando-o à realidade dos seus pares.

Para tanto, realizou-se a confrontação dos números de Porto Alegre com as demais localidades auditadas pela norma que situam-se especificamente na América Latina, como Bogotá, na Colômbia, Buenos Aires, na Argentina e Guadalajara e León, no México, obtidos pela plataforma *Open Data Portal* (WCCD, 2021). Essa base de dados é compilada pela *World Council on City Data* (WCCD), organização canadense criada em 2014 com o objetivo de auxiliar a submissão de cidades e comunidades no processo de certificação, visando a construção de centros urbanos sustentáveis, inteligentes e resilientes, através da coordenação de uma plataforma de informações padronizadas e globalmente comparáveis (WCCD, 2021).

No contexto desse trabalho, a seleção das cidades deu-se visando estabelecer como critério de triagem a paridade histórica e cultural, advinda da colonização do continente descartando-se, em vista disso, as disparidades ou similitudes demográficas ou econômicas. Dessa forma, observou-se as respostas de Porto Alegre para cada item apresentado pela norma, verificando o seu posicionamento acima ou abaixo da média aritmética simples obtida através dos dados avaliados das outras localidades.

Almejando ampliar a compreensão acerca dos resultados atingidos pela aplicação da ABNT NBR ISO 37120:2021 (ABNT, 2021), normalizou-se os valores obtidos por todas as cidades elencadas, o que permitiu apontar os melhores e piores cenários identificados para cada indicador, os quais foram representados, respectivamente, pelas cores verde e vermelho. Vale aqui ressaltar que esse balanço foi realizado considerando-se apenas os indicadores essenciais e de apoio para os quais foram coletados dados relativos à Porto Alegre excluindo-se, por conseguinte, os indicadores de perfil apresentados em algumas seções da norma e os indicadores que eventualmente mostraram-se inexistentes para as demais localidades.

Por fim, traçou-se um panorama geral das cidades avaliadas, visando ranqueá-las quanto ao nível alcançado de desenvolvimento sustentável, inteligência e resiliência. Dessa vez, verificou-se apenas os resultados que encontram-se acima da média aritmética aferida para cada item considerado, representando tal valor como uma porcentagem do número total de seções avaliadas. Assim, realizou-se nova apreciação das respostas, tomando como critério a quantidade de indicadores de cada cidade que possuam percentual igual ou superior à 50% da média anteriormente citada. A estrutura metodológica está esquematizada na figura 2.

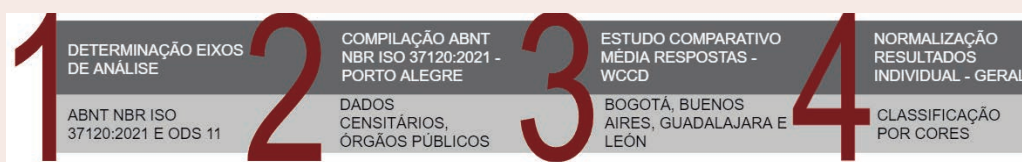


Figura 2. Estrutura metodológica do estudo

3. RESULTADOS

Neste capítulo é apresentado o diagnóstico das condições de sustentabilidade e qualidade de vida da cidade de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul, baseado nos quatro eixos de estudo recortados da ABNT NBR ISO 37120:2021 (ABNT, 2021) e das metas presentes no ODS 11. A partir dos dados coletados, realizou-se a análise comparativa com as demais cidades auditadas pela norma situadas na América Latina, como será visto a seguir.

3.1 DIAGNÓSTICO DE PORTO ALEGRE SEGUNDO ABNT NBR ISO 37120:2021

As mudanças climáticas deixaram de ser uma previsão e passaram a representar uma realidade que deve ser combatida, visando a sobrevivência de todas as espécies animais e vegetais. O ODS 11, desse modo, propõe a redução do número de mortes e de pessoas afetadas por catástrofes, com foco principalmente na proteção das populações mais pobres e/ou em situação de vulnerabilidade, por meio de ações de adaptação e mitigação das mudanças climáticas, como os desastres ligados à água (ONU, 2015).

Porto Alegre, nesse contexto, sofre com a ocorrência frequente de eventos hidrometeorológicos que causam alagamentos nas regiões mais baixas, devido à ineficiência do sistema de drenagem urbana e uso e ocupação indevidos do solo, que eventualmente provocam os movimentos de massa nas comunidades alocadas nos morros. Diante desse cenário, felizmente nos últimos cinco anos tais eventos adversos não foram responsáveis por desencadear óbitos, na contramão do contexto nacional, onde em 2017 houve 232,7 mortos por 100 mil habitantes (IBGE; SEAS, 2021).

A normalização das respostas, no entanto, exprime que a cidade apresenta os piores resultados quanto ao número de mortes por incêndios e ao tempo de resposta de emergência entre as localidades pesquisadas, como pode ser verificado na tabela 1. Já em relação ao número de bombeiros voluntários, descarta-se a sua atuação, pois no Rio Grande do Sul somente bombeiros civis podem atuar em cidades com mais de 30 mil habitantes, o que é o caso de Porto Alegre.

Seção	Indicador	Unidade	Porto Alegre	Bogotá	B. Aires	Guadalajara	Léon	Média
Segurança	Número bombeiros por 100 mil habitantes		14,38	6,01	35,83	18,49	11,91	18,06
	Número mortes incêndios por 100 mil habitantes		0,33	Ind.	0,21	0,17	0,00	0,13
	Número mortes desastres naturais por 100 mil habitantes		0,00	Ind.	0,27	0,02	0,00	0,10
	Número homicídios por 100 mil habitantes		17,69	Ind.	6,06	19,80	10,96	12,27
	Número bombeiros voluntários por 100 mil habitantes		0,00	Ind.	6,87	8,42	0,00	5,10
	Tempo resposta de emergência a partir primeiro chamado	min	19,00	7,90	15,00	10,50	21,08	13,62
	Crimes contra a propriedade por 100 mil habitantes		2939,98	110,80	177,44	639,80	84,54	253,15

Tabela 1. Indicadores Segurança

Além da proteção contra desastres, a segurança dos espaços públicos em relação à criminalidade também apresenta-se relevante no contexto da sustentabilidade urbana, ao possibilitar que as interações sociais ocorram de forma livre e plena. Nesse sentido, Porto Alegre exhibe um cenário antagônico, onde a sensação de insegurança se faz presente, devido ao registro dos piores índices de atentados contra a propriedade e de crimes violentos entre as localidades listadas. Dessa maneira, o município mostra-se como o mais perigoso do estado, apesar da melhora contínua nos índices de homicídios desde 2016, ano que atingiu o pico de 53,5 casos para cada 100 mil habitantes (MOREIRA, 2021).

O caminho para a resolução do paradigma da violência urbana perpassa pelo acesso ao direito constitucional da moradia digna. O ODS 11, assim sendo, possui o tópico habitação, que exprime como meta garantir a todos residências seguras e providas dos serviços básicos, vislumbrando a urbanização sustentável e inclusiva das favelas (ONU, 2015). Porto Alegre, em vista disso, apresenta 13,6% da população urbana morando em assentamentos subnormais, como demonstrado na tabela 2, o que é superior à média das cidades pesquisadas e mais que dobro dos 6% encontrados para o Brasil (BOEHM, 2020).

Seção	Indicador	Unidade	Porto Alegre	Bogotá	B. Aires	Guadalajara	Léon	Média
Energia	Uso total eletricidade	GJ/ano	9,16	4,21	15,03	6,19	8,16	8,40
	Fontes renováveis eletricidade	%	0,02	69,00	0,00	1,92	3,00	18,48
	Fornecimento eletricidade (domiciliar)	%	99,19	97,40	98,62	99,19	57,00	88,05
	Interrupções energia elétrica	horas	7,27	Ind.	13,50	0,68	0,61	4,93
Meio ambiente e mudanças climáticas	Material particulado fino (PM 2.5)	µg/m³	5,00	28,00	16,00	24,70	23,26	22,99
	Material particulado (PM 10)	µg/m³	6,00	47,90	24,00	49,26	50,65	42,95
	Gases efeito estufa <i>per capita</i>	ton	2,00	2,43	4,40	4,61	3,34	3,70
	Polluição sonora	%	45,87	Ind.	94,00	68,54	Ind.	81,27
Resíduos sólidos	Coleta resíduos sólidos (domiciliar)	%	99,67	99,91	98,00	97,46	98,00	98,34
	Total coleta resíduos sólidos <i>per capita</i>	ton	1,10	Ind.	0,52	0,38	0,24	0,38
	Resíduos sólidos reciclados	%	3,10	0,06	4,90	3,91	0,00	2,22
	Resíduos sólidos urbanos dispostos em aterros sanitários	%	96,80	99,94	94,99	94,97	97,55	96,86
Esgotos	Sistemas coleta e afastamento de esgoto	%	91,30	98,36	96,80	97,16	98,90	97,81
	Esgoto que recebe tratamento centralizado	%	91,30	36,07	56,69	79,70	91,07	65,88
	População da cidade com acesso a saneamento melhorado	%	91,30	98,36	92,03	97,16	100,00	96,89
Água	Abastecimento água potável	%	100,00	98,99	97,42	97,60	98,90	98,23
	Acesso água adequada para o consumo	%	94,83	99,87	97,42	97,60	100,00	98,72
	Consumo doméstico água <i>per capita</i>	litro/dia	155,13	72,73	612,00	222,00	88,45	248,80
	Consumo total água <i>per capita</i>	litro/dia	144,00	96,98	696,31	249,00	96,50	284,70
	Perdas de água	%	32,04	16,98	43,16	28,37	66,96	38,87

Tabela 2. Indicadores Habitação e Planejamento Urbano

No contraponto, a pesquisa aponta que os assentamentos informais localizam-se em apenas 3,3% da área total da cidade, o que pode ser interpretado como positivo, ao evidenciar suposta efetividade da regularização e integração das comunidades ao traçado urbano. Contudo, sob outro ponto de vista, a baixa área ocupada por favelas, aliada à alta porcentagem de moradores, sugere haver uma grande concentração demográfica em espaços precários, o que agrava os problemas sociais causados pela falta de infraestrutura urbana e de equipamentos públicos. Na cidade, ainda destaca-se negativamente o percentual de pessoas vivendo em situação

de rua, que também supera todas as outras localidades pesquisadas, e ultrapassa os números do Brasil, de 104,2 sem-teto por 100 mil habitantes, salientando a emineamente desigualdade social do país.

Os moldes de planejamento urbano adotados geralmente preveem a expansão urbana nos limites periféricos das cidades, empurrando a população socialmente vulnerável para áreas muitas vezes inapropriadas ao parcelamento do solo, o que acaba, em algum grau, modificando o meio ambiente (FERREIRA, MORETTI, 2014). Por esse motivo, o ODS 11 também estabelece como meta a redução do impacto ambiental negativo dos centros urbanos, buscando a qualidade do ar, correta gestão de resíduos, entre outros (ONU, 2015). Nesse âmbito, Porto Alegre possui a menor taxa de emissão de gases de efeito estufa (GEE) e de materiais particulados na atmosfera entre as cidades analisadas, e também em relação ao Brasil, que emitiu 9,4 toneladas *per capita* de GEE no ano de 2019 (BARCELLOS, 2020). O esgoto, por sua vez, é coletado regularmente para mais de 90% dos moradores da cidade, e conta com alto percentual de tratamento, antes de ser lançado no lago Guaíba. Esses dados, no entanto, conflitam com a realidade brasileira, onde apenas 54,1% das pessoas tem acesso à coleta regular, e somente 49,1% do dejetos é tratado devidamente (TRATA BRASIL, 2021).

Os resíduos sólidos de Porto Alegre também são manejados em sua grande maioria de forma adequada e responsável. Assim, quase toda a população urbana da cidade é atendida por coleta regular, que é destinada ao aterro sanitário em Minas do Leão, distante cerca de 100 quilômetros da capital, confirmando uma tendência brasileira, na qual 92% dos resíduos são recolhidos por empresas licenciadas (SZI-GETHY; ANTENOR, 2020). A alta quantidade de material coletado, no entanto, indica a necessidade de ações que incentivem a redução de consumo e reutilização de materiais que são descartados.

O abastecimento de água potável também é uma questão que deve ser apontada como aspecto positivo em Porto Alegre, posto que a cidade é a única entre as avaliadas em que a rede atende à 100% do município. Entretanto, o acesso a essa infraestrutura não se dá de forma universal, visto que 5,1% dos habitantes não consomem água potável. Ainda assim, esses dados mostram-se melhores aos encontrados no cenário nacional, onde 83,7% dos brasileiros são assistidos por água tratada (IBGE, 2020).

O atendimento por rede de água apta ao consumo também não se dá uniformemente no país. Assim sendo, os números de Porto Alegre ratificam uma realidade que é encontrada no sul, sudeste e centro-oeste do Brasil, que apresentam 90,5%, 91,1% e 89,7% de população atendida por água tratada, nessa ordem, e mostra-se díspar ao verificado nas regiões norte e nordeste, onde apenas 57,5% e 73,9% dos habitantes, respectivamente, possuem conexão a esse recurso primordial para a atividade humana (IBGE, 2020).

Junto ao saneamento básico, a eletricidade mostra-se como infraestrutura essencial para o desempenho da vida como é conhecida nos dias atuais. Dessa maneira, constata-se que Porto Alegre dispõe da maior porcentagem de acesso ao fornecimento de eletricidade proveniente da rede geral das cidades citadas, totalizando 99,1% da população, o que segue o cenário brasileiro, onde o fornecimento de ener-

gia elétrica atinge 99,5% dos habitantes (IBGE, 2020). Esse panorama, entretanto, apresenta como ônus o elevado uso desse recurso, o que dependendo da matriz elétrica utilizada, acarreta em aumento do impacto ambiental decorrente de sua produção.

A matriz elétrica do Brasil é uma das mais renováveis do mundo, haja visto que 64,9% é proveniente de hidroelétricas, que apesar das críticas quanto às transformações de fauna e flora decorrentes da instalação das usinas, ao menos não causam emissões de GEE (BRASIL, 2020). Outras fontes de energia limpa, como a solar, no entanto, ainda necessitam ser mais difundidas no país, já que sua participação na matriz elétrica corresponde apenas à 1% (BRASIL, 2020). A utilização da energia solar em Porto Alegre na produção de eletricidade é ainda menor, se comparada com as demais localidades avaliadas, equivalendo somente à 0,02%. Os resultados dos indicadores de saneamento básico e energia estão apresentados a seguir, na tabela 3.

Seção	Indicador	Unidade	Porto Alegre	Bogotá	B. Aires	Guadalajara	Léon	Média
Energia	Uso total eletricidade	GJ/ano	9,16	4,21	15,03	6,19	8,16	8,40
	Fontes renováveis eletricidade	%	0,02	69,00	0,00	1,92	3,00	18,48
	Fornecimento eletricidade (domiciliar)	%	99,19	97,40	98,62	99,19	57,00	88,05
	Interrupções energia elétrica	horas	7,27	Ind.	13,50	0,68	0,61	4,93
Meio ambiente e mudanças climáticas	Material particulado fino (PM 2.5)	µg/m³	5,00	28,00	16,00	24,70	23,26	22,99
	Material particulado (PM 10)	µg/m³	6,00	47,90	24,00	49,26	50,65	42,95
	Gases efeito estufa <i>per capita</i>	ton	2,00	2,43	4,40	4,61	3,34	3,70
	Polição sonora	%	45,87	Ind.	94,00	68,54	Ind.	81,27
Resíduos sólidos	Coleta resíduos sólidos (domiciliar)	%	99,67	99,91	98,00	97,46	98,00	98,34
	Total coleta resíduos sólidos <i>per capita</i>	ton	1,10	Ind.	0,52	0,38	0,24	0,38
	Resíduos sólidos reciclados	%	3,10	0,06	4,90	3,91	0,00	2,22
	Resíduos sólidos urbanos dispostos em aterros sanitários	%	96,80	99,94	94,99	94,97	97,55	96,86
Esgotos	Sistemas coleta e afastamento de esgoto	%	91,30	98,36	96,80	97,16	98,90	97,81
	Esgoto que recebe tratamento centralizado	%	91,30	36,07	56,69	79,70	91,07	65,88
	População da cidade com acesso a saneamento melhorado	%	91,30	98,36	92,03	97,16	100,00	96,89
Água	Abastecimento água potável	%	100,00	98,99	97,42	97,60	98,90	98,23
	Acesso água adequada para o consumo	%	94,83	99,87	97,42	97,60	100,00	98,72
	Consumo doméstico água <i>per capita</i>	litro/dia	155,13	72,73	612,00	222,00	88,45	248,80
	Consumo total água <i>per capita</i>	litro/dia	144,00	96,98	696,31	249,00	96,50	284,70
	Perdas de água	%	32,04	16,98	43,16	28,37	66,96	38,87

Obs.: Na seção energia, o indicador fontes renováveis de energia refere-se apenas à energia solar.

Tabela 3. Indicadores Energia, Meio Ambiente e Saneamento Básico

A mobilidade nas cidades é outro ponto observado pelo ODS 11, ao estabelecer-se como meta o acesso universal aos sistemas de transporte que sejam seguros, acessíveis e sustentáveis (ONU, 2015). Logo, quanto maior o conforto e amplitude da rede de transporte público, maior será a fluidez do trânsito nas principais vias de circulação. Ademais, o investimento em infraestruturas que possibilitem a utilização de transportes alternativos não motorizados, como as bicicletas, permite o enriquecimento das alternativas de locomoção, ao passo que conduz à redução das emissões de gases poluentes.

A normalização dos dados de Porto Alegre exibida na tabela 4, nesse contexto, demonstra que a cidade possui a maior quilometragem média percorrida por veículos de média capacidade, correspondente aos ônibus urbanos, e um dos maiores números de viagens anuais de transporte público entre as cidades analisadas. As ciclovias e ciclofaixas, por sua vez, ainda podem sofrer aumento de extensão, abrangendo mais bairros e promovendo maior interligação a outros modais.

Seção	Indicador	Unidade	Porto Alegre	Bogotá	B. Aires	Guadalajara	Léon	Média
Transporte	Quilômetros sistema transporte público por 100 mil habitantes	km	429,91	Ind.	157,26	132,28	235,08	174,87
	Número anual viagens transporte público <i>per capita</i>		627,33	Ind.	725,75	255,00	153,51	378,09
	Ciclovias e ciclofaixas por 100 mil habitantes	km	3,62	5,04	4,43	1,88	6,71	4,52
	Mortes no trânsito por 100 mil habitantes		4,30	Ind.	6,61	12,20	2,25	7,02
	Tempo médio deslocamento	minutos	47,00	64,00	53,00	56,00	78,00	62,75

Tabela 4. Indicadores Transporte

A posse dos dados apresentados pelos indicadores possibilita, finalmente, traçar um panorama geral das informações obtidas para cada seção, ao passo que permite elencar a posição das cidades rumo ao desenvolvimento sustentável. Para tanto, a tabela 5 expõe a porcentagem de indicadores que aparecem acima da média ponderada para cada seção analisada, os quais estão demarcados em verde. Dessa forma, considerando-se como ponto de corte o percentual igual ou superior à 50% dos indicadores acima da média, tem-se Léon como a cidade mais sustentável, alcançando o ponto de corte estipulado em 8, das nove esferas selecionadas para análise, sendo seguida por Guadalajara, com 7 indicadores, Porto Alegre e Bogotá, com 5 indicadores cada, e por fim Buenos Aires, com apenas quatro indicadores.

Seção	Segurança	Energia	Meio ambiente	Resíduos sólidos	Esgoto	Água	Transporte	Habitação	Planejamento
Porto Alegre	14%	25%	100%	50%	67%	80%	80%	0%	33%
Bogotá	29%	75%	25%	50%	67%	100%	20%	50%	0%
B. Aires	57%	25%	50%	25%	0%	0%	60%	100%	33%
Guadalajara	57%	75%	25%	50%	67%	60%	20%	100%	67%
Léon	57%	50%	25%	50%	100%	80%	60%	50%	67%

Tabela 5. Resultado Global por Indicador

Uma cidade bem planejada deve prever o desenvolvimento urbano sustentável, pautado no oferecimento de todas as condições estruturantes que assegurem a proteção ambiental, a satisfação pessoal e a geração de emprego e renda. Por isso, propõe-se a aplicação da ABNT NBR ISO 37120:2021 (ABNT, 2021) no processo de diagnóstico das áreas urbanas, possibilitando a melhor tomada de decisão por parte do gestor público, na qual as ações estejam alinhadas à realidade encontrada no local de intervenção.

3.2 LACUNA DE APLICAÇÃO DA ABNT NBR ISO 37120:2021

A desigualdade social, presente fortemente nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, contribui para a criação de espaços urbanos irregulares e desprovidos de infraestrutura básica. As favelas, assim sendo, são locais carentes de amparo público, e que por consequência acabam não seguindo as regras impostas pela legislação local vigente, como o Plano Diretor ou o Código de Obras.

Os indicadores presentes na ABNT NBR ISO 37120:2021 (ABNT, 2021) que aferem a sustentabilidade urbana e a qualidade de vida das cidades, por outro lado, levam em consideração os valores absolutos da população das cidades, incluindo nos cálculos os habitantes das favelas, que acabam por não usufruir diretamente da infraestrutura e dos equipamentos urbanos disponíveis na cidade. Nessa lógica, percebe-se uma lacuna na aplicação da norma, que não foi solucionada pelo processo de revisão ocorrido em 2021, relativa à indução de resultados que não expressam a realidade de cidades compostas por uma pluralidade de contextos sociais.

Com o propósito de tornar o diagnóstico das cidades mais atrelado ao contexto do objeto de estudo, sugere-se então distinguir os moradores dos assentamentos irregulares para os cálculos impostos pela ABNT NBR ISO 37120:2021 (ABNT, 2021), visando a obtenção de dados realísticos sobre as condições globais da cidade. Para tanto, pode-se utilizar os indicadores presentes na seção habitação, relativos à porcentagem da população urbana morando em favelas e em situação de rua, deduzindo-se a quantidade de pessoas que ocupam os espaços urbanos informais, e que portanto, na prática não estão representadas em certos indicadores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação dos quatro eixos de análise da sustentabilidade urbana baseados nos indicadores da ABNT NBR ISO 37120:2021 (ABNT, 2021) para Porto Alegre inicia um banco de dados que poderá ser atualizado por trabalhos futuros, complementado pelas demais seções presentes na norma que não foram contempladas, ou ainda relacionado aos demais ODS. Nesse contexto, o método de comparação realizado com as cidades latino-americanas que já são auditadas pela normativa permite que haja um parâmetro de referência para análise das respostas.

Os resultados compilados para a cidade, portanto, apontam a necessidade de maior agilidade na resposta contra incêndios e emergências, comprometimento com a continuidade de ações que possibilitem a diminuição dos níveis de criminalidade, e avanços na ampliação da rede de ciclovias e ciclofaixas, incentivando o uso de bicicletas no transporte diário. Ainda assim, verifica-se progressos importantes na área do saneamento básico, energia e meio ambiente, com bons índices de acesso às infraestruturas básicas de água, esgoto e eletricidade, e baixos níveis de emissão de GEE na atmosfera. No entanto, o que mais chama atenção são os dados trazidos pelas seções habitação e planejamento urbano, para as quais foram obtidos os piores resultados, se comparados com as outras localidades.

A disparidade social urbana do Brasil expõe uma lacuna da ABNT NBR ISO 37120:2021 (ABNT, 2021), haja visto que os indicadores propostos induzem a obtenção de números irreais embasados pela cidade formal, a qual tem amparo da governança pública. Por conseguinte, os resultados obtidos nivelam os indicadores por uma realidade antagônica à encontrada nos assentamentos subnormais, ao basearem-se na população absoluta.

Nessa lógica, a ABNT NBR ISO 37120:2021 (ABNT, 2021) poderia elencar indicadores próprios para avaliação de comunidades socioambientalmente vulneráveis, haja visto o abismo estrutural, cultural e socioeconômico encontrado entre a cidade formal e suas favelas. Outrossim, verifica-se que a falta de valores de referência e a não determinação de pesos para os itens apresentados dificultam o uso do instrumento no processo de tomada de decisão.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2021. NBR ISO 37120: Desenvolvimento sustentável de comunidades - Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida. Rio de Janeiro, ABNT, 103 p.

BARCELLOS, F. 2020. As emissões brasileiras de gases de efeito estufa nos setores de Energia e de Processos Industriais em 2019. Instituto de Energia e Meio Ambiente. Disponível em <<https://energiaeambiente.org.br/as-emissoes-brasileiras-de-gases-de-efeito-estufa-nos-setores-de-energia-e-de-processos-industriais-em-2019-20201201>>.

BRASIL. 2021. Objetivos do Milênio. Disponível em <<http://www.odmbrasil.gov.br/os-objetivos-de-desenvolvimento-do-milenio>>.

BRASIL. 2020. Balanço Energético Nacional 2020. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 73 p. Disponível em <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-521/Relato%CC%81rio%20Si%CC%81ntese%20BEN%202020-ab%202019_Final.pdf>.

BOEHM, C. 2020. Moradores de favelas movimentam R\$ 119,8 bilhões por ano. Agência Brasil. Disponível em <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-01/moradores-de-favelas-movimentam-r-1198-bilhoes-por-ano>>.

FERREIRA, D. B; MORETTI, R. S. 2014. Meio ambiente, espaço construído e desenvolvimentismo: uma breve discussão. Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 9, n. 2, p. 58-84. Disponível em <<http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/vol-9-2-ano-2014/>>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2020. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais>

<[/trabalho/17270-pnad-continua.html?edicao=28203&t=resultados](https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html?edicao=28203&t=resultados)>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA; SECRETARIA ESPECIAL DE ARTICULAÇÃO SOCIAL. 2021. Objetivo 13. Disponível em <<https://odsbrasil.gov.br/objetivo13/indicador1311>>.

MOREIRA, C. I. Em dois anos de governo, RS consolida menor taxa de homicídios da década. 2021. Secretaria de Segurança Pública RS: Assessoria de Comunicação Social. Disponível em: <<https://estado.rs.gov.br/em-dois-anos-de-governo-rs-consolida-menor-taxa-de-homicidios-por-100-mil-habitantes-desde-2010#:~:text=Com%20uma%20taxa%20de%2053,O%20ano%20é%20202>>

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. 2015. Agenda 2030. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>.

SOUZA, M.L. 2003. A B C do Desenvolvimento Urbano. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 82-102.

SZIGETHY, L.; ANTENOR, S. 2020. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. Instituto de Pesquisa e Estatística Aplicada. Disponível em <<https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>>.

TRATA BRASIL. 2021. Esgoto. Disponível em <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto>>.

UNITED NATIONS ORGANISATION. 1992. Report of the United Nations Conference on Environment and Development. General Assembly. Disponível em <<http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-4.htm>>.

WORLD COUNCIL ON CITY DATA. 2021. Open Data Portal. 2021. Disponível em <<http://open.dataforcities.org>>.

ARTIGO

INDICADORES URBANOS DE SAÚDE E SUA RELAÇÃO COM A PANDEMIA: UMA ANÁLISE DA CIDADE DE GUAPORÉ/RS

CAMPESTRINI, Júlia Brum

(jliabrumcampestrini@gmail.com)

Faculdade Meridional (IMED), Brasill

SILVA, Thaísa Leal da

(thaisa.silva@imed.edu.br)

Faculdade Meridional (IMED), Brasill

RIBEIRO, Lauro André

(lauro.ribeiro@imed.edu.br)

Faculdade Meridional (IMED), Brasill

PALAVRAS-CHAVE:

Cidades Inteligentes, Indicadores Urbanos, Saúde, COVID-19, Ranking Connected Smart Cities

RESUMO

O acelerado crescimento urbano acarreta problemas ambientais e, principalmente, adversidades relacionadas à saúde, trazendo diversos desafios para o desenvolvimento das cidades. Uma alternativa para auxiliar os gestores públicos e autoridades municipais no planejamento e gestão urbana é o conceito de Cidades Inteligentes, que busca mensurar os principais índices urbanísticos possibilitando a realização de um diagnóstico das cidades, com foco na melhoria da qualidade de vida da população. Este trabalho tem como objetivo analisar os indicadores de Saúde do município de Guaporé/RS e sua relação com os dados epidemiológicos decorrentes da pandemia da COVID-19. Na metodologia realizou-se, inicialmente, uma pesquisa bibliográfica sobre a temática, a seguir foi realizada uma comparação dos indicadores urbanos de Saúde de Guaporé com os indicadores das cidades de pequeno porte melhor classificadas no *Ranking Connected Smart Cities* de 2020. Logo após, realizou-se um levantamento de dados, obtendo informações referentes ao número de contaminados e de mortes causadas pela COVID-19 nas cidades selecionadas, buscando analisar a correlação destes dados com os indicadores de Saúde. A partir deste estudo foi possível perceber a importância de analisar e acompanhar o desempenho dos indicadores urbanos, os quais contribuem no planejamento urbano, auxiliando os gestores municipais na tomada de decisão e no desenvolvimento de diretrizes para uma melhor qualidade de vida dos cidadãos.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as cidades estão enfrentando um rápido crescimento devido à grande parte da população migrando das zonas rurais para os centros e subcentros urbanos, cenário que tende a continuar por muitos anos. Atualmente, a população mundial está em torno de 7,874 bilhões de pessoas (WORLD METER, 2021). Segundo as estatísticas das Nações Unidas (2019), a população mundial chegará até 2030 em 8,5 bilhões de habitantes, ou seja, um crescimento de 7,95% de pessoas no mundo. “As cidades são mutantes, vão crescendo e se modificando pelas ações das atividades diárias das pessoas, cada uma com sua forma própria de apropriação, intervindo no espaço das mais variadas maneiras” (Cassilha; Cassilha, 2012, p. 9). Entretanto, esse estado dinâmico do espaço urbano acarreta em preocupações em relação à infraestrutura urbana, sendo capaz de apresentar resultados prejudiciais a mesma.

Como auxílio à gestão dos governantes, para solucionar os obstáculos do crescimento urbano, as tecnologias entram como uma ferramenta importante. As Cidades Inteligentes utilizam Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) de forma a melhorar a infraestrutura urbana, o sistema socioambiental e econômico. “O uso de tecnologia pode vir desde a coleta de dados na rua até níveis mais altos, fornecendo mecanismos que auxiliem no monitoramento da cidade e na tomada de decisões” (GAMA; ALVARO; PEIXOTO, 2012, p. 3). Segundo Baracho (2020), a proposta de Cidades Inteligentes é que a cidade precisa interagir com o cidadão por meio de sistemas de informação, interfaces e dispositivos móveis.

Entre os métodos que podem ser implementados, os indicadores são utilizados para auxiliar na avaliação urbana das cidades. Os indicadores ambientais auxiliam na definição da origem e tamanho dos problemas ambientais, apontando metas que geram a solução destes, demonstrando o progresso através da utilização dessas metas (ZARELLI et al., 2019).

No Brasil, já existem iniciativas que visam o desenvolvimento inteligente das cidades, como o caso da *Urban Systems* (2019), que por meio do *Ranking Connected Smart Cities* classifica diversas cidades brasileiras, mensurando indicadores relacionados a diversos eixos. O *ranking* é composto por 11 principais eixos: mobilidade, urbanismo, meio ambiente, tecnologia e inovação, economia, educação, saúde, segurança, empreendedorismo, governança e energia. Cada eixo possui indicadores que, ao serem medidos conforme as características de cada cidade, revelam pontos negativos que precisam ser melhor gerenciados ou pontos positivos que podem se tornar exemplos a outras cidades.

Em 2020, com a eclosão da pandemia de coronavírus, os sistemas de saúde de diversas cidades foram colocados à prova. Diante desse acontecimento, o mundo se mobilizou para achar novas alternativas para gerenciar as cidades e a saúde da população. Assim, governos em todo o mundo passaram a procurar por soluções para esta nova realidade, implementando sistemas que combinam dados estatísticos e geolocalização de telefones celulares para identificar quantas pessoas estavam cumprindo as recomendações de isolamento social, por exemplo (HARARI, 2020 apud BEIGUELMAN; DEAK, 2020).

Neste momento, há uma vasta produção de informações e conteúdos técnicos e científicos sobre a Covid-19, tornando o momento atual um grande marco na sociedade moderna (COELHO et al., 2020). Dessa forma, as TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) se tornam essenciais para ajudar diversas entidades na disseminação e controle de informações.

Não é só apenas devido à pandemia que a saúde da população deve ser uma prioridade dos gestores públicos. Segundo Chrispino et al. (2020), um dos maiores desafios para o futuro da humanidade é disponibilizar saúde para a maioria de seus habitantes. Assegurar saúde e bem-estar é direito de todos os cidadãos, de modo que está previsto na Declaração Universal dos Direitos Humanos, assim como pela Constituição Federal. Desse modo, na tentativa de garantir estes direitos, indicadores de saúde podem ser utilizados para mensurar o avanço da saúde nos municípios e apontar caminhos de como enfrentar os desafios da infraestrutura urbana perante a saúde pública.

Em suma, esse trabalho tem como objetivo analisar os indicadores do eixo de Saúde de Guaporé, cidade localizada na serra do Rio Grande do Sul, através de um estudo de caso para o levantamento de dados não tabelados dos indicadores de saúde do município. Além disso, a pesquisa possui como referência os indicadores de saúde do *Ranking Connected Smart Cities* (RCSC), do ano de 2020, bem como as cidades de pequeno porte melhores classificadas neste *ranking*. Em seguida, o estudo busca a compreensão dos dados da pandemia da COVID-19, de forma a analisar o número de óbitos por município estudado e a sua interferência perante a infraestrutura urbana do município.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para Netto et al. (2009, p. 57), “o meio ambiente pode ser compreendido como um determinante da saúde que sofre modificações na sua situação a partir de determinantes sociais que se expressam como forças motrizes e as pressões sobre o mesmo.” Entende-se que o meio urbano sem infraestrutura adequada é um grande gerador de doenças. Assim, a falta de planejamento facilita o surgimento de danos socioambientais e de saúde da população.

A gestão da saúde requer a tomada de decisões de elevada responsabilidade e relevância social (LIMA; ANTUNES; SILVA, 2015). Como auxílio nessas decisões o uso de indicadores pode se tornar uma das soluções. Um dos principais objetivos do uso de indicadores é melhorar a gestão e a qualidade da assistência oferecida (SOÁREZ; PADOVAN; CICONELLI, 2005).

Apesar dos avanços nas condições sanitárias nas cidades ao longo do tempo, ainda vivemos uma realidade em que o saneamento ambiental inadequado reflete um quadro de exclusão social combinado com novos problemas de saúde (NETTO et al., 2009). Tem-se como exemplo a rápida propagação do coronavírus, oficialmente conhecido como SARS-CoV-2 (COVID-19), que surgiu em meados de 2019 na China, e em poucos meses já se espalhou pelo mundo, gerando situações que há muito tempo não era visto, principalmente no mundo pós-moderno. “A pandemia da

COVID-19 tem se apresentado como um dos maiores desafios sanitários em escala global deste século”. (WERNECK; CARVALHO, 2020, p.1). Dessa forma, diversas foram as medidas tomadas para evitar a propagação do vírus. “A sustentabilidade e a efetividade destas medidas dependem do estabelecimento de políticas de proteção social e de apoio a populações em situação de vulnerabilidade, que garantam a sobrevivência dos indivíduos e das famílias enquanto perdurem as restrições para o desenvolvimento de atividades econômicas”. (AQUINO et al., 2020, p. 2)

Desse modo, manifesta-se uma preocupação de como as cidades de hoje podem lidar com os impactos do acelerado crescimento populacional, assim como no auxílio da administração dos governantes em prol da população e dos municípios. Estes desafios requerem experimentos com nova abordagem para a vida em sociedade e para o planejamento, *design*, finanças, construção, governança e operação da infraestrutura e dos serviços urbanos (BARACHO, 2020).

Como nova visão de desenvolvimento urbano, preocupando-se com estratégias de longo prazo, que visam à administração do avanço populacional e urbanístico, de forma a trabalhar com parâmetros sustentáveis e tecnológicos, a idéia de Cidades Inteligentes vem sendo adicionado aos planejamentos municipais. As Cidades Inteligentes (*Smart Cities*) estão em desenvolvimento em todo o mundo como novo modelo urbano, procurando responder aos principais problemas que atualmente enfrentam os espaços urbanos, desde a crise econômica e as alterações climáticas até as desigualdades e exclusão social (SELADA; SILVA, 2014).

Segundo Cunha (2019, p. 25), “cidades inteligentes vão muito mais além, o ideal da *Smart City* é ter um processo para se repensar, planejar e definir objetivos no sentido de potencializar o melhor para a cidade onde queremos viver”. Para Guedes et al. (2021), isso implica trabalhar estrategicamente para maximizar a eficiência de recursos energéticos e materiais, criando sistemas de desperdício zero, apoiando a produção e consumo de energia renovável, promovendo a neutralidade de carbono e reduzindo a poluição.

As informações devem estar acessíveis para auxiliar nos processos de tomada de decisão, principalmente no gerenciamento de investimentos nas cidades (BARACHO, 2020). Toda a cidade deve ser considerada uma infraestrutura a ser constantemente gerida, renovada e adaptada com base no fluxo de informação e *feedback*, o que gera grande oportunidade de negócio para empresas focadas em serviços para a sociedade (ELEUTHERIOU et al, 2015). Segundo Lemos (2013), esse processamento inteligente servirá como referência e norteará as tomadas de decisões de empresas, governos e cidadãos, com o intuito de tornar as atividades urbanas mais eficientes e sustentáveis nas esferas econômica, social, ecológica e política.

Desse modo, programas como *Ranking Connected Smart Cities* (RCSC), elaborado pela *Urban Systems* (2019), possuem o objetivo de influenciar, por meio de trocas de informações, para que as cidades se tornem mais inteligentes e conectadas. Sendo assim, a *Urban Systems* desenvolveu o *Ranking* de Cidades Inteligentes, que avalia as cidades brasileiras a partir de indicadores para mensurar a realidade de cada cidade.

O papel dos *rankings* para as cidades pode ser, por um lado, o de fornecer informações suficientes aos *stakeholders* (empresas, investidores, cidadãos, outras cidades), mas também ser um guia importante para o desenvolvimento futuro da cidade (BENCKE; PEREZ, 2018). Desta forma, Cidades Inteligentes e indicadores urbanos servem como auxílio aos gestores públicos, de forma a levantar esses dados e fornecer comparativos a partir dos índices urbanísticos. “O conjunto de dados resultante - a base de dados - é a reunião de diferentes pontos de vista sobre o mundo real, ou antes, é uma representação do conhecimento sobre o mundo real num determinado momento, ou momentos, e num determinado ponto de vista” (PEREIRA; SILVA, 2001, p.100).

Sendo assim, as análises auxiliam em novas diretrizes de planejamento urbano, melhorando e adequando a infraestrutura urbana, serviços públicos e a gestão das cidades. Ainda segundo Bencke e Perez (2018), identificar o posicionamento relativo de uma cidade nos *rankings* globais revela suas fraquezas e pontos fortes, o que colabora para melhorar sua competitividade global. Desse modo, inspirando as cidades a buscar cada vez mais melhorias para a qualidade de vida.

3. METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho realizou-se por meio de pesquisa qualitativa, exploratória, baseada em um estudo de caso de análise dos indicadores de Saúde da cidade de Guaporé/RS, bem como os dados referentes à COVID-19, utilizando como referência o *Ranking Connected Smart Cities* (RCSC, 2020).

Em síntese, no ponto de vista metodológico, a pesquisa norteia-se pelos seguintes critérios:

- Etapa 01: Realização de pesquisa bibliográfica, com o intuito de compreender os conceitos da infraestrutura urbana e seu planejamento, o conceito de Cidades Inteligentes e como os indicadores urbanos auxiliam na gestão das cidades, a partir de estudos já efetuados.
- Etapa 02: Estudo de caso a respeito do município de Guaporé, bem como os indicadores de Saúde da cidade, assim como também os dados referentes à COVID-19.
- Etapa 03: Levantamento e coleta de dados dos indicadores de Saúde de Guaporé/RS e das cinco cidades de pequeno porte melhor classificadas no *Ranking Connected Smart Cities* (RCSC, 2020). Segundo o IBGE (2010), cidades com até 100 mil habitantes são consideradas de pequeno porte.
- Etapa 04: A partir da coleta de dados, efetuar a comparação dos indicadores de Saúde de Guaporé-RS (25.968 hab.), com os indicadores das cidades classificadas no Ranking, sendo elas: Cajamar-SP (77.984 hab.), Congonhas-MG (55.309 hab.), Jaboticabal-SP (77.652 hab.), Itapema-SC (67.338 hab.), e Mariana-MG (61.288 hab.), ponderando-se melhorias e insuficiências desses indicadores.

3.1 INDICADORES URBANOS DO EIXO DE SAÚDE

O método proposto para a avaliação consiste na coleta de dados a partir de fontes referenciadas na tabela 1, que apresenta os cinco indicadores do eixo de Saúde do *Ranking Connected Smart Cities* (RCSC, 2020), assim como também sua unidade de medida prevista para cada indicador.

INDICADOR	UNIDADE	FONTE
Leitos/1000 habitantes	#/ mil habts	Min. da Saúde
Médico por 100 mil habitantes	#/ 100 mil habts	RAIS
Cobertura populacional da equipe de saúde da família	%	Min. da Saúde
Despesas pagas com saúde	R\$/ habts	Siconfi ¹
Óbitos/mil nascidos vivos (local de residência)	#/ mil nascidos vivos	Min. da Saúde

Tabela 1. Indicadores de Saúde Segundo o Ranking Connected Smart Cities (2020)

A avaliação dos indicadores do *Ranking Connected Smart Cities* (RCSC, 2020) para o eixo de saúde são relacionados à oferta de leitos, profissionais qualificados, cobertura de atendimento, investimentos públicos e a mortalidade infantil.

A medição desses indicadores é essencial para uma análise da infraestrutura urbana dos municípios, como o caso de Guaporé/RS, no qual se realiza um estudo de caso para o levantamento desses dados, a fim de armazenar essas informações em benefício ao planejamento urbano da cidade.

3.2 OBJETO DE ESTUDO - GUAPORÉ/RS

Localizado na serra do Rio Grande do Sul, Guaporé é uma cidade de pequeno porte, de origem guarani e colonizada por imigrantes italianos, que preservam até hoje suas tradições. Além disso, o município é considerado o pólo gaúcho de jóias e *lingerie*.

De acordo com o censo de 2020, o IBGE estima que a cidade possui uma população de aproximadamente 25.968 habitantes, sendo assim, considera-se uma cidade de pequeno porte. Por ser uma cidade de pequeno porte, carece de estudos sobre indicadores e cidades inteligentes, pois o planejamento urbano geralmente é pensado para metrópoles, cidades de grande e médio porte. Segundo Maté; Micheleti; Santiago (2015), a falta desses estudos dificulta a consulta por referenciais teóricos e metodológicos, o que traz conseqüências para a administração e para o planejamento urbano das cidades de pequeno e médio porte.

Desse modo, o município de Guaporé é utilizado como objeto de estudo, com o propósito de investigar seus índices urbanísticos do eixo de saúde, em comparação às cinco cidades de pequeno porte melhor classificadas no *Ranking Connected Smart Cities* de 2020. As cidades são apresentadas na tabela 2, constando

1 Sincofi - Sistema de informações contábeis e fiscais do Setor Público Brasileiro.

suas classificações no *Ranking Connected Smart Cities*, bem como suas posições e número de habitantes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos Indicadores de Saúde é retratada por meio de gráficos para melhor entendimento dos indicadores. Sendo assim, a primeira verificação se dá a respeito do indicador do número de leitos hospitalares existentes por mil habitantes, demonstrado na figura 1. É importante destacar que o momento de coleta das informações de leitos não coincidiu com o aumento dos leitos gerados pela pandemia do Coronavírus (COVID-19), estando atrelada a oferta comum disponível à população (RCSC, 2020). Nota-se que Guaporé possui baixos índices de leitos por habitantes, ao contrário de Jaboticabal e Cajamar, que possuem uma maior oferta de infraestrutura de saúde.

Estes dados refletem no número de óbitos por nascidos vivos, no qual Congonhas possui números elevados de ocorrências de óbitos por mil nascidos vivos, cerca de 20,30, demonstrando que há pouca infraestrutura, necessitando de novas iniciativas para a redução desses dados. Não obstante, conforme a figura 2, Jaboticabal e Guaporé apresentam números baixos de óbitos em relação às outras cidades analisadas, indicando aptidão nos serviços de saúde.

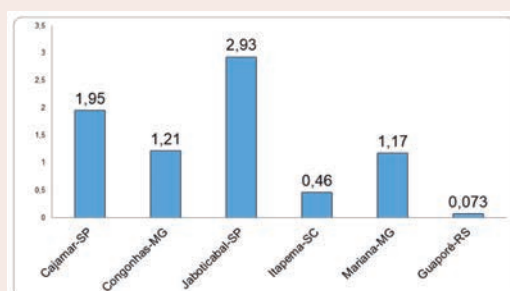


Figura 1. Indicadores de Leitos/
mil habitantes.



Figura 2. Indicador Óbitos/
mil nascidos vivos

A terceira análise, apresentada na figura 3, tem como objetivo estimar o número de médicos por 1000 habitantes. Segundo os resultados obtidos, Itapema, Cajamar e Jaboticabal possuem índices baixos, enquanto Congonhas e Mariana são as cidades que possuem maior oferta de médicos por habitantes. Entretanto, não se obteve a análise da cidade de Guaporé, devido à indisponibilidade do dado na base de dados indicada.

Em relação à cobertura populacional da equipe de saúde da família, as cidades melhor classificadas segundo a análise da figura 4 são Congonhas e Guaporé, apresentando maiores índices de cobertura populacional para a família, demonstrando preocupação com acompanhamento e monitoramento dos pacientes, visando agir nos estágios iniciais de uma patologia para evitar tratamentos futuros. No entanto, as cidades de Cajamar e Jaboticabal apresentam menos de 50%

de cobertura populacional da equipe de saúde da família, demonstram menor cobertura neste quesito.

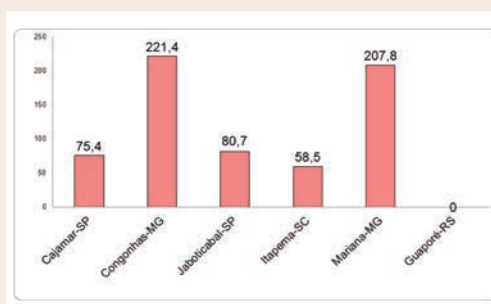


Figura 3. Indicador de Médicos por 1000 habitantes

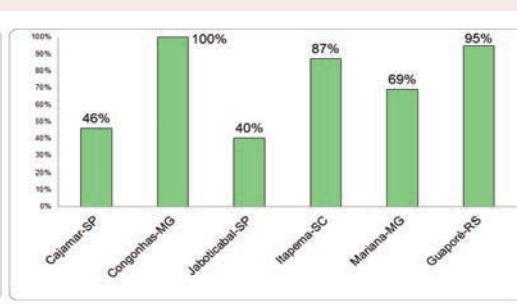


Figura 4. Indicador de Cobertura Populacional da Equipe de Saúde da Família

A quinta análise diz respeito às despesas pagas com saúde por habitantes. Segundo a figura 5, os dados de Guaporé demonstram poucos investimentos com despesas em saúde comparadas com as cidades estudadas. Estimativa surpreendente, devido às outras análises de indicadores, que demonstraram preocupação com a área investigada.

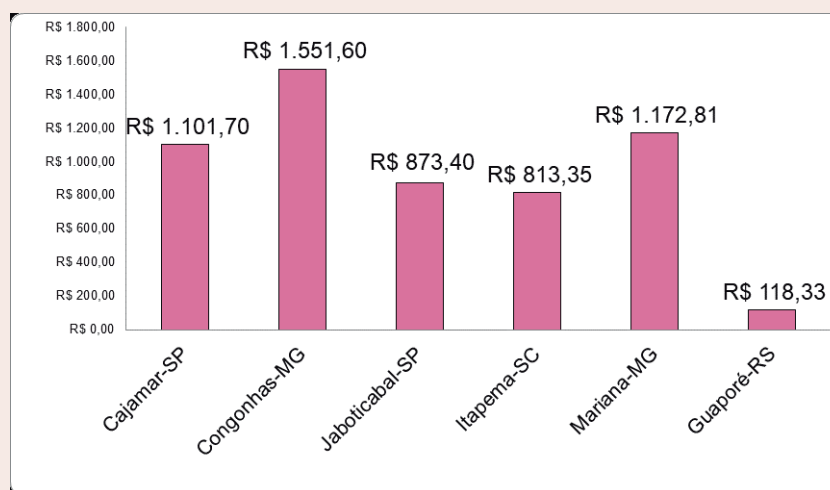


Figura 5. Indicadores de Despesas Pagas com Saúde por Habitante

4.1 DADOS EPIDEMIOLÓGICOS DA COVID-19

De modo a aprofundar o estudo dos indicadores relacionados à saúde dos municípios, a pesquisa também compreende o levantamento de dados dos casos e das mortes resultantes da COVID-19 durante o ano de 2020, a fim de investigar a relação dessas informações com os indicadores de Saúde das cidades analisadas.

Em síntese, para a avaliação são utilizados os critérios vistos na tabela 2, onde é coletado o número de óbitos devido à doença. Para isso, utilizou-se

uma data de corte para a coleta, sendo essa a do dia 19 de julho de 2021, usou-se como fonte os dados compartilhados pelas Prefeituras Municipais das cidades analisadas.

CIDADE	Nº DE HAB.	POSIÇÃO NO RCSC 2020	Nº DE ÓBITOS COVID-19	Nº de ÓBITOS COVID-19 POR MIL HAB.	Nº DE INFECTADOS COVID-19	Nº DE INFECTADOS COVID-19 POR MIL HAB.	% DE MORTALIDADE
Cajamar-SP	77.934	76º	224	2,87	4.781	61,3	4,69%
Congonhas-MG	55.309	77º	99	1,79	7.917	143,1	1,25%
Jaboticabal-SP	77.652	81º	242	3,12	8.426	108,5	2,87%
Itapema-SC	67.338	83º	112	1,66	12.994	193,0	0,86%
Mariana-MG	61.288	89º	91	1,48	9.027	147,3	1,01%
Guaporé-RS	25.968	-	63	2,43	4.217	162,4	1,49%

Tabela 2. Indicadores de Saúde das cidades selecionadas em 19 de Julho de 2021.

Desse modo, para um melhor entendimento dos dados, e para possibilitar a comparação de cidades com diferentes números de habitantes, foram calculados novos índices, associando o número de óbitos e infectados por mil habitantes. Nota-se, através da tabela 2, que em Guaporé os dados referentes a óbitos por mil habitantes são elevados, o mesmo é visto em Cajamar e Jaboticabal, o que pode estar relacionado ao baixo investimento em infraestrutura de saúde. Ao contrário de Congonhas que, desde o estudo do *Ranking Connected Smart Cities* de 2019, apresenta atenção para o eixo de saúde da cidade.

5. CONCLUSÕES

O trabalho apresentou um levantamento e análise dos indicadores do eixo de Saúde de Guaporé e das cinco cidades de pequeno porte melhores classificadas no *Ranking Connected Smart Cities* de 2020.

Segundo o estudo, percebeu-se que Guaporé, comparada com as outras cinco cidades, possui índices regulares como os apresentados nos indicadores de “Óbitos/ mil nascidos vivos” e o de “Cobertura Populacional da Equipe de Saúde da Família”, desse modo, mesmo investindo pouco em saúde, como demonstrado no gráfico 5, a cidade consegue atender seus habitantes.

Contudo, em relação aos dados epidemiológicos do COVID-19, Guaporé possui elevados números de óbitos e de infectados, apresentando baixo investimento em infraestrutura e falta de iniciativas para o cuidado dos seus habitantes. Além disso, vale ressaltar que apesar de Cajamar e Jaboticabal possuírem maiores índices de investimento em saúde, leitos e em cobertura da equipe de saúde da família, tais cidades também apresentam significativos números de óbitos e infectados pelo novo Coronavírus.

Assim, conclui-se que, embora a maioria das cidades classificadas no *Ranking* tenha apresentado um melhor enfrentamento ao Coronavírus quando comparadas a Guaporé, não é possível afirmar que estes dados estão diretamente relacionados aos melhores índices apresentados nos indicadores analisados, tendo em vista que não foram avaliadas questões culturais, políticas e sociais dessas cidades. Dessa forma, como trabalhos futuros propõe-se uma análise mais aprofundada de tais questões, tendo em vista que estas podem influenciar no enfrentamento da pandemia da COVID-19, como iniciativas relacionadas ao incentivo do uso de máscara, isolamento social e vacinação, além da infraestrutura urbana e habitacional das cidades.

Por fim, ressalta-se a importância da mensuração e acompanhamento dos indicadores urbanos, os quais podem ajudar os gestores municipais a terem novas perspectivas sobre os seus índices urbanísticos, podendo traçar novas estratégias de melhorias e de prevenção ao Coronavírus para os seus municípios.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, E. M.L. et al. Medidas de distanciamento social no controle da pandemia de COVID-19: potenciais impactos e desafios no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 25, p. 2423-2446, 2020.

CHRISPINO, A.; DE ALBUQUERQUE, M. B.; DE MELO, T. B. Crença Forte, ciência fraca? Contribuições sobre a relação Ciência e crença para a educação científica e tecnológica em tempos de pós-verdade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, p. 1684-1721, 2020.

BARACHO, R. M. A.. Representação e gestão do conhecimento: Aplicações em Cidades Inteligentes - Smart Cities. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 25, ano 2020, número especial, p. 252-279, fev. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/pci/article/view/22291>. Acesso em: 03 de maio de 2021.

BENCKE, L. R.; PEREZ, A. L. F. Análise dos principais modelos de indicadores para cidades sustentáveis e inteligentes. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 6, n. 37, 2018.

BEIGUELMAN, G.; DEAK, A.. Smart Cities, Smart Virus: tecnoutopias do novo normal. *Revista Virus 21*. Universidade de São Paulo, ano 2020, p. 27-35, dez. 2020. ISSN 2175-974x.

CASSILHA, G. A.; CASSILHA, S. A. Questões urbanas: estabelecendo uma visão global da dinâmica urbana, seus efeitos positivos e negativos In: *Planejamento*

Urbano e Meio Ambiente. 1. ed. rev. Curitiba, PR: IESDE Brasil S.A., 2012. cap. 1, p. 9-17. ISBN 978-85-387-3056-9.

COELHO, A. L. et al. A utilização de tecnologias da informação em saúde para o enfrentamento da pandemia do Covid-19 no Brasil. Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário, v. 9, n. 3, p. 183-199, 2020.

CUNHA, R. R. Rankings e Indicadores para Smart Cities: Uma Proposta de Cidades Inteligentes Autopoiéticas. In: Cunha, Rodrigo Rafael. Rankings e Indicadores para Smart Cities: Uma Proposta de Cidades Inteligentes Autopoiéticas. Orientador: Prof. Dr. Aires José Rover. 2019. Dissertação (Mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2019. F. 132. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/215499/PEGCO580-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 de maio de 2021

DE SOÁREZ, P. C.; PADOVAN, J. L.; CICONELLI, R. M. Indicadores de saúde no Brasil: um processo em construção. RAS, v. 7, p. 27, 2005.

ELEUTHERIOU, V. et al. O Design Thinking como ferramenta colaborativa para o desenvolvimento de cidades humanas e inteligentes em prol do bem comum. Blucher Design Proceedings, v. 2, n. 3, p. 51-56, 2015.

GAMA, K.; ALVARO, A.; PEIXOTO, E.. Em direção a um modelo de maturidade tecnológica para cidades inteligentes. In: Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação. SBC, 2012. p. 513-518.

GUEDES, A. L. A. et al. Smart Cities: Cidades Inteligentes nas Dimensões: Planejamento, Governança, Mobilidade, Educação e Saúde. 1. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos Editora, 2021. 332 p. ISBN 978-65-5675-025-5. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Andre-Luis-Azevedo-Guedes/publication/351273743_E-BOOK-SMART_CITIES-2020-UFFUNISUAMRBCIH/links/608ed65b92851c490fboe712/E-BOOK-SMART-CITIES-2020-UFF-UNISUAMRBCIH.pdf#page=128. Acesso em: 24 de maio de 2021.

HARARI, Y. The world after coronavirus. Financial Times, 2020. Disponível em: <https://www.ft.com/content/19d90308-6858-11ea-a3c9-1fe6fedcca75>. Acesso em: 02 jun. 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2020. Resultado dos Dados Preliminares do Censo - 2020. www.ibge.gov.br/cidade

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010) Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9662-censodemografico-2010.html?=&t=notas-tecnicas>. Acesso em: 04 out. 2021.

LE MOS, André. Cidades inteligentes. GV EXECUTIVO, v. 12, n. 2, p. 46-49, 2013.

LIMA, K. W. S. de; ANTUNES, J. L. F.; SILVA, Z. P. da. Percepção dos gestores sobre o uso de indicadores nos serviços de saúde. Saúde e Sociedade, v. 24, p. 61-71, 2015.

MATÉ, C.; MICHELETI, T. H.; SANTIAGO, A. G. Cidades de Pequeno Porte em Santa Catarina: uma reflexão sobre planejamento territorial. Revista Políticas Públicas & Cidades, v.3, n.2, p. 28 - 47, mai/ago, 2015.

NETTO, G. F.; et al. Impactos socioambientais na situação de saúde da população brasileira: Estudo de indicadores relacionados ao saneamento ambiental inadequa-

do. Tempus. Actas em Saúde Coletiva, vol. 4, n. 4, p. 53-71. 2009.

PEREIRA, G. C. e SILVA, B. C. N. Geoprocessamento e urbanismo. In GERARDI, L. H. de O. e MENDES, I. A. (org.). teoria, técnica, espaço e atividades. Temas de geografia contemporânea. Rio Claro: Unesp; AGTEO, 2001, pp. 97-137.

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Population Prospects 2019: Highlights. ST/ESA/SER.A/423. Disponível em: https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf. Acesso em: 21 de maio de 2021.

RANKING CONNECTED SMART CITIES. In: Urban Systems: Transformando Conhecimento em Resultado. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.urbansystems.com.br/rankingconnected-smartcities>. Acesso em: 14 jun. 2021.

SELADA, C.; SILVA, C.. As cidades inteligentes na agenda Européia: Oportunidades para Portugal smart cities in the European agenda: Opportunities for Portugal. In: II Conferência de PRU, VIII ENPLAN e XVIII Workshop APDR: "Europa 2020: retórica, discursos, política e prática. 2014.

ZARELLI, P. R. et al. Indicadores Ambientais como Instrumento de Avaliação da Sustentabilidade em Cidades Inteligentes. International Journal of Knowledge Engineering and Management (IJKEM), v. 8, n. 22, p. 19, 2019.

WERNECK, G. L.; CARVALHO, M. S.. A pandemia de COVID-19 no Brasil: crônica de uma crise sanitária anunciada. 2020.

WORLD M.. World Population Prospects. In: População Mundial Atual. [S. l.], 7 ago. 2021. Disponível em: <https://www.worldometers.info/world-population/>. Acesso em: 7 ago. 2021.

ARTIGO

BOM VIVER E PLANEJAMENTO URBANO-AMBIENTAL: ANÁLISE DAS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE E PADRÕES ESPACIAIS TRADICIONAIS NA VILA DE CARÁIVA/BA

FERREIRA, Marcos

marcos.cortes.ferreira@gmail.com

Universidade de Brasília (UnB), Brasil

ANDRADE, Liza

(lizamsa@gmail.com)

Universidade de Brasília (UnB), Brasil

MENEZES, Paulo

(paulodimasmenezes@gmail.com)

Universidade de Federal do Sul da Bahia (UFSE), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Gentrificação, Território Tradicional, Bem Viver, Sustentabilidade, Planejamento urbano-ambiental.

RESUMO

A pandemia pelo novo coronavírus, somado aos problemas decorrentes do aquecimento global, intensificaram discussões muito antes apresentadas por pensadores contemporâneos do Sul Global, principalmente no que se refere ao estilo de vida consumista e exploratório neoliberal. Como alternativa para um modo de vida mais justo e genuinamente sustentável, indígenas e estudiosos de *Abya Yala* (Américas) discutem acerca do “Bem Viver”: um espaço justo e agradável onde a coletividade e a harmonia entre os seres são essenciais para o desenvolvimento individual, coletivo e para o futuro do nosso planeta e das próximas gerações. Visando incluir a cosmovisão indígena dos povos de *Pindorama* (Brasil) na análise dos Princípios de Sustentabilidade, este artigo buscou por meio de processo participativo propor novos cenários e soluções para os problemas causados pelo processo de gentrificação, tendo como estudo de caso a Vila de Caraíva/BA e seu entorno imediato. Para tanto, fez-se necessária revisão bibliográfica e a aplicação de questionário semiestruturado, adaptando-se às condições impostas pelo ainda estado de pandemia com sua aplicação de forma remota (*google forms*) e elaborado a partir de reuniões com a Associação dos Nativos de Caraíva (ANAC). Como resultados, foram identificados os padrões espaciais e de acontecimentos tradicionais; elementos da paisagem e habitação de característica afetiva e tradicional; distribuição e localização dos nativos nas regiões de Caraíva e entorno; atuais demandas e problemáticas relatadas pela população tradicional e a percepção do turismo como um fenômeno social importante para as dinâmicas atuais da comunidade tradicional.

1. INTRODUÇÃO

A visão interdisciplinar nas diversas áreas do conhecimento é cada vez mais valorizada e incentivada pela comunidade científica, servindo como base para um melhor entendimento das disciplinas entre si nas buscas por soluções, conceitos, teorias e metodologias que visam compreender o objeto de estudo como um fenômeno sistêmico. Ainda assim, não são o suficiente para evitar as crises e perdas como os causados recentemente pela pandemia do novo coronavírus e pelo agravamento do aquecimento global.

De acordo com o relatório do Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas (IPCC) apresentado em 2021 revela-se que, caso as emissões de gases de efeito estufa não sejam reduzidas a valores líquidos zerados ainda na metade deste século, o rápido aumento da temperatura global trará consequências catastróficas e para além do que se pode imaginar. Regiões do Sul Global, outrora dominados, submetidos e explorados por diferentes potências econômicas e militares ao longo da história, sofrerão com maiores períodos de secas e enchentes. Os Povos e Comunidades Tradicionais, cujos meio de subsistência dependem dos recursos naturais renováveis do território que habitam, serão os mais afetados.

Mesmo com a inclusão de aspectos sanitários e da saúde pública no planejamento urbano-ambiental após a Revolução Científica (XVI-XVIII), problemas como a falta de saneamento básico persistem até os dias de hoje, servindo até mesmo como pretexto para a implantação de políticas público-privadas de higienização social. Portanto, a reflexão acerca da efetividade de tais medidas que garantam o direito à moradia, a segurança, a inclusão e a qualidade de vida são de urgente e extrema importância para todos e para as próximas gerações.

Vivemos até hoje sob um domínio tecnológico e científico Norte Global, assim como em outros aspectos políticos e socioeconômicos. Muitas vezes, tais princípios são fundamentados a partir de uma ideologia de classe dominante e de “conhecimento superior” sobre outros povos. Faz-se então necessário “aprender que existe o Sul, aprender a ir para o Sul, aprender a partir do Sul e com o Sul” (SANTOS, 1995).

É necessário enxergar o mundo de uma maneira transdisciplinar e, principalmente nos territórios do Sul Global, decolonizar o pensamento; buscando alternativas e soluções contemporâneas para os problemas contemporâneos. Trata-se de uma atitude proativa de reconstrução das relações humanas e ecológicas, expressas pelas milenares cosmovisões ancestrais dos povos e comunidades tradicionais (FLEURI, 2020), ricos em conhecimento empírico e filosófico que possibilitariam novas compreensões para o conhecimento científico e maneiras genuínas de um modo de vida sustentável e harmônico no nosso planeta.

Tendo como estudo de caso a vila de Caraíva/BA e o processo de gentrificação que ocorre no território tradicional, este artigo tem como principal objetivo incluir conceitos do bem viver com a análise das dimensões da sustentabilidade propostas por Liza Andrade e Natália Lemos (2015), visando uma nova identificação de padrões espaciais e de acontecimentos tradicionais na busca por soluções contra

os problemas e demandas da comunidade nativa local. Para tanto, realizou-se revisão bibliográfica e a elaboração de questionário semiestruturado, adaptando-se às condições impostas pelo ainda estado de pandemia com a aplicação do mesmo de forma remota (*google forms*) e elaborado a partir de reuniões *online* com a Associação dos Nativos de Caraíva (ANAC).

Este artigo compõe parte dos resultados do capítulo final da pesquisa de dissertação “Gentrificação e contra gentrificação na RESEX Marinha do Corumbau: padrões de ocupação e reocupação urbano-ambiental e turística na vila de Caraíva” (PPG/FAU-UnB), realizado no âmbito do Grupo de Pesquisa e Extensão ‘Periférico, trabalhos emergentes da FAU/UnB e com apoio da CAPES-Brasil. Insere-se também no projeto de pesquisa “Estudos sobre território de uso tradicional das vilas da RESEX Corumbau – o caso de Caraíva”, com registro no ICMBio (pesquisa nº 61756) e realizado em parceria com a Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB) e da Associação dos Nativos de Caraíva (ANAC). Primeiramente, este artigo contextualiza a região do estudo de caso e os conceitos teóricos que foram utilizados. Posteriormente, são apresentados os aspectos metodológicos da pesquisa e os resultados do questionário semiestruturado aplicado, sistematizando os padrões espaciais e de acontecimentos tradicionais apontados pela comunidade nativa e as contribuições/recomendações para próximos estudos.

2. ASPECTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS

Expressão recentemente apropriada pela literatura brasileira, gentrificação é o termo abrigado da palavra inglesa *gentrification*, conceito criado pela socióloga marxista britânica Ruth Glass na década de 1960 para explicar o fenômeno urbano que causava as rápidas transformações urbanas que ocorriam em bairros populares de Londres após a chegada da burguesia (GLASS, 1964). Com a permanência desses novos moradores na região e a consequente consolidação de uma nova dinâmica socioeconômica, bairros centenários foram perdendo sua característica popular (Figura 1) e as famílias e indivíduos que não dispunham de melhores condições financeiras, se viram obrigadas a procurar novas residências nas áreas periféricas.



Figura 1. Mercado Interno de Brixton em 1981 e 2016. The Guardian (2016)

A partir do declínio do modelo socioeconômico dos países industrializados e a sua posterior “recuperação” com a consolidação de políticas neoliberais no final da década de 1970, o fenômeno da gentrificação passa a ser percebido em diversas cidades capitalistas dos países ocidentais. Analisando o processo de gentrificação em Nova Iorque entre as décadas de 1980 e 1990, o geógrafo Neil Smith reconhece o diferencial de renda como fator determinante para esse processo (SMITH, 1996). Para Smith o processo de gentrificação seria então um fenômeno socioespacial, ocasionado pela chegada de novos moradores, estes, de maior poder aquisitivo, sobre áreas inicialmente ocupadas por comunidades de menor poder aquisitivo. Instaurado a partir da especulação imobiliária, o aumento do custo de vida e enobrecimento de tais áreas, o processo de gentrificação causa significativas transformações socioespaciais que resultam na expulsão (e até mesmo a eliminação) dos seus antigos moradores.

Ocorre que nos países latino-americanos - e até mesmo em pequenas comunidades tradicionais europeias como em Ibiza (BARBERIA, 2017), por exemplo - o processo de gentrificação não ocorre em sua grande maioria nos centros urbanos e proximidades, mas também em áreas semiurbanas, costeiras, áreas preservadas de Uso Sustentável e até mesmo em territórios tradicionais habitados. Ou seja, em qualquer área com potencial turístico.

Essa postura, de uma cultura de mercado capitalística, desconhece e desconsidera a essência do fenômeno turístico, que exerce uma pressão crescente sobre a produção da subjetividade social, o ecossistema, o modo estético, a herança cultural, existentes nas localidades, gerando agenciamentos possíveis de resignificação junto à realidade, por meio da relação entre visitantes e visitados cada vez mais fugazes. (BENI; MOESCH, 2017, p. 432).

Essa relação íntima entre o processo de gentrificação e o turismo é denominado pelo sociólogo Jorge Sequera Fernández em seu livro “Gentrificación, Capitalismo

cool, turismo y control del espacio urbano” como turistificación - ou turistificação, na literatura brasileira. Trata-se de um fenômeno antítese ou complementar ao processo de gentrificação resultante da expulsão e transformação do espaço em consequência das atividades turísticas e políticas neoliberais de desenvolvimento (FERNANDEZ, 2020). E é neste contexto que se insere o território tradicional das vilas da Reserva Extrativista (RESEX) Marinha do Corumbau.

As Reservas Extrativistas são Unidades de Conservação de Uso Sustentável que visam garantir a proteção dos territórios que apresentem características ecológicas e ambientais relevantes para a população tradicional. De acordo com o artigo 18 da Lei n.º 9.985/2000 do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), as RESEX são:

[...] áreas utilizadas por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade. (BRASIL, 2000).

Sendo a principal legislação a nível global, a Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), adotada em Genebra no ano de 1989 e promulgada no Brasil através do Decreto Executivo nº 5051/04, reconhece o direito conquistado e natural dos povos indígenas e comunidades tradicionais de gozar plenamente dos direitos humanos e liberdades fundamentais, sem obstáculos e nem discriminações, respeitando e garantindo as especificidades de cada povo, comunidade e território que sejam necessárias para salvaguardar as pessoas, as instituições, os bens materiais e imateriais, a cultura e o meio ambiente dos povos interessados. Importante também citar a particular contribuição dos povos tradicionais à diversidade cultural, à harmonia social e ecológica da humanidade e a cooperação e compreensão internacional.

Localizada no território terrestre costeiro a Reserva Extrativistas (RESEX) Marinha do Corumbau, a pequena e tradicional vila de pescadores de Caraíva (figura 2) - de população nativa composta em sua grande maioria de integrantes e descendentes do povo Pataxó, vem sofrendo desde o primeiro contato com o mundo ocidental inúmeros conflitos territoriais e, mais recentemente, com o avanço do processo de gentrificação e a consequente “expulsão” da população tradicional.

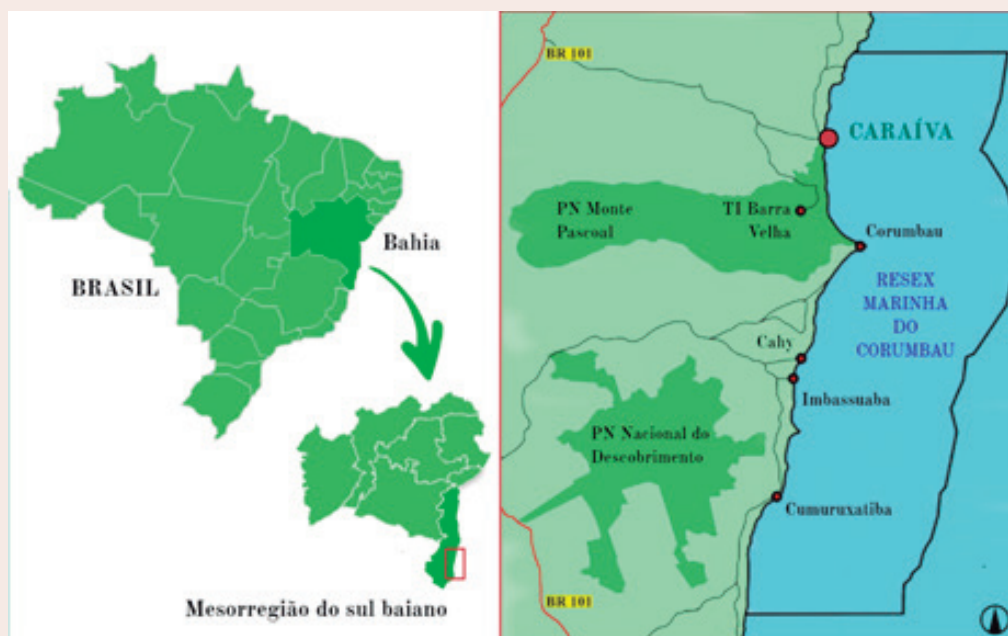


Figura 2. Localização de Caraíva na RESEX Marinha do Corumbau. Autor (2021)

À partir da abertura da BR 101 no final da década de 1970 e a chegada do turismo na região - incentivados por políticas neoliberais de desenvolvimento econômico e regional a qualquer custo de uma ditadura civil-militar (1964-1985) – se inicia o processo de gentrificação. Com a valorização do espaço ao longo das últimas décadas, constata-se o avanço do processo de gentrificação e a sua relação com as práticas turísticas (turistificação), onde o aumento pela procura de uma paisagem paradisíaca e estadia em uma vila sossegada chamam a atenção do mercado imobiliário e de pequenos e grandes empresários.

Devido a fama de lugar paradisíaco e a melhoria dos acessos para a vila, Caraíva sofreu uma explosão turística e habitacional nas últimas duas décadas. Atualmente, o número de visitantes em alta temporada é completamente incompatível com o tamanho da vila e a capacidade da infraestrutura urbano-ambiental de suportar tal demanda. Apesar de a venda de terrenos na região ter iniciado a partir da década de 1980, o atual arrendamento em massa de lotes por parte dos nativos contribui mais ainda para a chegada de novos moradores e empresários de outras regiões. A partir da consolidação do processo de gentrificação típico de economias liberais, hoje Caraíva sofre com o turismo insustentável (figuras 2 e 3) e com a especulação imobiliária, como mostrado pelos registros de um nativo mesmo durante a pandemia. Atualmente, a comunidade nativa representa menos de 1/3 da população total (FERREIRA; ANDRADE; MENEZES, 2018 a), distribuídos em 5 famílias (NEIMAN, 2020).



Figura 3. Reabertura da vila em setembro de 2020.



Figura 4. Aglomeração de turistas em junho de 2021.

Sendo assim, é preciso uma mudança real na compreensão da prática do turismo, assegurando um desenvolvimento onde os interesses da população local e dos turistas se sobreponham aos interesses das categorias empresariais (KRIPPENDORF, 2001). A emergência de um novo paradigma para o turismo associa-se à compreensão da complexidade da vida e dos laços criados pelo processo de construção e reconstrução dos indivíduos, garantindo a estes a oportunidade de se tornarem sínteses de seus anseios e de suas virtudes. Para isto, é preciso ultrapassar as fronteiras ideológicas e sensíveis à perenidade do consumo e ao parasitismo do capital que impulsiona a criação de necessidades fantasiosas e insustentáveis (BAUMAN, 2010).

“Temos que disputar o espaço público, mas temos que garantir a sobrevivência dos ‘territórios da utopia’ que são os territórios que estão sendo massacrados. É estratégico que os quilombolas e os indígenas experimentem o processo do pós-eucalipto. É estratégico que os pescadores garantam os territórios pesqueiros tradicionais. Porque é por aí que poderemos construir um horizonte de transição” (Marcelo Calazans, 2015).

2.1 PRINCÍPIOS DA SUSTENTABILIDADE E BEM VIVER

A metodologia avaliativa “Sustentabilidade e Qualidade da Forma Urbana” (Tabela 1), apresentada como parte do trabalho do grupo de pesquisadores da FAU/UnB, aborda uma série de análises que seguem princípios norteadores à cada uma das quatro classes do desenvolvimento sustentável (ambiental, social, econômico e cultural), mostrando como as soluções podem ser feitas de maneira inclusivas e abordando cada esfera urbana e ambiental do estudo de caso.

PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL
Proteção ecológica e agricultura urbana
<i>Infraestrutura verde: gestão d'água, drenagem natural e tratamento de esgoto alternativo</i>
Conforto ambiental
<i>Promoção dos sistemas alternativos de energia e diminuição da pegada ecológica</i>
Saúde
<i>Redução, reutilização e reciclagem de resíduos</i>
PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE SOCIAL
Urbanidade
<i>Comunidade com Sentido de Vizinhança</i>
Moradias Adequadas
<i>Mobilidade e Transportes Sustentáveis</i>
PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA
Adensamento Urbano
<i>Dinâmica urbana</i>
Desenvolvimento da Econômica Local em Centros de Bairros
PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE CULTURAL E EMOCIONAL
Revitalização Urbana
<i>Legibilidade e Orientabilidade</i>
Identificabilidade
<i>Afetividade e Simbologia</i>

Tabela 1. Princípios da Sustentabilidade (ANDRADE; LEMOS, 2015)

Fonte: ANDRADE E LEMOS, 2015. Adaptação: Autor, 2021.

Por se tratar de um território tradicional e com a possibilidade de adaptação re-adaptação da metodologia, faz-se necessário complementar alguns aspectos dos princípios de sustentabilidade.

A origem do termo “Bem Viver” faz referência a uma prática ancestral dos povos que viviam na cordilheira dos Andes, sendo um termo traduzido para o espanhol a partir de pesquisas no território. Tais povos eram os *Quechua* e *Aymara*, que viveram séculos nessa cordilheira e que tinham em comum uma cosmovisão em que não só a cordilheira era um ser vivo como também os animais, os vulcões, os rios e montanhas (KRENAK, 2021) e vários elementos naturais dos ecossistemas. Tal cosmovisão leva o ser humano a entender a Terra como um organismo vivo, que adoece, respira e merece ser cuidado e respeitado.

A inclusão da cosmovisão indígena e tradicional dos povos de *Abya Yala* (Américas) e, mais especificamente de Pindorama (Brasil), são de extrema importância pela busca de novas soluções e paradigmas para os problemas enfrentados por estas populações e a humanidade como um todo. Aldof Litaiff, brasileiro Ph.D em Antropologia Cultural pela Universidade de Montreal, cita em seus estudos sobre desenvolvimento autossustentável de comunidades indígenas guarani que “sem tekoá não há tekô” – sem terra não há cultura (LITAIFF, 2008), ou seja, sem o reco-

nhecimento do território como um ser vivo e indispensável para o desenvolvimento do ser humano, não há como “viver bem”.

Sendo assim, surge a necessidade de incluir um tópico em cada uma das 4 áreas dos princípios de sustentabilidade ambiental, social, econômica e cultural (tabela 1), de acordo com a revisão da literatura de povos locais (especialmente dos Guarani, referência de cosmovisão entre os povos originários) sobre a cosmovisão dos povos tradicionais do território:

PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL
Respeito a Natureza - disponibilidade e proximidade de água doce (rios, lagos, nascentes), contato com o meio ambiente (vegetação, florestas, montanhas, etc.); (WERÁ; MUNDURUKU, 2020).
PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE SOCIAL
Respeito às relações – diversidade e inclusão, fim das diferenças sociais (extinção das classes), consenso como meio de decisão (WERÁ; MUNDURUKU, 2020);
PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA
Respeito aos recursos naturais – extração sustentável dos recursos naturais, território com componente econômico-produtivo (“terra boa, fácil para ser cultivada, produtiva, suficiente e amena, tranquila e aprazível, onde [...] possam viver em plenitude seu modo de ser autêntico” (MELIA, 1988: 26).
PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE CULTURAL E EMOCIONAL
Respeito aos ancestrais – valorização dos costumes e promoção da cultura e do saber tradicional; transmissão do saber (WERÁ; MUNDURUKU, 2020);

Tabela 2. Dimensões da Sustentabilidade + Noções do Bem Viver

Essa inclusão busca identificar os padrões espaciais e de acontecimentos tradicionais na região, complementares a análise anteriormente realizada (FERREIRA et al, 2018 b) e que possibilitaria novas compreensões na busca de soluções. A partir dessa adaptação e de reuniões com os representantes da comunidade local, foi elaborado o questionário (Tabela 3) semiestruturado a fim de perceber tais princípios.

QUESTIONÁRIO
(Q.1) Em qual região de Caraíva você mora?
(Q.2) Além da água, o quanto é importante o território terrestre e tradicional para a comunidade nativa de Caraíva?
(Q.3) Como são tomadas as decisões entre a comunidade nativa?
(Q.4) O turismo é importante para o desenvolvimento da comunidade nativa?
(Q.5) Se sim, como você gostaria que fosse reconhecido o turismo de Caraíva?
(Q.6) Como é passado o conhecimento tradicional?

Continua...

QUESTIONÁRIO
(Q.7) Do que mais você sente falta na Caraíva de antes do turismo?
(.8) Quais os principais problemas enfrentados pela comunidade nativa de Caraíva atualmente?
(Q.9) O que poderia ser feito para melhorar a situação atual de Caraíva?
(Q.10) Quais dessas fotos mais representa a vila tradicional de Caraíva para você?
(Q.11) Quais desses ambientes sua casa possui?
(Q.12) Se pudesse escolher, qual o tipo de habitação você gostaria?
(Q.13) Caso tenha possibilidade de morar em uma vila de pescadores, como você a imaginaria?

Tabela 3. Questionário semiestruturado

Por conta do estado de pandemia pela Covid-19 e recomendações da OMS de isolamento social – além de se tratar de um território de povos e comunidades tradicionais, optou-se para a conclusão desta etapa a aplicação do questionário de forma remota (*google forms*), sendo de comum acordo com a ANAC e realizado durante o cadastro e recadastro dos pescadores tradicionais de Caraíva. Ao todo, foram entrevistados 22 nativos, mediante Termo de Consentimento Legal e Esclarecido – TCLE

3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir da aplicação do questionário, constatou-se que apenas 55% dos entrevistados moram em Caraíva, os outros, residem em Nova Caraíva e na região de Jambro, ambas no entorno imediato. Dos que vivem em Caraíva (Figura 4), 38,9 % vivem na região 2, área de expansão da antiga vila de Caraíva conhecida pelos nativos como “rua de cima”; 22,2% moram na Região 4 (Transição Caraíva/Xandó); também outros 22,2% moram na Região 1 (Rua de Baixo/beira do rio); os outros 16,7% não moram em Caraíva e nenhum entrevistado nativo mora na região das pousadas (Região 3). Para os entrevistados, tanto a parte marítima como a parte terrestre são importantes para a comunidade.



Figura 4. Regiões de Caraíva.

De acordo com a visão da comunidade, que afirma que o turismo é uma prática essencial para o desenvolvimento, gostariam que o território fosse reconhecido como um local de descanso, sossego e de apreciação das belezas naturais, seguido pela valorização da cultura local e dos conhecimentos tradicionais.

Os moradores citam também problemas recorrentes com a chegada intensa de turistas e festas que não condizem com o modo de vida e gosto local, que focam em atender uma parcela da população que não pertencem ao local. Diante disso, pensam que estudos sobre a capacidade de suporte da vila e o controle do número, bem como assegurar o território terrestre da RESEX exclusivamente para a população nativa e a comunidade tradicional que, diante do avanço do processo de gentrificação, se viram obrigados a procurarem novos meios de subsistências em outras regiões.

A partir dos resultados, foram percebidos tais padrões espaciais e de acontecimentos no local (Tabela 3):

De acordo com os moradores, 87,5% escolheram a foto de Caraíva antiga (até a década de 1980) como a imagem que mais representa a vila tradicional. Em relação ao que sentem mais falta na Caraíva antes do turismo, responderam que são do sossego/silêncio, da cultura tradicional (festas, encontros, pescaria), dos verdadeiros nativos e dos que não moram mais na comunidade



Em relação à moradia, apontaram que as casas térreas para uma família com área verde e casas mais afastadas melhor representam o modo de habitação tradicional, valorizando aspectos como hortas no terreno, quintal/varanda e área de serviço externa.



Caso tenham a possibilidade de morar uma vila exclusiva para os pescadores tradicionais, grande parte dos entrevistados responderam que a natureza preservada seria o aspecto mais importante, seguido de infraestrutura e equipamentos urbanos básicos, hortas comunitárias e residências mais próximas à beira do rio.



Tabela 3. Padrões espaciais e de acontecimento

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados e como demanda mais urgente da população nativa, recomenda-se estudos sobre a capacidade de carga e sobrecarga da vila de Caraíva, a fim de reverter o processo de gentrificação e preservar/retomar os locais e costumes tradicionais - bem como a permanência das famílias tradicionais que ainda residem e resistem na região.

De acordo com a comunidade nativa, a proibição de festas que visam atender um público externo e a valorização de um outro turismo como fenômeno social e de matriz comunitária faria com que a própria comunidade escolhesse o “tipo” de turista e as épocas propícias para a abertura das atividades, respeitando os ciclos naturais e ambientais do território e de todos os seres que nela habitam.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, L; Lemos, N. (2015) Qualidade de projeto urbanístico: sustentabilidade e qualidade da forma urbana. In: AMORIM, C. N. D. et al. Avaliação da qualidade da habitação de interesse social: projetos arquitetônicos e urbanístico e qualidade urbanística. Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB.

Bauman, Z. (2010) Capitalismo parasitário. Rio de Janeiro: Zahar.

Beni, M. C. & Moesch, M. M. (2017) A teoria da complexidade e o ecossistema do turismo. Turismo - Visão e Ação, Balneário Camboriú, 19(3), p. 430-457. DOI: <https://dx.doi.org/10.14210/rtva.v19n3.p430-457>, 2017.

Brasil. (2011) Ministério do Meio Ambiente. SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Brasília: MMA.

Fleuri, R. (2020) Paulo Freire e as cosmovisões dos povos originários. Educação Aberta, v. 7, p. 242-261.

Glass, R. (1964) Londres: aspects of change. Londres: MacGibbon e Kee.

Krippendorff, J. (2001) Sociologia do Turismo: Para uma nova compreensão do lazer e das viagens. São Paulo: Aleph.

Ferreira, M. Andrade, L. Menezes, P. (2018 a). Por um território terrestre da reserva extrativista marinha do Corumbau: o caso de Caraíva. Paranoá: Cadernos De Arqui-

tetura E Urbanismo, (22), 172-181. <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n22.2018.12>

Ferreira, M. Andrade, L. Menezes, P. (2018 b) Território Terrestre e Tradicional da RESEX Marinha do Corumbau: estudo sobre padrões espaciais na Vila de Caráiva. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, [S. l.], v. 6, n. 13, 2018 b. DOI: 10.17271/2317860461320181930. https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/cidades_verdes/article/view/1930.

Neiman, Z.; Barros-Freire, J. (2020). Percepção local acerca da aplicabilidade do Ecoturismo de Base Comunitária na RESEX Corumbau (BA). *Revista Brasileira de Ecoturismo*, São Paulo, v.13, n.3, pp. 488-515.

Santos, B. (1995) *Toward a New Common Sense: Law, Science and Politics in the Paradigmatic Transition*. New York: Routledge.

Sequera, J. (2020). *Gentrificación: Capitalismo cool, turismo y control del espacio urbano*. Madrid: Catarata.

Smith, N. (1996) *The New Urban Frontier. Gentrification and the Revanchist City*. Londres: Routledge.

Werá, K. Munduruku, D. (2019) *A arte do Bem-Viver: Conversa com Kaká Werá*. YouTube, 15 de fev. de 2019. <https://youtu.be/wJS1YbT-Lhg>

ARTIGO

A EXPERIÊNCIA URBANA E A INTELIGIBILIDADE DO ESPAÇO POR MEIO DA (RE) QUALIFICAÇÃO DE SETORES DA CIDADE

MILANI, Guilherme B.

(guilhermebiondomilani@gmail.com)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil

ROSSI, Nichele

(nichelerossi@hotmail.com)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil

RAMALHO, Nicole B.

(nicolebramalho@gmail.com)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil

LIMA, Márcia A.

(malima@unisinobrasil.br)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Requalificação urbana, inteligibilidade, legibilidade, sistemas urbanos;

RESUMO

Inteligibilidade é uma propriedade resultante da interação das pessoas com o espaço ao considerar o modo que elas entendem tal meio, portanto, está associada à orientação humana e aos sistemas de referência. Metodologicamente, trata-se de uma correlação entre conectividade e integração. Quanto maior a inteligibilidade, maior a relação existente entre a configuração e a cognição, o que aumenta a percepção de legibilidade. Assim, está associada ao conceito de legibilidade urbana, que é a “facilidade com a qual as partes podem ser reconhecidas e organizadas numa imagem coerente”. Neste sentido, a presente pesquisa propõe uma discussão sobre separação de sistemas urbanos para compreensão das partes como um todo, bem como a análise de como estes diferentes sistemas contribuem para estratégias de (re)qualificação de setores urbanos. Para isso, adota como objeto de estudo o projeto de (re)qualificação de setor urbano localizado na Avenida Unisinos, na cidade de São Leopoldo/RS. Inicialmente é realizada revisão da literatura sobre inteligibilidade, legibilidade urbana e sistemas urbanos. A seguir, foram feitos levantamentos de dados e levantamentos físicos da área e entorno, assim como pesquisa sobre os condicionantes urbanísticos e ambientais. Foi constatada a importância de separar os sistemas urbanos, tais como sistema de modais, de espaços públicos abertos, de inovação tecnológica e de desenvolvimento socioespacial, para melhor compreensão da inteligibilidade, melhorar a integração socioespacial e legibilidade urbana, o que pode contribuir para o sentimento de pertencimento e a familiaridade com o local. Por fim, pretende-se fornecer subsídios para propostas de (re)qualificação de setores urbanos, sugerindo um desenvolvimento de análise de sistemas como meio de qualificar o lançamento projetual.

1. INTRODUÇÃO

A inteligibilidade é uma propriedade resultante da interação das pessoas com o espaço, levando em consideração o modo com que elas entendem tal meio por conta da orientação humana e os sistemas de referência (HILLIER, 1996). Metodologicamente, trata-se de uma correlação entre características locais (medidas de conectividade) com as características globais do sistema (integração global). A inteligibilidade constitui uma característica física do ambiente e um importante aspecto da cognição espacial. Quanto maior a inteligibilidade, maior a relação existente entre a configuração e a cognição, o que aumenta a percepção de legibilidade. A percepção do ambiente por parte das pessoas envolve – além de medidas sintático topológicas - atributos físicos, experiências, concepções e expectativas criadas e/ou modificadas ao longo do tempo (LYNCH, 1980). Um lugar é compreendido como espaço que disponibiliza criação de identidade, relação e história, mas também aquele que possibilita que um entre-lugar, seja catalizador para ligações afetivas (GUATELLI, 1998 apud BAIARDI, 2018). Ou seja, o entendimento do ambiente urbano é resultado de processos de cognição e percepção entre o meio e o observador.

Segundo Lynch (1980), a imagem de um lugar é caracterizada por três aspectos indissociáveis, cada um com funções específicas: identidade, estrutura e significado. A identidade implica no reconhecimento de um lugar e sua diferenciação dos demais, o que permite ao lugar ser identificado como único. A estrutura trata da forma do lugar, sua coerência e das suas relações com os espaços adjacentes. Por último, o significado trata do sentido funcional ou afetivo que o lugar adquire para o observador, ou seja, da conexão da pessoa com o lugar através de ligações de ordem prática e emocional. A qualidade destes componentes facilitaria ou dificultaria o processo de elaboração da imagem ambiental e a avaliação dessa imagem influenciaria os padrões de comportamento.

Em complemento, Lynch (1980) identifica cinco elementos básicos (vias, limites, bairros, cruzamentos e marcos) que estruturam a imagem ambiental das cidades. O autor trata da qualidade visual de cidades americanas e concentra-se na qualidade visual considerada a principal qualidade urbana: a aparente clareza ou legibilidade, ou seja, “a facilidade com a qual as partes podem ser reconhecidas e organizadas numa imagem coerente”. Essa imagem seria aquela onde os elementos básicos (vias, limites, bairros, cruzamentos e marcos) são facilmente identificáveis e integráveis dentro de um esquema global, isto é, existe a noção de conjunto. Uma boa imagem ambiental dá a seu possuidor um importante senso de segurança emocional, podendo estabelecer uma relação harmoniosa entre si e o mundo exterior, favorecendo, dessa forma, o sentimento de pertencimento e a familiaridade com o lugar (LYNCH, 1980). Deste modo, a conceituação de legibilidade urbana desempenha importância para a presente discussão, pois possibilita maior inteligibilidade urbana, uma vez que reconhecer e organizar as partes numa imagem, reforça a compreensão do espaço urbano. De acordo com o mesmo autor, quando esta imagem é mentalmente evocada no observador de maneira forte, nítida e claramente estruturada, pode-se dizer que o espaço possui alta imageabilidade. Beck (2011) acrescenta que o conceito de “imageabilidade” de Lynch está relacionado à

inteligibilidade da sintaxe espacial quando as características locais de um sistema permitem antever suas propriedades globais.

A conjuntura dos aspectos que possibilitam maior legibilidade das cidades (identidade, estrutura e significado, LYNCH, 1980) atrelados à inteligibilidade urbana (cognição espacial apoiada na sintaxe espacial, HILLIER, 1996), reforçam a capacidade que elementos morfofuncionais de imagem possibilitam maior vitalidade urbana. Estes elementos, dispersos ou não no ambiente, muitas vezes entendidos como parte da ciência da complexidade urbana, devem valer das interações entre os elementos compondo derivações de ordem sistemática. Ou seja, a separação de fenômenos, problemas e/ou potencialidades em campos semânticos com semelhanças, estrutura a compreensão do todo como união de diferentes (divergentes ou não) componentes do espaço.

Possível de compreender um sistema espacial pela experiência sucessiva das suas partes, cabe realizar uma análise da separação dos condicionantes, problemas e potencialidades em campos semânticos, nesta pesquisa, denominados como sistemas urbanos. Nesse sentido, a morfologia urbana, vista como um estudo analítico da produção e modificação da forma urbana no tempo, estuda o tecido urbano e seus elementos construídos através de sua evolução, transformações, inter-relações e dos processos sociais que os geraram (DEL RIO, 1990). Por isso, a importância da forma urbana para compreender a lógica da formação, evolução e transformação dos elementos urbanos que estruturam o espaço, de suas inter-relações e a repercussão nos comportamentos sociais (DEL RIO, 1990), a fim de possibilitar-nos a identificação das formas mais apropriadas, cultural e socialmente, para intervenção na cidade.

Com base no exposto, fica evidenciada a importância da inteligibilidade, da legibilidade e dos sistemas urbanos (para melhor compreensão da cidade). Portanto, considerando os objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030, especialmente os objetivos 11 - Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, destaca-se a urgência em buscar soluções, através do desenho urbano, mais adequadas para nossas cidades. Neste sentido, a presente pesquisa propõe uma discussão sobre separação de sistemas urbanos para compreensão das partes como um todo, bem como a análise de como estes diferentes sistemas contribuem para estratégias de (re)qualificação de setores da cidade.

2. ESTRATÉGIA METODOLÓGICA E COMPREENSÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para atingir os objetivos do trabalho, utiliza-se como objeto de estudo o setor urbano localizado na Avenida Unisinos, na cidade de São Leopoldo, Região Metropolitana de Porto Alegre/RS. Inicialmente, para fundamentação, utiliza-se como método a revisão e análise do discurso de autores que refletem inteligibilidade espacial, legibilidade e sistemas urbanos. A seguir, foram feitos levantamentos de dados

físico-territoriais e socioeconômicos espaciais da área e entorno, assim como pesquisa sobre os condicionantes urbanísticos e ambientais.

Faz-se necessário destacar que a pesquisa não pretende fazer uma comprovação do fenômeno de sistematização observado, sendo que o objetivo deste trabalho é expor o entendimento de metodologias urbanas com base em informações relacionadas à configuração espacial e sistematizar diretrizes para propor uma (re) qualificação urbana estruturada nas necessidades de moradores e usuários.

2.1 SETOR URBANO – AVENIDA UNISINOS/ SÃO LEOPOLDO

São Leopoldo é um dos 14 municípios que compõem o Vale do Sinos e um dos 34 que compõem a Região Metropolitana de Porto Alegre - RMPA. O município fica a 28 quilômetros da capital Porto Alegre, sendo que 99,60% de sua área é urbana (OBSERVASINOS, 2021).

O setor urbano de estudo (Figura 1) compreende a Avenida Unisinos, (localizada ao sul de São Leopoldo, conectando a BR 116 e Avenida Mauá), bem como seu entorno e bairros próximos (Bairro Cristo Rei, Duque de Caxias, Padre Réus e São João Batista).

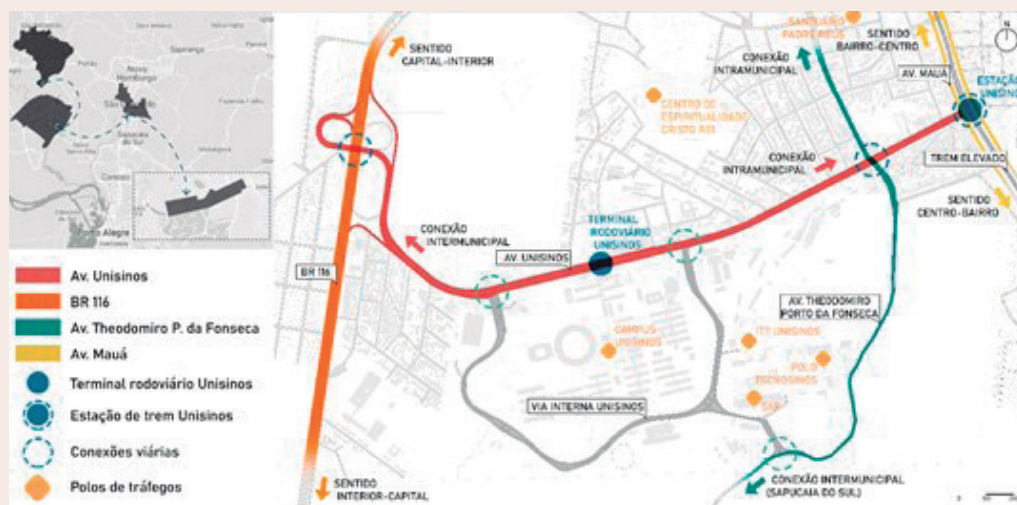


Figura 1. Localização do setor urbano analisado: Avenida Unisinos e seu entorno - São Leopoldo/RS

Após análise dos dados levantados, foi possível identificar os principais problemas e oportunidades da área de intervenção. Destaca-se, na análise morfofuncional, a predominância de quarteirões de grandes dimensões (Figura 2a) com usos uniformes, falta de térreos ativos e grande quantidade de terrenos ociosos (Figura 2b), além de vias que priorizam veículos automotores, escassez de espaços públicos abertos e falta de sensação de segurança pública. Dentre as oportunidades de projeto, destacam-se a conexão da Universidade (Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Unisinos) com o bairro, a expansão do polo

tecnológico (Tecnosinos), o potencial construtivo permitido pelo plano diretor vigente e a possibilidade de ocupação dos terrenos ociosos com usos mais diversos. Complementar a este levantamento, fora realizado um questionário a fim de verificar a percepção urbana dos moradores e usuários (estudantes e trabalhadores). O questionário continha perguntas relacionadas a usos, espaços abertos públicos e segurança pública e viária. A pesquisa foi disponibilizada entre os dias 11/03/2021 e 15/03/2021 através de plataforma online Google Forms e foi divulgada por meios digitais em grupos de conversa da cidade, onde se obteve 94 respostas.



Figura 2. a) mapa de morfologia e traçado urbano (esquerda); b) mapa fundo figura com densidade edificada (direita)

De acordo com os resultados obtidos, a maior parte das pessoas que responderam ao questionário (87,2%) considera a região mais insegura que segura quanto à criminalidade. Assim, dentre as melhorias, sugerem mais iluminação pública (81,9%), seguido pela necessidade de mais pessoas circulando nas ruas (59,6%) e maior policiamento (58,5%). A maioria das pessoas não considera os espaços abertos da região como satisfatórios, tanto em quantidade como em qualidade, o que demonstra, somado ao fato de poucas pessoas usarem os espaços abertos, a carência de locais públicos adequados. Dentre os meios de transporte que mais utilizam para o deslocamento estão os transportes motorizados: carro (38,3%), ônibus (19,7%) e trem (19,7%). As pessoas classificam como mediana a qualidade da infraestrutura viária e passeios, não se sentem seguras transitando pela região (73,4%) e acreditam que não é uma localidade acessível a pessoas com mobilidade reduzida (89,4%).

Com a fundamentação teórica, levantamento de dados, análise de condicionantes e realização de questionário, compreende-se que a área de estudo carece de um projeto de (re)qualificação urbana, visando um desenvolvimento da infraestrutura (operacional e de experiência urbana) e que promova maior sustentabilidade e vitalidade para usuários e moradores.

3. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

3.1 CONCEITUAÇÃO

Baseando-se na fundamentação conceitual teórica deste estudo, parte-se do pressuposto de que a inteligibilidade e legibilidade urbanas, caracterizadas pela capacidade do observador em identificar as diferentes partes do todo, são fundamentais para a compreensão do espaço. Desta forma, o projeto adotado como objeto de estudo, desenvolvido para atividade acadêmica Atelier de Projeto VIII, do Curso de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, propõe a separação da leitura da área por meio de diferentes campos semânticos. Cada campo foi organizado buscando semelhanças de conceitos (teóricos e práticos) e capacidade de juntar as iniciativas a se propor para a (re)qualificação. Deste modo, foram delimitados quatro sistemas (apresentados a seguir), a fim de analisar separadamente os condicionantes, abrangendo diferentes componentes urbanos.

- Sistema Modal: analisa existências e intervenções morfofuncionais no sistema viário e suas relações entre meios de transporte (motorizados ou não);
- Sistema de Inovação Tecnológica: busca a compreensão do uso de tecnologia ativa na ampliação do polo tecnológico e passiva nos demais componentes dos sistemas;
- Sistema de Desenvolvimento Socioespacial: relações que propiciem maior vitalidade urbana por meio de edificações, espaço urbano público e usos.
- Sistema de Espaços Abertos Públicos (ou Sistema de Espaços Livres): busca compreender como propostas de espaços abertos públicos (praças, parques e passeios) conectados possibilitam melhor experiência urbana sustentável;

3.2 DIRETRIZES PROJETUAIS

As diretrizes foram traçadas seguindo a delimitação proposta de quatro sistemas e a seguir serão explanadas de forma sintética.

Como diretrizes do Sistema Modal (Figura 3) propõe-se fomentar transportes não motorizados com melhoria dos passeios públicos existentes e prolongamento/ criação de ciclovia em toda a área, estruturar rotas existentes de transporte coletivo e criação de nova via coletora, a fim de ampliar a acessibilidade da Avenida Unisinos. A nova via coletora trará maior conectividade e integração do setor urbano e implicará melhor inteligibilidade. Já a organização dos modais do transporte contribuirá para maior legibilidade urbana.

O Sistema de Inovação Tecnológica (figura 4) visa abranger estratégias de consolidação do Polo Tecnológico existente (Tecnosinos) e possibilitar ampliação física da área para implantação de edificações de tecnologia e inovação. Propõe-se ainda a inserção de um Museu de Ciências Tecnológicas em edificação ociosa localizada na Avenida Unisinos e a criação de um Jardim Botânico com forte relação de pesquisa associado com a universidade. Todas essas diretrizes buscam concretizar a

relação da região com a Universidade (Unisinos) e fortalecer o caráter propício de desenvolvimento que a área possui.

O Sistema de Desenvolvimento Socioespacial (Figura 5) busca propor iniciativas que aumentem o potencial construtivo da área, utilização de terrenos e edificações ociosas com diversificação de usos a fim de reduzir a homogeneidade morfofuncional e fomentar maior integração da universidade com o entorno. Complementar, busca-se a criação de um Sistema de Espaços Abertos Públicos (ou Sistema de Espaços Livres) (Figura 6) com interligação conceitual de áreas abertas (praças), inserindo quantitativa e qualitativamente espaços com infraestrutura adequada para um desenvolvimento socioespacial e de turismo na área de estudo.



Figura 3. Diagrama de diretrizes do Sistema Modal

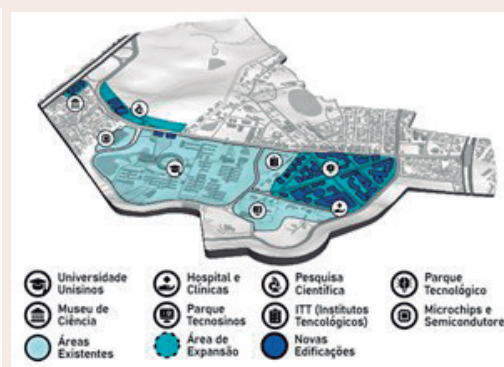


Figura 4. Diagrama de diretrizes do Sistema de Inovação Tecnológica

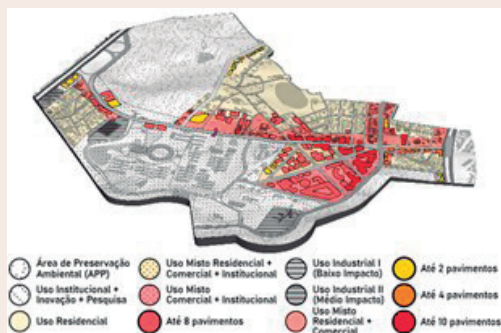


Figura 5. Diagrama de diretrizes do Sistema de Desenvolvimento Socioespacial

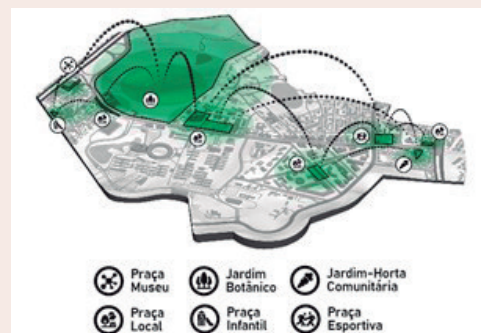


Figura 6. Diagrama de diretrizes do Sistema de Espaços Abertos Públicos

3.3 ANÁLISE DA PROPOSTA

Compreende-se que a inserção e análise de cada sistema previamente apresentado, necessita de correlações entre os mesmos, a fim de verificar e discutir as implicações que se buscam obter na área de estudo.

Por meio da compreensão da predominância dos usos institucional e residencial, existindo uma nítida deficiência de espaços abertos públicos e de lazer, reflete-se como os terrenos ociosos e grandes quadras geram sensação de insegurança e tornam a via menos propícia para a circulação de pedestres. O uso do solo, o traçado

urbano e a densificação da área estão relacionadas ao observar, morfologicamente, dimensões de quadras e comprimentos de vias. A capacidade que esses elementos desempenham sobre a legibilidade urbana adentra e reflete a proposição de evitar quadras longas, vizinhanças isoladas e possivelmente tendo as vias desassistidas pelas pessoas (JACOBS, 2003).

Ao relacionar esses princípios, a presente análise reflete a relação da capacidade de aumentar a inserção de usos, auxiliada pela intenção de densificação como meio de capacitar fisicamente e possibilitar maior senso de segurança, pela ponderação que térreos ativos dinamizam a experiência urbana, incentivam a caminhabilidade e aumentam a vitalidade urbana, além de otimizar a infraestrutura existente. Na proposta (figura 7) predominam áreas de densificação construtiva no eixo de desenvolvimento que a Avenida Unisinos possui, reduzindo gradativamente os índices conforme se afastam da mesma. Esta estratégia agrega formalmente na leitura da avenida ao marcar com edificações mais densas e de maior número de pavimentos o eixo produzido por ela.

Lynch (1980) analisa que, as vias principais de uma cidade são assim compreendidas pelas suas características e personalidade, sendo essas observadas a partir da percepção do usuário. A relação de largura da via com a percepção de hierarquia faz com que as pessoas identifiquem as ruas mais largas como sendo as principais e as mais estreitas como secundárias. Do mesmo modo, observa-se esta relação com as fachadas, que, quanto mais apresentam características que as diferem das demais, maior é a identidade do perfil viário onde situam-se. O autor complementa que outra característica marcante de vias principais é a clara percepção de origem e destino, dando senso de direção ao observador. Complementar, Hillier (2002) reflete como vias longas produzem visibilidade e inteligibilidade para a navegação na cidade uma vez que elas aumentam a acessibilidade e se apresentam mais próximas à teoria do movimento natural linear.

Tais características são encontradas na proposta da Av. Unisinos, com um início marcado junto a BR 116 (intermunicipal), com um marco de acesso ao se inserir um Museu de Ciências Tecnológicas em edificação degradada e a conectando a Av. Mauá, que adentra na cidade de São Leopoldo. As vias com maior identidade são facilmente identificadas, tornando uma imagem mais clara daquele ambiente, tornando-o legível.

Em sistemas mais inteligíveis (espaços mais integrados são mais conectados) a correlação entre integração espacial e movimento de pessoas (pedestres ou veículos) é maior (BECK, 2011). Deste modo, a ampliação do Polo Tecnológico (Tecnosinos) em área mais próxima a Avenida Unisinos, realizando um parcelamento de solo que visa seguir alinhamentos existentes das vias do entorno, faz com que campos visuais sejam ampliados e a leitura de continuidade do espaço fomente a inteligibilidade.

Portanto, o projeto adotado como objeto de estudo propôs a separação da leitura da área por meio de diferentes campos semânticos, representados a partir de quatro sistemas urbanos. Esses sistemas permitiram melhor compreensão e identificação das diferentes partes do espaço urbano contribuindo para a inteligibilidade e legibilidade urbanas. Neste sentido, Lynch (1980) evidenciou que uma boa

imagem ambiental contribui para um importante senso de segurança emocional, o que favorece o sentimento de pertencimento e a familiaridade com o lugar.



Figura 7. Proposta de (re)qualificação da Avenida Unisinos e entorno

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo trouxe, inicialmente, revisão da literatura sobre inteligibilidade, legibilidade urbana e sistemas urbanos, evidenciando a importância da separação de sistemas urbanos para compreensão das partes como um todo. Após uma breve descrição do objeto de estudo, setor urbano localizado na Avenida Unisinos, na cidade de São Leopoldo, foi proposta a delimitação de quatro sistemas – sistema modal, sistema de espaços abertos, sistema de desenvolvimento socioespacial e sistema de inovação tecnológica – para análise de como contribuem para estratégias de (re)qualificação de setores urbanos.

Na sequência, foi apresentado o projeto de (re)qualificação urbana fundamentado em diretrizes traçadas a partir da análise dos quatro sistemas, propondo uma discussão das correlações entre os mesmos como modo de compreender as deficiências e potencialidades identificadas na área de estudo e intervir de forma mais adequada. Deste modo, pode-se observar como resultado uma proposta de (re)qualificação contemplando estratégias de intervenção dentro dos quatro sistemas, abrangendo-os de forma integral e coesa. Ressalta-se que novos estudos deverão ser realizados a fim de verificar a consistência dos sistemas urbanos propostos, bem como a possibilidade de replicar em outras áreas de requalificação.

Foi verificada a importância de separar os sistemas urbanos em categorias de análise espacial, para melhor compreensão da inteligibilidade, melhor integração socioespacial e legibilidade urbana, o que pode contribuir para o sentimento de

pertencimento e a familiaridade com o local. Por fim, entende-se que este estudo pode fornecer subsídios para propostas de (re)qualificação de setores urbanos, sugerindo um desenvolvimento de análise de sistemas como meio de qualificar o lançamento projetual.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAIARDI, Y. C. L. (2018). Nó de Transporte e Lugar. Dilemas, Desafios e Potencialidades para o Desenvolvimento de um Hub Urbano de Mobilidade, Tese Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, Brasil. Disponível em <<http://tede.mackenzie.br/jspui/handle/tede/3760>>

BECK, M. P. (2011). Arquitetura, Visão e Movimento. O discurso de Paulo Mendes da Rocha na Pinacoteca do Estado de São Paulo, Dissertação PROPAP, UFRGS. Porto Alegre, Brasil. Disponível em <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/33455/000787522.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

DEL RIO, Vicente. (1990). Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento. São Paulo: Pini.

HILLIER, B. (2002). The theory of the city as an object, or how spatial laws mediate the social construction of urban space. UCL. Proceedings - 3rd International Space Syntax Symposium Atlanta 2001. Disponível em <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1029/1/hillier_city2001.pdf>.

HILLIER, B. (1996). Space is the machine: a configurational theory of architecture. New York: Cambridge University Press.

JACOBS, J. (2003). Morte e vida de grandes cidades. Tradução Carlos S. Mendes Rosa. São Paulo: Martins Fontes.

LAMAS, J. M. R. G. (2004). Morfologia urbana e desenho da cidade. 3ª Ed. Porto: Fundação Calouste Gulbenkian/ Fundação para a Ciência e Tecnologia.

LYNCH, K. (1980). A imagem da cidade. São Paulo: Martins Fontes.

OBSERVASINOS. São Leopoldo. IHI. Disponível em <<http://www.ihu.unisinos.br/observasinos/vale/sao-leopoldo>>.

ARTIGO

FORTALECENDO PRÁTICAS COMUNITÁRIAS SOCIOECOLÓGICAS PARA SUSTENTABILIDADE LOCAL

ROCHA, Heliana Faria Mettig

(helianamettig@ufba.br)

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

MOREIRA, Diego Santos

(dmoreira921@hotmail.com)

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

SANTOS JUNIOR, Erivan de Jesus

(sannarchi@gmail.com)

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

GUEDES, Daniele de Oliveira

(daniele_oliveiraguedes@hotmail.com)

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Convergência socioecológica, Infraestrutura verde, Práticas comunitárias.

RESUMO

O cenário de um conjunto habitacional do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) parcialmente implantado em Igrapiúna, uma cidade pequena do Estado da Bahia, não é muito diferente do que foi reproduzido por todo o Brasil. Em terreno afastado do centro urbano, com infraestrutura básica mínima, baixa mobilidade, nenhuma acessibilidade e inexistência de planejamento e projeto para as áreas verdes e livres entre as unidades habitacionais. Por outro lado, as 30 famílias que foram instaladas vêm desenvolvendo iniciativas de cuidado coletivo no entorno das residências, por meio de ações de manutenção das áreas de uso comum, buscando qualificação na pavimentação, iluminação, segurança e técnicas de plantio agroflorestais. Estas práticas apresentam características emergentes de resiliência local, frente às demandas não atendidas pelo governo e, sobretudo, atitudes de resistência em prol do direito à cidade. A proposta deste artigo é apresentar uma experiência projetual desenvolvida para esta situação-problema, no âmbito de um workshop virtual promovido pela Faculdade de Arquitetura da UFBA no 2º semestre de 2020, quando a pandemia do covid-19 implicava em isolamento social e não presencialidade. A metodologia utilizada envolveu uma pesquisa a dados secundários sobre a região, a presença de um morador local na equipe e diálogos remotos. A apreensão do lugar foi baseada na identificação das práticas locais, buscando entender questões prioritárias e soluções compatíveis com futuras ocupações, respeitando os usos pré-existentes. Foi desenvolvido um zoneamento, com proposições que contemplavam questões levantadas sobre a possibilidade de geração de autonomia alimentar e de renda para os moradores, ao incorporar áreas agricultáveis, de lazer, de conservação e de venda do excedente. Incorporando à problemática as dimensões integradas de saúde, renda, segurança e mobilidade, foi apresentado o projeto de um abrigo multifuncional que reunia a funcionalidade de ponto de ônibus, ponto de higienização, exposição e venda de alimentos, em local estratégico para a segurança da comunidade.

1. INTRODUÇÃO

O contexto socioambiental urbano das cidades brasileiras se encontra muito impactado por questões sociais e ambientais recorrentes. Dentre os principais fatores que retroalimentam a precariedade, vulnerabilizando comunidades e territórios, está o fato de que as políticas públicas que deveriam promover o interesse social e coletivo, acabam por funcionar como dispositivos que mantêm o poder econômico de poucos, alinhando os setores políticos hegemônicos aos interesses econômicos neoliberais.

Em contrapartida, outros setores, não hegemônicos, avançam em práticas locais que buscam alternativas às lacunas das políticas públicas existentes. Muitas vezes, estas são invisibilizadas pelo seu alcance local e comunitário, não significando que sejam menos importantes nos processos de transformação socioespacial e desenvolvimento local.

Segundo Löwy¹ (2015), as práticas socioecológicas emergentes são universais e independem da questão de classe ou contexto sociopolítico. Além disso, são convergentes em relação à auto-organização pela base (autogestão), por uma espécie de democracia direta nos processos decisórios relativos às questões sociais e ambientais.

Dentre os aspectos mais relevantes encontrados nestas práticas emergentes, o enfoque na formação de comunidade e no vínculo com a natureza, reforçam esta interdependência, que possibilita promover convergência entre questões sociais e ambientais nas ações locais, muitas vezes não contempladas em intervenções urbanas de projetos públicos (Rocha, 2017).

Nesse artigo, a pesquisa sobre práticas socioecológicas, que vem sendo desenvolvida ao longo dos últimos cinco anos pelo Grupo de Estudos em Práticas Socioecológicas, no âmbito do LabHabitat² e, mais recentemente, junto à LAIPS³, vem desenvolvendo uma abordagem socioecológica para projetos urbanos, no sentido de reconhecer e analisar essas práticas emergentes em lugares de moradia e convívio como potenciais de transformação do ambiente construído.

O fortalecimento dessas práticas comunitárias em conexão com a natureza, foi experienciada por meio da assessoria técnica de estudantes de Arquitetura e Urbanismo, no processo de participação do *Workshop Online* de Projeto FAUFBA 2020, por um caminho metodológico de sensibilização cartografando a ação das pessoas envolvidas e das relações estabelecidas destas com a natureza, incorporando as demandas relacionadas ao enfrentamento do coronavírus no ano de 2020. O processo de projeto também buscou contribuir com a sustentabilidade local, ao incluir

1 Michael Löwy é um pensador marxista brasileiro radicado na França, onde trabalha como diretor de pesquisas do *Centre National de la Recherche Scientifique*.

2 LabHabitat - Laboratório de Habitação e Cidade. Linha de Pesquisa Ambiente Construído, PPGAU/UFBA.

3 LAIPS - Liga Acadêmica Interdisciplinar em Práticas Socioecológicas, Faculdade de Arquitetura - UFBA.

questões como a ampliação da autonomia para segurança alimentar, mobilidade, acessibilidade e geração de renda, dentre outros aspectos que visam melhores condições de vida e de moradia, no seu sentido mais amplo.

Esta abordagem possibilita sensibilizar e promover o resgate da ambiência dos espaços os tornando mais humanizados, a partir de valores de solidariedade, confiança mútua, simplicidade voluntária e, acima de tudo, alteridade, o que envolve reconhecimento, compreensão e aprendizagem com as diferenças, respeitando o outro em sua singularidade individual em meio a processos coletivos.

2. FUNDAMENTAÇÃO HISTÓRICA E TEÓRICA

2.1 POLÍTICA NACIONAL DE HABITACIONAL E O DIREITO À MORADIA

A construção de um debate que ganha força a partir dos movimentos sociais urbanos ao longo das últimas décadas, vem certificando uma nova ética social que politiza a discussão sobre a produção de cidades, formulando um discurso responsável em que o direito à cidade, ou ao acesso à cidade, deve ser um direito a todas as pessoas que desejam e necessitam explorar as suas potencialidades, longe de toda e qualquer segregação. Desse modo, as reflexões mais coerentes com os conceitos de cidades mais inclusivas passaram a incorporar a ideia de cidade acessível a todas as pessoas, habitação adequada, além de garantir alcance da população aos serviços públicos, educação de qualidade, mobilidade, e direito à vida.

Nesse sentido, o contexto da habitação social no país é marcado por um longo período de luta e resistência dos variados setores da sociedade que articularam o movimento pela reforma urbana desde a década de 1960, resistindo aos impactos de violência e opressão sofridos durante a ditadura militar (1964-1987). A partir da organização popular em movimentos de resistência ao sistema ditatorial instalado foi possível derrubar este sistema de governo e iniciar um novo período de democracia no país, com a publicação da Constituição Federal Brasileira de 1988.

Desde então houve um expoente crescimento nas conquistas relacionadas à cidade até a década de 2000, com a incorporação do processo de participação e da função social da propriedade na Constituição Federal, no Estatuto da Cidade em 2001 (Lei Federal nº 10.257/01) e nos Planos Diretores das cidades; a criação do Ministério das Cidades em 2003, e do Conselho das Cidades em 2004; e em 2005, a aprovação do projeto de lei de iniciativa popular para o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social (FNHIS), quando o país passa a ter um Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), peça chave para a implementação de uma política nacional com o objetivo de proporcionar habitação para a população de baixa renda e combater a exclusão territorial.

O Estado ao assumir como responsabilidade as demandas de habitação provocou a ampliação de políticas públicas que garantiam o direito à moradia a muitas famílias, como o Programa Crédito Solidário, em 2006, e o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), em 2009. Este último estabeleceu um tratamento especial sobre a regularização fundiária de interesse social, contendo procedimentos e novos instrumentos como a demarcação urbanística e legitimação de posse para simplificar e viabilizar a regularização fundiária de assentamentos de baixa renda. No entanto, autores como Maricato (2011) e Gordilho-Souza (2014) analisam criticamente que o arranjo executivo deste programa foi orquestrado entre governo federal e interesses do setor imobiliário, comprometendo as reivindicações dos movimentos por moradia digna, assim como a qualidade da moradia em seus diversos aspectos. É neste contexto que se insere o conjunto habitacional construído na cidade de Igrapiúna, região do Baixo Sul na Bahia, como mostra a Figura 1 abaixo.

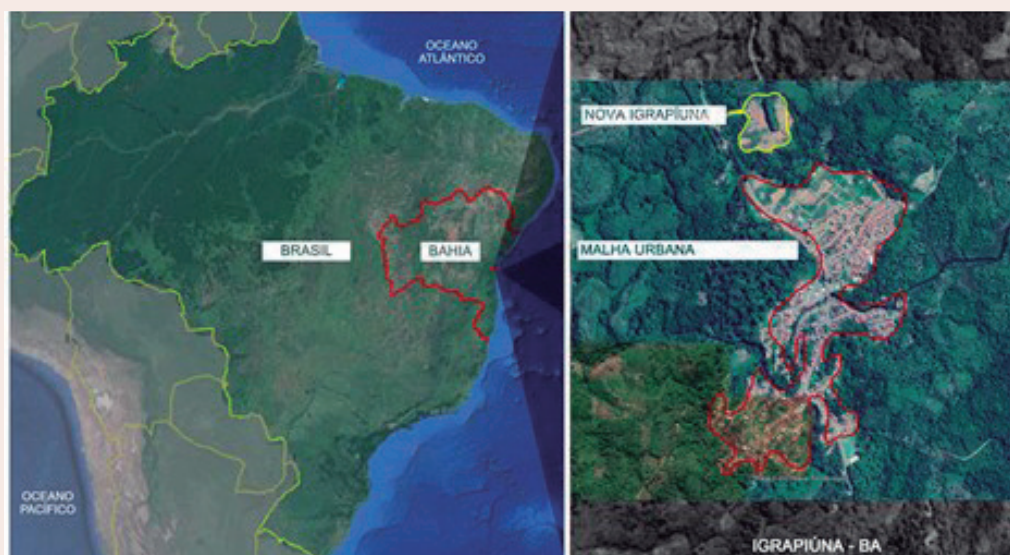


Figura 1. Localização do município de Igrapiúna, na região sul da Bahia.

2.2 O TERRITÓRIO, SEU ENTORNO E AS POLÍTICAS INCIDENTES

Igrapiúna é um município litorâneo no interior da Bahia, localizado no território de identidade Baixo Sul. Faz fronteira ao norte com o município de Ituberá, que possui uma intensa produção de cravo da índia (*Syzygium aromaticum*) e piaçaba (*Attalea funifera*) e ao sul com o município de Camamu, que entre os produtos agrícolas cultivados encontra-se o cacau. Em Igrapiúna a produção de látex, matéria prima usada na produção de borracha, extraído da seringueira (*Hevea brasiliensis*) é a cultura mais presente, embora seja possível encontrar ao longo de todo o município cacau-cabruca e outros sistemas agroflorestais (Alves, Santos Júnior, 2021).

Existe na região um monopólio na produção de borracha (Porto, 2019), sendo as duas grandes indústrias que fazem o beneficiamento dessa cultura, a Agro Industrial e a Plantações Michelin da Bahia (PMB), esta com extensas propriedades destinadas para a heveicultura. Os 10 mil hectares de terras pertencentes à filial desta empresa francesa estendem-se pelo município de Igrapiúna, em uma ocupação que começa em 1983, quando a Firestone que já investia em seringueiras no local desistiu do empreendimento e vendeu as terras para a Michelin (Lima, 2011). Aproximadamente 3 mil hectares são para a conservação, preservação e restauração de floresta nativa do bioma de mata atlântica. Além disso, havia cerca de 10 vilas espalhadas pela propriedade da PMB com objetivo de abrigar, nas proximidades, os operários que atuavam na produção do látex desde o plantio da seringueira até a sangria (Alves, Santos Júnior, 2021).

Ao longo dos anos, algumas dessas vilas foram demolidas para ampliação espacial da área de produção da borracha. Alguns moradores dessas vilas foram remanejados para outras vilas, outros para os centros urbanos. Nesse momento, a Caixa Econômica Federal, Prefeitura de Igrapiúna e Plantações Michelin da Bahia firmaram um acordo para priorizar a cessão de casas construídas pelo PMCMV, para os operários que não possuíam casas próprias. O loteamento onde o projeto foi executado pertencia à Michelin e foi repassado para o município como parte desse acordo, passando a se chamar Nova Igrapiúna.

O projeto do PMCMV para este município previa mais de 200 casas destinadas à famílias de baixa renda, operários e ex-operários da Michelin. Contudo, as obras estão paradas a mais de 10 anos e o montante de casas entregues/construídas não chega nem a 15% do total previsto. Recentemente a Prefeitura de Igrapiúna, sem consulta pública, resolveu doar os terrenos onde seriam assentadas as outras casas previstas pelo projeto original, deixando sob a responsabilidade dos novos proprietários a construção desassistida de suas casas.

Diante disso, os moradores que há pelo menos 10 anos se apropriaram das dinâmicas que foram estabelecidas nas relações entre vizinhança e a natureza no território, temem que a ocupação desordenada nessas áreas acabe por gerar uma desapropriação dos residentes e apagamento dos seus modos de vida.

Nas vilas, geralmente muito distante dos centros urbanos, os funcionários se apropriam do solo para cultivo e para a criação de animais. Associados às casas cedidas pela indústria, encontram-se pequenos abrigos improvisados pelos moradores, onde são montados espaços para depósitos de materiais diversos e fornos à lenha para o cozimento de alimentos. Essas características de uso do espaço atravessam este inacabado conjunto de habitação de interesse social, que embora mais próximo do centro urbano, está carregado de hábitos rurais (Alves, Santos Júnior, 2021).



Figura 2. Uso do solo e práticas locais. A - Horta; B - Único acesso à comunidade; C - Pomar; D - Conserto de buracos na pista.

Estas condições remetem à qualidade de vida desses moradores que já incorporaram práticas de cuidado com a terra e plantio para complementação alimentar, utilizando recursos próprios e habilidades adquiridas ao longo da vida. Incorporam um modo de vida de interdependência com a natureza. Esta realidade considera relações entre o próprio sujeito, o grupo social em que se encontra e o ambiente, com interrelações intrínsecas à sua subsistência e permanência no lugar. Estas relações envolvem as ecológicas mental, social e ambiental, trabalhadas por Guattari (2012), quando trata do paradigma ético-estético, articulado pela ético-política, ao interrelacionar a qualidade de vida com a saúde mental, física e social. O aspecto do cuidado que norteou este trabalho, portanto, foi de não perder e sim proporcionar a manutenção do modo de vida local, de forma a reconhecer e fortalecer as práticas socioecológicas existentes, visando promover a sustentabilidade local, nas dimensões da economia, saúde, social e ecologia, com sua complexidade de interrelações. A proposta, portanto, surgiu para assegurar este fortalecimento das práticas locais, configurando-se o que se pode chamar de projeto engajado (Rocha, 2017).

2.3 O CONJUNTO HABITACIONAL E AS PERCEPÇÕES DO HABITAR

O cenário do Conjunto Habitacional Nova Igrapiúna do PMCMV, parcialmente implantado em Igrapiúna, distante 180 km da capital Salvador, não é muito diferente do que foi reproduzido por todo Brasil. Localiza-se em terreno afastado cerca de 1 km do centro urbano, com infraestrutura básica mínima, baixa mobilidade, nenhuma acessibilidade e inexistência de planejamento das áreas verdes e livres entre as unidades habitacionais.

As hortas familiares e roças são bastante comuns, sendo os moradores também os responsáveis pelo plantio dos seus próprios alimentos, configurando práticas socioecológicas que podem intensificar a soberania alimentar, e melhorar a qualidade de vida local, seja pela disponibilidade de alimentos produzidos organicamente ou pela melhora na atmosfera devido aos sistemas agrofloretais adotados.

A omissão cotidiana dos órgãos públicos, condiciona os moradores que, sem assistência técnica, a decidir entre si o que é melhor para o bairro. São eles os responsáveis pelo paisagismo, pela construção dos espaços de socialização, esporte e lazer, bem como da construção de hortas familiares, dentre outros modos de organização, moldando o interesse de transformar o bairro num sistema de gestão condominial a fim de conseguirem forças para reivindicar o apoio que a prefeitura não dispõe, e evitar futuras ocupações irregulares.

As 30 famílias que foram instaladas vêm desenvolvendo iniciativas de cuidado coletivo no entorno das residências, por meio de ações de manutenção das áreas de uso comum, buscando qualificação na pavimentação, iluminação, segurança e técnicas de plantio agrofloretais.

3. RECONHECIMENTO E ANÁLISE DO LUGAR

O processo metodológico envolveu pesquisa sobre dados socioespaciais e econômicos da região, sob orientação remota de docentes e tutores de pós-graduação pela plataforma *Discord*, além da participação de um morador do bairro em estudo na equipe de estudantes de Arquitetura, que acumulava experiência sobre o lugar.

A pandemia do coronavírus impossibilitou a realização de atividades presenciais, por motivos de distanciamento social, dessa forma, a pesquisa se desenvolveu com o apoio de um morador pertencente a comunidade local, o mesmo que trouxe como demanda a necessidade de planejamento que o lugar almeja, e que proporciona a aproximação com o espaço. Esta metodologia converge com as visões da Ana Clara Torres Ribeiro (2014) ao afirmar que mais importante do que aprender sobre o outro, é aprender com o outro, de modo que as visões dos habitantes e os saberes adquiridos ao longo da vida no território são extremamente significativos para conhecer as demandas reais do lugar e de quem nele habita.

Inicialmente buscou-se analisar esse território em escala macro, observando as relações com o município do qual faz parte, e aos poucos o foco se voltou para a escala do bairro e as dimensões do indivíduo. O objetivo aqui, é entender como se comportam os vários agentes formadores deste espaço, desde os climáticos e ambientais até os antropológicos, para, enfim, propor um planejamento que dialoga com a realidade cultural local.

Nas análises ampliadas, se faz possível perceber a forte relação agrícola que as comunidades dessa região apresentam com os espaços verdes e livres, bem como, com as vastas zonas onde repousam remanescentes do bioma de mata atlântica

em configurações geográficas variadas. Entre morros e planícies, diferentes hábitos moldam esses espaços (Alves, Santos Junior, 2021). Em Nova Igrapiúna, essa vastidão de usos pode ser percebida ao norte, leste e oeste do bairro onde encontra-se parte das plantações de seringueiras da indústria de látex da Michelin, entre morros e vales. No sudoeste, sul e sudeste, remanescentes de mata atlântica beiraram um rio que desce no sentido noroeste para sudoeste.

Considerando os fatores ambientais e climáticos da região com os hábitos e práticas dos moradores, analisa-se o quão intensa é a sociobiodiversidade. A exemplo disso, em Nova Igrapiúna, nas pequenas plantações de hortaliças e frutas destinadas para o consumo próprio, presentes entre as plantações de seringueiras e mata nativa, se afirmam essas relações entre os vários agentes formadores do espaço (civis, ambientais, climáticos e corporativos).

A partir da compreensão de que as condições ambientais interferem nas dinâmicas dos moradores, e entendendo que, ao longo do ano, as diferentes características climáticas garantem conformações ambientais diferentes para os espaços, bem como, sabendo que disso resultam novas necessidades para os diversos componentes nestes ambientes, buscou-se entender as ações de uso do espaço descritas anteriormente e como esses hábitos se desenvolvem ao longo do ano. É nesse processo que é possível perceber que as estações do ano alteram drasticamente as dinâmicas do bairro, e da região, em contexto mais amplo, gerando períodos de seca e cheia, como são conhecidos aqueles momentos em que a quantidade de chuva aumenta ou reduz, causando inundações ou redução nos volumes dos rios, que alteram os espaços onde as plantações de hortaliças acontecem.

4. DISCUSSÃO

Nesse contexto, surgiu a seguinte questão que se pretendeu responder ao decorrer das reuniões realizadas no *Workshop* Online de Projeto, promovido pela Faculdade de Arquitetura da UFBA, no segundo semestre de 2020: - De que forma podemos contribuir para que esse bairro possa organizar suas práticas coletivas e individuais, valorizando as práticas comunitárias, tornando mais eficiente sua produção e minimizando a necessidade de insumos externos ao bairro, ou seja, a potencialização do autossustento da comunidade de forma organizada?

Estas práticas emergentes de resiliência local frente às demandas negligenciadas pelo poder público caracterizam-se, sobretudo, por ações em prol do direito à cidade.

A experiência projetual desenvolvida para esta situação-problema, buscou provocar olhares atentos para novos modos de análises e proposições inovadoras para produção de cidades mais sustentáveis, inclusivas, e participativas, por meio das interrelações entre agentes da comunidade, poder público e, por que não, até mesmo dos interesses privados de empreendimentos industriais.

Diante disso, foi realizado um levantamento das práticas socioecológicas emergentes que, orientaram a identificação de padrões de uso do solo existentes, validados pelo conhecimento do lugar por parte de um membro da equipe. As dimensões

social, ambiental e as singularidades das práticas locais, foram compreendidas também ao relacionar com as condicionantes da realidade econômica e política do município. Essa leitura integrada foi possibilitada pela técnica do biomapa que facilita registrar em um único mapa diferentes temas, um plano preliminar de apropriação e uso do solo que integra a realidade local.

A apreensão do lugar foi baseada na identificação das práticas locais, buscando entender questões prioritárias e soluções de planejamento para futuras ocupações, respeitando os usos pré-existentes, os quais foram identificados na primeira etapa do projeto.

5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O projeto foi se desenvolvendo em 4 etapas, tendo como objetivo principal a elaboração de uma proposta para dar apoio às medidas preventivas para o enfrentamento ao covid-19, evitando a necessidade de deslocamento das pessoas para os grandes centros urbanos.

A primeira etapa foi o levantamento de dados e necessidades. Compreendemos que o que era demandado pelos moradores ultrapassava a prioridade do *Workshop*, pois o bairro subsiste ao descaso da gestão pública, que implantou parcialmente um projeto de habitação social do PMCMV, iniciado em 2009 e não concluído, sem atender nem a metade da população prevista.

Além disso, a cidade vem avançando para além dos limites do bairro, o que gera temor aos moradores em perder as hortas implantadas ao longo do tempo que, tanto contribuem como parte de seus rendimentos, como na manutenção de uma alimentação saudável. Foi notada a necessidade de desenvolver um levantamento de usos do território, visando um planejamento urbano que garanta a manutenção de remanescentes da mata atlântica existente, assim como, prevenir a ocupação irregular sobre as hortas e roças dos moradores atuais.

Para tanto, na segunda etapa foi desenvolvido um biomapa, ferramenta que auxilia a mapear as características ambientais, sociais e culturais do bairro, com o objetivo de compreender, visualmente, como acontecem as relações entre moradores e o território. Nesse momento, foi possível perceber que a dinâmica local também está diretamente relacionada com fatores climáticos, uma vez que a existência de um rio nas proximidades, e as hortas estarem nas suas margens, estas são perdidas quando há inundações em épocas de chuvas fortes, embora isso não seja um empecilho para plantar outras culturas mais resistentes a inundações e continuar garantindo a segurança alimentar pelos moradores. Foram mapeadas as áreas de agricultura, lazer, habitação, inundações e mata atlântica.

Na terceira etapa, os dados obtidos nas etapas anteriores foram correlacionados para encontrar as soluções viáveis a curto prazo que poderiam reduzir os impactos sociais e ambientais recorrentes no local, relativos ao descaso do poder público, do avanço da ocupação urbana desordenada, da falta de manutenção e preservação das boas práticas locais e da mata atlântica. Após o biomapa e a representação do

zoneamento com o uso e ocupação do solo, apresentados na Figura 3, ficou clara a ordenação de novos loteamentos, o que exigiria um estudo mais aprofundado para esta proposta. Desse modo, definitivamente, o abrigo multifuncional surgiu como o projeto mais viável para ser desenvolvido durante o *Workshop*. Seu objetivo incluiu, entre outras funcionalidades, um espaço para higienização das mãos, o uso como ponto de ônibus e barraca de feira, viabilizando o comércio local dos produtos orgânicos cultivados no bairro, ao possibilitar maior visibilidade, para impulsionar a venda e o fluxo de pessoas em lugar arejado, considerando o pós-pandemia, sendo de fácil execução e replicação por qualquer pessoa que tenha acesso ao projeto.

Foi desenvolvido um zoneamento, com proposições que contemplavam questões levantadas sobre a possibilidade de geração de autonomia alimentar e de renda para os moradores, ao incorporar áreas agricultáveis, de lazer, de conservação e de venda do excedente, com o objetivo de orientar a organização do território e fortalecer as práticas locais, atendendo às demandas comunitárias, integrando a diversidade de ocupações futuras e o equilíbrio ecológico. Nesse zoneamento, uma área de transição foi criada para possibilitar um fluxo controlado em um período de pandemia.

Enfim, na quarta etapa, aconteceram as discussões sobre a viabilidade e execução das propostas escolhidas, buscando entender, a partir dos dados e possibilidades encontradas, como seria realizar o projeto usando poucos recursos econômicos e aproveitando a materialidade disponível no município. Nesse momento, a segunda etapa teve papel fundamental, pois para além da escolha do material que iria materializar o projeto, foi importante identificar o local onde este seria implantado. Ou seja, afastado de qualquer área inundável ou já utilizada para outra finalidade, mas próxima da entrada e saída dos moradores no bairro, e ainda, com a facilidade de ser modular.



Figura 3. Biomapa e proposta de zoneamento da área, com base nos padrões de usos encontrados.

O projeto⁴ de abrigo integrou a utilização de material biodegradável, como a madeira de reflorestamento, e material reciclado, incluindo o uso de telhado com material *tetrapak* e madeira para os apoios estruturais. Este foi localizado no único acesso ao bairro, podendo receber as instalações de ponto de higienização, ser facilmente montado e multiplicado por moradores, principalmente, aqueles que tenham acompanhado a montagem de um primeiro abrigo como protótipo.

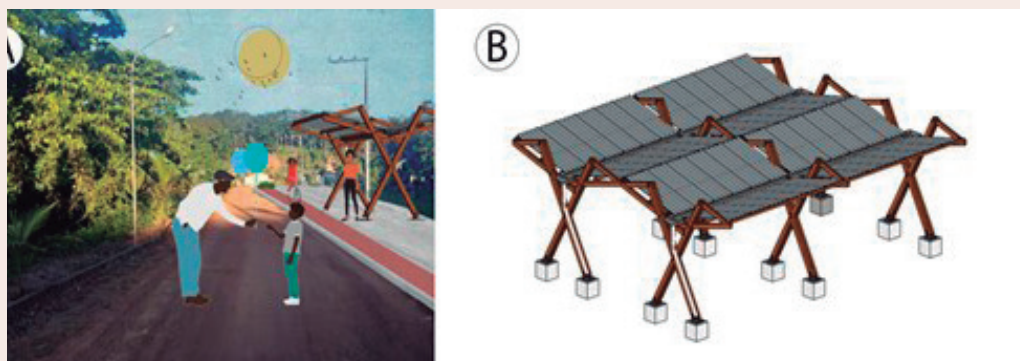


Figura 4. Perspectiva do abrigo multifuncional.

A cobertura possui um telhado com duas águas em forma de borboleta, com área de 20 m², sendo possível alocar, em um único módulo, duas pessoas quando for utilizado como feira e, até quatro pessoas, para fins de utilização como ponto de ônibus. Por estar localizado na entrada do bairro, os moradores e visitantes que possam chegar, terão como higienizar seus itens e mãos antes mesmo de chegarem às casas, reforçando a barreira de proteção contra o coronavírus.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Incorporando à problemática as dimensões integradas de saúde, renda, segurança e mobilidade, foi apresentado o projeto de um abrigo que reúne as funcionalidades de ponto de ônibus, ponto de higienização, exposição e venda de alimentos, em local estratégico para a segurança da comunidade no período da pandemia, bem como, para o pós-pandemia, ao garantir a permanência das áreas existentes utilizadas para produção de alimentos, junto às práticas locais que geram autonomia alimentar e renda.

Destaca-se que esta experiência projetual, além de trazer uma alternativa viável para uma ação de fortalecimento da sustentabilidade local por parte dos moradores, também pretende provocar o poder público e o interesse privado de grandes empreendimentos industriais, visando criar um novo olhar para as demandas locais, ou mesmo, um novo contrato social que inclua ações que precisam ser tomadas para a redução dos conflitos sociais e ambientais recorrentes nesta região, com vistas à produção de cidades mais sustentáveis, inclusivas e participativas.

4 O projeto foi apresentado no *Workshop* Online de Projeto FAUFBA 2020 por meio de um vídeo, podendo ser acessado pelo link: <https://youtu.be/xkaZxdv5ndQ>.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, M.R. da S.; Santos Junior, E. (2021). Lutas e resistências no território de identidade Baixo Sul/BA: (re)descobrimientos. In: I CIEP, 2021, Maceió. I Congresso Internacional Estudos da Paisagem.

Gordilho-Souza, A.; Carvalho, I.; Silva, S.; Pereira, G. (2014). Metrôpoles na Atualidade Brasileira: transformações, tensões e desafios na Região Metropolitana de Salvador. Salvador: EDUFBA.

Guattari, F. (2012). *As Três Ecologias*. [Tradução de Maria Cristina F. Bittencourt] Revisão da tradução Suely Rolnik. 21ª.ed. Campinas: Papyrus.

Lima, P. H. S. O circuito espacial da produção de seringueira: A tecnologia e a Michelin como principal agente do circuito. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2011.

Löwy, M. (2015). *Ecosocialism: A Radical Alternative to Capitalist Catastrophe*. Chicago: Haymarket Books.

Maricato, E. (2011). *O Impasse da Política Urbana no Brasil*. São Paulo: Editora Vozes.

Porto, J.R.S. (2019). A expansão do turismo, conflitos territoriais e resistência quilombola no Baixo Sul da Bahia. *Revista Del Cesla*. Polónia: Uniwersytet Warszawski, pp. 301-329.

Ribeiro, A.C.T. (2014). *Teorias da Ação*. Rio de Janeiro: Letra Capital.

Rocha, H.F.M. (2017). *O Lugar das Práticas Comunitárias Emergentes: caminhos de convergência socioecológica em projetos urbanos*. (Tese de Doutorado). PPGAU/UFBA.

AGRADECIMENTOS

Aos professores que participaram do Workshop Online de Projeto FAUFBA 2020, Sérgio Ekerman, Robério Coelho, Sanane Sampaio, Thais Portela, Eduardo Prado, aos estudantes da pós-graduação como tutores Solange Valadão e Carmélia Clough, e em especial aos integrantes da nossa equipe que também desenvolveram o projeto, Danilo Fernandes, Natália Maria, e Catarina Dourado.

ARTIGO

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE URBANA *VERSUS* ESPAÇOS PÚBLICOS VERDES E RECREATIVOS

LUGÃO, Layra Ramos

(layra.lugao@aluno.ufes.br)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

ALVAREZ, Cristina Engel de

(cristina.engel@ufes.br)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Sustentabilidade urbana, Indicadores de avaliação, Espaços públicos.

RESUMO

O processo de desenvolvimento urbano tornou-se uma das questões mais importantes no que diz respeito à relação do homem com a natureza. A ocupação da área urbana, associada ao crescimento populacional, conduz a uma série de alterações no meio ambiente natural e construído. Considerada uma das regiões mais urbanizadas do mundo, o contexto urbano dos países latino-americanos se caracteriza pela precariedade de serviços básicos e os moradores sujeitos à exclusão espacial. A presente pesquisa trata da necessidade de ponderar a relação de heterogeneidade de uma determinada região na avaliação da sustentabilidade urbana considerando o contraste das cidades. Este artigo apresenta os resultados da aplicabilidade de indicadores de sustentabilidade urbana para avaliação de espaços públicos verdes e recreativos em áreas de diferentes níveis socioeconômicos por meio de um estudo comparativo de duas regiões da cidade de Vitória (ES). A pesquisa também é embasada em estudos anteriores sobre as ferramentas de avaliação da sustentabilidade urbana apropriadas ao contexto latino-americano, com destaque para a BID, ISO 37120:2014, SBETool e a metodologia dos indicadores proposta aos espaços públicos. Observa-se ainda que a análise de distribuição espacial permite a correlação direta entre áreas públicas verdes e recreativas com os índices socioeconômicos. Pode-se afirmar que os indicadores devem ser flexíveis o suficiente para captar as diferenças na urbanização por meio do aprimoramento da avaliação tradicional com a ponderação dos aspectos críticos e complementação de dados, visando a efetiva inserção dos aspectos sociais e econômicos na avaliação da sustentabilidade urbana.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as regiões em desenvolvimento do mundo, a América Latina é caracterizada pela desigualdade nos âmbitos social e econômico. A distribuição desigual de recursos e infraestrutura impacta negativamente a vida dos moradores e torna-se um empecilho para a promoção da sustentabilidade nestas cidades (COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 2019). Diante do crescimento da população urbana em uma morfologia consolidada, buscaram-se novas ocupações do espaço que garantam a eficiência urbana com qualidade de vida e menores impactos ambientais (BORGES; BRITTO; NUNES, 2018).

As oportunidades para a redução da pobreza e a melhoria nos serviços básicos se encontram, normalmente, nas cidades. De acordo com Anguelovski, Irazábai-Zurita e Connolly (2018), a inclusão dos anseios de cidadãos de baixa renda no uso territorial ainda é um dos desafios no planejamento que busca a sustentabilidade, destacando-se que a distribuição dos espaços verdes nos bairros pode intensificar as desigualdades socioespaciais. Os residentes supracitados são os que possuem as maiores necessidades advindas dos espaços verdes, desde benefícios econômicos aos de lazer (WENDEL; ZARGER; MIHELICIC, 2012). Como agravante, o crescimento populacional urbano direciona à uma demanda de infraestrutura que interfere na presença de áreas com vegetação nas cidades e ameaça aos existentes (DE LA BARRERA; REYES-PARCKE; BANZHAF, 2016).

O sistema de espaços livres é composto pela relação de áreas sem edificações em um recorte urbano, sendo constantemente adaptado às demandas dos usuários e à gestão dos aspectos sociais, econômicos e ambientais nas cidades. Para a qualificação efetiva do meio urbano, entende-se que a inserção de vegetação e áreas permeáveis possui maior relevância quando há a sistematização dos espaços livres em suas diferentes funções, abrangendo o âmbito público e privado (QUEIROGA, 2014). De modo semelhante, para este estudo, adota-se o conceito de Borges, Brito e Nunes (2018) que entende o termo “áreas verdes” usado para diferentes tipos de espaços urbanos abertos e acessíveis, sem abranger elementos vegetais de calçadas.

Nos espaços urbanos, a vegetação adequada fornece sombra para a redução do calor, amenização da exposição ao ruído e à poluição do ar e, além disso, os espaços verdes públicos estimulam as interações sociais e atividades físicas (WANG; LAN, 2019). A ONU-HABITAT (2015) aponta ainda os benefícios desse contato com a natureza, presente nos espaços verdes, para a saúde mental da população. Nesse mesmo sentido, os parques municipais, também configurados como local de conservação ambiental, podem propiciar a socialização dos cidadãos e a contemplação da natureza, agregando cada vez mais as funcionalidades de lazer voltadas ao esporte e à cultura (CARDOSO; FIGUEIREDO, 2018).

De la Barreira, Reyes-Parcke e Banzhaf (2016) afirmam que os espaços públicos verdes podem apresentar tamanhos relacionados à diversidade de serviços ecossistêmicos oferecidos, assim como diferentes proporções de superfícies impermeáveis e cobertura vegetal, que auxiliam na análise individual de sua qualidade, funcionalidade e acessibilidade. A qualidade dos espaços públicos depende, tam-

bém, de sua integridade com a paisagem, do impacto de projetos inovadores e das preferências dos vizinhos (YAO et al., 2014). Assim, na ausência de incentivos à apropriação, os moradores tendem a adaptar os espaços públicos ao lazer (QUEIROGA, 2014).

As cidades possuem ferramentas para o levantamento quantitativo destes espaços, porém, não há uma padronização na avaliação e tampouco estudos que considerem dados comparativos. Outro aspecto que deve ser ponderado, de acordo com a ONU-HABITAT (2015) refere-se à inclusão e a busca de equidade nos espaços públicos por meio da redistribuição dos recursos municipais para melhorar os espaços públicos em bairros menos favorecidos.

A correlação de renda e espaços verdes por pessoa indica a justiça ambiental das instalações. Normalmente, a vegetação está relacionada à diferenciação socioespacial dos municípios, onde os pequenos espaços verdes auxiliam na cobertura vegetal das áreas com menos recursos, ao contrário dos grandes agrupamentos de vegetação em áreas mais ricas. Portanto, a explicação para a distribuição desigual não deve considerar apenas a renda, mas também a estrutura urbana e as áreas residenciais (DE LA BARRERA; REYES-PARCKES; BANZHAF, 2016; ANGUELOVSKI; IRAZÁBAI-ZURITA; CONNOLLY, 2018). Nesse sentido, Wang e Lan (2019) apontam a presença de estudos, desenvolvidos em diferentes escalas, que relacionam o acesso a espaços verdes com as desigualdades socioeconômicas. Os indicadores em nível local auxiliam no reconhecimento de variabilidades intraurbanas e áreas escassas de espaços verdes, que não são evidenciadas pelos indicadores municipais.

Diante desse cenário, o objetivo desta pesquisa foi analisar a aplicabilidade e a adequabilidade dos indicadores de sustentabilidade urbana como ferramentas para cidades latino-americanas na avaliação de espaços públicos verdes e recreativos em diferentes níveis socioeconômicos por meio de um estudo comparativo de duas regiões de Vitória, Brasil.

2. METODOLOGIA

A metodologia adota três eixos principais de pesquisa: indicadores de avaliação urbana; análise de espaços públicos verdes e de recreação; e comparativo entre regiões socioeconomicamente distintas. O procedimento metodológico consiste na primeira etapa de seleção e caracterização dos indicadores de espaços verdes públicos e de recreação; a segunda etapa do recorte territorial na cidade de Vitória (Brasil); e a terceira, da aplicação de indicadores de sustentabilidade urbana.

Inicialmente, foi verificada a adaptabilidade dos instrumentos de avaliação ao contexto do objeto de estudo. Para isso, foram selecionadas três ferramentas aplicáveis ao planejamento urbano; a delimitação territorial e o contexto das nações latino-americanas, sendo elas: ISO 37120:2014 – *Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life* (ISO 37120:2014, 2014), BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento (BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO, 2013), e SBETool – *Sustainable Built Environment Tool* (INTER-

NATIONAL INITIATIVE FOR A SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT, 2017). As informações necessárias para esta etapa vieram de estudos anteriores sobre a proporcionalidade do enfoque dessas ferramentas nas dimensões social, ambiental e econômica (LUGÃO *et al.*, 2018). Posteriormente, os indicadores relativos aos espaços públicos presentes nessas ferramentas selecionadas foram analisados, tanto pela presença de características comuns como a amplitude individual, do território avaliado ou do indicador.

Para uma avaliação com base no contraste geográfico e econômico local, as regiões de análise selecionadas foram definidas por suas características socioeconômicas, sendo uma, a região mais adensada da cidade de Vitória, e a outra, a com a população de maior renda. Também foi considerada a variante topografia, que varia de planície ao morro. Os dados dessas regiões são oriundos da Prefeitura Municipal de Vitória (2019), responsável pela coleta e atualização das informações, o que possibilitou a metodologia de cálculo dos indicadores e mapeamento dos espaços verdes e equipamentos. Por fim, os resultados dos indicadores foram analisados em conjunto com as particularidades urbanas de cada região, procurando identificar o alcance positivo e negativo da aplicação em diferentes realidades.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE URBANA

Sendo os países latino-americanos caracterizados pela precariedade dos serviços básicos e desigualdades socioeconômicas, para que a ferramenta seja eficiente faz-se necessário analisar esses aspectos em sua avaliação. As proporções de abordagem das dimensões social, econômica e ambiental indicam diferentes enfoques entre as ferramentas, sendo verificados 41,7% dos indicadores referentes ao fator social na ISO 37120:2014 – *Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life* (ISO 37120:2014, 2014); 38,7% relacionados aos aspectos econômicos em BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento (BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO, 2013); e 57,2% de indicadores ambientais no SBETool – *Sustainable Built Environment Tool* (INTERNATIONAL INITIATIVE FOR A SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT, 2017).

A ferramenta ISO 37120:2014 tem o objetivo de possibilitar a adaptação a diferentes contextos urbanos, em relação aos recursos e capacidades (ISO 37120:2014, 2014). Criada pela Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis (ICES) em resposta ao rápido crescimento da urbanização na região da América Latina, a ferramenta BID visa fornecer dados com integralidade, objetividade e possibilidade de promover a gestão participativa (BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO, 2013). Já o SBETool apresenta a ponderação e os valores de referência, destacando a necessidade de se utilizar valores de acordo com a realidade de cada região.

Em um segundo momento, foram analisados os indicadores das ferramentas selecionadas que se referiam ao tema “Espaços Públicos”. Pode-se observar na Tabela 1 que a avaliação principal está relacionada, como indicam os estudos, a uma quantidade suficiente de áreas verdes e de lazer para a população da cidade. No BID, os indicadores estão no subtema “Áreas verdes e recreativas” e, na ISO, as áreas verdes são abordadas em “Planejamento urbano” e os espaços públicos em “Recreação”. Diferentemente destas ferramentas, o SBETool apresenta a disponibilidade e acessibilidade de áreas verdes e recreativas na categoria “Bem-estar”.

Ferramentas	Subtema/ Subcategoria	Indicadores
SBETool (Bairros)	Instalações e serviços públicos e privados	Disponibilidade e proximidade de instalações de lazer
		Disponibilidade e proximidade de instalações de lazer para crianças
	Bem-estar	Disponibilidade de zonas verdes e áreas de recreação
		Acessibilidade de zonas verdes e áreas de recreação (500m)
		Acesso a instalações de ginástica em local coberto para uso no inverno
BID (Cidades)	Áreas verdes e de recreação	Áreas verdes por 100.000 habitantes (hectares/100.000 habitantes)
		Espaços públicos de recreação por 100.000 habitantes (hectares/100.000 habitantes)
ISO (Cidades)	Planejamento urbano	Áreas verdes (hectares) por 100.000 habitantes (indicador essencial)
	Recreação	Área, em metros quadrados, de espaços públicos de recreação cobertos por pessoa (indicador de apoio)
		Área, em metros quadrados, de espaços públicos de recreação ao ar livre por pessoa (indicador de apoio)

Tabela 1. Indicadores de espaços públicos nas ferramentas de sustentabilidade urbana

Fonte: elaborado a partir de ISO 37120:2014 (2014) e BID (2013).

Essas ferramentas trabalham com avaliação em diferentes escalas territoriais, ou seja, bairro e cidade. Para as que abordam a escala da cidade, foi necessário estabelecer o cálculo de proporcionalidade para adequar à unidade administrativa local. Observa-se que apesar dos levantamentos principais estarem relacionados as áreas verdes e espaços públicos de recreação junto a população, deve-se atentar às unidades de medida ao caracterizar os espaços considerados para lazer ou recreação, assim como para a quantidade indicada nos cálculos das ferramentas.

3.2 ÁREA DE ESTUDO

O município de Vitória (Brasil) tem origem na Mata Atlântica, entre morros e planícies que configuram sua topografia e vegetação nativa, encontrada em algumas áreas mesmo após o processo de urbanização. Numa análise preliminar e generalista, os resultados apontam para uma quantidade adequada de espaços verdes, mas, quando se verifica a escala intraurbana, percebe-se que existem diferentes tipos de áreas, sendo algumas de preservação e limitadas ao acesso público, e distribuição desigual entre os bairros. A Figura 1 apresenta a área de estudo – as Regiões Administrativas de Maruípe (Região 4) e Praia do Canto (Região 5) – selecionadas como representativas para o estudo comparativo no âmbito do município de Vitória.

Segundo os dados da Prefeitura Municipal de Vitória (2019), as áreas verdes protegidas e parques municipais na Região 5 integram cerca de 79,32 hectares e na Região 4, 74,67 hectares. O primeiro inclui as ilhas de “Áreas de Preservação Permanente” (APP) e, o segundo, possui uma parte do denominado Maciço Central, componente da “Área de Preservação Ambiental” (APA). Além disso, destaca-se a diferença de níveis entre morros da Região 4, oposto à planície costeira predominante da outra região (Figura 1).

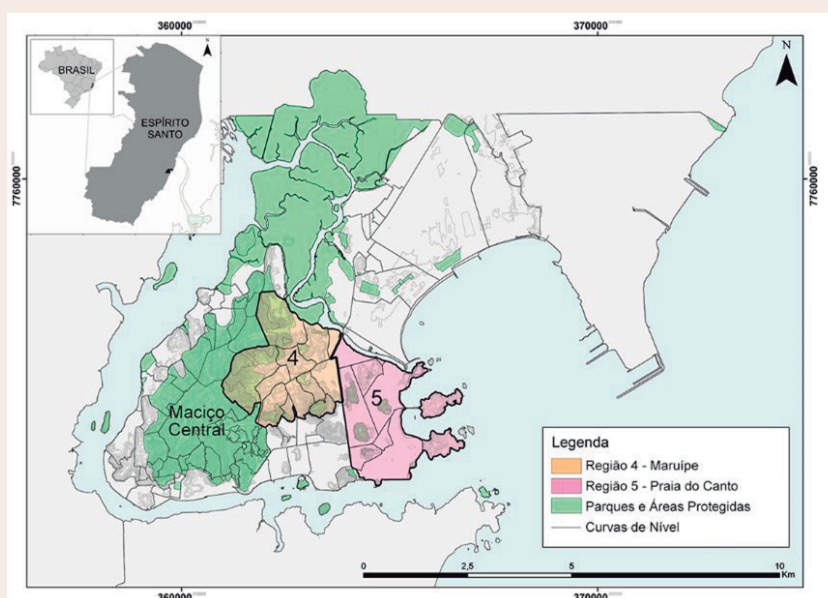


Figura 1. Mapa das Regiões Administrativas em Vitória (Brasil)

Fonte: Prefeitura Municipal de Vitória (2019), editado pelas autoras.

Para o estudo comparativo, ressalta-se que essas regiões apresentam peculiaridades locais que se destacam no contexto da cidade, sendo que a primeira é aquela com maior densidade populacional e, a segunda, com maior rendimento médio. Tendo em vista as diferenças socioeconômicas, a Tabela 2 mostra a realidade dos 12 bairros da Região 4 e dos 9 bairros que compõem a Região 5.

Dados socioeconômicos	Região 4	Região 5
Área total (km ²)	5.864	5.334
População (hab.)	54.402	34.236
Densidade demográfica (hab./km ²)	9.570	6.418
Renda média R\$ (2010)	806,72	3.844,97

Tabela 2. Dados socioeconômicos das Regiões Administrativas

Fonte: Prefeitura Municipal de Vitória (2019).

Com áreas territoriais semelhantes, essas regiões abrigam a população em diferentes configurações espaciais de suas edificações – verticais ou horizontais –, que influenciam em sua densidade demográfica. A Região de Maruípe, com topografia acidentada, é caracterizada por edificações unifamiliares e multifamiliares de até 3 pavimentos, enquanto a Região da Praia do Canto, basicamente composta por planícies, possui diversas edificações com mais de 13 pavimentos, mesclando o uso residencial e comercial (PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA, 2019).

3.3 APLICAÇÃO DOS INDICADORES

Os equipamentos públicos considerados nos cálculos foram obtidos junto à Prefeitura Municipal de Vitória (2019) na seção “Equipamentos de Esportes e de Lazer”, que abrangem ginásio, pista de skate, escolas esportivas, quadras poliesportivas e quadras de diversos esportes, como futebol, futebol de areia, tênis e bocha. Na área de atuação “Meio Ambiente” se encontram as praças e parques públicos. Esses espaços foram delineados pelo GeoWeb, plataforma disponibilizada pela PMV que, além de mapas, permitiu a mensuração das áreas.

O indicador “Disponibilidade e proximidade de equipamentos de lazer” da ferramenta SBETool representa o percentual da população com acesso a equipamentos de lazer públicos ou comerciais a uma distância de 1 km. Para esse cálculo, no primeiro momento, foi demarcada a abrangência do raio de 1 km em cada serviço público para observar as áreas com e sem acesso no limite estabelecido (Figura 2a). A dificuldade em contabilizar a população da área selecionada ocorreu devido à disponibilidade de dados do bairro ser apenas total, ou seja, fez-se necessária uma estimativa da população que vive naquele recorte espacial. Para isso, foi necessário sistematizar os mapas de uso do solo, a quantidade de andares dos edifícios e a média de pessoas por residência.

Ainda considerando o indicador do SBETool e a metodologia de cálculo, a acessibilidade às áreas de lazer e áreas verdes foi computada com o percentual de moradores da área local que têm acesso a uma distância de 500 m para espaços verdes formais ou informais, incluindo áreas esportivas e recreativas (Figura 2b). A partir disso, vale destacar que grande parte das instalações de lazer estão localizadas em praças públicas, o que facilitou o cálculo de acessibilidade e de diversidade de usos em um mesmo espaço. Destaca-se que o SBETool considera as estações do ano como uma variável a ser considerada, no entanto, esse indicador foi des-

considerado por ser identificado como irrelevante para o contexto de Vitória, por pertencer a uma zona de clima tropical sem invernos rigorosos.

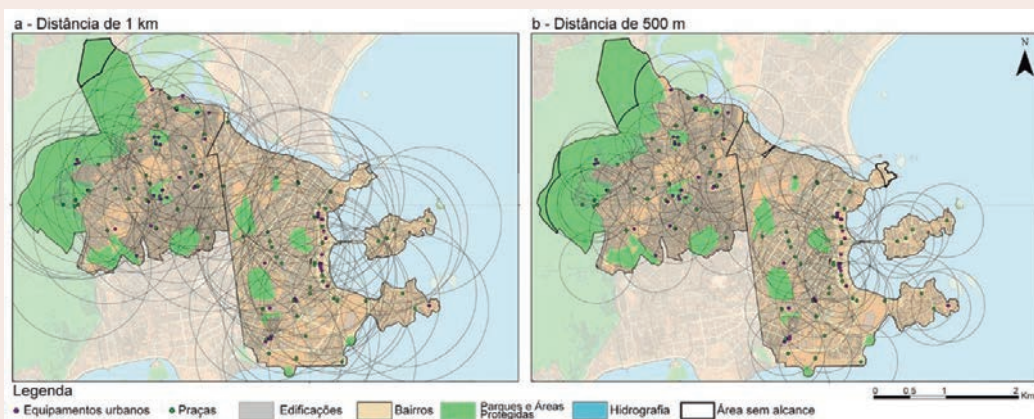


Figura 2. Acesso às praças públicas e equipamentos de recreação

Fonte: Prefeitura Municipal de Vitória (2019), adaptado pelas autoras.

No mesmo sentido, o indicador de equipamentos de lazer para crianças indica o percentual de unidades residenciais com mais de dois cômodos com acesso a equipamentos destinados a crianças pequenas a uma distância de 300 m. A Figura 3 mostra a etapa de análise, na qual cada indicador foi calculado a partir do raio determinado, excluindo-se os espaços esportivos utilizados exclusivamente por adultos, como quadra de tênis, academia, campo de bocha, centro de treinamento e quadra poliesportiva. Em seguida, a medição do número de unidades residenciais foi feita pela subtração da contagem do número de unidades fora do limite de acesso em relação ao total de moradias do bairro. Como resultado, observou-se que a Região 4 possui 96,91% das residências com acesso a praças e equipamentos de lazer para crianças e a Região 5 apresentou 92%.

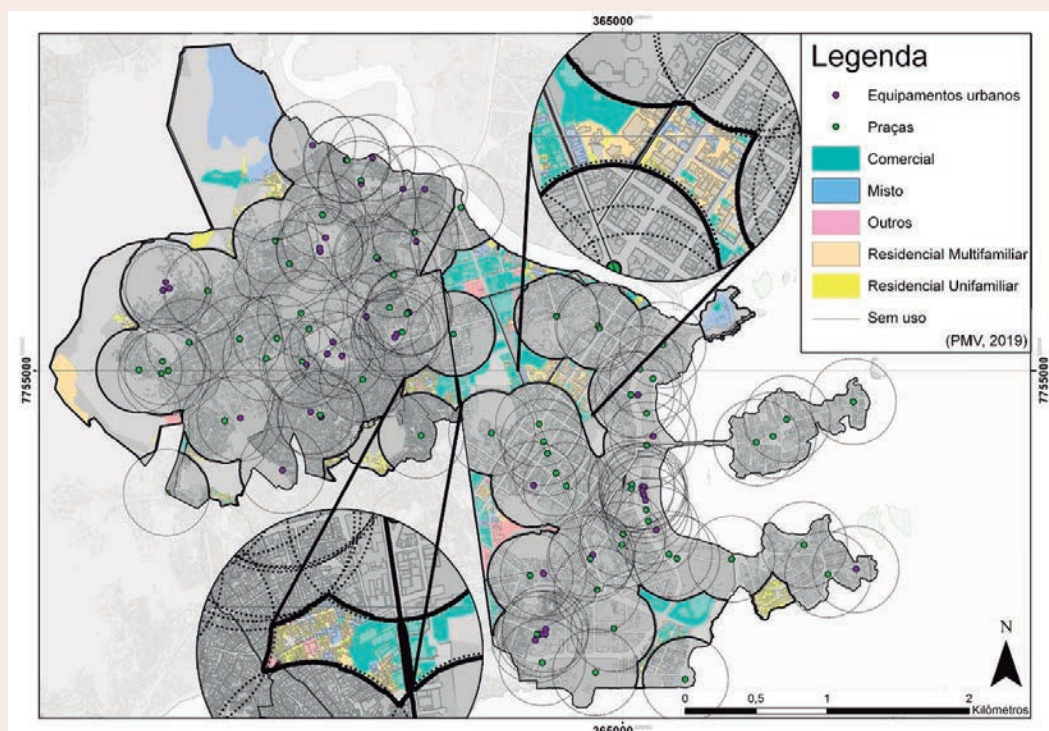


Figura 3. Mapa das Regiões Administrativas em Vitória (Brasil)

Fonte: Prefeitura Municipal de Vitória (2019), editado pelas autoras.

Neste indicador, foi perceptível a diferença no número de habitações que são contempladas pelo espaço público. Apesar da escassez de espaços públicos concentrados em áreas comerciais, a Região 5 é formada principalmente por edifícios multifamiliares, indicando que o espaço público pode ser insuficiente para um recorte urbano com edificações verticalizadas se considerada a acessibilidade desejável. Isso mostra que a densidade deve ser tomada como um ponto importante da avaliação, uma vez que a quantidade e distribuição das áreas verdes devem ser proporcionais ao número de moradores da região.

Ainda considerando a ferramenta SBETool, a disponibilidade de áreas verdes e áreas de lazer é realizada a partir do cálculo da proporção de área total destinada a espaços verdes formais ou informais, incluindo áreas de esporte e lazer em relação à área total do território (a). Para o cálculo dos espaços verdes, foram computadas todas as áreas com acesso livre ou não à população das regiões, além das praças e locais de entretenimento (Tabela 3). Nas medições destacaram-se as diferentes configurações de praças públicas, encontradas como canteiros, extremidades de quarteirões ou no final de ruas, com a presença de áreas verdes e/ou equipamentos públicos.

Dados ambientais	Região 4	Região 5
Área verde total (m ²)	2195318,00	881919,70
Parques municipais (m ²)	2185360,00	734921,40
Praças e instalações públicas (m ²)	66772,90	176687,20
Áreas verdes intraurbanas (m ²)	46759,70	158521,40

Tabela 3. Dados ambientais por GeoWeb – PMV (2019)

O indicador de determinação de espaços verdes públicos mais utilizado é o cálculo de área verde total por pessoa (PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA, 2019). O BID (2013) e a ISO 37120:2014 (2014) consideram áreas verdes, parques naturais e seminaturais e outros espaços divididos por 100.000 da população total (b). Este indicador representa a área verde de acesso ao público, independentemente de ser protegida ou não. Assim, o Maciço Central da APA, localizado a noroeste da Região 4, foi computado no referido cálculo.

No entanto, quando os indicadores relacionam espaços públicos de recreação e áreas verdes, nem todas as áreas verdes acessíveis à população atendem ao objetivo de recreação. Conforme mostrado na Figura 1, algumas áreas verdes grandes e acidentadas dificultam esse tipo de entretenimento. Além disso, a ISO 37120:2014 (2014) apresenta indicadores que calculam a área total de espaços públicos de lazer, incluindo áreas verdes de acesso público, externas (c) ou cobertas (d), divididas pela população. Já a ferramenta BID (2013) divide essa área total por 100.000 (e). Na Tabela 4 é possível observar os resultados de cada indicador citado aplicado nas duas regiões, bem como o comparativo de dados e a influência das informações adicionais apresentadas.

Indicadores	Região 4	Região 5	Unidade de medida
(a) Disponibilidade de áreas de esporte e recreação pelo território	0,039	0,014	%
(b) Áreas verdes e parques por 100.000 da população*	68,78	27,63	ha/hab.
(c) Espaços públicos de recreação ao ar livre pela população	40,51	21,81	m ² /hab.
(d) Espaços públicos de recreação cobertos pela população	0,03	0,19	m ² /hab.
(e) Espaços públicos de recreação por 100.000 da população*	69,10	23,59	ha/hab.

* Os indicadores tiveram o cálculo de proporcionalidade realizado em relação a toda cidade

Tabela 4. Resultados dos cálculos estabelecidos nos indicadores BID/ISO

Neste estudo, apesar da Região 5 apresentar mais áreas verdes públicas intraurbanas em praças com equipamentos de lazer, tem um resultado por indicador inferior ao da Região 4, não contemplando a todos os moradores com áreas verdes e de recreação desejáveis. Assim, a análise da dinâmica da área urbana – a

segregação ambiental e socioeconômica – complementa a avaliação por indicadores urbanos, contribuindo para a identificação da proximidade do resultado à sustentabilidade almejada.

4. CONCLUSÕES

Como a cidade é formada pela diversidade urbana, para a avaliação efetiva da sustentabilidade urbana deve-se considerar a heterogeneidade espacial dos aspectos territoriais. A denominação “áreas verdes” abrange as áreas de acesso restrito, que, junto à topografia, pode limitar o usufruto local, destacando-se a necessidade de uma distribuição justa da vegetação na maior escala. Nesta perspectiva, a inadequação dos espaços públicos direciona os moradores à apropriação de espaços sem recursos direcionados ao lazer, como as áreas vazias nos quarteirões. Uma análise em menor escala permite identificar questões não contempladas pelos indicadores, isto é, particularidades locais complementam a avaliação e, conseqüentemente, soluções para as fragilidades urbanas. Esse resultado também permite o compartilhamento de estratégias entre localidade com realidade semelhantes.

Assim como os indicadores são baseados na escala da cidade, os dados disponibilizados pelas instituições públicas são categorizados em sua totalidade, o que dificulta o cálculo para recortes intraurbanos. Por outro lado, na obtenção dos dados solicitados pelos indicadores, percebe-se a necessidade de uma análise mais precisa das classificações e quantidades de áreas verdes ou recreativas, seja por meio de estudos de campo ou pela sobreposição de outras informações. Uma das formas de esclarecer as diferenças conceituais entre “áreas verdes” e “espaços públicos de lazer” seria a classificação da presença de equipamentos públicos, bem como das áreas que apresentam algum equipamento em bom estado, sem manutenção ou a sua ausência.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anguelovski, I.; Irazábal-Zurita, C.; Connolly, J. J. T (2018). Grabbed urban landscapes: Socio-spatial tensions in green infrastructure planning in Medellín. *International Journal of Urban and Regional Research*, v. 43, n. 1, p. 133-156. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1468-2427.12725>.

Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID (2013). Anexo 2 Indicadores da Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis: Guia Metodológico. EUA: Banco Interamericano de Desarrollo.

Borges, M. J.; Britto, L.; Nunes, D. (2018). Indicadores de sustentabilidade: Pegada ecológica urbana. *Colóquio - Revista do Desenvolvimento Regional*, v. 15, n. 1, p. 149-74. Disponível em: <http://seer.faccat.br/index.php/coloquio/article/viewFile/772/582>.

- Cardoso, S. L. C.; Figueiredo, S. L. (2018). Arquitetura ecológica: modelos paisagísticos, requalificação e refuncionalização de espaços públicos verdes urbanos. *Revista Paisagens Híbridas*, v. 1, n. 2., p. 34-53. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/article/view/22964/12858>.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL (2019). *Panorama Social de América Latina*. Disponível em: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44969/5/S1901133_es.pdf.
- De la Barrera, F.; Reyes-Parcke, S.; Banzhaf, E. (2016). Indicators for green spaces in contrasting urban settings. *Ecological Indicators*, v. 62, p 212-19. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X15005622>.
- International Initiative for a Sustainable Built Environment – iiSBE (2017). *SBE-Tool – Sustainable Built Environment*. Versão distribuída à Comissão Técnica do iiSBE PT.
- ISO 37120:2014 (2014). *Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life*. Suíça: International Organization for Standardization.
- Lugão, L. R.; Santos, J. S. A.; Conde, K. M.; Alvarez, C. E. de (2018). Comunidades urbanas latino-americanas: equilíbrio nas questões sociais, econômicas e ambientais para o desenvolvimento sustentável. In: *Sustentabilidade Urbana - 14a Jornada Urbanere e 2a Jornada Cires*, Vila Velha. Anais... Vila Velha: UVV.
- ONU-HABITAT (2015). *Documentos Temáticos da Habitat III: 11 – Espaço Público*. Nova York: Habitat III.
- Prefeitura Municipal de Vitória – PMV (2019). *Vitória em dados*. Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória.
- Queiroga, E. F. (2014). Da relevância pública dos espaços livres: um estudo sobre metrópoles e capitais brasileiras. *Revista do Instituto de Estudos Brasileiros*, n. 58, p. 105-132. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rieb/article/view/82387/85364>.
- Wang, Q.; Lan, Z. (2019). Park green spaces, public health and social inequalities: Understanding the interrelationships for policy implications. *Land Use Policy*, v. 83, n. 8, p 66-74. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837718316545>.
- Wendel, H. E. W.; Zarger, R. K.; Mihelcic, J. R. (2012). Landscape and urban planning accessibility and usability: Green space preferences, perceptions, and barriers in a rapidly urbanizing city in Latin America. *Landscape and Urban Planning*, v. 107, n. 3, p. 272-82. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204612001892>.
- Yao, L.; Liu, J.; Wang, R.; Tin, K.; Han, B. (2014). Effective green equivalent – A measure of public green spaces for cities. *Ecological Indicators*, v. 47, p. 123-27. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X14003161>.

ARTIGO

QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL DE ESPAÇOS PÚBLICOS: AVALIAÇÃO DA PROTEÇÃO E SEGURANÇA DE PRAÇAS

PASSAMANI, Amanda Jevaux
(amandajevauxxp@gmail.com)
Universidade Velha (UVV), Brasil

RAMOS, Larissa Leticia Andara
(larissa.ramos@uvv.br)
Universidade Velha (UVV), Brasil

JESUS, Luciana Aparecida Netto
(luciana.a.jesus@ufes.br)
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

CONDE, Karla Moreira
(karla.conde@ufes.br)
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

segurança viária, segurança urbana, ferramenta de avaliação, praças, QualificaURB

RESUMO

Espaços livres públicos, em especial as praças, quando qualificados, favorecem as práticas sociais, recreativas e esportivas, contribuem para a vitalidade urbana e conseqüente mitigação da sensação de insegurança pública. Durante a pandemia do Covid 19, tais espaços vêm ganhando protagonismo ao possibilitar encontros sociais ao ar livre, diminuindo riscos de contágio. Entretanto, ainda imperam, na maioria das cidades brasileiras, problemas de gestão, manutenção e segurança desses espaços. Posto isto, o artigo expõe os resultados da avaliação da segurança pública e viária de praças, a partir da aplicação de indicadores presentes na ferramenta analítica-avaliativa “Qualifica-URB”, desenvolvida em parceria com duas universidades. Trata-se de uma pesquisa aplicada, exploratória e descritiva, de abordagem quanti-qualitativa, com recorte espacial as praças da Grande Cobilândia, Vila Velha-ES. Após a identificação e mapeamento, a qualidade socioambiental das praças foi avaliada considerando as quatro categorias de análise da ferramenta QualificaURB, que foram correlacionadas com dados de criminalidade nos espaços públicos. A ferramenta é organizada em categorias, atributos e indicadores, que recebem classificações variando de “insuficiente”, “regular”, “bom” a “ótimo”. Este artigo apresenta os resultados da categoria “Proteção e segurança”, a qual verifica elementos da segurança viária e da morfologia urbana que contribuem para a proteção física e para a prevenção do crime. Das 5 praças analisadas, 4 receberam classificação “regular” e uma “insuficiente”, evidenciando fragilidades relacionadas à iluminação pública, vigilância, morfologia e segurança viária. A maioria das praças estão situadas em bairros residenciais, com entornos pouco diversificados, mas com tipologias arquitetônicas caracterizadas por fachadas fisicamente permeáveis que contribuem para vigilância natural. Entretanto, observou-se que em praças interceptadas por vias arteriais, este efeito é prejudicado, comprovado com os registros de incidências criminais. As avaliações contribuem para identificação de vulnerabilidades e de aspectos passíveis de melhorias que ressignifiquem a função da praça, favorecendo a vitalidade e conseqüente segurança urbana.

1. INTRODUÇÃO

Os espaços públicos ganham cada vez mais destaque em um contexto urbano adensado. Queiroga (2011) ressalta que são nos espaços livres públicos que a vida pública tem seu maior suporte, constituídos por locais que permitem a sociabilidade, a diversidade e a pluralidade. Dentre esses espaços públicos, a praça ganha destaque devido seu papel social, econômico e ambiental. Apresentam-se como locais favoráveis aos encontros e trocas sociais, fortalecendo a vitalidade urbana.

Em relação à segurança pública, Gehl (2014, p.91) afirma que são as pessoas que tornam a vida na cidade mais segura e convidativa, tanto no que tange a segurança vivenciada quanto aquela percebida. Para o autor, sentir-se seguro é “crucial para que as pessoas abracem o espaço urbano”. Jacobs (2000) ressalta que um dos requisitos primordiais para a segurança urbana são os “olhos da rua”, expressão que evidencia o papel da vigilância natural a partir da presença de pessoas nas ruas, mas também de edifícios que possibilitam, através de suas fachadas, o contato visual com o exterior.

Neste sentido, um espaço público seguro deve apresentar infraestrutura adequada para o uso da população, com equipamentos e mobiliários adequados, iluminação pública suficiente, diversidade de usos, um entorno com permeabilidade visual, térreos ativos, bem como calçadas e travessias seguras ao tráfego.

Leite (2011) afirma que a visão social na qual os espaços públicos deveriam promover a socialização e o encontro das pessoas, assim como as áreas verdes deveriam contribuir para sua estruturação, não foi capaz de alterar a organização física deficiente e o descaso pelos espaços livres públicos. A maioria dos municípios brasileiros produzem espaços livres públicos sem conexão entre si, além de não apresentarem equipamentos e características que atendam de maneira satisfatória a população, resultando em espaços muitas vezes inóspitos, que tendem ao esvaziamento e ao descaso, contribuindo para a insegurança urbana.

Considerando o potencial dos espaços livres públicos para o enriquecimento da vida urbana, percebe-se a relevância de estudos que avaliem a qualidade socioambiental desses espaços, evidenciando também elementos que contribuem para a segurança pública e viária, bem como identifiquem aspectos que afastam as pessoas de utilizarem e permanecerem no espaço público.

2. OBJETIVOS

Diante desse contexto, este artigo analisa aspectos socioambientais que qualificam e garantem a segurança pública e viária dos espaços livres públicos, a partir da aplicação e avaliação dos indicadores referentes à categoria “Proteção e Segurança”, tendo como recorte as praças da Regional Administrativa 4 - Grande Cobilândia, município de Vila Velha - ES. Destaca-se que a avaliação das praças da Regional foi realizada na íntegra, considerando as quatro categorias da ferramenta; “Proteção e Segurança”, “Conforto e Imagem”, “Acessos e Conexões” e “Sociabili-

dade, Usos e Atividades”. Entretanto, neste artigo, a ênfase é a primeira categoria que verifica aspectos da morfologia e do desenho urbano que influenciam na segurança da praça, bem como elementos da infraestrutura viária que contribuem para a segurança de pedestres em relação ao tráfego de veículos motorizados.

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, exploratória e descritiva, de abordagem quanti-qualitativa, com recorte de análise as praças da Regional Grande Cobilândia, município de Vila Velha-ES. As atividades a serem desenvolvidas são definidas em 3 etapas metodológicas, são elas: 1) Contextualização do tema, 2) Mapeamento e análise da distribuição socioespacial das praças e 3) Aplicação da ferramenta de avaliação socioambiental “QualificaURB” e análises dos indicadores.

A primeira etapa foi destinada à pesquisa teórica e à revisão bibliográfica e documental para fundamentação da pesquisa e direcionamento das análises. Na sequência, as praças da Grande Cobilândia foram identificadas e mapeadas, utilizando o Sistema de Informações Geográficas (SIG) - o *software* de geoprocessamento ArcGis (versão 10.4.1) - que permitiu gerar uma base cartográfica digital de inserção de atributos para tabulação e geração de dados georreferenciados. No processo de identificação e mapeamento, foram utilizadas imagens de satélite dos programas *Google Earth* e *Google Maps*, a partir da classificação do Plano Diretor Municipal (VILA VELHA, 2018) que considera as praças como Zonas Especiais de Interesse Público (ZEIPs). Também foram necessárias visitas locais para verificar quais das ZEIPs de fato possuíam infraestruturas de praças e área superior a 450 m², conforme definido por Jantez (1973 apud CAVALHEIRO; DEL PICCHIA, 1992).

Tendo em vista a escassez de estudos específicos sobre avaliação de praças, foi desenvolvida pelo Grupo de Pesquisa “Paisagem Urbana e Inclusão”, uma ferramenta de avaliação da qualidade socioambiental de praças. A ferramenta foi desenvolvida com base no Índice de Caminhabilidade – iCam (Brasil ITDP, 2019), mediante adequações para o espaço público da praça, somado aos conceitos de Whyte (2009) presente no Guia do Espaço Público (HEEMANN; SANTIAGO, 2015) e de uma robusta revisão de literatura sobre o tema.

Na ferramenta de avaliação, os parâmetros de análise estão organizados em 4 (quatro) categorias: “Proteção e Segurança”, “Conforto e Imagem”, “Acessos e Conexões” e “Sociabilidade, Usos e Atividades”, subdivididas em atributos e indicadores, para, assim, assegurar a aplicabilidade e posterior comparação de resultados. As categorias são subdivididas em 11 atributos, que são, por sua vez, compostos por 24 indicadores. Cada indicador apresenta parâmetros de análise específicos que permitem atribuir uma pontuação unitária e, assim, uma classificação não só por praça, mas também por categoria, atributo e indicador. A classificação varia de “insuficiente” (pontuação de 0 até 0,75), “regular” (pontuação de 0,76 até 1,50), “bom” (pontuação de 1,51 até 2,25) a “ótimo” (pontuação de 2,26 até 3,0).

Na sequência, a tabela 1 apresenta a categoria “Proteção e Segurança”, bem como seus atributos, indicadores e autores que embasam os critérios de análise. A categoria “Proteção e Segurança” aborda elementos da morfologia urbana e da segurança viária que contribuem para prevenção de crimes e segurança ao tráfego nas praças.

C A T E G O R I A: P R O T E Ç Ã O E S E G U R A N Ç A	Atributos	Indicadores / autores
	A.1. Segurança Viária	A.1.1. Travessias (REIS e LAY, 2006; GEHL, 2014; BRANDÃO ALVES, 2003; ARAÚJO, 2007; HEEMANN e SANTIAGO, 2015; MACIEL, 2016)
		A.1.2. Tipologia das ruas (GEHL, 2014; BRANDÃO ALVES, 2003; ARAÚJO, 2007; ITDP Brasil, 2019)
	A.2. Segurança Pública	A.2.1. Iluminação pública (GEHL, 2014; DE ANGELIS; et al, 2004; BRANDÃO ALVES, 2003; DORNELES e BINS ELY, 2016; MACIEL, 2016; ITDP Brasil, 2019)
		A.2.2. Fluxo de Pedestres Noturno e Diurno (JACOBS, 2000; GEHL, 2014; BRANDÃO ALVES, 2003; ITDP Brasil, 2019)
		A.2.3. Vigilância (GEHL, 2014; HEEMANN e SANTIAGO, 2015; MACIEL, 2016)
		A.2.4. Morfologia da praça GEHL, 2014; HEEMANN e SANTIAGO, 2015
		A.2.5. Fachadas Fisicamente Permeáveis (GEHL, 2014; BRANDÃO ALVES, 2003; MACIEL, 2016; ITDP Brasil, 2019)
		A.2.6. Fachadas Visualmente Ativas (GEHL, 2014; HEEMANN e SANTIAGO, 2015; MACIEL, 2016; ITDP Brasil, 2019)

Tabela 1. Atributos e Indicadores pertencentes à categoria Proteção e Segurança

Para a avaliação das praças, cada uma delas foi visitada, fotografada e filmada. Através da observação direta, foram coletadas as informações solicitadas por cada indicador e compiladas na ferramenta, que se encontra disponibilizada na Plataforma *CognitoForms*, para assim facilitar a tabulação dos dados e geração de tabelas. Os resultados das avaliações na categoria “Proteção e Segurança” foram correlacionados com os registros de ocorrências de criminalidade nos espaços públicos considerando três categorias: 1) homicídios e tentativas de homicídio; 2) furtos, roubos e latrocínios e 3) tráfico de drogas, a partir de dados disponibilizados pela Gerência do Observatório da Segurança Pública (GeOSP) vinculada à Secretaria de Segurança Pública e Defesa Social do Espírito Santo (SESP). Para melhor visualização dos dados, foram gerados mapas de densidade de *Kernel*, identificando com *hotspot* de zonas (software ArcGis - versão 10.4.1) com manchas de maior e menor concentração de ocorrências de crime.

4. CARACTERIZAÇÃO DA REGIONAL GRANDE COBILÂNDIA

O município de Vila Velha possui 501.325 habitantes e ocupa uma área de 209.965 km² (IBGE, 2010), dividida em cinco regiões administrativas. O presente artigo tem como recorte espacial de análise a Grande Cobilândia (evidenciada na Figura 1) com uma população de 65.970 habitantes (IBGE, 2010). Conforme ilustrado na Figura 1, quase toda a extensão territorial da Grande Cobilândia é cortada por canais e ocupada por áreas alagáveis, representando um contexto de vulnerabilidade ambiental, uma vez que a regional registra altos índices de alagamentos. Isso ocorre, pois além de existirem áreas de relevo acentuado que conduz as águas das chuvas para as regiões mais baixas, a regional é cortada por canais que estão abaixo do nível do mar. Além disso, o adensamento urbano e a impermeabilização do solo dificultam a drenagem pluvial, causando frequentes enchentes.

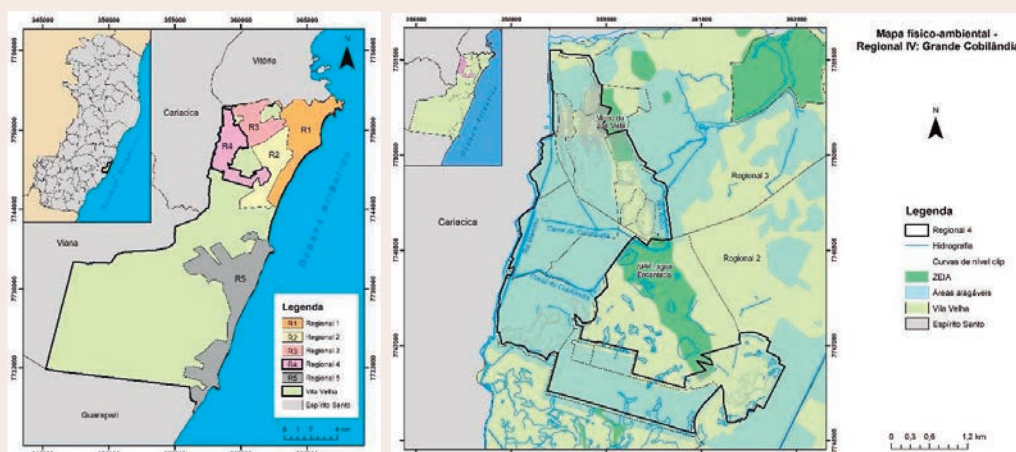


Figura 1. Localização da Grande Cobilândia e Mapa físico-ambiental da Regional.

O Plano Diretor Municipal de Vila Velha (VILA VELHA, 2018) aponta a existência, na Grande Cobilândia, de 12 (doze) Zonas Especiais de Interesse Público (ZEIPs), entretanto, após visitas, verificou-se que somente 5 (cinco) ZEIPs apresentam infraestrutura de praça. A Figura 2 ilustra a distribuição espacial das praças em verde, bem como das ZEIPs sem infraestrutura de praça em vermelho. Percebe-se que muitos bairros não são contemplados por espaços livres públicos quando considerado um raio de abrangência de 400 metros¹, o que reforça a necessidade de distribuição equitativa de espaços públicos para atender de forma mais democrática a população da Regional.

1 O raio de 400m corresponde a um intervalo de tempo médio de 5 minutos de caminhada (BERKER, et al., 2006).

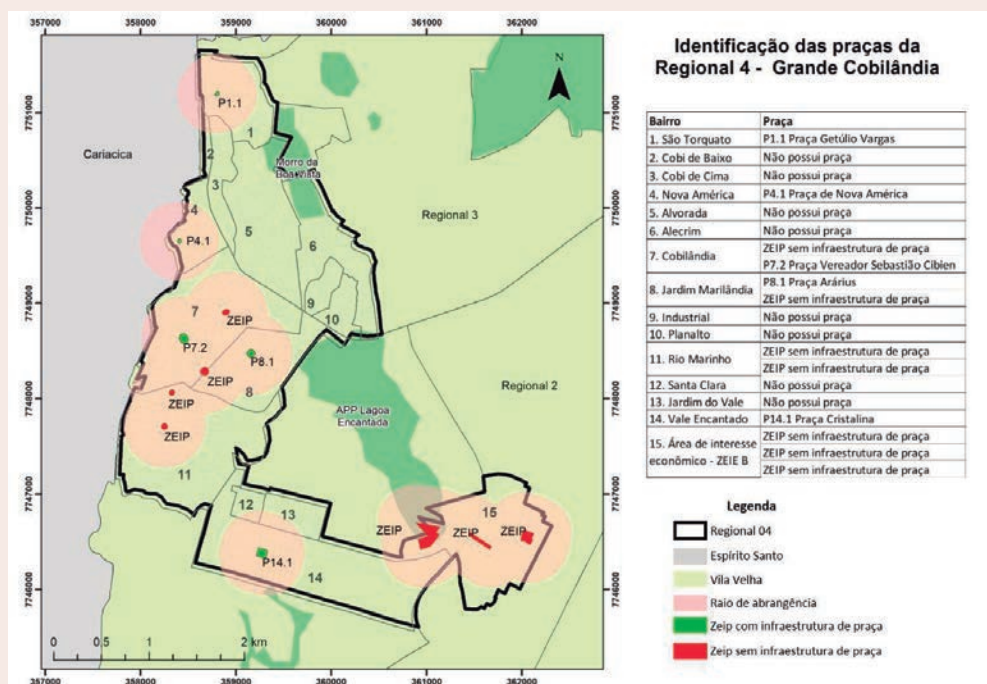


Figura 2. Mapeamento das praças da Regional Grande Cobilândia.

5. APLICAÇÃO DA FERRAMENTA QUALIFICAURB

Cada uma das praças identificadas foi avaliada na íntegra, considerando as quatro categorias, conforme parâmetros estabelecidos na ferramenta “QualificaURB”. A tabela 2 apresenta os resultados por praça de todas as categorias avaliadas, além da média final de cada categoria e a média final das praças da Regional, classificada como “regular” (nota=1,36).

Bairros e Praças da Grande Cobilândia	Marilândia	Vale Encantado	Cobilândia	Nova América	São Torquato	Média final
	1. Arários	2. Cristalina	3. Sebastião Cibien	4. Nova América	5. Getúlio Vargas	
C						
a						
t						
e						
r						
o						
r						
i						
a						
s						
Proteção e Segurança	1,17	1,17	1,50	0,75	1,25	1,17
Conforto e Imagem	1,06	1,56	1,72	0,89	0,89	1,22
Ácessos e Conexões	1,00	2,50	2,50	0,75	1,75	1,70
Soc. usos, atividades	1,09	2,25	2,59	0,53	0,25	1,34
Pontuação Final Praças	1,08 (regular)	1,87 (bom)	2,08 (bom)	0,73 (insuficiente)	1,03 (regular)	1,36 (regular)

Tabela 2. Avaliação das praças da Grande Cobilândia

Os resultados da avaliação demonstram que a categoria “Proteção e Segurança” recebeu a pior classificação entre as analisadas, considerada “regular” (nota = 1,17). A praça Nova América recebeu classificação “insuficiente” em quase todas as categorias, demonstrando a urgência de ações que qualifiquem e resgatem o espaço urbano da praça. As praças Árarius e Getúlio Vargas receberam classificação “regular”, assim como a classificação geral da Regional.

O Gráfico 1 apresenta a média por categoria de cada praça analisada, além da média final que receberam. Observa-se a discrepância das notas das praças por categorias, variando entre classificações “insuficiente” a “ótimo”, além das avaliações da categoria “Proteção e Segurança” (em amarelo), quase sempre com resultados inferiores à média das praças. Em sequência, serão discutidos mais detalhadamente os resultados da categoria “Proteção e Segurança”.

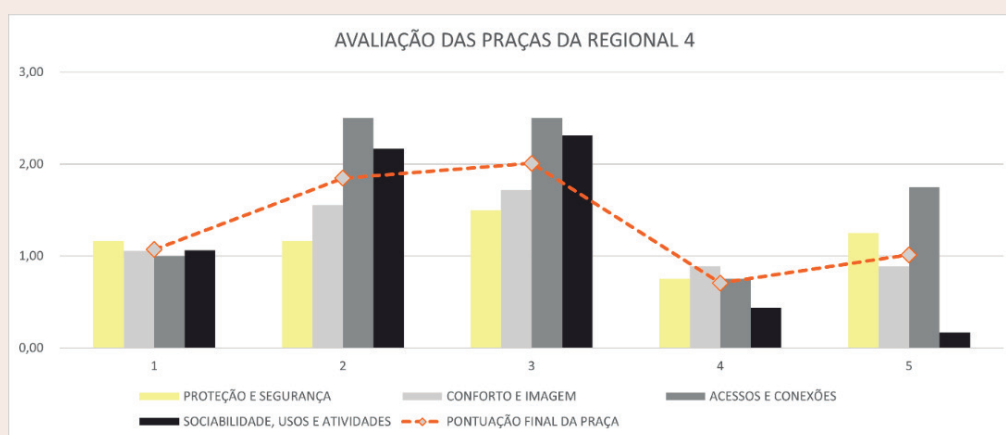


Gráfico 1. Avaliação das praças da Grande Cobilândia por categoria

6. PROTEÇÃO E SEGURANÇA NAS PRAÇAS DA GRANDE COBILÂNDIA

Como pode ser visto na Tabela 3, no primeiro atributo, que verifica a segurança do pedestre em relação ao tráfego de veículos motorizados, quase todas as praças da Regional foram classificadas como “regular” apontando que as travessias que conectam as praças não são completas e, portanto, inseguras, além de apresentarem “tipologias das vias” perimetrais com velocidades superiores ou igual a 40km/h. Destaque para as praças Getúlio Vargas e Nova América, evidenciadas também na Figura 3. A praça Getúlio Vargas (situada no bairro de São Torquato) localiza-se em espaço residual da malha viária, rodeada por alto fluxo de veículos motorizados. A praça de Nova América, além de ser localizada em uma rotatória, recebeu classificação “insuficiente” no indicador “travessias”, pela inexistência de faixas de pedestres.

No que tange a segurança pública, em relação ao indicador “iluminação”, as praças da Regional receberam classificação “insuficiente” (nota 0,60), revelando uma maior necessidade de investimentos e propostas de requalificação em iluminação

pública, já que a luminosidade adequada está diretamente relacionada à segurança urbana e à vigilância natural, defendidas por Jacobs (2000) e Gehl (2013), na medida em que inibe ações criminosas.

O “fluxo de pedestres diurno e noturno” também influencia na segurança da praça, uma vez que lugares movimentados costumam ser menos propícios a crimes violentos. A Praça de Vale Encantado e a Praça Sebastião Cibien (bairro Cobilândia) foram contempladas com as melhores notas nesse indicador, classificadas como “bom” e “ótimo”, respectivamente. Ambas estão situadas em regiões de uso misto e com variedade de equipamentos comunitários (conforme observado na Figura 3), com destaque para as instituições religiosas e escolares que contribuem para fluxo diurno e noturno, em dias diferentes da semana. As demais praças foram classificadas como “regulares”, com menor fluxo de pessoas.

BAIRRO		Marilândia	Vale Encantado	Cobilândia	Nova América	São Torquato	MÉDIA
PRAÇA ANALISADA		1. Praça Arárius	2. Praça Cistalina	3. Praça Sebastião Cibien	4. Praça Nova América	5. Praça Getúlio Vargas	
SEGURANÇA VIÁRIA	Tipologia de via	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Travessias	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,80
	Pontuação Final Atributo Segurança Viária	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,90
SEGURANÇA PÚBLICA	Iluminação Pública	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,60
	Fluxo de pedestres diurno e noturno	1,00	2,00	3,00	1,00	1,00	1,60
	Vigilância	0,00	3,00	3,00	0,00	1,00	1,40
	Morfologia da praça	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00	1,60
	Fachadas fisicamente permeáveis	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00	2,60
	Fachadas visualmente ativas	2,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,80
	Pontuação Final Atributo Segurança Pública	1,33	1,33	2,00	1,00	1,50	1,43
TO-TAL	PROTEÇÃO E SEGURANÇA	1,17 (regular)	1,17 (regular)	1,50 (regular)	0,75 (insuficiente)	1,25 (regular)	1,17 (regular)

Tabela 3. Resultados da categoria “Proteção e Segurança”

Para avaliação do indicador “vigilância”, observou-se a presença de câmeras de monitoramento, postos policiais e rondas policiais. Duas praças (Vale Encantado e Sebastião Cibien) foram classificadas como “ótimo” pois além de serem monitoradas, também possuem postos policiais. Uma praça foi classificada como “regular” (Praça Getúlio Vargas), por apresentar apenas câmeras de monitoramento, não atendendo outros parâmetros deste indicador.

Em “morfologia da praça”, avaliaram-se elementos que obstruem a visualização completa no interior da praça, visto que muros altos e determinadas construções podem criar zonas “cegas” na praça e prejudicar a segurança no local. A praça Getúlio Vargas recebeu classificação “ótimo” neste indicador, por não possuir muros no seu perímetro ou obstáculos no seu interior. A praça Nova América foi classificada como “bom” e as demais praças da Regional receberam classificação “regular”, já que apresentam muros em até 50% do seu perímetro e/ou construções no interior da praça que dificultam o contato visual e a vigilância natural, resultando em áreas vulneráveis.

As fachadas no entorno de praças também contribuem para a segurança do local, visto que fachadas ativas propiciam a permeabilidade visual (GEHL, 2014). Apesar do indicador “fachadas fisicamente permeáveis” ter recebido, em 80% das praças, classificação “ótimo”, entretanto o indicador “fachadas visualmente ativas” recebeu classificação “regular” ou “insuficiente” na maioria das praças. Tais características evidenciam que as praças da Grande Cobilândia estão situadas em regiões predominantemente residenciais, com entorno pouco diversificado, mas com tipologias arquitetônicas caracterizadas por fachadas fisicamente permeáveis. As edificações sem afastamentos laterais e frontais, situadas em lotes com testadas pequenas e várias entradas, auxiliam na permeabilidade urbana e consequente vigilância natural. Entretanto, observou-se que em praças interceptadas por vias arteriais, este efeito é prejudicado, comprovado com registros de incidências criminais (Figura 4).

	IMAGEM	LOCALIZAÇÃO	ANOTAÇÕES
SÃO TORQUATO			PRAÇA GETÚLIO VARGAS ÁREA: 954,12M²; PERÍMETRO: 119,55M ● ZEIP COM INFRAESTRUTURA DE PRAÇA ■ INSTITUIÇÃO RELIGIOSA ■ INSTITUIÇÃO ESCOLAR ■ INSTITUIÇÃO DE SAÚDE ■ INSTITUIÇÃO POLICIAL — VIA ARTERIAL — VIA COLETORA ... CICLORROTA
NOVA AMÉRICA			PRAÇA DE NOVA AMÉRICA ÁREA: 937,95 M²; PERÍMETRO: 108,70M ● ZEIP COM INFRAESTRUTURA DE PRAÇA ■ INSTITUIÇÃO RELIGIOSA ■ INSTITUIÇÃO ESCOLAR — VIA COLETORA
COBILÂNDIA			PRAÇA DE COBILÂNDIA ÁREA: 6.230,01 M²; PERÍMETRO: 282,67M ● ZEIP COM INFRAESTRUTURA DE PRAÇA ■ INSTITUIÇÃO RELIGIOSA ■ INSTITUIÇÃO ESCOLAR ■ INSTITUIÇÃO POLICIAL — VIA COLETORA ... CICLORROTA

Figura 3. Ficha com imagens e mapas de análise urbana das praças Getúlio Vargas (bairro São Torquato), Nova América e Sebastião Cibien (bairro Cobilândia)

A fim de analisar a relação entre a presença de espaços livres de uso público e as ocorrências criminais no contexto urbano da Regional 04, foram utilizados dados da GeOSP/SESP do estado do Espírito Santo, aliados ao mapeamento das praças da Grande Cobilândia. As três categorias de incidências criminais ocorridas no espaço público: homicídio, tráfico de drogas, e roubos e furtos foram analisadas no período de janeiro de 2016 a dezembro 2019.

Na Figura 4, são demonstrados, por meio da gradação de cores do azul ao vermelho, os espaços livres públicos com menores e maiores incidências criminais, além das praças, localizadas na Regional pela cor verde, e seus respectivos raios de atendimento à população. Percebe-se que grande parte das incidências criminais de homicídios e tráfico de drogas encontram-se fora dos raios de abrangência das praças, situadas em áreas mais periféricas e em regiões caracterizadas por aglomerados subnormais.

Ao analisar a ocorrência de crimes nos espaços públicos da regional, nota-se que o entorno da praça Getúlio Vargas apresenta alta incidência criminal. Apesar de tal situação refletir o contexto de vulnerabilidade social em que a praça está inserida, vale destacar que a mesma apresenta classificação “regular” na categoria “Proteção e Segurança”, configurando-se como espaço residual da malha viária sem infraestrutura adequada para o uso e apropriação da população. Ademais, observa-se que praças com entorno predominantemente comercial apresentam índices maiores de roubos e furtos, porém os crimes como homicídio e tráfico de drogas são mais raros.

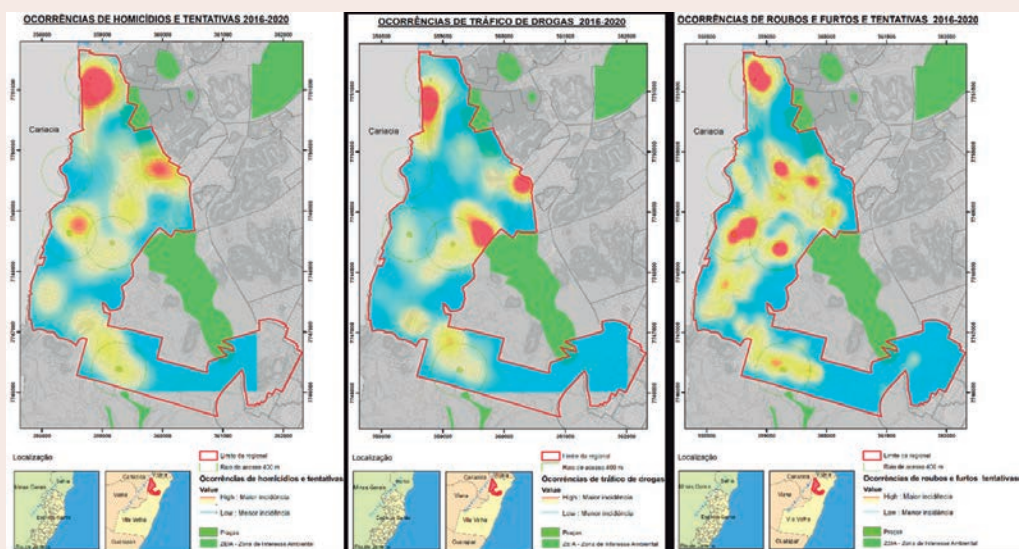


Figura 4. Incidências criminais de homicídios, tráfico de drogas e roubos e furtos da Regional 04.

7. CONCLUSÕES

Os espaços livres públicos, em especial as praças, além de serem locais para convívio social, são fundamentais para melhoria da segurança pública, na medida em que favorecem a vitalidade urbana e a vigilância natural. Se tais locais apresentam infraestrutura adequada, melhoram a relação usuário-ambiente e influenciam no uso e apropriação do espaço. As praças da Regional Grande Cobilândia carecem de iluminação pública e entorno diversificado, atributos essenciais para que as praças sejam lugares seguros em um contexto urbano adensado.

Quando verificada a avaliação da qualidade socioambiental das praças, a categoria “Proteção e Segurança” está entre as piores classificações, sendo que das 5 (cinco) praças avaliadas, 4 (quatro) foram classificadas como “regular” e 1 (uma) como “insuficiente”. Esse fator denuncia a necessidade de uma maior atenção para aspectos da praça, em especial, relacionados ao desenho e à morfologia urbana do entorno, que possam inibir ações criminosas no espaço público, além de travessias seguras que vão garantir a segurança viária.

O indicador “fachadas fisicamente permeáveis” foi o mais bem avaliado na categoria. A maioria das praças situam-se em bairros residenciais, com o entorno das praças, predominantemente, com térreos das edificações permeáveis, contribuindo para a avaliação positiva desse indicador. Em contrapartida, os indicadores “travessias”, “iluminação pública” e “fachadas visualmente ativas” receberam as piores avaliações, ressaltando a necessidade de investimentos para que as praças sejam mais iluminadas, com entorno seja diversificado e as travessias sejam seguras e acessíveis.

As avaliações evidenciam aspectos potenciais, mas também as principais fragilidades das praças analisadas, servindo, assim, de referência para propostas de requalificação e manutenção desses espaços, visando maior segurança não só no espaço público, mas também na Regional como um todo. Ao criar locais de encontro inclusivos e confortáveis, a esfera da vida pública é enriquecida e a comunidade local se apropria do espaço, garantindo segurança e beneficiando a vida urbana.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brandão Alves, F. (2003). Avaliação da qualidade do espaço público urbano. Proposta Metodológica. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian; Fundação para a Ciência e Tecnologia.
- Brasil, ITDP Brasil.(2019). Índice de Caminhabilidade Ferramenta, Versão 2.0. Rio de Janeiro, 2019.
- Berke, Philip; Godschalk, David R.; Kaiser, Edward J.; Rodriguez, Daniel.(2006). Urban land use planning. 5th edition. Urbana: University of Illinois Press.

Cavalheiro, F.; Del Picchia, P.C.D. (1992). Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana, 4 Vitória (ES), de 13 a 18 de setembro de 1992, Anais I e II, p.29-38. 1992

De Angelis, B. L. D.; Castro, R. M. De; De Angelis, G. (2004). Metodologia para levantamento, cadastramento, diagnóstico e avaliação de praças no Brasil. Engenharia Civil Um, Maringá, PR, n° 20, 2004. p. 57-70.

Dorneles, V. G.; Bins Ely, V. H. M. (2016) Áreas livres acessíveis para idosos. Paisagem Ambiente: ensaios, São Paulo, SP, n. 22, p. 299- 308, 2006. HANNES, Evy. Espaços abertos/espços livres: um estudo de tipologias. Paisagem e Ambiente, n. 37, p. 121-144.

Gehl, J. (2014). Cidades para pessoas. 2. ed. São Paulo: Perspectiva.

HANNES, Evy. (2016). Espaços abertos/espços livres: um estudo de tipologias. Paisagem e Ambiente, n. 37. p. 121-144

Heemann, J ; Santiago, P. C. (2015) Guia do espaço público para inspirar e transformar. Mountain View, USA.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). Censo Demográfico 2010. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE.

ITDP Brasil. (2019). Índice de Caminhabilidade Ferramenta, Versão 2.0. Rio de Janeiro.

Jacobs, Jane. (2000). Morte e vida de grandes cidades. São Paulo: Martins Fontes.

LEITE, M. A. F. P. (2011). Um sistema de espaços livres para São Paulo. Estudos Avançados, v. 25, n. 71, p. 159-174.

Maciel, Mariana Altoé. (2016). Uma proposta de lista de verificação para a avaliação de praças. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo.

Queiroga, E. F. (2011). Sistemas de espaços livres e esfera pública em metrópoles brasileiras. Resgate, v. XIX, n.21, p.25-25.

Reis, A. T.; Lay, M. C. D. (2006) Avaliação da qualidade de projetos: uma abordagem perceptiva e cognitiva. Ambiente construído, Porto Alegre, RS, v. 6, n. 3, 2006. p. 21-34, jul./set.

Santiago, Paola Caiuby; Marchesano, Tiago. (2016). Guia do Espaço Público. 2. ed. São Paulo: Conexão Cultural, 2016.

Vila Velha. (2018) Lei Complementar nº 65, de 09 de novembro de 2018. Institui a revisão decenal da lei municipal nº 4575/2007 que trata do plano diretor municipal no âmbito do município de Vila Velha e dá outras providências. Vila Velha: Câmara Municipal de Vila Velha.

Whyte, William. (2004). The Social Life of Small Urban Spaces. 3rd ed., New York: Project for Public Spaces.

ARTIGO

DISTRIBUIÇÃO SOCIOESPACIAL DAS PRAÇAS E OCORRÊNCIAS CRIMINAIS EM ESPAÇOS PÚBLICOS

SANTOS, Myllena Siqueira

(myllena.santos@uvvnet.com.br);

1Universidade Vila Velha (UVV), Brasil

RAMOS, Larissa Leticia Andara

(larissa.ramos@uvv.br)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

JESUS, Luciana Aparecida Netto

(luciana.a.jesus@ufes.br)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

CONDE, Karla Moreira

(karla.conde@ufes.br)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Espaços públicos, Segurança pública, Mapeamento, Praças, Vitalidade urbana.

RESUMO

Um dos desafios das cidades contemporâneas é a manutenção da vida pública, constantemente ameaçada pela violência urbana. Partindo do princípio de que fatores socioespaciais e do desenho urbano podem auxiliar na prevenção de ações criminosas e aumentar a sensação de segurança, o presente artigo analisa a relação entre a distribuição socioespacial das praças e incidências criminais nos espaços públicos, tendo como recorte a Regional Central do município de Vila Velha-ES. Após a contextualização temática, foram elaborados mapas da distribuição das praças e de densidade criminal em espaços urbanos, registrados entre 2016 a 2019, com base nas ocorrências de homicídios, tráfico de drogas, roubos e furtos, que também foram correlacionados com a avaliação da qualidade socioambiental das praças, realizada em trabalhos anteriores. Os resultados evidenciam uma fragmentação na distribuição das praças, não atendendo toda a população da regional, além de maiores índices de crimes violentos em áreas com ausência de praças. Percebe-se uma relação entre incidências criminais e aspectos socioeconômicos, evidenciando que em bairros mais adensados, de menor renda e maior vulnerabilidade social apresentam maiores índices criminais. Em relação aos crimes de roubos e furtos, nota-se que estes ocorrem, frequentemente, em regiões de altas densidade e renda per capita, contemplando também praças centrais, circundadas por áreas comerciais e grande fluxo de pessoas. Tal cenário foi registrado nas praças do Centro, Glória e Itaparica, que apesar de receberem boas classificações na avaliação da qualidade socioambiental, apresentam iluminação, vigilância e morfologia urbana que comprometem a segurança pública, refletindo o contexto da região onde estão inseridas. As análises demonstram que o fenômeno da violência urbana, apesar de complexo, influencia e é influenciado pelo espaço urbano, sendo assim, para promover cidades seguras, vivas e sustentáveis tornam-se necessários investimentos que qualificam o contexto urbano, incluindo seus espaços livres públicos.

1. INTRODUÇÃO

A cidade é transformada pelo aumento da violência e do medo. Com base em Lira (2014), novas morfologias surgem como resposta e a paisagem urbana é transformada, principalmente, espaços residenciais que reproduzem características medievais e prisionais, como forma de se proteger de possíveis ameaças. Segundo Bauman (2009), a origem do problema está nos vínculos comunitários perdidos, pois o medo da violência urbana faz com que se perca a confiança no outro e questione as suas intenções. A mídia desempenha papel de protagonismo ao agravar a situação com notícias incessantes sobre a violência. As manchetes de crimes são as que dão lucro, então a imprensa auxilia a disseminar o medo; a atribuir a culpa a determinados grupos sociais; buscar um lócus da violência em discurso reducionista e a banalização da violência com conteúdo sensacionalistas e incessantes (LIRA, 2014). A segregação socioespacial alcança níveis maiores, pois, algumas áreas são responsabilizadas pelo aumento dos crimes e seus moradores são discriminados.

Conforme aponta Bauman (2009), a sensação de medo contribui no agravamento da segregação socioespacial na medida em que grupos sociais mais elitizados distanciam-se dos mais pobres e excluídos, buscando refúgio em espaços vigiados e privativos. Um desses “refúgios” são os “enclaves fortificados” (CALDEIRA, 2011) que são espaços privados - para morar, trabalhar e se divertir - confinados e com tecnologias de autoproteção. São demarcados e isolados por muros e grades, além de serem homogêneos socialmente. A autora enfatiza que os “enclaves fortificados” são espaços voltados para o interior, ignoram o contexto da cidade, rejeitam a vida pública e permitem que as pessoas evitem as “interações indesejadas, movimento, heterogeneidade, perigo e imprevisibilidade das ruas” (CALDEIRA, 2011, p. 258-259). Tal arquitetura introspectiva reforça a desvalorização dos espaços públicos, pois ignora o contexto da rua e promove a privatização dos espaços de lazer. Lima (2015) afirma que os espaços privados, entre muros, imitam os espaços públicos da cidade, com praças de alimentação ou ruas com lojas, porém, são sua antítese, visto que não permitem acesso a todos.

Os espaços da cidade que não são ocupados tendem a ser mais inseguros, pois “quando temem as ruas, as pessoas as usam menos, o que torna as ruas ainda mais inseguras” (JACOBS, 2013, p. 30). A autora, em seu livro publicado na década de 1960, realizou uma análise da relação entre segurança e espaço público, com foco na “vigilância natural”, ou seja, no monitoramento informal realizado pelas pessoas que frequentam determinados espaços públicos. Jacobs (2013) discorre ainda sobre a importância da vitalidade urbana, da movimentação de pessoas em diferentes horários, da diversidade de usos e dos “olhos na rua” - que se relaciona com a vigilância natural dos edifícios e o contato com a vizinhança.

Sobre as estratégias de segurança no espaço público, Newman (1996) defende a teoria do “espaço defensável”, em que a delimitação entre público e privado é definida, assim como o controle social realizado pelos moradores para garantia da segurança pública. O autor diverge da opinião de Jacobs, ao ver um espaço movimentado como inseguro, na medida em que se torna permissivo ao anonimato e à

ação do criminoso. Newman (1996) ainda afirma que para instaurar a segurança, o espaço deve possuir limites físicos e o senso de comunidade latente.

Ainda analisando a correlação de espaço e segurança, Jeffrey (1971), na década de 1970, apresenta o conceito de *Crime Prevention Through Environmental Design* (CPTED), que se traduz como “prevenção do crime através do desenho urbano”. O conceito aborda características da arquitetura e do espaço urbano que contribuem para a redução de ações criminosas através da diminuição das oportunidades pautadas em quatro princípios: controle natural de acesso, vigilância natural, reforço territorial e manutenção do espaço público. Dessa maneira, Jeffrey (1971) reforça a ideia de Jacobs (2013) sobre a vigilância natural como inibidora da ação criminal, assim como, a teoria de Newman (1996) de maior controle social e pertencimento do espaço público.

No Brasil, o conceito de “prevenção do crime através do desenho urbano” é definido por Bondaruk (2007, p. 71) como “todas as providências a serem tomadas, visando reduzir a probabilidade do acontecimento de delitos, através de modificações no desenho urbano, aumentando assim a sensação de segurança”. O autor analisa as precauções a serem tomadas no pós-delito para evitar a reincidência do crime. Em suas pesquisas, observou que a maioria dos infratores optam por ruas de menor fluxo de pessoas e com obstáculos à visão. Outra constatação relevante é que os moradores atribuem a atuação da vizinhança como mais determinante do que a presença da polícia.

Segundo a “Teoria das Janelas Quebradas” de Wilson e Kelling (1982), o problema da violência urbana também está na natureza humana e no desenvolvimento das relações sociais. Soares e Saboya (2019) enfatizam que o ambiente pode favorecer as ocorrências de ações criminosas, destacando que espaços públicos sem manutenção e com sinais de desordem, vandalismo e deterioração física transmitem sensação de insegurança e tendem a não serem utilizados pela população. Espaços com tais características resultam em ambientes mais vulneráveis a ações criminosas pois influenciam na percepção do criminoso sobre o controle social do espaço.

Diante dessas premissas, o espaço público possui papel fundamental na interação social e se concretiza com um local democrático e acessível a todos, sem barreiras a participação e com respeito ao convívio e ao debate (LIMA, 2006). Dessa maneira, os espaços públicos são essenciais para a convivência entre pessoas de diferentes realidades, no entanto, para isso, é necessário que esses espaços tenham qualidade e segurança para que haja apropriação de diversos grupos sociais.

Vale enfatizar que praças e parques auxiliam na promoção do bem-estar urbano, contribuindo para a interação social com pessoas de diferentes contextos, promovendo a manutenção da vitalidade urbana, requisito fundamental para a promoção da sensação de segurança, a partir da vigilância natural (JACOBS, 2013; GEHL, 2014). Cidades seguras são também cidades vivas, inclusivas e sustentáveis na medida em que possibilitam as trocas sociais, a mobilidade ativa e a vitalidade urbana nos espaços públicos. Diante dessas premissas e partindo do princípio de que fatores socioespaciais e do desenho urbano podem auxiliar na prevenção de ações criminosas e aumentar a vitalidade urbana e a sensação de segurança, o

artigo analisa a correlação entre distribuição de praças e incidências criminais nos espaços públicos da Região Grande Centro, Vila Velha-ES.

A pesquisa é de natureza aplicada, exploratória e descritiva, de abordagem quanti-qualitativa que consiste na contextualização da temática e revisão bibliográfica para compreensão da relação entre desenho urbano, prevenção do crime e segurança pública. A partir de dados georreferenciados, referentes a distribuição socioespacial e de incidências criminais em espaços públicos - disponibilizados pela Gerência do Observatório de Segurança Pública da Secretaria de Segurança Pública e Defesa Social do Espírito Santo (GeOSP/SESP) - foram desenvolvidos, no *software* de *ArcGis* (versão 10.4.1), mapas de Densidade de Kernel evidenciando as incidências criminais em espaços públicos. As análises consideram três categorias de crimes: 1) homicídios e tentativas de homicídios, 2) tráfico de drogas e 3) roubos, furtos e tentativas. Teve como recorte temporal o intervalo de 3 anos (2016 a 2019), não incluindo 2017 devido à greve dos policiais militares ocorrida no estado do Espírito Santo, que descaracterizou o registro das ocorrências.

As incidências criminais foram correlacionadas com a distribuição espacial das praças e com o resultado da avaliação da qualidade socioambiental das praças, realizada a partir da aplicação da ferramenta de avaliação e classificação “QualificaURB”, desenvolvida pelo Grupo de Pesquisa “Paisagem Urbana e Inclusão” das Universidade Vila Velha e Universidade Federal do Espírito Santo. A ferramenta QualificaURB avalia o espaço público da praça considerando quatro categorias: “Proteção e Segurança”, “Conforto e Imagem”, “Acessos e Conexões” e “Usos e Atividades”, com parâmetros de análise específicos que possibilitam atribuir classificações que variam de “insuficiente”, “regular”, “bom” a “ótimo”.

2. CARACTERIZAÇÃO DA GRANDE CENTRO

Vila Velha, situada no litoral do Espírito Santo, é a cidade mais antiga do estado e a segunda mais populosa. Pertence a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV). A norte faz limite com o município de Vitória; a sul com Guarapari; a Leste com o Oceano Atlântico; e a Oeste com os municípios de Viana e Cariacica. É também dividida em 5 regiões administrativas, sendo a Regional Grande Centro, recorte deste estudo (destacada na figura 1) aquela mais adensada e também onde estão concentradas as principais atividades comerciais, culturais e institucionais do município. A Grande Centro possui importância socioeconômica e cultural, concentra a porção mais verticalizada e de maior interesse imobiliário do município, assim como marcos da paisagem natural e cultural.

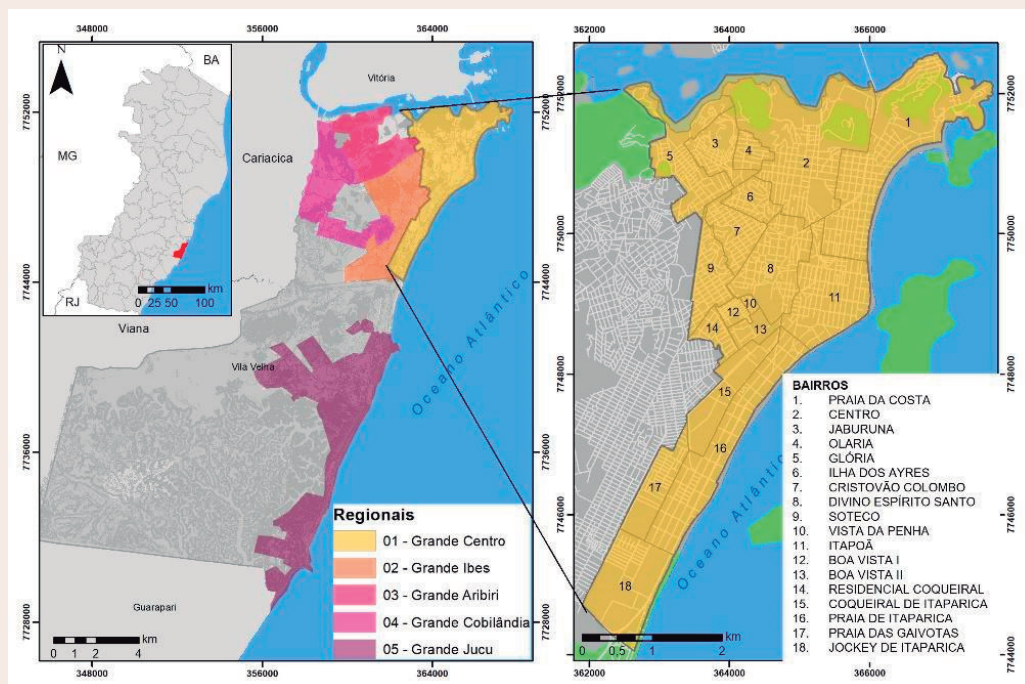


Figura 1. Localização da área de estudo, regional 01 – Grande Centro.

Conforme Censo Demográfico (IBGE, 2010), a Regional Grande Centro possui uma população de aproximadamente 147.279 habitantes, ou seja, 35% da população residente de Vila Velha. A respeito da densidade populacional e renda per capita por bairros, há uma variação significativa entre porções do território com características diferentes, conforme ilustra a figura 2.

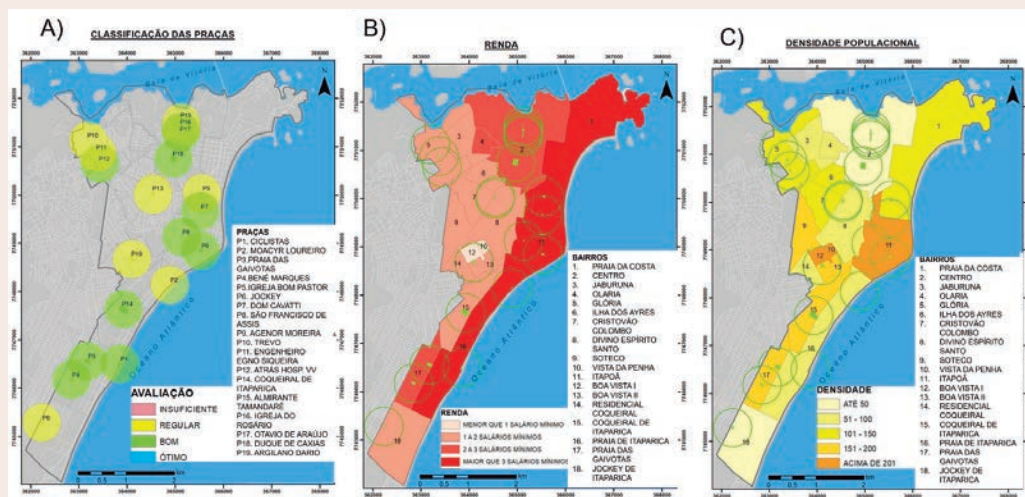


Figura 2. Regional Grande Centro. A) Mapeamento e classificação das praças. B) Renda per capita por bairros. C) Densidade populacional por bairros.

Destaca-se, no entanto, bairros como o Centro e Jockey de Itaparica, com menores densidades populacionais (até 50 hab./ha). Também se verificam bairros com alta densidade e baixa renda per capita, como é o caso de Vista da Penha e Boa Vista I. Este último apresenta-se com densidade populacional acima de 201 hab./ha e renda per capita inferior a um salário-mínimo, sendo também um dos bairros de maior

vulnerabilidade da regional (IBGE,2010). Há ainda uma concentração de classes com maior poder aquisitivo próximo a orla, nos bairros Praia da Costa, Itapoã e Praia de Itaparica, enquanto, na parte continental, concentram-se bairros de menor renda per capita e maior densidade populacional (Figura 2).

Em relação a distribuição das praças, nota-se uma escassez e uma fragmentação na disponibilidade desses espaços, não atendendo toda a população da regional. Dentre as 19 praças existentes na Grande Centro, apenas 12 bairros são atendidos, sendo que algum deles possuem 03 (três) praças e outros (cinco deles), total ausência de praças. Ao analisar a abrangência das praças, considerando um raio de atendimento à população de 400 metros (BERKER, et al., 2006), apenas 44% da população da regional é contemplada por praças, significando que a maioria dos habitantes da Grande Centro não possui acesso facilitado às praças (Figura 2).

Após a análise da distribuição espacial, realizou-se a aplicação da ferramenta “QualificaURB”, no intuito de avaliar a qualidade das praças da regional Grande Centro e, assim, verificar as possíveis correlações entre as fragilidades apontadas na avaliação das praças com as densidades criminais no espaço público da praça e seu entorno. A avaliação da qualidade socioambiental das praças constatou que a maioria delas recebeu classificação “regular”, com destaque para as praças de Coqueiral de Itaparica (melhor pontuação) e Jockey (pior classificação), evidenciadas na Figura 3. Vale destacar que nenhuma praça foi avaliada como ‘insuficiente’ e ‘ótimo’.

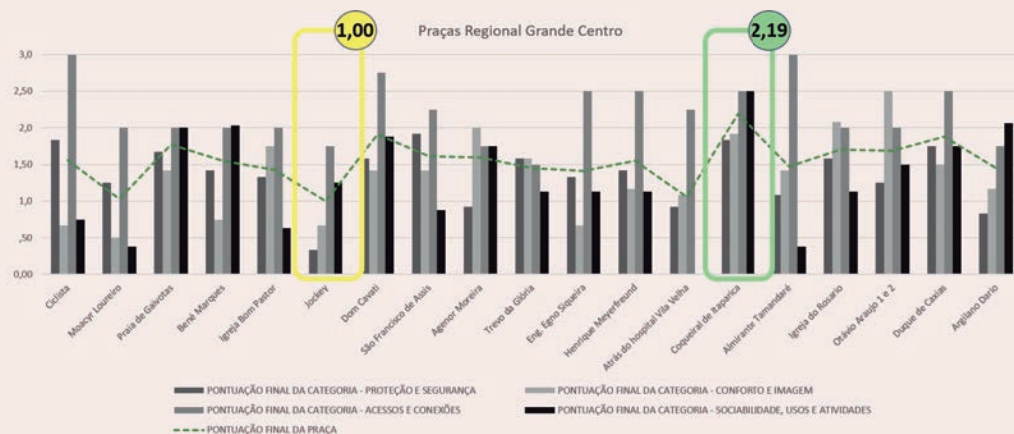


Figura 3. Resultada da avaliação da Qualidade socioambiental das praças da Grande Centro a partir da aplicação da ferramenta QualificaURB.

3. INCIDÊNCIAS CRIMINAIS EM ESPAÇOS PÚBLICOS DA GRANDE CENTRO

A partir da análise dos mapas de incidências criminais registradas em espaços públicos (Figura 4) percebe-se que crimes de homicídios e de tráfico de drogas estão localizados em áreas com ausência de praças, concentrando-se em bairros de menor renda per capita e alta densidade demográfica. Observa-se também uma correlação entre as ocorrências de homicídios e as de tráfico de drogas, com desta-

que para o bairro Divino Espírito Santo e Jaburuna, áreas com maior incidência de homicídios da regional e também territórios com históricos de tráfico de drogas.

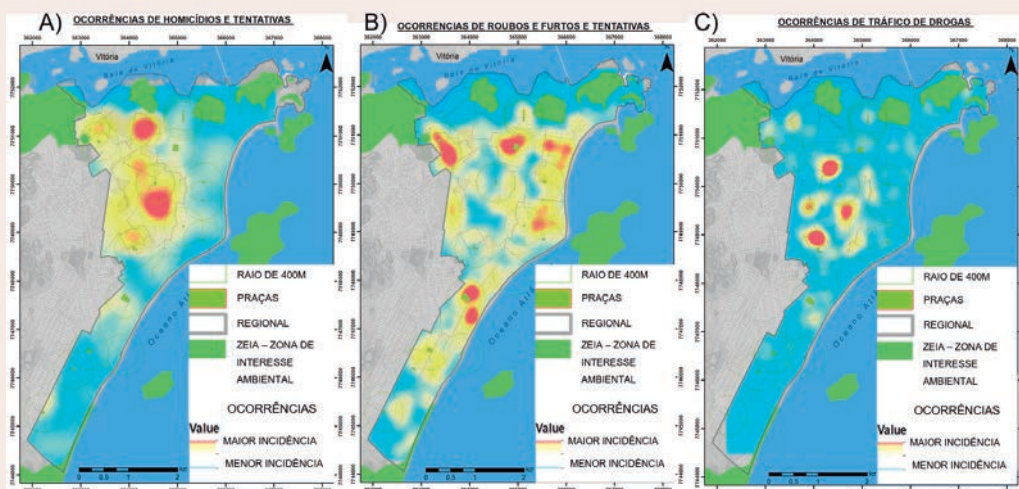


Figura 4. Mapas de densidade criminais da Grande Centro. A) Ocorrências de homicídio e tentativas de homicídios. B) Ocorrências de roubos e furtos e tentativas. C) Ocorrências de tráfico de drogas.

Além do bairro Divino Espírito Santo, notam-se ocorrências de tráfico de drogas nos bairros Ilha dos Ayres e Boa Vista I, este último caracterizado pela baixa renda per capita e alta densidade demográficas. Gehl (2014, p. 97) destaca a relação existente entre segurança e disparidade ao elucidar que “a desigualdade social e econômica é o pano de fundo para os altos índices de criminalidade e as tentativas (total ou parcialmente) privadas de proteger a vida e a propriedade”.

Em relação as ocorrências de roubos e furtos, estas se diferem das demais pois acontecem onde há maior movimento de pessoas, no caso da regional Grande Centro, concentram-se nas áreas comerciais e em bairros de maior renda per capita. Percebe-se também uma maior concentração de roubos e furtos em proximidades de algumas praças e nas ruas do seu entorno, em especial aquelas centrais de bairros consolidados, com maior densidade populacional e renda per capita, como é o caso das praças dos bairros da Glória, Coqueiral de Itaparica e Centro. Tal cenário corrobora as afirmações de Soares e Saboya (2019) ao indicarem que ruas com maior movimento de pessoas são vulneráveis à ocorrência de pequenos furtos, já que os criminosos aproveitam o fluxo intenso de pessoas para a ação passar despercebida. Complementam que crimes mais violentos são mais frequentes em área de difícil acesso e com menor presença de pessoas.

Na Grande Centro, percebe-se que crimes de roubos e furtos acontecem, também, em bairros predominantemente comerciais como o bairro da Glória – polo industrial e de moda do estado. Este apresenta baixa densidade e predomínio de comércio diurno, sem diversidade de uso e com ausência de pessoas à noite e nos finais de semana, prejudicando a segurança pública (JACOBS, 2013). Barause e Saboya (2018) também ressaltam a importância de associar o uso residencial ao não-residencial, pois comércios fechados à noite implicam que não há pessoas para vigiar, enquanto residências com janelas e aberturas indicam vigilância natural. Foucault (1997) em sua análise do *Panóptico* de Bentham – mecanismo prisional de torre

central com visibilidade axial as celas - esclarece que o indivíduo ao ser vigiado tende a diminuir as transgressões a lei, mesmo que não esteja sendo de fato observado, mas a possibilidade de vigilância pode ser um fator inibidor.

3.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS PRAÇAS DOS BAIRROS DE COQUEIRAL DE ITAPARICA E JOCKEY

De modo a compreender as correlações entre incidências criminais nos espaços públicos, a distribuição e qualidade das praças, são evidenciadas, na sequência, com base na avaliação da qualidade socioambiental, duas praças da Regional Grande Centro: a praça do bairro de Coqueiral de Itaparica (melhor classificação) e a do bairro do Jockey (pior classificação).

Conforme evidenciado nas figuras 5 e 6, tanto na praça de Coqueiral de Itaparica quanto a do Jockey, percebe-se que as ocorrências registradas nas praças refletem o contexto em que estão inseridas. A praça de Coqueiral de Itaparica apesar da boa avaliação, apresenta precária iluminação e vigilância, bem como uma morfologia urbana que compromete a segurança pública. Além da praça possuir grande dimensões, existe um edifício religioso em seu interior, que apesar de trazer movimento em determinados dias e horários, possui paredes cegas que impossibilitam a permeabilidade visual e comprometem a vigilância natural de pontos da praça (Figura 7).

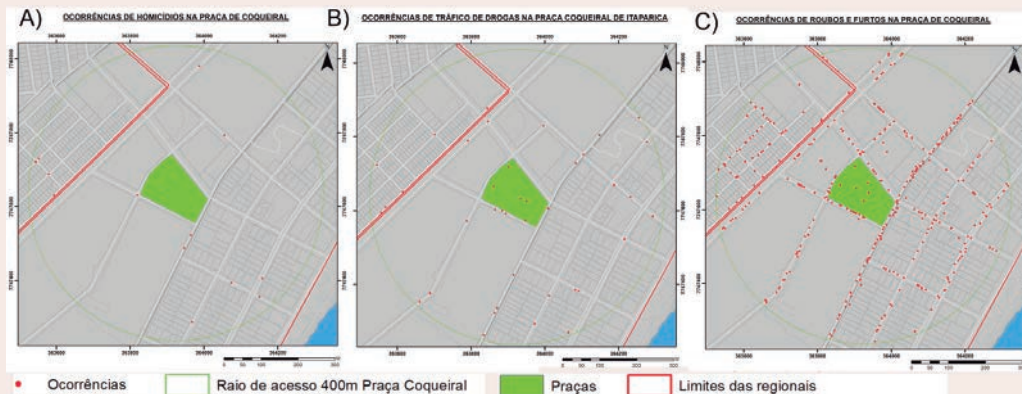


Figura 5. Mapa de ocorrências criminais da Praça de Coqueiral. A) Ocorrências de homicídio e tentativas de homicídios. B) Ocorrências de tráfico de drogas. C) Ocorrências de roubos e furtos e tentativas.

Quanto ao entorno da praça de Coqueiral de Itaparica, nota-se que as quadras são extensas, contrariando o defendido por Jacobs (2013) em relação as alternativas de percursos e conseqüente incentivo a movimentação de pessoas permitidos pelas quadras curtas. Apesar do predomínio de comércio de grande porte, em especial de supermercados, a diversidade de uso é baixa e as fachadas não são consideradas visualmente ativas e/ou fisicamente permeáveis. Ademais, há uma concentração de condomínio residenciais murados nas proximidades da praça de Coqueiral de Itaparica e a Avenida Santa Leopoldina, principal via que intercepta a praça e

interliga o bairro, possui grande fluxo de pessoas, concentrando grande parte das ocorrências de roubos e furtos.

Ao analisar a praça do Jockey, bairro em consolidação, percebe-se menor registro de ocorrências criminais, como ilustra a figura 6. Tal fator também é reflexo de um entorno caracterizado por baixa densidade demográfica, grande concentração de vazios urbanos e ausência de movimentação de pessoas. Nota-se, entretanto, um número considerável de incidências de tráfico de drogas na praça do Jockey, corroborando as afirmações de Soares e Saboya (2019) de que crimes mais violentos tendem a serem mais frequentes em espaços públicos vazios e de difícil acesso.

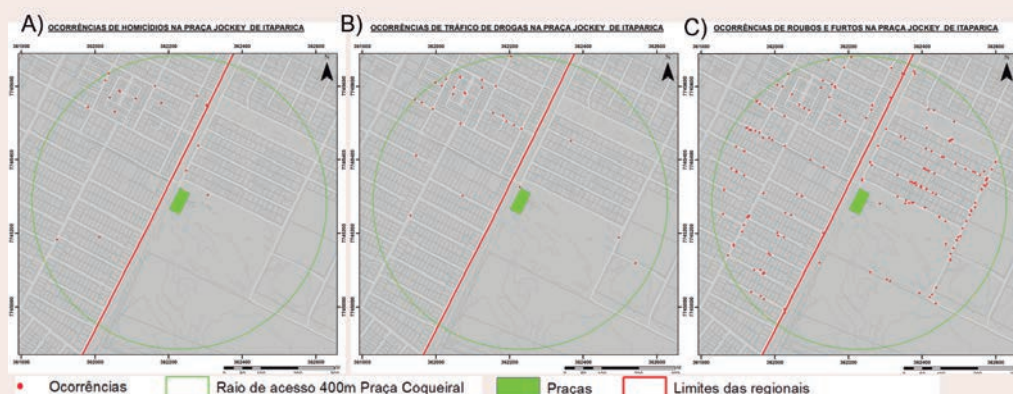


Figura 6. Mapa de ocorrências criminais da Praça do Jockey. A) Ocorrências de homicídio e tentativas. B) Ocorrências de tráfico de drogas. C) Ocorrências de roubos e furtos e tentativas.

Observa-se que a praça do Jockey, além de possuir parte de seus limites murados (Figura 8), não possui infraestrutura adequada, não há mobiliários e equipamentos suficientes e em condições de uso, comprometendo o enfatizado por Soares e Saboya (2019) de que espaços públicos sem manutenção, com mobiliários urbanos quebrados e inapropriados transmitem sensação de insegurança e medo, resultando em espaços inóspitos, vazios e não convidativos demonstrando, portanto, pouco controle social e maior vulnerabilidade a ocorrências criminais.

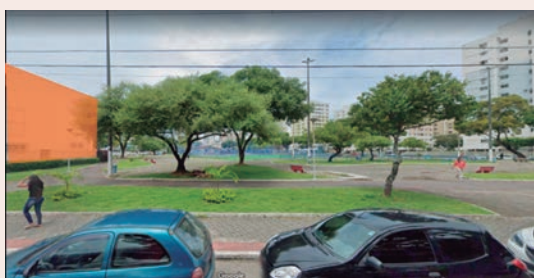


Figura 7. Praça do bairro Coqueiral de Itaparica. Fonte: *Google Maps, 2021*



Figura 8. Praça do bairro Jockey. Fonte: *Google Maps, 2021*

Ainda que a praça do Jockey apresente poucas ocorrências criminais, é um espaço sem vitalidade, que passa sensação de insegurança, situada em uma região vazia e menos consolidada da regional. Para que as pessoas se apropriem e usem o espaço públicos, a qualidade e a segurança são requisitos fundamentais. “Sentir-se

seguro é crucial para que as pessoas abracem o espaço urbano. Em geral, a vida e as próprias pessoas tornam a cidade mais convidativa e segura, seja em termos de segurança percebida e vivenciada” (GEHL, 2014, p. 91).

4. CONCLUSÕES

Os resultados evidenciam uma fragmentação na distribuição espacial das praças da Grande Centro, não atendendo à toda população da regional, além do alto índice de crimes violentos em áreas com ausência de praças. Percebe-se uma relação entre as incidências criminais em espaços públicos e aspectos socioeconômicos, evidenciando que bairros mais adensados, de menor renda e maior vulnerabilidade social apresentam maiores ocorrências de crimes. As análises também apontam que as incidências de homicídios podem ter relação com as disputas do tráfico de drogas devido a convergência da densidade na mesma área. Em relação aos crimes de roubos e furtos, nota-se que estes ocorrem, frequentemente, em regiões de altas densidade e renda per capita, contemplando também praças centrais, circundadas por áreas comerciais e com grande fluxo de pessoas. Tal cenário foi registrado nas praças dos bairros do Centro, Glória e Itaparica, que apesar de receberem boas avaliações e classificações - conforme apontam os resultados da aplicação da ferramenta “QualificaURB” - apresentam iluminação, vigilância e morfologia urbana que comprometem a segurança pública

As análises das praças Coqueiral de Itaparica e Jockey apontam que as ocorrências nelas registradas são um reflexo do que acontece no contexto em que estão inseridas. Dessa maneira, praças centrais, situadas em bairros consolidados com predominância comercial e grande fluxo de pessoas podem ser alvo de crimes como pequenos furtos e roubos. Tal cenário acontece na praça de Coqueiral de Itaparica, que apesar da vitalidade do espaço, apresenta iluminação e vigilância insuficientes, além da morfologia do espaço comprometer a vigilância natural, como é o caso de construções presentes na praça que funcionam como barreiras visuais, o que pode criar zonas vulneráveis a ações criminosas. Ademais, praças com entorno comerciais, com pouca diversidade de usos, tendem, à noite, a ter menos movimento de pessoas e causar insegurança. Tais considerações reforçam a relação entre morfologia, desenho urbano, tipologia arquitetônica e distribuição e qualidade das praças com as ocorrências de crimes nos espaços públicos.

As análises demonstram que o fenômeno da violência urbana, apesar de complexo, influencia e é influenciado pelo espaço urbano, sendo assim, o planejamento das cidades não pode estar desvinculado do desenho e da morfologia urbana, mesmo porque cidades vivas e ativas são também cidade seguras e sustentáveis, na medida em que incentivam a vida urbana e convidam as pessoas a caminharem e pedalarem, deixando o automóvel de lado e vivenciando os espaços livres públicos e as áreas verdes urbanas.

Os espaços públicos da cidade devem atender as necessidades da comunidade do seu entorno, para despertar um sentimento de pertencimento e identidade que provoque responsabilidade quanto ao uso e conservação, além do policiamento

preventivo. Para que a população se aproprie do espaço público é preciso, porém, manutenção desses espaços tendo em vista que espaços deteriorados inspiram sensação de medo e controle social reduzido, o que causa mais oportunidades para ações criminosas.

A pesquisa ressalta a necessidade de estudos voltados para segurança urbana e espaços livres públicos urbanos, especialmente, em bairros de maior vulnerabilidade social, pois é onde ocorre os crimes mais violentos. Enfatiza como a presença de espaços públicos de qualidade distribuídos no contexto urbano podem auxiliar na prevenção de crimes e serem mitigadores da sensação de insegurança nas cidades. Assim como, destaca que a segurança pública é uma questão complexa e afeta a cidade e seus municípios, e mesmo as áreas com maior concentração de renda tem espaços públicos negligenciados e sem qualidade e infraestrutura. Sugerem-se estudos futuros que permitam a melhor compreensão dos fatores socioespaciais e da morfologia urbana que influenciam no sentimento de medo e na incidência criminal. Novas pesquisas podem ser replicadas em outros contextos, a partir da utilização da mesma metodologia de levantamento de dados e mapas de densidades criminais, de modo a comparar e comprovar os resultados desta pesquisa. Os estudos podem, também, fomentar futuras intervenções, para a criação de espaços democráticos com vitalidade que promovam a segurança e o convívio de todos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barause, L.; Saboya, R. T. (2018) de. Forma arquitetônica e usos do solo: um estudo sobre seus efeitos na ocorrência de crimes. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 427-444, out./dez.
- Bauman, Z. (2009). *Confiança e medo na cidade*. Rio de Janeiro: J. Zahar.
- Bondaruk Roberson Luiz. (2007). *A prevenção do crime através do desenho urbano*. Curitiba.
- Caldeira, Teresa Pires do Rio. (2011). *Cidade de muros: crime, segregação e cidadania em São Paulo*. 3. ed. São Paulo: Editora 34; Edusp.
- Foucault, Michel. (1997). *Vigiar e Punir: nascimento da prisão*. In: _____. *O Panoptismo*. Trad. de Raquel Ramallete. 16. ed. Petrópolis: Editora Vozes. Cap. 3, p. 162-187.
- Gehl, J. (2014). *Cidade para Pessoas*. São Paulo: Perspectiva.
- Jacobs, J. (2013). *Morte e vida de grandes cidades*. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE (2010). *Censo Brasileiro de 2010*. Rio de Janeiro: IBGE.
- Jeffery, C. R. (1971) *Crime prevention through environmental design*. Beverly Hills: Sage Publications.
- Lima, D. M. M. C. (2006). *O espaço de todos, cada um no seu lugar: o uso dos espaços públicos destinados ao lazer em Natal*. Tese (doutorado em Ciências So-

- ciais). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, Brasil.
- Lima, D. M. M. C. (2015). A violência urbana e a sensação de insegurança nos espaços públicos de lazer das cidades. *Geoconexões*, v. 2, n. 1.
- Lira, P. (2014). *Geografia do crime e arquitetura do medo*. Vitória: GSA.
- Newman, Oscar. (1996). *Creating defensible spaces*. Departamento dos EUA de Habitação e Desenvolvimento Urbano.
- Soares, M.; Saboya, R. T. (2019). Fatores espaciais da ocorrência criminal: modelo estruturador para a análise de evidências empíricas. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 11.
- Vila Velha. Lei nº 4.707 de 10 de setembro de 2008, que dispõe sobre a institucionalização dos bairros nas Regiões Administrativas, os limites e a denominação dos mesmos e os critérios para organização e criação de bairros, no perímetro urbano do Município. Diário Oficial, Vila Velha: Prefeitura Municipal, 2008.
- Wilson, J., & Kelling, G. (1982). Broken windows: the police and neighbourhood safety. *Magazine Atlantic Monthly*, March, 29-38.

AGRADECIMENTOS

A autoras agradecem à Universidade Vila Velha (UVV), à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e ao Grupo de Pesquisa “Paisagem Urbana e Inclusão” pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

ARTIGO

DISTRIBUIÇÃO SOCIOESPACIAL DOS ESPAÇOS PÚBLICOS: ANÁLISE COM ÊNFASE NAS PRAÇAS

MATOS, Amanda

*(amandachavesdematos@gmail.com)
Universidade Vila Velha (UVV), Brasil*

RAMOS, Larissa L. Andara¹

*(larissa.ramos@uvv.br)
Universidade Vila Velha (UVV), Brasil*

PASSAMANI, Amanda

*(amandajeveauxp@gmail.com)
Universidade Vila Velha (UVV), Brasil*

NETTO DE JESUS, Luciana

*(luciana.n.jesus@ufes.br)
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil*

CONDE, Karla Moreira

*(karla.conde@ufes.br)
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil*

PALAVRAS-CHAVE:

Espaço público, Mapeamento, Praças, Acessibilidade, Distribuição

RESUMO

Espaços livres públicos são elementos essenciais na estruturação das cidades e na manutenção da qualidade de vida, responsáveis por estimular interações sociais, práticas esportivas e de lazer. Com a pandemia do Covid19, têm recebido maior protagonismo por representarem espaços livres que permitem encontros sociais ao aberto, garantindo a biossegurança. Quando bem planejados, qualificados e distribuídos adequadamente nas cidades, além de garantirem acesso democrático, possibilitam a permanência de pessoas nos espaços, contribuindo para vitalidade urbana. Nesse sentido, o artigo apresenta uma análise comparativa e reflexiva da distribuição socioespacial dos espaços livres públicos tendo como ênfase as praças da Regional Administrativa 4 - Grande Cobilândia, município de Vila Velha-ES. Após a compreensão de aspectos conceituais e classificatórios, na sequência, as praças foram identificadas e mapeadas no *software* ArcGis, com auxílio do *GoogleEarth* e visitas locais, de modo a verificar a disponibilidade e o atendimento à população das praças, considerando um raio de abrangência de 400 metros. As análises também incluíram levantamento de dados socioeconômicos e de criminalidade, com a finalidade de compreender o cenário no qual as praças estão inseridas. A Grande Cobilândia apresenta apenas cinco espaços livres públicos com infraestrutura de praça, contemplando somente 23% da população quando considerado um raio de atendimento de 400 metros. Ademais, bairros de vulnerabilidade socioeconômica e alta densidade demográfica não apresentam nenhum espaço livre público, enquanto bairros de baixa densidade são contemplados por mais de uma praça. Os resultados, portanto, revelam que a distribuição socioespacial das praças na Grande Cobilândia não é homogênea, insuficiente para atender toda a população da Regional, além de priorizar parcelas específicas do território. Espera-se com este trabalho auxiliar no planejamento urbano municipal para que, assim, os espaços livres públicos, em especial as praças, sejam distribuídos com equidade nas cidades, garantindo cidades mais acessíveis, inclusivas e democráticas.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as cidades brasileiras vêm passando por um processo constante de adensamento populacional e crescimento urbano que vem afetando a utilização do solo e contribuindo para a fragmentação do tecido urbano e modificações nas configurações espaciais. Nesse processo, os espaços livres têm sido substituídos por ambientes construídos, ocasionando a pouca oferta de espaços livres públicos nas cidades.

O ambiente, desse modo, torna-se cada vez mais vazio e inóspito, em razão da ausência de pessoas circulando pelo espaço, aumentando a sensação de insegurança. Jacobs (2000) defende que a segurança vem de acordo com o olhar espontâneo garantido por pessoas de variadas idades. Espaços com maior circulação de pessoas a pé em um ambiente que haja variados usos são propensos a uma maior vitalidade urbana, segundo a escritora.

As praças são espaços de interação social, pontos de encontros para diversas atividades, além de serem palcos de debates e manifestações públicas. Segundo Queiroga (2012) podem configurar-se de diferentes tipologias e dimensões e são presentes, em maior número, nos bairros de classe média e alta. Tais espaços são classificados como espaços de vizinhança por atenderem a uma parcela pequena de quadras e lotes, com raios de abrangência inferiores a 400m (BERKE et al, 2006). Essa medida corresponde a um intervalo de tempo médio de 5 minutos de caminhada, o que evita grandes deslocamentos e incentiva a presença de pessoas.

A qualidade de vida nas cidades está diretamente relacionada com as interações sociais e a garantia da segurança pública, muitas vezes, promovida pela presença de espaços livres de uso público. A sensação de segurança e a distribuição de usos e ocupação das cidades são questões diretamente relacionadas, e para garantir a movimentação de pessoas e inibir ações criminosas no espaço, é preciso que o ambiente urbano haja diversidade de usos e atividades no local.

Diante dessas considerações, o presente artigo apresenta uma análise comparativa e reflexiva da distribuição socioespacial e da abrangência dos espaços livres públicos, tendo como recorte espacial as praças da Regional Administrativa 4 - Grande Cobilândia, situada no município de Vila Velha-ES.

2. METODOLOGIA

O artigo apresenta um estudo aplicado, exploratório e descritivo, de abordagem quantitativa e qualitativa, definido em quatro etapas metodológicas: 1) Contextualização do tema, 2) Identificação e Mapeamento; 3) Análise da distribuição socioespacial e 4) Análises socioeconômicas e Correlação dos dados.

Tem como recorte espacial de estudo a Regional 4 - Grande Cobilândia (evidenciada na Figura 1 em lilás), situada em Vila Velha, litoral do estado do Espírito Santo, Brasil. A área urbana do município de Vila Velha é composta por cinco Regiões

Administrativas (VILA VELHA, 2008), sendo a Grande Cobilândia, a quarta regional analisada no âmbito dos estudos realizados pelo grupo de Pesquisa “Paisagem Urbana e Inclusão”, vinculado a duas Universidades capixabas.

A Grande Cobilândia é a terceira regional mais populosa e adensada do município, com cerca 74 (setenta e quatro) habitantes por hectare (IBGE, 2010)¹. Apresenta um contexto de vulnerabilidade socioeconômica e ambiental, uma vez que quase toda a extensão do seu território é cortada por canais abaixo do nível do mar, que somada a impermeabilização do solo e as ocupações espontâneas em áreas de relevo acentuadas e de preservação ambiental, registra altos índices de alagamentos (Figura 1).

Após a revisão bibliográfica, em uma segunda etapa, as praças da Grande Cobilândia foram identificadas, a partir das informações presentes no Plano Diretor de Vila Velha confrontadas com visitas de campo, e mapeadas no programa de geoprocessamento ArcGis (versão 10.4.1), com o auxílio de imagens de satélite do *Google Earth* e *Street View*. Com base no mapeamento, foi verificada a distribuição socioespacial das praças em relação a disponibilidade e abrangência, no contexto da Grande Cobilândia, considerando um raio de atendimento à população equivalente a 400 metros (BERKER et al., 2006).

De modo a compreender o cenário socioespacial no qual as praças estão inseridas, na sequência, a distribuição e abrangência das praças foram correlacionadas com dados socioeconômicos de renda per capita, densidade demográfica dos bairros (IBGE, 2010) e índices de criminalidade em espaços públicos - disponibilizados pela Gerência do Observatório da Segurança Pública (GeOSP), vinculada à Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social (SESP-ES) do estado do Espírito Santo. Tais análises consideram três categorias de crimes: 1) homicídios e tentativas de homicídios, 2) tráfico de drogas e 3) roubos, furtos e tentativas, com recorte temporal entre 2016 a 2019.

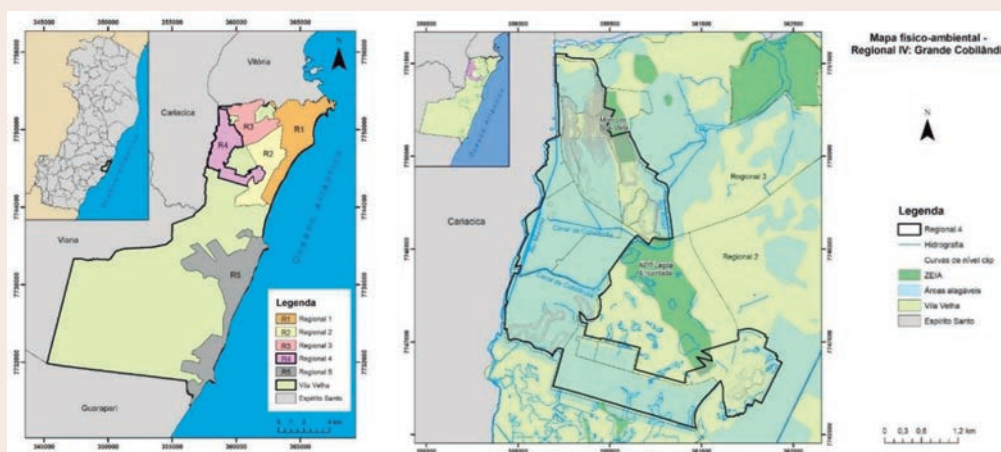


Figura 1. Localização da Regional Grande Cobilândia e Mapa físico-ambiental da Regional.

3. DISTRIBUIÇÃO SOCIOESPACIAL DAS PRAÇAS DA GRANDE COBILÂNDIA

Segundo o Plano Diretor Municipal de Vila Velha, a Grande Cobilândia, possui 12 (doze) Zonas de Interesse Público (ZEIPs), que correspondem “áreas do território municipal, de propriedade ou interesse público, onde é fundamental a manutenção e qualificação dos espaços livres de uso público ou voltados à implantação de equipamentos públicos” (VILA VELHA, 2017 p.59).

Entretanto, em visita técnica ao local, foram constatadas que 7 (sete) delas não apresentam infraestrutura de praça. No bairro Jardim Marilândia, foi encontrada uma Escola Municipal de Ensino Fundamental no espaço destinado à implantação de uma praça. As demais Zonas de Interesse Público são terrenos vazios ou demarcados com potencial para receber infraestrutura de praça. A Figura 2, a seguir, ilustra a distribuição espacial das ZEIPs no contexto da Regional, evidenciando as praças em verde e suas denominações, bem como as ZEIPs sem infraestrutura de praça, em vermelho. Apenas 05 (cinco) das ZEIPs apresentam infraestrutura de praça, localizadas nos bairros: Cobilândia, Jardim Marilândia, Nova América, Vale Encantado e São Torquato.

A Figura 2 ilustra também, por meio de uma gradação de cores (azul ao vermelho), a distribuição e quantidade de praças presentes nos bairros da Grande Cobilândia, sendo em azul os bairros com a presença de praças, aqueles em rosa representando os bairros com ausência de praça, porém com ZEIPs sem infraestruturas de praça, mas representando espaços públicos potenciais e, por fim, os bairros na cor vermelha com a ausência total de praça e/ou qualquer tipo de ZEIPs.

Ao observar o mapa da Figura 2, nota-se uma distribuição não homogênea das praças pelo território da Grande Cobilândia, com maior concentração na parte central e de topografia plana da Regional, onde se situam os bairros mais consolidados, datados da década de 1950, originadas de projetos de loteamentos, tais como os bairros Cobilândia e Vale Encantado, terras que antes pertenciam à família Laranja (A TRIBUNA, 2003). Em contrapartida, destaca-se a ausência de praça nos bairros em áreas de relevo acentuado, também caracterizados por um processo de ocupação espontânea, sem planejamento do solo.

Cobi de Baixo, Cobi de Cima, Alvorada, Alecrim, Industrial e Planalto, são alguns dos bairros identificados na Figura 2, em vermelho, pela ausência de praças. São bairros caracterizados por apresentarem ocupações espontâneas, em áreas de relevo acentuado, ao longo do Morro da Boa Vista e rio marinho. Os bairros Santa Clara e Jardim do Vale, apesar de planos, também não dispõem de praças, entretanto, são bairros vizinhos a Vale Encantado, provido de praça, ademais, são contemplados parcialmente pelo raio de abrangência da praça de Vale Encantado.

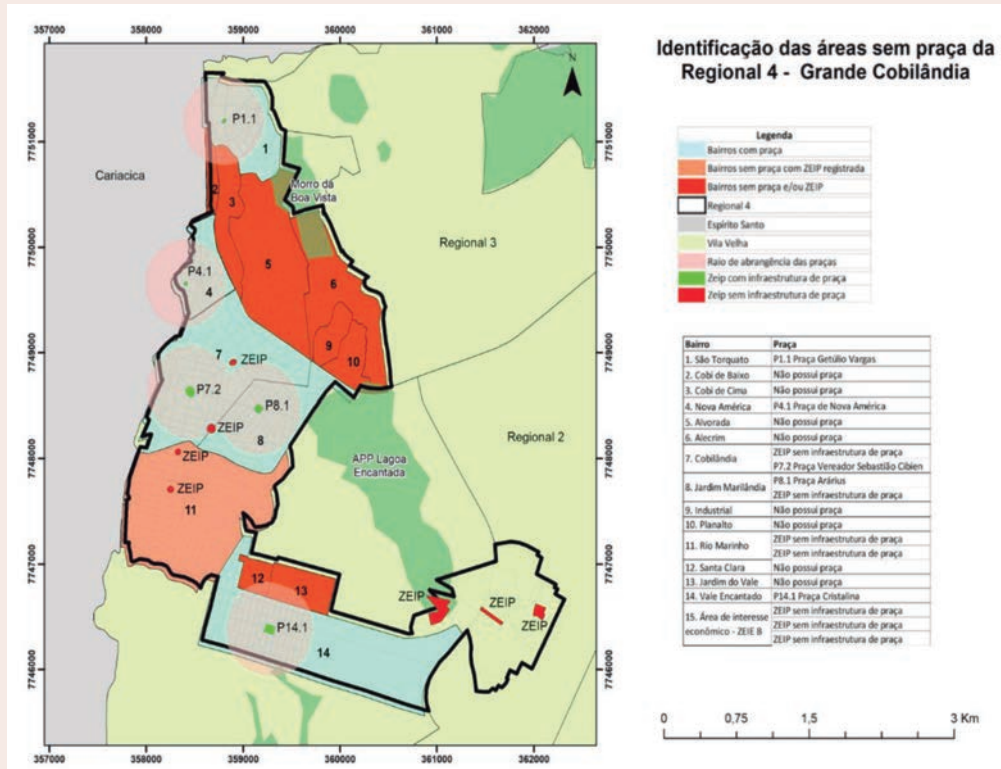


Figura 2. Identificação das áreas sem praça da Regional 04 - Grande Cobilândia, 2021.

Na Figura 3, é possível visualizar, no interior da linha vermelha que demarca o limite da Regional 04, suas respectivas áreas planas (bairros de Nova América, Cobilândia e Jardim Marilândia), bem como as regiões situadas em áreas elevadas (evidência na Figura 3 por uma mancha vermelhada) onde estão localizados os bairros Cobi de Cima, Cobi de Baixo, Alvorada, Alecrim, Industrial e Planalto, caracterizados por ocupações espontâneas e ausência de espaços livres.



Figura 3. Alguns bairros da Regional 04 e suas respectivas praças, 2021.

A figura 4 exemplifica a quantidade de Zonas de Interesse Público (ZEIPs) na Regional da Grande Cobilândia, tanto aquelas consideradas praças, quanto as ZEIPs sem infraestrutura. No total dos 14 bairros, 8 (oito) deles não possuem praças e somente 5 (cinco) bairros possuem ZEIPs com infraestrutura de praça. Vale ressaltar que uma das ZEIPs sem infraestrutura, situada no bairro Cobilândia, intitulada Praça Deus Pai, está em processo execução pela Prefeitura de Vila Velha, em parceria com o Governo Federal.

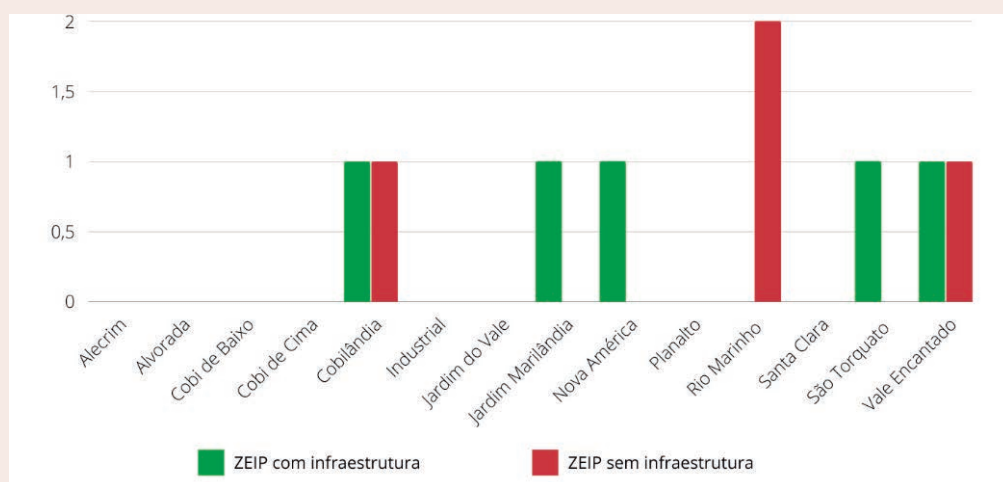


Figura 4. Identificação das ZEIPs com e sem infraestrutura de praça na Regional 04, 2021.

A Tabela 1 ilustra a abrangência das praças na Regional, por meio da técnica de vetorização de feições espaciais. As análises consideram, a partir de um raio de 400 metros, a população atendida, bem como a área de influência, tanto em relação as praças e as ZEIPs sem infraestrutura, porém com potencial para tornarem espaços públicos de práticas sociais e o somatório de ambas.

Acessibilidade dos espaços para práticas sociais na Regional Grande Cobilândia						
Regional 04	PRAÇAS - ZEIP com infraestrutura		ZEIP sem infraestrutura		TOTAL	
População total	População de influência		População de influência		População de influência	
65.970 habitantes	N° habitantes	Porcentagem	N° habitantes	Porcentagem	N° habitantes	Porcentagem
	15.114 hab.	22.91%	9.488 hab.	14.32 %	24.562 hab.	37.23%
Área total	Área de influência		Área de influência		Área de influência	
8.9663.554 m ²	Dimensão	Porcentagem	Dimensão	Porcentagem	Dimensão	Porcentagem
	2.442.601,83 m ²	27.25%	1.008.560,87 m ²	11.25%	3.451.162,70 m ²	38.50%

Tabela 1. Acessibilidade das praças da Regional 04 - Grande Cobilândia, 2021

Observa-se que somente 27,25% da extensão territorial da Grande Cobilândia e menos de 23% da população da Regional 4 é contemplada por praças, quando considerando o raio de influência de 400 metros. Quando considerada as ZEIPs sem infraestrutura de praça, tal porcentagem aumenta, entretanto ainda permanece baixa, resultando em 38,50% de área de influência e 37,23% de população atendida.

Para melhor compreensão da distribuição das praças, foi também realizada uma análise da relação de área total de praça por habitante da Regional, indicando uma relação de 0,23 m² de área de praça por habitante da Grande Cobilândia. Tal resultado apresenta-se inferior, em quase três vezes menos que o sugerido por Jantzen (1973 apud Cavalheiro e Del Picchia) que é de 0,75 m² de área mínima de parque de vizinhança por habitante.

No intuito de averiguar o contexto socioespacial do entorno das praças, foi realizado um mapeamento dos equipamentos comunitários e da hierarquia viária dentro do raio de abrangência de 400 metros. Nota-se, no entorno de todas as praças da Grande Cobilândia, a presença de instituições religiosas e escolares, com destaque também para a presença de instituições policiais, de saúde e sociais.

A figura 5 apresenta um exemplo das fichas técnicas realizadas para análise do entorno de cada uma das praças, ilustrando a praça de Cobilândia que se apresenta como uma grande rotatória, interceptada por vias coletoras, além de entorno ativo e de uso misto, com destaque para atividades comerciais (supermercados, farmácias, comércio alimentício, vestuário e concessionária), além das instituições religiosas, escolares, de saúde e policial, identificadas dentro do raio de abrangência.



Figura 5. Exemplo da ficha técnica produzida na pesquisa para compreensão das praças, 2021

4. DADOS SOCIOECONÔMICOS

Ainda para compreender o cenário socioespacial e econômico no qual as praças estão inseridas, com base no Censo (IBGE, 2010), realizou-se um levantamento de dados socioeconômicos referentes a renda per capita e densidade demográfica de cada bairro da Grande Cobilândia. A figura 6 ilustra a distribuição de renda per capita e densidade populacional (hab./ha) por bairros da Regional. No mapa à esquerda da Figura 6 (renda per capita), a coloração mais clara identifica os bairros com renda per capita inferior a um salário-mínimo e a cor mais escura, aqueles

bairros com renda per capita de 2 a 3 salários-mínimos, conforme dados do Censo de 2010 (IBGE, 2010).

O mapa da direita da Figura 6 (densidade populacional) representa com a gradação mais clara, os bairros com até 50 hab./ha e a cor mais escura, aqueles com densidades superiores a 201 hab./ha. É perceptível a presença de praças em bairros mais consolidados e planejados, de densidades inferiores e rendas per capita superiores, como é o caso dos bairros de Nova América, Cobilândia e São Torquato, embora este último não tenha sido um bairro planejado.

Ademais, bairros de baixa renda per capita e alta densidade demográfica não apresentam nenhum espaço livre público, com destaque para o bairro Cobi de Baixo que possui a maior densidade demográfica da Regional (acima de 201 hab. ha) e renda per capita média de 1 a 2 salários-mínimos e nenhuma ZEIP, diferentemente do bairro Nova América que apresenta uma das menores densidades demográficas, renda per capita de 2 a 3 salários-mínimos e duas ZEIPs em seu tecido urbano.

O bairro de Cobilândia dispõe de uma densidade considerada baixa (51-100 hab./há) e detém uma das maiores rendas per capita da Regional. O bairro possui ainda duas ZEIPs, sendo uma com infraestrutura (Praça de Cobilândia) e a outra sem infraestrutura, no entanto, com um projeto para implantação de uma praça para readequação do espaço, cuja ordem de serviço iniciou-se em maio de 2021.

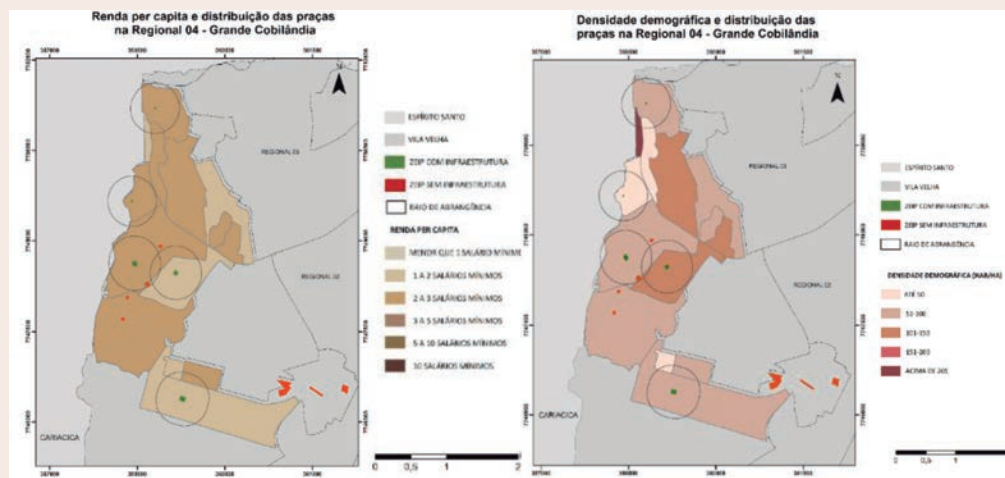


Figura 6. Renda per capita e densidade demográficas das praças por bairro da Regional 04, 2021.

5. ANÁLISE DA CRIMINALIDADE

A partir de dados de criminalidade disponibilizados pelas Gerência do Observatório da Segurança Pública (GeOSP) foram verificadas a correlação entre a presença de praças e ocorrências criminais no espaço público, considerando os delitos de 1) homicídio e tentativas de homicídios; 2) tráfico de drogas e 3) roubos e furtos, entre 2016 a 2019.

Os mapas de calor ou densidade de Kernel, representados na figura 7, ilustram por meio da gradação de cores (do azul, menor incidência ao vermelho, maior incidência) os locais, na Grande Cobilândia, onde foram registradas incidências criminais em espaço público. Também são representados nos mapas, as praças e seus respectivos raios de influência de 400 metros.

Observa-se, em relação às ocorrências de homicídios e tentativas de homicídios (primeiro mapa da figura 7, que as incidências encontram-se em regiões mais periféricas e não contempladas pelos raios das praças, com exceção da Praça de São Torquato e seu entorno que apresentam altos registros de homicídios e tentativas, refletindo também o cenário de vulnerabilidade do seu entorno. A praça de São Torquato localiza-se em local com fluxo intenso de carros, que dificulta o acesso dos moradores até ela, ademais apresenta um entorno pouco diversificado e um interior com equipamento de baixa atratividade e com sinais de vandalismo, resultando, assim, em um espaço pouco frequentado e praticamente vazio nos finais de semana e à noite.

Vale destacar que as manchas mais avermelhadas também coincidem com áreas próximas a hospitais, como o Hospital Estadual Dr. Nilton de Barros, o hospital Evangélico e a maternidade municipal. A primeira mancha em vermelho localizada no bairro de São Torquato encontra-se próxima ao Hospital Estadual de Vila Velha Dr. Nilton de Barros, assim como nos dois outros bairros com maiores incidências. No bairro Alecrim a mancha de maior incidência localiza-se próxima ao hospital Evangélico de Vila Velha, do mesmo modo no bairro de Cobilândia próxima a maternidade municipal de Cobilândia.

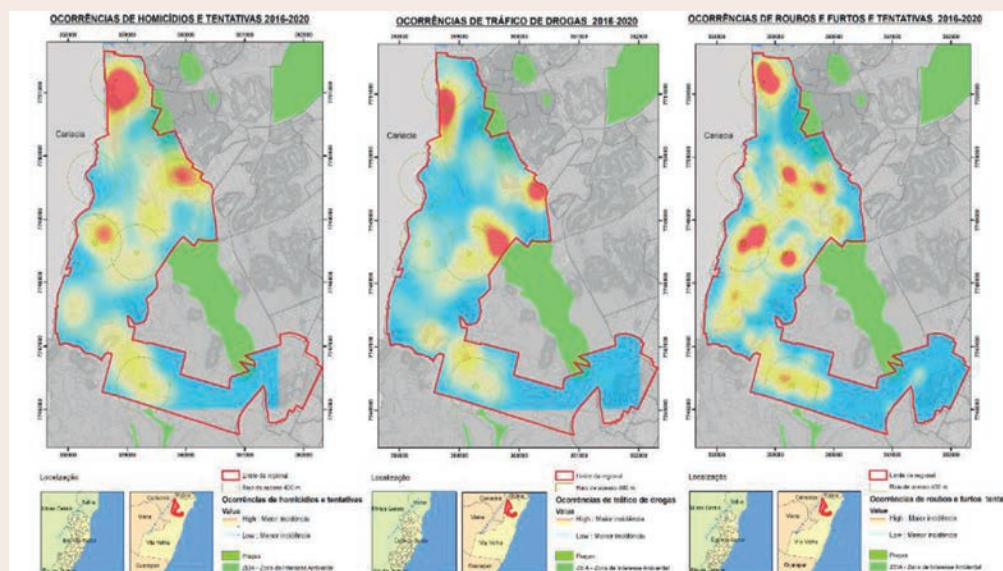


Figura 7. Incidências criminais da Grande Cobilândia, 2021.

O segundo mapa da figura 7 ilustra as ocorrências de tráfico de drogas, sendo perceptível os espaços com maiores incidências criminais próximos às áreas do território da Regional sem ocupações e sem a presença de praças, em territórios também com históricos de tráfico de drogas. As manchas em vermelho, que representam as maiores ocorrências de tráfico de drogas da Regional, localizam-se nos

bairros Cobi de Baixo, Alecrim e Jardim Marilândia, bairros estes de vulnerabilidade socioeconômica, com a presença de ocupações espontâneas, alta densidade populacional, baixa renda per capita e também ausência de praças.

O último mapa, de roubos e furtos, evidencia a presença de manchas vermelhas em maior número nos locais caracterizadas como comerciais e que apresentam maior fluxo de pessoas, incluindo o entorno das praças. Assim, é possível identificar incidências de roubos e furtos também nas praças dos bairros Cobilândia e Jardim Marilândia, que são espaços públicos centrais, bem equipados, com entorno comercial e, portanto, também com maior concentração de pessoas e de ocorrências de roubos e furtos. Percebe-se que as ocorrências nelas registradas são um reflexo do que acontece na região onde estão inseridas. Apesar da vitalidade do espaço, tais praças apresentam iluminação e vigilância insuficientes, além do entorno comercial, que tende à noite e nos finais de semana, apresentar menor movimento de pessoas, não contribuindo para segurança natural.

6. CONCLUSÕES

Os mapeamentos e análises revelam que a distribuição socioespacial - no que tange a disponibilidade e abrangência das praças considerando o raio de 400 metros - não é homogênea e, portanto, insuficiente para atender toda a população da Regional 04 - Grande Cobilândia. Percebe-se a presença de praças em bairros mais consolidadas, de maior renda per capita e menor densidade demográfica, enquanto bairros de baixas densidades são contemplados por mais de uma praça, evidenciando um cenário de desequilíbrio na distribuição dos espaços livres de uso público nos bairros da Regional. As análises revelam ainda que núcleos urbanos situados em áreas inclinadas e/ou de ocupação espontâneas, não possuem nenhum espaço público. A exemplo do bairro Cobi de Baixo que apresenta alta densidade, baixa renda per capita e nenhuma praça, evidenciando a necessidade de uma melhor distribuição socioespacial dos espaços públicos.

Além das praças não atenderem a toda a população da regional, percebe-se um alto índice de crimes violentos em áreas com ausência de praças, evidenciando uma relação com aspectos socioeconômicos, já que os bairros mais adensados, de menor renda e maior vulnerabilidade social da Grande Cobilândia apresentam maiores índices criminais. Observou-se também que as ocorrências de homicídios podem ter uma relação direta com o tráfico de drogas, devido a convergência de ambas incidências na mesma área. No que tange os crimes de roubos e furtos, percebe-se a ocorrência também em praças centrais, circundadas por áreas comerciais e com grande fluxo de pessoas, destacando que espaços públicos com grande presença de pessoas, apesar da pouca ocorrência de crimes violentos, podem ser alvos de pequenos furtos e roubos.

Destaca-se ainda, os processos as intervenções nos espaços da Grande Cobilândia, que estão sendo realizadas pela Prefeitura de Vila Velha, além da Regional possuir espaços potenciais para novas intervenções, como as ZEIPs sem infraestrutura de praças. Enfatiza-se que novas pesquisas podem ser realizadas, em outros contex-

tos, com a mesma metodologia de levantamento de dados e confecção dos mapas, de modo a comparar e comprovar os resultados desta pesquisa. Os estudos também evidenciam a necessidade de uma maior oferta e equidade na distribuição dos espaços públicos, de modo a promover cidades mais inclusivas, seguras e democráticas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berke, Philip; Godschalk, David R.; Kaiser, Edward J.; Rodriguez, Daniel.(2006). Urban land use planning. 5th edition. Urbana: University of Illinois Press
- Cavalheiro, F.; Del Picchia, P.C.D. (1992) Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana, 4 Vitória (ES), de 13 a 18 de set 1992, Anais I e II, p.29-38.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010). Censo Demográfico, 2010.
- Jacobs, Jane (2000). Morte e vida de grandes cidades. Coleção a, São Paulo, WMF Martins Fontes.
- Medeiros, Valério. (2013) Urbis Brasiliae: O labirinto das cidades brasileiras. 1ª ED. ed.
- Queiroga, E. F. (2012) Sistemas de espaços livres e esfera pública em metrópoles brasileiras. Resgate: Revista Interdisciplinar de Cultura, Campinas, SP, v. 19, n. 1, p. 25-35.
- Vila Velha (2008). Lei nº 4.707 de 10 de setembro de 2008. Dispõe sobre a institucionalização dos bairros nas Regiões Administrativas, os limites e a denominação dos mesmos e os critérios para organização e criação de bairros, no perímetro urbano do Município. Vila Velha-ES.
- Vila Velha (2018). Lei complementar n. 65 que Institui a revisão decenal do Plano Diretor Municipal de Vila Velha. Vila Velha-ES.

AGRADECIMENTOS

A autoras deste trabalho agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pela bolsa de Iniciação Científica, fornecida a autora principal deste artigo, à Universidade Vila Velha (UVV), à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e ao Grupo de Pesquisa “Paisagem Urbana e Inclusão” pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa.

ARTIGO

ÁREAS VERDES URBANAS: ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL COM ÊNFASE NA SINTAXE ESPACIAL

MARTINS, Julia Costa

(juliacmartins775@gmail.com)

Universidade Vila Velha (UVV), Brasil

RAMOS, Larissa Leticia Andara

(larissa.ramos@uvv.br);

Universidade Vila Velha (UVV), Brasil

JESUS, Luciana Aparecida Netto

(luciana.a.jesus@ufes.br)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Verde urbano, sintaxe espacial, distribuição espacial, conectividade, integração.

RESUMO

Áreas verdes atuam positivamente no ecossistema urbano, nas condições do solo, no ciclo hidrológico, na redução da poluição atmosférica e na melhoria do clima local. À vista disso, tornam-se fundamentais pesquisas que busquem investigar a distribuição espacial desses espaços no cenário urbano atual, de modo a garantir que tais áreas sejam acessíveis e disponíveis de forma democrática à toda população. O artigo apresenta uma análise da distribuição espacial das áreas verdes urbanas de Vila Velha-ES, a partir da teoria da sintaxe espacial que busca compreender as relações sociais através da abordagem configuracional da malha viária, em especial dos fluxos e movimentos dos usuários. Trata-se de uma pesquisa aplicada, dividida em quatro etapas: 1) Revisão bibliográfica; 2) Identificação e mapeamento das áreas verdes no software QGis; 3) Aplicação da sintaxe espacial através do software DepthMapX; 4) Verificação da conectividade, integração, acessibilidade, escolha e profundidade das áreas verdes. A conectividade representa a quantidade de conexões. A integração analisa como o segmento de linha se interage com o seu entorno, a partir da interpolação da conectividade e profundidade, podendo ser analisada na escala global ou local. Profundidade refere-se as vias de maior percurso e Escolha identifica aquelas que permitem maior dinâmica de fluxos. Com base na análise da malha viária, os resultados evidenciam a falta de integração e conectividade das áreas verdes, derivadas das falhas de ordenamento urbano e do crescimento acelerado do município, nos últimos anos. As áreas verdes mais centrais (Convento da Penha, Parque Marista e Morro Jaburuna) são também aquelas melhores conectadas. Em relação a integração global, destaque para o Parque da Manteigueira, que apesar de alta profundidade - com vias perimetrais de difícil acesso - está situado em uma porção do território melhor integrada e de maior facilidade de acesso e escolha, próximo a vias arteriais, demonstrando, assim, o potencial da área para intervenções que visam acolher usuários de todo município.

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização dos centros urbanos brasileiros vem ocorrendo de forma acelerada, focada em interesses políticos e econômicos, prejudicando não só a qualidade de vida da população, como também a qualidade dos espaços livres públicos, em especial, dos espaços verdes. Diante deste novo cenário, destacam-se as modificações dos ambientes naturais, derivados do adensamento urbano, da construção civil em larga escala, da impermeabilização do solo, da implantação de novas indústrias, da redução das áreas verdes, entre outros fatores que impactam e alteram diretamente o uso do solo urbano e a qualidade ambiental das cidades, modificando a qualidade do ar, o microclima local, além de gerar aumento da poluição e do consumo energético.

As áreas verdes atuam positivamente no ecossistema urbano, nas condições do solo, no ciclo hidrológico, na fauna silvestre, contribuindo para a redução da poluição atmosférica e para melhoria no microclima local. Também auxiliam no controle da poluição do ar, na estabilização de superfícies por meio de fixação do solo pelas raízes das plantas, abrigo à fauna e equilíbrio do índice de umidade do ar. Além dos efeitos ambientais, os efeitos sociais e na saúde física e mental da população também são evidenciados, na medida em que asseguram espaços para o lazer, para a prática de esportes, relaxamento e encontros sociais.

Alvarez (2004) aponta que a presença de áreas verdes nas cidades é considerada como sinônimo de qualidade de vida. Em vista disso, exercem uma grande importância em relação a manutenção e o equilíbrio do meio ambiente, como a proteção contra o assoreamento dos cursos d'água, proteção dos solos quanto à erosão, regulação dos regimes hídricos, dentre outros fatores. A qualidade de vegetação nas áreas urbanas está relacionada com suas funções, que são divididas em três tipos: lazer, estética e ecológica.

Contudo, observa-se, em especial na cidade de Vila Velha, estado do Espírito Santo, uma redução e uma falta de integração e conectividade das áreas verdes urbanas, derivadas das falhas no ordenamento urbano e do crescimento acelerado do município nos últimos anos. À vista disso, acrescentando os diversos benefícios proporcionados pelas áreas verdes urbanas, tornam-se fundamentais pesquisas que buscam investigar a distribuição espacial desses espaços no cenário urbano atual, de modo a garantir que tais áreas sejam acessíveis e disponíveis à população.

Logo, o objetivo geral deste artigo é apresentar uma análise da distribuição espacial das áreas verdes de Vila Velha e o acesso a essas áreas, de modo a verificar se tais espaços atendem de forma democrática a população residente nas regiões analisadas.

No que se refere aos conceitos atribuídos as áreas verdes urbanas, ressalta-se a variedade de termos aplicados a tais espaços. Nota-se que terminologias como áreas verdes, espaços verdes/livres, arborização urbana, verde urbano e cobertura vegetal têm sido utilizados com o mesmo significado, gerando conflitos nas análises e em estudos avaliativos, prejudicando a comparação entre pesquisas e não contribuindo na produção e evolução do conhecimento. Uma das maiores dificuldades de se considerar o “verde urbano nas cidades” é devido a essa falta de consenso entre os significados de cada termo (LIMA et al., 1994).

Apesar dos vários conceitos de áreas verdes, no âmbito deste trabalho, considera-se a definição adotada pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU, 1999) que define “áreas verdes” todo o espaço, de uso público ou privado, que possui como elemento principal de composição a vegetação, livre de construções, mínimo 70% da área de piso permeável, com possibilidade de acesso à população, sem a presença de veículo motorizado e que apresente função de estética, lazer e ecológico-ambiental.

O estudo investigativo faz uso da sintaxe espacial como ferramenta para verificação da acessibilidade, integração e conectividade dos espaços verdes em relação a configuração

da malha urbana e as relações sociais que as envolvem. A sintaxe espacial busca compreender as relações sociais através da abordagem configuracional da malha urbana, em especial os fluxos e movimentos dos usuários. Sendo uma ferramenta que busca qualificar o grau de acessibilidade de cada via.

Os métodos de análise abordados pela sintaxe em torno das configurações viárias da cidade, dá-se através do entendimento dos aspectos de conectividade, integração, profundidade e escolha. A conectividade é uma propriedade representada a partir da quantidade de conexões que cada núcleo ou eixo captura. A integração analisa como as vias se comportam quando são unidas ao entorno. A profundidade é calculada a partir das vias que tem um maior caminho a percorrer para chegar até elas. E a Escolha avalia as vias que permitem a maior dinâmica global dos fluxos, sendo a via que corta o mapa por completo (HILLER; HANSON, 1984).

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, de abordagem quanti-qualitativa, com recorte de análise espacial as Regionais Administrativas mais centrais e adensadas do município de Vila Velha, litoral do estado do Espírito Santo. São elas as regionais Grande Centro, Grande Ibes, Grande Aribiri e Grande Cobilândia.

Em um primeiro momento foi necessária uma contextualização teórica, por meio de pesquisa bibliográfica e documental, com vistas a embasar as percepções e reflexões necessárias para as análises. Buscou-se aprofundar alguns temas em especial “áreas verdes urbanas” - tendo como principais autores SBAU (1999); Lima e Amorim (2006); Mascaró e Macaró (2005); Ramos e Jesus (2017); Londe e Mendes (2014) - e sobre a sintaxe espacial com base na “Teoria da Lógica Social do Espaço”, com ênfase nos autores Kronenberger e Saboya (2019); Hiller e Hanson (1984), Hiller (2009).

Na sequência, foram identificadas e mapeadas as áreas verdes presentes nas quatro regionais identificadas, com o auxílio do Sistema de Informação Geográfica (SIG), no caso o software gratuito QGIS versão 2.18.0, de modo a gerar uma base cartográfica digital para a inserção de atributos, tabulação e geração de dados georreferenciados.

Conforme estabelecido pela SBAU (1999), no mapeamento, foram consideradas áreas verdes, aquelas com elemento principal de composição a vegetação, livres de construção, com no mínimo 70% da área de piso permeável, de uso público ou privado, com possibilidade de acesso à população, sem a presença de veículo motorizado e que possuem as funções de estética, lazer e ecológico-ambiental. Além de mapear as áreas verdes urbanas, foram mapeadas as áreas verdes potenciais, ou seja, aquelas com potenciais para serem consideradas áreas verdes urbanas.

Para realizar a análise da distribuição espacial das áreas verdes de Vila Velha, foi utilizada, como base teórica e conceitual, a Teoria da Sintaxe Espacial, desenvolvida por Hillier e Hanson (1984), que busca compreender as relações sociais através da abordagem configuracional da malha urbana, em especial os fluxos e os movimentos dos usuários, sendo uma ferramenta que busca qualificar o grau de acessibilidade do tecido urbano. Nas análises da sintaxe utilizou-se o software

DepthMapX, disponível gratuitamente para análises na escala urbana, a partir da malha viária e a articulação entre os elementos do espaço.

Para o processamento dos mapas axiais foi utilizada a base cartográfica disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Vila Velha referente aos logradouros do município. Posteriormente, foram gerados mapas de conectividade, integração, escolha e profundidade das áreas verdes urbanas, a partir da análise angular de segmentos, consistindo na Conectividade Global, Integração Global, Escolha Global e Profundidade Global. As análises também consideraram a Escala Local de bairro, com base nos trabalhos de Kronenberger e Saboya (2019), que consideram um raio de 1200 m. Após as simulações, os dados foram correlacionados e ilustrados com mapas, visando quantificar e compreender a distribuição e o acesso às áreas verdes do município de Vila Velha - ES.

3. A SINTAXE ESPACIAL

A teoria da Sintaxe Espacial foi desenvolvida em Londres, na década de 1970, e defende a existência de uma lógica social do espaço e de uma lógica espacial da sociedade. Toma como variável a espacialidade para compreender as dinâmicas relacionadas à integração entre as formas físicas e a sociedade. Dessa forma, entende-se que a configuração da malha viária é um fator importante na dinâmica dos fluxos, capaz de promover ou restringir o movimento de pedestres e de veículos (KRONENBERGER; SABOYA, 2019; HILLER, 2009).

A Sintaxe Espacial analisa os aspectos físicos de determinado território e suas relações com o entorno, a partir da malha viária. Utiliza-se de mapas axiais, resultante de uma matriz de linhas axiais e caracterizado como a representação linear da configuração urbana. Os métodos de análise abordados pela Sintaxe Espacial em torno das configurações viárias da cidade, dá-se através do entendimento dos seguintes termos: Conectividade, Integração, Profundidade, Escolha e o Movimento Natural.

A seguir, cada um destes termos é melhor elucidado.

- **Conectividade:** É uma propriedade representada a partir do número de linhas que se conectam entre si e permite compreender, de forma mais clara, o papel que uma linha axial desempenha dentro do sistema. Linhas com alta conectividade tendem a ter um papel fundamental, uma vez que promovem acesso a um grande número de outras linhas axiais (HILLER; HANSON, 1984). A ilustração A, da Figura 1, representa o significado de Conectividade.
- **Integração:** É uma medida que indica o quanto um espaço está próximo de outros espaços. Atua na previsão de fluxos de pedestres e veículos e no entendimento da lógica de localização de usos urbanos e dos encontros sociais (HILLER; HANSON, 1984). A ilustração B, da Figura 1, representa o significado de Integração.

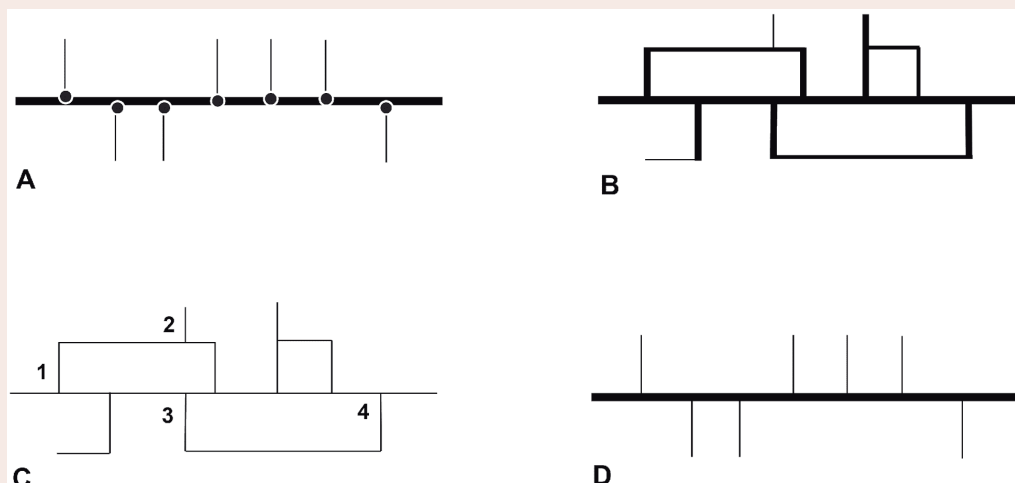


Figura 1. Configurações de malhas urbanas
Fonte: adaptado de Hillier et. al (1993)

- **Profundidade:** É uma propriedade calculada através da contagem de passos topológicos entre pontos ou linhas da região analisada, que aumenta à medida que houver espaços intermediários, contando-se através do número de ligações entre esses dois pontos (CARMO; JUNIOR; NOGUEIRA, 2013). A ilustração C, da Figura 1, representa o significado de profundidade.
- **Escolha:** Indica o grau de continuidade e o potencial de atravessamento de uma via, representando o quanto esse espaço é utilizado como passagem de deslocamento. É, portanto, uma medida de intermediação (SABOYA; BANKI; SANTANA, 2016). A ilustração D, da Figura 1, representa o significado de Integração.
- **Movimento Natural:** É fundamental compreender o conceito de movimento natural em uma malha urbana que é a proporção do deslocamento de pedestres determinado apenas pela própria malha. Segundo Hillier (2009), o movimento natural pode ser entendido como a parcela do movimento total de pedestres em uma rede de espaços públicos determinada apenas pela sua estrutura configuracional, independente da presença ou não de elementos atrativos. Ou seja, é a relação entre o movimento dos usuários (sejam eles veículos ou pedestres) sobre os espaços de acordo com a malha viária, que gera uma diversificação de rotas que são capazes de facilitar os fluxos causando naturalmente a hierarquização das vias.

4. ÁREAS VERDES DE VILA VELHA

O município de Vila Velha, localizado no litoral sul do estado do Espírito Santo, possui uma população, estimada, segundo o IBGE (2020), de 501.325 habitantes e uma extensão territorial de 54,57 km². Com o objetivo de organizar melhor a cidade, o município é constituído por 05 Regiões Administrativas (VILA VELHA, 2008).

Tendo em vista a conformação do território de Vila Velha, buscou-se concentrar as análises na porção mais central do município, constituída pelas regionais administrativas: Regional 01 - Grande Centro, Regional 02 - Grande Ibes, Regional 03 - Grande Aribiri e Regional 04 Grande Cobilândia (Figura 1). Tal recorte geográfico

também corresponde as regiões de maior proximidade com as áreas verdes situadas ao longo dos maciços centrais que margeiam a Bahia de Vitória.

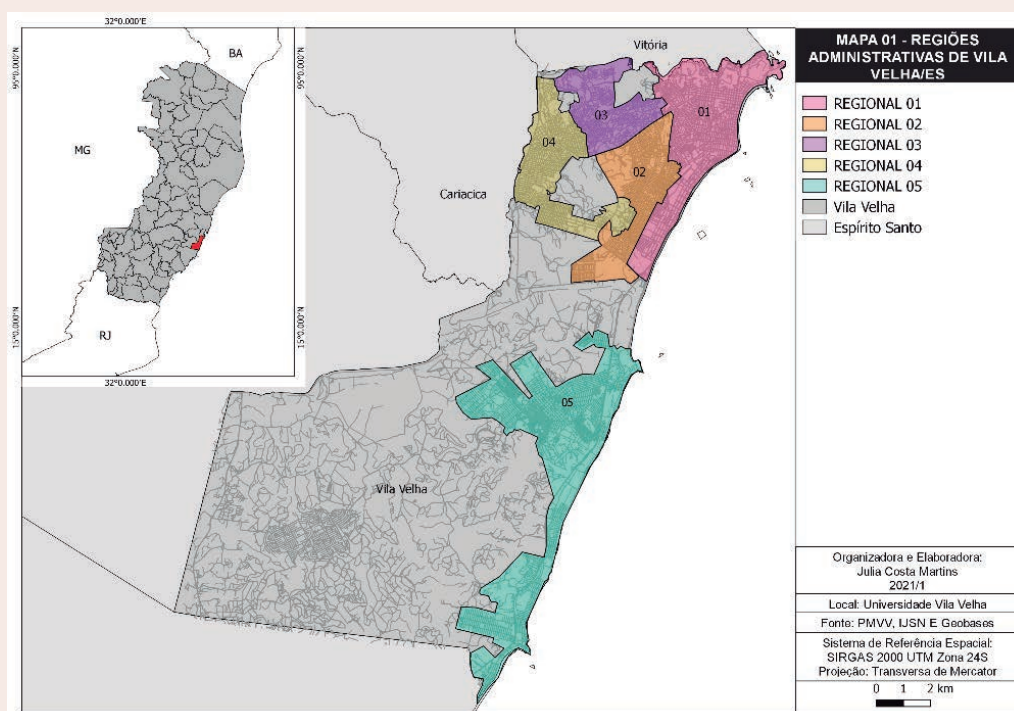


Figura 2. Localização das Regiões Administrativas de Vila Velha/ES.

De acordo com o Plano Diretor Municipal (PDM) de Vila Velha (VILA VELHA, 2018), foram identificadas e mapeadas, as Zonas de Especial Interesse Ambiental A e B (ZEIAs), que são parcelas do território municipal de domínio público ou privado, onde é primordial a proteção e conservação dos recursos naturais, com sua adequada utilização, visando a preservação do meio ambiente.

Conforme o PDM (VILA VELHA, 2018), são definidas como ZEIA A, as parcelas do território municipal, de domínio público ou privado, voltadas à proteção e à conservação dos recursos naturais cuja delimitação é legalmente instituída. Já a ZEIA B as parcelas do território municipal, de domínio público ou privado, com características ambientais passíveis de estudos para definição de novas ZEIAs A e, no entorno das áreas definidas como tal, deverão ter características de ocupação urbanística restrita e com uso predominantemente residencial unifamiliar ou multifamiliar com baixas densidades (VILA VELHA, 2018),

Foram mapeadas também as Zonas de Especial Interesse Público (ZEIPs), que são áreas do território municipal, de propriedade ou interesse público, onde é fundamental a manutenção e qualificação dos espaços livres públicos ou voltados à implantação de equipamentos públicos.

Conforme análises e ilustrado na Figura 3, há duas ZEIAs A, identificadas como Unidades de Conservação (UCs), sendo elas a UC do “Morro da Mantegueira” (identificada na Figura 3 pelo n. 4) e a UC “Morro do Penedo” (identificada na

Figura 3 pelo n. 5), localizados nas extremidades da Baía de Vitória, entre as regionais Grande Centro e Aribiriri.

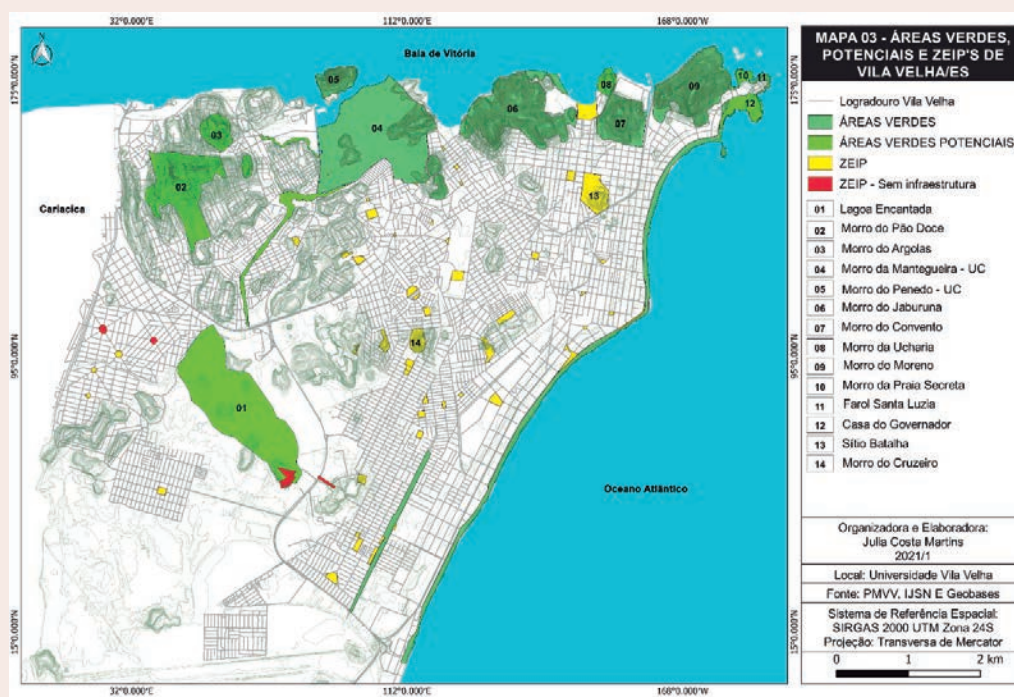


Figura 3. Mapeamento das áreas verdes e áreas potenciais de Vila Velha

O mapa da Figura 3 também ilustra o mapeamento das áreas verdes (conforme conceito adotado) e as áreas verdes potenciais, ou seja, àquelas que possuem atributos para serem espaços verdes. Conforme ilustrado estão identificadas como áreas verdes o “Morro da Manteigueira” (04), “Morro do Penedo” (05), “Morro do Jaburuna” (06), “Morro do Convento da Penha” (07), “Morro do Moreno” (08), “Farol Santa Luzia” (11), “Sítio Batalha” (13) e “Morro do Cruzeiro” (14).

Destaca-se que pelo Plano Diretor Municipal, as áreas verdes do “Sítio Batalha” (13) e o “Morro do Cruzeiro” (14) não são consideradas ZEIAs mas Zona Especiais de Interesse Público (ZEIPs), mesma classificação atribuídas às praças. Tal evidência sinaliza a fragilidade desses espaços verdes, que necessitam de legislações que os protejam. Vale destacar que grande parte dessas áreas verdes, bem como as potenciais, situam-se em topo de morro e áreas inclinadas superiores a 25° e, portanto, consideradas Áreas de Preservação Permanente (APPs) e protegidas pela legislação federal (BRASIL, 2012).

Foram também mapeadas as áreas verdes potenciais, que são aquelas áreas verdes que apesar da predominância de vegetação e permeabilidade do solo, não possuem o devido acesso e não são abertas ao uso público, sendo elas, “Lagoa Encantada” (01), localizada no bairro Vale Encantado, “Morro do Pão Doce” (02), “Morro do Argolas” (03), “Morro da Ucharia” (08), “Morro da Praia Secreta” (10) e a “Casa do Governador” (12), sendo essas áreas privadas de acesso restrito. Também fo-

ram mapeadas as ZEIPs com infraestrutura de praças, já que são possíveis espaços que podem resultar em áreas verdes, se arborizadas e com permeabilidade no solo adequada.

5. DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS VERDES DE VILA VELHA E A SINTAXE ESPACIAL

Neste tópico é explorada a distribuição das áreas verdes, a partir da Sintaxe Espacial de Vila Velha – ES. Para uma análise mais concisa do desempenho de uma via dentro de um sistema, foi necessário realizar o estudo de conectividade entre elas para, assim, ser possível conceber quais linhas axiais que potencialmente promovem acesso a outras linhas. Para um melhor entendimento da legenda, quando há uma coloração mais quente (vermelho laranja e amarelo) refere-se a uma maior conectividade ou integração das vias. As colorações mais frias (azul escuro, azul claro e verde) representam menores conectividades e/ou integração.

Na Figura 4, que analisa a **Conectividade Global**, é possível observar que as regiões possuem uma conectividade equalizada, ou seja, a maior parte das vias está com uma coloração verde à amarelo. Nota-se que nenhum dos trechos de vias pontuais estão em uma coloração mais avermelhada, ou seja, são conectados. Observa-se uma certa conectividade com a Terceira ponte (que faz a principal conexão com a cidade de Vitória, a capital), em proximidade da porção mais adensada dos bairros. Entretanto, no geral, o tecido urbano de Vila Velha apresenta baixa conectividade, incluindo quando se analisa a escala das Regiões Administrativas.

Já a Figura 5, que representa a **Integração Global**, nota-se que os eixos arteriais Av. Darly Santos, Lindemberg e Rodovia do sol possuem uma maior integração com bairros vizinhos. Observa-se que a malha urbana de maior integração é representada pelos bairros Centro, Praia da Costa e Itapuã, destacando também a Terceira ponte. Em relação as áreas verdes, as mais integradas globalmente são também àquelas mais próximas do bairro Centro, com destaque para o “Morro do Convento da Penha” e o “Morro do Jaburuna”. No bairro da Glória, observa-se que existem algumas vias mais integradas, apresentando um potencial maior de acesso para a área verde do “Parque da Manteigueira”.

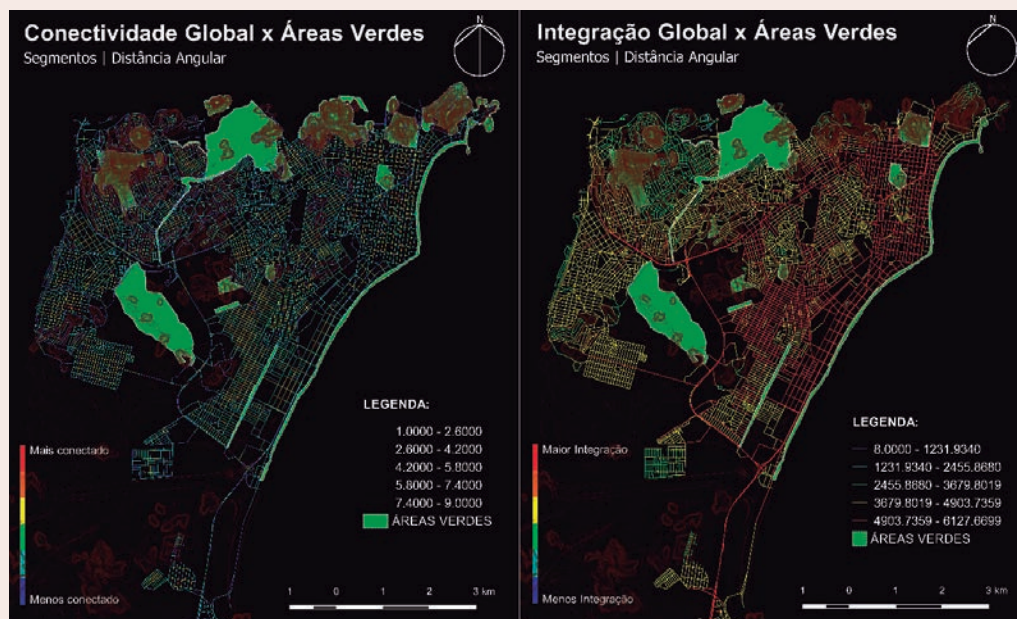


Figura 4. Mapa Axial da Conectividade Global x áreas verdes.

Figura 5. Mapa Axial da Integração Global x áreas verdes.

Nas Figuras 6 e 7, que representam, respectivamente os mapas axiais da **Escolha Global** e **Profundidade Global**, respectivamente, observa-se que a melhor Escolha das vias para atravessar o município de Vila Velha, são as vias arteriais: Rodovia do Sol, Darly Santos e Avenida Lindemberg, que são as principais vias do município e fazem conexão com a maior parte dos bairros, gerando um alto fluxo de veículos e pedestres.

Já na análise de **Profundidade Global**, pode-se observar que os segmentos em coloração mais verde possuem um tecido urbano recuado, ou seja, áreas mais distantes e menos acessíveis, representadas por vínculos e vielas, gerando uma área segregada e de difícil acesso. Quanto a sua coloração, é o inverso da Integração, quanto mais quente as vias identificadas mais distantes ela se encontra. Tendo como base as análises acima, portanto, é visto que as áreas verdes mais próximas das vias de coloração verde, localizada nas extremidades do mapa, são aquelas menos acessíveis.

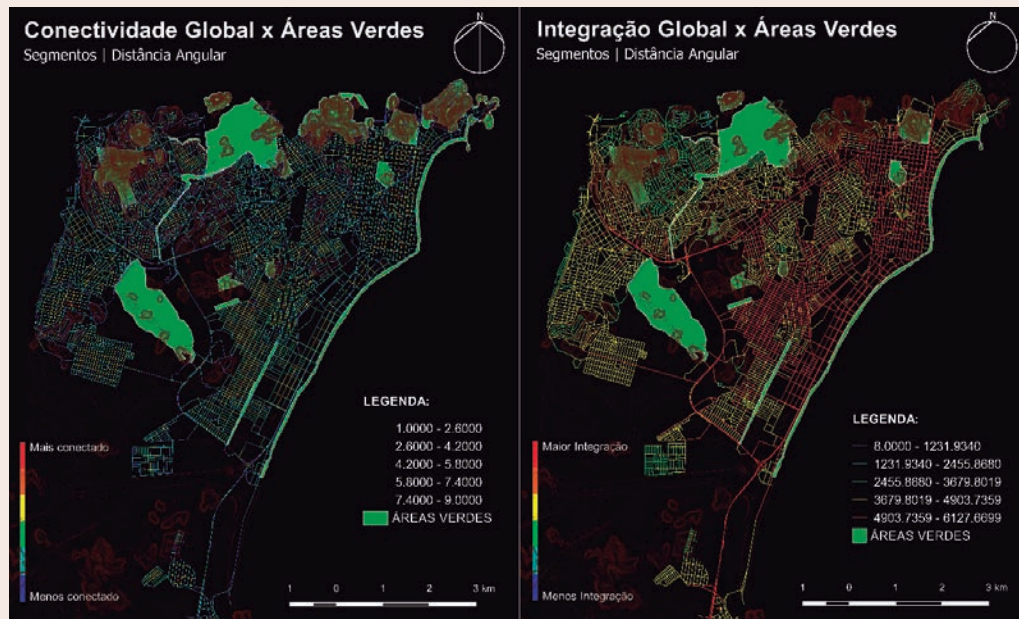


Figura 6. Mapa Axial da Escolha Global x áreas verdes

Figura 7. Mapa Axial da Escolha Global x áreas verdes

Considerando a Escala Global, as três áreas verdes mais integradas e conectadas do município são as do “Morro do Convento da Penha”, o “Morro da Manteigueira” e o “Morro do Jaburuna”, devido à proximidade de vias arteriais e de bairros centrais com maior concentração de comércio e maior fluxo de pessoas, indicando que tais áreas são mais acessíveis à população, quando considerada a malha urbana das Regionais. Entretanto, quando analisada a Escala Local, a partir de um raio de 1200m (KRONENBERGER; SABOYA, 2020), as três áreas possuem integração e conectividade local inferiores a da Escala Global, o que significa que em relação aos bairros vizinhos, tais áreas verdes são mais afastadas e com menor facilidade de acessos do que em uma perspectiva global.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Vila Velha tem sofrido um extenso adensamento populacional em decorrência de sua expansão, gerando mudanças significativas no uso do solo urbano, na mobilidade, na malha urbana, na infraestrutura e na paisagem. O alto crescimento populacional associado ao planejamento inadequado dos espaços urbanos, promove a carência das áreas verdes e a qualidade de vida das cidades. Tal cenário vem interferindo diretamente na qualidade de vida da população, gerando as grandes alterações climáticas.

Nem todas as áreas verdes identificadas no recorte espacial analisado são bem integradas e conectadas com a cidade. Apenas as áreas verdes situadas na porção mais central do territorial (Convento da Penha, Parque Marista e Morro Jaburuna), ao longo da Bahia de Vitória, são melhores conectadas. Em relação a integração global, destaque para o Parque da Manteigueira, que apesar de alta profundidade

- com vias perimetrais de difícil acesso – está situado em uma porção do território central e portanto melhor integrada e de maior facilidade de acesso e escolha, próximo a vias arteriais, demonstrando, assim, o potencial da área para intervenções que visam acolher usuários de todo município. Entretanto, quando analisada a integração e a conectividade na escala local, considerando a malha viária dos bairros vizinho, o Parque da Manteigaria apresenta-se com menor facilidade de acessos.

Verifica-se através dos resultados obtidos que o município de Vila Velha possui uma malha viária de baixa conectividade e com uma alta integração das vias somente nos bairros da regional 1 e 2. Logo, as áreas verdes de Vila Velha estão em sua maioria associadas a regiões mais integradas e acessíveis, com exceção do Morro do Pão doce, Morro do Argolas e Morro do Penedo, por estarem localizados em áreas mais precárias e inacessíveis, sendo mais distantes das vias arteriais. Portanto, para atribuir melhor uso das áreas verdes urbanas do município também são necessários investimentos no acesso a essas áreas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez, Ivan André. (2004). Qualidade do espaço verde urbano: uma proposta de índice de avaliação. Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP. Piracicaba -SP, Brasil..

Brasil. (2012). Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. Institui o novo Código Florestal.

Carmo, C.L.; Raia Jr., A. A.; Nogueira, A. D. Aplicações da Sintaxe Espacial no Planejamento da Mobilidade Urbana, 2013.

Hillier, B. (2009) Spatial sustainability in cities: organic patterns and sustainable forms. In Proceedings of the 7th International Space Syntax. Symposium (K01:1-K01:20). Stockholm: KTH.

Hillier, B., Hanson, J. (1984).The social logic of space. Londres: Cambridge University Press, 1984.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. (2020). Estimativas Da População Residente No Brasil E Unidades Da Federação. Com Data De Referência Em 1º De Julho de 2020. Brasil

Kronenberger, Bruna Da Cunha; Saboya, Renato Tibiriçá de.(2019). Entre a servidão e a beira-mar: um estudo configuracional da segregação socioespacial na Área Conurbada de Florianópolis (ACF), Brasil. *urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana, Curitiba* , v. 11, e20170227.

Lima, A. M. L. P.; Cavalheiro, F., Nucci, J. C., Souza, M. A. L. B.; Fialho, N. D. O.; Del Picchia, P. C. D. (1994). Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. Congresso Brasileiro de Arborização Urbana. In: Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana. p. 539-550.

Lima, V.; Amorim, M. C. De C. T.(2006). A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. *Revista Formação*, No13, p. 139 - 165 A, 43.

Londe, P. R.; Mendes, P. C. (2014). A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. *Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, v. 10, n. 18, p. 264 - 272, 25 jul.

Mascaró, L.; Mascaró, J. (2005). *Vegetação urbana*. 2 ed., Porto Alegre, RS: Editora Mais Quatro.

Kronenberger, Bruna Da Cunha; Saboya, Renato Tibiriçá de (2020). Entre a servidão e a beira-mar: um estudo configuracional da segregação socioespacial na Área Conurbada de Florianópolis (ACF), Brasil. *urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana*, Curitiba, v. 11, e20170227.

Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. SBAU (1999). Anuário AnoVII, nº 3 - jul/ago/set de 1999. Rio de Janeiro, RJ. Vila Velha. Projeto de lei complementar Nº 06/2018. Revisão decenal da Lei Municipal 4575/2007. Prefeitura de Vila Velha - ES. 2018.

ARTIGO

ESPAÇOS VERDES E PANDEMIA: CONSIDERAÇÕES À LUZ DA PSICOLOGIA AMBIENTAL

DUARTE, Imara Angélica Macêdo

(imara.duarte@gmail.com)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

SILVEIRA, Plínio Renan Gonçalves da

(pliniorenan@gmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Ambientes restauradores 1, áreas verdes 2, pandemia 3, biofilia 4, estresse ambiental 5

RESUMO

O isolamento social foi imposto como medida preventiva ante a pandemia declarada em março de 2020 pela Organização Mundial das Nações Unidas (ONU), bem como outras medidas de prevenção. Tais iniciativas desencadearam transformações sócio-espaciais que carecem de reflexões para que possamos, assim, vislumbrar os desdobramentos do momento histórico em curso. Neste cenário, conceitos da psicologia ambiental, fornecem subsídios para melhor compreender o momento atual. Este breve artigo tem como objetivo geral de, a partir de teorias já fundamentadas, discorrer sobre os elementos e áreas verdes no atual contexto de pandemia à luz dos conceitos de estresse ambiental, biofilia e ambientes restauradores.

O método de pesquisa consiste na revisão bibliográfica dos conceitos apresentados e pesquisa documental em jornais e sites com vistas a fundamentar o fenômeno observado. Como resultado, foi identificado que o ambiente domiciliar voltou a acumular funções outrora ali exercidas, a exemplo da atividade laboral, contudo, a casa contemporânea não está pronta para receber tal carga devido à segregação histórica dos espaços das atividades, tornando-a um lugar divergente, potencialmente estressor, adoecido e adoecedor.

Apesar de tal cenário, a incorporação ambiental de elementos naturais como o verdor, cheiros, sons, texturas que remetem à memórias biológicas e ancestrais, podem auxiliar na restauração dos psicofisiologicamente debilitados tanto em função de patologias diversas, quanto em função da má relação entre si e as características do ambiente que os envolvem e o tempo dispendido neste. Sendo assim, é possível perceber o potencial benéfico da natureza para a vida humana.

1. INTRODUÇÃO

Em 2019, identificou-se o surgimento da COVID-19, doença provocada por um novo coronavírus (SARS-CoV-2) e transmitida pessoa a pessoa. A partir daí, o isolamento social foi imposto como medida preventiva ante a pandemia declarada em março de 2020 pela Organização Mundial das Nações Unidas (ONU), bem como outras medidas de prevenção. Tais medidas desencadearam transformações sócio-espaciais abruptas que carecem de reflexões para que possamos, assim, vislumbrar os desdobramentos do momento histórico em curso.

A atual situação sanitária global tem gerado impactos sobre hábitos, comportamentos e novas maneiras de pensar o trabalho, de relacionar-se com outras pessoas e com o meio ambiente, ou seja, uma nova forma de viver que tem sido denominada de “novo normal”, com transformações sócio-espaciais, o crescente interesse pela aproximação com espaços e elementos verdes. Paralelamente, os espaços verdes públicos têm sido valorizados como espaços salubres, permitindo um refúgio ao isolamento social e o convívio saudável, a exemplo do Parque Domino em Nova York (figura 1), onde círculos foram delimitados no gramado, garantindo o distanciamento e o convívio seguro.

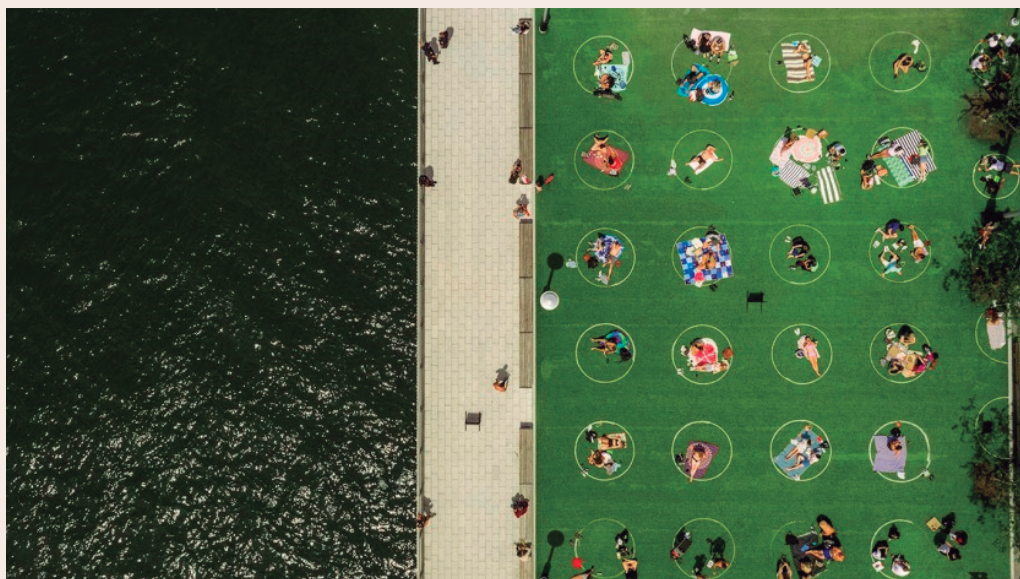


Figura 1. Domino Park/ Nova York.

Fonte: <www.archdaily.com.br>. 2020.

Vale ressaltar que este movimento de busca por espaços e elementos verdes já estava em ascensão, a exemplo do complexo Qiyi City Forest Garden, em Chengdu, China (figura 2), iniciado em 2018, que ilustra as correntes da “arquitetura ecológica”, “arquitetura verde”, “arquitetura sustentável”, com grande expansão no século XXI. Porém, sugere-se que estas tendências de valorização de espaços e elementos verdes, tanto na escala do edifício quanto na escala urbana, têm sido impulsionadas na pandemia devido às vivências e reflexões provocadas pelo isolamento social.



Figura 2. Qiyi City Forest Garden, Chengdu/ China, 2020.

Fonte: <www.hypeness.com.br>. 2020.

Neste cenário, os conceitos da psicologia ambiental, disciplina que investiga as relações entre pessoas e ambientes, podem fornecer subsídios para melhor compreender o momento atual e a partir daí, vislumbrar as possibilidades de futuro. Este breve artigo tem como objetivo geral discorrer sobre os elementos e áreas verdes no atual contexto de pandemia à luz de conceitos teóricos já fundamentados, quais sejam: estresse ambiental, biofilia e ambientes restauradores.

O método de pesquisa consiste na revisão bibliográfica dos conceitos apresentados, bem como pesquisa documental em jornais e sites com vistas a evidenciar o fenômeno observado. O artigo está estruturado em introdução, contendo uma breve contextualização, desenvolvimento com explanação da temática abordando os conceitos analisados e as considerações finais.

2. TEMÁTICA E CONCEITOS NORTEADORES

A Exposição Universal de 1900, em Paris, apresentou para o início do século XX, a casa projetada para ser “um lugar de paz para os olhos e os nervos [...] e um espaço íntimo para viver, trabalhar, pensar e sonhar” (Meier-Graefe, 1900, pp.206-212, apud Brauer, 2015, p. 32, tradução nossa). A história conta que a sociedade francesa da época ansiava por um santuário no qual poderiam dar vazão a suas intuições psicológicas, imaginação, experiências sensoriais, memória e empatia, tudo isso a salvo do ritmo frenético e do fluxo constante da vida citadina (Brauer, 2015). Como uma metáfora para a própria mente, Brauer (2015) afirma que o “chambre mentale” (“quarto mental”, tradução nossa) ou “refúgio mental”, serviu de abrigo e fronteira sensorial entre o indivíduo e a cidade. Tal abrigo naturalmente mediado pela sua residência e sua ambiência.

Nos últimos meses, o isolamento social restringiu a permanência de grande parte da população mundial a seus espaços privados de moradia. Em situação de reclusão/restrrição, a relação que o indivíduo tem com o seu espaço físico direto e o tempo que ele é imerso no local o impactam e podem modificar o seu comportamento e, em muitos casos, o bem-estar (entenda-se: físico e psicológico) passa a ficar vulnerável pois, de acordo com Moser (1998, p.122), “a casa de uma pessoa é capaz de influenciar a sua percepção, avaliação, atitudes e satisfazer suas necessidades”.

Vale destacar que no atual contexto de pandemia, a casa – habitualmente o espaço do habitar, vivenciada em determinados intervalos da vida cotidiana, passou a ser ocupada durante grande parte ou mesmo a totalidade da rotina devido a limitação no deslocamento das pessoas, vindo a receber funções diversas como atividade laboral, atividades de ensino, atividade física, entre outras, desempenhadas outrora em outros espaços.

O momento no qual as configurações ambientais necessitam ser repensadas ou redirecionadas, ocorre quando os locais não correspondem às atividades e aos hábitos ali exercidos pelos usuários, que passam se chocar literalmente e figurativamente, com os limites construídos (Ku Leuven, 2020). Desta forma, dentre outros fatores, a falta de sinomorfia, ou seja a divergência entre as características ambientais em função das novas funções e hábitos (como higienizações diversas, por exemplo), fizeram com que, em muitos casos, o espaço do habitar passasse a funcionar como um ambiente estressor.

2.1 ESPAÇOS FÍSICOS E ESTRESSE AMBIENTAL

As características espaciais assumem a posição de potenciais estressores na medida que eliciam a perda do controle – efetiva ou subjetiva, da auto-regulação da privacidade e do contato social, bem como a poluição informacional e os “espaços enigmáticos” (Gunther & Fragelli, 2011). É possível compreender esse pensamento a partir do entendimento de que o ambiente construído nos impacta por possuímos basicamente, três camadas de memória: a do espaço primitivo (núcleo emocional profundo); a das memórias sociais (cultura e relação social) e; a das memórias pessoais (camadas de significados subjetivos) (Eberhart, 2008) e o ambiente está presente em cada uma delas.

Aragonés (2010) comenta que aspectos como as estruturas, as funções e os símbolos dos ambientes físicos, sociais, políticos e econômicos – sejam eles reais ou imaginários – são produzidos pela análise da relação dos elementos que formam a cognição ambiental com os indivíduos/grupos que a possuem e sua origem, que é o próprio ambiente. As edificações estão, pois, vinculadas a todos os eventos em nossas vidas e, por sua vez, inseridas em todas as camadas da memória humana (Eberhart, 2008). O paradoxo da percepção do tempo, o real e o eterno, bem como o paradoxo da presença de coisas díspares (e.g. uma composição requintada do lado de fora da janela ao lado da cama do hospital) forma uma estética visual especial como representações mentais nas diferentes camadas de nossa memória.

No seu percurso visual, a depender de como as pessoas interpretam os símbolos espaciais, elas podem ter seu comportamento alterado. Khaydarova (2016) considera que no caso da sociedade da informação contemporânea e globalizada, o centro do mundo passa a estar em qualquer lugar onde exista uma conexão de comunicação, ainda que seja somente visual. Contudo, o excesso (ou a falta) de estímulos bem como a organização (ou a sua falta) em um dado local, podem interferir nos processos cognitivos, gerando dificuldade de orientação, locomoção, concentração, interrupção de atividades, além de reações fisiológicas nos indivíduos (Gunther & Fragelli, 2011).

O estresse como reação psicofisiológica às agressões ambientais percebidas como o confinamento, reclusão, privação sensorial e de contatos com outros indivíduos, afetam potencialmente o indivíduo, vulnerabilizando-o (Gunther & Fragelli, 2011). De acordo com Martin et al. (2019), a “severidade e duração da exposição ao fator de estresse ambiental afeta o grau em que desempenho cognitivo pode ser prejudicado, tal como a complexidade da tarefa cognitiva e a habilidade ou familiaridade” para que a pessoa execute uma determinada tarefa (Martin et al., 2019, p.1205, tradução nossa).

A fadiga mental é abordada por Alves (2011, p.45) como “uso continuado da atenção”, de forma centrada, contínua, suprimindo “distrações e estímulos competitivos”. Índícios de fadiga mental são refletidos na dificuldade de concentração, irritabilidade e atitudes anti sociais do sujeito. Pode-se observar, portanto, que há muitos pontos em comum entre estresse ambiental e fadiga mental.

A reclusão e confinamento – potenciais fatores estressores – estão sendo utilizadas como forma de conter um provável aumento no número de casos de acometidos pela doença pandêmica. Não é difícil, portanto, inferir um quadro social negativo em número de acometidos por estresse depressão, distúrbios de comportamento, e diversas síndromes e afecções mentais, muito em função da não adequação na relação sujeito – moradia – tempo, mediados por situação de confinamento, restrição de relacionamentos e perdas advindos do problema sanitário mundial atual (Atalan, 2020).

2.2 BIOFILIA DURANTE A PANDEMIA

As Entre diversas alternativas para mitigar os efeitos de espaços privados potencialmente estressores durante a pandemia, observa-se o aumento do interesse por espaços e elementos verdes em diferentes contextos. A ideia de que espaços naturais e o contato com a natureza oferecem benefícios à vida urbana é antiga, porém, o isolamento social e as restrições de deslocamento parecem ter impulsionado este interesse.

Na pesquisa documental em jornais, observa-se um crescimento no interesse por imóveis maiores, a fim de comportar as antigas e novas funções do ambiente de moradia, bem como de imóveis com disponibilidade de áreas verdes, casas com quintais, casas de campo ou condomínios com amplas áreas livres (Lampert, 2020). Ainda, os espaços verdes públicos como praças e parques ou mesmo privados,

como áreas verdes em condomínios, também passaram a ser valorizados como refúgio ao isolamento, maior contato com a natureza, bem como permitindo o convívio social com distanciamento apropriado para evitar contaminações, conforme discorre Guadagnin (2020), quando esclarece que:

As áreas verdes oferecem uma oportunidade única de tamponar os efeitos psicológicos negativos da pandemia. O convívio social em áreas externas, principalmente nesses espaços, é benéfico e pode ser seguro se mantidas as regras de distanciamento e proteção individual, já que sabemos que os principais riscos comunitários estão associados a aglomerações e ambientes construídos.

O ar livre dispersa a carga viral e expõe as partículas à desestabilização pela radiação UV, vento, umidade e outros fatores. A maioria dos casos conhecidos de infecção acontecem pela convivência em ambientes familiares ou de trabalho.

Ao mesmo tempo, está bem estabelecido que atividades regulares ao ar livre proporcionam bem-estar psicossocial e inúmeros benefícios físicos e mentais, incluindo a prevenção de problemas cardiovasculares, obesidade, diabetes, estresse e depressão (Guadagnin, 2020, p. 01).

Esta aproximação benéfica e interesse dos seres humanos pelos elementos e espaços da natureza têm sido observados pela psicologia ambiental e se inserem no conceito de biofilia. Este conceito consiste na hipótese de que os seres humanos possuem uma predisposição, supondo um fundamento genético, a prestar atenção, preocupar-se ou responder positivamente à natureza, cujo contato proporcionaria efeitos positivos e recompensas (Fredrizzi, 2011).

A biofilia, assim, funciona como uma relação que pode trazer benefícios para o homem, principalmente neste contexto de restrições e isolamento, mas também pode por consequência beneficiar o próprio meio ambiente, na medida em que a valorização e a preocupação com os espaços verdes nas diferentes escalas pode contribuir para disseminar uma cultura de preservação por meio do compromisso pró-ecológico. Este conceito pode ser definido como:

[...] a relação cognitiva e/ou afetiva, de caráter positivo, que as pessoas estabelecem com o meio ambiente ou parte do mesmo, responsabilizando-se e interessando-se por ele. É composto por um conjunto de predisposições psicológicas - conhecimentos, atitudes, crenças, normas, valores, visões de mundo - que, dependendo de fatores situacionais, concretizam-se em práticas de cuidado e conservação do ambiente (Gurgel & Pinheiro, 2011, p. 159).

Quanto aos benefícios para o homem, Fedrizzi (2011) apresenta três respostas adaptativas positivas dos seres humanos no que tange às paisagens naturais, a partir da análise da literatura envolvendo o conceito de biofilia. A primeira seria “preferência/aproximação” que sugere uma predisposição dos seres humanos para adquirir e reter respostas de satisfação/atenção/aproximação aos elementos naturais que historicamente favoreceram a sua sobrevivência e portanto estão associados à satisfação das necessidades primárias do homem: alimento, água e segurança.

A segunda seria “restauração ou recuperação de estresse”, relacionada à resposta positiva aos cenários naturais que proporcionaram o restabelecimento da energia física e a diminuição do estresse diante de um contexto de situações de risco e luta pela sobrevivência dos seres humanos primitivos. E a terceira, por fim, seria “melhoria das funções cognitivas” e está relacionada à suposta melhoria do funcionamento de atividades cognitivas em cenários que transmitem segurança e bem estar, podendo ter efeitos positivos no estado emocional das pessoas (Fedrizzi, 2011).

Sendo assim, no atual contexto, estas respostas adaptativas positivas reforçam a importância dos espaços verdes como ambientes restauradores e propícios a contribuir para o bem-estar físico e psicológico.

2.3 ESPAÇOS VERDES COMO AMBIENTES RESTAURADORES

Ainda no século XIX, mudanças procedimentais contribuíram para alteração conceitual em função de um ambiente focado no bem-estar do enfermo. À época, a enfermeira Florence Nightingale realizou alterações arquitetônicas inovadoras que consideraram como terapêutica a visão de elementos coloridos e naturais (Matarazzo, 2010; Duarte, 2019), afirmando que

A maioria dos otimistas pode ser encontrada entre aqueles pacientes que não estão confinados a um quarto, seja qual for o seu sofrimento, e que a maioria dos deprimidos será vista entre aqueles sujeitos a uma longa monotonia de objetos em seus entornos.

As pessoas dizem que o efeito está apenas na mente. Não é tal coisa. O efeito também está no corpo. Pouco sabemos sobre o modo como somos afetados pela forma, pela cor e pela luz, sabemos disso, que eles têm um efeito físico real (Nightingale, 1860/ 2010, pp. 145-147, tradução nossa).

Embora não seja uma ideia tão nova como parece, a “edificação saudável” pode ser vista como a “próxima geração de construção ecológica ou sustentável”. Ela não inclui apenas conceitos relacionados à construção ambientalmente sustentável em termos de recursos, como também considera aspectos de saúde e bem-estar do usuário. Para tanto, o local precisa ser fisicamente salutar, como também propiciar oportunidades para o exercício de atividades e interações significativas entre as pessoas, características que estão intimamente relacionadas à configuração física do local.

Há algum tempo, a reunificação humana com a natureza revigorada e os novos métodos de higiene tornou-se seminal para projetar o interior doméstico saudável (Brauer, 2015), e nessa transformação Nousiainen, Lindroos e Heino (2016) consideram que:

Nosso ambiente de vida tem um enorme impacto em nosso bem-estar. [] nós realmente passamos cerca de 90% do dia dentro de casa. Em vez de restauradores, o projeto desses espaços é orientado por outros fatores, tais

como praticidade, eficiência e economia (Nousiainen, Lindroos & Heino, 2016, p.15, tradução nossa).

Luz solar, ar fresco, verdor, sons, cores e odores naturais presentes no ambiente afetam para melhor o bem estar humano. Pesquisas indicam que a simples observação de elementos naturais - reais ou simulados, por três ou cinco minutos, pode auxiliar psicofisiologicamente na diminuição dos níveis de estresse. A visão da natureza pode auxiliar na diminuição do medo, raiva e outros sentimentos negativos, bem como seus reflexos somatofísicos no sistema cardiovascular, neuroendócrino e músculo-esquelético. No caso da visualização de cenas estritamente urbanas sem a presença de elementos vegetais, pode ocorrer o inverso dos benefícios vinculados a locais verdes: o estresse pode ser exacerbado e diminuir a recuperação de pacientes em um hospital, por exemplo (Ulrich et al., 2006).

Ainda, seguindo este raciocínio, Gifford, Steg e Reser (2011, p.458, tradução nossa) afirmam que:

A natureza tem o incrível poder para desfazer a vida assim como para atuar como agente restaurador desta. [...] Dentre as várias maneiras em que ela é restauradora inclui facilitar a liberdade cognitiva, conexão com o ecossistema, escape, desafio, crescimento, orientação, vida social renovada, e saúde (Gifford, Steg & Reser, 2011, p.458, tradução nossa).

No interior da residência, local imediato no qual a maioria da população está imersa em tempos de confinamento pandêmico, o refúgio visual (ou o perceptivo de outras formas - olfativo, auditivo, térmico/háptico) de elementos vegetais e/ou naturais (pedras, madeiras, areia, água) pode funcionar como uma “câmara de descompressão”, um refúgio em auxílio a auto-regulação para o bem estar individual.

Diante do exposto, fica clara a oportunidade de dirimir os impactos negativos causados pelo confinamento e perdas advindas da pandemia, por meio da inserção de elementos/paisagens naturais no ambiente doméstico. O fortalecimento destas inserções pode ser seguido pelo espraiamento de áreas verdes na cidade com reforço das coberturas vegetal e hídrica pré-existentes; recursos importantes os quais Ximenes e Maglio (2020, p.1) consideram que devam ser tratados de modo que venham a “fortalecer a vida urbana com práticas ambientais saudáveis, que agregarão não apenas qualidade de vida [...] mas sim, maior integração do homem com a natureza” ressaltando ainda a vulnerabilidade e a necessidade de replanejamento das cidades em virtude das mudanças climáticas mundiais.

2.4 ESPAÇOS VERDES NO PÓS-PANDEMIA

É preciso repensarmos o modelo de cidade a que estamos habituados. O extremo funcionalismo tem sido a premissa basilar na construção de nossas cidades e tem historicamente privilegiado o máximo aproveitamento construtivo do solo em detrimento das áreas verdes. Neste modelo, os cursos d’água são canalizados e grandes massas verdes são desmatadas para dar lugar a áreas cobertas ou pavi-

mentadas e, portanto, impermeáveis, e esta situação tem impactado não apenas o meio ambiente, mas a saúde física e psicológica dos moradores.

A pandemia causada pela Covid-19 evidencia os problemas da falta de áreas verdes nas cidades cujos os benefícios não se restringem à esfera ambiental, mas também social e de saúde pública. O crescimento notório do número de pessoas que passaram a cultivar plantas em seus espaços de habitação ou de imóveis com maior disponibilidade de áreas verdes no entorno tem relação direta com a tentativa de buscar ambientes restauradores, diante do isolamento social e de seus impactos estressores.

Acredita-se que as vivências e reflexões sobre esta temática na pandemia, evidenciadas pelo aumento do interesse por elementos e espaços verdes, possam contribuir para firmar um compromisso pró-ecológico e portanto para uma maior valorização das áreas verdes urbanas. Apontam-se, assim, como possíveis desdobramentos deste momento a ampliação e regeneração destas áreas.

A ampliação das áreas verdes nos espaços públicos exercerá funções importantes para a qualidade socioambiental: lazer, saúde pública, melhoria na qualidade do ar, melhoria da convivência em comunidade, melhorias climáticas, corredores verdes, criação de ecobairros; e se faz presente no sentimento de pertencimento dos espaços públicos pelas pessoas, na participação da comunidade, no aumento das relações sociais, na saúde e no bem-estar (Ximenes & Maglio, 2020, p.01).

Neste contexto, a arquitetura e urbanismo apresenta-se como ferramenta durante e em função destes processos e seu planejamento, em qualquer que seja a escala envolvida, traz a possibilidade de contrapor salutarmente as restrições, de modo que incentive o sentimento de engajamento e conforto no ambiente (Bond, 2017).

Sussman e Hollander (2018, p.1) consideram que, adiante deste momento de transformação global, os projetistas têm a “oportunidade única de remodelar o ambiente, para que ele se adapte melhor à nossa natureza biológica”. Os autores entendem que esta oportunidade não deve ser limitada a medicina, mas de igual modo ser utilizado pela arquitetura, visando não só construções, mas ambientes saudáveis, não só acessibilidade mas, experiência. É uma oportunidade única na qual podem se encontrar: tecnologia, governança e adesão popular, vindo ao encontro dos desejos das pessoas – física, psíquica e cognitivamente.

Quanto ao planejamento urbano, desenvolver uma rede de áreas verdes públicas que se intercomunicam se apresenta como uma estratégia positiva para potencializar os benefícios ambientais e estabelecer uma distribuição democrática dos espaços públicos. Entre as possíveis ações, destaca-se a recuperação de áreas existentes degradadas, bem como a criação de parques lineares, elemento da paisagem que funcionam como corredores ecológicos, interligando fragmentos florestais. Destacam-se ainda:

[...] o aumento da arborização no sistema viário e calçadas largas arborizadas (boulevards), assim como canteiros centrais com ciclovias e pistas de caminhada; a implantação de hortas comunitárias em pequenas praças de bairros, áreas co-

munos de escolas públicas, área da linha de alta tensão, ou ainda em equipamentos públicos, a exemplo em São Paulo como o telhado verde do Centro Cultural São Paulo; os caminhos verdes (greenways), trazendo a renaturalização de córregos e rios, com pistas de caminhadas e ciclovias, como exemplo o Parque das Corujas na Vila Madalena, em São Paulo (Ximenes & Maglio, 2020, p.01).

Valorizar os espaços verdes públicos frente ao avanço agressivo da especulação imobiliária e dos espaços privados é também uma ferramenta para fortalecer a democracia, a inclusão social e o bem estar social comunitário. As áreas verdes distribuídas de forma equânime no território permitirão o acesso rápido dos cidadãos a seus benefícios, mais próximos aos seus locais de moradia e ou de trabalho, particularmente nesse novo normal trazido pelo cenário de pós-pandemia ou de convivência com novas ondas de pandemia, para que possamos voltar a usufruir de forma segura desses espaços, que apontam para uma cidade mais sustentável, resiliente, incluyente e solidária (Ximenes & Maglio, 2020, p.01).

Assim, o momento atual nos permite uma reflexão sobre os espaços verdes que temos versus os espaços verdes que queremos. A pesquisa em arquitetura, mais do que nunca, deve se debruçar nos significados que as pessoas atribuem aos relacionamentos com os seus entornos e como se constituem, pois estes determinarão qual reação será esboçada frente ao ambiente que a envolve (Sussman & Hollander, 2018).

3. CONCLUSÕES

A situação sanitária atual, em certa medida, redirecionou atenções para o local primário depois do útero que é a casa. Esta voltou a acumular funções outrora exercidas ali, a exemplo da atividade laboral, contudo, a casa contemporânea não estava pronta para receber tal carga devido a segregação histórica dos espaços das atividades; assim sendo, a casa tem se tornado um lugar divergente, potencialmente estressor, adoecido e adoecedor.

Contudo, elementos naturais como o verdor, cheiros, sons, texturas que remetem à memórias biológicas e ancestrais, podem auxiliar na restauração dos psicofisiologicamente debilitados tanto em função de patologias diversas, quanto em função da má relação entre si e as características do ambiente que os envolvem e o tempo dispendido neste. Sendo assim, é possível perceber o potencial benéfico da natureza para a vida humana por um motivo principal: somos parte dela.

Este breve trabalho possui um apanhado de temas e informações julgadas oportunamente pertinentes, e que poderá ser aprofundado e detalhado futuramente em função da dinâmica dos fatos. Além disso, buscou-se discorrer sobre o atual momento em que se observa um crescimento no interesse por elementos e espaços verdes à luz dos conceitos de estresse ambiental, biofilia e ambientes restauradores, considerando como possível desdobramento deste processo, uma maior valorização das áreas verdes interiores e a potencial expansão para implementação de áreas verdes urbanas e manutenção efetiva das já existentes; espaços cujos bene-

fícios ambientais e sociais mostram-se evidentes, independente dos protocolos e comportamentos sociais para sua utilização.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aragonés, J.I. (2010). Cognição ambiental. In: Psicología ambiental. Aragonés, J.I.; Américo, M.(Orgs.). Argentina: Ediciones Pirâmide.p.44-57.

Atalan, A. (2020). Is the lockdown important to prevent the COVID-19 pandemic? Effects on psychology, environment and economy-perspective. *Annals of Medicine and Surgery*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2020.06.010>.

Bond, M. (2017). The hidden ways that architecture affects how you feel. *BBC Future*. Disponível em: <www.bbc.com/future/article/20170605-the-psychology-behind-your-citys-design>.

Brauer, F. (2015). Intimate Vibrations: Inventing the Dream Bedroom. In: *Designing the French Interior: The Modern Home and Mass Media*. Lasc, A. I.; Downey, G.; Taylor, M. (Orgs.) Bloomsbury Page Range: pp.29-46. Academic. DOI: 10.5040/9781474254991.ch-003. Disponível em: <www.bloomsburydesignlibrary.com/encyclopedia-chapter?docid=b-9781474254991&tocid=b-9781474254991-chapter2#b-9781474254991-0000536>.

Cavalcante, S.; Elali, G. A. (orgs.). (2011). *Temas Básicos em Psicologia Ambiental*. Petrópolis: Editora Vozes.

Duarte, I. A. M. (2019). Percepção afetiva das cores: um estudo do ambiente de hemodiálise em uso. 159p. Dissertação (Mestrado em Design). Programa de Pós Graduação em Design. Universidade Federal de Campina Grande. Paraíba.

Eberhard, J. P. (2008). *Brain Landscape: The Coexistence of Neuroscience and Architecture*. Oxford Ed.1. USA: University Press.

Fedrizzi, B. (2011). Biofilia e Biofobia. In: Cavalcante, S.; Elali, G. A. (Orgs.). *Temas Básicos em Psicologia Ambiental*. Petrópolis: Editora Vozesp. p.98-104.

Gifford, R.; Steg, L.; Reser, J. (2011). *Environmental Psychology: the IAAP handbook of Applied Psychology*, Nova Jersey: Blackwell Publishing.

Guadagnin, D. L. (2020). Áreas verdes e o convívio social seguro durante a pandemia. *Jornal da Universidade UFRGS*, 27 de agosto de 2020. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/jornal/areas-verdes-e-o-convivio-social-seguro-durante-a-pandemia/>>

Gunther, I.A.; Fragelli, T.B.O. (2011). Estresse ambiental. In: Cavalcante, S.; Elali, G.A. *Temas Básicos de Psicologia Ambiental*. Petrópolis: Vozes.

Gurgel, F. F.; Pinheiro, J.Q. (2011). Compromisso pró-ecológico. In: Cavalcante, S.; Elali, G. A. (Orgs.). *Temas Básicos em Psicologia Ambiental*. Petrópolis: Editora Vozes, p. 159-173.

Hollander, J. B.; Sussman, A. (2018). Why Architecture Education Needs to Embrace Evidence-Based Design, Now. *Architectural Digest*. nov. 2018. Disponível

em: www.architecturaldigest.com/story/architecture-education-needs-to-embrace-evidence-based-design-now.

Khaydarova, G. R. (2016). Visual Environment: Internal look. *International Journal of Cultural Research*. v.1 (22), p. 166-178.

Ku Leuven - Katholieke Universiteit Te Leuven (2020). Space for Healthy Organisations. Science, Engineering & Technology Group. Disponível em: <set.kuleuven.be/en/about-us/vacancies/ZAP-2020-35>

Lampert, A. (2020). Busca por imóveis maiores e com áreas verdes aumenta durante a pandemia. *Jornal do Comércio, Porto Alegre*, 13 de setembro de 2020. Disponível em: <https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/cadernos/empresas_e_negocios/2020/09/755882-busca-por-imoveis-maiores-e-com-areas-verdes-aumenta-durante-a-pandemia.html>.

Martin, K. et al. (2019). The Impact of Environmental Stress on Cognitive Performance: A Systematic Review. *Human Factors*, 61, v.8, p. 1205-1246. DOI: 10.1177/0018720819839817.

Matarazzo, A. K. Z. (2010). Composições cromáticas no ambiente hospitalar: estudo de novas abordagens. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

Nightingale, F. (1860). Notes on nursing: what it is and what it is not & Notes on nursing for the labouring classes (1820-1910): commemorative edition with historical commentary. Skretkowicz, V. (Ed.). Springer. New York. 2010.

Nousiainen, M.; Lindroos, H.; Heino, P. (2016). Restorative Environment Design. Kouvola: Kymenlaakso University of Applied Sciences publications. Series A. Nr 76.

Organização Mundial das Nações Unidas (ONU). (2020). “Um novo normal”: ONU estabelece roteiro para estimular economias e salvar empregos após COVID-19. Disponível em: <nacoesunidas.org/um-novo-normal-onu-estabelece-roteiro-para-estimular-economias-e-salvar-empregos-apos-covid-19/>

Sussman, A., Hollander, J.B. (2014). *Cognitive Architecture: Designing for How We Respond to the Built Environment*. Ed.: 1. UK: Routledge.

Ulrich, R.S.; Zimring, C.; Quan, X.; Joseph, A. (2006). The environment's impact on stress. In: Marberry, S.O. (Ed.), *Improving Healthcare with Better Building Design*. Chicago: ACHE Managent Series/Health Administration Press, p.37-61.

Ximenes, D.S. S.; Maglio, I. C. (2020). A vida urbana nos espaços públicos e áreas verdes pós-pandemia. *Jornal da USP, São Paulo*, 03 de agosto de 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/artigos/a-vida-urbana-nos-espacos-publicos-e-areas-verdes-pos-pandemia>

ARTIGO

ZONA DE CONFORTO TÉRMICO PARA ÁREAS ABERTAS EM CIDADE COM CLIMA CFA COM ÍNDICE TÉRMICO PET

ALCANTARA, Luísa

(luisa.alcantara.rosa@gmail.com)

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil

KRÜGER, Eduardo

(ekruiger@gmail.com);

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Brasil

GRALA, Eduardo

(eduardogralacunha@yahoo.com.br)

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Clima urbano, conforto térmico, índice de conforto térmico, temperatura fisiológica equivalente, PET.

RESUMO

O constante adensamento e as variações morfológicas nas cidades interferem no microclima, influenciando no bem-estar e na qualidade de vida urbana quanto ao ambiente térmico. Na determinação de níveis de conforto/estresse térmico em áreas externas são utilizados métodos de levantamento. Com o emprego de índices térmicos em áreas externas associado a levantamentos do tipo “*survey*” é possível proceder uma calibração de faixas de conforto térmico para esses locais. Este estudo utilizou o índice térmico Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) e teve por objetivo caracterizar uma faixa de conforto térmico para espaços abertos para clima subtropical (Cfa), em Pelotas (RS). A amostra obtida é composta por 1674 votos de percepção térmica. Entre julho de 2019 e março de 2020 foram realizadas 53 campanhas de monitoramento, durante as quais ocorreram o registro de dados climáticos simultâneo à aplicação de questionários aos transeuntes sobre conforto térmico em áreas externas. Os trabalhos de campo foram realizados em cinco locais distintos do município. Para a coleta dos dados climáticos foi utilizado o medidor de estresse térmico TGD-400, as seguintes variáveis foram monitoradas: velocidade do ar, temperatura de globo, temperatura de bulbo seco e temperatura de bulbo úmido. A temperatura radiante média (TRM) foi calculada pela equação para convecção forçada com a utilização dos dados climáticos registrados. Os valores de temperatura fisiológica equivalente (PET) para cada questionário validado foram obtidos através do *software Rayman*. A faixa de conforto térmico para áreas abertas para Pelotas apresenta como limites inferior e superior, respectivamente, 17,5° e 26,6°C PET, sendo a neutralidade térmica obtida em 22°C PET. A zona de conforto térmico calibrada apresenta disparidades em relação à faixa original de conforto prevista para o índice PET (18° a 23°C PET).

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são cada vez mais evidentes, causando desastres, impactos na saúde pública, alterações no microclima local e no clima urbano. Em contrapartida, são fundamentais as ações que amenizam estas alterações. Nesse sentido, os estudos acerca do conforto térmico em espaços abertos auxiliam na concepção de soluções que visem o planejamento urbano sensível ao clima. Johansson et al. (2016) apontam que são crescentes os trabalhos desenvolvidos que buscam avaliar o conforto térmico em áreas externas. Spagnolo e De Dear (2003) e Lin (2009) abordam os aspectos que influenciam no conforto térmico em espaços abertos.

A sensação de conforto é influenciada por diferentes fatores, como climáticos, psicológicos e individuais. A percepção térmica é decorrente da ação das variáveis climáticas que são fundamentais à troca de calor entre o ambiente e o corpo humano (HÖPPE, 2002). A temperatura do ar é geralmente utilizada como indicador do conforto térmico humano, mas não é precisa quanto à sensação térmica humana (BARAKAT et al., 2017). O conforto térmico em espaços abertos é influenciado por diversas variáveis, sendo a temperatura radiante média (TRM) um dos aspectos microclimáticos que mais influencia na sensação de conforto térmico humano (THORSSON et al., 2007). Para Huang et al. (2014) a importância da TRM se dá pela variável considerar os fluxos de radiação de onda curta e longa nas trocas de calor radiante entre o meio que se está inserido e o corpo humano. Já para Matzarakis et al. (2007), essa importância é decorrente da influência dos fluxos de radiação no balanço energético do corpo. A ISO 7726 (1998) aponta que a TRM é a temperatura uniforme, na qual é considerado um espaço imaginário em que há transferência de calor por radiação para o corpo humano.

Índices térmicos auxiliam na compreensão das preferências dos usuários quanto ao clima urbano e na avaliação do conforto térmico em áreas abertas. Como exemplos podem ser observados os indicadores *Physiological Equivalent Temperature* (PET), *Perceived Temperature* (PT) e *Universal Thermal Climate Index* (UTCI). O PET é um índice recomendado pela Associação Alemã de Engenheiros (*Verein Deutscher Ingenieure*) para apoiar no planejamento urbano e regional (KRÜGER et al., 2018). O PET tem como base o MEMI (*Munich Energy-balance Model for Individuals*), que é utilizado como referência quanto aos aspectos termofisiológicos, considerando em regime estacionário a termorregulação humana (MAYER; HÖPPE, 1987).

A utilização do índice PET possibilita avaliar o microclima e a situação urbana da área em análise, em relação ao nível de estresse/conforto térmico dos usuários dos espaços abertos. Desta forma, a calibração do índice térmico consiste em uma ferramenta para o planejamento urbano. Estudos sobre o índice PET foram realizados no Brasil, sendo que empregam diversos métodos de calibração. Há trabalhos desenvolvidos em localidades e climas distintos, como em Curitiba - PR (KRÜGER et al., 2018), Santa Maria - RS (GOBO et al., 2018), Rio de Janeiro - RJ (ROSSI et al., 2017), Campo Grande - MS (LUCCHESI et al., 2016) e Belo Horizonte - MG (HIRASHIMA, 2014).

Este estudo apresenta o método empregado nas atividades de campo realizadas, a análise dos dados e os resultados obtidos. O artigo tem como objetivo determinar a faixa de conforto térmico para áreas abertas na cidade de Pelotas - RS com a utilização do índice térmico temperatura fisiológica equivalente (PET), além de calibrar as demais faixas de estresse térmico possíveis.

2. MÉTODO

O estudo desenvolvido envolve trabalho de campo, no qual foram aplicados questionários à população residente sobre percepção térmica nas áreas abertas, simultaneamente ao monitoramento e coleta de dados microclimáticos. O método utilizado é pormenorizado a seguir.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE

A cidade de Pelotas - RS ($31^{\circ}46'34''S$, $52^{\circ}21'34''O$) está localizada ao sul do Estado do Rio Grande do Sul, na microrregião de Pelotas, apresenta clima subtropical (Cfa), conforme a classificação Köppen-Geiger e está situada na zona bioclimática 2, de acordo com a NBR1 5220-3 (ABNT, 2005). Segundo as Normas Climatológicas do Brasil 1981-2010 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018) em Pelotas, a temperatura média anual é $18^{\circ}C$, sendo em julho, $8,4^{\circ}C$ a temperatura média das mínimas e em janeiro $28,5^{\circ}C$ a temperatura média das máximas, umidade relativa média anual de 81% e média da intensidade do vento anual de 3,7 m/s.

2.2 DEFINIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE DADOS

Cinco locais foram definidos para o monitoramento e coleta dos dados microclimáticos e aplicação dos questionários, sendo três situados no centro da cidade e dois em outras áreas (tabela 1). A frequência de uso da população residente e a verificação de características morfológicas distintas entre si (presença de vegetação, uso e pavimentação do solo, cobrimento do céu e a altura de edificações) foram aspectos considerados na definição dos pontos de coleta de dados.

Ponto	Imagem obtida com a lente olho de peixe	FVC	Localização	Vegetação	Edificação	Circulação
1		0,717	Centro da Praça Coronel Pedro Osório	Densamente vegetada	Sem edificação	Apenas pedestres
2		0,517	Rua XV de Novembro	Pouco vegetada	Edificações regulares em ambos os lados	Apenas pedestres
3		0,561	Cruzamento entre a ruas Sete de Setembro e Andrade Neves	Pouco vegetada	Edificações regulares em ambos os lados	Apenas pedestres
4		0,671	Avenida Dom Joaquim	Mediamente vegetada	Sem edificação	Pedestres e veículos
5		0,871	Orla da Praia do Laranjal	Pouco vegetada	Sem edificação	Pedestres e veículos

Tabela 1. Pontos de coleta em Pelotas.

2.3 ESTRUTURAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Para a formulação dos questionários aplicados à população quanto à percepção térmica nas áreas externas foram consideradas as normas ISO 8996 (2004), 7730 (2005), 9920 (2007), 10551 (2015) e o estudo de Johansson et al. (2014). As entrevistas contam com questões acerca da aclimação de curto e longo prazo de cada indivíduo, do uso do espaço, percepção e preferência térmica e de velocidade do vento. A tabela 2 apresenta a avaliação térmica dos usuários.

Como tu te sentes neste exato momento?						
Com muito frio	Com frio	Com pouco frio	Sem frio nem calor	Com pouco calor	Com calor	Com muito calor
-3	-2	-1	0	1	2	3

Tabela 2. Avaliação da sensação térmica dos usuários.

Aspectos sobre cada participante e quanto ao momento da entrevista foram registrados, com ênfase na altura (cm), massa corporal (kg), idade (anos), sexo biológico (feminino ou masculino), taxa metabólica (W/m^2), cor da pele autodeclarada (segundo a classificação utilizada pelo IBGE) e isolamento térmico da vestimenta. Os dados foram registrados no questionário, assim como, se no momento da entrevista o participante estava localizado sob o sol ou à sombra.

A taxa metabólica é expressa em W/m^2 e refere-se à atividade exercida pelo indivíduo no momento da realização da entrevista. As alternativas disponíveis quanto à taxa metabólica estão conforme os valores apresentados nas normas vigentes. O valor do isolamento térmico da vestimenta foi obtido com o auxílio de uma planilha com diversas opções de vestuário, as quais eram assinaladas caso estivessem sendo utilizadas pelo participante. Para cada vestimenta havia o respectivo valor de clo, unidade que expressa o isolamento térmico. O somatório das opções utilizadas pelo indivíduo no momento da entrevista correspondeu ao total do isolamento térmico.

2.4 AMOSTRA DE ESTUDO

Neste estudo, a população foi formada por aqueles indivíduos residentes na cidade de Pelotas, há no mínimo seis meses, e que estivessem, pelo menos, há 15 minutos no espaço externo. Estas restrições foram necessárias para que os participantes estivessem aclimatados, considerando as ações das variáveis microclimáticas no momento da aplicação do questionário. Segundo os estudos realizados por Krüger et al. (2013 e 2015), 15 minutos consistem no tempo recomendado para que a pessoa esteja apta a uma adequada percepção térmica do espaço externo. Não foram adotadas restrições quanto à faixa etária dos participantes, porém, indivíduos com idade inferior a 18 anos só puderam participar perante a autorização de responsável. A tabela 3 apresenta informações acerca da amostra obtida no estudo realizado na cidade de Pelotas - RS.

Variável pessoal	Categoria	N	%
Sexo Biológico	Feminino	1047	63
	Masculino	627	37
Idade	Até 25 anos	544	32
	Entre 25 e 64 anos	1047	63
	Acima de 64 anos	83	5
Massa Corporal	Abaixo do peso (IMC < 18,5 kg/m ²)	15	1
	Normal (18,5 kg/m ² IMC 24,5 kg/m ²)	682	40
	Acima do peso (IMC 25 kg/m ²)	667	40
	Obeso (IMC 30 kg/m ²)	310	19
Cor da pele	Branca	1245	74
	Parda	233	14
	Preta	177	10
	Amarela	10	1
	Indígena	9	1

Tabela 3. Dados da amostra obtida.

2.5 REGISTRO DOS DADOS MICROCLIMÁTICOS E APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Para o registro das variáveis microclimáticas foi utilizado o medidor de estresse térmico TGD-400. A tabela 4 apresenta as especificações do equipamento. A cada cinco segundos foram registradas as seguintes variáveis: temperatura do globo (TG), temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU) e velocidade do vento (v). A partir dos dados de TBS e TBU foi possível calcular os valores de umidade relativa. O globo utilizado tem diâmetro de cinco cm e foi pintado na cor cinza médio. A cor do globo visou obter os efeitos da absorção solar mais semelhantes ao de uma pessoa vestida e exposta ao espaço aberto (THORSSON et al., 2007; JOHANSSON et al., 2014). Foi assumido o valor 0,95 na emissividade do globo (ISO 7726, 1998).

Sensor	Faixa	Precisão	Resolução
Termostato NTC (coeficiente negativo de temperatura)	- 10 ~ 150°C	±0,5°C	0,1°C
Fio quente	0 - 20 m/s	±4% +0,1m/s	0,1 m/s

Tabela 4. Especificações do TGD-400.

Entre julho de 2019 e março de 2020 foram realizadas 53 campanhas de monitoramento e coleta de dados, concomitantemente à aplicação dos questionários com a população residente. Em cada atividade de campo, apenas um dos cinco locais era monitorado. O monitoramento ocorria no período diurno, entre 09h00min e 17h00min. Antes do início do registro dos dados e da aplicação dos questionários, o tripé era posicionado e o medidor de estresse térmico era instalado a 1,10 m do solo. Para que o termômetro de globo obtivesse o equilíbrio térmico era necessário aguardar 20 minutos após o acionamento do equipamento para iniciar o registro das variáveis. Ao longo das atividades de campo foram obtidas 1674 entrevistas validadas.

2.6 VALORES DE TEMPERATURA RADIANTE MÉDIA E TEMPERATURA FISIOLÓGICA EQUIVALENTE

Os valores de TRM foram calculados a partir dos dados registrados de temperatura do ar, temperatura do globo e velocidade do ar, através da equação para convecção forçada estabelecida pela norma ISO 7726 (1998). Foi calculado o valor de TRM para cada horário em que houve a aplicação de questionário.

Os valores de PET foram obtidos com a utilização do *software Rayman*, desenvolvido por Matzarakis et al. (2007). Foram utilizados como dados de entrada as variáveis registradas de temperatura do ar (°C), umidade relativa (%), velocidade do vento (m/s) e TRM (°C). As informações de biometria utilizadas seguiram os valores de referência estabelecidos na ISO 8996 (2004). Conforme a resposta do participante quanto ao sexo biológico, foram adotadas os parâmetros para o homem padrão (30 anos, 70 kg e 1,75 m) e mulher padrão (30 anos, 60 kg e 1,60 m). Os valores do isolamento térmico da vestimenta seguiram o somatório registrado em cada questionário. Quanto à taxa metabólica, foi padronizado para todas as entrevistas o correspondente a uma pessoa caminhando a velocidade de 4km/h, que equivale a taxa de 300 W. Na tabela 5 estão informações sobre os dados registrados.

	Vel. vento (m/s)	Umid. Rel. (%)	Temp. Ar (°C)	Temp. Globo (°C)	TRM (°C)	PET(°C)
Máximo	9,7	93,1	35,7	41,5	72	44,4
Média	0,7	62,7	24,4	27,5	32,7	27,8
Mínimo	0,0	33,3	10,8	11,4	11,6	9,7

Tabela 5. Informações das variáveis coletadas e dos valores de PET obtidos.

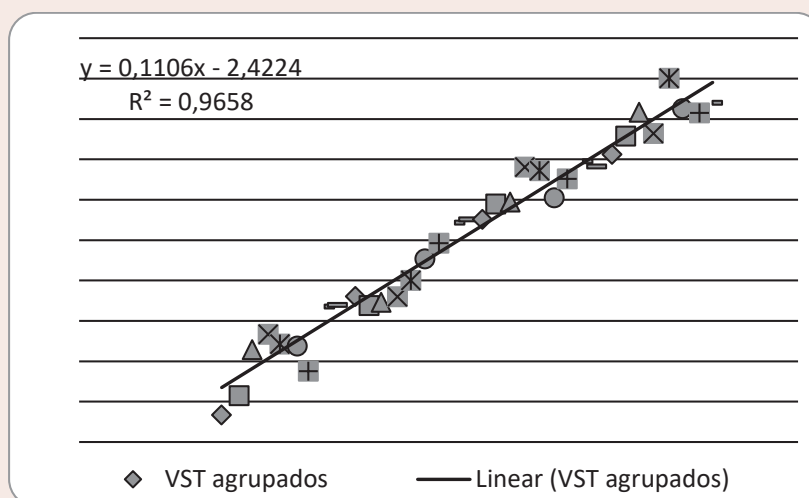
2.7 FAIXAS/NÍVEIS DE ESTRESSE TÉRMICO

Para a determinação da faixa de neutralidade térmica foi empregada a regressão linear. Utilizou-se do agrupamento dos votos de sensação térmica para a variação discreta de 1°C PET, sendo considerada a classificação dos níveis de conforto/es-

três térmico para as faixas do índice térmico PET estabelecida por Matzarakis e Mayer (1996). Para a determinação das categorias foi considerada a relação entre os valores de PMV e os níveis de estresse térmico. A função entre os votos agrupados de sensação térmica e os valores de temperatura fisiológica equivalente permite determinar a zona que não apresenta estresse térmico e as demais faixas. A partir da equação da linha de tendência gerada e estabelecendo os valores de sensação térmica referentes a cada nível de estresse térmico, são determinadas as demais faixas. A categoria que não apresenta estresse térmico é delimitada pela variação da sensação térmica entre -0,50 e 0,50, sendo que os valores de PET que estão neste intervalo compõem a zona de conforto térmico. Os limites inferior e superior desta faixa são obtidos quando, respectivamente, o valor de sensação térmica corresponder a -0,50 e 0,50. A temperatura de neutralidade térmica é obtida quando o voto de sensação térmica é nulo. Os agrupamentos dos votos de sensação térmica corresponderam ao mínimo de cinco respostas, de modo a reduzir *outliers*.

3. RESULTADOS

Para a calibração dos níveis de conforto/estresse térmico foi utilizado o método de agrupamento por variação discreta de 1°C por PET. A faixa original para o índice térmico PET prevê o conforto térmico entre 18° a 23°C PET (MATZARAKIS; MAYER, 1996). Para Pelotas - RS, a partir das 1674 respostas validadas, o estudo apontou a faixa de conforto térmico para espaços abertos entre 17,5°C e 26,6°C PET. A temperatura de neutralidade térmica é obtida em 22°C PET. Em relação a faixa original, a zona calibrada para Pelotas apresentou redução no limite inferior e aumento no limite superior, respectivamente nos valores 0,5° e 3,6°C PET. A faixa determinada para Pelotas apresenta 9,1°C PET de amplitude térmica, enquanto a originalmente prevista para o índice apresenta 5°C PET. A população da localidade do estudo demonstrou maior resistência ao frio e ao calor do que o considerado para o índice térmico. Na figura 1 é apresentada a relação entre os votos de sensação térmica agrupados e os valores de PET.



O estudo desenvolvido por Gobo et al. (2018) para Santa Maria - RS, cidade que também apresenta clima Cfa, demonstra que para a população local a faixa de conforto térmico obtida varia entre 16° e 24°C PET, ambos limites são inferiores aos calibrados para Pelotas, mas são valores mais próximos aos da faixa original prevista para o PET. Com a utilização do mesmo método empregado em Pelotas, a faixa calibrada para Curitiba - PR (clima Cfb) apresenta variação entre 13° e 25°C PET (KRÜGER et al., 2018). Já a faixa de conforto térmico para a cidade Campo Grande - MS, que apresenta clima Aw e Cfa, apresenta variação entre 21° e 27°C PET (LUCCHESI et al., 2016). Hirashima (2014), determinou para Belo Horizonte - MG (clima Aw) a zona de conforto térmico, com variação entre 19° e 27°C PET. Observou-se que em comparação à faixa estabelecida para Pelotas, as cidades de Santa Maria e Curitiba apresentam limites inferior e superior menores, quanto à amplitude térmica, respectivamente, os valores correspondem a 8° e 12°C PET, sendo que em Pelotas a amplitude térmica da faixa é maior do que o verificado para Santa Maria e menor do que o constatado para Curitiba. Ao considerar os valores calibrados para Campo Grande e Belo Horizonte, observa-se que ambas apresentam limites inferior e superior maiores aos de Pelotas, entretanto, as amplitudes térmicas, respectivamente 6° e 8°C PET são menores. Os estudos mencionados utilizam diferentes métodos de calibração, como apontado por Johansson et al. (2014), a padronização de pesquisas sobre conforto térmico em áreas abertas é importante, o que possibilita uma comparação adequada entre resultados.

Neste estudo, foi possível determinar para Pelotas os seguintes níveis de estresse térmico: “leve estresse para o frio”, “sem estresse térmico”, “leve estresse para o calor” e “moderado estresse para o calor”. As demais categorias de estresse térmico foram impossibilitadas de calibração, dada a faixa de variação do PET da amostra. A tabela 6 apresenta as faixas originais previstas para os índices PET e PMV, as calibrações obtidas para cada categoria de estresse térmico para a cidade de Pelotas e a relação com a sensação térmica e o nível de estresse térmico.

PMV	PET	PET Pel.	Sensação térmica	Nível de estresse
			Muito frio	Extremo estresse para o frio
-3,5	4			
			Frio	Forte estresse para o frio
-2,5	8			
			Pouco frio	Moderado estresse para o frio
-1,5	13	8,4		
			Levemente frio	Leve estresse para o frio
-0,5	18	17,5		
			Confortável	Sem estresse térmico
0,5	23	26,6		
			Levemente calor	Leve estresse para o calor
1,5	29	35,7		
			Pouco calor	Moderado estresse para o calor
2,5	35	44,7		

Continua..

PMV	PET	PET Pel.	Sensação térmica	Nível de estresse
			Calor	Forte estresse para o calor
3,5	41		Muito calor	Extremo estresse para o calor

Tabela 6. Calibração das faixas de estresse térmico para o índice PET em °C para áreas abertas para Pelotas - RS.

Os percentuais de insatisfeitos (PD) da amostra foram gerados considerando as porcentagens agrupadas da quantidade dos votos da escala de sete pontos, desconsiderando o voto nulo, versus os votos médios de sensação térmica. Para a faixa sem estresse térmico, que apresenta conforto térmico, compreendida entre -0,50 e 0,50, apontou o valor médio de PD de 16%, considerando a equação gerada. Rossi et al. (2017), determinaram para amostras de Curitiba e Rio de Janeiro, os respectivos valores de PD, 12% e 7%. Observa-se que o valor encontrado em Pelotas é mais próximo do constatado para Curitiba e mais do que o dobro verificado para o Rio de Janeiro. A ISO 7730 (2005) considera a equação prevista por Fanger (1970) para a análise do percentual de insatisfeitos, sendo que equação original para PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*) foi ajustada para o valor de PD encontrado no estudo. Na figura 2 constam os valores de PD, de PPD obtidos pela equação original e aqueles gerados a partir da equação ajustada, além da curva de tendência polinomial.

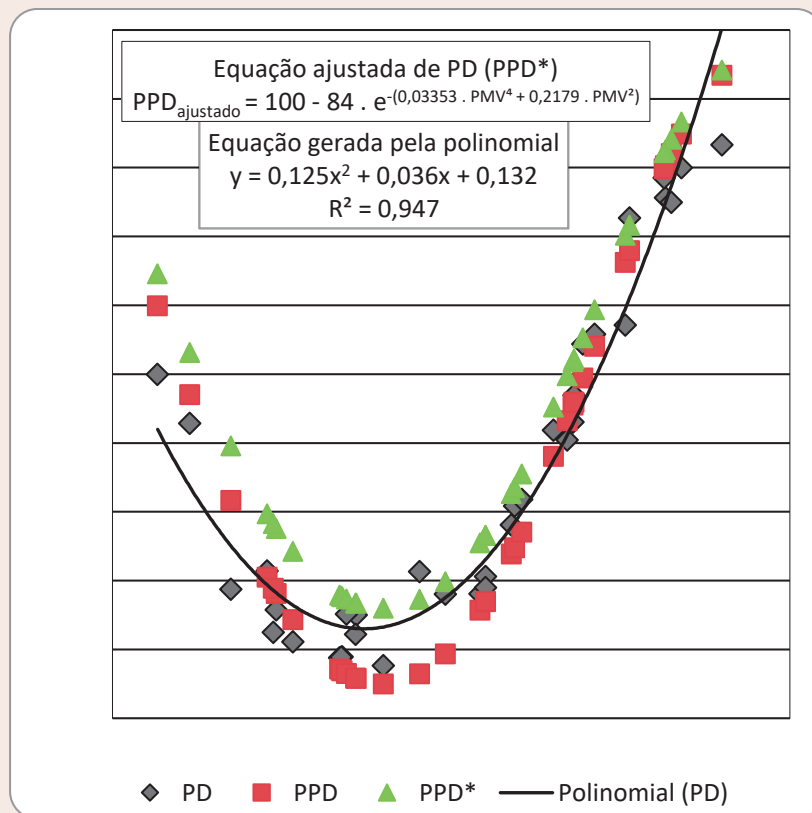


Figura 2. Porcentagem de insatisfeitos versus votos médios de sensação térmica.

4. CONCLUSÕES

A zona de conforto térmico calibrada para os espaços abertos para Pelotas - RS apresenta semelhanças quanto ao limite inferior das faixas estabelecidas para Santa Maria e Belo Horizonte, sendo situada no intervalo entre as duas, apresenta 1,5°C PET a mais do que a primeira cidade mencionada e o mesmo valor a menos do que a segunda. Quanto ao limite superior, a faixa para Pelotas está mais próxima aos valores definidos para Campo Grande e Belo Horizonte, sendo 0,4°C PET menor do que a delimitação destas faixas.

Quanto aos valores apontados para Curitiba, observa-se que em Pelotas há menor tolerância ao frio e maior tolerância ao calor, sendo o mesmo constatado quando a faixa determinada neste estudo é comparada aos valores de Santa Maria. Em relação à faixa sugerida pelos desenvolvedores do índice, a diminuição do limite inferior e o aumento na delimitação superior demonstram que a população residente em Pelotas apresenta maior tolerância ao frio e ao calor.

A interrupção dos trabalhos de campo, em decorrência da pandemia da Sars-Cov-2, impossibilitou a coleta de dados e aplicação dos questionários no período de outono e restringiu os registros de inverno apenas ao que havia sido monitorado no ano de 2019. O estudo pretendia completar um ano de monitoramento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3: desempenho térmico de edificações: parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

BARAKAT, A.; AYAD, H.; EL-SAYED, Z. Urban design in favor of human thermal comfort for hot arid climate using advanced simulation methods. *Alexandria Engineering Journal*, [s. l.], v. 56, n. 4, p. 533-543, 2017.

FANGER, P. O. *Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering*. McGraw Book Company, New York, 1970.

GOBO, João Paulo Assis; GALVANI, Emerson; WOLLMANN, Cássio Arthur. Subjective Human Perception of Open Urban Spaces in the Brazilian Subtropical Climate: A First Approach. *Climate*, v. 6, n. 2, p. 24, 2018.

HIRASHIMA, Simone Queiróz da Silveira. *Percepção sonora e térmica e avaliação de conforto em espaços urbanos abertos do município de Belo Horizonte-MG, Brasil*. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

HÖPPE, P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and buildings*, [S.l.], v.34, n.6, p.661-665, 2002.

HUANG, J.; CEDEÑO-LAURENT, J. G.; SPENGLER, J. D. CityComfort+: A simulation-based method for predicting mean radiant temperature in dense urban areas. *Building and Environment*, [s. l.], v. 80, p. 84-95, 2014.

- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais Climatológicas 1981-2010. INMET, BRASIL, 2018.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 10551. Ergonomics of the thermal environments – Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgment scales. Genève: ISO, 2015.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7726. Ergonomics of the thermal environments – Instruments for measuring physical quantities. Genève: ISO, 1998.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7730. Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Genève, 2005.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 8996. Ergonomics of the thermal environments – Determination of thermal metabolic rate. Genève: ISO, 2004.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 9920. Ergonomics of the thermal environments – Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. Genève: ISO, 2007.
- JOHANSSON, E. Urban thermal comfort in the tropics. In: EMMANUEL, R. Urban Climate in the tropics: Rethinking Planning and Design Opportunities. London: Imperial College Press, 2016. p. 163-204.
- JOHANSSON, E.; THORSSON, S.; EMMANUEL, R.; KRÜGER, E. Instruments and methods in outdoor thermal comfort studies - The need for standardization. Urban Climate, Vol. 10, p. 346-366, 2014.
- KRÜGER, E.; DRACH, P.; EMMANUEL, R.; CORBELLA, O. Assessment of daytime outdoor comfort levels in and outside the urban area of Glasgow, UK. International journal of biometeorology, [S.l.], v.57, n.4, p.521-533, 2013.
- KRÜGER, E. et al. Short-term acclimatization effects in an outdoor comfort study. In: ICUC9-9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 2015, 2015. Anais... [S.l.: s.n.], 2015.
- KRÜGER, E. L.; ROSSI, F. A.; CRISTELI, P. S.; SOUZA, H. A. de. Calibração do índice de conforto para espaços externos Physiological Equivalent Temperature (PET) para Curitiba. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 135-148, jul./set. 2018.
- LIN, T.-P. Thermal perception, adaptation and attendance in a public square in hot and humid regions. Building and environment, [S.l.], v.44, n.10, p.2017-2026, 2009.
- LUCCHESI, J. R.; MIKURI, L. P.; FREITAS, V. S. de; ANDREASI, W. A. Application of Selected Indices on Outdoor Thermal Comfort Assessment in Midwest Brazil. International Journal of Energy and Environment, v. 7, n. 4, p. 291-302, 2016.
- MATZARAKIS, A.; BLAZEJCZYK, K.; AMELUNG, B. Climate Change and Tourism Assessment and Coping Strategies. Freiburg: Maastricht-Warsaw, 2007.

MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Another Kind of Environmental Stress: thermal stress. WHO Newsletter, v. 18, p. 7-10, 1996.

MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Modeling radiation fluxes in simple and complex environments: Basics of the RayMan model. International Journal of Biometeorology, v. 54, n. 2, p. 131-139, 2007.

MAYER, H.; HÖPPE, P. Thermal comfort of man in different urban environments. Theoretical and Applied Climatology, [s. l.], v. 38, n. 1, p. 43-49, 1987.

ROSSI, F. A.; KRÜGER, E.; DRACH, P. Calibração do índice PET para Curitiba e Rio de Janeiro. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2017, Balneário Camboriú, SC. Anais... Balneário Camboriú, SC: ENCAC, 2017, V. 1. p. 185-193.

SPAGNOLO, J.; DE DEAR, R. A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia. Building and Environment, [S.l.], v.38, n.5, p.721-738, 2003.

THORSSON, S.; LINDBERG, F.; ELIASSON, I.; HOLMER, B. Different methods for estimating the mean radiant temperature in an outdoor urban setting. International Journal of Climatology, v.27, p.1983-1993, 2007.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

2



SESSÃO TEMÁTICA 2

MATERIAIS E TÉCNICAS: AVALIAÇÃO, EVOLUÇÃO E INOVAÇÃO



ARTIGO

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE PRODUTOS ENGENHEIRADOS DE MADEIRA: IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS *HOTSPOTS* E OPORTUNIDADES DE MELHORIA

CALDAS, Lucas Rosse

(lucas.caldas@fau.ufrj.br)

PROARQ/FAU/ UFRJ, Brasil

PEÇANHA, Rafaelle Saraiva

(rafaelle.pecanha@fau.ufrj.br)

PROARQ/FAU/ UFRJ, Brasil

SIMAS, Maria Gomes

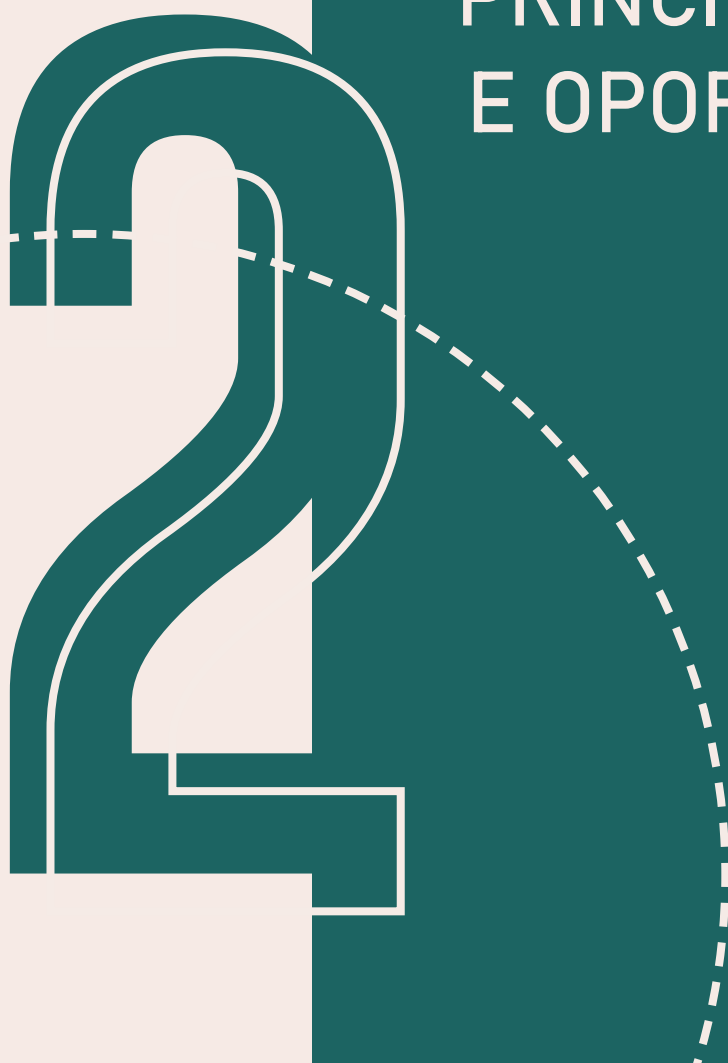
(maria.gsimas@fau.ufrj.br)

PROARQ/FAU/ UFRJ, Brasil

SILVOSO, Marcos Martinez

(silvoso@fau.ufrj.br)

PROARQ/FAU/ UFRJ, Brasil



PALAVRAS-CHAVE

ACV, inventário, estrutura, madeira laminada colada, madeira compensada.

RESUMO

A madeira como material de construção tem ganhado cada vez mais destaque no cenário internacional devido principalmente à questão das mudanças climáticas e por se apresentar como uma alternativa para uma produção mais sustentável. É um material renovável e capaz de sequestrar e estocar dióxido de carbono (CO_2), o principal gás de efeito estufa. Dentre os produtos de madeira existentes no mercado, aqueles chamados de engenheirados têm sido os mais utilizados em projetos de edificações de multipavimentos, devido à maior possibilidade e diversidade de aplicação (estruturas, fechamentos, revestimentos etc.). Neste contexto, esta pesquisa tem o objetivo de avaliar o desempenho ambiental de diferentes produtos engenheirados de madeira que podem ser utilizados como elementos estruturais em edificações, disponíveis no banco de dados do Ecoinvent v. 3.7.1: (1) madeira laminada colada, (2) viga de madeira engenheirada, e (3) madeira compensada (plywood). Como referência, foi utilizada a viga de madeira serrada. A metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) foi empregada com um escopo do berço ao portão, utilizando o software SimaPro. Foram identificados em quais etapas produtivas os impactos ambientais destes produtos estão concentrados (*hotspots*) e como eles variam de acordo com as nacionalidades disponíveis no Ecoinvent. Ao final, os inventários dos produtos escolhidos e outros adicionais foram adaptados ao contexto brasileiro, em termos da matriz de energia elétrica, transporte e atividade florestal (plantação e obtenção da madeira). Foi possível identificar as principais oportunidades e desafios ambientais para a produção destes materiais caso eles fossem confeccionados no Brasil. Esta pesquisa contribui para a disponibilização de informações ambientais de produtos de madeira, que podem auxiliar a impulsionar uma cadeia produtiva de maior escala no Brasil e contribuir para a mitigação das mudanças climáticas.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) traz consigo benefícios, como a geração de empregos, corroborando para o desenvolvimento econômico e social do país. Entretanto, esse setor é um agente central no consumo de materiais e resulta em uma expressiva quantidade de resíduos, sejam eles líquidos, sólidos ou gasosos. É responsável por cerca de 36% do consumo de energia e 40% das emissões globais de dióxido de carbono (CO₂), quando a produção dos materiais é contabilizada (UNEP, 2019).

Diante dos desafios postos pelo aquecimento global e o papel da construção civil neste impacto, dedica-se cada vez mais pesquisas e desenvolvimento de materiais mais sustentáveis, como os biomateriais, materiais naturais ou resíduos, seja por suas origens recicladas, e pelo fato de serem recursos renováveis e de grande disponibilidade. Dentre os biomateriais, a madeira engenheirada é um que vem ganhando visibilidade, por sua versatilidade, desempenho estrutural e, pelo ponto de vista do aquecimento global, principalmente por sequestrar e estocar CO₂. Esse produto passa por um processo industrial para diminuir suas deformidades e torná-la mais resistente, aprimorando seu desempenho.

Tendo em vista que o Brasil possui um alto índice de florestas plantadas, principalmente pinus e eucalipto, totalizando, aproximadamente, 9 milhões de hectares (IBÁ, 2020), torna-se possível considerar que o uso da madeira na construção civil seja viável. Além disso, esse produto pode possuir um balanço negativo de CO₂, ou seja, a quantidade de CO₂ absorvido e estocado (processo que ocorre na floresta durante o crescimento das árvores) é superior às emissões para a sua produção (D'AMICO *et al.*, 2021).

Entretanto, como o uso em grande escala desse material é recente no mercado brasileiro, existem lacunas relacionadas aos Impactos Ambientais (IA) para a manufatura de produtos de madeira engenheirada. Saber os IA desses itens pode ser uma forma de competitividade em relação àqueles convencionalmente utilizados e possibilitar que estratégias sejam traçadas para a redução dos IA em sua fabricação.

Nessa perspectiva, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma metodologia frequentemente utilizada para avaliar os potenciais IA de produtos, processos ou serviços, inclusive adotada para avaliação das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no ciclo de vida de produtos de madeira engenheirada (DIAS *et al.*, 2020). Outros IA desta avaliação são a energia incorporada, toxicidade, acidificação, eutrofização, entre outros.

Em vista disso, é crescente o número de pesquisas voltadas para a mitigação dos IA em edificações. Porém, grande parte aborda questões relacionadas à etapa operacional da edificação, como estratégias para diminuir o uso de condicionamento de ar, deixando de lado o estágio de produção dos materiais e construção, no qual materiais renováveis podem ser grandes aliados.

A avaliação dos IA na fabricação de produtos de madeira engenheirada, com o uso da ACV, tem sido observada na literatura científica. Dias *et al.* (2020) compararam o desempenho ambiental e estrutural de produtos maciços e colados-laminados de

madeira com base em Declarações Ambientais de Produtos (DAPs). Os autores propuseram uma metodologia para a comparação do desempenho ambiental de produtos de madeira com base em suas classes de resistência. Foi verificado a falta de informações sobre o desempenho estrutural dos produtos avaliados nas DAPs e que os produtos de madeira colada laminada apresentaram maiores impactos que a madeira maciça, para uma mesma unidade de desempenho estrutural. Alguns estudos (HART *et al.*, 2021) compararam o impacto de mudanças climáticas entre estruturas de concreto, aço e madeira e verificaram que o último tende a ser o sistema estrutural de menor emissão de GEE, porém dependerá do fim de vida dado à estrutura de madeira. Caldas *et al.* (2021) compararam os IA de diferentes inventários de madeira laminada cruzada (CLT) e verificaram que a obtenção da madeira, consumo de eletricidade e produção do adesivo são as atividades mais impactantes. D'Amico *et al.* (2021) avaliaram com foco no uso global de CLT para substituir pisos de concreto em sistemas estruturais de aço e verificaram uma economia média de 50 MtCO₂-eq no caso de absorção total do sistema de construção híbrido até 2050.

Foi possível observar na literatura pesquisada o crescente interesse por entender os IA de produtos de madeira, especialmente o de mudanças climáticas. Quando comparada com outros sistemas estruturais, a madeira tende a ser mais vantajosa, dependendo do tipo e espécie de madeira e fim de vida dado à estrutura. Quando se trata da madeira engenheirada, o consumo de eletricidade e a produção da resina utilizada para a colagem das peças tendem a ser as atividades de maior impacto, e, portanto, merecem atenção especial. Nenhum estudo que comparasse diferentes produtos de madeira engenheirada e tivesse foco no banco de dados do Ecoinvent foi encontrado. Desta forma, esta análise avança nesta lacuna do conhecimento.

A partir deste contexto, o presente artigo traz um levantamento de dados de ciclo de vida sobre os seguintes produtos de madeira engenheirada: (1) madeira laminada colada, (2) viga de madeira engenheirada e (3) madeira compensada. Como referência, foi utilizada a viga de madeira serrada. Posteriormente, esses materiais são comparados com outros produtos de madeira, em termos de suas emissões de GEE e energia incorporadas. Todos os dados estão disponíveis no banco de dados do Ecoinvent v.3.7.1. Serão identificados em quais etapas e atividades os IA estão concentrados (*hotspots*) e, assim, será possível pensar em estratégias para redução deles no processo produtivo dos produtos avaliados.

2. METODOLOGIA

A metodologia foi organizada nas seguintes etapas, apresentadas na Figura 1.

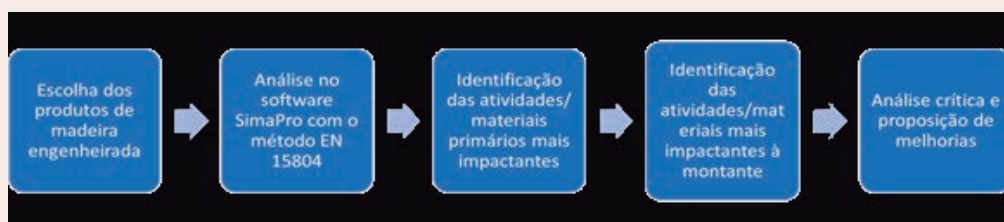


Figura 1. Etapas seguidas na pesquisa.

Assim, é necessário entender as principais etapas de um estudo de ACV, conforme a NBR ISO 14040 (ABNT, 2009): (1) Definição do objetivo e escopo, (2) Análise do inventário do ciclo de vida e (3) Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (AICV). Estas etapas são apresentadas a seguir.

2.1 DEFINIÇÃO DO OBJETIVO E ESCOPO

O objetivo deste estudo foi avaliar potenciais IA de diferentes produtos de madeira engenheirada. Esses produtos foram comparados com a madeira serrada. O escopo considerado se restringiu às seguintes etapas do ciclo de vida, conforme a organização da EN 15804 (CEN, 2019): (A1) extração das matérias primas, (A2) transporte e (A3) produção na indústria.

2.2 ANÁLISE DO INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA

Como o foco da pesquisa é o estudo de produtos engenheirados de madeira, foram selecionados alguns produtos disponíveis no banco de dados do Ecoinvent v.3.7.1, conforme apresentado na Tabela 1, que podem ser utilizados como elementos estruturais nas edificações. Como forma de comparação escolheu-se a madeira serrada (que não é uma madeira engenheirada), a fim de saber como o beneficiamento da madeira engenheirada influencia em termos de IA.

Produtos	Conjunto de dados do Ecoinvent v. 3.7.1
Madeira laminada colada para uso externo - Europa {RER} e Resto do Mundo {RoW}	<i>Glued laminated timber, for outdoor use, production, {RER} e {RoW}</i>
Viga de madeira engenheirada - Canadá - Quebec {CA-QC} e Resto do Mundo {RoW}	<i>Joist, engineered wood, engineered wood joist production, {CA-QC} e {RoW}</i>
Chapa de partículas orientadas - Canadá - Quebec {CA-QC}, Europa {RER} e Resto do Mundo {RoW}	<i>Oriented strand board production, {CA-QC}, {RER} e {RoW}</i>
Viga de madeira serrada e planificada seca em forno - Canadá - Quebec {CA-QC}, Suíça {CH}	<i>Sawnwood, beam, softwood, dried (u=20%), planed planing, beam, softwood, u=20%, {CA-QC} e {CH}</i>

Tabela 1. Produtos avaliados na pesquisa e conjunto de dados do Ecoinvent.

2.3 AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO CICLO DE VIDA (AICV)

Para a etapa de AICV foi escolhido o método da EN 15804:2019. Este método foi optado pelo fato da norma EN 15804:2019 ser específica sobre ACV de produtos da construção civil e por ser normalmente utilizada em diferentes pesquisas internacionais (DURÃO *et al.*, 2020). As seguintes categorias de impacto foram avaliadas: (1) Depleção da camada de ozônio, (2) Radiação ionizante, (3) Formação de ozônio fotoquímico, (4) Material particulado, (5) Toxicidade humana, não-cancerígena,

(6) Toxicidade humana, cancerígena, (7) Acidificação, (8) Eutrofização, água fresca, (9) Uso do solo, (10) Uso da água, (11) Uso de recursos fósseis, (12) Uso de recursos minerais e metais, (13) Mudança climática – fóssil.

Foi utilizado o software de ACV SimaPro em sua versão 9.1.1.7, que contém os produtos avaliados e o método de AICV escolhido.

2.4 COMPARAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE E ENERGIA INCORPORADAS DE PRODUTOS DE MADEIRA

Como análise complementar, foram comparadas as emissões de GEE e energia incorporadas de outros produtos de madeira: (1) madeira laminada cruzada (*cross-laminated timber* {RoW}), (2) Compensado (*Plywood, for outdoor use* {RoW}), (3) Aglomerado (*Particle board, for indoor use* {BR}), (4) Chapa de MDF (*Medium density fibreboard* {RoW}), (5) Revestimento (*Wood cladding, softwood* {CA-QC}), (6) Janela (*Window frame, wood, U=1.5 W/m²K* {RoW}), (7) porta (*Door, inner, wood* {RoW}), com base no inventário disponível do Ecoinvent. Os conjuntos de dados foram adaptados ao contexto brasileiro, em termos da matriz de energia elétrica, transporte e atividade florestal, plantação e obtenção da madeira (roliça), com base no estudo de Ferro *et al.* (2018). Os indicadores de emissões de GEE e energia incorporadas foram escolhidos por serem aqueles que tem recebido maior atenção nas pesquisas e interesse do setor (CALDAS *et al.*, 2021; UNEP, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados considerando as atividades *hotspots* (com contribuição igual ou maior que 30%) dos produtos avaliados estão apresentados nas Figuras 2, 3 e 4. Na Tabela 2 são elencados os principais *hotspots* para cada categoria de impacto avaliada, com a identificação das atividades mais impactantes à montante em cada número (1) a (6).

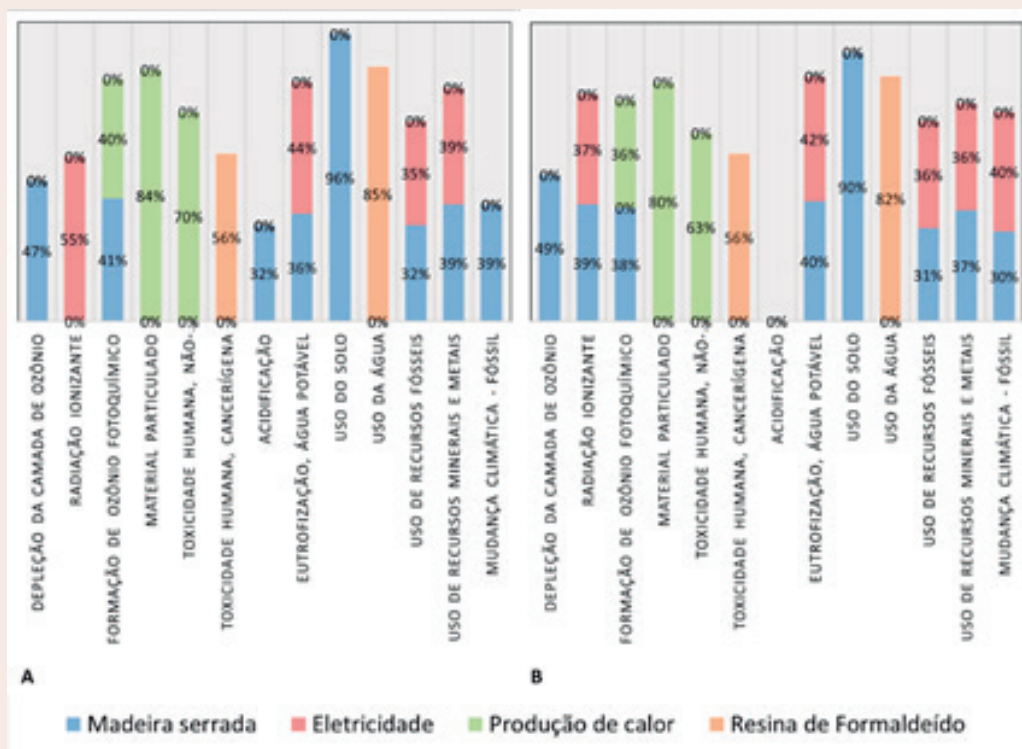


Figura 2. Madeira laminada colada para uso externo. (A) Europa {RER}. (B) Resto do Mundo {RoW}

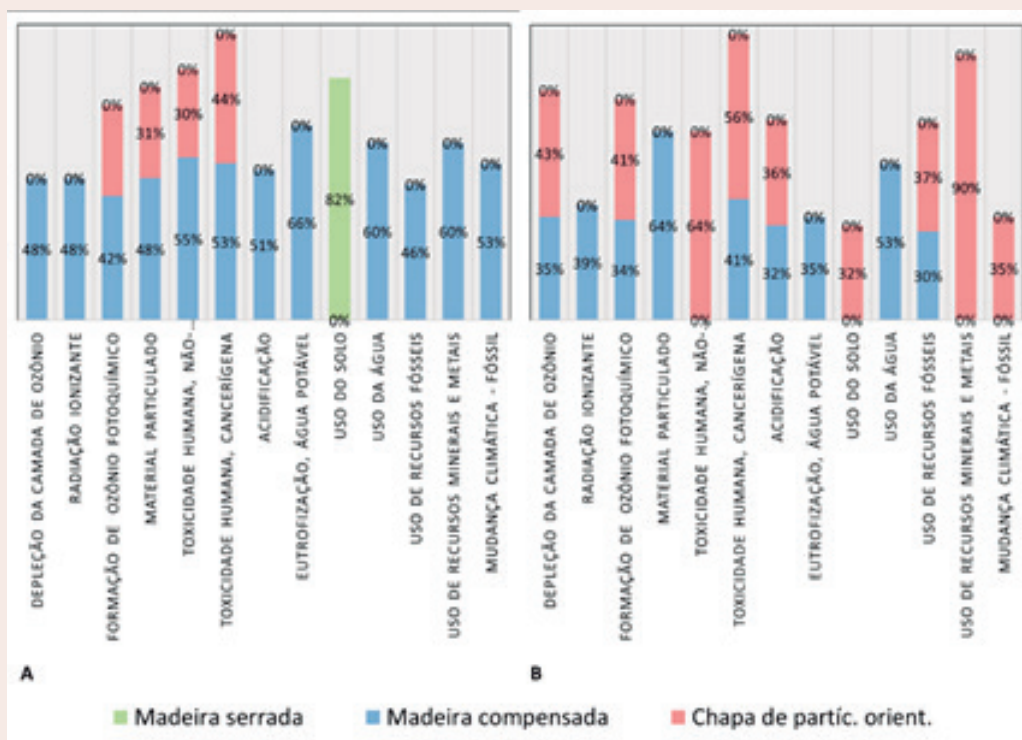


Figura 3. Viga de madeira engenheirada. (A) Canadá-Quebec {CA-QC}. (B) Resto do Mundo {RoW}

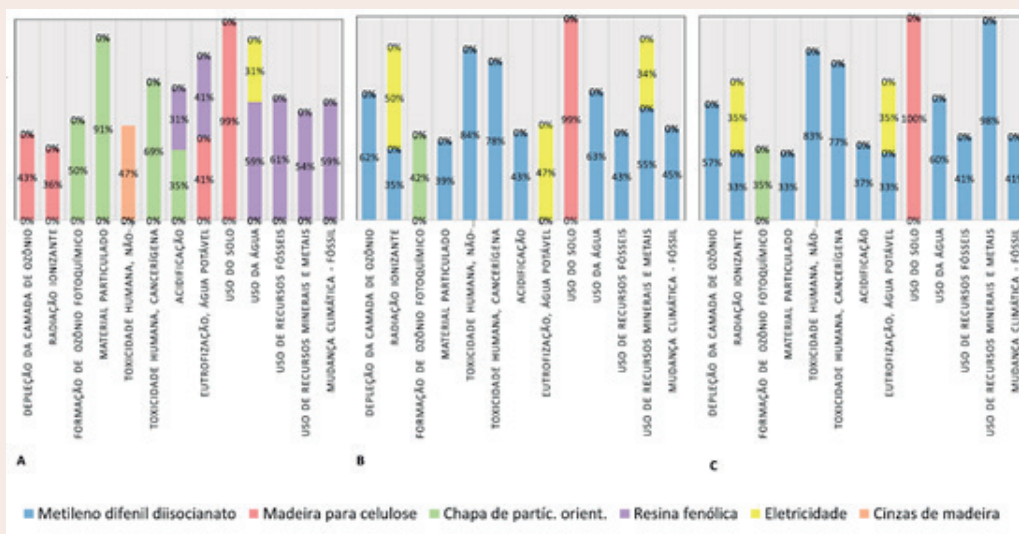


Figura 4. Chapa de partículas orientadas. (A) Canadá-Quebec {CA-QC}. (B) Europa {RER}. (C) Resto do Mundo {RoW}.

Categorias de impacto	Hotspots	Causa à montante
Depleção da camada de ozônio	(1) Madeira serrada, (2) Madeira compensada, (3) Chapa de OSB (4) Madeira para celulose, (5) Metileno difenil	(1) Processo de serragem da madeira, (2) Resina de ureia formaldeído (3) Produção do Metileno difenil, (4) transporte, (5) Produção de fogsênio e hidróxido de sódio
Radiação ionizante	(1) Eletricidade, (2) Madeira serrada, (3) Madeira compensada, (4) Madeira para celulose, (5) Metileno difenil	(1) Tratamento de resíduo nuclear. (2) Processo de serragem da madeira, (3) Eletricidade (RNA) e transporte da madeira serrada, (4) transporte, (5) Produção de fogsênio
Formação de ozônio fotoquímico	(1) Madeira serrada, (2) Geração de calor, (3) Madeira compensada, (4) Chapa OSB	(1) Serragem da madeira, (2) Queima de cavacos de madeira, (3) Calor a partir de cavacos de madeira, (4) Produção do Metileno difenil e polpa de madeira
Material particulado	(1) Geração de calor, (2) Madeira compensada, (3) Chapa OSB, (4) Metileno difenil	(1) Queima de cavacos de madeira, (2) Calor a partir de cavacos de madeira, (3) Produção do Metileno difenil, (4) Produção de nitrobenzeno
Toxicidade humana, não-cancerígena	(1) Geração de calor, (2) Madeira compensada, (3) Chapa de OSB, (4) Cinzas de madeira, (5) Metileno difenil	(1) Queima de cavacos de madeira, (2) Calor a partir de cavacos de madeira, (3) Produção do Metileno difenil, (4) Não identificado, (5) Produção de fogsênio
Toxicidade humana, cancerígena	(1) Resina de formaldeído, (2) Madeira compensada, (3) Chapa OSB, (4) Metileno difenil	(1) Não identificado, (2) Resina de ureia formaldeído, (3) Produção do Metileno difenil, (4) Produção de nitrobenzeno

Categorias de impacto	<i>Hotspots</i>	Causa à montante
Acidificação	(1) Madeira serrada, (2) Madeira compensada, (3) Chapa de OSB, (4) Resina fenólica, (5) Metileno difenil	(1) Processo de serragem da madeira, (2) Resina de ureia formaldeído e calor a partir de cavacos de madeira, (3) Produção do Metileno difenil, (4) Produção de fenol (cumeno - benzeno), (5) Produção de nitrobenzeno
Eutrofização, água doce	(1) Madeira serrada, (2) Eletricidade, (3) Madeira compensada, (4) Madeira para celulose, (5) Metileno difenil	(1) Processo de serragem da madeira, (2) Tratamento dos resíduos de mineração de lignito, (3) Corte da madeira serrada, (4) efluente gerado no processamento, (5) Produção de nitrobenzeno
Uso do solo	(1) Madeira serrada, (2) Chapa de OSB, (3) Madeira para celulose	(1) Processo de serragem da madeira, (2) Produção de madeira para celulose, (3) uso da terra para produção da madeira
Uso de água	(1) Resina de formaldeído, (2) Madeira compensada, (3) Resina fenólica, (4) Eletricidade, (5) Metileno difenil	(1) Produção de melamina (produção de ureia), (2) Resina de ureia formaldeído, (3) Produção de fenol (cumeno - benzeno), (4) Não identificado, (5) Produção de nitrobenzeno
Uso de recursos fósseis	(1) Madeira serrada, (2) Eletricidade, (3) Madeira compensada, (4) Chapa de OSB, (5) Resina fenólica, (6) Metileno difenil	(1) Processo de serragem da madeira, (2) Não identificado, (3) Resina de ureia formaldeído, (4) Produção do Metileno difenil, (5) Produção de fenol (cumeno - benzeno), (6) Produção do nitrobenzeno
Uso de recursos minerais e metais	(1) Madeira serrada, (2) Eletricidade, (3) Madeira compensada, (4) Chapa de OSB, (5) Resina fenólica, (6) Metileno difenil	(1) Processo de serragem, (2) Operação de mina de zinco, (3) Resina de ureia formaldeído, (4) Produção do Metileno difenil, (5) Produção de fenol - uso de zinco, (6) Produção de nitrobenzeno - produção de ácido sulfúrico - consumo de zinco.
Mudança climática - fóssil	(1) Madeira serrada, (2) Eletricidade (3) Madeira compensada, (4) Chapa de OSB, (5) Resina fenólica, (6) Metileno difenil	(1) Processo de serragem, (2) Geração de energia a partir de carvão, (3) Resina de ureia formaldeído e eletricidade (RNA), (4) Produção do Metileno difenil e eletricidade, (5) Produção de fenol (cumeno - benzeno), (6) Produção de nitrobenzeno

Tabela 2. Resumo das principais categorias de impacto e *hotspots*.

A partir dos produtos estudados foi possível constatar os seguintes *hotspots* e causas à montante e a relação com as categorias de impacto avaliadas:

A madeira serrada tem seus impactos principalmente relacionados ao processo de corte (serragem) da madeira, que depende dos equipamentos e fontes utilizados neste processo;

A madeira compensada tem seus impactos originados especialmente a partir da produção da resina de ureia formaldeído, que é um processo que apareceu na maioria das categorias de impacto. Isto se dá devido ao seu processo, que é energético-intensivo, e a composição química de alguns de componentes que possuem elevada toxicidade;

As chapas de OSB tem seus impactos majoritariamente oriundos da produção de metileno difenil, que, por sua vez, tem seus impactos originados a partir, sobretudo, da produção de nitrobenzeno e fosfênio;

A geração de calor tem seus impactos como consequência da queima de cavacos de madeira (fonte energética considerada nos inventários) que libera principalmente material particulado e monóxido de carbono. Esta atividade foi relevante para impactos associados à presença desses materiais, entre eles: “Formação de ozônio fotoquímico”, “Material particulado” e “Toxicidade humana – não cancerígena”.

A eletricidade varia de acordo com o país considerado. Em grande parte dos produtos avaliados foi utilizado o dado do Canadá, não aparecendo nos impactos quando esse país é utilizado, a não ser para a produção de chapa de partículas orientadas para a categoria de “Uso de Água”. No entanto, não foi possível identificar o motivo que leva a isso. Por outro lado, para o conjunto de países europeus {RER}, a Alemanha tem uma influência para as categorias de “Eutrofização”, devido ao tratamento dos resíduos de mineração, e no “Uso de recursos minerais e metais”, devido à mineração de zinco para o processo de dessulfurização. A França tem influência para a categoria de “Radiação Ionizante” como consequência do tratamento dos resíduos nucleares. Para o conjunto de países do resto do mundo {RoW}, a eletricidade teve uma influência considerável para o impacto de “Mudanças Climáticas” devido à participação da matriz chinesa que possui elevada parcela vinda de carvão mineral.

De forma geral, notou-se que as atividades mais impactantes no processo produtivo dos produtos de madeira engenheirada avaliados são os adesivos, que, de acordo com os dados do Ecoinvent, são majoritariamente produtos químicos orgânicos (como o formaldeído) e o processo de obtenção da madeira. Estes achados vão ao encontro da literatura científica (CALDAS *et al.*, 2021; GONZÁLEZ-GARCIA *et al.*, 2019). González-García *et al.* (2019) realizaram um estudo de ACV para chapas de particulados no Brasil e constataram que as atividades mais impactantes eram: óleo combustível e madeira virgem como fonte de energia e matéria-prima, respectivamente, bem como emissões de formaldeído.

Sendo assim, uma sugestão para a redução dos IA destes produtos seria o uso de adesivos à base de produtos biológicos e com menor grau de toxicidade. O calor utilizado tem seu impacto relacionado à fonte empregada. Embora seja interessante aproveitar resíduos de madeira gerados na própria indústria como fonte de calor, alguns impactos, essencialmente os relacionados à saúde humana, podem aumentar (*trade-off*). A eletricidade tem um impacto que também depende da fonte de geração. Desta forma, uma solução interessante pode ser a produção a partir de geração distribuída com fontes renováveis, como a solar fotovoltaica. Quando a viga de madeira serrada e planificada seca em forno é avaliada, percebe-se que para todas as categorias de impacto a atividade de secagem no forno é a mais sig-

nificativa. Com base nos achados desta pesquisa, é possível pensar em estratégias de mitigação dos IA fundamentadas na Gestão do Ciclo de Vida (GCV).

Na Figura 4 é apresentada uma comparação das emissões de GEE e energia incorporadas dos produtos avaliados (marcados em vermelho) em comparação com outros produtos de madeira, utilizando dados do Ecoinvent, adaptados ao contexto brasileiro.

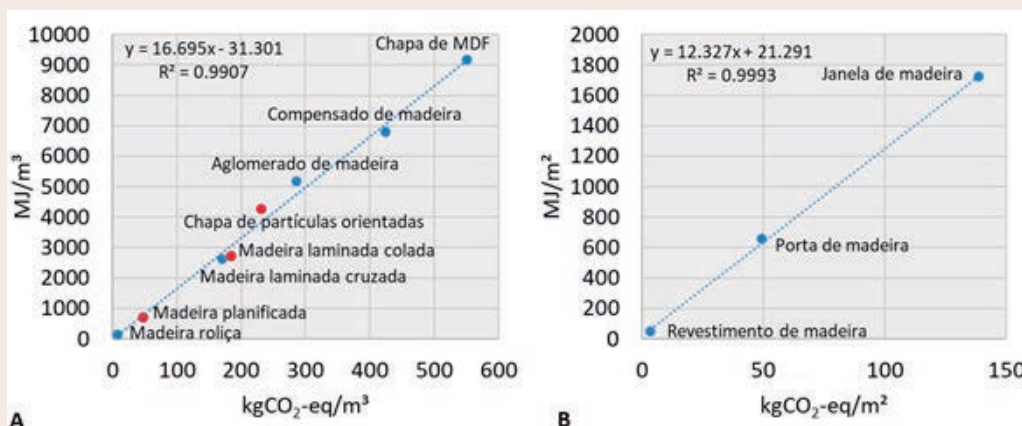


Figura 5. Comparação indicadores de emissões de GEE e energia incorporadas de produtos de madeira. (A) Unidade volumétrica (em m³). (B) Unidade área (m²).

Este tipo de comparação é importante para se começar a ter valores de referência (*benchmarks*), que poderão ser utilizados como dados de entrada iniciais para projetos ou ferramentas de avaliação do desempenho ambiental no país. Os indicadores de emissões de GEE e energia incorporadas foram escolhidos por serem aqueles que tem recebido maior atenção dos projetistas e verifica-se um alto nível de correlação entre os dois indicadores, indicando que grande parte das emissões de GEE são originados do consumo e queima de combustíveis fósseis. Verifica-se que produtos menos industrializados como a madeira roliça e planificada e revestimento de madeira possuem valores muito menores, com uma diferença de até duas ordens de grandeza dos mais industrializados como por exemplo, o compensado de madeira, chapa de MDF e a janela de madeira.

É importante ressaltar que para o caso das emissões de GEE não foi contabilizado o carbono biogênico (biológico) que é originado do processo de fotossíntese das árvores. A sua consideração como uma emissão negativa (considerando que ele é absorvido e estocado na madeira) mudaria completamente os resultados, podendo em alguns casos resultar em emissões negativas. A sua consideração nos estudos de ACV ainda é um tema de grande debate e discussão na literatura científica, pois tem uma relação direta do tempo que este carbono fica armazenado e tipo de fim de vida do material (HOXHA *et al.*, 2020).

4. CONCLUSÕES

Este estudo contribui por apresentar os potenciais impactos ambientais e oportunidades que produtos engenheirados de madeira podem ter durante sua produção, sendo informações valiosas para a busca de uma maior sustentabilidade ambiental e melhoria dos processos. O método utilizado nesta pesquisa para identificar os *hotspots* pode ser empregado para a avaliação de outros materiais do Ecoinvent (ou outro banco de dados). Ainda, este trabalho pode ser particularmente útil para aqueles que estão começando a estudar algum novo material ou grupo de materiais a partir da metodologia de ACV, especialmente se for levado em consideração que o Ecoinvent é o banco de dados mais empregado à nível científico para se estudar produtos da indústria da AEC. Os indicadores de emissão de GEE e energia incorporada dos produtos apresentados podem servir como dados de entrada iniciais para ferramentas de avaliação do desempenho ambiental da construção no Brasil.

É importante ressaltar que o presente trabalho é uma parte inicial de uma pesquisa maior, onde se pretende obter dados primários de alguns dos produtos aqui avaliados. Como estudos futuros, seria interessante, além da coleta dos dados primários, avaliar outros produtos de madeira engenheirada e indicadores, além das emissões de GEE e energia, o carbono biogênico e verificar se as atividades e *hotspots* identificados como críticos estão disponíveis em indústrias brasileiras.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT ISO 1404. (2009). Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Rio de Janeiro.
- Caldas, L.R.; Sierra-Pérez, J.; Filho, R.D.T.; Silvano, M.M. (2021). Evaluation of GHG Emissions From the Production of Cross-Laminated Timber (CLT): Analysis of Different Life Cycle Inventories, in: 4th International Conference on Bio-Based Building Materials. Barcelona, pp. 613-618.
- D'Amico, B.; Pomponi, F.; Hart, J. (2021). Global potential for material substitution in building construction: The case of cross laminated timber. *J. Clean. Prod.* 279, 123487.
- Dias, A.M.A.; Dias, A.M.P.G.; Silvestre, J.D.; Brito, J. de. (2020). Comparison of the environmental and structural performance of solid and glued laminated timber products based on EPDs. *Structures* 26, 128-138.
- Durão, V.; Silvestre, J.D.; Mateus, R.; de Brito, J. (2020). Assessment and communication of the environmental performance of construction products in Europe: Comparison between PEF and EN 15804 compliant EPD schemes. *Resour. Conserv. Recycl.* 156, 104703.
- Ferro, F. F.; Silva, D. A. L.; Icimoto, F.H.; Lahr, F. A. R.; Moreira, M. T. González-García, S. (2018). Environmental Life Cycle Assessment of industrial pine roundwood production in Brazilian forests. *Science of The Total Environment.* 640, 599-608.

González-García, S.; Ferro, F. F.; Silva, D. A. L.; Feijoo, G.; Lahr, F. A. R.; Moreira, M. T. (2019). Cross-country comparison on environmental impacts of particleboard production in Brazil and Spain. *Resources, Conservation and Recycling*. 150, 104434.

Hart, J.; D'Amico, B.; Pomponi, F. (2021). Whole-life embodied carbon in multistorey buildings: Steel, concrete and timber structures. *J. Ind. Ecol.* 25, 403-418. <https://doi.org/10.1111/jiec.13139>

Hoxha, E.; Passer, A.; Saade, M.R.M.; Trigaux, D.; Shuttleworth, A.; Pittau, F.; Allacker, K.; Habert, G. (2020). Biogenic carbon in buildings: a critical overview of LCA methods. *Build. Cities* 1, 504-524. <https://doi.org/10.5334/bc.46>

UNEP (2019). *Global Status Report for Buildings and Construction. Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector.*

ARTIGO

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV) DE SISTEMAS DE ALVENARIA DE BLOCOS DE SOLO-CIMENTO COM DIFERENTES DOSAGENS

CARVALHO, Beatriz Temtemples

(beatriz.carvalho@fau.ufrj.br)

FAU/UFRJ (PROARQ - FAU/UFRJ), Brasil

ALBERTO, Eduarda

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAU/UFRJ, Brasil

(eduarda.alberto@fau.ufrj.br)

SILVOSO, Marcos Martinez

(silvoso@fau.ufrj.br)

FAU/UFRJ (PROARQ - FAU/UFRJ), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Construção com terra, ACV, Bloco de terra comprimida, Solo-cimento

RESUMO

O setor da construção civil desempenha um papel relevante no desenvolvimento socioeconômico brasileiro por ser um dos setores que mais gera empregos em países em desenvolvimento. Apesar disso, o setor se apresenta como responsável por diversos problemas de ordem ambiental, tais como alto consumo de recursos naturais e um considerável percentual de geração de resíduos. Cabe então, a busca por sistemas construtivos alternativos que utilizem materiais naturais ou materiais com potencial de reciclagem. Os sistemas construtivos com terra se apresentam como uma boa alternativa nesse contexto, sendo necessário o estudo dos impactos gerados por essas práticas construtivas e seus materiais com o intuito de compreender seu desempenho ambiental. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar, a partir da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida, os potenciais impactos ambientais do bloco de terra comprimida incorporado a sistemas construtivos de alvenaria. O trabalho apresenta o resultado de blocos produzidos com quatro diferentes dosagens utilizando os seguintes materiais, (a) cimento Portland CII-F-32, (b) cal CH-III e (c) resíduo cerâmico em conjunto com o solo proveniente de um terreno em Duque de Caxias - Rio de Janeiro, pertencente a Ocupação Solano Trindade, escolhida como cenário para a pesquisa. Para avaliação do sistema construtivo, é abordada a utilização das argamassas à base de solo e areia com a utilização de dois aglomerantes distintos, cimento e cal. Sobre as categorias de danos, foram avaliadas: (a) Saúde Humana, (b) Mudanças Climáticas, (c) Depleção de Recursos e (d) Qualidade do Ecossistema. Com essa pesquisa, foi possível demonstrar quantitativamente o desempenho ambiental dos blocos de terra comprimida estabilizados com aglomerantes de ação química, constatar que a cal se apresenta como o material que possui um menor custo ambiental comparado ao cimento Portland, e avaliar os benefícios ambientais proporcionados pela reciclagem de resíduo cerâmico.

1. INTRODUÇÃO

As emissões de CO₂ relacionadas às atividades de construção e operação das edificações atingiram o mais alto nível já registrado nos últimos anos. De acordo com dados apresentados pela UNEP (2020), estima-se que, em 2019, as emissões tenham aumentado 0,5GtCO₂ em relação ao ano anterior, passando para 38GtCO₂. O aumento registrado aconteceu em decorrência das alterações nas fontes energéticas, nas quais o carvão, o petróleo e a biomassa tradicional foram substituídos, em grande parte, pela utilização de eletricidade. Ainda, cabe destacar a etapa de operação do parque edificado mundial foi responsável por 38% do total das emissões globais de CO₂ relacionadas à energia.

Além disso, este setor industrial se apresenta como responsável por uma série de outros problemas de ordem ambiental, como o alto consumo de extração de matérias primas, além de apresentar um considerável percentual de geração de resíduos. De acordo com o relatório da ABRELPE (2020), a geração de resíduo sólido urbano cresceu cerca de 17% entre 2010 e 2019, passando de 67 milhões para 79 milhões de tonelada por ano. De todo resíduo sólido urbano no território brasileiro, aproximadamente, 44,7 milhões de toneladas correspondem ao resíduo proveniente de demolição e construção. Torna-se então relevante a busca por práticas construtivas que abarquem soluções menos onerosas ao meio ambiente.

O Setor Cerâmico Brasileiro, de um modo geral, apresenta uma deficiência grande em dados estatísticos e indicadores de desempenho (ABCERAM, 2021). Segundo o relatório setorial de cerâmica vermelha de outubro de 2010 (BNB, 2010), em 2008 a produção total de tijolo cerâmico no Brasil foi estimada em 7.510 mil milheiros/mês, sendo 44,38% dessa produção é referente a região Sudeste. Em Gonçalves (2005) foi estimado uma geração anual de 19,5 milhões de toneladas de resíduo proveniente da indústria cerâmica vermelha.

A partir de uma análise bibliométrica na base de dados do SCOPUS, considerando a palavra-chave “*life cycle assesement*” no contexto brasileiro, observa-se um crescimento exponencial de documentos relacionados desde o ano de 2010 até 2021. De 1996, ano do primeiro estudo em ACV, até 2010, foram produzidos 147 documentos. Já em 2021, a quantidade de trabalhos registrados já superou a de todo período de 15 anos supracitado, sendo 179 documentos somente neste ano. Em cenário mundial, o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) apresentou destaque entre os agentes de fomento de pesquisas sobre o tema, estando em 10º lugar no contexto internacional.

Carvalho (2018) observa que a ACV tem sido aplicada, principalmente, em estudos com ênfase nas emissões de CO₂ (ACVCO₂) e consumo energético (ACVE). Apresenta diversas pesquisas relacionadas a ACV e a construção civil, como o trabalho de Caldas e outros (2016), exemplo de ACVCO₂, que avaliam as emissões de CO₂ no sistema de vedação vertical uma edificação escolar. Já como referência de ACVCE, cabe menção ao estudo conduzido por Caldas e outros (2016) que avalia o ciclo de vida energético de uma habitação com light steel framing, considerando diferentes tipos de isolantes térmicos.

Não obstante, ainda são poucas as pesquisas direcionadas ao estudo e aplicação da metodologia da ACV para a avaliação de materiais de construção como a terra. Assim como coloca Ben-Alon (2019), embora a construção em terra tenha sido extensivamente discutida como sendo melhor ambientalmente, poucos estudos examinaram rigorosamente seus impactos ambientais.

Já Mateus (2019), apresenta um estudo comparativo do impacto ambiental de duas diferentes técnicas construtivas com terra, a taipa de pilão e os blocos de terra comprimida, relacionadas aos blocos cerâmicos. O autor realiza as comparações levando em consideração dois indicadores ambientais, o potencial de aquecimento global e a energia total incorporada, e adota como unidade funcional 1 kg de material e 1m² de parede equivalente. O ciclo de vida das paredes de taipa e BTC foram modeladas usando o software SimaPro, enquanto que os dados dos blocos cerâmicos foram retirados do EcoInvent. Muito embora tenham sido consideradas, nesse estudo, apenas as fases do berço ao portão, foi possível confirmar que há, de fato, uma economia ambiental no uso dos materiais alternativos, principalmente porque a terra é um material disponível no local da obra e não necessita ser transportada para longas distâncias e também porque não necessita de muita energia em seu processo de fabricação.

Ben-Alon e outros (2019) apresentam um estudo de ACV que comparado a técnica construtiva do COB e materiais de construção convencionais. O trabalho avalia indicadores ambientais como energia incorporada e emissões de gases. Os resultados mostram que a utilização de COB requer apenas 18% de energia e reduz de 75% a 82% dos impactos da mudança climática global quando comparado a materiais convencionais. Além disso, a pesquisa relata que os impactos ainda podem ser reduzidos a partir da utilização de materiais do próprio local.

Além do alto custo ambiental, os altos valores econômicos da construção é um dos fatores que motivam a pesquisa por materiais alternativos, como no estudo de caso realizado por Carvalho (2019), que buscou viabilizar a produção dos blocos de terra comprimida dentro da Ocupação de Solano Trindade, a partir da utilização de materiais locais como o próprio solo do terreno, estabilizado também com materiais reciclados. A Ocupação Solano Trindade fica localizada no bairro de São Bento, em Duque de Caxias (RJ) e é vinculada ao Movimento Nacional de Luta pela Moradia, que tem um modelo organizacional autogestionário, no qual toda a comunidade é envolvida no processo de tomada de decisões e de produção do espaço. Dessa forma, a ocupação tornou-se o cenário ideal para a realização do presente estudo, já que há o interesse legítimo da população em produzir os blocos de terra comprimida com matérias locais, para a construção de suas casas em modelo de mutirão.

A partir do trabalho desenvolvido por Carvalho (2019) que atestou o desempenho mecânico dos blocos de terra comprimida produzidos com o solo da ocupação Solano Trindade, busca-se agora, compreender suas características ambientais. Assim, emprega-se a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida na qual é possível identificar processos e materiais mais custosos ambientalmente e buscar alternativas para mitigar esses possíveis danos. Cabe destacar que o número de artigos, que preveem a utilização da metodologia de ACV, desenvolvidos pela comunidade científica, vêm crescendo exponencialmente a partir da última década. Nesse

contexto, o objetivo deste estudo é avaliar, a partir da metodologia de ACV, os potenciais impactos ambientais para a produção do bloco de terra comprimida e sua incorporação na alvenaria.

2. METODOLOGIA

Este trabalho é realizado seguindo a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) em conformidade com as normas ISO 14040 e ISO 14044 sendo assim dividido em algumas etapas tais como: (a) definição de objetivo e escopo, (b) análise do inventário do ciclo de vida, (c) avaliação do impacto do ciclo de vida e (d) interpretação dos resultados. Será utilizado software Simapro v. 9.1. banco de dados do Ecoinvent e alguns dados específicos fornecidos pelos autores.

2.1 DEFINIÇÃO DO OBJETIVO E ESCOPO

O estudo tem como objetivo (a) a avaliação do impacto ambiental da produção dos BTCs com a utilização de diferentes dosagens e diferentes estabilizantes químicos e, em um segundo momento, (b) a avaliação do impacto ambiental das paredes de alvenaria estrutural construídas com BTC.

A Ocupação Solano Trindade, localizada em Duque de Caxias, é escolhida como cenário para o presente escopo. Essa escolha leva em consideração que existe um interesse legítimo, por parte da comunidade, em produzir suas casas a partir da utilização do solo local como matéria-prima. Conforme apresentado por Carvalho (2019) os moradores compreendem o potencial construtivo do solo e desejam, não somente utilizá-lo para a produção das casas, como também possuem a intenção de aprender o processo construtivo para que eles próprios possam participar da construção das unidades habitacionais. Essa definição pressupõe algumas fronteiras de sistemas específicas que serão apresentadas no item 2.1.3 desse artigo.

Nesse escopo são avaliados dois produtos (1) o bloco de terra comprimido cuja unidade funcional foi determinada como “uma unidade do bloco com 2MPa de resistência à compressão” e (2) a parede de alvenaria de blocos de terra comprimida sendo utilizada com unidade funcional a “1 m² de área da parede construída” sendo considerados apenas os impactos referentes aos blocos e a argamassa de assentamento. O detalhamento dos produtos analisados está apresentado na Tabela 1.

Modelos	Materiais	Traços (volume)
Bloco de terra comprimida com 25cm de comprimento, 12,5cm de largura e 6,25cm de altura, com dois furos de 5cm de diâmetro		
M-A-1	Bloco Solo: Cimento CII-F-32	10: 1
M-B-1	Bloco Solo: Cal Hidratada III	10: 1
M-C-1	Bloco Solo: Cal Hidratada III: Resíduo Cerâmico	9: 1: 1
M-D-1	Bloco Cimento CII-F-32: Resíduo Cerâmico	10: 0,5: 0,5
Alvenaria com 1m de largura, 1m de altura e 12,5cm de espessura, assentados em uma camada de 0,5cm de espessura de argamassa de solo: cimento (traço 6:1)		
M-A-2	Alvenaria de Bloco Solo: Cimento CII-F-32	10: 1
M-B-2	Alvenaria de Bloco Solo: Cal Hidratada III	10: 1
M-C-2	Alvenaria de Bloco Solo: Cal Hidratada III: Resíduo Cerâmico	9: 1: 1
M-D-2	Alvenaria de Bloco Cimento CII-F-32: Resíduo Cerâmico	10: 0,5: 0,5
Obs.: os volumes de solo receberam uma correção granulométrica de 30% de areia.		

Tabela 1. Dados dos Modelos Avaliados

2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS BTC

De acordo com Neves e Milani (2011), para a produção dos blocos é necessário seguir as etapas de (a) extração da matéria-prima, (b) trituração e peneiramento, (c) preparo da mistura, (d) moldagem e (e) cura. As etapas (b), (c) e (d) podem ser feitas manualmente ou a partir de processos mecanizados, e conforme é exposto por Matheus, Fernandes e Teixeira (2019) a escolha sobre a mecanização, ou não, dos processos vai depender das características de produção e os objetivos que desejam ser alcançados e definidos no escopo.

Os BTCs utilizados nessa pesquisa possuem 25cm de comprimento, 12,5cm de largura e 6,25cm de altura, e são os modelos com dois furos, com 5cm de diâmetro, que funcionam com encaixes, reduzindo a necessidade de utilização de argamassa de assentamento.

Sobre as dosagens, dentre as quatro misturas estudadas, três foram retiradas do trabalho de Carvalho (2019) sendo elas, as misturas M-A, M-B e M-C. Além dessas, ainda foi avaliada uma quarta mistura, nomeada de M-D. Todas as misturas receberam uma correção granulométrica com a adição de 30% de areia média ao solo. Os materiais utilizados no processo de estabilização química foram o cimento CP II F 32, a cal CH III e o resíduo cerâmico, conforme apresentado na Tabela 2.

O procedimento de moldagem do BTC é bastante simplificado e consiste em comprimir o solo em uma prensa, mecânica ou hidráulica, e em seguida realizar o desmolde imediato do componente construtivo. É relevante mencionar que, por conta no processo de estabilização mecânica previsto, a mistura demanda a adição de uma quantidade mínima de água, correspondente apenas ao necessário para reação de hidratação dos estabilizantes químicos adicionados a mistura. Conside-

rando que nesse estudo são avaliadas quatro misturas distintas, o volume de água adicionado, para cada uma, é distinto, principalmente por conta da quantidade e à natureza de cada estabilizante utilizado. A água é um material importante no processo de estabilização dos BTC, porém seu impacto ambiental não é significativo, como indicado por Caldas, Carvalho e Toledo (2020). Assim, neste trabalho, o impacto decorrente do uso da água não foi avaliado.

Sobre a resistência à compressão dos blocos, de acordo com o trabalho de Carvalho (2019), as misturas M-A e M-C foram as que apresentaram melhores resultados, superiores àqueles exigidos na NBR 8491 - Tijolo de solo-cimento - Requisitos (ABNT, 2012).

2.2.1 Caracterização das Alvenarias de BTC

Para a análise do desempenho ambiental das alvenarias de BTC, é necessário a definição e caracterização argamassa de assentamento. Como esse trabalho visa o estudo da avaliação ambiental, é sugerido que esse a argamassa convencional seja substituída por um material que apresente um menor impacto ambiental relacionado a sua cadeia produtiva. Além disso, para o assentamento dos BTC é importante garantir que a argamassa seja compatível mecanicamente com o material utilizado nos blocos, e por isso, optou-se por trabalhar com as argamassas de solo-cimento. De acordo com o trabalho desenvolvido por Ferreira e Júnior (2011), a argamassa de solo-cimento no traço, em volume, de 1:6 (cimento: solo), pode substituir a argamassa convencional para o processo de assentamento dos BTCs.

2.2.2 Consumo de Materiais

Na Tabela 2 estão apresentadas as quantidades de material utilizadas na produção de um bloco para cada mistura e para 1m² de alvenaria para cada mistura.

BLOCO	Traço	Solo (kg)	Areia (kg)	Cimento (kg)	Cal (kg)	Resíduo (kg)	Energia (KWh)	Transporte (TKm)
M-A Solo: Cimento	10:01	1,38	0,56	0,17	-	-	-	-
M-B Solo: Cal	10:01	1,38	0,56	-	0,08	-	-	-
M-C Solo: Cal: RC	09:01:01	1,24	0,50	-	0,08	0,16	0,02	0,00
M-D Solo: Cimento: RC	10 : 0,5 : 0,5	1,38	0,56	0,09	-	0,08	0,01	0,00
ALVENARIA	Traço	Solo (kg)	Areia (kg)	Cimento (kg)	Cal (kg)	Resíduo (kg)	Energia (KWh)	Transporte (TKm)
M-A Solo: Cimento	10:01	89,21	36,08	11,76	-	-	-	-
M-B Solo: Cal	10:01	89,21	36,08	1,52	4,68	-	-	-

...continuação

BLOCO	Traço	Solo (kg)	Areia (kg)	Cimento (kg)	Cal (kg)	Resíduo (kg)	Energia (KWh)	Transporte (TKm)
M-C Solo: Cal: RC	09:01:01	81,02	32,77	1,52	4,68	9,22	1,05	0,13
M-D Solo: Cimento: RC	10 : 0,5 : 0,5	89,21	36,08	6,64	-	4,61	0,53	0,06
ARGAMAS- SA	Traço	Solo (kg)	Areia (kg)	Cimento (kg)	Cal (kg)	Resíduo (kg)	Energia (KWh)	Transporte (TKm)
Solo: Cimento	6: 1	7,29	2,95	1,52	-	-	-	-

Obs.: Os valores apresentados para a alvenaria correspondem ao consumo de material para produção dos blocos somados ao material necessário para produzir as argamassas de assentamento para 1m² de parede.

Tabela 2. Consumo de material

2.2.3 Fronteiras do Sistema

O escopo que conduziu este estudo se enquadra como “do berço ao portão”, sendo consideradas as seguintes etapas, de acordo com a EN 15878 (CEN, 2011): (A1) extração de matéria-prima, (A2) transporte do material até a indústria, (A3) produção, (A4) transporte até o canteiro e (A5) incorporação na construção, conforme é apresentado na Figura 1.

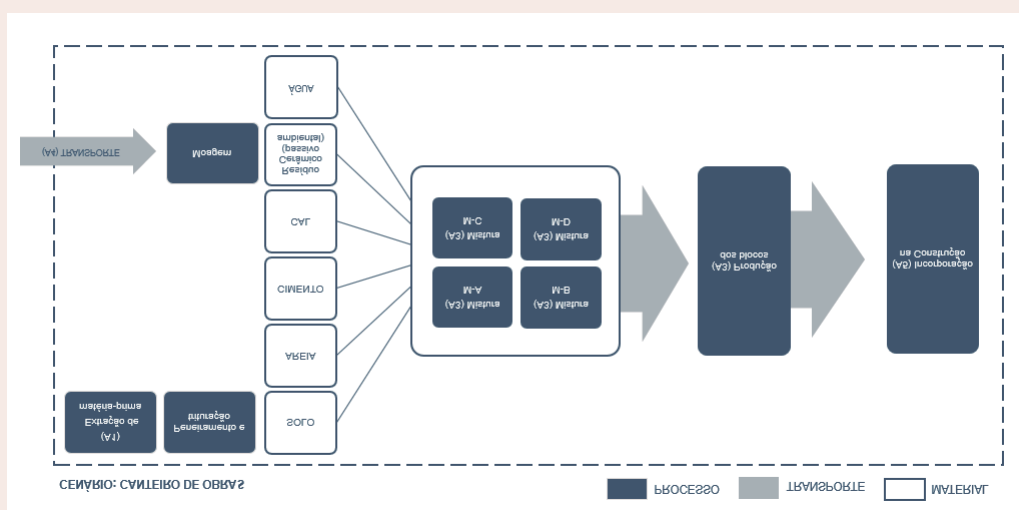


Figura 1. Fronteiras do sistema

É importante destacar que os blocos são produzidos artesanalmente, já que o escopo dessa pesquisa considera que sua produção é realizada dentro do canteiro de obras a partir de processos participativos de construção. Isso significa que a extração de matérias-primas e a produção dos blocos começam e terminam dentro no canteiro de obras, não existindo, para esse produto, nenhum impacto ambiental referente as etapas (A2) transporte do material até a indústria, e (A4) transporte até o canteiro.

Com relação ao resíduo cerâmico, salienta-se que o trabalho busca uma análise comparativa a partir da quantificação do impacto ambiental provocado pela incorporação de um passivo ambiental no processo de fabricação dos blocos em comparação a outros métodos de estabilização. Conforme é apontado por Mateus, Fernandes e Teixeira (2019) os blocos de terra comprimida são componentes construtivos que apresentam impactos ambientais potenciais significativamente mais baixos quando comparados aos tijolos cerâmicos convencionais. A partir dessa ideia, o presente estudo busca encontrar uma alternativa construtiva com ainda menor impacto, incorporando o passivo ambiental para diminuir o uso de estabilizantes químicos como o cimento e a cal. Na medida em que esse produto tem saldo ambiental, não cabe alocar, ao passivo, nenhum impacto referente a sua cadeia produtiva primária. Portanto, as únicas entradas consideradas para o resíduo cerâmico são referentes as etapas de (A₄) transporte do resíduo proveniente da fábrica de tijolo até o canteiro e o custo de eletricidade necessário para o seu beneficiamento já no canteiro de obras.

3. ANÁLISE DO INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA

A etapa de inventário do ciclo de vida corresponde à coleta de dados referentes aos processos de produção do BTC, da alvenaria de BTC e dos materiais utilizados para a produção desses dois produtos. O método de avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV) utilizado foi o IMPACT 2002+. Esse método prevê o agrupamento dos dados do inventário em quatro categorias de danos distintas sendo elas (a) Saúde Humana, (b) Qualidade do Ecossistema, (c) Mudanças Climáticas e (d) Consumo de Recursos. Esse método foi escolhido por se tratar de um método “combinado” que considera as vantagens das abordagens *midpoint* e *endpoint* simultaneamente. Além disso, trata-se de uma abordagem de análise simplificada uma vez que resume as categorias de impacto avaliadas e facilita a interpretação dos resultados. A modelagem dos produtos foi realizada no software Simapro v.9.1

Conforme detalhado na Tabela 2, os BTCs são constituídos principalmente de solo com correção do teor de areia, utilizando uma proporção de 70% de solo natural e 30% de areia lavada. Além desses dois materiais, os blocos recebem os estabilizantes químicos, como a cal e o cimento Portland, e água. Para a elaboração do modelo no software do Simapro foi escolhido para o representar o solo natural, dados correspondentes a argila extraída mecanicamente. Essa decisão foi tomada, pois foi considerado ser este o *dataset* disponível mais próximo ao cenário definido no escopo desta pesquisa. Para os outros materiais, como a cal hidráulica CH-III, o cimento CP-II-F-32 e a areia, foram usados dados “globais” do banco de dados Ecoinvent v3.6.

Para o resíduo cerâmico são considerados os custos ambientais do transporte e do beneficiamento do produto. Para a aquisição do resíduo cerâmico, buscou-se por fábricas de tijolos cerâmicos próximas ao canteiro de obras, e uma foi selecionada por se encontrar a 14Km do local da obra sendo ela a fábrica mais próxima. Com

relação aos custos ambientais referentes ao beneficiamento do material, para incorporação desse produto como adição mineral, é necessário realizar a moagem durante quatro horas até obter uma granulometria adequada, sendo que o moinho utilizado possibilita a moagem de 7kg de material de uma única vez, conforme apresentado por Carvalho (2019). Considerando esses dados, e a partir dos consumos de resíduo cerâmico apresentados na Tabela 2, foi levantado um dado primário de entrada de energia elétrica e de transporte a partir de uma média ponderada, correspondente apenas às quantidades de materiais necessários para a produção das unidades funcionais.

Na Tabela 3 são apresentados os dados do Ecoinvent 3.6 utilizados para a modelagem da ACV.

Insumos	Conjunto de Dados	Unidade
Cimento	Cement, Portland {BR} market for cement, Portland Cut-off, S	Kg
Cal hidratada	Lime, hydrated, packed {RoW} market for lime, hydrated, packed Cut-off, S	Kg
Areia	Sand {BR} market for sand Cut-off, S	Kg
Terra	Clay {RoW} clay pit operation Cut-off, S	Kg
Resíduo cerâmico	Electricity, low voltage {BR-South-eastern grid} market for electricity, low voltage Cut-off, S	Kwh
	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 {RoW} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 Cut-off, S	TKm

Tabela 3. Dados utilizados na modelagem da ACV

Para a etapa (A3) produção dos blocos, considerando que essa etapa é realizada manualmente, não há dados de entradas referente aos custos de energia, assim como para a etapa (A5) incorporação na construção, uma vez que a produção de argamassa de assentamento e a execução das paredes são construídas pela força de trabalho humano.

Apesar de existirem questões relacionadas a saúde humana diretamente vinculadas às etapas de trabalho humano no canteiro, além das entradas energéticas de consumo de alimentos, essas não foram consideradas no estudo. Cabe destacar que, para essa análise seria mais adequado realizar uma pesquisa relacionada a ACV Social, que não é o escopo do presente trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS ETAPAS DE EXTRAÇÃO E PRODUÇÃO DOS BLOCOS DE SOLO-CIMENTO

Nas Figura 2 estão apresentados os potenciais danos ambientais provocados pela produção de 1 (uma) unidade funcional de blocos de terra comprimida, levando em consideração as etapas de (A1) extração de materiais-prima até a (A5) produção dos blocos no canteiro de obras. Os valores expressos no gráfico correspondem a soma dos custos ambientais de todos os materiais presentes nas misturas para cada categoria avaliada.

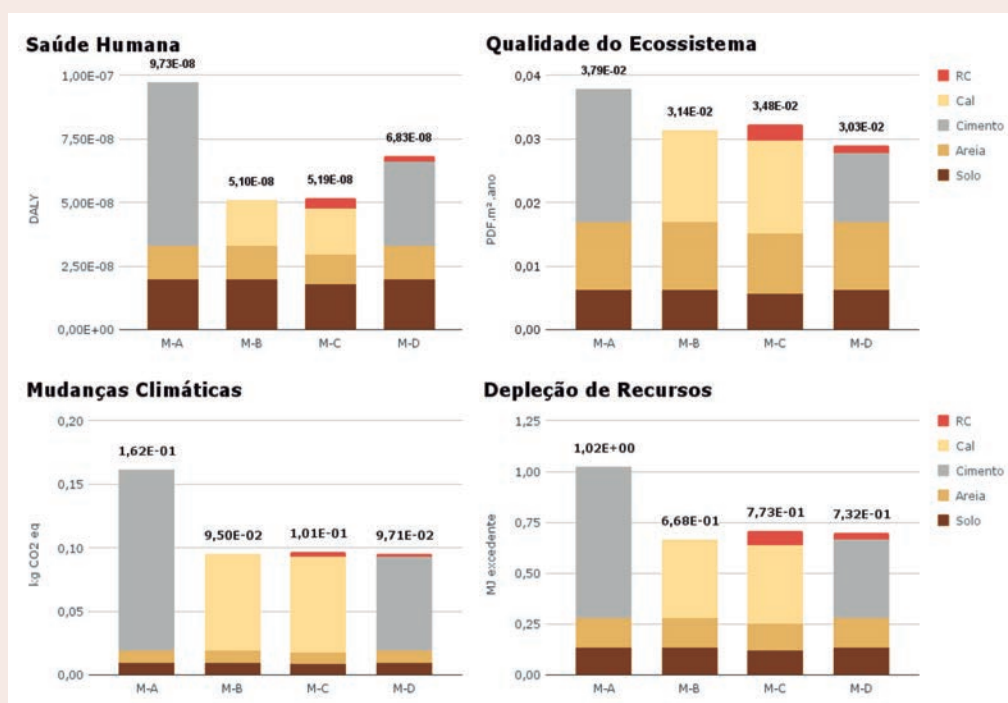


Figura 2. Gráficos síntese com os potenciais custos ambientais das misturas

Os resultados evidenciam a intensidade do dano ambiental provocado pelo cimento em comparação aos outros materiais utilizados na produção dos blocos. A mistura M-A (solo: cimento) é aquela que apresenta o maior custo ambiental em todas as categorias de danos, corroborando com o que foi apresentado por Caldas e Toledo (2021) em estudo semelhante. As misturas que recebem o cimento como o estabilizante químico são aquelas que apresentam maior custo ambiental, devido, principalmente, a dois fatores, a saber: a produção do clínquer em que acontece uma reação química de decomposição que libera um volume considerável de CO₂ e também a queima de grande volume de combustíveis que são necessários à produção do cimento. Além disso, há também os custos ambientais de transporte referente aos traslado da matéria-prima até a indústria cimenteira e do produto até os pontos de venda.

As misturas M-B, M-C e M-D apresentaram um perfil ambiental bem diferente da mistura M-A, e com comportamento semelhante entre si, mesmo tratando-se de misturas que incorporam diferentes estabilizantes em diferentes dosagens.

Ao comparar a mistura M-A e M-B nota-se como que a substituição do cimento pela cal no sistema apresenta reduções significativas no impacto ambiental, principalmente com relação à categoria de Mudanças Climáticas e Saúde Humana. A produção da cal demanda custos energéticos de calcinação inferiores aos demandados pela produção do cimento Portland, por isso que, a mesma quantidade de cal e cimento na mistura, apresentam custos ambientais tão distintos. Cabe ressaltar que os blocos produzidos com a mistura M-B (solo: cal), de acordo com o trabalho de Carvalho (2019), apresentaram desempenho mecânico inferior comparado a mistura M-A. Ainda que seja necessário incorporar um pouco mais de cal na mistura M-B para melhorar a resistência mecânica dos blocos, ela apresentaria custos ambientais superiores em relação a mistura M-A.

Considerando as altas emissões provocadas pela fabricação do Cimento Portland, busca-se no artigo avaliar alternativas de menor impacto para substituição parcial desse estabilizante químico, sendo, assim, importante destacar os impactos relacionados ao Potencial de Aquecimento Global (*Global Warming Potential* - GWP). A análise dessa categoria de impacto possibilita a comparação quantitativa dos impactos referentes a diferentes gases nocivos. Analisando os dados foi possível verificar que a mistura M-A se apresenta como a mais impactante gerando um custo ambiental de 34% a 30% mais alto em relação às misturas M-B (solo:cal), M-C (solo:cal:RC) e M-D (solo:cimento:RC). Quando são comparadas apenas as misturas que incorporaram cimento, M-A e M-D, verifica-se que, mesmo se apresentando em quantidades pequenas, o impacto desse material é muito expressivo, pois ao reduzir o consumo do cimento em 50% correspondeu a uma redução de 30% no impacto do bloco com relação a categoria GWP.

Cabe ressaltar que os blocos produzidos com a mistura M-B (solo: cal), de acordo com o trabalho de Carvalho (2019), apresentaram desempenho mecânico inferior comparado a mistura M-A. Ainda que seja necessário incorporar um pouco mais de cal na mistura M-B para melhorar a resistência mecânica dos blocos, ela apresentaria custos ambientais superiores em relação a mistura M-A. Apesar de o objetivo primário desse trabalho ser, apenas, o levantamento de dados relacionados ao desempenho ambiental dos elementos e dos sistemas construtivos em BTC, compreende-se a importância da realização de uma avaliação ecomecânica desses blocos, tendo em vista os resultados apontados por Carvalho (2019). A partir dessa investigação, será possível realizar um estudo mais aprofundado relacionando o desempenho ambiental e o desempenho mecânico dos BTC. Essa investigação permite quantificar de forma mais objetiva se, a adição de estabilizante químico, apresenta uma influência positiva ou negativa ao produto do ponto de vista ambiental. Essa análise configura um dos próximos passos da presente pesquisa.

Apesar do transporte ser um dos processos mais onerosos ao meio ambiente, fica evidente que o impacto ambiental provocado pelo transporte do resíduo cerâmico é pequeno quando comparado ao impacto da produção dos demais materiais. Observa-se que na mistura M-D a incorporação do resíduo cerâmico representa,

em média, uma redução de 31% dos impactos ambientais nas quatro categorias de danos, quando comparada a mistura M-A, sendo a redução mais expressiva na categoria de mudanças climáticas, onde atinge 41%. Além disso, o processo de beneficiamento do resíduo cerâmico apresentou impactos mínimos, que podem ser desprezados da análise. Sendo assim, dentro desse cenário, é possível afirmar que a reciclagem do resíduo cerâmico gera custos ambientais menores.

Sobre o impacto do solo, é relevante destacar que, de todos os materiais, ele é aquele que apresenta um o menor custo ambiental, mesmo sendo o material que se apresenta em maior volume dentro das misturas, de 81% a 90% em relação aos outros materiais. Além disso, a areia, que aparece em um volume de apenas 30% do volume do solo, apresenta um custo ambiental equivalente ao custo do solo, pois, como é concluído por Caldas (2020), as etapas de produção da areia geram um maior consumo de combustível.

Emissão de poluentes e gases aumentam o potencial de mudanças climáticas e provocam prejuízos à saúde humana, causando problemas respiratórios, estresse térmico, desastres naturais, contribuindo para a diminuição da expectativa e qualidade de vida. Cabe destacar ainda que, quando é mencionada a categoria de dano Saúde Humana, o cimento, também, se apresenta como o material mais oneroso, principalmente, em função, das emissões de gases nocivos à saúde humana e de CO₂ já discutidas anteriormente. O grande volume de CO₂ apresenta forte influência em impactos de ecotoxicidade aquática e terrestre, eutrofização e efeitos respiratórios que podem provocar escassez de água para processos produtivos de alimentos e provocar, então, doenças como a desnutrição ou, doenças infecciosas, no caso de águas contaminadas. Face ao exposto, sendo considerado a categoria de dano em questão, a mistura M-A, em primeiro lugar, seguida da M-D, são aquelas que apresentam, o maior impacto ambiental já que incorporam cimento.

4.2 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA PRODUÇÃO DAS ALVENARIAS

Na Figura 3 são apresentados os potenciais impactos ambientais provocados pela produção de 1m² de alvenaria (unidade funcional), sendo feita a diferenciação dos impactos provocados pelos blocos e pelas argamassas de assentamento. Os valores expressos no gráfico correspondem a soma dos custos ambientais das argamassas e dos blocos.

Para a avaliação das alvenarias é importante destacar o custo ambiental de produção das argamassas em relação aos blocos. Para cada categoria de danos, as argamassas correspondem a um percentual de impacto distinto, variando de 10% até 20%. Em 1m² de parede, o volume de argamassa de assentamento necessário para produção da alvenaria corresponde a 10% do volume de material necessário para produção dos blocos e, em algumas categorias de danos, o custo ambiental da argamassa pode corresponder a 20% do impacto da alvenaria, como no caso da mistura M-B em Saúde Humana.

Com essas informações é possível verificar que, as argamassas de assentamento nesse cenário, são responsáveis por uma parte considerável dos impactos ambientais da unidade funcional. O fato de outras misturas apresentarem um impacto relativo inferior ao da mistura M-B não significa que apresentam um bom desempenho ambiental. A interpretação que se faz é que os impactos dos blocos são mais altos para essas misturas, como é o caso da mistura M-A em todas as categorias de danos. Portanto, é importante que sejam estudados outros métodos de assentamento dos blocos, partir da utilização de outro traço para as argamassas ou até mesmo utilizando outros materiais como a cola de PVA, por exemplo.

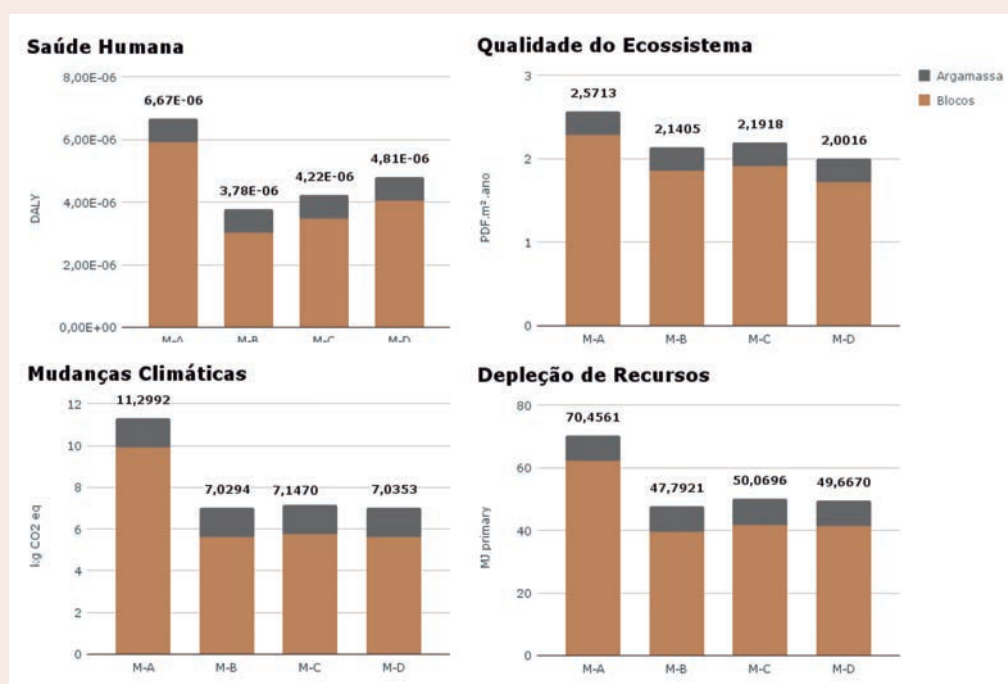


Figura 3. Alvenaria - Comparação dos potenciais impactos ambientais provocados pelos blocos e argamassas

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que o cimento, apesar de ser um dos materiais mais utilizados pela indústria da construção, é, também, um dos mais onerosos do ponto de vista ambiental. Sob este olhar, a cal se mostrou o estabilizante mais apropriado, já que é capaz de reduzir significativamente o impacto sobre a produção dos blocos e alvenarias. Nos modelos que contêm resíduo cerâmico (M-C e M-D), embora apresentem razoável diferença entre si, ambos expressam vantagens ambientais, mesmo na mistura que contém cimento.

Além disto, cabe apontar que embora a obtenção de materiais do próprio terreno ou de fornecedores próximos ao canteiro tenha sido um imperativo da comunida-

de na Ocupação Solano Trindade, sobretudo por reduzir custos econômicos, esta estratégia contribui na redução de custos ambientais.

No cenário brasileiro, apesar do grau de incerteza relativo à escassez de um banco de dados nacional para uma série de materiais e processos, a Avaliação de Ciclo de Vida é uma ferramenta eficiente para o estudo dos potenciais danos. Através da metodologia realizada neste trabalho foi possível conduzir análise de desempenho ambiental pautada em parâmetros quantitativos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCERAM, A. B. (2021). *Associação Brasileira de Cerâmica*. Fonte: <Disponível em: www.abceram.org.br>.
- ABNT. (2012). *NBR 8491 - Tijolo de solo-cimento - Requisitos*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABRELPE, A. B. (2020). *Panorama de resíduos sólidos no Brasil*.
- BEN-ALON, L., LOFTNESS, V., HARRIES, K., DIPIETRO, G., & COCHRAN, E. (14 de 05 de 2019). Cradle to site Life Cycle Assessment (LCA) of natural vs conventional building materials: A case study on cob earthen material. *Building and Environment*, pp. 1-22.
- BNB, B. N. (2010). *Informe Setorial Cerâmica Vermelha*. Ceará: Banco Nacional do Nordeste do Brasil - BNB.
- CALDAS, L. R. (2016). Avaliação Do Ciclo De Vida Energético (Acve) E Do Desempenho Térmico de Uma Habitação de Light Steel Framing com o Uso de Diferentes Tipos de Isolantes Térmicos. *REEC - Revista Eletrônica De Engenharia Civil*, 11. doi:<https://doi.org/10.5216/reec.V11i2.37863>
- CALDAS, L. R., & PAIVA, R. d. (2020). Argamassas de Terra Versus Convencionais: Avaliação do Desempenho Ambiental Considerando o Ciclo de Vida. Florianópolis.
- CALDAS, L., & FILHO, R. (2021). Avaliação ambiental do sistema construtivo de alvenaria de blocos de solo-cimento considerando diferentes especificações de projeto. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, 16(2). doi:<https://doi.org/10.11606/gtp.v16i2.161978>
- CALDAS, L., CARVALHO, M., & TOLEDO, R. (jul./set. de 2020). Avaliação de estratégias para a mitigação dos impactos ambientais de revestimentos argamassados no Brasil. *Ambiente Construído*, 20(3), 343-362.
- CALDAS, L., SPOSTO, R., PAULSE, P., & HORA, K. (2016). Desempenho térmico do sistema de vedação vertical nas emissões de CO₂: estudo de caso para uma edificação escolar localizada em Goiânia - GO. *ENCAC - XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*.
- CARVALHO, B. T. (2019). *Arquitetura com Terra na Construção Sustentável: Blocos de Terra Comprimido para Produção de Habitação*. Dissertação (Mestrado

em Arquitetura). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura - FAU/UFRJ, Rio de Janeiro.

CARVALHO, T. N. (2018). Diretrizes da avaliação do ciclo de vida aplicadas à tomada de decisões em projeto. *Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)*. Rio de Janeiro: UFRJ - Proarq.

FERREIRA, G., & JÚNIOR, A. (março/abril de 2011). COLA À BASE DE PVA E ARGAMASSA DE SOLO-CIMENTO COMO ALTERNATIVAS. *Construções Rurais e Ambiente*, 31(2), 237-248.

GONÇALVES, J. P. (2005). *Desenvolvimento e Caracterização de Concretos de Baixo Impacto Ambiental Contendo Argila Calcinada e Areia Artificial*. Tese (Doutorado) - COPPE/UFRJ.

MATEUS, R., FERNANDES, J., & TEIXEIRA, E. (2019). Environmental Life Cycle Analysis of Earthen Building Materials. *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials*.

NEVES, C., & MILANI, A. (2011). Bloco de Terra Comprimida - BTC. Em C. NEVES, & O. B. FARIAS, *Técnicas de Construção com Terra* (p. 79). Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA.

UNEP. (2020). *Building sector emissions hit record high, but low-carbon pandemic recovery can help transform sector – UN report*. Acesso em 17 de 07 de 2021, disponível em United Nations Environmental Programme: <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/building-sector-emissions-hit-record-high-low-carbon-pandemic>

ARTIGO

USO DE MATERIAIS MENOS IMPACTANTES AMBIENTALMENTE NOS SELOS DE EDIFICAÇÕES

COSTA, Bruno Luis de Carvalho da

(brunoluiscosta@gmail.com)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAUFRJ), Brasil

CARVALHO, Fernanda Magalhães de Souza

(fernanda.carvalho@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAUFRJ), Brasil

ALVES, Natana Janiele Nobre

(natana.alves@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAUFRJ), Brasil



PALAVRAS-CHAVE

Selos de edificações, Construções sustentáveis, Materiais com menor impacto ambiental, Especificação de materiais, Construção civil.

RESUMO

A indústria da Construção Civil é caracterizada pela baixa industrialização, alto impacto ambiental oriundo da produção de edificações e de materiais de construção, e carência de informações e critérios para especificação de produtos ambientalmente menos impactantes. Nesse cenário, os selos de edificações sustentáveis têm sido importantes impulsionadores do projeto e construção de empreendimentos com reduzidos impactos ambientais e alto conforto aos usuários. O objetivo desse artigo, portanto, é analisar como os principais selos de edificações sustentáveis que atuam no Brasil tratam a temática de impacto ambiental dos materiais especificados, relativamente às etapas de extração, fabricação, transporte e instalação. A metodologia consistiu em identificar todos os selos que possuem edificações certificadas no Brasil, tendo sido obtido cinco, nomeadamente: BREEAM, LEED, AQUA-HQE, Casa Azul+Caixa e EDGE. Em seguida foi realizada uma análise dos documentos referenciais produzidos pelos órgãos responsáveis, sendo estruturada em três partes: na primeira é apresentado um breve histórico e contextualização dos selos; na segunda, dados relativos às categorias de análise e critérios gerais; e na última são destacados os critérios que possuem relação com a especificação de materiais de construção com menor impacto ambiental. Foram realizadas avaliações quantitativas e qualitativas, comparando os critérios existentes em cada um dos selos selecionados. Pode-se observar que o BREEAM é o mais abrangente, possuindo uma maior profundidade e exigência nos critérios relativos aos impactos ambientais dos produtos. LEED e AQUA-HQE demandam uma alta qualificação dos fabricantes de materiais e de seus processos produtivos, mas não o suficiente para inviabilizar sua utilização no Brasil, evidenciada pela grande quantidade de projetos certificados e facilitada pela mediana representatividade dessa temática dentro da pontuação desses dois selos. Já com os selos Casa Azul +Caixa e EDGE o projetista não necessita de qualquer conhecimento específico sobre categorias de impacto ambiental para a escolha de produtos.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da Construção Civil é uma das principais atividades industriais e geradoras de emprego no Brasil. O setor da construção é, na sua maior parte, caracterizado pelo uso de métodos ou processos convencionais pouco industrializados, com sistema independente de estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação de tijolos e blocos cerâmicos ou de concreto, e com o uso abundante de mão de obra com baixa qualificação (ABDI, 2015, p. 25).

Diversos trabalhos¹ caracterizam o setor como altamente impactante em termos ambientais e de energia embutida, sobretudo na fase pré-operacional do ciclo de vida de edificações (extração de matérias-primas, produção, transporte e instalação de materiais de construção). A produção de materiais tem um impacto imediato e realista no meio ambiente, enquanto o provocado pelo uso e descarte da edificação é pouco previsível e suscetível à mitigação pelo desenvolvimento de novas tecnologias ao longo do tempo, reduzindo a previsão inicial e aumentando a relevância da fase de construção do empreendimento. No entanto, percebe-se uma dificuldade por parte de projetistas (arquitetos, engenheiros civis, técnicos) de especificar sistemas que tenham o seu impacto ambiental conhecido, devido a carência de disponibilização de informações e técnicas ambientalmente menos impactantes.

Nesse sentido, uma das ferramentas possíveis de serem utilizadas para a promoção de edificações menos impactantes ambientalmente e com maior qualidade são as certificações ambientais de construções, tais como BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), AQUA-HQE (Alta Qualidade Ambiental), Selo Azul + CAIXA e EDGE (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*). Apesar de existirem desde os anos 1990, há um crescente emprego desses sistemas no desenvolvimento de empreendimentos mais sustentáveis.

Dessa forma, o objetivo desse artigo é verificar como os principais selos de edificações sustentáveis que atuam no Brasil tratam a temática de especificação de materiais, particularmente em relação ao impacto ambiental de material ou sistema empregado. O foco, portanto, não está no resultado ambiental proporcionado pela utilização de determinado material durante o seu uso (como por exemplo, menor consumo de água pela utilização de torneiras de baixo fluxo), mas sim no seu impacto ambiental na etapa pré-operacional do seu ciclo de vida (compreendendo a retirada da natureza das matérias-primas que entram no sistema produtivo, produção, transporte e instalação na obra).

1 LIRA, J. S. de M. M.; CALDAS, L. R.; SILVEIRA, A. L. R. C. Da; SPOSTO, R. M. Avaliação do ciclo de vida de emissões de CO₂ e desempenho térmico de habitações: estudo de caso do sistema construtivo casa Express na cidade de Teresina, 2016. TAVARES, S. F. (UFSC). Metodologia De Análise Do Ciclo De Vida Energético De Edificações Residenciais Brasileiras. 2006. TEODORO, M. I. T. de M. Energia embutida na construção de edificações no Brasil: Contribuições para o desenvolvimento de políticas públicas a partir de um estudo de caso em Mato Grosso do Sul. 2017. Universidade de São Paulo, 2017.

1.1 METODOLOGIA

Primeiramente foi realizada a seleção dos selos de edificações. Tomando como base a listagem fornecida pelo *World Green Building Council*², cada selo foi analisado, preliminarmente, com o intuito de identificar aqueles que tenham certificado empreendimentos no Brasil. Foram selecionados os selos BREEAM, LEED, AQUA, Casa Azul+ Caixa e EDGE.

Em seguida, foi conduzida a revisão da bibliografia, com a leitura e análise dos regulamentos oficiais de cada um dos sistemas de edificações selecionados. A análise de cada certificação foi estruturada em três partes. A primeira consiste na apresentação dos objetivos da certificação, incluindo data de lançamento, quantidade de projetos certificados e tipologias arquitetônicas aplicáveis. A segunda parte apresenta a fase em que deve ser solicitada a certificação, as categorias e critérios de análise e as categorias de certificação concedidas. Na terceira e última parte são analisados os critérios das certificações que possuem relações com o impacto ambiental de materiais especificados, tendo em conta apenas as fases pré-operacionais do ciclo de vida do empreendimento (extração, processamento, transporte e construção) e as categorias de impacto³ usualmente consideradas. Como a maioria dos selos possuem critérios diferenciados de acordo com os tipos arquitetônicos, sempre que necessário optou-se pela análise dos regulamentos que regem a certificação de edificações habitacionais multifamiliares (programa mais presente nas cidades brasileiras).

Foi empregada uma abordagem quantitativa para avaliar quais selos atribuem uma maior relevância à etapa de especificações de materiais, independentemente do impacto no meio ambiente e da dificuldade de atender a cada critério, na realidade construtiva brasileira. A comparação foi possível já que não foram utilizados valores absolutos, mas sim relativizados pelo total de cada selo. Ou seja, em função de cada uma das categorias (quantidade de critérios e pontuação relacionados com o impacto ambiental dos materiais especificados) calculou-se um valor percentual utilizado para ranqueamento dos selos. Em seguida, foram apresentadas avaliações qualitativas comparativas dos critérios selecionados, que se basearam na experiência do autor no desenvolvimento de projetos de edificações residenciais multifamiliares, dada a carência de pesquisas sobre essa temática.

2 Disponível em: <<https://www.worldgbc.org/rating-tools>>. Acesso em 04 ago. 2021.

3 Tais como: acidificação, mudanças climáticas e no uso da terra, toxicidade, emissões de gases de efeito estufa e de poluentes, eutrofização, toxicidade humana, uso de água, etc..

2. O IMPACTO AMBIENTAL DE MATERIAIS NAS CERTIFICAÇÕES DE EDIFICAÇÕES

2.1 BREEAM

O BREEAM foi o primeiro sistema de avaliação da sustentabilidade de edificações, tendo sido criado pelo *Building Research Establishment* na Inglaterra, em 1990 e adaptado para realidades fora da Europa em 2013, com o *BREEAM International New Construction* (BRE GLOBAL, 2011). Juntamente com o LEED e o HQE, é um dos sistemas mais utilizados no mundo, estando presente em 89 países com mais de 590 mil certificações concedidas no mundo, sendo três delas no Brasil (das quais duas são residenciais) (BREEAM, 2021). Tem como objetivo: mitigar os impactos do ciclo de vida dos edifícios no meio ambiente, garantindo que as melhores práticas ambientais sejam incorporadas no planejamento, projeto, construção e operação de edifícios e do ambiente construído mais amplo; estimular a demanda e criar valor para edificações, produtos da construção e cadeias de abastecimento sustentáveis (BRE GLOBAL, 2016, p. 3).

Para que novas edificações (residenciais, multifamiliares, comerciais, educacionais, industriais, hospitalares, esportivas, culturais, etc.) localizadas no Brasil obtenham a certificação, elas devem atender os requisitos do manual técnico “*BREEAM International New Construction 2016*” (BRE GLOBAL, 2016, p. 2). Elas são avaliadas na etapa de projeto, durante e após a conclusão dos trabalhos de construção, sendo concedidas uma das seis classificações: Excepcional, Excelente, Muito bom, Bom, Suficiente e Não classificado (BRE GLOBAL, 2016, p. 9 e 18). O enquadramento em cada classificação é feito a partir da soma das percentagens obtidas em cada uma das dez categorias de análise. Essas percentagens são obtidas pela multiplicação do peso da categoria pela percentagem de créditos nela obtidos. Por fim, é verificado se foram atendidas as condições (pré-requisitos) da classificação atribuída à determinada edificação. Há um total de 99 critérios nas dez categorias de análise, dos quais cinco têm caráter obrigatório, sendo possível obter até 145 pontos.

Há relação em cinco diferentes categorias, onde 15 critérios permitem alcançar até 21 pontos. O foco é na especificação de materiais que são adquiridos de forma responsável e têm um baixo impacto incorporado ao longo de sua vida, nas etapas de extração, processamento, fabricação e reciclagem (BRE GLOBAL, 2016, p. 259). Os critérios relativos ao reconhecimento e incentivo do uso de ferramentas robustas e adequadas de avaliação do ciclo de vida e a consequente especificação de materiais de construção com baixo impacto ambiental (incluindo carbono incorporado) ao longo de todo o ciclo de vida da edificação permitem obter até seis pontos. São concedidos até cinco pontos caso seja reconhecida e encorajada a especificação e aquisição de produtos de construção de origem responsável de acordo com o plano sustentável de aquisição. É possível obter um ponto caso sejam reconhecidas e encorajadas medidas para otimizar a eficiência dos materiais de forma a minimizar o impacto ambiental da utilização e dos resíduos de materiais, sem comprometer a estabilidade estrutural, durabilidade ou vida útil do edifício.

É obrigatório atender ao critério que especifica que todos os produtos de madeira e à base de madeira usados durante o processo de construção do projeto sejam de “madeira legalmente obtida e comercializada”. Caso o construtor principal possua um sistema de gestão ambiental que inclua suas operações principais e seja certificado por terceiros de acordo com a ISO14001, EMAS ou equivalente, é atribuído um ponto. Para que possam ser computados dois pontos, deve ser realizado o monitoramento e documentação do consumo de água e das emissões de CO₂ do processo de transporte de materiais e de construção. Na categoria Saúde e Bem-estar, cinco pontos podem ser obtidos caso os materiais especificados atendam aos requisitos e limites de emissão especificados relativamente formaldeído, compostos orgânicos voláteis e semivoláteis totais e de produtos cancerígenos. Por fim, empregando-se agregado secundário ou reciclado em pelo menos 25% dos usos de agregado é possível obter mais um ponto.

2.2 LEED

O LEED, criado em 1998 pelo USGBC (*United States Green Building Council*) e utilizado em mais de 160 países, teve sua primeira adaptação para à realidade brasileira em 2014, com a certificação GBC Casa (DIAS et al., 2017, p. 78). Tem como objetivos mitigar os impactos das mudanças climáticas; melhorar a saúde e bem-estar do ocupante; proteger e restaurar os recursos hídricos, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos; e aumentar a comunicação e educação sobre práticas sustentáveis (GBC BRASIL, 2017, p. 2). Engloba todos os tipos de usos e fases de um empreendimento (nova construção, reabilitação ou manutenção), através de cinco diferentes tipos de ferramentas de certificações, cada qual com seus critérios e pontuações específicos, tendo certificado 675 empreendimentos nacionalmente (GBC BRASIL, 2021).

A ferramenta “Certificação GBC Brasil Condomínio” seria a mais adequada para análise desse artigo, mas, até o momento, não estava disponibilizado o documento referencial com a descrição e requisitos de cada critério. Dessa forma, empregamos a ferramenta LEED v4 para Novas Construções e Grandes Reformas (BD+C), o qual é estruturado em oito categorias de análise, englobando um total de 69 critérios, dos quais 12 devem ser obrigatoriamente atendidos. Adicionalmente aos critérios obrigatórios, é necessário obter, no mínimo, 40, 50, 60 e 80 pontos para alcançar as classificações, respectivamente, de: Certificado, Prata, Ouro e Platina; sendo 110 a pontuação máxima passível de ser obtida (USGBC, 2017). A análise para concessão da certificação é feita baseada nos documentos fornecidos pelo consultor, arquiteto ou proprietário, preferencialmente antes do início da obra, e através de acompanhamento e registro fotográfico realizado também por eles durante a execução, a fim de comprovar o atendimento aos critérios (GBC BRASIL, 2017, p. 6).

Dentre os 69 critérios de análise, cinco possuem relação com o impacto ambiental do processo de fabricação do equipamento, material ou sistema construtivo empregado no projeto, todos na categoria “Materiais e recursos”. Três pontos são concedidos ao ser realizada uma avaliação do ciclo de vida da estrutura e do fechamento da edificação que demonstre uma redução de, no mínimo, 10%, em comparação

com um edifício *baseline* (edifício-base), em pelo menos três das seis categorias de impacto ambiental⁴ consideradas. Observar que uma das categorias deve ser, necessariamente, a relativa ao Potencial de Aquecimento Global e que não pode haver aumento superior a 5%, em comparação com o edifício-base, em nenhuma das seis categorias.

A utilização de produtos cujas informações de ciclo de vida tenham sido certificadas por terceiros e que demonstrem redução de impacto abaixo da média do setor em pelo menos três das categorias de impacto ambiental anteriormente enumeradas, podem conseguir um ponto, caso esses produtos representem pelo menos 50% do valor total de produtos instalados de forma permanente no empreendimento. É possível obter um ponto caso sejam especificados materiais que tenham sua cadeia produtiva verificada por terceiros, identificando processos que otimizem impactos ambientais, de saúde e segurança ao projetar e aprimorar ingredientes químicos. Para além dessa identificação, é necessária a análise de mais cinco processos e que esses materiais representam, pelo menos, 25%, em custo, do total de produtos. Mais um ponto pode ser concedido caso sejam empregados produtos e materiais de uso final, em pelo menos 25%, por custo, que não contenham substâncias que atendam aos critérios do REACH⁵ para substâncias químicas de preocupação muito alta. É possível obter um ponto caso sejam utilizados pelo menos 20 produtos diferentes, instalados de maneira permanente, de pelo menos cinco fabricantes diferentes, que tenham publicado um relatório dos impactos ambientais dos processos de extração e fabricação de seus produtos, bem como tenham um compromisso com a sua redução.

É atribuído um ponto caso sejam utilizados materiais que atendam a pelo menos um dos sete critérios de extração responsável enumerados pelo sistema. Dentre eles, destacamos os seguintes: produtos de madeira certificados pelo *Forest Stewardship Council*; reuso de materiais; e materiais com conteúdo reciclado. Observar que esses materiais devem representar, pelo menos, 25% do custo total de produtos instalados de forma permanente no edifício. E, por fim, é possível obter de um a três pontos caso os produtos escolhidos reduzam as concentrações e emissões de compostos orgânicos voláteis, de acordo com as categorias de produtos e especificidades determinadas na ferramenta LEED v4 BD+C.

2.3 AQUA-HQE

O HQE, criado na França em 2004 e adaptado para a realidade brasileira em 2008, através do AQUA-HQE, está presente em 26 países. Tem como objetivo avaliar e impulsionar o desempenho ambiental em todo o ciclo de vida de um empreendimento, alegadamente permitindo flexibilidade às partes envolvidas na definição

4 São elas: potencial de aquecimento global; destruição da camada de ozônio estratosférico; acidificação da terra e da água; eutrofização; formação de ozônio troposférico; e esgotamento de recursos energéticos não renováveis.

5 REACH é um regulamento da União Europeia que tem como objetivo melhorar a proteção da saúde humana e do meio ambiente contra os riscos postos por produtos químicos.

de processos, materiais e procedimentos técnicos e arquitetônicos. É verificado por auditores certificados independentes, promovendo empreendimentos com baixo custo operacional, baixo impacto ambiental, e que garantam saúde, conforto e satisfação aos usuários. É voltado para 13 grupos de usos, incluindo moradias, centros comerciais e indústrias leves, tendo certificado 376 empreendimentos no Brasil (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021).

A certificação AQUA-HQE é estruturada em dois referenciais, com os seus respectivos documentos regulatórios, nomeadamente: o “Sistema de Gestão do Empreendimento” que avalia o sistema de gestão ambiental implementado pelo empreendedor; e a “Qualidade Ambiental do Edifício” (QAE), que avalia o desempenho arquitetônico e técnico da construção (CERWAY, 2014). Cada qual possui suas particularidades e critérios a serem observados, dependendo da fase do empreendimento e o seu uso. No referencial QAE para novas edificações (incluindo as residenciais), interesse desse artigo, existem 14 categorias de análise, agrupadas em quatro temas, englobando um total de 210 critérios. Desses, 110 devem obrigatoriamente ser atendidos, bem como deve ser obtida uma pontuação mínima em cada tema para que possa ser concedida uma das cinco classificações: “Aprovado”, “Bom”, “Muito Bom”, “Excelente” e “Excepcional”. Os empreendimentos submetidos à certificação são avaliados nas etapas de pré-projeto, de projeto e de execução, de modo a aferir in loco se determinados parâmetros foram executados em conformidade com o projeto

Oito critérios possuem relação com o impacto ambiental do processo de fabricação de material ou sistema construtivo empregado no projeto, distribuídos em duas categorias. Na categoria “Produtos, sistemas e processos construtivos” é possível obter até 10 pontos e na categoria “Canteiro de obras”, dois pontos. É atribuído até cinco pontos se a escolha dos diferentes produtos e sistemas construtivos a serem implementados for feita baseada em estudo comparativo dos dados ambientais, levando em conta as informações das Declarações Ambientais de Produto e das Fichas de Informação de Produto. A definição de uma estratégia de transporte dos materiais e produtos até o canteiro, que privilegie as modalidades menos poluentes, de modo a minimizar as emissões de CO₂, permite obter dois pontos. É atribuído um ponto se for utilizado cimento CPIII ou CPIV (ou seja, com baixo teor de clínquer), e dois pontos quando especificado ao menos um material de acabamento para piso, parede ou forro com menores emissões de poluentes do ar, comparativamente aos demais.

É possível obter um ponto quando são empregados produtos com menor impacto ambiental (como desmoldante de origem vegetal) e, mais um ponto caso seja reduzido o consumo de água e energia no canteiro (por meio de ações de sensibilização dos operários, da escolha de materiais, da instalação do canteiro e dos procedimentos de construção). O uso de madeira e de produtos de madeira certificados em 100% dos produtos para todo o edifício e canteiro de obras concede cinco pontos. E, por fim, caso sejam especificados revestimentos de paredes e pisos internos com emissões de formaldeído inferiores a 60 µg/m³ e de compostos orgânicos voláteis totais inferiores a 1000 µg/m³ em 28 dias é possível obter três pontos.

2.4 CASA AZUL+CAIXA

Em 2009, a Caixa Econômica Federal, principal agente fomentador de habitação no Brasil, lançou o selo Casa Azul CAIXA, criado e destinado à realidade nacional. Em 2020 o selo foi atualizado, recebendo a denominação Casa Azul+CAIXA, que tem como objetivo reconhecer e estimular a adoção de soluções urbanísticas e arquitetônicas de qualidade, com uso racional de recursos naturais, promovendo a conscientização de empreendedores e moradores sobre os benefícios sociais e econômicos das construções menos impactantes. É voltado exclusivamente para o programa habitacional, nas linhas em que a CAIXA fornece financiamento, tendo certificado 66 edificações (CAIXA, 2021).

Os empreendimentos habitacionais submetidos à CAIXA são avaliados na fase de projeto, de acordo com seis categorias de análise, englobando um total de 51 critérios (dos quais 15 são de atendimento obrigatório), e durante a sua construção, para aferição. A pontuação máxima passível de ser recebida é de 165 pontos sendo que, para que o projeto se enquadre em cada uma das quatro classificações (Bronze, Prata, Ouro e Diamante), é necessário obter, no mínimo, 50, 60, 80 ou 100 pontos. Alternativamente, as classificações bronze, prata e ouro podem ser alcançadas através da obtenção de uma pontuação mínima, diferenciada da anterior, nas categorias de análise (em duas, três ou quatro categorias, respectivamente).

Dentre os 51 critérios de análise, quatro se relacionam com o impacto ambiental da produção dos materiais. São concedidos três pontos caso sejam empregados materiais e sistemas construtivos que utilizem menos água para a sua produção do que os sistemas convencionais. No critério “Madeira Certificada” o uso de Madeira Certificada pela FSC ou Cerflor concede um ponto na fase de produção e mais dois pontos se empregada no empreendimento, permanentemente. No item “Pavimentação e Calçamento com resíduos de construção e demolição”, com o emprego de agregados produzidos pela reciclagem de resíduos de construção e demolição na pavimentação e calçamento, mais três pontos são obtidos. Por fim, mais cinco pontos são concedidos caso seja realizada: a compensação e/ou redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE); o inventário de emissões de GEE; e a incorporação do empreendimento no inventário de emissões de GEE da empresa.

2.5 EDGE

O EDGE, criado em 2014 pela *International Finance Corporation*, certificou mais de 340 projetos em 34 países, sendo nove deles no Brasil. Tem como objetivo auxiliar na escolha de soluções técnicas na fase inicial de projeto para reduzir despesas operacionais e impacto ambiental. Com base nas informações do usuário e na seleção de medidas menos impactantes, o EDGE certifica empreendimentos que promovam redução no consumo de energia e de água e que utilizem materiais com baixa energia embutida, em comparação com as práticas locais típicas, inclusive do Brasil. As edificações avaliadas são enquadradas em seis tipos: residenciais, hospitalidade, comerciais, escritórios, hospitalares e educacionais, sejam elas novas construções ou reabilitações (IFC, 2019).

O EDGE possui três categorias de análise, englobando até 63 critérios, na sua versão 2.1.5, sendo que a quantidade de critérios varia de acordo com as tipologias edifícios. Os empreendimentos submetidos à certificação são analisados na fase de projeto e após a sua construção, para aferição de determinados parâmetros in loco. O EDGE não utiliza um sistema de pontuação, mas sim uma comparação entre o impacto dos materiais e sistemas especificados no empreendimento proposto com um projeto base do sistema. É avaliado se a energia e água consumidas para a operação da edificação bem com a energia incorporada na fabricação dos materiais é, no mínimo, 20% inferior ao projeto base. Às edificações que atendem esse mínimo é concedido o Nível 1 de certificação “EDGE Certificado”; já o Nível 2 “EDGE Avançado” e o Nível 3 “Carbono Zero” são concedidos caso os projetos alcancem valores mais elevados de economia, respectivamente 40% para o Nível 2; e 100% de uso de energia renovável para o Nível 3.

As edificações residenciais são avaliadas de acordo com 40 critérios dos quais nenhum possui relação com o impacto ambiental do processo de fabricação do equipamento, material ou sistema construtivo empregado no projeto para alcançar a economia desejada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma geral, todos os sistemas analisados têm como objetivo conceder uma certificação às edificações que possuem um menor impacto ambiental e/ou social, verificado de acordo com a quantidade de critérios atendidos durante o processo de projeto e execução. Embora sejam de caráter voluntário, o seu emprego tem contribuído para a qualificação e melhoria dos processos e dos empreendimentos da construção civil, e redução de seus impactos ambientais. Tem contribuído também para o atendimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável definidos na Agenda 2030, em 2015, pela Organização das Nações Unidas.

Tendo em conta o objetivo deste trabalho, no tocante à especificação de materiais com baixo impacto ambiental, é importante destacar o descompasso do selo EDGE em relação aos demais. Primeiramente, a própria essência do selo é questionável. A análise da possibilidade de certificação de um empreendimento é baseada na comparação de alguns dados do projeto proposto (consumo de água, de energia e da energia embutida em materiais) a um projeto base de referência. No entanto, para certificação de empreendimentos residenciais, o projeto base desconsidera a sua localização (Rio de Janeiro, Curitiba, Brasília ou Franca), utilizando o mesmo tipo de edificação: 10 pavimentos totais, sendo dois em subsolo, com 6000m² de área construída, com o mesmo preço de construção por m². Isso permite concluir que não há um projeto adaptado à realidade local, contestando a própria essência do sistema.

O selo EDGE também valoriza desproporcionalmente as medidas que promovem um menor consumo energético comparativamente às demais: dos 40 critérios totais, 32 abordam essa temática, sendo 24 na categoria “Medidas de eficiência energética” e oito em “Medidas relativas a materiais”. Todos os critérios desta última

avaliam a especificação de sistemas e materiais com baixo consumo energético para a sua produção. No entanto, não relacionam essas medidas com: a matriz energética industrial brasileira; a variação dos processos industriais; e as eficiências de conversão de energias e seus respectivos impactos ambientais, como geração de gases de efeito estufa. O EDGE, portanto, estabelece uma relação indireta e não consistente de consumo energético com emissões de carbono, visto que, ao valorizar o emprego de materiais que consomem pouca energia para a sua fabricação, está se admitindo que é proporcional e crescente essa relação, o que não é verdade. Dessa forma, considerou-se que não há, no EDGE, critérios relacionados à especificação de materiais com baixo impacto ambiental.

No selo BREEAM há uma profundidade nas exigências e requisitos dos critérios não encontrada em nenhum outro selo analisado, muitos dos quais demandam informações não existentes no mercado brasileiro. Isso, aliado ao fato de não haver uma versão do regulamento do selo específico para a nossa realidade e em português, pode contribuir para explicar o porquê de apenas três empreendimentos terem obtido certificação no Brasil. O BREEAM é o selo que, percentualmente, mais atribui pontos e mais possui critérios que dizem respeito à especificação de materiais com baixo impacto ambiental (cerca de 50% a mais que o segundo colocado nesses quesitos, o LEED). A sua avaliação consiste, essencialmente, em verificar se a especificação de materiais privilegia aqueles com menor impacto ambiental no seu ciclo de vida, ou seja, nas etapas de extração, processamento, fabricação e reciclagem.

De forma geral, à semelhança do BREEAM, a certificação LEED apresenta critérios que promovem uma maior redução do impacto ambiental da especificação de materiais bem como são mais difíceis de serem atendidos que os demais. Por exemplo, apenas um ponto (0,90% do total) é concedido caso sejam empregados materiais, em pelo menos 50% do valor total de produtos instalados de forma permanente no empreendimento, que a análise certificada dos seus ciclos de vida demonstre uma redução de impacto ambiental relativamente à média do setor. Ou, como em outro critério, onde pelo menos 25%, em custo, do total de produtos especificados, devem ter a sua cadeia produtiva verificada por terceiros, identificando processos que otimizem impactos ambientais, de saúde e segurança ao projetar e aprimorar ingredientes químicos, para além da análise de mais cinco processos. Em ambos os casos há uma alta exigência, que significativamente reduz o impacto ambiental, mas que concede, proporcionalmente, uma baixa pontuação.

Há também algumas inconsistências no LEED. Um critério exige a realização de uma avaliação do ciclo de vida da estrutura e do fechamento da edificação a ser certificada, demonstrando uma redução de, no mínimo, 10%, em comparação com um edifício-base, em pelo menos três de seis categorias de impacto ambiental. Trata-se de um critério de grande relevância. No entanto, é permitido que nas três demais categorias tenha-se um impacto ambiental superior ao edifício-base, concedendo-se três pontos mesmo no caso em que haja aumento de até 5%, em comparação com o edifício-base, no total das seis categorias. A clareza do regulamento e do checklist do LEED, aliados à massiva publicidade do selo e à tradicional utilização de produtos americanos com referência, possivelmente contribuíram para que o LEED seja a certificação mais utilizada no país. Encontra-se em um ponto

intermediário entre a amplitude e profundidade do BREEAM, a complexidade e extensão do AQUA e a relativa superficialidade e simplicidade do Casa Azul.

O selo AQUA-HQE é o mais extenso de todos, possuindo 210 critérios, 212% a mais que o segundo colocado nesse quesito, o BREEAM (com 99 critérios). Essa elevada quantidade de critérios totais passíveis de serem atendidos resulta em um baixo percentual no somatório de critérios que possuem relação com o impacto ambiental da especificação de materiais (3,81%) entre os quatro selos, mesmo que o percentual de pontos passíveis de serem obtidos seja ligeiramente superior ao da Casa Azul + Caixa (8,93% contra 8,48%). Os critérios que devem ser obrigatoriamente atendidos representam também a quantidade mais elevada entre todos os selos analisados: 52,38% (110) do total (179% a mais que o segundo colocado nesse quesito, o Casa Azul. Embora esse fato contradiga o discurso preconizado, de que o selo permite flexibilidade às partes envolvidas na definição de processos, materiais e procedimentos técnicos e arquitetônicos, isso não interferiu na especificação de materiais com reduzido impacto ambiental: todos os oito critérios são opcionais, possuindo uma pontuação associada. De forma geral, todos eles são relativamente fáceis de serem contemplados na realidade brasileira.

No entanto, há algumas lacunas no regulamento do AQUA, relativamente aos parâmetros mínimos para atendimento de determinados critérios, que permitem o emprego tanto de ações com grande redução de impacto e baixo custo, quanto de outras mais abrangentes, significantes e custosas. Por exemplo, é valorizada a utilização de meios de transporte de materiais com modalidades menos poluentes, sem ao menos saber se esse material possui ou não alto impacto ambiental e qual a quantidade mínima a ser considerada nesse cômputo. A utilização de cimento CPIII ou CPIV é pontuada, mas não é especificado qual percentual mínimo de emprego, sendo também permitido seu uso apenas caso seja viável técnica e economicamente. Não especifica a percentagem mínima, em custo ou em área, a ser coberta por ao menos um material de acabamento para piso, parede ou forro com menores emissões de poluentes do ar, ou de materiais utilizados no canteiro, mas não incorporados à edificação. E, por fim, não é especificado o percentual mínimo de materiais escolhidos com base nas informações das Declarações Ambientais de Produto e das Fichas de Informação de Produto, permitindo uma grande variedade de soluções, com impacto ambientais e custos potencialmente muito diferenciados.

Embora seja um processo de certificação gratuito, criado no Brasil para a realidade brasileira, exclusivamente voltado para o programa edifício onde há mais construções sendo realizadas no país (residencial), o selo Casa Azul + Caixa conta com apenas 66 edificações certificadas, mesmo após 11 anos de seu estabelecimento. Sem ser possível identificar claramente as causas desse baixo número, a preocupação direta com a escolha de materiais com baixo impacto ambiental é inexpressiva e de fácil atendimento, resultando em apenas 8,48% dos pontos possíveis, colocando o selo na quarta e última colocação entre os selos analisados.

É interessante ressaltar, no entanto, a importância dada à inovação: para obter a certificação máxima “Diamante”, é necessário que 10 pontos (ou seja, 10% da pontuação mínima necessária para atingir essa classificação) sejam na categoria

“Inovação”, fato inexistente em nenhum outro selo. Nesta categoria se destaca a obrigatoriedade de compensação e/ou redução das emissões de GEE através de projetos de crédito de carbono executados pela empresa, certificado por plataformas reconhecidas (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo ou *Verified Carbon Standard*). Na Figura 1 pode-se ver um comparativo entre os diferentes selos relativamente à quantidade de critérios totais e que devem ser obrigatoriamente atendidos. Na Figura 2 é mostrado um comparativo relativamente à percentagem de critérios e de pontos que dizem respeito ao impacto ambiental da especificação de materiais empregados em empreendimentos, de acordo com os diferentes selos.

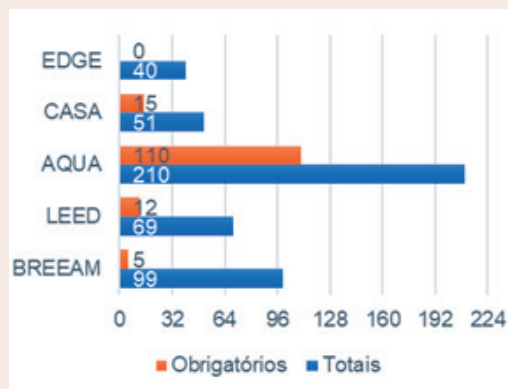


Figura 1. Comparativo entre os diferentes selos, relativamente à quantidade total de critérios e à quantidade de critérios

Fonte: Os Autores.

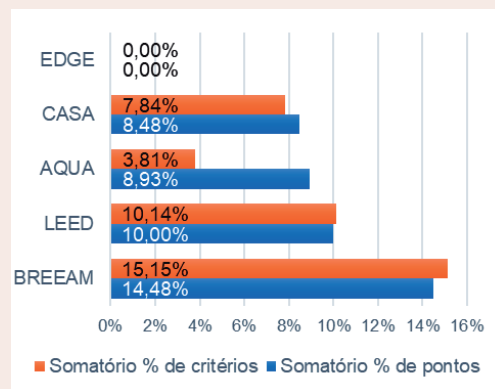


Figura 2. Comparativo entre os diferentes selos, relativamente à percentagem de critérios e de pontos que dizem respeito ao impacto ambiental da especificação de materiais.

Fonte: Os Autores.

4. CONCLUSÕES

O objetivo desse artigo foi verificar como os principais selos de edificações sustentáveis que atuam no Brasil abordam a temática de especificação de materiais, no que diz respeito ao seu impacto ambiental. O foco, portanto, não está no resultado ambiental proporcionado pela utilização de determinado material durante a operação da edificação, mas sim no seu impacto ambiental na etapa pré-operacional e como os critérios podem contribuir para a qualificação do processo de projeto.

Pode-se observar que o selo BREEAM é o mais abrangente e o que possui uma maior profundidade e qualidade nos critérios relativos aos impactos ambientais dos produtos. No nível intermediário, LEED e AQUA-HQE demandam uma relativamente alta qualificação dos fabricantes de materiais e de seus processos produtivos, mas não o suficiente para inviabilizar sua utilização no Brasil, evidenciada pela grande quantidade de projetos certificados e facilitada pela baixa representatividade dessa temática dentro da pontuação desses dois selos. Já com o selo Casa Azul +Caixa o projetista não necessita de qualquer conhecimento específico sobre categorias de impacto ambiental para a escolha de produtos, além de eles repre-

sentarem o menor percentual entre os selos analisados. Por fim, o EDGE, na versão atual 2.1.5, não pode ser considerado como um selo para construções sustentáveis, já que não aborda o emprego de materiais menos impactantes, necessitando de avanços sobre essa temática. Uma sugestão seria a quantificação e valoração do uso de materiais que consumiram menos água e emitiram menos GEE durante sua fabricação e instalação na obra.

Pode-se concluir que a incorporação dos requisitos dos selos BREEAM e LEED relativamente à temática de especificações de materiais, no processo de projeto, pode contribuir significativamente para o desenvolvimento de empreendimentos que causem menor impacto ambiental na sua fase mais expressiva para o momento atual, a pré-operação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI. **Manual da Construção Industrializada – Conceitos e Etapas – vol. 1: Estrutura e Vedação**. Brasília: ABDI, 2015.
- BRE GLOBAL. **BREEAM International New Construction 2013 FAQs**. 2011. Disponível em: <https://tools.breeam.com/filelibrary/BREEAM_2011/BREEAM_International_2013_FAQs_-_KN5164.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2021.
- BRE GLOBAL. **BREEAM International New Construction 2016**. Watford, 2016.
- BREEAM. **BREEAM Projects**. 2021. Disponível em: <<https://tools.breeam.com/projects/explore/index.jsp>>. Acesso em: 19 fev. 2021.
- CAIXA. **Selo Casa Azul CAIXA**. 2021. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/negocios-sustentaveis/selo-casa-azul-caixa/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 29 jul. 2021.
- CERWAY. **Regras de certificação AQUA-HQE certificado pela Fundação Vanzolini e Cerway para edifícios em construção**. São Paulo: Fundação Vanzolini e CERWAY, 2014.
- DIAS, P.; CRUZ, T.; RANGEL, N.; SOARES, V. **Revista Green Building Council Brasil - Construindo um futuro sustentável**. São Paulo: Vibeditora, 2017.
- FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Certificação AQUA-HQE**. 2021. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/produto/aqua-hqe/>>. Acesso em: 29 jul. 2021.
- GBC BRASIL. **Guia Rápido Certificação GBC Brasil Condomínio**. [s.l.] : Green Building Council Brasil, 2017.
- GBC BRASIL. **Você sabe quais são as tipologias da certificação LEED? Conheça aqui - GBC Brasil**. 2021. Disponível em: <<https://www.gbcbrasil.org.br/voce-sabe-quais-sao-as-tipologias-da-certificacao-leed-conheca-aqui/>>. Acesso em: 29 jul. 2021.
- IFC. **EDGE User Guide**. IFC, 2019.
- USGBC. **LEED v4 para projeto e construção de edifícios**. USGBC, 2017.

ARTIGO

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA ENERGÉTICO DA CERÂMICA VERMELHA

VON MÜHLEN, João Felipe

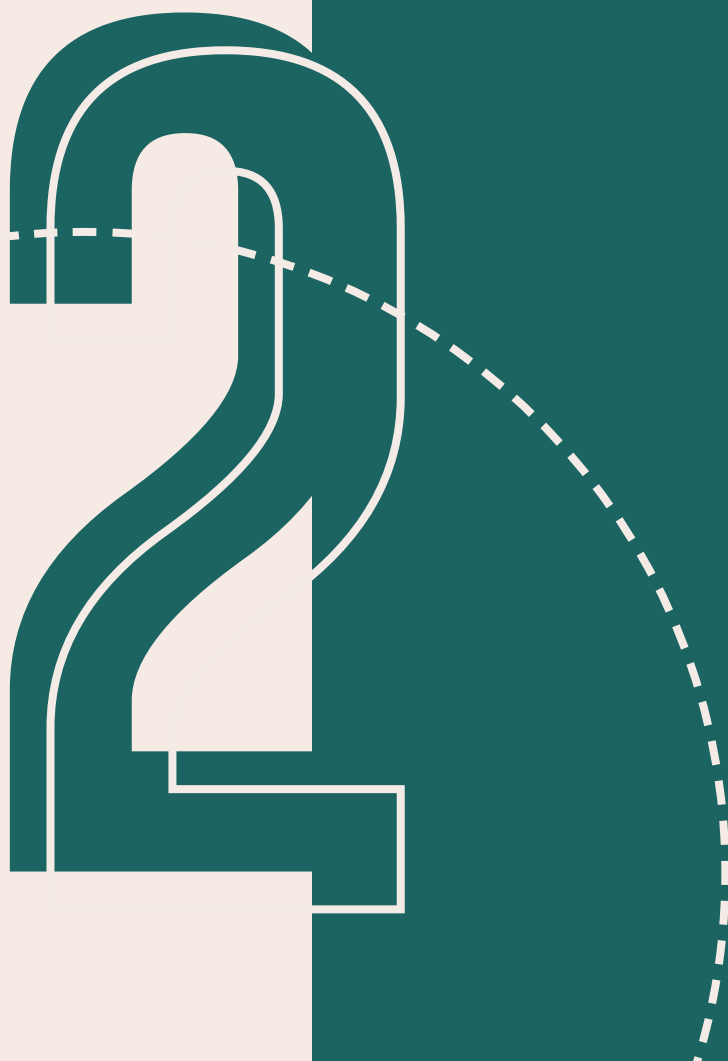
(Joao.muhlen@yandex.com)

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil;

TAVARES, Sérgio Fernando

(sergioftavares@gmail.com)

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Avaliação do ciclo de vida, avaliação do ciclo de vida energético, energia embutida, emissão de CO₂, cerâmica vermelha.

RESUMO

A Avaliação do Ciclo de Vida Energético é uma abordagem na qual todos os insumos energéticos para um produto ou serviço são contabilizados, podendo ser utilizada para demonstrar benefícios de um projeto para otimização de energia operacional de uma edificação ou de um material de construção, como a cerâmica vermelha, por exemplo. O objetivo desta pesquisa foi realizar a Avaliação do Ciclo de Vida Energético da cerâmica vermelha, e quantificar suas emissões de CO₂. Foi realizado um estudo descritivo, o qual abrangeu a pesquisa bibliográfica complementada por estudo de caso. A unidade de análise foi a produção de uma olaria de Bom Princípio, RS, onde foi realizada a coleta de dados. Esta pesquisa limitou-se ao escopo portão-ao-portão, e, cinco passos foram seguidos: 1) identificação das etapas da produção; 2) identificação da massa em quilogramas da produção desta olaria; 3) elaboração das diretrizes para identificação dos insumos energéticos utilizados na produção da respectiva olaria; 4) identificação de todos os insumos energéticos dispendidos a cada etapa do ciclo de vida; e, 5) avaliação da quantidade de desperdícios nesse processo. Foram utilizadas a observação direta e a coleta documental como instrumentos de análise. A análise de dados dividiu-se em quatro etapas: 1) avaliar os dados coletados; 2) avaliar o percentual de cada insumo energético dessa produção, o que permitiu identificar o impacto das fontes de energia primárias e secundárias desta Avaliação do Ciclo de Vida Energético; 3) calcular a emissão de CO₂; e, 4) interpretar os resultados obtidos na segunda e terceira etapas. Para cada quilograma de telha natural fabricada, estima-se em 0,92 kg CO₂/kg enquanto que para a telha esmaltada, 1,31 kg CO₂/kg. Estes valores divergiram dos outros estudos, os quais encontraram 0,26 kg CO₂/kg e 0,17 kg CO₂/kg.

1. INTRODUÇÃO

É notório nos estudos científicos sobre sustentabilidade a condição de grande agente poluidor da construção civil. Para efeito da avaliação de impactos ambientais as atividades da construção civil devem ser definidas aquelas relacionadas às edificações, contempladas em todo o seu ciclo de vida (TAVARES, 2006).

Consoante à norma ISO 14040(2009), a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é a investigação do uso dos insumos de um processo que busca obter bens ou serviços, além de avaliar as suas consequências relativas aos impactos ambientais justamente em todo seu ciclo de vida. A ACV combina dois conceitos simples. O primeiro considera algum material ou produto de interesse para então mapear todas as atividades em relação a sua construção, operação e disposição. O segundo conceito refere-se a utilizar a lista deste mapeamento e verificar alguns dos impactos ambientais associados a estas atividades (KIRCHAIN JR.; GREGORY; OLIVETTI, 2017).

Porém, conforme explica Tavares (2006), uma ACV completa demanda muito tempo e recursos materiais e humanos para sua execução. Apesar de serem observados impactos de várias naturezas, o consumo de energia e a emissão de gases do efeito estufa tem sido estudados de forma mais apurada pela comunidade científica. Já a Avaliação do Ciclo de Vida Energético (ACVE) é uma forma simplificada da ACV que contempla o consumo energético demandado em todo o processo da ACV. Com os valores de energia encontrados da ACVE é possível também efetuar o cálculo das emissões de CO₂ de todo o processo. O consumo energético observado na ACVE em sua fase pré-operacional pode ser denominado como energia embutida ou energia incorporada, e corresponde a energia consumida nas etapas da extração de matérias primas, transporte, manufatura, montagem, instalação (construção no local) (BALOUKTSI; LÎTZKENDORF, 2016). Além disso a ACVE é uma ferramenta que possibilita verificar e avaliar as emissões de CO₂ ao longo do ciclo de vida dos materiais de construção, como a cerâmica vermelha (TAVARES, 2006).

A indústria da cerâmica vermelha é considerada como um segmento altamente poluidor e necessita de um processo produtivo que busque a produção de materiais mais sustentáveis (KUZMA, 2016).

Dada a relevância do exposto, este estudo enfoca a ACVE da cerâmica vermelha e busca conhecer e quantificar o consumo energético e as emissões de CO₂ no ciclo de vida da cerâmica vermelha. No que tange às delimitações da pesquisa, ela abrange o escopo portão-ao-portão (*gate-to-gate*) e não contempla o consumo de água, ainda que haja relação com o consumo energético (TAVARES, 2006). Ressalta-se que não foi possível estimar os desperdícios nem considerar o desempenho energético do forno devido à carência de informações fornecidas pela empresa.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo desta pesquisa é realizar a ACVE da Cerâmica Vermelha, no escopo portão-ao-portão, bem como quantificar suas emissões de CO₂.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as etapas da produção;
- Identificar a massa em quilogramas(kg) desta produção;
- Elaborar diretrizes para identificação dos insumos energéticos;
- Identificar os insumos energéticos a cada etapa da produção.

3. ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Para atingir os objetivos propostos foi realizado um estudo descritivo, composto por uma pesquisa bibliográfica e, complementado por um estudo de caso.

As informações utilizadas no processo de cálculo foram obtidas na entrevista com o responsável da produção da olaria, objeto deste estudo. Essa olaria está localizada na cidade de Bom Princípio – RS e produz telhas de cerâmica vermelha, na modalidade natural e esmaltada, além de pisos de concreto. Os cálculos para obter a energia embutida dependem da qualidade das informações declaradas pela empresa, pois estes cálculos levam em consideração estes dados (MANFREDINI; SATTLER, 2005). Na tabela 1 – produção mensal de telhas, é possível verificar a quantidade em quilograma (kg) da produção desta olaria.

Telhas	Produção Mensal (kg)
Telhas Naturais	485.100,00
Telhas Esmaltadas	554.400,00
Total	1.039.500,00

Tabela 1. Produção mensal de telhas

3.1 ENERGIA EMBUTIDA

Devido à carência de informações, não foi possível determinar os valores dispendidos separadamente para a produção das telhas de cerâmica vermelha e dos pisos de concreto. Logo, para viabilizar os cálculos, os valores dos pisos de concreto foram estimados relacionando a produção em quilograma (kg) por 1,2 MJ/kg, índice

informado por Tavares e Bragança (2016). Essa estimativa do concreto foi subtraída do valor total energético da fábrica e com esse resultado foram feitos os cálculos para obtenção dos valores da cerâmica vermelha.

No processo de cálculo, foi considerado uma relação entre o total de energia consumida durante 30 dias e o total da produção de cerâmica vermelha, levando em consideração os processos de cada tipo de telha cerâmica. A Figura 1 demonstra o processo de fabricação da telha cerâmica esmaltada. A diferença entre a produção da telha cerâmica vermelha esmaltada e da telha natural consiste apenas na etapa Queima do Esmalte, etapa esta que não acontece na produção da telha de cerâmica natural.

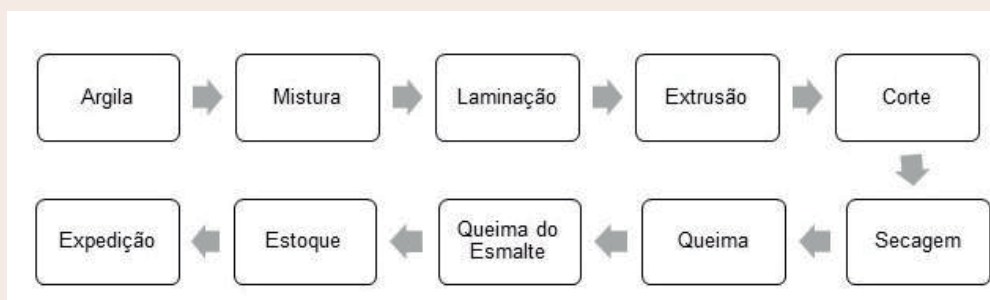


Figura 1. Fluxograma do processo de fabricação do objeto de estudo

A matriz energética da produção é composta por três combustíveis: 1) energia elétrica; 2) óleo diesel; e, 3) serragem residual de indústria moveleiras. A energia elétrica é fornecida pela rede de abastecimento não havendo nenhum tipo de geração de energia alternativa como energia eólica ou solar.

O combustível utilizado para abastecer os fornos nesta fábrica são resíduos de madeira da indústria moveleira. A fábrica não soube informar os modelos dos fornos utilizados, mas informaram que os fornos de secagem, queima e queima de esmalte utilizam as mesmas quantidades de combustíveis. O processo de secagem e queima tem duração de oito horas enquanto a queima de esmalte tem a duração de seis horas. O entendimento de que as telhas esmaltadas sofrem um processo de seis horas de queima a mais que as telhas naturais, viabilizou o cálculo do consumo energético das telhas em separado. Para isso, foi considerado que o consumo de eletricidade e de óleo entre as duas telhas foi idêntico.

Para transformar os valores volumétricos informados pela fábrica em valores energéticos, utilizou-se as informações da Tabela 2 - Peso e poder calorífico, multiplicando os volumes recebidos pela primeira e pela segunda colunas, e, após encontrar o valor em kcal foi convertido em kwh e, finalmente em MJ. Para isso, utilizou-se o índice $1 \text{ kcal} = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ kwh}$ e $1 \text{ kwh} = 3,6 \text{ MJ}$ (DE LUCENA; SIMÕES; LUCIANO, 2020).

Combustível	Peso (kg/m ³)	Poder Calorífico
Óleo Diesel	852	9159 kcal/l
Serragem e Cavacos	550	2500 kcal/kg

Tabela 2. Peso e poder calorífico
Fonte: Adaptado de Manfredini e Sattler (2005).

Com os valores absolutos e percentuais, foram estimados o consumo energético em MJ/kg para a telha natural e para a telha esmaltada, bem como foi criada a tabela com os insumos energéticos em percentual para a telha natural e a telha esmaltada.

3.2 EMISSÃO DE CO₂

Para se obter a estimativa de emissão de CO₂, deve se obter a relação entre a energia embutida (MJ/kg), consumo primário de energia por fontes (%MJ) e da geração de CO₂ por fontes de energia (kg/GJ) (TAVARES, 2006).

$$CO_2 = CP \times G \times EE$$

Sendo:

CO₂ - Estimativa de CO₂ liberada no processo

CP - Consumo Primário de Energia

G - Geração de CO₂ por fonte de energia

EE - Energia Embutida

O consumo primário de energia é o quanto de cada combustível é demandando no processo, a geração de CO₂ por fonte de energia é o quanto cada combustível libera no seu consumo e a energia embutida é o quanto de energia é gasto no processo de produção de determinado produto ou serviço (TAVARES; BRAGANÇA, 2016). Ou seja, cada produto tem em seu ciclo de vida um montante de combustíveis consumidos. Este montante pode ser relacionado em percentuais. Desta forma é possível identificar que, para cada kg de cerâmica vermelha, por exemplo, são consumidos de serragem, óleo e eletricidade, determinado valor. Então a quantidade de combustível utilizada é relacionada com suas próprias emissões de CO₂, permitindo assim, estimar qual a emissão CO₂ geradas no ciclo de vida avaliado, neste caso, a cerâmica vermelha.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados os resultados da pesquisa. Na Tabela 3 seguem demonstrados os valores absolutos de consumo energético por cada um dos três combustíveis para a produção mensal da olaria, enquanto que a Tabela 4 demonstra os valores por etapas de secagem e queima. As Tabelas 5, 6, 7, por sua vez,

demonstram o consumo energético das telhas de cerâmica vermelha, o consumo primário de energia por fontes, e o cálculo de emissão de CO₂, respectivamente.

Combustível	Volume (m ³)	Peso (kg)	Energia (kCal)	Energia (kwh)	Energia (MJ)
Eletricidade	-	-	-	927.950,00	3.288.616,37
Óleo Diesel	4,5	3834	35115606	47.933,36	169.873,84
Serragem	1800,0	990000	2475000000	2.878.409,02	10.200.962,37
Total	-	-	-	-	13.659.452,59

Tabela 3. Consumo energético mensal da fábrica

Telhas	Peso (kg)	Secagem	Queima	Esmalte	Total
Naturais	485.100,00	1.879.124,65	1.879.124,65	-	3.758.249,30
Esmaltadas	554.400,00	2.147.571,03	2.147.571,03	2.147.571,03	6.442.713,08
Total	1.039.500,00	4.026.695,67	4.026.695,67	2.147.571,03	10.200.962,37

Tabela 4. Consumo energético por etapas de secagem e queima (MJ)

Conforme demonstrado pela Tabela 5, o consumo energético da telha cerâmica esmaltada foi de 14,95 MJ/kg enquanto da telha cerâmica natural foi de 11,07 MJ/kg. Com estes valores foi possível efetuar a comparação com outros dois estudos. Em ambos os estudos, não foi considerado a telha esmaltada, apenas a natural. Na publicação de Hammond e Jones (2011), o escopo considerado foi do berço-a-portão, que é um escopo mais amplo que o deste estudo, pois considera os gastos energéticos antes do portão, encontrou um gasto energético de 12MJ/kg. Já o segundo estudo, de Tavares e Bragança (2016), o valor da cerâmica vermelha não está identificado em produtos, e sim de forma ampla, e naquela pesquisa, o valor encontrado foi de 5 MJ/kg. O valor encontrado por Hammond e Jones (2011), está mais elevado devido ao escopo mais amplo. Já o valor desta pesquisa ter encontrado um número tão significativo, tem por principal hipótese o baixo desempenho dos fornos, devido a situação precária e sem reaproveitamento de calor.

Telha	Peso (kg)	Óleo Diesel (MJ)	Eletricidade (MJ)	Serragem (MJ)	Total (MJ)	Energia Embutida (MJ/kg)
Natural	485.100,00	79.274,46	1.534.687,64	3.758.249,30	5.372.211,40	11,07
Esmaltada	554.400,00	90.599,38	1.753.928,73	6.442.713,08	8.287.241,19	14,95
Total	1.039.500,00	169.873,84	3.288.616,37	10.200.962,37	13.659.452,59	13,14

Tabela 5. Consumo energético das telhas de cerâmica vermelha

Os valores percentuais encontrados na Tabela 6 são separados por combustíveis e demonstram a matriz energética necessária para a fabricação das respectivas telhas de cerâmica vermelha. Em Tavares e Bragança (2016), a cerâmica vermelha tem como matriz energética combustíveis que não foram encontrados neste estudo de caso, como gás natural, gás liquefeito do petróleo - GLP e lenha, tendo

em vista que a lenha não foi utilizada pela olaria e foi substituída por resíduos da indústria moveleira.

Telha Natural	
Combustível	Valor percentual de composição
Eletricidade	1,48 %
Óleo Diesel	69,96 %
Serragem	28,57 %
Telha Esmaltada	
Combustível	Valor percentual de composição
Eletricidade	1,09 %
Óleo Diesel	77,74 %
Serragem	21,16 %

Tabela 6. Consumo primário de energia por fontes

Os valores de emissão de CO₂ encontrados para cada tipo de telhas são apresentados na Tabela 7. Para cada quilograma de telha natural fabricada, estima-se em 0,92 kg CO₂/kg enquanto que para a telha esmaltada, 1,31 kg CO₂/kg. De acordo com Hammond e Jones (2019), 0,26 kg CO₂/kg são encontrados para telhas de cerâmica, porém apresentadas de forma genérica. Em Tavares e Bragança (2016), 0,17 kg CO₂/kg são encontrados. Isso demonstra que o objeto de estudo deste trabalho está com emissões de CO₂ estimadas maiores que os outros trabalhos comparados. O alto valor das emissões encontrado neste trabalho pode ser justificado devido ao maior consumo energético que demanda um valor mais alto de combustível que, no caso deste estudo, foi a serragem.

Telhas Naturais	Óleo Diesel	Eletricidade	Serragem	Total
CP (%)	1,48%	28,57%	69,96%	100,00%
G (kg/GJ)	74,10	42,20	100,00	-
EE (MJ/kg)	11,07	11,07	11,07	-
CO₂ (kg CO₂/kg)	0,01	0,13	0,77	0,92
Telhas Esmaltadas	Óleo Diesel	Eletricidade	Serragem	-
CP (%)	1,09%	21,16%	100%	100,00%
G (kg/GJ)	74,10	42,20	14,95	-
EE (MJ/kg)	14,95	14,95		
CO₂ (kg CO₂/kg)	0,01	0,13	1,16	1,31

Tabela 7. Cálculo de emissão de CO₂

Nesta seção foram apresentados e discutidos os achados da presente pesquisa. Na próxima seção serão apresentadas as conclusões do estudo.

5. CONCLUSÃO

O objetivo geral desta pesquisa foi realizar a ACVE da cerâmica vermelha em um escopo portão ao portão de uma indústria cerâmica, bem como quantificar suas emissões de CO₂ e os achados permitiram estas estimativas. Foi possível verificar que os valores encontrados são maiores que o de publicações da literatura técnica às quais foram comparadas e isso pode ser explicado, provavelmente, ao baixo desempenho energético dos fornos. Contudo, salienta-se que mais pesquisas são necessárias para essa comprovação. Os objetivos específicos foram atendidos parcialmente, em função das limitações de informações, porém não comprometeram o entendimento geral dos resultados. Coloca-se finalmente que as ACVE's de materiais de construção são instrumentos importantes para verificação do cenário de emissões de Gases do efeito estufa, notadamente no contexto de cumprimento de acordos internacionais como o de Paris, do qual o Brasil é signatário.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2009). NBR ISO 14040: Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e estrutura. Rio de Janeiro.
- Balouktsi, M.; Litzkendorf, T. (2016). Energy efficiency of buildings: the aspect of embodied energy. *Energy Technology*, v. 4, p. 31-43. <https://doi.org/10.1002/ente.201500265>
- De Lucena, M. D.; Simões, M. C. S.; Luciano, B. A. (2020). Eficiência Energética de Módulos Fotovoltaicos Durante Ciclo de Vida em Campina Grande/PB. *Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos-SBSE*, v. 1, n. 1.
- Hammond, G.; Jones, C. A. (2011). BSRIA guide: embodied carbon. In: Lowrie, F.; Tse, P. (Ed.). *The inventory of carbon and energy*. Disponível em: <<http://www.organicexplorer.co.nz/site/organicexplore/files/ICE%20Version%201.6a.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2021.
- Hammond, G.; Jones, C. A. (2019). BSRIA guide: embodied carbon. In: Lowrie, F.; Tse, P. (Ed.). *The inventory of carbon and energy*. Disponível em: <https://greenbuildingencyclopaedia.uk/wp-content/uploads/2014/07/Full-BSRIA-ICE-guide.pdf>.
- Kirchain, J. R., R. E.; Gregory, J. R.; Olivetti, E. A. (2017). Environmental life-cycle assessment. *Nat Mater.*, v. 16, p. 693-697. doi: <https://doi.org/10.1038/nmat4923>
- Kuzma, E. L. et al. (2016). Sustentabilidade em indústrias de cerâmica vermelha por meio da utilização deecoinovações. *Revista Gestão Industrial*, v. 12, n. 3.
- Manfredini, C.; Sattler, M. A. (2005). Estimativa da energia incorporada a materiais de cerâmica vermelha no Rio Grande do Sul. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v.5, n.1, p. 23-37, jan./mar.
- Tavares, S. F. (2006). Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 225f. 2006. Disponível em: <<http://>

www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/teses/TESE_Sergio_Fernando_Tavares.pdf. Acesso em: 10 mar. 2021.

Tavares, S. F.; Bragança, L. (2016). Índices de CO₂ para materiais de construção em edificações brasileiras. SBE série 16 Brazil & Portugal.

ARTIGO

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DE CONCRETOS E ARGAMASSAS CONTENDO MATERIAIS CIMENTÍCIOS SUPLEMENTARES (MCS) E AGREGADOS RECICLADOS (AR) POR MEIO DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV): UMA REVISÃO DA LITERATURA

FARIAS, Lidianne do Nascimento

(lidianne.farias@coc.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

ROCHA, Joaquin Humberto Aquino

(joaquin.rocha@coc.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

CALDAS, Lucas Rosse

(lucas.caldas@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

TOLEDO FILHO, Romildo Dias

(toledo@coc.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil



PALAVRAS-CHAVE

Revisão Sistemática da Literatura, Categorias de Impacto, Concreto, Argamassa.

RESUMO

A indústria da construção civil é conhecida por ser uma das principais fontes de emissão de poluentes em todo o mundo. Em correlação com a escassez crescente de matérias-primas naturais e impacto da geração de resíduos, para promover a sustentabilidade na construção, são utilizados diferentes Materiais Cimentícios Suplementares (MCS) e Agregados Reciclados (AR) que podem substituir tanto o cimento quanto os agregados na produção de concretos e argamassas, principalmente. Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para se entender como são os impactos ambientais quando MCS e AR são empregados em conjunto em concretos e argamassas, por meio da metodologia ACV. A metodologia consistiu na busca de documentos científicos que realizaram estudos da ACV para a avaliação de concretos e argamassas que empregam MCS e AR, nas bases de dados Scopus e *Web of Science*. Os resultados apresentados mostram que todos os estudos adotam uma fronteira do sistema *cradle-to-gate*, atribuindo-se que é o mais representativo, mas também denotam a falta de dados para estimar o comportamento do produto até o final de sua vida útil. Para realizar ACV, dados secundários são utilizados, principalmente bancos de dados (Ecoinvent e ELCD). O Potencial de Aquecimento Global é a categoria de impacto comum em todos os estudos, seguido por Potencial de Depleção Abiótica e Potencial de Acidificação. Os métodos utilizados nos estudos quantificam apenas os efeitos intermediários das categorias de impacto e apenas um estudo considerou os efeitos finais; esta etapa é assistida pelos programas *Simapro* e *OpenLCA*, preferencialmente. Os estudos mostraram que o uso de MCS e AR conseguem reduzir os impactos ambientais dos concretos e argamassas avaliadas, mas a redução é maior quando ambos são usados ao mesmo tempo do que quando usados separadamente, principalmente quanto aos agregados reciclados e suas distâncias de transporte.

1. INTRODUÇÃO

Devido aos impactos ambientais provocados pela indústria da construção civil, surge como necessidade o desenvolvimento de materiais de construção sustentáveis (HOSSAIN et al., 2018). Nesse sentido, sugere-se a utilização de resíduos em novos materiais. Na literatura, os Materiais Cimentícios Suplementares (MCS) são considerados substitutos parciais do cimento, como cinza volante, sílica ativa e escória de alto forno (LIMA et al., 2017). Por outro lado, também é relatado o reaproveitamento de agregados reciclados (AR) para a produção de concreto e argamassa (KURDA; SILVESTRE; BRITO, 2018; ZHANG et al., 2019).

O concreto é o material mais utilizado na construção civil, com uma produção anual de 6,5 bilhões de toneladas (VIEIRA; CALMON; COELHO, 2016; ZHANG et al., 2019). Neste contexto, procuram-se novos materiais que possam substituir os seus componentes de maior impacto ambiental: cimento Portland e agregados (brita e areia), sendo que para a sua produção existe uma grande emissão de dióxido de carbono (CO_2) e é consumida uma grande quantidade de recursos naturais (HOSSAIN et al., 2018).

O concreto exige uma grande demanda por agregados, o que pode levar à escassez de materiais, além de outras despesas, como transporte. Portanto, o uso de AR em vez de agregados naturais pode ser uma alternativa sustentável. Embora haja preocupação com o destino dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD), os AR podem ser produzidos a partir desses resíduos. Os AR têm características semelhantes aos agregados naturais para uso na construção civil; entretanto, estudos prévios devem ser realizados para garantir seu desempenho (LIMA et al., 2017).

A utilização de resíduos é uma alternativa para minimizar os problemas ambientais, mas o estudo do impacto ambiental não só deve considerar o início, mas também até o final do seu ciclo de vida (VIEIRA; CALMON; COELHO, 2016). Isso implica a aplicação da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que vem sendo aplicada na construção civil nos últimos anos (HOSSAIN et al., 2018; ZHANG et al., 2019; CALDAS et al., 2021).

Na literatura, diversos estudos são apresentados sobre a aplicação da metodologia ACV para determinar os impactos ambientais de materiais de construção, utilizando tanto MCS quanto AR, sendo que o uso desses resíduos pode reduzir significativamente os impactos ambientais (COLANGELO et al., 2018; BRAGA; SILVESTRE; BRITO, 2017; ROSADO; PENTEADO; ARENA, 2017). No entanto, ainda existem limitações e imprecisões na aplicação da metodologia ACV e a avaliação conjunta desses dois tipos de materiais; portanto, o objetivo deste artigo é realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre a aplicação da metodologia ACV para se entender como são os impactos ambientais quando MCS e AR são empregados em conjunto em concretos e argamassas.

2. METODOLOGIA

No presente estudo foi realizada uma RSL, considerando artigos de revistas internacionais. A Figura 1 apresenta o processo seguido. Para a realização do trabalho, as bases científicas da *Scopus* e *Web of Science* (WoS) foram consideradas. No critério de pesquisa foi realizada a busca em Título, Resumo e Palavras-chave: (“LCA” OR “Life Cycle Assessment”) AND (“SCM” OR “Supplementary Cementitious Materials”) AND (“RA” OR “Recycled Aggregate”).

Com as publicações relacionadas, foram analisados o título e resumo a fim de identificar os artigos mais relevantes, considerando aqueles que apresentavam informações completas sobre a metodologia ACV e desde o ano 2015. No total 12 artigos foram selecionados para o presente estudo. Poucos estudos foram encontrados tendo em vista que o uso conjunto de MCS e AR ainda não é uma prática tão comum.

Após a seleção dos artigos, foram considerados os aspectos metodológicos da ACV: definição de objetivo e escopo; Inventário de Ciclo de Vida (ICV); Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (AICV) e interpretação. Além disso, também foram analisadas informações complementares: país de origem, data e distribuição de publicações por revista. No entanto, é importante mencionar que os estudos realizados consideram os impactos ambientais de MCS e AR em conjunto, portanto, não foi possível discriminar por material analisado.

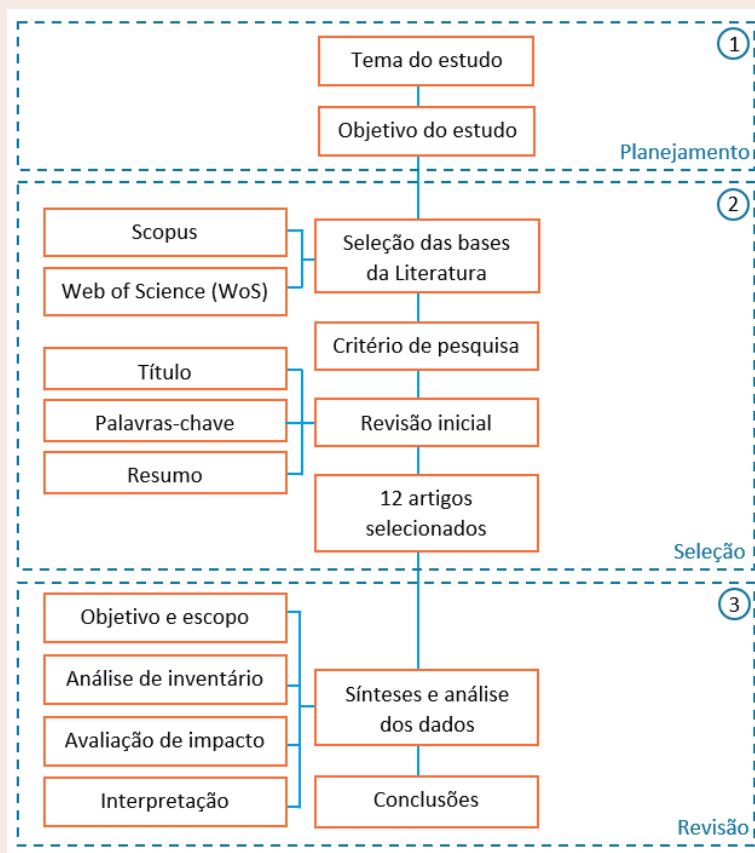


Figura 1. Diagrama da metodologia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 MAPEAMENTO DOS ESTUDOS

A Figura 2 apresenta os países de origem das pesquisas, onde Portugal se destaca com a maioria das publicações, 25% (3/12), seguido da Austrália com 16,67% (2/12). O continente europeu tem a maior quantidade de artigos publicados no assunto (50%).

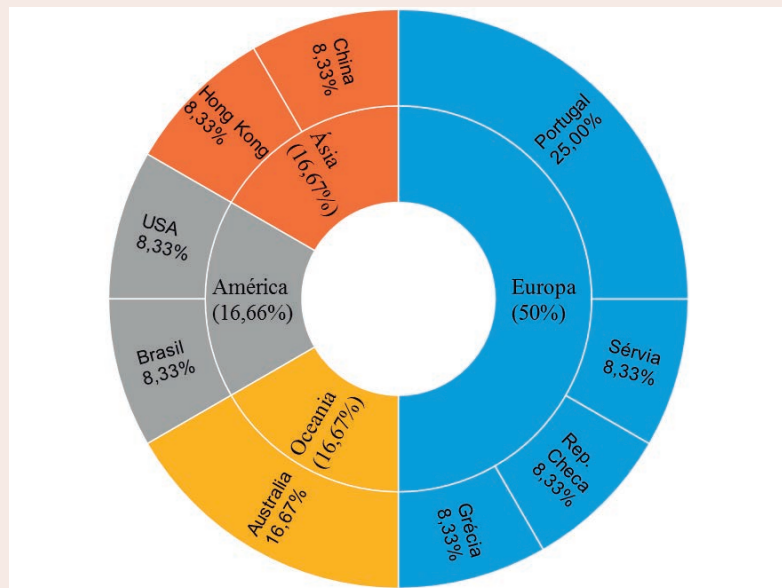


Figura 2. País de origem dos estudos.

A revista *Resources, Conservation & Recycling* apresenta 25% dos estudos, seguido pelas revistas *Journal of Cleaner Production*, *Journal of Building Engineering* e *Waste Management*, todas com 16,67% (Figura 3).



Figura 3. Revistas onde os estudos foram publicados.

A metade das publicações pertence aos anos de 2020 e 2021 (50%), mostrando que o tema tem relevância nos últimos anos e é bastante recente (Figura 4).

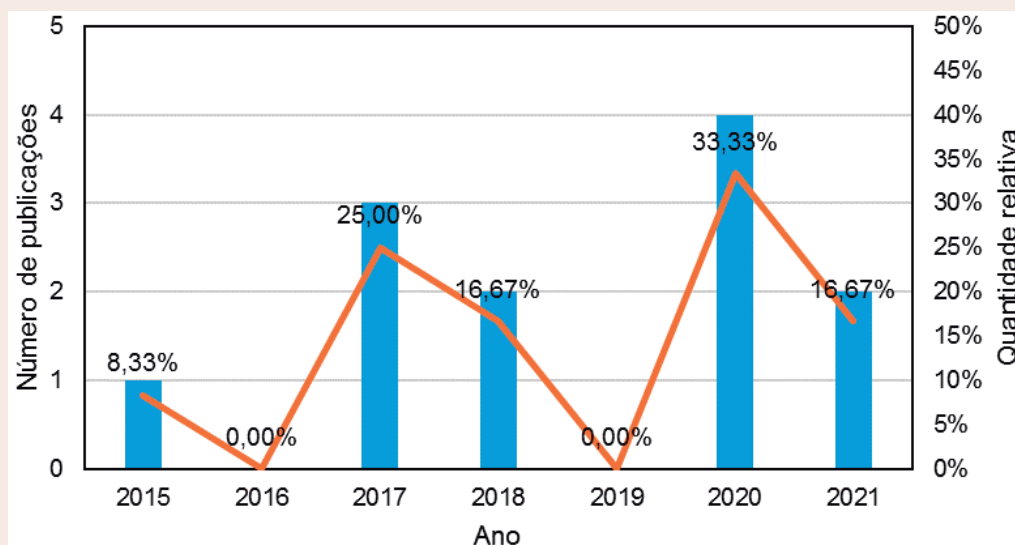


Figura 4. Data das publicações.

A Tabela 1 apresenta os materiais utilizados e aplicações reportadas nos trabalhos estudados. A cinza volante se destaca como o MCS mais utilizado e o concreto como a aplicação mais analisada.

Autores	Materiais		Aplicações
	MCS*	Agregado	
Souza et al. (2021)	EGAF, CV, CCA, CBC, RPPO	AR	Concreto
Meek et al. (2021)	CV, SA, EGAF, Cal Hidratada	AR	Materiais de terra compactada
Hossain et al. (2020)	SMC, CVIRSU, CVP, EGAF, CLEI, PV	AR	Materiais de preenchimento e blocos
Moro et al. (2020)	Nanopartículas de TiO ₂	AR	Argamassa
Kurda et al. (2020)	CV	AR	Concreto
Fort e Cerny (2020)	Tijolos residuais em pó e álcali ativado	AR	Cimento/Blocos/AR
Kurda; Silvestre e Brito (2018)	CV	AR	Concreto
Arrigoni et al. (2018)	CV	AR	Materiais de terra estabilizada
Marinkovic et al. (2017)	CV, CV ativada por álcali	AR	Concreto
Hossain; Xuan e Poon (2017)	Resíduo de Lama de Concreto	AR	Blocos de concreto
Kurda et al. (2017)	CV	AR	Concreto
Anastasio; Liapis e Papayianni (2015)	CV Balcária	AR	Pavimento de concreto

*CV-Cinza Volante; SA-Sílica Ativa; EGAF-Escória Granulada de Alto Forno; CCA-Cinza de casca de arroz; CBC-Cinza de bagaço de Cana-de-açúcar; RPPO-Resíduos do Processamento de Pedras Ornamentais; CLEI- Cinzas de Lodo de Esgoto Incineradas; CVP-Cinza Volante Pulverizada; PV-Pó de Vidro; SMC-Sedimentos Marinhos Contaminados; CVIRSU-Cinzas Volantes de Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos.

Tabela 1. Resumo dos estudos analisados

3.2 DEFINIÇÃO DE OBJETIVO E ESCOPO

Nesta fase, são apresentados: o objetivo do estudo, a definição da unidade funcional, o sistema do produto estudado, os limites do sistema, os insumos e os procedimentos de atribuição dos produtos. Na Tabela 2 são detalhados os aspectos relacionados à fase de definição do objetivo e escopo da metodologia de ACV.

Todos os trabalhos definem o objetivo do estudo da ACV, por separado do objetivo do artigo. Em geral, os estudos têm como objetivo avaliar os impactos ambientais de concretos e argamassas produzidas com MCS e AR, utilizando a metodologia ACV.

Pode-se verificar que quase todos os trabalhos consideram o limite do sistema “berço ao portão” e apenas um “berço ao berço”. Isso significa que os impactos ambientais são considerados desde a produção da matéria-prima até a saída da fábrica, em geral. É importante mencionar que este limite do sistema é escolhido provavelmente devido ao desconhecimento do comportamento do produto até o final de sua vida útil (LO et al., 2021).

Em relação à unidade funcional, a mais utilizada é a massa (kg e/ou ton), seguida da volumétrica (m³). A seleção da unidade funcional é essencial para comparar e ter precisão nos resultados (GUO et al., 2020). Por esse motivo, recomenda-se selecionar uma unidade funcional adequada para comparar os resultados com outros estudos de ACV (HISCHIER; REICHART, 2003).

Quando se analisa a alocação, observa-se que a maioria dos estudos desconsideram esse aspecto e poucos o fazem, seja em massa e/ou economicamente. Porém, na utilização de MCS e AR, recomenda-se não utilizar alocação, uma vez que muitos destes materiais já são coprodutos (com algum valor comercial) e utilizados como substitutos de outros materiais (BÖSCH; HELLWEG, 2010).

Autores	Norma	Unidade funcional	Fronteira do sistema			Alocação		
			Berço ao portão	Berço ao túmulo	Berço ao berço	Sem alocação	Em massa	Econômica
Souza et al. (2021)	Não menciona	1 kg	Sim	-	-	Sim	-	-
Meek et al. (2021)	ISO 14044 EN 15804	1 kg	Sim	-	-	-	Sim	Sim
Hossain et al. (2020)	ISO 14040 ISO 14044	1 ton	Sim	-	-	-	-	Sim
Moro et al. (2020)	ISO 14040 ISO 14044	1 m ³	Sim	-	-	Sim	-	-
Kurda et al. (2020)	EN 15804 ISO 14040	1 m ³	Sim	-	-	Sim	-	-
Fort e Cerny (2020)	Não menciona	1 ton	Sim	-	-	Sim	-	-
Kurda; Silvestre e Brito (2018)	ISO 14040 EN 15804	1 m ³	Sim	-	-	Sim	-	-

Continua...

Autores	Norma	Unidade funcional	Fronteira do sistema			Alocação		
			Berço ao portão	Berço ao túmulo	Berço ao berço	Sem alocação	Em massa	Econômica
Arrigoni et al. (2018)	ISO 14040	1 kg 1 m ²	Sim	-	-	Sim	-	-
Marinkovic et al. (2017)	ISO 14040	1 m ³ 1,1 m ³	Sim	-	-		Sim	Sim
Hossain; Xuan e Poon (2017)	ISO 14040 ISO 14044	1 kg	Sim	-	-	Sim	-	-
Kurda et al. (2017)	ISO 14040 EN 15804	1 m ³	Sim	-	-	Sim	-	-
Anastasio; Liapis e Papayian-ni (2015)	ISO 14040	1 km (via urbana)	-	-	Sim	Sim	-	Sim

Tabela 2. Aspectos da definição do objetivo e escopo dos estudos.

3.3 INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA (ICV)

O ICV envolve a coleta de elevada quantidade de informação, uma vez que representa a relação entre os processos da unidade e seus impactos ambientais por meio de fluxos de energia, materiais e emissões. Nesse sentido, recomenda-se o uso de banco de dados de ICV, os quais podem variar por país (DONG et al., 2015; HOSSAIN et al., 2020).

No presente estudo, observa-se que os dados foram adquiridos de forma primária no 66,67% dos estudos (diretamente as fontes). Mas, na maioria dos casos, foram utilizadas bases de dados (75%) e literatura (75%).

As bases de dados mais utilizadas são *Ecoinvent* e *ELCD (European Reference Life Cycle Database)*, sendo as mais reconhecidas e utilizadas na literatura (VIEIRA; CALMON; COELHO, 2016). O uso de um banco de dados ajuda a uma aplicação de ACV mais eficiente, uma vez que uma grande quantidade de dados é necessária. Muitos programas já contêm bases de dados integradas que otimizam o processo, como o *SimaPro* e o *OpenLCA*, frequentemente utilizados nos estudos analisados.

3.4 AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO CICLO DE VIDA (AICV)

A AICV consiste em uma das etapas mais importantes para execução da metodologia ACV e são diversificadas as categorias de impacto ambiental que podem ser analisadas. A Tabela 3 mostra as categorias de impacto que foram encontradas

nesta revisão de literatura, bem como são apresentados as unidades e siglas que são utilizadas no estudo.

Categoria de impacto	Sigla utilizada	Unidade
Potencial de aquecimento global	GWP	kg CO ₂ eq
Potencial de depleção abiótica	ADP	kg Sb eq
Potencial de acidificação	AP	kg SO ₂ eq
Potencial de eutrofização	EP	kg PO ₄₋₃ eq
Potencial de criação fotoquímica de ozônio	POCP	kg C ₂ H ₄ eq
Energia não renovável	N-Re	MJ primário
Destruição da camada de ozônio	ODP	kg CFC ₁₁ eq
Inorgânicos respiratórios	RI	kg PM2.5 eq
Extração mineral	ME	MJ excedente
Carcinógenos	CA	kg C ₂ H ₃ Cl eq
Não-carcinógenos	NCA	kg C ₂ H ₃ Cl eq
Ocupação do solo	LO	m ₂ org.arabl
Acidificação aquática	AA	kg SO ₂ eq
Ecotoxicidade terrestre	TE	kg TEG soil
Ecotoxicidade aquática	AE-Tox	kg TEG water
Eutrofização aquática	AE	kg PO ₄ P-lim
Radiação ionizante	IA	-
Acidificação/ nitrificação terrestre	TAN	kg SO ₂ eq
Depleção abiótica de combustíveis fósseis	ADP_FF	MJ

Tabela 3. Categorias de impacto ambiental

A Tabela 4 apresenta a síntese da AICV realizada nos estudos

Autores	Método AICV	Categorias de impacto	Software
Souza et al. (2021)	IPCC	GWP, AP, EP, ODP, AE-Tox	-
Meek et al. (2021)	IPCC	GWP	AusLCI database v2.8
Hossain et al. (2020)	IMPACT 2002 +	GWP, AP, N-Re	SimaPro
Moro et al. (2020)	TRACI	GWP, AP, EP, POCP, N-Re, ODP	-
Kurda et al. (2020)	NativeLCA	GWP, N-Re	SimaPro

Fort e Cerny (2020)	IMPACT 2002+ (versão 3.5)	Midpoint: GWP, AA, AE-Tox, AE, CA, IA, LO, ME, NCA, N-Re, ODP, POCP, RO, TAN e TE Endpoint: Saúde humana, qualidade do ecossistema, mudança climática e recursos	<i>SimaPro</i>
Kurda; Silvestre e Brito (2018)	CML	GWP, ADP, POCP, AP, EP, N-Re	<i>SimaPro</i>
Arrigoni et al. (2018)	ReCiPe2016	GWP, LO, Consumo de água	<i>SimaPro</i>
Marinkovic et al. (2017)	CML	GWP, ODP, AP, EP, POCP, ADP_FF	<i>Excel</i>
Hossain; Xuan e Poon (2017)	IMPACT 2002+	GWP, N-Re, RI, AP, EP, ODP	<i>SimaPro</i>
Kurda et al. (2017)	CML	GWP	<i>SimaPro</i>
Anastasiou; Liapis e Papayianni (2015)	Método de impacto GWP do IPCC (2007)	GWP	<i>SimaPro</i>

*IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change; TRACI - Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other Environmental Impacts; KOLID - Korean Life Cycle Impact Assessment Method based on Damage-Oriented Modeling

Tabela 4. Dados da AICV

Entre os métodos do impacto de ciclo de vida apresentados na Tabela 4, os que se destacam em grande parte na utilização são: IMPACT 2002+ e Método CML (este último recomendado pela EN 15804:2012). Quanto aos softwares utilizados, o *SimaPro* foi a opção mais escolhida pelos pesquisadores com 66% (8/12) dos estudos, provavelmente por ser um software com versão educacional gratuita em muitos países e já disponibilizar o banco de dados do Ecoinvent.

Na Tabela 4 também pode ser observado que a categoria de impacto utilizada por todos os autores foi o potencial de aquecimento global (GWP), isto está associado ao fato que os materiais cimentícios possuem uma emissão significativa de dióxido de carbono (CO₂) e esta tem sido uma das maiores preocupações ambientais do setor e do mundo. Porém, mesmo que o GWP seja importante para qualquer estudo deste setor, apenas a análise dessa categoria não será suficiente para uma avaliação ambiental mais consistente. Dessa forma, a maioria dos estudos apresentados optaram por fazer correlações com outras categorias de impacto, principalmente quanto à avaliação do Potencial de Depleção Abiótica (ADP), Potencial de Acidificação (AP), Potencial de Eutrofização (EP), Destruição da Camada de Ozônio (ODP), Potencial de Criação Fotoquímica de Ozônio (POCP) e Energias Não Renováveis (N-Re).

3.5 INTERPRETAÇÃO

A interpretação consiste em avaliar os resultados encontrados através do ICV e AICV. Essa etapa geralmente fornece algumas análises, conclusões e recomendações.

Hossain, Xuan e Poon (2017) analisaram a aplicação de resíduos de lama de concreto em blocos de concreto para paredes divisórias por meio da ACV. Esses resíduos foram incorporados ao material em forma de MCS e como agregado reciclado. Os autores concluíram que os blocos reciclados chegaram a emitir 66% menos gases de efeito estufa (na categoria GWP), a consumir 59% menos energia não renováveis (N-Re), ainda, o impacto da destruição da camada de ozônio chegou a 78% de redução, produzindo dessa forma menos impactos ambientais do que blocos convencionais em todas as categorias. Em resumo, explica-se que a redução das distâncias de transporte proporcionada pelo uso de agregado reciclado, somado aos impactos evitados pela eliminação de RCD e redução dos impactos provenientes da produção de cimento proporcionam melhoria do desempenho ambiental dos blocos produzidos.

Quanto à categoria ADP, Kurda, Silvestre e Brito (2018) destacam uma importante contribuição. Os autores indicam que incorporar somente agregado reciclado não é a solução para diminuição do ADP total do concreto, pois com uma adição de 100% de AR, o concreto diminuiu cerca de 2% em ADP. No entanto, quando houve a inclusão de cinza volante em substituições de 30% e 60% ao cimento, verificou-se a eficiência do MCS com diminuições de aproximadamente 30% e 60%, respectivamente. Além disso, o desempenho ambiental em conjunto (agregado reciclado e cinza volante) foi eficiente na categoria GWP, onde mudou linearmente com a soma de cada efeito individual. Fato também verificado por Arrigoni et al. (2018), onde com a substituição dos agregados naturais por AR e inclusão de cinzas volantes (teor de cimento para 5%), sem comprometer a resistência mecânica ou durabilidade, houve uma redução líquida das emissões GEE de até 15 kg CO₂-eq./m².

A análise de sensibilidade é recomendada como forma de redução nas incertezas dos resultados de AICV. Nesse sentido, Marinkovic et al. (2017) optaram por fazer uma análise de sensibilidade pautada na influência de possíveis diferenças na resistência à carbonatação e comportamento deformacional à longo prazo dos concretos. Outros autores também realizaram análises de sensibilidade, porém consideraram apenas para as distâncias de transportes, isso inclui os estudos de Kurda, Silvestre e Brito (2018), Moro et al. (2020) e Anastasiou, Liapis e Papayianni (2015).

Kurda, Silvestre e Brito (2018) atribuíram em seu estudo a redução de impactos à distância de transporte das usinas, com o agregado natural a uma distância de 65 km e agregado reciclado de 9 km. Além disso, os autores verificaram que, embora a distância da fábrica de cinza volante seja quase três vezes maior que a fábrica de cimento, o N-Re do concreto diminuiu entre 19% e 38% com a sua substituição ao cimento. Isso se deve ao fato de que o N-Re para produzir cinza volante (0,043 MJ) é 86 vezes menor que o N-Re do cimento (3,7 MJ). Estudos como Anastasiou, Lia-

pis e Papayianni (2015) recomendam o uso de agregado de escória de aço apenas para distâncias mais curtas. Para Arrigoni et al. (2018) os benefícios ambientais provenientes da utilização de materiais reciclados podem ser prejudicados pelas condições locais, como por exemplo, distâncias mais longas. Nesse caso, pode até ser mais sustentável para algumas categorias de impacto, como potencial de aquecimento global, a utilização de agregados naturais.

4. CONCLUSÕES

Neste estudo foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) da aplicação da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) para avaliar os impactos ambientais da utilização de Materiais Cimentícios Suplementares (MCS) e Agregados Reciclados (AR) em materiais de construção como concretos e argamassas. Observou-se que o uso de MCS e AR geram menos impactos ambientais em comparação ao concreto tradicional ou materiais de construção convencionais, em destaque, na maioria dos estudos, Potencial de Aquecimento Global seguido por Potencial de Depleção Abiótica e Potencial de Acidificação. Os métodos utilizados nos estudos quantificam apenas os efeitos intermediários das categorias de impacto (*midpoint*).

Substituições de agregados naturais por AR podem trazer maiores benefícios ambientais, mas que vai depender muito das distâncias de transporte utilizadas, portanto, é difícil mensurar e/ou comparar diferentes estudos de ACV com a inclusão de agregados reciclados. Já os MCS contribuem positivamente no desempenho ambiental de concretos e argamassas, muitas vezes, independente da distância de transporte.

É necessária mais pesquisa dos impactos ambientais no emprego de AR para consolidar seu uso, uma vez que não há consenso de resultados por serem influenciados pela região, tecnologia e considerações específicas dos autores. Os impactos evitados destes materiais também precisam começar a ser avaliados. Além disso, é importante que estudos que avaliam os impactos ambientais de MCS e AR, em conjunto, apresentem de forma desagregada o potencial de redução que cada material pode trazer. Finalmente, questões atreladas ao desempenho e durabilidade destes concretos e argamassas contendo MCS e AR também precisam avançar e serem relacionadas com a ACV.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANASTASIOU, E. K.; LIAPIS, A.; PAPAYIANNI, I. (2015). Comparative life cycle assessment of concrete road pavements using industrial by-products as alternative materials. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 101, p. 1-8.

ARRIGONI, A. et al. (2018). Rammed Earth incorporating Recycled Concrete Aggregate: a sustainable, resistant and breathable construction solution. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 137, n. May, p. 11-20.

- BÖSCH, M.; HELLWEG, S. (2010). Identifying improvement potentials in cement production with life cycle assessment. **Environmental Science & Technology**, v. 44, n. 23, p. 9143-9149.
- BRAGA, A. M.; SILVESTRE, J. D.; DE BRITO, J. (2017). Compared environmental and economic impact from cradle to gate of concrete with natural and recycled coarse aggregates. **Journal of Cleaner Production**, v. 162, p. 529-543.
- CALDAS, L. R. et al. (2021). Environmental impact assessment of wood bio-concretes: Evaluation of the influence of different supplementary cementitious materials. **Construction and Building Materials**, v. 268.
- COLANGELO, F. et al. (2018). Life Cycle Assessment (LCA) of different kinds of concrete containing waste for sustainable construction. **Buildings**, v. 8, n. 5.
- DONG, Y.; NG, S.; KWAN, A.; WU, S. (2015). Substituting local data for overseas life cycle inventories – a case study of concrete products in Hong Kong. **Journal of Cleaner Production**, v. 87, p. 414-422.
- FORT, J.; CERNY, R. (2020). Transition to circular economy in the construction industry: Environmental aspects of waste brick recycling scenarios. **Waste Management**, v. 118, p. 510-520.
- GUO, Z. et al. (2020). Life-cycle assessment of concrete building blocks incorporating recycled concrete aggregates - A case study in China. In **Advances in Construction and Demolition Waste Recycling**. Woodhead Publishing, p. 515-535.
- HISCHIER, R.; REICHART, I. (2003). Multifunctional electronic media-traditional media. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 8, n. 4, p. 201-208.
- HOSSAIN, M. et al. (2020). Evaluating the environmental impacts of stabilization and solidification technologies for managing hazardous wastes through life cycle assessment: A case study of Hong Kong. **Environment International**, v. 145, 106139.
- HOSSAIN, M.; POON, C.; DONG, Y.; XUAN, D. (2018). Evaluation of environmental impact distribution methods for supplementary cementitious materials. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 82, p. 597-608.
- HOSSAIN, U.; XUAN, D.; POON, C. S. (2017). Sustainable management and utilization of concrete slurry waste : A case study in Hong Kong. **Waste Management**, v. 61, p. 397-404.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. (2006). **ISO 14040**, Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- KURDA, R. et al. (2017). Effect of incorporation of high volume of recycled concrete aggregates and fly ash on the strength and global warming potential of concrete. **Journal of Cleaner Production**, v. 166, p. 485-502.
- KURDA, R.; DE BRITO, J.; SILVESTRE, J. (2020). A comparative study of the mechanical and life cycle assessment of high-content fly ash and recycled aggregates concrete. **Journal of Building Engineering**, v. 29, 101173.
- KURDA, R.; SILVESTRE, J. D.; DE BRITO, J. (2018). Life cycle assessment of concrete made with high volume of recycled concrete aggregates and fly ash. **Resources**,

Conservation and Recycling, v. 139, n. July 2018, p. 407-417.

LIMA, P. R. et al. (2017). Potentialities of cement-based recycled materials reinforced with sisal fibers as a filler component of precast concrete slabs. **Sustainable and Nonconventional Construction Materials using Inorganic Bonded Fiber Composites**, p. 399-428.

LO, F.; LEE, M.; LO, S. (2021). Effect of coal ash and rice husk ash partial replacement in ordinary Portland cement on pervious concrete. **Construction and Building Materials**, v. 286, 122947.

MARINKOVIC et al. (2017). Environmental assessment of green concretes for structural use. **Journal of Cleaner Production**, v. 154, p. 633-649.

MEEK, A.; ELCHALAKANI, M.; BECKETT, C.; GRANT, T. (2021). Alternative stabilised rammed earth materials incorporating recycled waste and industrial by-products: Life cycle assessment. **Construction and Building Materials**, v. 267, 120997.

MORO, C.; FRANCIOSO, V.; SCHRAGER, M.; VELAY-LIZANCOS, M. (2020). TiO₂ nanoparticles influence on the environmental performance of natural and recycled mortars: A life cycle assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 84, 106430.

ROSADO, L. P. et al. (2017). Life cycle assessment of natural and mixed recycled aggregate production in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 151, p. 634-642.

SOUZA, A. et al. (2021). Application of the desirability function for the development of new composite eco-efficiency indicators for concrete. **Journal of Building Engineering**, v. 40, 102374.

VIEIRA, D. R.; CALMON, J. L.; COELHO, F. Z. (2016). Life cycle assessment (LCA) applied to the manufacturing of common and ecological concrete: A review. **Construction and Building Materials**, v. 124, p. 656-666.

ZHANG, Y. et al. (2019). A review of life cycle assessment of recycled aggregate concrete. **Construction and Building Materials**, v. 209, p. 115-125.

ARTIGO

CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES CON TIERRA. ANÁLISIS DEL BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC)

CABRERA, Santiago

(spcabrera@outlook.com);

Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF)

GONZÁLEZ, Ariel

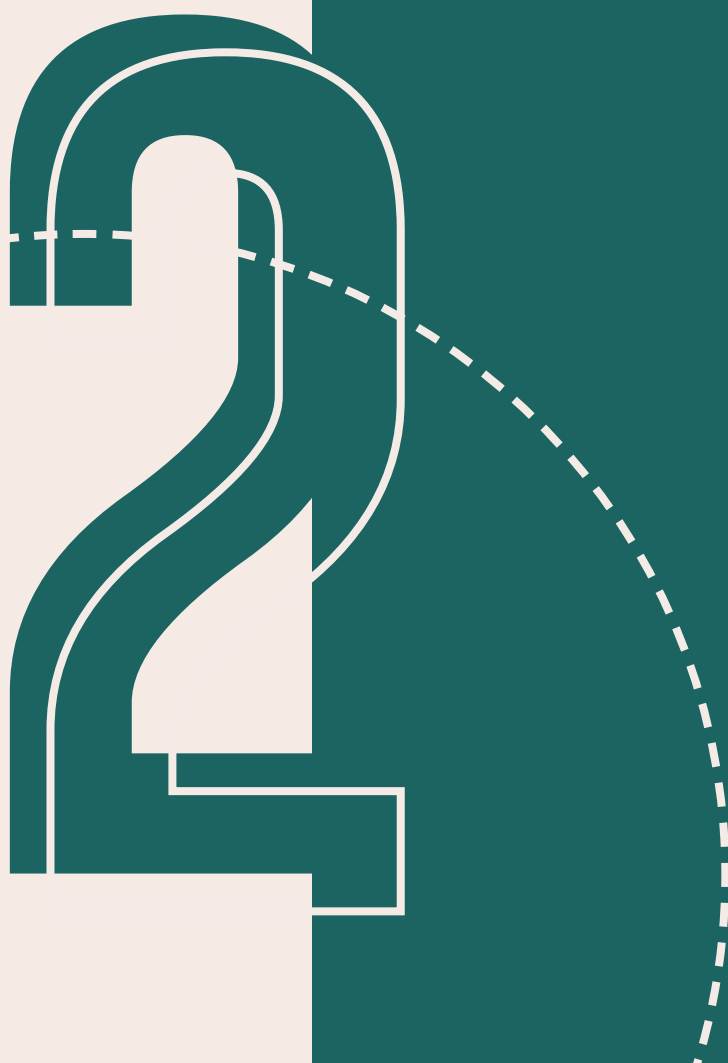
(aagonzal@frsf.utn.edu.ar);

Universidad Tecnológica Nacional, , Argentina

MINGOLLA, Giuseppe

(laterrada.contacto@gmail.com)

Universidad Tecnológica Nacional, , Argentina



PALABRAS CLAVE:

BTC, construcción con tierra, sustentabilidad, análisis energético

RESUMEN

En la actualidad resulta innegable el elevado consumo energético de los sectores comerciales y residenciales como el descuido de la eficiencia energética en el crecimiento de las ciudades. Según los Encuentros Euro ELECS realizados en 2015, 2017 y 2019, el sector de la construcción utiliza a nivel mundial, alrededor del 40% de la energía, 25% del agua, 40% de los recursos naturales y emite aproximadamente 1/3 de los gases de efecto invernadero. Los edificios residenciales y comerciales consumen cerca del 60% de la electricidad mundial, destinando entre el 60 y el 80% de la energía total consumida al acondicionamiento térmico de viviendas y comercios (calefacción y refrigeración). Una alternativa para disminuir la impronta energética de la construcción es trabajar con materiales locales, de fácil acceso y un bajo impacto ambiental, siendo la tierra una alternativa sumamente adecuada.

Es intención de este trabajo poner en evidencia el círculo virtuoso de las técnicas de construcción con tierra en Argentina y, particularmente de la tecnología de construcción con Bloques de Tierra Comprimida (BTC), analizando de manera cualitativa el ciclo de vida de estos bloques y poniéndolo en comparación con otros materiales de construcción de uso frecuente en el país.

1. INTRODUCCIÓN

Es un hecho insoslayable que, tanto a nivel regional como global, el sector de la construcción contribuye significativamente al consumo de energía y de recursos naturales vitales como el agua y diversos minerales; así como en a la generación de impactos ambientales negativos, como emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero y la generación de grandes volúmenes de residuos (Muñoz Sanguinetti, 2014).

Dentro del amplio espectro de la construcción, se estima que alrededor del 60% de la electricidad mundial es consumida por edificios residenciales y comerciales. A su vez, entre el 60 y el 80% de la energía total consumida por estas edificaciones es destinada al acondicionamiento térmico de las mismas (Muñoz Fierro, 2014). En los últimos años se ha incrementado notoriamente la energía destinada a la aclimatación de edificios basta con decir que un solo equipo de aire acondicionado “Split” requiere la misma potencia que requería una casa promedio en los años 70, bien equipada con su heladera, lavavajillas, aspiradora y plancha (Ocvirk, 2016).

Esta situación ha motivado el interés por evaluar el impacto de las construcciones a través de un Análisis de Ciclo de Vida (ACV), el cual considera las etapas de obtención de materias primas, manufactura, transporte, uso y demolición de las mismas. Sin embargo, es importante mencionar que el análisis de Ciclo de Vida tradicional se limitaba a cuantificar el consumo energético desde “la cuna hasta la tumba” de una edificación, olvidando el coste de reponer a un estado en el cual los residuos generados por la eliminación de una construcción vuelvan a ser útiles en algún punto del proceso anterior. Esta nueva concepción, denominada “de la cuna a la cuna” se viene desarrollando desde comienzos del siglo XXI y logra cuantificar de manera más adecuada el costo energético de una construcción (Carretero & García, 2018).

El propósito de este trabajo es ilustrar a grandes rasgos la estructura general del consumo energético y el impacto sobre el medio ambiente asociados al sector de la construcción, desentrañando las variables más significativas sobre las cuales debería trabajarse de manera prioritaria a fin de reducir significativamente dichos impactos. Para lograr este objetivo se analizará de manera general uno de los materiales de construcción más sencillos y tradicionales, la tierra, y en particular, el Bloque de Tierra Comprimida o BTC; el cual será puesto en comparación con otros materiales de construcción típicos en nuestra región, como los son el bloque de hormigón y el ladrillo cerámico común. Se realizará un análisis cualitativo de los aspectos más significativos en la estructura de los costos energéticos de la construcción, utilizando datos aportados por otros autores, con el fin de arribar a conclusiones cualitativas acerca de la idoneidad y plausibilidad de emplear al BTC como material de construcción en comparación con otros materiales.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 COSTOS ENERGÉTICOS DE UNA CONSTRUCCIÓN. COSTOS DE FABRICACIÓN Y MANTENIMIENTO

El coste energético de fabricación dependerá esencialmente de la cantidad de material utilizado y de su naturaleza, así como también de la durabilidad general de la construcción. Por el contrario, el coste energético de mantenimiento, a igualdad de cantidad y naturaleza de los materiales, dependerá significativamente de la geometría particular con que se empleen y de la eficiencia general de sus sistemas energéticos (Roux Gutierrez et al, 2015).

Puede afirmarse que, en general, la influencia de la naturaleza física del material es un orden de magnitud menor que la influencia de su geometría. Sin embargo, debe considerarse la *incidencia de la tecnología empleada en la producción de los elementos constructivos*, ya que, aunque el costo energético de fabricación de un edificio sea sensiblemente menor al costo energético de mantenimiento del mismo, éste puede disminuirse de manera cuantiosa empleando técnicas constructivas y materiales cuya fabricación demande menores cantidades de energía (Espíndola & Valderrama, 2012).

Debe destacarse que la relación entre costes energéticos de “construcción” y “mantenimiento” se encuentra muy influenciada por la vida útil del edificio, ya que, por ejemplo, el porcentaje entre la energía de construcción y la de mantenimiento para un edificio de viviendas típico de la década de los 70 varía de la siguiente forma: para 50 años, la energía de fabricación supone un 9% del total, mientras que para 100 años la proporción se reduce al 5% (Dumal, 1978). Este sencillo ejemplo nos permite afirmar lo siguiente: *Si el objetivo es ahorrar energía en nuevas construcciones, debe prestarse especial atención al diseño arquitectónico y la geometría de las mismas, de los cuales dependerá mayoritariamente la energía destinada a su mantenimiento. Debe combinarse a lo anterior la utilización de adecuadas tecnologías constructivas que permitan reducir de manera sustancial el coste energético asociado a la construcción del edificio.*

Del párrafo anterior puede anticiparse que, considerando la importancia que un adecuado diseño bioclimático de los edificios posee sobre el ahorro energético, particularmente en los costos de mantenimiento, debe tenerse en cuenta para todo tipo de técnica constructiva este aspecto, destacándose que para cada técnica en particular se deben tomar recaudos particulares; el caso de la tierra no es una excepción.

Resulta importante considerar que, aunque los esfuerzos preponderantes deben orientarse en lograr una adecuada geometría, lo fundamental para encaminarse hacia la disminución del coste energético es la reducción de los costes de mantenimiento. Y aunque para ello lo mejor es operar sobre la geometría de la construcción, puede considerarse un incremento en energía de fabricación de los materia-

les a emplear, a condición de que esté ligada a una proporcional disminución en la energía de mantenimiento (Vázquez Espi, 2014).

2.2 ENERGÍA INCORPORADA EN LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. LA INCIDENCIA DEL TRANSPORTE

La energía incorporada de un material de construcción incluye toda aquella que fue necesaria en los distintos procesos requeridos para llevar el material a su lugar correspondiente en la construcción: desde la extracción de las materias primas, hasta su manufactura y erección; debiendo incluir también a la energía asociada al transporte, y a la parte proporcional de la infraestructura necesaria para que éste resulte posible; así como la parte proporcional de los equipos y maquinarias necesarios para realizar todos estos procesos (Muñoz Zanguineti, 2014; IRAM, 2017).

Dado que la energía incorporada debe contabilizar la energía destinada al transporte en los diferentes materiales involucrados, es de fundamental importancia identificar el contexto territorial y geográfico en el cual se desenvolverá cada material; pues, aunque los procesos de fabricación puedan ser semejantes en distintos lugares geográficos, las distancias de transporte no suelen serlo.

Puede así concluirse que, si las materias primas son procesadas cerca del lugar de extracción, su transporte representa un coste insignificante respecto a la energía de transformación o manufactura requerida. Es por este mismo motivo que al considerar territorios geográficos de mayor envergadura el costo energético del mismo puede alcanzar valores sumamente desproporcionados, como sucede por ejemplo con el acero empleado en la Unión Europea, en la cual las distancias medias de transporte alcanzan los 2.000 km, consumiendo para el mismo el 80% de la energía total asociada al mismo (Hernández & Vázquez, 2010). En consecuencia, el escenario de una futura construcción sostenible debe tener como uno de sus ingredientes principales el carácter local de los materiales empleados.

2.3 ENERGÍA INCORPORADA EN CONSTRUCCIONES CON TIERRA

El interés de la construcción con tierra reside en las propiedades higrotérmicas, térmicas y mecánicas de la misma, y en la posibilidad de fabricar elementos constructivos con dicho material sin consumir energías contaminantes (Fernandes et al., 2019) the life cycle assessment of building materials is still in its infancy. So far, there is only a small number of Environmental Product Declarations (EPDs). El mayor ejemplo de esto puede observarse en la fabricación tradicional del adobe y la tapia, como así también en las construcciones con técnicas mixtas, también conocida como “quincha” o “bajareque”, en las cuales es posible utilizar fuentes limpias de energía, al no ser necesario en ninguna fase del proceso someter al recurso a procedimientos que exijan altas temperaturas ni requerirse materiales de mayor pureza que la que presentan en los yacimientos, siendo ésta la diferencia sustancial con el ladrillo cerámico común. Las técnicas de construcción con tierra

mencionadas (ver figuras 1, 2 y 3) fueron técnicas constructivas muy difundidas en Argentina, particularmente en la región cuyana y noroeste -adobe y tapia- y litoral -adobe y quincha- (Viñuales, 2007), regiones donde en la actualidad, se está tendiendo a su recuperación.

La característica anterior, desafortunadamente es la principal desventaja que encuentra la reutilización de técnicas constructivas bien conocidas por la sociedad en su conjunto, dado que el contexto económico de los países industriales penaliza fuertemente en costes monetarios toda técnica que no recurra al uso de energía contaminante y que, por lo tanto, no aproveche la ventaja competitiva que suponen los bajos precios de dicha energía. Es importante recordar que estos “bajos precios” no guardan relación con el coste energético o el impacto ambiental generado (Naredo, 1999).



Figura 1. Embarrado de una vivienda construida con técnicas mixtas



Figura 2. Bloques de adobe



Figura 3. Muro de tapia

2.3.1 El Bloque de Tierra Comprimida

El Bloque de Tierra Comprimida o BTC es un mampuesto fabricado mediante la compresión de un mortero de tierra, generalmente estabilizada con aditivos minerales, que se encuentra contenido en el interior de una prensa específicamente diseñada para tal fin (González et al, 2020). Al ser estabilizado con modestas cantidades de cemento portland o cal, aparece como una solución de compromiso entre las técnicas limpias tradicionales mencionadas y las contaminantes del ladrillo cerámico habitual. Al hacer cierto uso de fuentes energéticas contaminantes, el BTC permite aprovechar ventajas competitivas monetarias, a la vez que se mejoran las propiedades físicas del adobe y la tapia tradicionales, con costes energéticos todavía menores por unidad de producto que otras técnicas habituales. Esta técnica parece pues, idónea para una época de transición en la que, sin duda, los hábitos y costumbres de la industria de la construcción habrían de sufrir drásticos cambios (Salas Serrano & Oteiza, 2008) monographically focusing on what this means for the basic building materials industry. These needs have created the greatest demand ever for ex-novo solutions and an exponential increase in slum rehabilitation and improvement, translated here into the need for construction materials and more specifically, cement, as the emblematic component of buildings. Based on case studies, the article explores the differential impact of materials on final building costs in the developed world (DW).



Figura 4. Construcción de un muro con bloques de tierra comprimida (BTC) en Federal, Entre Ríos



Figura 5. Vivienda construida con bloques de tierra comprimida (BTC) en la ciudad de Goya, Corrientes.

2.4 CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA. PRINCIPALES BENEFICIOS

Antes de comenzar a cuantificar la energía consumida en la construcción de edificios con la tecnología del BTC, se considera importante mencionar algunos los principales beneficios asociados a la construcción con tierra como materia prima base, en cualquiera de sus variantes. A continuación, se enumeran dichos beneficios:

1. Capacidad Térmica: La tierra es un gran *aislante térmico*, motivo por el cual los elementos constructivos compuestos de ella poseen valores de resistencia térmica muy eficientes con respecto otros sistemas masivos, ya que por ejemplo un muro de adobe puede llegar a comportarse 5 veces mejor que uno de hormigón armado (S. Bastraten, 2011). Sin embargo, es preciso mencionar que la mayor virtud de la tierra en lo referido a sus propiedades térmicas es su gran *inercia térmica*, la cual le confiere una gran capacidad de almacenamiento de calor, característica muy beneficiosa en climas de gran oscilación térmica entre el día y la noche.
2. Propiedades higrotérmicas: La tierra, por ser un material altamente poroso, posee grandes cualidades de absorción de vapor de agua, lo cual permite equilibrar de manera natural la humedad interior de las construcciones, y conseguir así un gran confort interior. Esta propiedad se mantiene también a la inversa, es decir, el material aporta su propia humedad en momentos de excesiva sequedad del aire.

3. Capacidad portante: A pesar de poseer una resistencia estructural sensiblemente menor a la de otros materiales como el ladrillo cerámico o el bloque de hormigón, las técnicas de construcción con adobe, tapia o BTC permiten generar muros de carga sin necesidad de incorporar estructuras independientes para dicho fin.
4. Eliminación de olores indeseables: La composición química de la tierra le confiere una gran capacidad de absorción de partículas tóxicas y olores desagradables, lo cual motiva a la creciente utilización de revoques de tierra en establecimientos públicos.
5. Gran comportamiento acústico: Los muros de tierra, por su elevada densidad presentan un muy buen aislamiento acústico, convirtiéndose de esta manera en eficaces barreras contra los ruidos indeseados.
6. Alta resistencia al fuego: La tierra cruda presenta una gran resistencia natural a las altas temperaturas y al fuego, inclusive superior a la de otros materiales convencionales como el ladrillo común y el acero.
7. Posibilidad de autoconstrucción: Una de las principales virtudes de las diferentes técnicas de construcción con tierra es su posibilidad de ser empleadas en procesos de autoconstrucción asistida, dada la sencillez de los procesos constructivos y equipamiento requerido para tal fin.

3. ANÁLISIS

Por los motivos explicados en el apartado 2.3.1, y a los fines prácticos de este trabajo, se cuantificará únicamente la energía requerida por una construcción en tierra considerando únicamente a la tecnología del Bloques de Tierra Comprimida (BTC).

3.1 ENERGÍA INCORPORADA EN LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA

Utilizando como referencia los valores estimados por Maldonado Ramos (1999) para bloques de tierra comprimida cuya dosificación consiste en un 86 % del peso total del bloque en tierra tamizada y el restante 14 % en cemento, puede estimarse que el coste energético asociado a la fabricación de estos bloques en los 330 Wh/kg. Sin embargo, imputando el coste energético vinculado al transporte del producto final una distancia media de 100 km, el resultado final es una energía total incorporada de 0.4 KWh/kg.

Esta estimación debe ser considerada como un límite superior fácilmente mejorable a la vista de la fuerte imputación que le fue asignada al transporte. Además, resulta importante destacar que el mayor consumo energético está vinculado al contenido de cemento del bloque (Cabrera et al, 2020), único material que requiere altas temperatura y pureza durante su fabricación. Un límite inferior puede obtenerse con facilidad: si la energía específica de la tierra cribada se reduce, la canti-

dad de cemento se limita al 5% y se suprime la imputación por transporte, la energía incorporada a este material puede reducirse hasta alcanzar los 0,13 kWh/kg.

La energía incorporada puede fácilmente reducirse algo por debajo del límite inferior estimado anteriormente utilizando máquinas de accionamiento manual. Sin embargo, la utilización de cemento portland permite vislumbrar un límite teórico a las reducciones alcanzables, que puede fijarse en torno a 0.1 kWh/kg.

3.2 COMPARACIÓN ENTRE LA ENERGÍA INCORPORADA EN LA FABRICACIÓN DE BTC CON LA DE OTROS MATERIALES

Estimado el coste energético asociado a la fabricación de bloques de tierra comprimida, resulta sumamente interesante comparar el valor obtenido con el de otros materiales de uso frecuente en nuestra región. Para lograr este cometido, pueden emplearse como referencia los costes energéticos de fabricación compilados por Mariano Vázquez Espi (2001) en su trabajo publicado en la revista española “Informe de la Construcción”. A continuación, se exponen los valores más significativos:

- Perfiles de acero laminado: 14 kWh/kg;
- Perfiles de Aluminio: 80 kWh/kg;
- PVC: 20 kWh/kg;
- Hormigón: 0.7 kWh/kg;
- Ladrillo cerámico: 1.25 kWh/kg.

Comparando los valores anteriores con el calculado precedentemente en el inciso anterior (0.4 kWh/kg) puede afirmarse que los bloques de tierra comprimida requieren para su fabricación una cantidad de energía significativamente menor a la precisada por el bloque de hormigón y el ladrillo cerámico cocido, y una cantidad inmensamente menor a la requerida por el acero, el aluminio y el PVC.

Costo energético de las funciones constructivas

La energía incorporada en los materiales no es la única variable importante a la hora de cuantificar los costes energéticos de una construcción. Para poder realizar una elección sensata es necesario no sólo considerar el material empleado, sino que también debe tenerse presente la función que se espera que éste cumpla, y la geometría del diseño elegido. Es por este motivo, que a continuación se analizan algunas de las funciones típicas para las que pueden emplearse bloques de tierra comprimida.

Coste energético de la capacidad portante

El coste estructural específico de un material puede estimarse como la razón entre la energía incorporada en los materiales estructurales y el volumen requerido por

dichos materiales para cumplir adecuadamente la función estructural. Este cálculo resulta muy simple, y se realiza empleando la ecuación (1):

$$E = (\rho \times e) / f' \quad (1)$$

Donde **E** es el costo energético de un material, **ρ** el peso específico del material, **e** la energía específica incorporada por el material y **f'** la capacidad portante del material.

Del trabajo de Vázquez Espi (2014) puede extraerse la siguiente conclusión: el coste energético específico asociado a la capacidad portante en los diferentes materiales analizados resulta ser muy similar, dado que por ejemplo el elevado coste energético del acero se compensa con su elevada resistencia, mientras que en los bloques de tierra comprimida ocurre justamente lo contrario.

Coste energético del acondicionamiento térmico

Aunque el comportamiento térmico de un edificio resulta ser un fenómeno sumamente complejo, existen algunos indicadores sencillos que ofrecen algunas pistas de comparación entre diversos materiales de cerramiento, como lo son tanto la “resistencia térmica” como la “capacidad térmica”. A diferencia de la capacidad térmica, la cual fue explicada en el apartado 2.3, la resistencia térmica es la propiedad referida a la capacidad de un material de no permitir el paso de calor a través de él, la cual depende tanto del espesor del material como de sus “resistividad” (propiedad intrínseca a cada material). Por otra parte, la “capacidad térmica” representa la capacidad de un material de almacenar calor. Esta capacidad térmica está directamente relacionada tanto a la densidad del material como a su calor específico y espesor (Bastraten, 2011).

En base a lo explicado en el párrafo anterior, puede concluirse que el problema de diseño térmico es fundamentalmente un problema de optimización, en el cual hay que buscar una solución de compromiso entre dos magnitudes, resistencia y capacidad, las cuales los materiales no poseen de manera simultánea (Vázquez Espi, 2001).

El investigador español Maldonado Ramos (1999) analizó el comportamiento térmico de diversos materiales de uso frecuente como envolventes de edificios, como son los bloques de tierra comprimida, ladrillos macizos y ladrillos huecos, así como también el de un típico material aislante, como lo es el poliestireno expandido. Su trabajo permite establecer que, aunque el bloque de tierra comprimida no puede competir en coste energético con los típicos materiales aislantes cuando dicha propiedad sea muy necesaria. Sin embargo, frente a otros tipos de fábricas (ladrillo cerámico tanto hueco como macizo) presenta simultáneamente menores costes, tanto en resistencia como en capacidad térmica.

Estos resultados sugieren que la construcción con bloques de tierra compactada debe ser considerada como una alternativa digna de atención, particularmente ante las fábricas ahora habituales de materiales cerámicos más intensivos en su consumo energético.

Coste energético del acondicionamiento higrotérmico

Como fue mencionado en el apartado 2.3.1, una de las principales ventajas de la construcción con tierra, cualquiera sea la técnica empleada, es la capacidad de la misma de regular naturalmente la humedad del aire alojado en los recintos interiores. Esta propiedad no es específica de la tierra, aunque si la diferencia del acero, el bloque de hormigón y el ladrillo cerámico, ya que estos materiales no poseen propiedades higroscópicas que le confieran la capacidad de modificar la humedad del aire. Es por este motivo que, sin lugar a duda, la construcción con bloques de tierra comprimida, (en realidad con cualquier técnica que utilice a la tierra cruda como constituyente principal) presenta significativas ventajas en cuanto al consumo energético destinado al mantenimiento de la construcción, ya que, para lograr similares condiciones dentro de edificaciones construidas con materiales convencionales, como el bloque de hormigón o ladrillo cerámico, deberán incorporarse equipos deshumificadores por su baja prestación higrotérmica.

3.3 COSTO MATERIAL DE LAS FUNCIONES CONSTRUCTIVAS

Aunque la preocupación ambiental recae principalmente sobre la energía empleada, no debe olvidarse que los límites materiales del planeta son mucho más estrictos que los energéticos. En el futuro, la escasez de recursos para todos los procesos liderados por la termodinámica química (entropía de mezcla, reacción, etc.) pueden aflorar con mucha más fuerza que la que han manifestado hasta ahora los límites energéticos, habida cuenta de los stocks limitados de recursos materiales contenidos en la Tierra, frente al flujo continuado de energía que nos envía diariamente el Sol; a lo que se añade, además, el hecho de resultar más fácil convertir materiales en energía que energía en materiales” (Naredo, 1999).

Uno de los aspectos fundamentales que debe ser tenido en cuenta a la hora de analizar el coste energético de un material asociado a las funciones constructivas, es el costo material que dicha función conllevará (Bradley et al, 2018). Poniendo un ejemplo sencillo, puede analizarse el impacto material vinculado a la resistencia de una estructura, el cual puede reducirse empleando materiales especializados en dicha función, como el acero o el hormigón; ya que, debido a las elevadas tensiones admisibles de dichos materiales, para resistir las cargas de diseño de la estructura se requerirán menores volúmenes de material.

En un edificio, sin embargo, la función estructural en general, y particularmente la resistencia a la compresión simple, son marginales respecto a los impactos negativos sobre el ambiente. Para juzgar mejor al BTC podemos compararlo en términos de capacidad térmica, una función importantísima en nuestros climas la cual será encomendada normalmente a fachadas y muros (Volhard, 2016) , junto a losas y suelos. Analizando los resultados obtenidos por Maldonado Ramos (1999), puede concluirse que, comparando el desempeño térmico del ladrillo cerámico común con las de los BTC, a igualdad de capacidad térmica aportada, el coste material de ambos materiales resulta ser similares.

La conclusión a la cual se arriba en este apartado no debe sobreestimarse, dado que una de las mayores críticas a la construcción con tierra es que ésta consume grandes cantidades de materiales en comparación con otras técnicas constructivas, lo cual no cuenta con mayores fundamentos al comparar funciones y prestaciones por igual.

4. CONCLUSIONES

Si se desea seguir construyendo al ritmo actual, y a su vez disminuir el impacto que estas construcciones generan al medio ambiente, resultaría importante considerar las siguientes conclusiones:

Cualquier tipo de construcción sustentable deberá basarse en la utilización de materias primas locales, reduciendo así al mínimo la energía asociada al transporte, la cual, en algunos casos alcanza valores totalmente desproporcionados.

La presencia de elementos constructivos que requieran de altas temperaturas en su fabricación o altos grados de pureza respecto a su composición media en estado natural incrementa en gran medida la energía asociada a la construcción.

Los materiales polifuncionales deben preferirse sobre los materiales especializados, dado que el coste energético de un material sólo tiene sentido cuando se lo relaciona con la cantidad de material requerido por la función constructiva asignada.

Considerando los tres incisos anteriores, puede concluirse que las técnicas de construcción que empleen tierra como materia prima preponderante, y en particular la tecnología del BTC, dadas sus propiedades térmicas, higrotérmicas y mecánicas; considerando además, la posibilidad de fabricar los elementos constructivos sin consumir energías contaminantes y al no ser necesario en ninguna fase del proceso de fabricación someter al recurso principal (tierra) a procedimientos que exijan altas temperaturas ni requerirse materiales de mayor pureza que la que presentan en los yacimientos; y al encontrarse de manera natural prácticamente en cualquier lugar del planeta -reduciendo así los costes asociados al transporte- es una de las alternativas más viables para construir de manera sustentable.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alamino Naranjo, Yésica; Kuchen, Ernesto; Gil Rostol, Celeste & Alonso Frank, Alción (2015). Monitoreo de consumo y estrategias de eficiencia para el edificio público de Obras Sanitarias Sociedad del Estado, San Juan, Argentina. *Hábitat Sustentable*, 5 (1),14-23.

Bestraten, Sandra (2011). "Construcción con tierra en el siglo XXI." *Informes de la construcción*. 63 (523), 5-20.

- Bradley, R. A., Gohnert, M., & Bulovic, I. (2018). Construction considerations for low-cost earth brick shells. *Journal of Construction in Developing Countries*, 23 (1), 43-60.
- Cabrera, S., Aranda Jiménez, Y. G., Suárez Domínguez, E., & Rotondaro, R. (2020). Bloques de Tierra Comprimida (BTC) estabilizados con cal y cemento. Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión. *Hábitat Sustentable*, 10 (2), 70-81. <https://doi.org/https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.02.05>
- Carretero-Ayuso, M., & García-Sanz-Calcedo, J. (2018). Comparison between building roof construction systems based on the LCA. *Revista de La Construcción*, 18 (1), 123-136.
- Daumal, Francisco; García, Gerardo (1978). "La energía y el ciclo vital del edificio". CAU N°55. Páginas 30-37. España.
- Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2012). Huella del carbono. Parte 1: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. *Informacion Tecnologica*, 23 (1), 163-176. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000100017>
- Fernandes, J., Peixoto, M., Mateus, R., & Gervásio, H. (2019). Life cycle analysis of environmental impacts of earthen materials in the Portuguese context: Rammed earth and compressed earth blocks. *Journal of Cleaner Production*, 241. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118286>
- González, A., Losa, N., & Cabrera, S. (2020). Investigación y desarrollo para el mejoramiento en la producción de BTC: 1° Congreso Nacional Btceros. *Construcción Con Tierra*, 9, 31-38.
- Hernández, A., & Vázquez, M. (2010). Urbanización contra sostenibilidad. *Boletín CF+S. Tierra y Libertad*, 44, 7-12. <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n44/aaaher.html>
- IRAM. (2017). IRAM-ISO 14040. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
- Maldonado Ramos, Luis; Valero, Antonio (1999). Determinación del rendimiento y coste energético en la construcción de cerramientos de fábrica de adobe, bloque de tierra comprimida y entramado, para su aplicación en proyectos de desarrollo sostenible y política medioambiental. Departamento de construcción y Tecnología Arquitectónica, Universidad Pública de Madrid, España.
- Muñoz Sanguinetti, Claudia; Quiroz Ortiz, Francisco (2014). Análisis de Ciclo de Vida en la en la determinación de la energía contenida y la huella de carbono en el proceso de fabricación de hormigón premezclado. Caso estudio planta productora Región del Bio Bio, Chile. *Hábitat Sustentable*, 4 (2), 16-25.
- Muñoz Fierro, Jorge; Soto Muñoz, Jaime (2014). Evaluación de mejoramiento de muros en mediante simulación energética y análisis de LCC para viviendas de construcción frecuente en Chile. *Hábitat Sustentable*, 5 (1), 22-43
- Naguissa Yuba, Andrea; Engel de Alvares, Cristina; Braganca, Luis. (2015). Prefacio. Congreso Latinoamericano y Europeo de Edificios y Comunidades Sustentables. Guimarães, Portugal.
- Naredo, José Manuel; Valero, Antonio (1997). Patrimonio inmobiliario en España. Ministerio de Fomento. España.

- Ocvirk, Verónica; (2016). El lado oscuro del verano. Diario LeMonde Diplomatique. Publicación mensual año XVII, 201. Argentina.
- Roux Gutierrez, R. S., García Izaguirre, V. M., & Espuna Mujica, J. A. (2015). Los materiales alternativos estabilizados y su impacto ambiental. Revista Electrónica Nova Scientia, 7 (1), 243-266.
- Salas Serrano, J., & Oteiza, I. (2008). La industria de materiales básicos de construcción ante las ingentes necesidades actuales de edificación. Materiales de construcción, 58 (292), 129-148. <https://doi.org/10.3989/mc.2008.46408>
- Vázquez Espi, M. (2014). La descripción de la insostenibilidad, 1945-1973. Boletín CF+S. El «nuevo Paradigma» Cumple 65 Años, 46, 7-21.
- Vázquez Espi, Mariano. (2001). Construcción e impacto sobre el ambiente: El caso de la tierra y otros materiales. Informes de la construcción, 52 (471), 29-43.
- Viñuales, G. M. (2007). Tecnología y construcción con tierra. Apuntes, 20 (2), 220-231.
- Volhard, F. (2016). Construire en terre allegée. Acte Sud - Craterre. Francia.
- Wooley, Tom; Kimmins, Sam; Harrison, Pauls; Harrison, Rob (1997). "Green Building Handbook". E & FN Spon. Inglaterra.

ARTIGO

ANÁLISE TÉRMICA DE CONCRETOS COM A INCORPORAÇÃO DE AGREGADOS LEVES

PIMENTEL, Fabrício

(fabricio.pigasi@gmail.com)

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (UFRJ), Brasil

VELASCO, Reila

(reila@fau.ufrj.br)

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (UFRJ), Brasil

ALMEIDA, Tatiane

(tatiane.almeida@fau.ufrj.br)

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (UFRJ), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Desempenho Térmico, Painéis pré-moldados, Argila Expandida, Pérolas de EPS.

RESUMO

O território brasileiro, devido a sua extensão e localização, apresenta diferentes tipos de clima. Com isso, um dos objetivos da arquitetura sustentável é a busca por soluções que potencializem o conforto térmico interno e a eficiência energética da edificação, que podem ser alcançados pelo uso de sistemas construtivos diferenciados e materiais alternativos, através da incorporação de agregados leves em vedações verticais. Portanto, a proposta desta pesquisa é a avaliação das propriedades térmicas de painéis pré-moldados, produzidos a partir da substituição dos agregados naturais por agregados leves. Para tanto, dois tipos de concretos foram produzidos: um com a substituição total dos agregados naturais, brita e areia, por argila expandida (graúda e miúda), e outro com a substituição total da brita por pérolas de EPS. Para fins comparativos têm-se, também, o concreto referência produzido com agregados naturais. A caracterização térmica dos concretos foi avaliada, sob diferentes amplitudes de temperatura, com a utilização de uma câmara térmica e sensores de temperatura, onde uma das faces laterais de cada painel foi submetida à ação do calor por meio de um módulo de aquecimento. Os concretos foram avaliados, também, através de ensaios de resistência à compressão, absorção e massa específica. Os resultados de massa específica mostraram que os concretos produzidos enquadram-se na categoria de concreto leve. Os resultados de compressão mostraram que o concreto com argila expandida enquadra-se na categoria de concreto estrutural, enquanto o concreto com pérolas de isopor caracteriza-se como concreto para vedação. Os ensaios térmicos mostraram a viabilidade do uso de concretos leves para redução do calor em painéis, onde a redução máxima de temperatura observada foi da ordem de 7°C do concreto com argila expandida, em relação ao concreto referência.

1. INTRODUÇÃO

Quando se pensa em uma arquitetura de qualidade, o conforto térmico e a eficiência energética são temas que devem ser considerados, pois ambos prezam pelo uso do espaço condicionado a sua excelência, possibilitando assim uma ambientação com capacidade de receber o usuário para que o mesmo obtenha acolhimento no local que vivencia, seja ele em sua moradia, trabalho ou lazer. Segundo estudo realizado por Lan *et al* (2011), o desconforto térmico tem um efeito negativo na produtividade do ser humano.

Em termos de mudanças climáticas, Bayomi *et al* (2019) citam em seu artigo que é previsto um aumento na temperatura média global de 1,4°C a 5,8°C até o ano 2100, o que impacta nos níveis recomendados de conforto nas edificações. Porém, as alterações climáticas externas às edificações podem ser acompanhadas por adaptações ou buscas por soluções na fase da concepção arquitetônica de forma a minimizar os impactos térmicos aos usuários. Neste aspecto, há uma série de fatores que podem ser avaliados, como por exemplo, implantação do projeto, iluminação, ventilação, temperatura e umidade do ar, localização geográfica e materialidade da edificação, e sistemas construtivos utilizados.

Diferentes pesquisas têm buscado analisar o desempenho termo-energético de diferentes sistemas estruturais e materiais empregados nas envoltórias das edificações (Oliveira e Alves, 2021; Ustaogly *et al*, 2020; Almeida, 2019; Bezerra, 2003; Sacht, 2008; Angelin, 2014). Destaca-se no trabalho desenvolvido por Almeida (2019) que o sistema construtivo em alvenaria estrutural apresentou melhor desempenho térmico em comparação ao sistema em paredes de concreto, para o qual o desempenho precisou então ser incrementado com a inclusão de material com características isolantes. Portanto, torna-se importante a busca por soluções para alcançar a potencialização do conforto térmico interno das edificações. Neste contexto, enquadra-se o concreto leve, um material que pode ser utilizado visando a adequação das vedações das edificações ao clima de forma a proporcionar melhor conforto térmico aos usuários das edificações.

O concreto leve se caracteriza pela substituição total ou parcial dos agregados convencionais por agregados leves artificiais (vermiculita, Poliestireno Expandido e argila expandida) e/ou naturais (diatomita, pedra pomes, escória e cinzas vulcânicas). Segundo Eurolight (1998) e Holm e Bremmer (2000) uma das maiores vantagens que esse material possui em relação ao concreto convencional é a redução da absorção do calor e da transferência proveniente da radiação solar. Tal comportamento pode ser alcançado uma vez que os agregados leves possuem estrutura celular na qual o ar fica aprisionado (Sacht, 2008).

Deve-se destacar, ainda, que o concreto leve possui massa específica inferior ao concreto convencional, o que traz vantagens para o seu uso como: diminuição de peso próprio das estruturas e da edificação, menor carga nas fundações, facilidade no manuseio e transporte de peças. Nota-se, portanto, que o concreto leve pode agregar diferentes valores a um projeto, e na concepção arquitetônica possui destaque no que se refere ao conforto térmico de edificações.

Dessa forma, o objetivo do presente artigo é avaliar experimentalmente os benefícios térmicos da incorporação de pérolas de EPS e argila expandida no concreto, em substituição total aos agregados naturais, em painéis cimentícios. Adicionalmente, propriedades relacionadas a alterações nos valores de massa específica e resistência à compressão simples também foram avaliadas.

2. METODOLOGIA

2.1 MATERIAIS E PRODUÇÃO DOS CONCRETOS

Os materiais utilizados para a fabricação do concreto foram: cimento CPVARI-RS, com massa específica de 2950 Kg/m^3 , agregado miúdo caracterizado como uma areia média, com dimensão máxima característica de 4,8 mm, módulo de finura de 2,45 e massa específica igual a 2600 Kg/m^3 , e agregado graúdo com dimensão máxima característica de 9,5 mm e massa específica igual a 2655 Kg/m^3 . Além disso, foram utilizados os seguintes agregados leves: pérolas de poliestireno expandido (EPS) com diâmetros variáveis de 1 a 4 mm e massa específica de $17,5 \text{ Kg/m}^3$, argila expandida miúda (AEM) com valores de massa específica e absorção iguais a 1680 Kg/m^3 e 6,72%, respectivamente, e argila expandida graúda (AEG) com valores de massa específica e absorção iguais a 1070 Kg/m^3 e 13,13%, respectivamente. O aditivo superplastificante utilizado é a base de policarboxilato modificado com nanosílica estabilizada, com teor de sólidos igual a 48,6%, e água da rede de abastecimento da cidade do Rio de Janeiro.

A caracterização dos materiais e a dosagem do concreto referência foram obtidas com o auxílio da pesquisa feita por Reis *et al* (2018). O concreto referência foi dosado para a obtenção de resistência à compressão aos 28 dias de idade igual a 50 MPa (CREF). Com base neste concreto, foram utilizadas as pérolas de poliestireno expandido em substituição total do agregado graúdo, o que gerou o concreto com denominação “CPE” na Tabela 1. O concreto denominado “CAE” representa o concreto produzido com 100% de substituição dos agregados naturais (miúdo e graúdo) por argila expandida miúda (AEM) e argila expandida graúda (AEG).

Concreto	Cimento	Areia	Brita	PPE	AEM	AEG	Aditivo	Água
CREF	480,01	612,55	979,10	-	-	-	1,52	190,95
CPE	480,00	612,55	-	6,46	-	-	0,81	190,95
CAE	480,00	-	-	-	447,70	465,33	0,61	190,95

Tabela 1. Proporcionamento dos materiais em kg/m^3 .

A produção dos concretos foi feita em sala climatizada a $21^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$, com a utilização de uma betoneira com capacidade de trabalho de 120 litros. O procedimento de mistura utilizado na produção do concreto CPE foi iniciada com a introdução da areia, cimento e 1/5 do total da água necessária para a mistura na betoneira por 60 segundos. Em seguida, foi adicionado 3/5 da água total e a betoneira foi

ligada por 180 segundos. Por fim, foi adicionado o isopor, o restante da água e o superplastificante, misturados por 360 segundos. No que se refere ao concreto com argila expandida, os agregados leves foram adicionados previamente à betoneira, juntamente com o total de água de absorção, mantendo-os em homogeneização e absorção da água por 15 min. Em seguida, foram adicionados cimento, água e superplastificante, por tempos similares aos apresentados anteriormente.

O adensamento do concreto foi realizado em mesa vibratória e em seguida foi feita a moldagem dos corpos de prova para a realização dos ensaios mecânicos. Os corpos de prova foram desmoldados após 24 horas, identificados e transferidos para um tanque de cura com cal dissolvida, onde foram mantidos até o momento de realização dos ensaios.

2.1.1 Abatimento do tronco de cone e comportamento sob compressão

A caracterização no estado fresco foi realizada através do ensaio de abatimento do tronco de cone, que tem como objetivo o resultado sobre a consistência e fluidez do material produzido, segundo a norma ABNT NBR NM 67(1998).

No estado endurecido, foram realizados ensaios de resistência à compressão e massa específica. Os ensaios de resistência à compressão foram realizados em corpos de prova cilíndricos de dimensões iguais a 100mm de diâmetro x 200mm de altura, utilizando prensa hidráulica servocontrolada, a uma velocidade com controle por deformação a uma taxa de 0,025mm/min. Os concretos foram avaliados em duas idades diferentes: 1 dia e 28 dias.

O ensaio de massa específica foi realizado segundo a ABNT NBR 9778:2005, que compreendeu as seguintes etapas: secagem dos corpos de prova em estufa; saturação em água; fervura por um período de 5 horas para, após resfriamento, obtenção do peso em estado “saturado superfície seca” e em condição submerso, via balança hidrostática.

2.1.2 Descrição da Câmara Térmica

O ensaio térmico foi realizado em uma câmara térmica, projetada e construída por Almeida (2019), tendo como referência Souza (2017). A câmara, de dimensões totais de 1,42x1,04x0,90m, é composta por placas de compensado naval e isolada com placas de poliestireno expandido (EPS) de alta densidade, com 10cm de espessura. A câmara é dividida em três partes: o suporte com rodízio dos painéis (Figura 1-a), diferentes compartimentos da câmara (Figura 1-b) e o módulo de aquecimento (Figura 1-c). A câmara possui duas aberturas superiores de 1cm de diâmetro cada uma para a passagem dos sensores de temperatura utilizados durante as aferições.

O módulo de aquecimento é acoplado lateralmente à câmara. Também feito em compensado naval, é revestido internamente por folhas de papel alumínio, com o objetivo de tornar a distribuição de calor, transmitida pelas lâmpadas, unifor-

me. Neste módulo podem ser acopladas até 12 (doze) lâmpadas, separadas em 4 (quatro) circuitos controlados por dimmers. Para o ensaio, foram utilizadas duas lâmpadas halógenas de 70W, em um primeiro ensaio e duas lâmpadas halógenas de 40W no segundo ensaio. A fonte de calor encontra-se a uma distância de 65cm em relação ao painel utilizado nos ensaios.

Em relação ao suporte com rodízio, o mesmo é inserido, internamente, na região central da câmara (Figura 1-d), funcionando como uma divisória, separando assim a câmara em dois ambientes, sendo um deles para simulação do meio externo, onde está localizado o módulo de aquecimento, e o outro simulando o ambiente interno de uma edificação. A base do suporte com rodízio é composta por placas de compensado naval, placa de EPS e rodízios para que se mantenha a altura relativa entre aos demais compartimentos da câmara.



Figura 1. Compartimentos da câmara: (a), Suporte com rodízio dos painéis, (b) Câmara, (c) Módulo de aquecimento, (d) Painel inserido na câmara.

2.1.3 Produção da Fôrma e dos painéis

Para a produção das fôrmas dos painéis foram utilizadas placas de compensado naval, com fixação de pregos em suas bases, para que o painel, após produzido, e a base da fôrma formassem um único conjunto. O conjunto foi posicionado sobre o suporte com rodízio pertencente a uma parte da base da câmara térmica, que não é fixa e é deslocável com o auxílio de rodízios (figura 1-a), facilitando a movimentação do painel para o interior da câmara térmica e garantindo sua estabilidade. No interior da fôrma tem-se o posicionamento de uma armadura mínima, baseada na NBR 16055 (ABNT, 2012).

Os painéis de concreto possuem dimensões de 0,80 x 0,60 x 0,12 m, sendo produzidos com concreto leve e, também, com concreto referência, para fins comparativos. A concretagem foi feita em 4 camadas, sendo adensada por vibradores de imersão e foi necessário o uso de espaçadores para garantir o posicionamento correto das armaduras nas fôrmas. O processo foi concluído com a desforma dos painéis após 24 horas da moldagem, sendo mantidos em cura através da utilização de cobertores úmidos por 7 dias, idade de ensaio dos painéis.

2.1.4 Descrição do Ensaio Térmico

Os ensaios ocorreram de forma que os painéis fossem submetidos à ação do calor por meio do módulo de aquecimento. Foram usados 3 sensores de temperatura em cada face dos painéis (Figura 2), além de sensores de temperatura do ar ambiente nos dois setores do interior da câmara e, também, no ambiente externo à câmara.

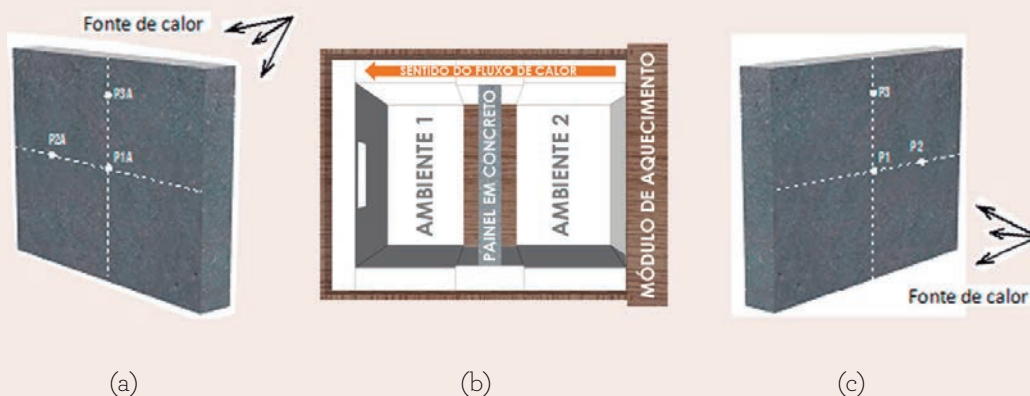


Figura 2. Painel e ambientes: (a) Regiões dos sensores na face do painel voltado para o ambiente 1; (b) Vista superior da Câmara Térmica; (c) Regiões dos sensores na face do painel voltado para o ambiente 2.

A câmara foi mantida fechada e com o módulo de aquecimento desligado nos primeiros 15 minutos para registrar um equilíbrio inicial de temperatura. Após esse tempo, o módulo de aquecimento foi ligado e as lâmpadas foram mantidas acesas em sua potência máxima (70w ou 40w conforme o ensaio realizado), sendo desligadas após 12 horas de aferição. Após isso, o ensaio durou mais cerca de 12 horas, de modo que se registrasse o resfriamento da câmara. Todos os experimentos foram realizados em ambiente com o ar condicionado ligado.

Os dados de temperatura foram obtidos por meio de um condicionador de sinais. Uma câmera termográfica foi utilizada para registrar a temperatura e distribuição do calor na face do painel, além de ser empregada para verificação das trocas de calor entre a câmara e o meio externo.

3. RESULTADOS

3.1 ABATIMENTO DO TRONCO DE CONE

O concreto referência teve abatimento igual a 18cm, apresentando um acréscimo com a introdução dos agregados leves. O concreto “CAE” teve maior valor de abatimento em comparação ao concreto “CPE”, uma vez que a forma da argila expandida é esférica proporcionando um rolamento maior no momento de mistura e tornando-a mais fluida.

3.2 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO

A tabela 2 apresenta o valor médio de resistência à compressão (f_c), bem como os respectivos valores de coeficiente de variação (CV) dos concretos avaliados. Os valores de resistência à compressão foram avaliados nas idades de 1 e 28 dias.

Concretos	1 dia		28 dias	
	f_c	CV	f_c	CV
	MPa	%	MPa	%
CREF	15,93	4,90	38,05	0,53
CPE	5,73	0,58	8,60	9,42
CAE	13,33	7,69	18,34	11,04

Tabela 2. Resultados das resistências dos concretos nas diferentes idades de ensaio.

Independentemente da idade avaliada, todos os concretos produzidos com agregados leves tiveram resultados inferiores ao concreto referência (CREF). A maior redução dos valores de resistência a compressão foi observada nos concretos produzidos com poliestireno expandido. Para a idade de 1 dia os concretos “CPE” e “CAE” tiveram reduções de 64% e 16%, respectivamente. Para a idade de 28 dias essas reduções foram de 77% e 52%. Vale ressaltar que, de acordo com a norma ACI 213 (2003), o concreto “CAE” pode ser classificado como estrutural, pois a sua resistência à compressão é superior a 17MPa aos 28 dias, enquanto o concreto “CPE” se enquadra como concreto isolante.

3.3 MASSA ESPECÍFICA

A massa específica dos concretos leves foi notavelmente inferior ao do concreto referência, uma vez que para a produção dos concretos leves têm-se a utilização de agregados com massas específicas inferiores aos agregados naturais que são empregados no concreto referência. Conforme exigência do ACI 213R (2003) os concretos produzidos podem ser classificados como leves, uma vez que a massa específica encontrada (ordem de 1300kg/m^3) está compreendida entre 1120 e 1920Kg/m^3 .

3.4 ENSAIO TÉRMICO

A Figura 3 e a Figura 4 apresentam os valores do ensaio térmico. Na Figura 3, cada curva apresentada representa a média de três curvas, sendo cada uma destas curvas os resultados obtidos dos sensores de temperatura posicionados nos pontos P1, P2 e P3, conforme Figura 2c. As curvas obtidas para a face oposta do painel, cujos sensores de temperatura estão posicionados nos pontos P1A, P2A e P3A são apresentadas na Figura 4. No ensaio do concreto referência, observa-se que a temperatura inicial da face aquecida se encontrava com uma temperatura superior à temperatura inicial dos demais concretos. Vale ressaltar que embora exista esta

defasagem a avaliação comparativa utilizada neste trabalho leva em conta a diferença, no momento do pico máximo obtido, entre as faces aquecida diretamente e a face aquecida por condução (ambientes 1 e 2 da Figura 2b).

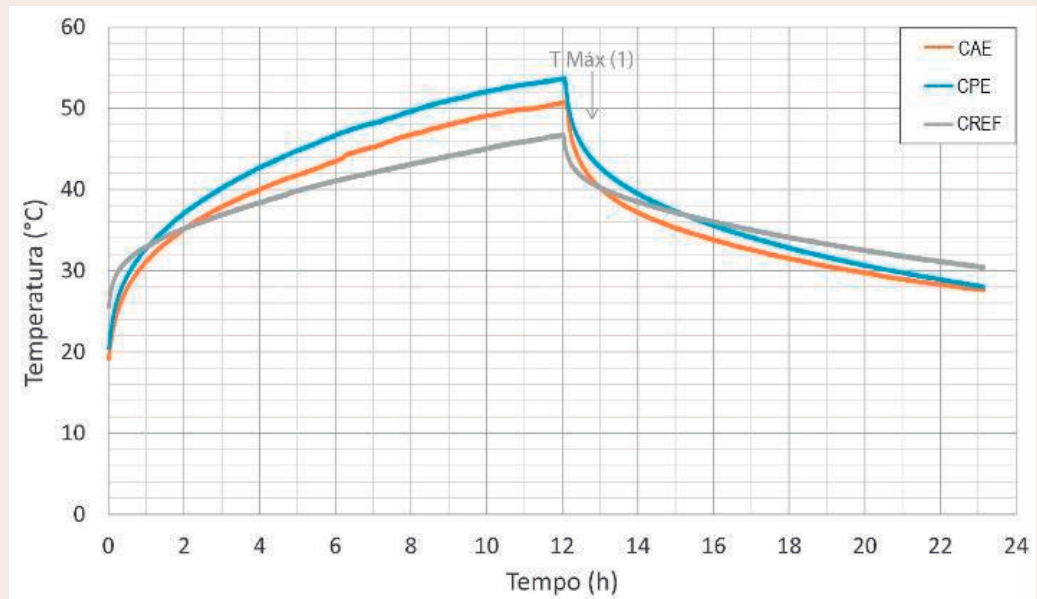


Figura 3. Curvas temperatura x tempo da face do painel com incidência da fonte de calor

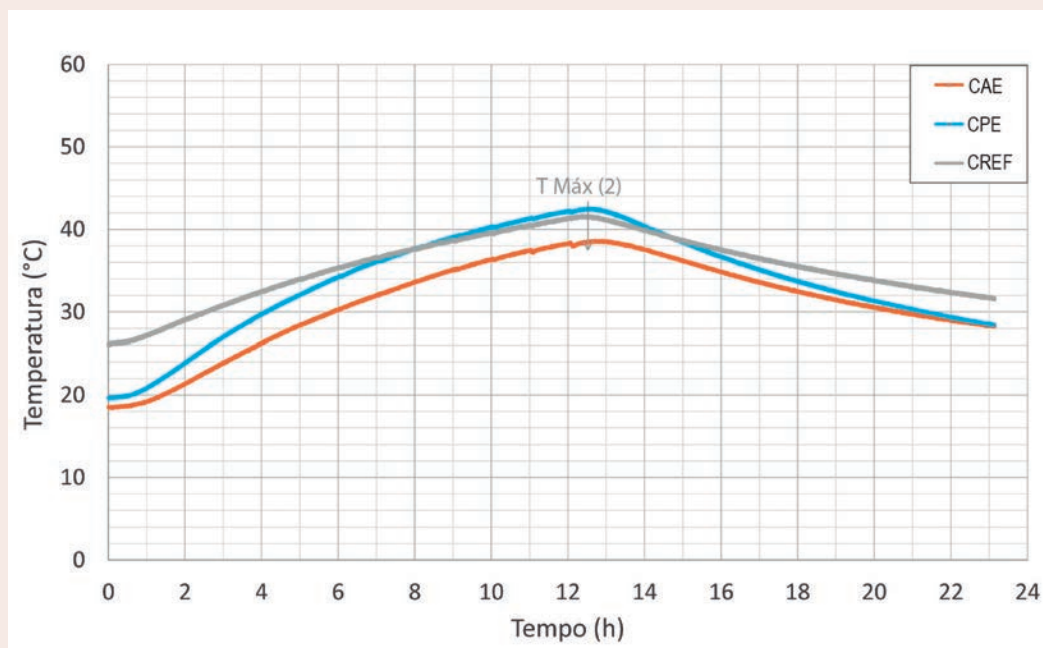


Figura 4. Curvas temperatura x tempo da face do painel sem incidência da fonte de calor

A Figura 5 apresenta os resultados extraídos das curvas acima. Os resultados das três primeiras colunas de cada gráfico da Figura 5 são valores obtidos a partir da diferença entre a temperatura Máx (1) e temperatura Máx (2), apontados nas figuras 3 e 4, ou seja, quando o ambiente 2, ilustrado na Figura 2, foi aquecido com lâmpadas de 40watts (primeiro gráfico da Figura 5), o painel produzido com con-

creto referência (CREF) apresentou uma diferença de temperatura de $4,08^{\circ}\text{C}$, ao se analisar a amplitude máxima de temperatura entre cada face do painel, em seus respectivos ambientes 1 e 2 (ambientes representados na Figura 2). Análise similar é feita para os concretos CAE e CPE, cujos valores estão apresentados na figura abaixo. Com estes dados é possível evidenciar que quanto menor é esse valor, menos isolante é o material.

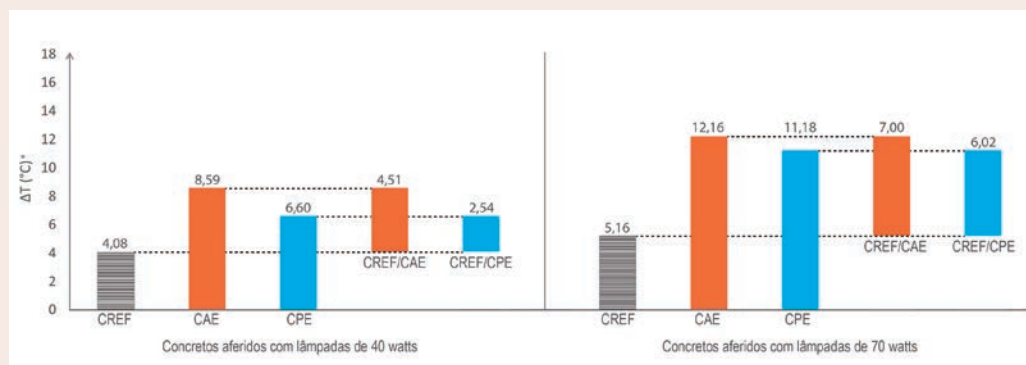


Figura 5. Resultado térmico com a utilização de lâmpadas de 40W e 70 W

Com base nos valores apresentados das primeiras colunas de cada gráfico da figura 5, foi feito um comparativo entre cada concreto leve em relação ao concreto referência. De acordo com os gráficos acima é possível observar o benefício térmico dos painéis produzidos com agregados leves. Como descrito no parágrafo anterior, os concretos com agregados leves, denominados como CAE e CPE, mostraram maior isolamento, uma vez que a diferença obtida entre as duas faces de cada painel, individualmente, foi de $8,59^{\circ}\text{C}$ e $6,6^{\circ}\text{C}$, respectivamente, enquanto o resultado para o concreto referência foi de $4,08^{\circ}\text{C}$, no teste com a lâmpada de 40watts.

Analisando somente os concretos leves, tem-se que o benefício do concreto com argila expandida foi 77% superior em relação ao concreto com poliestireno expandido. Tal entendimento foi feito a partir da diferença de temperatura $8,59^{\circ}\text{C}$ do concreto de argila expandida pelo valor de temperatura $4,08^{\circ}\text{C}$ do concreto referência, que resultou em uma temperatura igual a $4,51^{\circ}\text{C}$ (CREF/CAE). Para o concreto com poliestireno expandido este resultado foi de $2,54^{\circ}\text{C}$ (CREF/CPE, na Figura 5). Comportamento similar foi observado quando o ensaio foi realizado com lâmpadas de 70W, ou seja, o melhor desempenho térmico foi observado para o concreto produzido com argila expandida, porém com valores maiores de redução de temperatura, em relação ao concreto referência.

Ambos os materiais possuem características propícias ao isolamento térmico, uma vez que se expandem durante o seu processo de produção, tendo gases no seu interior e se caracterizando como um material com núcleo poroso. Em relação aos resultados encontrados, o melhor desempenho foi observado para o concreto com argila expandida, mas vale ressaltar que o concreto “CAE” foi produzido com a substituição total dos agregados convencionais (miúdos e graúdos) por agregados leves, enquanto que o concreto “CPE” foi produzido com a substituição parcial de seus agregados (apenas agregado graúdo) pelo poliestireno expandido.

4. CONCLUSÕES

Os concretos com incorporação de agregados leves se enquadram na classificação de concreto leve e estrutural para aqueles produzidos com argila expandida e os ensaios térmicos demonstraram a capacidade de isolamento térmico do concreto leve, uma vez que proporcionou ganhos de redução de temperatura em comparação ao concreto convencional. Vale ressaltar que o processo de mistura dos materiais foi adequado de forma a gerar uma mistura homogênea e, conseqüentemente, concretos com benefícios térmicos satisfatórios.

A redução de carga térmica transferida para o interior das edificações pode resultar em economia de energia, uma vez que a climatização dos ambientes também será reduzida. Tal comportamento será mais pronunciado em localizações onde a radiação solar é responsável por uma relevante parcela de carga térmica do espaço construído.

O trabalho buscou avaliar o comportamento térmico dos materiais analisados, o que indica um possível benefício do ponto de vista termo-energético, proporcionado pela utilização dos agregados leves em substituição aos agregados naturais. O desempenho ambiental de tais materiais, no entanto, e sua relação com a sustentabilidade não foi analisada neste trabalho. Em trabalhos futuros, metodologia como a avaliação do ciclo de vida pode ser utilizada para analisar tal relação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, T. P (2019). A Influência dos Materiais de Sistemas de Vedações Verticais no Desempenho Termo-Energético de Edificações: Habitações de Interesse Social no Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ. 222 P. Dissertação Mestrado. PROARQ, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura FAU/UFRJ.

ESTADOS UNIDOS. American Concrete Institute. (2003). Guide For Structural Lightweight-Aggregate Concrete. ACI 213R-03. Detroit.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR NM 67(1998): Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9778 (2009): Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16055 (2012): Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações - Requisitos e procedimentos.

Angelin, A. (2014). Concreto leve estrutural-Desempenhos físicos, térmicos, mecânicos e microestruturais. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

Bayomi, N.; Rakha, T.; Fernandez, J. E. Urban heat Stress survivability simulation under climate change scenarios. Proceedings of 16th IBPSA Conference – International Building Performance Simulation Association, 2019.

Bezerra, L. A. C. (2003). Análise do desempenho térmico de sistema construtivo de concreto com EPS como agregado graúdo. Dissertação de Mestrado, Natal, RN.

Eurolightcon–Economic Design and Construction with Lightweight Aggregate Concrete. LWAC Materials Properties, State-of-the-art. Project BE96-3942/R2, Noruega, 1998.

Holm, T. A.; Bremner, T. W. State-of-the-art report on high-strength, high-durability structural low-density concrete for applications in severe marine environment. US Army Corps of Engineers–Engineer Research in Development Center, ERDC/SL TR-00-3, 2000.

Lan, L.; Wargocki, P.; Lian, Z.. Quantitative measurement of productivity loss due to thermal discomfort. Energy and Buildings 43, 1057-1062, 2011

Oliveira, R. B., Alves, C. R.. Análise do desempenho térmico de habitação de interesse social com paredes de concreto em Uberlândia-MG. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Volume 12, 2021

Reis, L. *et al* (2018). Dosagem e análise experimental de concretos leves estruturais para produção de painéis pré-fabricados. Lima: Jornadas sudamericanas de engenharia estrutural.

Sacht, H. M. (2008). Painéis de vedação de concreto moldados in loco: Avaliação de desempenho térmico e desenvolvimento de concretos. Dissertação de mestrado, Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.

Souza, C.. (2017) Avaliação do Desempenho Térmico de Vedações em Blocos de Concreto Produzidos com Lã de Rocha. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana). Universidade Federal da Bahia, Salvador.

Ustaoglu, A.; Durtoglu, K.; Gencel, O.; Docyigit, F.. Impact of a low thermal conductive lightweight concrete in building: Energy and fuel performance evaluation for different climate region. Journal of Environmental Management, 2020.

ARTIGO

BIOFABRICAÇÃO DIGITAL PARA A PRODUÇÃO DE MICÉLIOS NA ARQUITETURA E DESIGN

DE REZENDE, Juliana Barros

(jubarrosrezende@gmail.com)

Centro Universitário Newton Paiva, Brasil

WEKHAIZER, Carla Queiroga

(carlaqw@gmail.com)

Centro Universitário Newton Paiva, Brasil

VALE, Jaqueline Leite Ribeiro Vale

(jaquelinevale@gmail.com)

Centro Universitário Newton Paiva, Brasil

DE PAULA, Juliana Tamara da Rosa

(julianatamara78@gmail.com)

Centro Universitário Newton Paiva, Brasil

DE SOUZA, Rafael Augusto Santos

(elrafajeser@gmail.com)

Centro Universitário Newton Paiva, Brasil

SILVA, Lanay Kimberly Souza

(lanaykimberlys.s.2@gmail.com)

Centro Universitário Newton Paiva, Brasil

VERTICCHIO, Victória Júlia Oliveira

(victoriajuliaov@gmail.com)

Centro Universitário Newton Paiva, Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Sustentabilidade, Biomateriais, Biodegradável, Biomimética, Biofabricação Digital.

RESUMO

A busca por materiais sustentáveis e biodegradáveis é crescente em substituição aos derivados do petróleo, comumente utilizados pela indústria, assim como a reestruturação das formas de construção, na qual a arquitetura se adapte às novas tecnologias digitais. Neste sentido, os FabLabs, laboratórios de fabricação e prototipagem, apresentam diversas possibilidades de produção dessas tecnologias, baseando-se no conceito de economia circular. O objetivo deste trabalho é apresentar o processo para a definição de uma metodologia em código aberto, através da experiência realizada na produção de biocompósitos destinados à arquitetura e design, a partir de um método de biofabricação de baixo consumo energético com o uso de subprodutos e resíduos agrícolas. Após as análises, é possível concluir sobre a variabilidade dos estudos relacionados ao uso destes materiais à base de micélio, fibras naturais de crescimento fúngico, e sobre a necessidade de se buscar uma abordagem padronizada de informação para projeto e produção, integrando biomimética ao design e à tecnologia computacional para a produção de materiais eficientes e ecologicamente corretos a baixo custo como alternativa para o mercado.

**SESSÃO 2
MATERIAIS
E TÉCNICAS:
AVALIAÇÃO,
EVOLUÇÃO
E INOVAÇÃO**

1. INTRODUÇÃO

Em vias de estabelecer um desenvolvimento mais sustentável para o Brasil, a construção civil aparece como fator de peso importante nesse processo. Cada dia mais, a busca por materiais com menos impacto cresce no mercado. O aumento da população gera uma grande demanda na indústria de materiais de construção, especialmente na última década, causando um crescimento no volume de descarte desses materiais e uma preocupação com seu reaproveitamento. Além disso, a produção de materiais convencionais, como cimento, tijolos e aços consomem muita energia térmica e elétrica poluindo o ar, a água e a terra (MADURWAR et al., 2013).

De acordo com Ghazvinian (2021), na história da arquitetura, novos paradigmas para design e produção foram criados a partir de tecnologias adaptadas de outras disciplinas, como, por exemplo, a mudança ocorrida na arquitetura devido à Revolução Industrial e, nos séculos XIX e XX, à evolução das engenharias e da ciência. Pelos problemas ambientais existentes no século XXI, uma nova mudança de paradigma se torna necessária e uma maneira possível para abordar tais questões é retornar à natureza e aproveitar os biomateriais (GHAZVINIAN, 2021). Para melhor se adequar às novas tecnologias e pensar em um design do produto para aplicação na arquitetura, a biofabricação se torna essencial.

Biofabricação é um campo de pesquisa em evolução que recentemente recebeu atenção significativa, em particular, no campo da Engenharia de Tecidos e na Medicina Regenerativa (GROLL et al., 2016). Pesquisa em andamento, como a de Groll et al. (2016) explora novos modos de design e fabricação combinando ferramentas e tecnologias digitais com sistemas biológicos vivos dentro de ambientes, a fim de induzir funções biológicas específicas e produção de materiais e processos, com o objetivo de projetar e implementar uma fabricação biológica técnica, usando bactérias, para produzir componentes físicos para arquitetura e design de produto.

Uma mudança global na forma como produzimos e consumimos implica em uma rápida evolução dos sistemas de produção, e assim como a revolução trazida pelo computador pessoal e pela Internet, as tecnologias de fabricação digital iniciaram uma transformação radical na indústria e conseqüentemente na produção e consumo globais na última década (GERSHENFELD, 2012). E os FabLabs se tornaram atores importantes nessa transição.

Os materiais convencionais e poliméricos utilizados na construção civil que possuem um impacto negativo sobre o meio ambiente podem ser substituídos por materiais de nova geração baseados em materiais biológicos (RÄUT et al., 2021). Microrganismos são versáteis e de rápido crescimento em substratos de baixo custo, como o micélio.

O emprego do micélio é uma alternativa viável para a obtenção de um material biocompósito inerte, não tóxico, seguro e ecologicamente correto (RÄUT et al., 2021). Nesse sentido, o emprego do micélio para produção de materiais para aplicação na construção civil funciona como conciliador de número expressivo de dimensões da sustentabilidade.

Os cogumelos se reproduzem por meio de esporos microscópicos, visíveis como poeira quando coletados em massa. Quando a umidade, a temperatura e os nutrientes estão corretos, os esporos liberados de um cogumelo (essencialmente sementes de cogumelo) germinam em filamentos de células densamente unidos denominados hifas. À medida que cada hifa cresce e se ramifica, ela forma conexão com outras hifas de esporos compatíveis para criar uma camada de micélio, que amadurece, reunindo nutrientes e umidade. Em condições ideais, a transformação de esporos em micélio, em um cogumelo, pode levar apenas alguns dias (STAMETS, 2006).

A escolha do substrato para produção do material à base de micélio também pode contribuir para uma produção de um material sustentável. Os resíduos sólidos gerados pela agroindústria são uma opção, sendo estes considerados um problema sério nos países em desenvolvimento, tornando o processo de produção que utiliza o micélio sustentável, de baixo consumo energético e ecologicamente benéfico com absorção de gás carbônico durante seu crescimento e armazenamento no solo, sendo uma alternativa realista em substituição aos derivados do petróleo (HANEEF et al., 2017).

O conteúdo lignocelulósico presente no material agroindustrial atua como um alimento para o micélio e fornece nutrientes suficientes para o seu crescimento (JOSHI et al., 2020). A reutilização de tais resíduos através da adoção de biocompósitos de micélio na construção civil pode ser uma alternativa sustentável de material, não apenas para problema de poluição, mas também para o problema do aterro e do alto custo dos materiais de construção convencionais.

As espécies de fungo do gênero *Pleurotus* são de cultivo relativamente fácil e conseguem crescer em uma grande quantidade de substratos umedecidos e esterilizados ou pasteurizados (ELLIOT, 1997) como palhas de cereais, grama seca, folhagens (MADAN et al., 1987; SCHMIDT et al., 2003), serragem (FASIDI, 1996), resíduos da produção de milho, cascas de sementes, resíduos de café (DA SILVA, et al., 2012; DA SILVA, et al., 2010; NUNES et al., 2017) bagaço de cana de açúcar (MORADALI et al., 2007), papel, papelão e subprodutos da indústria papelreira, dentre muitos outros (CHANG; MILES, 1989; FAN; DING, 1990; YANG, 1986). Pesquisas indicam também que a espécie *Pleurotus ostreatus*, conhecido como *shimeji*, obteve um bom desenvolvimento adotando o plástico oxi-biodegradável como substrato, contribuindo para sua degradação (DA LUZ et al., 2013), além de outros materiais e substâncias poluentes como óleo e derivados do petróleo (AHMADI, 2016).

Em 2020, a pandemia de covid-19 trouxe cenários até então fora de todos os padrões traçados pela comunidade científica. Este contexto sem precedentes desperta a urgência em tornar mais céleres e acessíveis as práticas propostas pela Economia Circular e a democratização das tecnologias de fabricação digital. Estes fatores, aliados ao mapeamento dos recursos locais para produção sustentável de bioprodutos, constituem o ecossistema adequado para fazermos a pergunta: ao invés de transformar, produzir e descartar, não podemos crescer produtos?

O objetivo deste trabalho é apresentar o processo para a definição de uma metodologia em código aberto de concepção de biocompósitos destinados à arquitetura

tura e design, na fase atual em que se encontra a pesquisa. A partir da análise das metodologias de produção adotadas em vários estudos já realizados, será possível propor um adequado para cada tipo de produto.

1.1 BIOFABRICAÇÃO DIGITAL

É crescente o reconhecimento por todos de que o processo linear de consumo e produção predominante desde a Revolução Industrial contribui para o aquecimento global, e a Economia Circular tem sido uma temática cada vez mais frequente no Fórum Econômico Mundial (MACARTHUR, 2013).

A fabricação digital, considerada um dos principais fatores para a democratização tecnológica promovida pela chamada terceira revolução industrial só sobreviverá em um mundo guiado pelo desenvolvimento sustentável se houver uma substituição dos insumos atualmente utilizados por aqueles que obedecem a cadeias produtivas circulares (TROXLER, 2014). Neste cenário, foi constatado um aumento da busca de materiais e ciclos de produção sustentáveis na rede global de FabLabs, e começaram a ser difundidos na rede projetos abertos de produção de Biomateriais e grupos de pesquisa independentes como o Biofab Forum (<https://biofabforum.org/c/biomaterials>), tornando cada vez mais acessível a inovação por meio da Biofabricação Digital (PISTOFIDOU et al., 2020).

Essas plataformas digitais são bancos de dados de código aberto que permitem o compartilhamento de práticas e inspirações, além de colaborações transdisciplinares com o objetivo de encontrar soluções sustentáveis e acessíveis para os recursos desperdiçados. Isso nutre uma abordagem de fabricação descentralizada, em contraponto às patentes e controle de propriedade intelectual (IP) (GHAZVIAN, 2021). Nesse contexto, a fabricação pessoal pode se tornar uma alternativa ao consumo em massa para mais cidadãos à medida que esses ganham acesso às oportunidades de fabricação digital (STAMETS, 2006).

Conforme apontado por Ratto (2011), o design aberto proporciona um olhar mais crítico sobre as práticas atuais, seja em instituições, empresas ou consumidores, em uma sociedade mediada pela tecnologia e informação. O FabLab é um palco perfeito para essa temática conhecida como *Critical Making* (RATTO, 2011), uma vez que se trata de oficinas comunitárias onde pessoas usam equipamentos para criar, num processo social e colaborativo (KOHTALA, 2017) O compartilhamento de arquivos e instruções de produção e design tornou-se uma ferramenta necessária para projetos e iniciativas que procuram transmitir um diálogo crítico sobre como fazer, produzir e fabricar coisas que hoje dominam a vida dos moradores das cidades (TROXLER, 2019).

Com base no conceito de *Critical Making* a partir de práticas interdisciplinares, o FabLab do Centro Universitário Newton Paiva (Belo Horizonte, MG), reuniu outros laboratórios em colaboração com este projeto, como os de Química, Engenharia Estrutural e de Materiais e Microbiologia para a produção dessa pesquisa.

2. METODOLOGIA

Para a implantação da cadeia produtiva circular por meio do aproveitamento de resíduos locais - um dos valores preconizados pela Global Fab City Network (DIEZ, 2017) - foram coletados resíduos agrícolas de uma lavoura de subsistência no município de Formiga, região sudeste do estado de Minas Gerais, Brasil, próximo a Belo Horizonte.

Foram selecionados substratos com desempenho já testado e comprovado na literatura científica, como palha de feijão, casca de café, palha de milho, bagaço de cana-de-açúcar e capim braquiária. Resíduos de madeira brasileira como *Hymenolobium* e *Tectona grandis* e resíduos de MDF por CNC, ambos do Fab Lab Newton, também compuseram os testes de substrato em comparação aos já estudados por outros autores.

2.1 CULTIVO DOS MICÉLIOS

A técnica de produção dos materiais compósitos consiste, como já mencionado inicialmente, na escolha da espécie e dos substratos a serem colonizados. De maneira geral, essa segue um protocolo que foi compilado por Elsacker et al. (2019) a partir da revisão de manuais de código aberto e artigos, apresentado a seguir, que demonstra toda a cadeia produtiva baseada no conceito de economia circular:

1. Primeiramente, o cultivo do micélio é feito em substratos nutritivos como ágar, grãos ou soluções líquidas;
2. O substrato é autoclavado ou pasteurizado para eliminar qualquer tipo de microrganismo que possa contaminar o crescimento do micélio sadio;
3. Uma pequena proporção do micélio já crescido é inoculada no substrato, sendo este pré-umedecido (antes da autoclavagem) ou com posterior adição de água esterilizada. A fim de potencializar seu desenvolvimento, uma solução estéril nutritiva pode ser adicionada;
4. O substrato inoculado é colocado em molde esterilizado com a forma definida, e vedado com filme permeável para troca de ar;
5. O micélio se desenvolve no substrato em um ambiente controlado e em condições adequadas, podendo permanecer somente no molde ou, ao final do processo, fora dele para solidificar sua superfície externa;
6. O material já crescido é tratado a uma temperatura e tempo determinados com o objetivo de cessar seu crescimento e desidratá-lo;
7. Um revestimento ou um pós-processamento pode ser aplicado ao material para melhorar suas propriedades.

As etapas de 1 a 5 descritas acima já foram cumpridas na pesquisa, e os biocompósitos estão em processo de crescimento nos moldes até que o substrato esteja completamente colonizado, seja cessado seu crescimento e desidratado. Em seguida, serão feitas as medições e ensaios para caracterização dos mesmos.

2.2 MICRORGANISMO E PROCESSO DE PRODUÇÃO DAS SEMENTES

As espécies de cogumelos adotadas para este estudo foram fornecidas pela empresa Cogum das Minas, uma produtora de cogumelos sediada em Belo Horizonte, sendo elas: *Pleurotus ostreatus* (shimeji), *Pleurotus ostreatus shimofuri* (shimofuri), *Pleurotus citrinopileatus* (citrus ou shimeji amarelo) e *Pleurotus djamor* (shimeji salmão). Estas cepas são amplamente adotadas em pesquisas semelhantes, pois, como já foi mencionado, são fáceis de obter, crescem em vários tipos de substratos, e geram materiais com boas características (Figura 1).



Figura 1. Espécies de fungos adotados: [a] *Pleurotus ostreatus* (shimeji); [b] *Pleurotus ostreatus shimofuri* (shimofuri); [c] *Pleurotus citrinopileatus* (citrus ou shimeji amarelo); [d] *Pleurotus djamor* (shimeji salmão).

As cepas foram clonadas, cultivadas em caldo nutriente e incubadas a 25°C. Para a produção das sementes, que tem como objetivo aumentar a biomassa de micélios antes da inoculação nos substratos, foi adotado o grão de trigo previamente lavado em água corrente para retirar as impurezas, hidratado em água destilada com adição de 0,7% de carbonato de cálcio (CaCO_3) por 24h. Em seguida, foram cozidos por 10 minutos e drenados. Os recipientes foram, então, esterilizados em autoclave a 121°C por 1h e, após resfriamento, foram inoculados com uma pequena proporção do caldo nutriente com o micélio de cada espécie já desenvolvidos, utilizando o bico de Bunsen como meio de esterilização da área trabalhada. Após aproximadamente 15 dias de incubação em estufa com temperatura e umidade controladas, observou-se o crescimento significativo dos micélios.

2.3 MASSA DE SUBSTRATO, MÉTODOS DE TRATAMENTO E INOCULAÇÃO

Os substratos ideais para a produção de compostos a base de micélio são aqueles considerados fibrosos ou particulados como as palhas, capins, bagaços, serragens ou lascas de madeira, grãos e sementes em geral, folhas, estrume de vaca, entre outros, sendo esses abundantemente produzidos e descartados pela produção agrícola e agropecuária brasileira.

Resíduos agrícolas da região e resíduos de madeira brasileira como *Hymenolobium* e *Tectona grandis* e resíduos de MDF por CNC, ambos do FabLab Newton, também compuseram os testes de substrato em comparação aos já estudados por outros autores. A Figura 2 apresenta os tipos de substratos adotados e a Tabela 1

um sumário dos tipos de fibras, fontes, processamento, dimensão das partículas e sigla dos substratos.



Figura 2. Tipos de fibras naturais adotadas na: [a] palha de milho (PM); [b] palha de feijão (PF); [c] casca de café (CC); [d] bagaço de cana de açúcar + capim braquiária + serragem de madeira dura (BC+CB+SMD); [e] serragem de madeira dura do FabLab (SMD); [f] pó de MDF do FabLab (MDF)

Grupo	Fonte	Tipo	Processamento	Dimensão das partículas (mm)	Sigla
Resíduos de agricultura	Colheita	Palha de milho	Picado	5-25	PM
	Colheita	Palha de feijão	Picado	25-50	PF
	Colheita	Casca de café	Nenhum	10-20	CC
	Restos de beneficiamento		Bagaço de cana de açúcar	Triturado	<10
Capim braquiária			Triturado	5-10	CB
Resíduos do FabLab	madeira	Serragem de madeira dura	Aparas	5-25	SMD
		MDF	Pó	<0,5	MDF

Tabela 1. Sumário dos tipos de fibras, fontes, processamento, dimensão das partículas e sigla do substrato

Inicialmente, alguns substratos foram triturados para reduzir a dimensão das partículas, sendo eles: PM, PF, BC e CB. Os substratos PM, PF, CC e SMD foram embebidos com 75% de seu volume em água destilada para hidratação por aproximadamente 2 horas com adição de 0,7% de CaCO_3 , pois a umidade é muito importante para o desenvolvimento do fungo. Já a CC, a fim de reduzir alguns compostos que poderiam inibir o crescimento de fungos contaminantes, foi fervida em água por aproximadamente 2 horas (DA SILVA et al., 2012).

Pesquisas sugerem que o tipo de fibra tem uma influência menor na resistência à compressão do que a condição da fibra (solta, cortada, pré-comprimida), demonstrando que o processo de fabricação impacta nas propriedades do produto (EL-SACKER et al., 2019).

Com o objetivo de manter a umidade interna dos substratos, eliminando todo o excesso de água, os mesmos foram prensados manualmente e drenados, transferidos para sacos de PEAD (Polietileno de alta densidade) e autoclavados por 45 minutos a 121°C. Após atingir a temperatura ambiente, os substratos receberam a semente na proporção de 5% e foram incubados a 25°C, em estufa, sem exposição à luz.

2.4 DESENVOLVIMENTO DAS FÔRMAS

Para desenvolvimento de um bioproduto, o processo criativo teve como principal critério representar a estreita relação com a natureza. O formato dos moldes em pentágonos gera composições modulares inspiradas na arquitetura das colméias. Na superfície foi projetado em modelagem 3D um padrão de triângulos inspirado na rede de micélio encontrada nas árvores.

Assim, buscamos, por meio dos conceitos da Biomimética (BENYUS, 2021), formas da natureza cuja geometria permitisse a modularidade e representasse esteticamente o micélio (Figura 3).

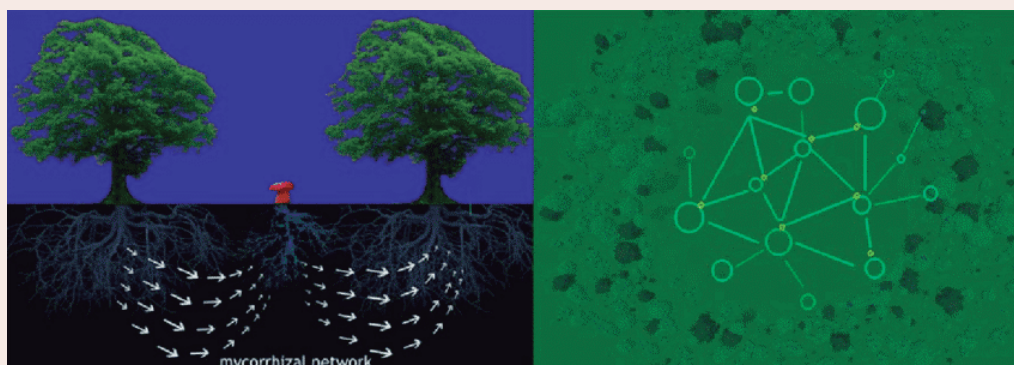


Figura 3. Rede de padrões micorrízicos para inspiração biomórfica. Fonte: Leudar (2018). Surrounded: A Series of Sound Installations That Combine Plant Electrophysiology and 3D Sonic Art. Leonardo. 51. 10.1162/LEON_a_01338.

A partir desse conceito, foram idealizadas algumas tipologias de fôrmas para o crescimento do micélio objetivando uma diversidade de produtos de aplicações na arquitetura e design, sendo eles tijolos, revestimentos acústicos, recheios para painéis, objetos de decoração, etc.

Para a fabricação das mesmas, foram produzidos, inicialmente, modelos tridimensionais por software de computador e impressos em 3D usando filamentos de Poliacido Láctico (PLA) de 2,75 mm, material este biodegradável (Figura 4a e b) e volumes de *Medium Density Fiberboard* (MDF) colados (Figura 4c). O modelo da Figura 4a tem dimensões de 5cm de altura e diâmetro de 12cm, o da Figura 4b mede 3cm de altura e diâmetro de 17cm e da Figura 4c tem altura de 2cm e lados de 15cm.

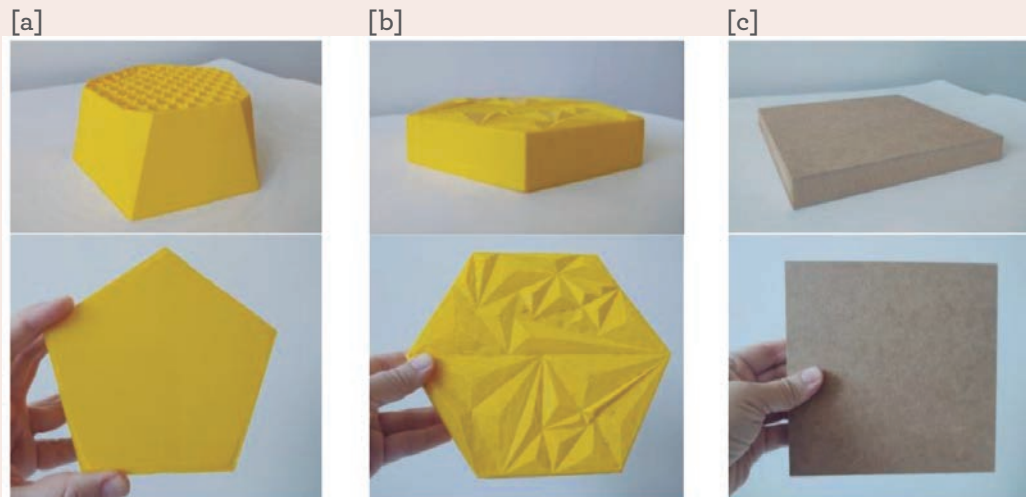


Figura 4. Volumes 3D dos protótipos para as fôrmas: [a] e [b] feitos em PLA e [c] feito em MDF.

Em seguida, os modelos foram prensados em máquina de termoformagem a vácuo portátil, com mesa de 22 x 22 cm e profundidade de 8 cm, usando placas de *Polyethylene Terephthalate Glycol* (PETG) com espessura de 1 mm e geradas, então, as fôrmas. Estas podem ser reutilizadas diversas vezes para a produção dos materiais além de serem, também, biodegradáveis. No caso da fôrma para os tijolos, as peças foram dimensionadas e cortadas a laser usando restos de chapa de *Medium Density Fiberboard* (MDF) de 6 mm e montadas formando um paralelepípedo.

2.5 TRANSFERÊNCIA PARA AS FÔRMAS

Após 15 dias, com os substratos já colonizados, os mesmos foram transferidos para as fôrmas de PETG e MDF, após a esterilização das mesmas. As amostras foram comprimidas na fôrma para se obter uma colonização homogênea nas faces em contato com os moldes e fechadas com filme PVC (Figura 5).



Figura 5. Transferência dos substratos para as fôrmas, crescimento do micélio e material já crescido.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi observado, a partir dos estudos realizados, que os pesquisadores adotaram diversos materiais agroindustriais em diferentes proporções, bem como metodologias variadas para produzir materiais destinados à construção e produtos de design, com diferentes parâmetros como morfologia fúngica, tipologia de matéria-prima, forma de beneficiamento da mesma e aplicabilidade do produto final. Além disso, essas metodologias estão bastante fragmentadas e não muito claras em detalhes.

Neste sentido, faz-se necessário um trabalho que compile, teste e valide essas metodologias a fim de buscar uma que seja padronizada com o objetivo de implementar esses materiais para aplicações em grande escala, cujo modelo de produção seja econômico, social e ecologicamente viável, bem como de código aberto.

Ainda há um campo vasto para as investigações na biologia quanto aos fatores que diferenciam o crescimento fúngico e novas cepas geneticamente modificados, no design e práticas arquitetônicas quanto à temporalidade desses materiais e regulamentos técnicos.

4. CONCLUSÃO

O emprego do micélio é uma alternativa viável para a obtenção de um material biocompósito inerte, não tóxico, seguro e ecologicamente correto. Nesse sentido, a utilização do micélio na produção de materiais destinados à arquitetura e design tem um grande potencial como nova tecnologia para nossa sociedade sob vários aspectos da sustentabilidade. Eles reduzem o uso cumulativo de combustíveis fósseis, eliminam a necessidade de extração química convencional e intensiva em energia, refinamento e síntese. Entre essas vantagens estão ainda a alta reprodutibilidade, baixa toxicidade e um ciclo de vida sustentável.

Atualmente, a produção de materiais à base de micélio está bastante segmentada no meio científico, sem uma visão geral padronizada, e sob domínio da propriedade intelectual industrial de algumas empresas globais. Portanto, definir uma metodologia de biofabricação, integrando biomimética ao design e à tecnologia computacional por meio de uma inovação aberta e distribuída, é essencial para a produção sustentável, promoção da comunicação e divulgação de informações entre a comunidade científica e de engenharia global, alcançando o desenvolvimento contínuo em vários níveis sociais e econômicos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmadi, H. (2016). Cellulose-Mycelia foam: novel bio-composite material (Doctoral dissertation). University of British Columbia.

- Benyus, J. (n.d.). (2021). Life's principles. Biomimicry 3.8. Retrieved Available in <<http://biomimicry.net/about/biomimicry/biomimicry-designlens/lifes-principles/>>.
- Chang, S. T., & Miles, P. G. (1989). Edible mushrooms and their cultivation. *Edible mushrooms and their cultivation*.
- Da Luz, J. M. R., Paes, S. A., Nunes, M. D., da Silva, M. D. C. S., & Kasuya, M. C. M. (2013). Degradation of oxo-biodegradable plastic by *Pleurotus ostreatus*. *Plos one*, 8(8), e69386.
- Da Silva, M. C., Naozuka, J., da Luz, J. M. R., de Assunção, L. S., Oliveira, P. V., Vanetti, M. C., ... & Kasuya, M. C. (2012). Enrichment of *Pleurotus ostreatus* mushrooms with selenium in coffee husks. *Food chemistry*, 131(2), 558-563.
- Da Silva, M. C., Naozuka, J., Oliveira, P. V., Vanetti, M. C., Bazzolli, D. M., Costa, N. M., & Kasuya, M. C. (2010). In vivo bioavailability of selenium in enriched *Pleurotus ostreatus* mushrooms. *Metallomics*, 2(2), 162-166.
- Diez, T. (2017). Fab City Whitepaper. Locally Productive, globally connected self-sufficient cities.
- Elliott, T. (1997). Mushrooms. *SGM Quarterly*, London, v. 24, n. 1, p. 9-10.
- Elsacker, E., Vandelook, S., Brancart, J., Peeters, E., & De Laet, L. (2019). Mechanical, physical and chemical characterisation of mycelium-based composites with different types of lignocellulosic substrates. *PLoS One*, 14(7), e0213954.
- Fan, L. F., & Ding, C. K. (1990). *Handbook of Mushroom Cultivation*, Jiangxi Science and Technology Publishing House.
- Fasidi, I. O. (1996). Studies on *Volvariella esculenta* (Mass) Singer: cultivation on agricultural wastes and proximate composition of stored mushrooms. *Food Chemistry*, 55(2), 161-163.
- Gershenfeld, N. (2012). How to make almost anything: The digital fabrication revolution. *Foreign Aff*, 91, 43.
- Ghazvinian, A. (2021). a sustainable alternative to architectural materials: Mycelium-based Bio-Composites. Georgia Institute of Technology.
- Groll, J., Boland, T., Blunk, T., Burdick, J. A., Cho, D. W., Dalton, P. D., ... & Malda, J. (2016). Biofabrication: reappraising the definition of an evolving field. *Biofabrication*, 8(1), 013001.
- Haneef, M., Ceseracciu, L., Canale, C., Bayer, I. S., Heredia-Guerrero, J. A., & Athanassiou, A. (2017). Advanced materials from fungal mycelium: fabrication and tuning of physical properties. *Scientific reports*, 7(1), 1-11.
- Joshi, K., Meher, M. K., & Poluri, K. M. (2020). Fabrication and characterization of bioblocks from agricultural waste using fungal mycelium for renewable and sustainable applications. *ACS Applied Bio Materials*, 3(4), 1884-1892.
- Kohtala, C. (2017). Making "Making" critical: How sustainability is constituted in fab lab ideology. *The Design Journal*, 20(3), 375-394.
- Leudar, A. (2018). *Surrounded: A Series of Sound Installations That Combine Plant*

- Electrophysiology and 3D Sonic Art. *Leonardo*, 51(5), 517-523.
- MacArthur, E. (2013). Towards the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 2, 23-44.
- Madan, M., Vasudevan, P., & Sharma, S. (1987). Cultivation of *Pleurotus sajor-caju* on different wastes. *Biological Wastes*, 22(4), 241-250.
- Madurwar, M. V., Ralegaonkar, R. V., & Mandavgane, S. A. (2013). Application of agro-waste for sustainable construction materials: A review. *construction and Building materials*, 38, 872-878.
- Moradali, M. F., Mostafavi, H., Ghods, S., & Hedjaroude, G. A. (2007). Immunomodulating and anticancer agents in the realm of macromycetes fungi (macrofungi). *International immunopharmacology*, 7(6), 701-724.
- Nunes, M. D., da Silva, M. C., Schram, J. G., da Silva, J. S., Tamai, Y., & Kasuya, M. C. (2017). *Pleurotus ostreatus*, mushrooms production using quick and cheap methods and the challenges to the use of coffee husk as substrate. *African Journal of Microbiology Research*, 11(31), 1252-1258.
- Pistofidou, A., Real, M., & Juarez Calvo, M. (2020). Remix El Barrio: A Co-Creation Journey to Foster Innovative Ecosystems Crafting and Micro-Fabricating with Food Surplus and Waste. *Creative Food Cycles-Book 1*, 185-195.
- Ratto, M. (2011). Critical making: Conceptual and material studies in technology and social life. *The information society*, 27(4), 252-260.
- Răut, I., Călin, M., Vuluga, Z., Oancea, F., Paceagiu, J., Radu, N., ... & Jecu, L. (2021). Fungal Based Biopolymer Composites for Construction Materials. *Materials*, 14(11), 2906.
- Schmidt, P., Wechsler, F. S., Nascimento, J. S. D., & Vargas Junior, F. M. D. (2003). Tratamento do feno de braquiária pelo fungo *Pleurotus ostreatus*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 1866-1871.
- Stamets, P. (2006). Can mushrooms help save the world? *Explore*, 2(2), 152-161.
- Troxler, P. (2019). Building open design as a commons. *The Critical Makers Reader: (Un) learning Technology*, 218.
- Troxler, P. (2014). Making the third industrial revolution. In *FabLab* (pp. 181-196). transcript-Verlag.
- Yang, X. M. (1986). *Cultivation of Edible Mushroom in China*, Beijing. Agriculture Printing House.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pelo Cogu das Minas, uma empresa produtora de cogumelos, e financiado pelo Centro Universitário Newton Paiva, ambos em Belo Horizonte, Brasil.

ARTIGO

EMPLEO DE RESÍDUOS DE DESMOTE DE ALGODÓN Y RESINA UREA FORMALDEHIDO PARA LA FABRICACIÓN DE TABLEROS DE PARTÍCULAS

TREVISAN, Agustina

(atrevisan@frsf.utn.edu.ar)

*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF),
Santa Fe, Argentina*

MASSONS, Luciano

(lmassons@frsf.utn.edu.ar)

*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF),
Santa Fe, Argentina*

BENITEZ, Florencia

(fbenitez@frsf.utn.edu.ar)

*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF),
Santa Fe, Argentina*

CARRASCO, María Fernanda

(mcarrasc@frsf.utn.edu.ar)

*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF),
Santa Fe, Argentina*

GRETHER, Rubén Marcos

(rmgrethe@frsf.utn.edu.ar)

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF)

GONZALEZ, Ariel Anselmo

(aagonzal@frsf.utn.edu.ar)

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF)



PALABRAS CLAVE:

Residuo de desmote de algodón, resina urea formaldehído, tableros de partículas, yute.

RESUMEN

El objetivo de este estudio es evaluar la factibilidad de producir tableros aglomerados de partículas de mediana densidad para uso general y de aplicación a construcciones, utilizando residuos de desmote de algodón que se generan en plantas desmotadoras que operan fundamentalmente en las provincias de Santa Fe, Chaco, Formosa y Santiago del Estero, en Argentina.

La escasez de materias primas en la industria maderera, acompañada de serias consecuencias económicas y ambientales relacionadas con la industria forestal y su logística, fuerza la búsqueda de fuentes alternativas de materias primas y, simultáneamente, de opciones que permitan reducir los problemas socioambientales derivados del acopio de residuos lignocelulósicos a cielo abierto.

Los residuos de desmote de algodón en Argentina representan un 40% de la producción algodonera del país, por lo que resultan una materia prima económica en comparación con los productos madereros y podrían utilizarse para producir tableros de partículas que ajustados a los estándares mínimos establecidos por normas internacionales. La combinación de la disponibilidad del material y su bajo precio permitiría obtener un material de bajo costo para ser aplicado en mobiliario y elementos constructivos y así poder contribuir a dar solución a algunos problemas habitacionales que afectan a nuestro país y la región.

En este estudio, se evaluó la densidad y la resistencia a la flexión de los tableros de partículas producidos con niveles variables de adición de resina urea formaldehído, lo que influye principalmente en aumentos proporcionales de la resistencia y rigidez en los tableros conforme aumenta el porcentaje de resina. Paralelamente, se analizó el efecto de la incorporación de tejido bidireccional de yute, utilizado como refuerzo de los aglomerados, sobre las propiedades mecánicas de los tableros de partículas.

1. INTRODUCCIÓN

La producción algodonera tiene una gran concentración geográfica en la zona noreste de Argentina, principalmente en el norte de la provincia de Santa Fe, las provincias de Chaco, Formosa, Santiago del Estero y Corrientes. Además, es una actividad productiva que acarrea importantes problemáticas que requieren ser atendidas.

Basados en datos de campañas anteriores, se puede afirmar que de la producción bruta de algodón se obtiene aproximadamente 30% a 40 % de residuo constituido por fibrilla, ramas, cárpelos, etc. y actualmente sin destino alguno.

En las últimas décadas se ha consolidado la cosecha mecánica, situación que mejora notablemente la rentabilidad del cultivo, pero a medida que se difunde (por limitaciones en la selección del material cosechado a comparación del trabajo manual) también implica mayor producción de residuo de desmote, que debe ser dispuesto de manera efectiva, lo que genera inconvenientes y costos extraordinarios al sector desmotador.

Estos residuos quedan a merced de la aplicación de diferentes prácticas inadecuadas, que resultan dañinas tanto para salud pública como para la calidad del ambiente. Habitualmente se acopian a cielo abierto por lo que resultan un hábitat de características excepcionales para alimañas y roedores y, asimismo, son autoinflamables, lo cual, junto a las altas temperaturas y la baja humedad de la zona, representan un peligro para las comunidades cercanas.

Un aspecto de la producción algodonera que atenta contra la implementación de tecnologías de alta complejidad para el aprovechamiento de los residuos es la variabilidad de la producción interanual, registrándose en las últimas décadas campañas que oscilan entre 386.676 y 1.032.545 t de algodón en bruto, de acuerdo a los datos del Ministerio de Agroindustria y de CCIA (Ministerio de Agricultura, 2016).

Actualmente, dentro de los intentos para dar destino a los residuos de desmote, se encuentra su utilización como alimento balanceado para ganado, lo cual se ve muy limitado por una digestibilidad del material que supera apenas el 20 % y resulta muy reducida en comparación con otras opciones de alimentos (Myer y Hersom, 2017; Young et al, 1979). Se contempla también su valorización biológica en combinación con otros materiales orgánicos residuales mediante el compostaje aerobio, que aparenta ser la solución más viable, aunque su difusión es un tanto acotada y de baja rentabilidad (Ayers, 1997; Gordon et al, 2006).

Lamentablemente, descartando las demás alternativas, en la mayoría de los casos se opta por la incineración intencional e incompleta de estos residuos de desmote, lo cual se realiza sin las medidas de control ni en condiciones adecuadas, provocando gases de combustión, humos y dispersión de material particulado. Dado que la mayoría de estas plantas se encuentran dentro del radio urbano de ciudades, estas prácticas originan un serio problema de polución contribuyendo así al deterioro de la calidad ambiental de las comunidades, a afectar negativamente la salud de las poblaciones cercanas, debiendo considerar también los riesgos asociados a la quema de residuos que podrían estar contaminados con agroquímicos (Crazov

et al, 2001; 2003; 2000; Crossan et al, 2006). Esta combinación de situaciones a la cual no se le plantean soluciones provocan malestar entre los vecinos de los barrios aledaños.

En este escenario, se presenta como alternativa la posibilidad de desarrollar elementos constructivos innovadores mediante la utilización de residuos del desmote del algodón lo cual podría contribuir a dar solución a problemáticas ambientales y sociales provocadas por este sector agroindustrial, así como ofrecer nuevos materiales para su aplicación a la construcción o la fabricación de mobiliario sencillo. En este sentido, se vislumbran posibles aplicaciones a fin de mejorar las condiciones de habitabilidad de viviendas, ya que, tanto en el norte de la provincia de Santa Fe, como así en las demás provincias en las que se desarrolla esta actividad productiva, se presentan porcentajes elevados de construcciones con importantes deficiencias en sus envolventes verticales y horizontales (INDEC, 2010).

La elaboración de tableros de partículas basados en residuos lignocelulósicos para ser utilizados como cerramiento o revestimiento de muros, constituye una tecnología de construcción en seco con características aislantes termoacústicas y buena resistencia a la degradación. Se han detectado numerosos trabajos que proponen la valorización de residuos agroindustriales mediante su empleo en aglomerados, algunos de ellos proponiendo estas tecnologías como alternativas a los paneles aglomerados de partículas de madera (Mendez y Sotelo, 2006; Contreras et al, 1999; Gatani et al, 2013; Medina y Ambrogi, 1994; Granero et al, 2013; Güller y Ozen, 2004; Varanda et al, 2013; Barbirato et al, 2014; Desirello et al, 2004; Pirayesh et al, 2013; Barros et al, 2011; Panyakaew, 2011; Xianjun et al, 2010).

Resulta interesante destacar algunas investigaciones desarrolladas en Argentina, en las que se evalúa la producción de paneles aglomerados a partir del marlo del maíz (Mendez y Sotelo, 2006), para ser empleados como placas de cielorrasos livianos, aislantes y de fácil instalación. Este tipo de elementos constructivos podría constituirse en una barrera mecánica para prevenir el ingreso y ataque de insectos o vectores biológicos, como ser la vinchuca, insecto típico en el norte de Argentina y considerado principal transmisor del Mal de Chagas, enfermedad endémica presente en 21 países del continente americano.

Por su parte, la Dra. Mariana Gatani ha llevado adelante investigaciones en las que emplea cáscaras de maní para el desarrollo de paneles aglomerados destinados tanto a cerramientos y cielorrasos como a mobiliario de viviendas (Gatani et al, 2013; Granero et al, 2013).

En el presente trabajo se presentan algunos avances obtenidos en el proyecto con relación a las características del residuo, su acondicionamiento, la posibilidad de obtención de aglomerados, las propiedades mecánicas obtenidas y sus posibles aplicaciones, además se detallan las perspectivas futuras identificadas para la investigación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El residuo de desmote utilizado para la elaboración de los aglomerados se obtuvo de los acopios de una planta desmotadora ubicada en la provincia de Santa Fe (Argentina). Este residuo está constituido por fibrilla de algodón que no logra separarse en el proceso industrial, carpelos, ramas de diversos tamaños, hojas y polvo que se incorpora durante el acopio (figura 1).

Sobre el residuo natural y triturado en un molino de martillos flotantes, se efectuó la caracterización granulométrica, previa homogeneización manual de las muestras y reducción del tamaño de estas por cuarteo. Para el análisis granulométrico se utilizaron tamices N° 1/2" (12,5 mm), N° 3/8" (9,5 mm), N° 4 (4,75mm), N° 8 (2,36 mm), N° 16 (1,18 mm) y N° 30 (0,6 mm) sucesivamente, determinando el peso del material retenido en cada uno de ellos.

Luego del proceso de molienda, el residuo se secó en estufa a 105 ± 2 °C para reducir su contenido de humedad natural de aproximadamente 16 % hasta un 3 %.

Posteriormente se realizó el mezclado manual del residuo de desmote con la resina urea formaldehído (Coladur 65%) provista por Jucarbe S.A. (Argentina), con contenido de sólidos mínimo de 65 %, densidad de 1,26 g/cm³, tiempo de gelación a 100 °C de 6 min y viscosidad a 25 °C de 950 cps. Se adicionó agua a la resina hasta alcanzar un contenido de sólido de 55 % y se empleó como catalizador un 5 % de solución saturada sulfato de amonio.

La proporción de resina utilizada para los aglomerados, expresada como sólidos en proporción al peso de residuo de desmote varió de 8,3 % a 19,3 %. Luego de homogeneizar la mezcla, se colocó en un molde, se prensó hasta alcanzar una presión máxima de 4,75 MPa para luego mantener el material a 70°C de temperatura por 30 minutos, obteniendo tableros de dimensiones nominales de 170 x 170 x 10 mm.

Se evaluó la utilización de tejido de yute bidireccional de densidad superficial 252 g/m², como refuerzo (figura 2). El mismo fue impregnado con la misma proporción de resina que el residuo de desmote (Desirello et al, 2004).

Sobre los aglomerados obtenidos se realizaron determinaciones de densidad y de resistencia a flexión.

La densidad se determinó de acuerdo al procedimiento de la norma IRAM 9705.

La determinación de la resistencia a flexión y módulo de elasticidad se realizó de acuerdo a los lineamientos de la norma IRAM 9706, manteniendo una longitud de probetas de 160 mm. Para ello se cortaron las placas moldeadas en 4 probetas de dimensiones nominales 160 x 40 x 10 mm. Estas probetas se acondicionaron durante 48 a 72 hs previas al ensayo, en un ambiente controlado a 20 ± 2 °C y 65 ± 5 % de humedad relativa. La carga se aplicó en el centro de la luz entre apoyos, que se mantuvo igual a 140 mm, con una velocidad de deformación constante de 12 mm/min, hasta que se verificó la falla de la probeta.



Figura 1. Residuo de desmote natural



Figura 2. Tela de yute bidireccional

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El residuo de desmote posee formas cóncavas en su estado natural (figura 1), lo cual imposibilita una adecuada adherencia entre las partículas. Por este motivo se optó por realizar la molienda de este material, logrando una mayor uniformidad en el tamaño de partículas y mejorando sus características morfológicas.

En la Tabla 1 se pueden observar los porcentajes de residuo retenidos en cada tamiz, tanto para el residuo en su condición natural como para el residuo molido. Se advierte que la fracción mayor a 4,75 mm se reduce drásticamente mediante la molienda correspondiendo a un 95,85 % en el residuo natural mientras que en el residuo molido alcanza el 54,8 %.

Tamiz		Retenido (%)	
Nro.	Abertura (mm)	Residuo natural	Residuo molido
1/2"	12.50	----	24.28
3/8"	9.50	----	8.86
4	4.75	95.85	21.66
8	2.36	----	17.05
16	1.18	1.93	13.16
30	0.60	----	6.13
100	0.15	1.04	----
Fondo		1.18	8.86

Tabla 1. Granulometría del residuo de desmote

En el residuo molido se puede observar que presenta un porcentaje de 8,86 % de partículas menores a 600 μm que están constituidas por restos muy finos de partículas y polvo, que deben ser descartados para la fabricación de los aglomerados, no solamente porque en su composición aparece elementos extraños (tierra) sino porque debido a su gran finura incrementa la demanda de resina.

Se aprecia que existe en el material molido una diversidad de tamaños de partículas entre 12,6 y 0,6 mm, ya que se presentan porcentajes apreciables retenidos en cada uno de los tamices empleados. En este sentido, a partir de las fotografías de cada fracción retenida en los tamices (figura 3), pueden observarse diferentes morfologías de partículas, correspondiendo las más irregulares a los tamaños mayores y las más planas a los tamaños más pequeños.

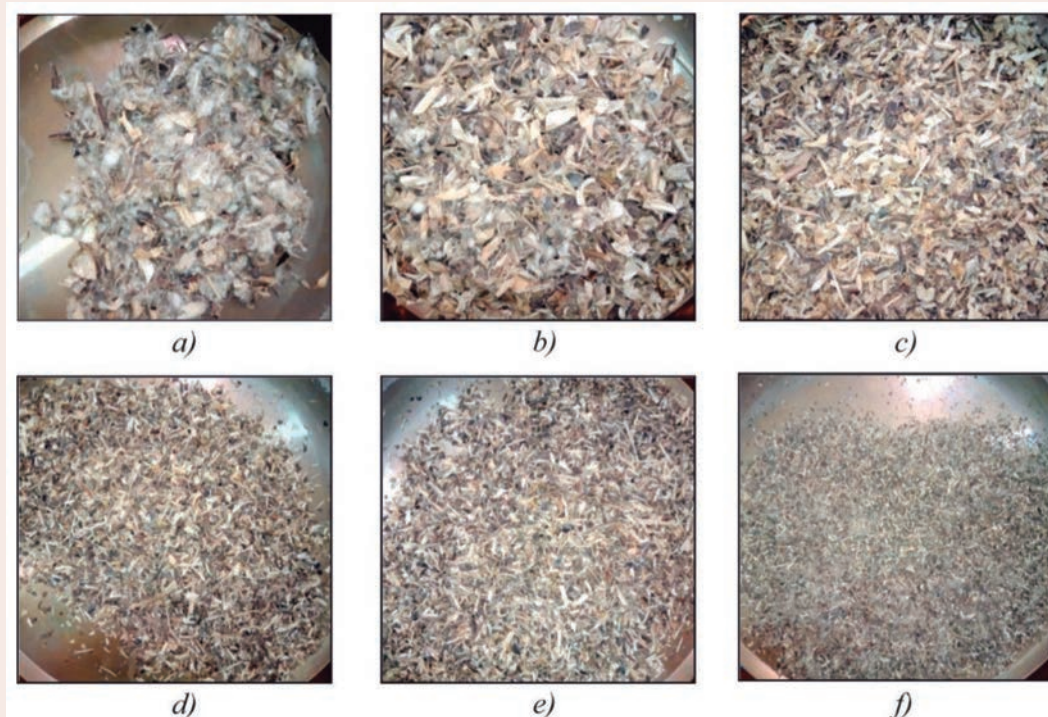


Figura 3. Apariencia de las distintas partículas de residuo retenidas en cada tamiz: a) Retenido en 1/2"; b) Pasa 1/2", ret. 3/8"; c) Pasa 3/8", ret. 4.75mm; d) Pasa 4.75 mm, ret. 2.36 mm; e) Pasa 2.36 mm, ret. 1.18mm; f) Pasa 1.18 mm, ret. 0.6 mm.

En la tabla 2 se observan los valores promedio de densidad, resistencia a flexión (MOR) y módulo de elasticidad (MOE) obtenidos para los aglomerados elaborados con residuo de desmote. Las muestras producidas sin refuerzo se denominan N y aquellas en las que se incorpora una lámina de yute bidireccional en cada cara se identifican como N+Y

La densidad de los aglomerados varía entre 0.53 g/cm³ a 0.63 g/cm³ para aquellos que no incorporan refuerzo (N) y entre 0.60 g/cm³ a 0.67 g/cm³ para los N+Y. En la siguiente figura se puede observar que a medida que se incrementa el contenido de resina, se produce un crecimiento de la densidad. Este comportamiento es similar para todos los aglomerados, independientemente de la presencia de refuerzo (Fig. 4), hasta un contenido de 15.1 %.

Los valores de densidad obtenidos colocan a los aglomerados sin refuerzo en la clasificación de baja densidad (LD) según la norma ANSI A208.1 (ANSI, 1999), que establece un límite superior de 640 kg/m³. Paralelamente, la incorporación del refuerzo de yute bidireccional incrementa los valores

de densidad, alcanzando los aglomerados con mayor porcentaje de resina la clasificación de media densidad (M) según ANSI A208.1 (640 a 800 kg/m³) (ANSI, 1999).

Identificación	Presión (MPa)	Resina	MOR [MPa]		Densidad [kg/m ³]		MOE [MPa]	
			N	N+Y	N	N+Y	N	N+Y
V	4,75	8,3%	0,30	1,04	530	600	15	62
U	4,75	11,9%	1,62	3,06	610	600	138	160
R	4,75	15,1%	3,15	5,53	630	700	269	358
S	4,75	19,3%	3,05	5,85	630	670	324	390

Tabla 2. Propiedades físicas y mecánicas de los aglomerados

Los resultados de resistencia a flexión (MOR) de los aglomerados producidos (tabla 2) indican que el aumento en el contenido de resina permite incrementar los valores de resistencia a flexión, tanto en los casos de aglomerados simples como en aquellos en los que se incorporan refuerzos. La norma ANSI A208.1 (ANSI, 1999) establece un valor mínimo de resistencia a flexión de 3 N/mm² para los paneles LD-1 y de 5 N/mm² para los clasificados como LD-2. En el caso de los paneles de media densidad (M) el valor exigido de resistencia a flexión corresponde a 11 N/mm². De acuerdo a esta norma, los paneles clasificados como correspondientes a baja densidad (LD-1 y LD-2) se reservan para su aplicación en interiores de puertas, mientras que los clasificados como de densidad media (M) pueden emplearse en aplicaciones comerciales, industriales y de construcción.

Se puede observar que, en el caso de los aglomerados sin refuerzo, sólo es posible alcanzar el valor mínimo de resistencia a flexión para contenidos de resina de 19,3 %. Los aglomerados que incorporan refuerzo, permiten alcanzar el mínimo de 3 N/mm² y de 5 N/mm², para contenidos de resina a partir de 11,9 % y de 15,1 %, respectivamente.

Los resultados indican que, el incremento en la densidad del material y del contenido de resina, tienen un efecto positivo en el desarrollo de resistencia (Fig. 5), así como con la rigidez, evidenciada con el incremento del módulo de elasticidad (MOE).

Se puede afirmar que a medida que aumenta el contenido de resina, aumenta la diferencia de resistencia entre los tableros con y sin yute, lo cual puede explicarse dado que la adherencia entre el yute y el residuo de desmote de algodón también aumentan. Al colocar el yute, si bien la densidad no cambia significativamente, aumenta la resistencia del aglomerado, ya que el yute actúa como refuerzo mecánico, pudiéndose obtener un aumento en la resistencia que ronda los 3 MPa para 19,3 % de resina, lo cual permitió alcanzar valores establecidos por la norma ANSI A208.1 (ANSI, 1999). Este efecto resulta poco significativo para los menores contenidos de resina, ya que hasta 11,90 % de incorporación se aprecia que este refuerzo tiende a despegarse del aglomerado al acercarse la falla (figura 6a). Contrariamente, para contenidos de resina de 15,1 y 19,3 % el yute se mantiene adherido y se observa la rotura de sus fibras, mostrando una efectiva colaboración para la mejora del comportamiento mecánico.

Si bien no se han detectado otras investigaciones que empleen el residuo de desmote completo, se han podido identificar trabajos de otros autores que utilizan los tallos de las plantas de algodón y los carpelos, respectivamente (Güller y Ozen, 2004; Khanjanzadeh et al, 2012; Güller, 2015). Güller utilizó tallos de las plantas de algodón para la elaboración de aglomerados con contenidos de resina urea formaldehído de 8 % para la capa central y 10 % para las capas exteriores. Para estos aglomerados obtuvo densidades de 600 y 800 kg/m³ y resistencia a flexión de 11.4 y 15.67 MPa, respectivamente (Güller, 2015). Este mismo autor obtuvo, para aglomerados de tallos de algodón y resina urea formaldehído, valores de resistencia variables en función del contenido de resina de las capas internas (ML) y externas (OL) y de la densidad final de 4.38 MPa (densidad 400 kg/m³ - 10 % ML - 12 % OL), 8.79 MPa (densidad 500 kg/m³ - 10 % ML - 12 % OL), 12.36 MPa (densidad 600 kg/m³ - 10 % ML - 12 % OL) y 16.79 MPa (densidad 700 kg/m³ - 10 % ML - 12 % OL) (Güller y Ozen, 2004). Hakki Alma et al. elaboraron aglomerados con los carpelos de la planta del algodón con contenidos de resina urea formaldehído de 9 % para la capa central y 11 % para las capas exteriores. Para estos aglomerados obtuvo densidades de 668 a 693 kg/m³ y resistencia a flexión de aproximadamente 10.5 y 11.5 MPa. (Hakki Alma et al; 2005).

Resulta evidente que la resistencia obtenida para los aglomerados elaborados con el residuo de desmote completo se ve afectada por la heterogeneidad de este y la presencia de partículas de forma y tamaño no uniforme, como lo son los carpelos, ramas y hojas; ya que resulta muy complejo el desarrollo de las uniones entre estos componentes. Así también, se produce una considerable disminución de la resistencia por la presencia de fibras de algodón, que, por su gran superficie y aglomeración, ocasionan una deficiente impregnación con la resina, generándose núcleos de resina-fibras pobremente unidos.

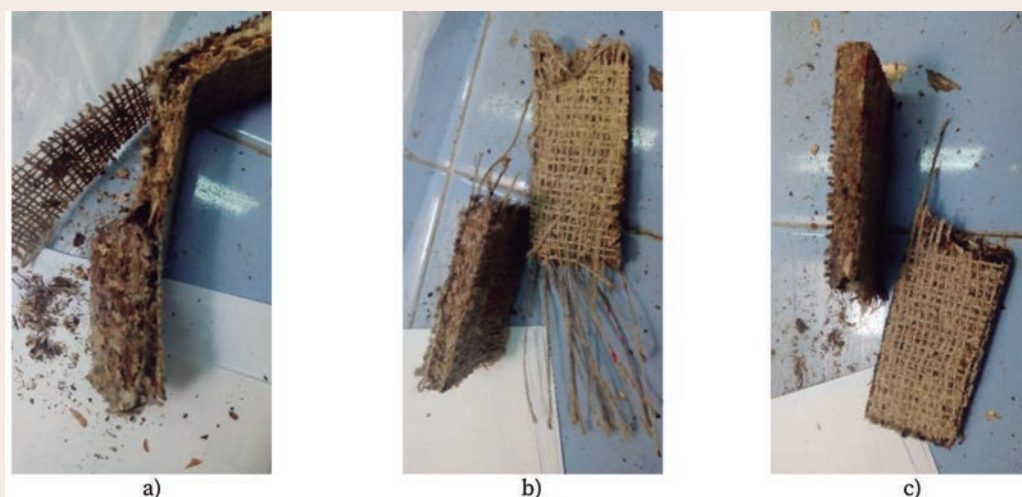


Figura 4. Modo de falla de los aglomerados reforzados con yute: a) probetas U (N+Y); b) probetas R (N+Y); c) probetas S (N+Y).

Los resultados del módulo de elasticidad (MOE) son inferiores a los alcanzados por Güller (Güller, 2015), que alcanzó 2004 y 2705 MPa para paneles con contenidos de resina de urea formaldehído del 8% para la capa central y del 10% para las capas externas. Pirayesh et al (Pirayesh et al, 2013) obtenido para aglomerados de

cáscara de nuez y contenido de resina de urea formaldehído de 9 a 11%, valores de resistencia a la flexión de 6,63 MPa y MOE de 1208,9 MPa.

En la figura 7 se observa la relación tensión – deformación de las probetas ensayadas. Allí se puede observar en las gráficas N+Y pequeños saltos que se deben a los cortes que se producen en los hilos de la tela bidireccional a medida la probeta se va acercando a la falla.

4. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en la investigación, se puede concluir que:

Es posible producir aglomerados a partir de los residuos del desmote y resina urea-formaldehído con propiedades cercanas a tableros comerciales de baja densidad, cumpliendo con los requisitos mínimos exigidos por las normas.

Las características del residuo provocan importantes demandas de resina para lograr un buen comportamiento físico y mecánico del aglomerado, lo que se traduce en mayores costos de producción.

La incorporación de refuerzos de yute incrementa significativamente la resistencia a flexión de los aglomerados, permitiendo alcanzar los niveles requeridos para tableros de baja densidad por la norma ANSI 208.1, sin incorporar pasos complejos para el proceso productivo.

Los elevados contenidos de resina urea – formaldehído se relacionan con considerables emisiones de formaldehído, por lo que se evaluarán alternativas de reemplazo de esta resina por otra de mayor compatibilidad con el residuo o la incorporación de aditivos secuestrantes que permitan controlar esta característica.

5. AGRADECIMIENTOS

La concreción de este trabajo fue posible gracias a la colaboración de la desmotadora de algodón ACRIBA S.A de Villa Minetti (Santa Fe), al financiamiento de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional y a la colaboración del Instituto de Tecnología Celulósica de la FIQ-UNL.

6. REFERENCIAS

ANSI 208.1. Particleboard. American National Standards Institute, 1999.

AYERS, V. “Farmer Composting of cotton gin trash”. Reprinted from the Proceedings of the Beltwide Cotton Conference. Volume 2:1615-1616, pp 1615-1616. National Cotton Council, Memphis TN (EEUU), 1997.

- BARBIRATO, G.; FIORELLI, J.; BARRERO, N.G.; AGNOLON PALLONE, E.M.J.; ROCCO LAHR, F. A.; CHRISTOFORO, A.L.; SAVASTANO Jr. H. (2014). Painei aglomerado híbrido de casca de amendoim reforçado com partículas de madeira Itaúba. *Ciência Florestal*, 24(3), 685-697.
- BARROS FILHO; R.M., MENDES, L.M., MONTEIRO NOVACK; K., OLIVEIRA APRELINI, L., BOTARO, V.R. (2011). Hybrid chipboard panels based on sugarcane bagasse, urea formaldehyde and melamine formaldehyde resin. *Industrial Crops and Products*, 33, 369-373.
- CONTRERAS M. W., OWEN de C. M. E., GARAY J. D. A., CONTRERAS M. Y. (1999). Elaboración de tableros aglomerados de partículas de caña brava (*Gynerium sagittatum*) y adhesivo urea-formaldehído. *Rev. Forest. Venez.* 43 (2), 129-135.
- CRAVZOV, A. L., CHOMICZAK, S., DALLA FONTANA, L., MARINICH, J. "Evaluación del uso de plaguicidas en cultivos de algodón". In: VI Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la UNNE, Resistencia, Chaco (Argentina), 2000.
- CROSSAN, A., SANCHEZ BAYO, F., KENNEDY, I., BODNARUK, K. (2006). Risk of pesticide contamination in cotton seed and livestock. *The Australian cotton grower*, 27 (1), 54-56.
- DESIRELLO, C., CERINI, S., CHARADIA, R., SCALFI, R., LIBERMAN, C., STEFANI, P. M. Efecto de las condiciones de procesado sobre las propiedades mecánicas de aglomerados de cáscara de arroz. CONGRESO SAM/CONAMET 2004. UNL. Santa Fe, Santa Fe (Argentina), 2004.
- GATANI, M.P.; FIORELLI, J.; MEDINA, J.C.; ARGUELO, R.; RUIZ, A.; NASCIMENTO, M.F.; SAVASTANO Jr., H. (2013). Viabilidade técnica de produção e propriedades de painéis de partículas de casca de amendoim. *Revista Matéria*, 18 (2), 1286-1293.
- GORDON, E., KEISLING, T. C., OLIVER, L. R., HARRIS, C. (2006). Two methods of composting gin trash. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 32 (3-4), 491-507.
- GRANERO, V.; GATANI, M.; MEDINA, J. C.; RUIZ, A.; FIORELLI, J., KREIKER, J., LERDA, M. J. (2013). Determinación de la influencia del tamaño y forma de partículas de cáscaras de maní en paneles aglomerados. *Revista Quebracho Vol.* 21(1,2),67-80.
- GÜLLER, C.; OZEN, R. (2004). Some properties of particleboards made from cotton stalks (*Gossypium hirsutum* L.). *Holz Roh Werkst* 62, 40-43.
- GÜLLER, C. (2015). Research on the production of the composite panels from some agricultural residues. *Pro Ligno* vol. 11 (4), 187-191.
- HAKKI ALMA, M., KALAYCIOGLU, H., BEKTAS, I., TUTUS, A. (2005) Properties of cotton carpel-based particleboards. *Industrial Crops and Products* 22 141-149.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010. http://www.censo2010.indec.gov.ar/resultadosdefinitivos_totpais.asp.

KHANJANZADEH, H., BAHMANI, A.A., RAFIGHI, A, TABARSA, T. (2012). Utilization of bio-waste cotton (*Gossypium hirsutum* L.) stalks and underutilized paulownia (*paulownia fortunei*) in wood-based composite particleboard”. *African Journal of Biotechnology*, 11(31), 8045-8050.

MEDINA, J.C., AMBROGI, A. (1994). Cáscara de maní en la elaboración de aglomerados, *Revista Quebracho*, Vol. 2, 47 - 53.

MENDEZ, L.I. y SOTELO, R.M. Reciclo del Marlo de Maíz. Tableros de Partículas. Reciclado de residuos de construcción y demolición (RCD) y de residuos de procesos (RP) PROCQMA, ISBN 950-42-0056-7, Universidad Tecnológica Nacional. San Rafael, Mendoza (Argentina), abril 2006.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA DE LA NACIÓN. Informe sobre situación actual y perspectivas de la producción algodonera Argentina. 69° Reunión del CCIA (Comité Consultivo Internacional del Algodón); Lubbock, Texas (EE. UU.), 2016.

MYER. R. O., HERSOM M. (12 de noviembre de 2017). Cotton Gin Trash: Alternative Roughage Feed for Beef Cattle. Animal Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu>.

PANYAKAEW, S., FOTIOS, S. (2011). New thermal insulation boards made from coconut husk and bagasse. *Energy and Buildings*, 43, 1732-1739.

PIRAYESH, H., KHANJANZADEH, H., SALARI, A. (2013). Effect of using walnut/almond shells on the physical, mechanical properties and formaldehyde emission of particleboard. *Composites: Part B* 45, 858-863.

VARANDAA, L.D., do NASCIMENTO, M.F., CHRISTOFORO, A.L., LOPES SILVA, D. A., ROCCO LAHR, F.A. (2013). Oat Hulls as Addition to High Density Panels Production. *Materials Research*, 16(6), 1355-1361.

XIANJUN, L., ZHIYONG, C., WINANDY, J.E., BASTA, A.H. (2010). Selected properties of particleboard panels manufactured from rice straws of different geometries. *Bioresource Technology*, 101, 4662-4666.

PROPRIEDADES DOS COMPÓSITOS MADEIRA- PLÁSTICO E SEU USO NA CONSTRUÇÃO DE DECKS EM SUBSTITUIÇÃO ÀS MADEIRAS NATURAIS: UMA REVISÃO

SANTOS, Anderson Ravik

(anderson.ravik@aluno.ufop.edu.br)

Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Brasil

SILVA, Tiago Vieira

(tiago.vs@aluno.ufop.edu.br)

Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Brasil

SALOMÃO, Manoel Otávio Quaresma

(manoel.salomao@aluno.ufop.edu.br)

Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Brasil

PATRÍCIO, Patrícia Santiago de Oliveira

(patriciaspatricio@des.cefetmg.br)

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET), Brasil

FONTES, Wanna Carvalho

(wanna.fontes@ufop.edu.br)

Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Material Compósito, Ecoeficiência, Madeira-Plástico, Madeira Natural, Construção Civil.

RESUMO

Os Compósitos Madeira-Plástico (CMP) possuem uma matriz polimérica e uma carga de enchimento formada por resíduos de madeira ou outro material fibroso. O presente trabalho compreende uma revisão de literatura dos CMP, realizada utilizando o método *Systematic Search Flow*. Esta revisão objetiva identificar e analisar, em pesquisas recentes, as propriedades e processos de produção de CMP, visando avaliar o potencial de seu uso em Decks. Os materiais componentes, processos de produção e propriedades mecânicas foram descritos e discutidos de forma abrangente. O Polipropileno e resíduos de madeira são os materiais mais aplicados como matriz polimérica e carga nos CMP, respectivamente. Os processos de extrusão e moldagem por injeção são os mais amplamente utilizados na produção dos CMP à base de termoplásticos. O *hand lay-up* é o processo mais utilizado para CMP à base de termofixos. Alguns CMP apresentam, separadamente, propriedades mecânicas equivalentes ou superiores às madeiras naturais. Os CMP representam assim, uma ótima alternativa para solucionar o problema da poluição de resíduos plásticos. Ao mesmo tempo, contribuem para a diminuição da exploração de madeiras naturais para fins construtivos, como é o caso dos decks.

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas enfrentados para se alcançar o desenvolvimento sustentável é a alta taxa de exploração de recursos naturais e geração de resíduos sólidos. Neste contexto, o excesso de produção e consumo de plástico tem sérias consequências para o ambiente e a saúde humana (HEIDBREder *et al.*, 2019). No cenário brasileiro, esta alta taxa de consumo pode ser observada: em 2019 foram consumidos no país 7,6 milhões de toneladas do material, como aponta relatório da Abiplast (2020). Composto por substâncias orgânicas e sintéticas, o plástico exige longos prazos de degradação, e por isso são potenciais poluidores de ecossistemas aquáticos e terrestres (ESCOCARD *et al.*, 2018). Como aponta Portela Junior *et al.* (2019), reciclar o plástico é uma das principais formas de reduzir este impacto, sendo uma nova alternativa de reciclagem o Compósito Madeira-Plástico.

Um material compósito possui dois ou mais constituintes diferentes. A matriz é a fase contínua que dá forma ao compósito, enquanto a carga de reforço ou enchimento é adicionada para aumentar a resistência mecânica e a rigidez da matriz (CARDARELLI, 2018; PRITCHARD, 2004). Para matrizes formadas por polímeros, os reforços típicos destes materiais são caros e pesados, como a fibra de vidro e minerais, enquanto a fibra de madeira pode trazer um ganho de resistência sem aumentar muito a densidade (NAGHIPOUR *et al.*, 2011).

No que se refere ao CMP, a matriz pode ser constituída de diversos polímeros recicláveis, como o polipropileno, polietileno e espuma de poliestireno (CHUN *et al.*, 2019). Estes polímeros são incorporados com a carga de enchimento ou reforço, constituída geralmente por resíduos de madeira (BASALP *et al.*, 2020). Entretanto, outros materiais celulósicos podem ser utilizados como carga, como é o caso da fibra de coco, bambu ou casca de arroz (OJHA; RAGHAVENDRA; ACHARYA, 2014; TAN *et al.*, 2011; ZAINI *et al.*, 2017). O CMP também contribui com a redução do corte de árvores e substitui suas aplicações, isso porquê apresenta propriedades iguais ou superiores às da madeira natural (CHEN *et al.*, 2020; HUANG *et al.*, 2018).

Compósitos Madeira-Plástico, quando comparados à madeira natural, apresentam ainda vantagens associadas à maior resistência a pragas e fungos, intempéries, requerem menos manutenção, não deformam, não encolhem nem expandem. Não só podem ser reciclados, mas também podem ser inteiramente feitos de materiais reciclados. Além disso, o atributo de moldagem dos polímeros expande as áreas de aplicação do CMP em perfis de diferentes formatos (RIZVI; SEMERALUL, 2008). Estes formatos vão de materiais de construção retilíneos até formas orgânicas que podem ser utilizados tanto em ambientes internos, quanto externos (SMITH; WOLCOTT, 2006). Decks e peças internas automotivas são os setores de aplicação mais importantes para CMP, seguidos por tapumes e cercas (CARUS *et al.*, 2015).

Revisões abrangentes acerca dos CMP podem ser encontradas na literatura (KHAN; SRIVASTAVA; GUPTA, 2020; KIELING; SANTANA; DOS SANTOS, 2019; NAZÁRIO *et al.*, 2016; YADAV; LUBIS; SIHAG, 2021), mas não com foco em seu desempenho, visando seu uso na fabricação de decks em substituição ao perfilado de madeira natural. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é, por meio de uma revisão de literatura, identificar e analisar alguns aspectos dos CMP tais

como materiais, processos de produção e propriedades; bem como comparar suas propriedades com as de madeiras naturais utilizadas em decks destinados às obras de arte de engenharia.

2. MÉTODO DE REVISÃO DA LITERATURA

A revisão de literatura acerca dos compósitos madeira-plástico foi realizada utilizando o método de Ferenhof e Fernandes (2016) intitulado *Systematic Search Flow* (SSF). O método é dividido em quatro fases principais: Definição do Protocolo da Pesquisa, Análise, Síntese e Escrita. O Fluxograma apresentado na Figura 1 mostra como as quatro etapas do método SSF foram utilizadas para identificar os principais materiais, processos de fabricação e propriedades dos CMP, obtidas por meio de ensaios laboratoriais. De acordo com a Figura 1, a Fase 1 resultou no *download* de 72 artigos, dos quais 49 foram descartados, por estarem duplicados ou não apresentarem aderência à temática sob investigação. Os 23 artigos restantes foram selecionados para a etapa de leitura. A data de publicação dos artigos foi restrita de 2016 a 2021, visando priorizar os estudos mais recentes.

As propriedades dos CMP foram comparadas com as propriedades de alguns tipos de madeiras naturais que são convencionalmente utilizadas na construção civil para a fabricação de decks. Os dados a respeito das características das madeiras naturais foram obtidos por meio do Centro de Tecnologia de Recursos Florestais (CT-Floresta). O CT-Floresta faz parte do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de São Paulo e atua em pesquisas e desenvolvimento no setor de recursos florestais. As principais informações das pesquisas, bem como uma comparação com as propriedades de madeiras naturais utilizadas na construção de decks **são apresentadas a seguir.**

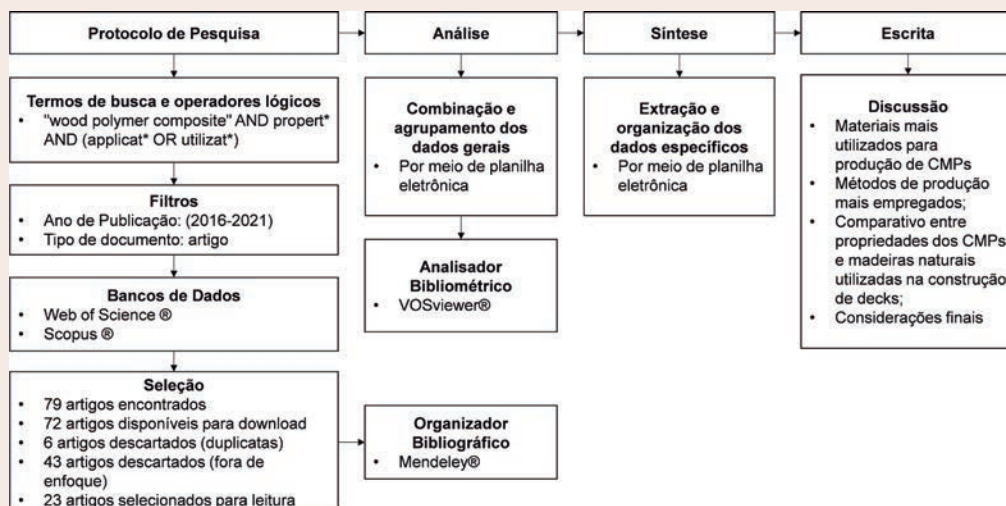


Figura 1. Etapas do processo de revisão da literatura pelo método SSF

3. DECKS DE MADEIRA NATURAL

Decks são peças de madeira retilíneas muito utilizadas em áreas externas (varandas, piscinas, sauna, terraços, spa e jardins). Além de possuir uma montagem prática, estas plataformas podem ser aplicadas diretamente sobre pisos, terra ou gramados (CABRAL *et al.*, 2016). As madeiras mais utilizadas para a fabricação de decks são as madeiras nobres Ipê e Itaúba. Estas madeiras precisam de um tratamento específico para diminuir os efeitos da umidade e apresentam resistência a cupins e ao apodrecimento (CABRAL *et al.*, 2016). Outras espécies de madeira utilizadas tipicamente em decks incluem Cumaru, Bankirai, Jatobá e Massaranduba (ERLANDSSON; KJELLOW; LAURENTI, 2018).

O Eucalipto, o Pinus e a Teca também podem ser utilizados na construção de decks rústicos (BLANCO-FLÓREZ *et al.*, 2015; GARRIDO, 2004; MALLET; KALYANASUNDARAM; EVANS, 2018). Em alguns casos, o eucalipto pode ser utilizado em conjunto com outra madeira nobre, como por exemplo decks em que as régua são de Ipê, e os demais elementos (barrotes e vigas) são de Eucalipto (MOCELLIN; GAVASSONI, 2019). Por conta do alto tempo dedicado à instalação e manutenção (vedação, lixamento, pintura, etc.) as madeiras naturais começaram a dar espaço ao compósito madeira-plástico como substituto para construção de decks. Além das vantagens ambientais, as características da madeira plástica atendem perfeitamente aos requisitos para essas estruturas. Por conta da matriz polimérica, a madeira plástica se sobressai à convencional quando instalada em ambientes úmidos, além da vantagem econômica referente a gastos com manutenção (CABRAL *et al.*, 2016).

4. COMPONENTES DOS COMPÓSITOS MADEIRA-PLÁSTICO

4.1 MATRIZ POLIMÉRICA

Em sua grande maioria, a matriz dos CMP é composta de polímeros termoplásticos, mas é possível que sejam utilizados também polímeros termofixos (ASHORI, 2008; CLEMONS, 2002; KHAN; SRIVASTAVA; GUPTA, 2020). De acordo com a revisão de literatura a matriz mais comum entre os CMP é composta por um termoplástico, o Polipropileno (PP) (BOCHKOV *et al.*, 2019; BÜTÜN *et al.*, 2018; ESKANDER; TAWFIK; TAWFIC, 2018; JAUNSLAVIETIS *et al.*, 2019; KAJAKS *et al.*, 2014; KALE *et al.*, 2017; KRAUSE *et al.*, 2018; KUSZELNICKÁ *et al.*, 2018; PHILIPP; KÖHLER, 2020; YADAV; YUSOH, 2016).

Outros termoplásticos que também se destacam são o Polietileno (PE) (MAZZANTI; MOLLICA, 2017) e suas variações (de baixa e alta densidade) (BARBOS *et al.*, 2020; HEJNA *et al.*, 2020, 2021; HÜNNEKENS *et al.*, 2016). A Resina Epóxi (RE), embora seja um termofixo, aparece significativamente (HE; LIU; DI, 2016; KHAN;

SRIVASTAVA; GUPTA, 2019; NAGAMADHU *et al.*, 2019; SAXENA; GUPTA, 2019). Outros plásticos encontrados foram o Poliacido Láctico (PLA) (CHITRA *et al.*, 2018; KAMAU-DEVERS; KORTUM; MILLER, 2019), Poliestireno Expandido (EPS) (ESKANDER; TAWFIK; TAWFIC, 2018), Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) (GIRDIS *et al.*, 2017), Policloreto de Vinila (PVC) (BAHARI; KRAUSE, 2016), Poliéster (PL) (JAIN; GUPTA, 2018; VIMALANATHAN; VENKATESHWARAN; SANTHANAM, 2016) e Resina Fenólica (RF) (LETTE *et al.*, 2018).

O PP e PE também são destaque no estudo de Yadav *et al.* (2021), onde foram apontados como materiais de matriz mais comuns em CMP juntamente com o PVC. De modo semelhante, Renneckar *et al.* (2004) apontam como plásticos majoritariamente empregados em matrizes poliméricas o PE, o PP e as Poliolefinas. Por sua parte, o dossiê técnico elaborado por Oliveira *et al.* (2013) aponta como plásticos mais utilizados, além do PP e PE, o PVC e o Polietileno Tereftalato (PET). Além do preço dos dois principais termoplásticos (PP e PE) ser inferior ao de outros plásticos de engenharia, suas temperaturas de processamento são inferiores a 200° C. Esta é uma característica crucial para a matriz polimérica, visto que a carga, quando derivada da madeira, pode ser queimada se exposta a temperaturas de processamento maiores que 200° C (GWON; LEE; KIM, 2014; YADAV; LUBIS; SIHAG, 2021).

4.2 CARGAS

Partículas de madeira, sejam em forma de pó ou fibra, compreendem a maneira mais tradicional de compor a carga de enchimento e reforço dos CMP (BARBOS *et al.*, 2020; CHITRA *et al.*, 2018; HE; LIU; DI, 2016; HEJNA *et al.*, 2021; HÜNNENKENS *et al.*, 2016; JAIN; GUPTA, 2018; JAUNSLAVIETIS *et al.*, 2019; KALE *et al.*, 2017; KAMAU-DEVERS; KORTUM; MILLER, 2019; KHAN; SRIVASTAVA; GUPTA, 2019; KRAUSE *et al.*, 2018; KUSZELNICKA *et al.*, 2018; LETTE *et al.*, 2018; MANDAL *et al.*, 2020; MAZZANTI; MOLLICA, 2017; MAZZANTI *et al.*, 2020; NAGAMADHU *et al.*, 2019; SAUERBIER; KÖHLER, 2020; SAXENA; GUPTA, 2019; VIMALANATHAN; VENKATESHWARAN; SANTHANAM, 2016; YADAV; YUSOH, 2016).

A fibra de madeira é geralmente incorporada à matriz polimérica visando reduzir o custo geral do CMP ao mesmo tempo em que melhora certas propriedades mecânicas (ZHANG; CUI; ZHANG, 2013). Ainda assim, outros materiais fibrosos de origem vegetal que não madeira, são empregados como carga, tais como fibras de casca de noz (GIRDIS *et al.*, 2017), palha de arroz (ESKANDER; TAWFIK; TAWFIC, 2018), pele de café (HEJNA *et al.*, 2021), grãos de cervejaria (HEJNA *et al.*, 2021), farelo de trigo (HEJNA *et al.*, 2020), casca de aveia (BOCHKOV *et al.*, 2019) e fibras recicladas dos próprios compósitos (KRAUSE *et al.*, 2018).

5. MÉTODOS DE PRODUÇÃO

Entre as pesquisas mais recentes, a revisão de literatura apontou a extrusão como o método de produção de amostras de CMP mais utilizado (BARBOS *et al.*, 2020; BOCHKOV *et al.*, 2019; BÜTÜN *et al.*, 2018; CHITRA *et al.*, 2018; ESKANDER; TAWFIK; TAWFIC, 2018; GIRDIS *et al.*, 2017; HEJNA *et al.*, 2020; HÜNNEKENS *et al.*, 2016; JAUNSLAVIETIS *et al.*, 2019; KALE *et al.*, 2017; KRAUSE *et al.*, 2018; KUSZELNICKA *et al.*, 2018; MAZZANTI; MOLLICA, 2017; MAZZANTI *et al.*, 2020; SAUERBIER; KÖHLER, 2020; YADAV; YUSOH, 2016; ZAINI *et al.*, 2017).

Yadav *et al.* (2021) também consideram a extrusão como o principal processo no sistema de fabricação dos compósitos. O objetivo principal do processo de extrusão é fundir o polímero e misturá-lo com a carga e os aditivos. Ao mesmo tempo, o material é forçado de forma contínua através de uma matriz (GARDNER; HAN; WANG, 2015). Os métodos de moldagem por injeção e moldagem por compressão também figuram nas pesquisas, porém em menor ocorrência (ESKANDER; TAWFIK; TAWFIC, 2018; HEJNA *et al.*, 2021; HÜNNEKENS *et al.*, 2016; LETTE *et al.*, 2018; MANDAL *et al.*, 2020; NAGAMADHU *et al.*, 2019).

Um outro método de produção de CMP apontado foi a aplicação manual, conhecido na literatura por *hand lay-up* (HE; LIU; DI, 2016; KHAN; SRIVASTAVA; GUPTA, 2019; SAXENA; GUPTA, 2019). O *hand lay-up* é o método de moldagem mais simples e antigo para a fabricação de compósitos (JAMIR; MAJID; KHASRI, 2018). Neste método, as fibras secas que compõem a carga são colocadas manualmente no molde e um pincel é usado para aplicar a matriz de resina no material de reforço. Posteriormente, rolos manuais são usados para facilitar uma distribuição uniforme da resina e obter a espessura necessária. Finalmente, os compósitos são deixados para curar em condição atmosférica padrão (JAMIR; MAJID; KHASRI, 2018).

6. PROPRIEDADES DOS COMPÓSITOS MADEIRA-PLÁSTICO

Comparar as propriedades mecânicas da madeira com um material de composição variável como o CMP é difícil; as propriedades da madeira mudam com o teor de umidade, enquanto as propriedades do CMP variam de acordo com os materiais utilizados e o tipo de fabricação. Geralmente a resistência à flexão e o módulo do CMP são inferiores aos da madeira natural e, se o teor de madeira incorporado for baixo, as resinas termoplásticas deformam. Por outro lado, a dureza, resistência à abrasão, cisalhamento e resistência à compressão dos CMP podem superar a madeira convencional (PRITCHARD, 2004). As propriedades dos CMP encontradas na presente revisão de literatura estão compiladas na Tabela 1. Foram poucos os trabalhos que continham resultados a respeito de todas as propriedades listadas na Tabela 1, o que pode ser justificado com a variedade de temas e objetivos das pesquisas selecionadas.

Este compilado pode ser utilizado para comparar as propriedades mecânicas dos CMP da literatura com as propriedades mecânicas das madeiras naturais relatadas pelo IPT (2021) comumente utilizadas para a construção de decks: Ipê, Itaúba, Eucalipto, Pinus e Teca.

Dentre os valores encontrados, a resistência média à flexão foi de 41,01 MPa, inferior à resistência à flexão do Pinus verde (48,0 MPa), a menor entre as madeiras naturais citadas (IPT, 2021). O valor mínimo foi de 17,5 MPa, do CMP de PE e Eucalipto (30%) (BARBOS *et al.*, 2020). O valor máximo foi de 75,5 MPa, pertencente ao compósito de RE com álamo (HE; LIU; DI, 2016), 57% superior ao Pinus verde. Enquanto isso, o compósito de RF com cedro (LETTE *et al.*, 2018) e o compósito de PP com MDF moído (60%) (KRAUSE *et al.*, 2018) alcançaram valores superiores em 29% e 23%, respectivamente quando comparados com a mesma madeira natural. Ainda assim, somente o compósito de PP com MDF moído (60%) apresenta valor de módulo de elasticidade superior ao da madeira natural. Desta forma, se tratando da resistência à flexão, este compósito poderia integrar um deck no lugar de uma madeira do tipo Pinus.

Se tratando da resistência à tração, os trabalhos se tornam mais promissores. Há uma média de 25,9 MPa desta propriedade mecânica, sendo que 75% dos dados se encontram acima de 13 MPa. Com exceção do compósito de PP com farinha de Abeto branco (MAZZANTI, *et al.*, 2020), todos os compósitos produzidos apresentaram resistência superior a todas as madeiras naturais citadas, cujo maior representante é o Ipê com 11,1 MPa. Novamente, o compósito de PP com MDF moído (60%) obteve destaque, atingindo uma resistência 8 vezes maior que a resistência do Ipê, a madeira natural dentre as apresentadas com melhor propriedade de resistência à tração. (IPT, 2021; KRAUSE *et al.*, 2018). O compósito de PLA com Melia dúbria (30%) (CHITRA *et al.*, 2018) também apresentou alto valor de resistência à tração, 4 vezes maior que a do Ipê. Desta forma, se houver uma preocupação maior com a resistência à tração normal às fibras, os CMP podem facilmente substituir as madeiras naturais utilizadas na construção de decks.

Compósito	Resistência à Flexão (MPa)	Módulo (GPa)	Resistência à tração (MPa)	Módulo (GPa)	Resistência ao impacto (kJ/m ²)	Referência
PE + Casca de Levedura (25%)	-	0,70	13	-	-	(HEJNA <i>et al.</i> , 2021)
PE + Casca de Café (25%)	-	0,65	12	-	-	(HEJNA <i>et al.</i> , 2021)
PE + Farinha de madeira (Resíduos de planeamento)	21,23	3,42	-	-	-	(MAZZANTI, V.; MOLLIKA, 2017)
PLA + Melia dúbria (30%)	-	2,61	45,1	-	-	(CHITRA <i>et al.</i> , 2018)
PE + Farinha de Abeto	22,36	2,89	-	-	12	(FORTINI; MAZZANTI, 2018)
PP + Farinha de Abeto branco	-	1,70	8	-	18,70	(MAZZANTI, Valentina <i>et al.</i> , 2020)

Continua...

Compósito	Resistência à Flexão (MPa)	Módulo (GPa)	Resistência à tração (MPa)	Módulo (GPa)	Resistência ao impacto (kJ/m ²)	Referência
PE + Eucalipto (30%)	17,5	6,5	18	-	2	(BARBOS <i>et al.</i> , 2020)
PP + Camará (20%)	50	2,5	35	-	-	(KALE <i>et al.</i> , 2017)
PS + Casca de Arroz (50%)	-	-	28,7	-	-	(ESKANDER; TAWFIK; TAWFIC, 2018)
PP + Farinha de madeira (20%)	28	-	55	-	-	(YADAV; YUSOH, 2016)
PP + MDF Moído (20%)	41,6	2,2	27,9	-	-	(BÜTÜN <i>et al.</i> , 2018)
PE + Farelo de trigo (20%)	-	-	10	-	-	(HEJNA <i>et al.</i> , 2020)
PP + MDF Moído (60%)	59,2	6,4	97,8	-	20,1	(KRAUSE <i>et al.</i> , 2018)
RE + Shorea robusta	38,58	4,60	21,8	3,38	2,3	(KHAN; SRIVASTAVA; GUPTA, 2019)
PL + Teca	48,92	2,70	14,2	1,40	3,7	(JAIN; GUPTA, 2018)
PL + Shorea robusta	26,61	1,81	14,0	0,96	-	(VIMALANATHAN; VENKATESHWARAN; SANTHANAM, 2016)
RE+ Árvore Sal	44,23	2,40	13,9	1,30	3,2	(JAIN; GUPTA, 2018)
RE + Shorea robusta	43,47	2,44	13,5	1,29	3,2	(SAXENA; GUPTA, 2019)
RE + Mangueira	54,15	2,21	12,0	1,28	3,1	(SAXENA; GUPTA, 2019)
PP + Casca de Arroz	44,0	-	-	-	-	(ESKANDER; TAWFIK; TAWFIC, 2018)
RE + Álamo	75,50	-	-	-	7,8	(HE; LIU; DI, 2016)
RF + Cedro	61,82	2,60	34,5	0,024	9,7	(LETTE <i>et al.</i> , 2018)
RE + Pinheiro	20,03	4,48	18,2	4,41	2,2	(KHAN; SRIVASTAVA; GUPTA, 2019)

Tabela 1. Propriedades mecânicas de Compósitos Madeira-Plástico

A resistência ao impacto não foi objeto de estudo de grande parte dos trabalhos. Ainda assim, o compósito de PP com Farinha de Abeto branco (MAZZANTI *et al.*, 2020) e o compósito de PP com MDF moído (60%) (KRAUSE *et al.*, 2018) apresentaram valores de resistência maiores, quando comparados ao Pinus e à Itaúba (IPT, 2021). O bom desempenho do compósito de PP com Farinha de madeira quanto à

resistência ao impacto deve ser considerado como um caso isolado e não configura uma boa opção de substituição. Isso porque o mesmo compósito não apresenta valores de resistência à flexão e corresponde ao pior desempenho de resistência à tração, como citado anteriormente. Em contrapartida, o compósito de PP com MDF moído (60%) se apresenta como a melhor opção dentre todos os compósitos levantados para substituir o Pinus. O compósito apresentou propriedades superiores de resistência à tração, compressão e impacto e possui módulo de elasticidade equivalente ao da madeira natural.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As discussões realizadas neste trabalho mostraram como alguns CMP apresentam propriedades equivalentes ou superiores às madeiras naturais comumente utilizadas. O Pinus pode ser substituído, por exemplo, por um compósito desenvolvido por Krause (KRAUSE *et al.*, 2018), que utiliza PP e MDF moído (60%) como componentes. Outra grande vantagem apresentada pelos CMP foi sua versatilidade de produção. Embora o PP e a farinha de madeira sejam amplamente utilizados como componentes, a matriz polimérica pode ser composta por inúmeros polímeros e uma infinidade de materiais fibrosos podem funcionar como cargas de enchimento e reforço.

Vale lembrar que a seleção dos materiais deve influenciar diretamente a escolha do método de produção de CMP. O processamento deve ter suas condições limitadas, principalmente de temperatura, por conta da natureza instável da carga de madeira. A extrusão, a moldagem por injeção e o *hand lay-up* se mostraram processos extremamente eficazes, sendo os dois primeiros indicados para compósitos a base de termoplásticos e o último para termofixos.

Desta forma, os CPM representam uma ótima alternativa para solucionar o problema da poluição de resíduos plásticos. Ao mesmo tempo, contribuem para a diminuição da exploração de madeiras naturais para fins construtivos, como é o caso dos decks.

Vale ressaltar que dentre os manuscritos utilizados, não havia uma padronização da quantidade e tipos de ensaios realizados para mensurar as propriedades mecânicas dos CMP, o que prejudicou a comparação de desempenho entre eles. Constatou-se ainda a falta de relatórios e estudos que reunissem informações padronizadas a respeito das propriedades mecânicas dos diversos tipos de madeira natural. Desta forma, os autores recorreram aos dados da plataforma online do IPT de São Paulo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO (Abiplast). Perfil 2019. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil2019/>.
- ASHORI, Alireza. Wood-plastic composites as promising green-composites for automotive industries! *Bioresource Technology*, [s. l.], v. 99, n. 11, p. 4661-4667, 2008.
- BAHARI, Shahril Anuar; KRAUSE, Andreas. Utilizing Malaysian bamboo for use in thermoplastic composites. *Journal of Cleaner Production*, [s. l.], v. 110, p. 16-24, 2016.
- BARBOS, Josiane Dantas Viana *et al.* Development and characterization of WPCs produced with high amount of wood residue. *Journal of Materials Research and Technology*, [s. l.], v. 9, n. 5, p. 9684-9690, 2020.
- BASALP, Dildare *et al.* Utilization of Municipal Plastic and Wood Waste in Industrial Manufacturing of Wood Plastic Composites. *Waste and Biomass Valorization*, [s. l.], v. 11, n. 10, p. 5419-5430, 2020.
- BELLON, Karine Ramos da Rosa.(2013). “ MODIFICAÇÃO TÉRMICA DA MADEIRA DE TRÊS ESPÉCIES DE FLORESTAS PLANTADAS PELO PROCESSO VAP HolzSysteme® “. Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Brasil.
- BLANCO-FLÓREZ, J. *et al.* Simulação em serviço de pisos de madeira jovem de *Tectona grandis*. *Revista Materia*, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 1048-1060, 2015.
- Bochkov, I.;Varkale, M.;Merijs Meri, R.;Zicans, J.;Franciszczak, P.;Bledzki, A.K. Polypropylene composites wear resistance properties due to spelt and oat grain husks short fiber preparation technology. *Proceedings of 10th International Scientific Conference BALTTTRIB 2019*, [s. l.], n. November, p. 1-6, 2019.
- BÜTÜN, F. Yağmur *et al.* Recovering fibres from fibreboards for wood polymer composites production. *International Wood Products Journal*, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 42-49, 2018.
- CABRAL, Stênio Cavalier *et al.* Características comparativas da madeira plástica com a madeira convencional. *Revista Científica Vozes dos Vales*, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 1-20, 2016.
- CARDARELLI, François. *Materials Handbook A Concise Desktop Reference*. 3ªed. [S. l.]: Springer, 2018.
- CARUS, M *et al.* WPC/NFC Market Study 2014-10 (Update 2015-06): Wood-Plastic Composites (WPC) and Natural Fibre Composites (NFC): European and Global Markets 2012 and Future Trends in Automotive and Construction. Market study by nova Institut GmbH, Hürth, DE, available under www.biobased.eu/markets, [s. l.], v. 5, n. 14, p. 1-16, 2015.
- CHEN, Bo *et al.* Wood Plastic Composites from the Waste Lignocellulosic Biomass Fibers of Bio-Fuels Processes: A Comparative Study on Mechanical Properties and Weathering Effects. *Waste and Biomass Valorization*, [s. l.], v. 11, n. 5, p. 1701-1710, 2020.

- CHITRA, K. N. *et al.* Characterization of wood polymer composite and design of root trainer. AIP Conference Proceedings, [s. l.], v. 1943, 2018.
- CHUN, Koay Seong *et al.* Wood plastic composites made from post-used polystyrene foam and agricultural waste. Journal of Thermoplastic Composite Materials, [s.l.], v.32, n.11, p.1455-1466, 2019.
- CLEMONS, Craig. Interfacing wood-plastic composites industries in the U.S., Forest Products Journal, [s. l.], v. 52, n. 6, p. 10–18, 2002.
- ERLANDSSON, Martin; KJELLOW, Anders; LAURENTI, Rafael. LCA on NTR treated wood decking and other decking materials. [s. l.], n. 715202, p. 21, 2018.
- ESCOCARD, Fábio Carneiro; ALMEIDA, Micaela Chagas; ERTHAL, Milton. FUNCIONALIDADE DA LEI DAS SACOLAS PLÁSTICAS NA REDUÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EM CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ. Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias (ISSN: 2525-4790), v. 3, n. 1, 2018.
- ESKANDER, Samir B.; TAWFIK, Magda E.; TAWFIC, Medhat L. Mechanical, flammability and thermal degradation characteristics of rice straw fiber-recycled polystyrene foam hard wood composites incorporating fire retardants. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, [s. l.], v. 132, n. 2, p. 1115–1124, 2018.
- FERENHOF, Helio Aisenberg; FERNANDES, Roberto Fabiano. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SFF. Revista ACB, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 550–563, 2016.
- FORTINI, Annalisa; MAZZANTI, Valentina. Combined effect of water uptake and temperature on wood polymer composites. Journal of Applied Polymer Science, [s. l.], v. 135, n. 35, p. 1–9, 2018.
- GARDNER, Douglas J.; HAN, Yousoo; WANG, Lu. Wood-Plastic composite technology. Current Forestry Reports, [s. l.], v. 1, n. 3, p. 139-150, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40725-015-0016-6>.
- GARRIDO, Ana Luisa Guéron e Viviane. Requisitos ambientais, acesso a mercados e competitividade na indústria de madeira e móveis do Brasil. Ponto Focal de Barreiras Técnicas às Exportações. Inmetro, [s. l.], p. 38, 2004.
- GIRDIS, Jordan *et al.* Rethinking Timber: Investigation into the Use of Waste Macadamia Nut Shells for Additive Manufacturing. Jom, [s. l.], v. 69, n. 3, p. 575–579, 2017.
- GWON, Jae Gyoung; LEE, Sun Young; KIM, Jung Hyeun. Thermal degradation behavior of polypropylene base wood plastic composites hybridized with metal (aluminum, magnesium) hydroxides. Journal of Applied Polymer Science, [s. l.], v. 131, n. 7, p. 1–7, 2014.
- HE, Shanshan; LIU, Tong; DI, Mingwei. Preparation and Properties of Wood Flour Reinforced Lignin-Epoxy Resin Composite. BioResources, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 2319–2333, 2016.
- HEIDBREDE, Lea Marie *et al.* Tackling the plastic problem: A review on perceptions, behaviors, and interventions. Science of the Total Environment, [s. l.], v. 668, p. 1077–1093, 2019.

HEJNA, Aleksander *et al.* By-products from food industry as a promising alternative for the conventional fillers for wood-polymer composites. *Polymers*, [s. l.], v. 13, n. 6, 2021.

HEJNA, Aleksander *et al.* Rotational molding of linear low-density polyethylene composites filled with wheat bran. *Polymers*, [s. l.], v. 12, n. 5, 2020.

HUANG, Lijie *et al.* Performance of waste-paper/PETG wood-plastic composites. *AIP Advances*, [s. l.], v. 8, n. 5, 2018.

HÜNNKENS, Benedikt *et al.* Plasma treatment of wood-polymer composites: A comparison of three different discharge types and their effect on surface properties. *Journal of Applied Polymer Science*, [s. l.], v. 133, n. 18, p. 1-9, 2016.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado São Paulo 2021. INFORMAÇÕES SOBRE MADEIRAS. São Paulo, SP. Disponível em: https://www.ipt.br/informacoes_madeiras2.php (acesso em 24 de junho de 2021).

JAIN, Nitin Kumar; GUPTA, M. K. Hybrid teak/sal wood flour reinforced composites: Mechanical, thermal and water absorption properties. *Materials Research Express*, [s. l.], v. 5, n. 12, 2018.

JAMIR, Mohammad R. M.; MAJID, Mohammad S. A.; KHASRI, Azduwin. Sustainable Composites for Aerospace Applications. [S. l.]: Woodhead publishing, 2018.

JAUNSLAVIETIS, Jevgenijs *et al.* The influence of mechanical and mechanochemical activation of hardwood wood waste on biocomposite properties. *Key Engineering Materials*, [s. l.], v. 800 KEM, p. 200-204, 2019.

KAJAKS, Janis *et al.* Physical and mechanical properties of composites based on polypropylene and timber industry waste. *Central European Journal of Engineering*, [s. l.], v. 4, n. 4, p. 385-390, 2014.

KALE, Amey *et al.* Lantana Fiber-Filled Polypropylene Composite. *Wood is Good: Current Trends and Future Prospects in Wood Utilization*, [s. l.], p. 1-480, 2017.

KAMAU-DEVERS, Kanotha; KORTUM, Zachary; MILLER, Sabbie A. Hydrothermal aging of bio-based poly(lactic acid) (PLA) wood polymer composites: Studies on sorption behavior, morphology, and heat conductance. *Construction and Building Materials*, [s. l.], v. 214, p. 290-302, 2019.

KHAN, Mohammad Z.R.; SRIVASTAVA, Sunil Kumar; GUPTA, M. K. A state-of-the-art review on particulate wood polymer composites: Processing, properties and applications. *Polymer Testing*, [s. l.], v. 89, n. May, p. 106721, 2020.

KHAN, Mohammad Z.R.; SRIVASTAVA, Sunil Kumar; GUPTA, M. K. Water absorption and its effect on mechanical properties of hybrid wood particulates composites. *Materials Research Express*, [s. l.], v. 6, n. 10, 2019.

KIELING, Antonio Claudio; SANTANA, Genilson Pereira; DOS SANTOS, Maria Cristina. COMPÓSITOS DE MADEIRA PLÁSTICA : CONSIDERAÇÕES GERAIS. *Scientia Amazonia*, [s. l.], v. 8, n. December, 2019.

KRAUSE, Kim Christian *et al.* Utilization of recycled material sources for wood-polypropylene composites: Effect on internal composite structure, particle characteristics and physico-mechanical properties. *Fibers*, [s. l.], v. 6, n. 4, p. 1-18, 2018.

- KUSZELNICKA, I. *et al.* Effect of surface wettability of wood-polymer composites on biofilm formation in wastewater treatment processes. *Polimery*, [s. l.], v. 63, n. 9, p. 619-625, 2018.
- LETTE, Marieme Josephine *et al.* Evaluation of Sawdust and Rice Husks as Fillers for Phenolic Resin Based Wood-Polymer Composites. *Open Journal of Composite Materials*, [s. l.], v. 08, n. 03, p. 124-137, 2018.
- MALLET, Julian; KALYANASUNDARAM, Shankar; EVANS, Philip D. Digital image correlation of strains at profiled wood surfaces exposed to wetting and drying. *Journal of Imaging*, [s. l.], v. 4, n. 2, 2018.
- MANDAL, Moon *et al.* Study of UV stability, biodegradability and physical properties of rosin derivative cross-linked wood polymer composites. *International Wood Products Journal*, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 2-11, 2020.
- MAZZANTI, V.; MOLLICA, F. Bending Properties of Wood Flour Filled Polyethylene in Wet Environment. *Procedia Engineering*, [s. l.], v. 200, p. 68-72, 2017.
- MAZZANTI, Valentina *et al.* Correlation between Mechanical Properties and Polymer Composites. [s. l.], 2020.
- MOCELLIN, Gabriel; GAVASSONI, Elvidio. ANÁLISE TÉCNICA COMPARATIVA ENTRE OS USOS DE DLT E DECKING EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. *In:* , 2019, Montevideo - uruguay. 4º Congresso Latinoamericano de Estruturas de Madeiras. Montevideo - uruguay: [s. n.], 2019.
- NAGAMADHU, M. *et al.* Dynamic Mechanical Analysis and Thermal Stability of Neem Wood Veneer Plastic Composites. *Materials Today: Proceedings*, [s. l.], v. 24, p. 2265-2273, 2019.
- NAGHIPOUR, M.; NEMATZADEH, M.; YAHYAZADEH, Q. Analytical and experimental study on flexural performance of WPC-FRP beams. *Construction and Building Materials*, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 829-837, 2011.
- NAZÁRIO, Gabriel Fernando *et al.* Madeira plástica: Uma revisão conceitual. *Revista Engenharia em Ação UniToledo*, [s. l.], v. 01, p. 54-71, 2016.
- OJHA, Shakuntala; RAGHAVENDRA, G.; ACHARYA, S.K. A comparative investigation of bio waste filler (wood apple-coconut) reinforced polymer composites. *Polymer Composites*, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 180-185, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/pc.22648>
- OLIVEIRA, Evelyn Martins Reale de; OLIVEIRA, Emilly Martins Reale de;; COSTA, Raissa Andrade. Madeira plástica. [S. l.: s. n.], 2013.
- PORTELA JUNIOR, Adauto de Brito *et al.* A MADEIRA PLÁSTICA E SEUS EFEITOS E VANTAGENS PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. *In:* , 2019. Ena-proc. [S. l.: s. n.], 2019. p. 10-12.
- PRITCHARD, Geoff. Two technologies merge: Wood plastic composites. *Plastics, Additives and Compounding*, [s. l.], v. 6, n. 4, p. 18-21, 2004.
- RENNECKAR, Scott *et al.* Compositional analysis of thermoplastic wood composites by TGA. *Journal of Applied Polymer Science*, [s. l.], v. 93, n. 3, p. 1484-1492, 2004.

- RIZVI, Ghaus M.; SEMERALUL, Hamid. Glass-fiber-reinforced wood/plastic composites. *Journal of Vinyl and Additive Technology*, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 39-42, 2008.
- SAUERBIER, Philipp; KÖHLER, Robert. Gerrit Renner and Holger Militz. Plasma Treatment of Polypropylene-Based. *Polymers*, [s. l.], v. 12, p. 1933, 2020.
- SAXENA, Mohit; GUPTA, M. K. Mechanical, thermal, and water absorption properties of hybrid wood composites. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications*, [s. l.], v. 233, n. 9, p. 1914-1922, 2019.
- SMITH, Paul M.; WOLCOTT, Michael P. Opportunities for wood/natural fiber-plastic composites in residential and industrial applications. *Forest Products Journal*, [s. l.], v. 56, n. 3, p. 4-11, 2006.
- TAN, T. *et al.* Mechanical properties of functionally graded hierarchical bamboo structures. *Acta Biomaterialia*, [s. l.], v. 7, n. 10, p. 3796-3803, 2011.
- VIMALANATHAN, P.; VENKATESHWARAN, N.; SANTHANAM, V. Mechanical, dynamic mechanical, and thermal analysis of Shorea robusta-dispersed polyester composite. *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*, [s. l.], v. 21, n. 4, p. 314-326, 2016.
- YADAV, Sumit Manohar; LUBIS, Muhammad Adly Rahandi; SIHAG, Kapil. A Comprehensive Review on Process and Technological Aspects of Wood- Plastic Composites. *Jurnal Sylva Lestari*, [s. l.], v. 9, n. May, p. 329-356, 2021.
- YADAV, Sumit Manohar; YUSOH, Kamal Bin. Modification of pristine nanoclay and its application in wood-plastic composite. *E-Polymers*, [s. l.], v. 16, n. 6, p. 447-461, 2016.
- ZAINI, A. S.Syah M. *et al.* Mechanical properties evaluation of extruded wood polymer composites. *AIP Conference Proceedings*, [s. l.], v. 1877, 2017.
- ZHANG, Hui Hui; CUI, Yihua; ZHANG, Zhidan. Chemical treatment of wood fiber and its reinforced unsaturated polyester composites. *Journal of Vinyl and Additive Technology*, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 18-24, 2013.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasil (CNPq) pelo apoio financeiro. Os autores também agradecem ao Departamento de Engenharia Urbana (DEURB), Departamento de Engenharia civil (DE-CIV), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PROPEC), à Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PROPPi-UFOP) e à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) pelo apoio para realização e apresentação desta pesquisa.

ARTIGO

PAVIMENTOS URBANOS EM CONCRETOS PERMEÁVEIS CONTENDO AGREGADOS RECICLADOS - UMA CONTRIBUIÇÃO POR MEIO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

CASTRO, Sarah

(sarahbueno@discente.ufg.br)

Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil.

CAMPOS, Marcus

(marcus_campos@ufg.br)

Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil.

CARASEK, Helena

(hcarasek@ufg.br)

Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil.



PALAVRAS-CHAVE:

Concreto permeável, resíduos da construção civil, sustentabilidade, pavimento permeável.

RESUMO

Os concretos permeáveis são uma categoria especial de concretos sustentáveis que tem se destacado como uma tecnologia eficiente ao escoamento de águas pluviais. A necessidade de sustentabilidade no setor da construção tem impulsionado novas pesquisas visando o aproveitamento de resíduos no concreto permeável. À vista disso, o presente estudo traz uma revisão sobre o resultados de pesquisas sobre os concretos permeáveis contendo resíduos da construção civil (RCC). O procedimento metodológico considera uma abordagem de análise bibliométrica e de revisão sistemática para mapear as principais publicações sobre o tema. A busca resultou em pesquisas que apresentaram métodos de dosagem, parâmetros de desenvolvimento e a influência de RCC nas propriedades técnicas dos concretos permeáveis, revelando grande envolvimento da comunidade científica na busca pelo desenvolvimento de inovações para a gestão de manejo de águas pluviais e como solução viável ao reaproveitamento de resíduos.

**SESSÃO 2
MATERIAIS
E TÉCNICAS:
AVALIAÇÃO,
EVOLUÇÃO
E INOVAÇÃO**

1. INTRODUÇÃO

Uma grande problemática evidenciada com o avanço das zonas urbanas está associada ao planejamento urbano. A principal consequência relacionada ao setor de infraestrutura é a formação de áreas com pouca permeabilidade, o que tem provocado o aumento de picos de vazão que ocasionam em pontos de alagamento, em função da ineficiência dos sistemas de drenagem.

À vista disso, para Yap *et al.* (2018), os concretos permeáveis, também conhecido como concreto drenante ou poroso, são uma categoria especial de concretos sustentáveis que tem se destacado como um sistema eficiente ao escoamento de águas pluviais, favorecendo a infiltração da água através de uma rede interconectada de poros. Aliado a estas questões, cresce o número de pesquisas considerando a incorporação de resíduos da construção civil (RCC) na composição de concretos permeáveis, o que possibilita a integração de novas tecnologias de manejo sustentável de águas pluviais para a indústria da construção (CHEN *et al.*, 2019; JANANI e KAVERI, 2021).

Todavia, as pesquisas pertinentes aos concretos permeáveis ainda se encontram em fases de aprimoramento em razão de sua estrutura complexa, composta por alto índice de vazios (ZAETANG *et al.*, 2016). À vista disso, intensos debates têm se colocado no meio técnico-científico, sob a ótica de que ainda não foram desenvolvidas metodologias normalizadas como um método de traço único e métodos para a produção de concretos permeáveis.

Desse modo, esta pesquisa objetivou-se realizar, um estudo bibliométrico e de revisão sistemática sobre os principais estudos que incorporam RCC em concretos permeáveis, apresentando-se os métodos de dosagem, produção e as principais propriedades técnicas que definem o comportamento desses concretos, direcionando perspectivas para trabalhos futuros que abordem o reaproveitamento de resíduos do setor da construção.

2. METODOLOGIA

O procedimento metodológico deste artigo considera uma abordagem de Análise Bibliométrica e de Revisão Sistemática da Literatura para mapear e analisar as principais publicações sobre a temática, como preconizado por Evren e Kozak (2014) para a identificação de informações quantitativas e as relações entre os estudos. A metodologia empregada está estruturada a seguir.

Desse modo, na etapa de planejamento, definiu-se primeiramente o assunto, para que as questões de pesquisa fossem respondidas:

Quais os materiais e métodos de dosagem para a produção de concretos permeáveis?

Quais as principais propriedades técnicas avaliadas nas pesquisas?

A incorporação de RCC exerce influência na composição de concretos permeáveis?

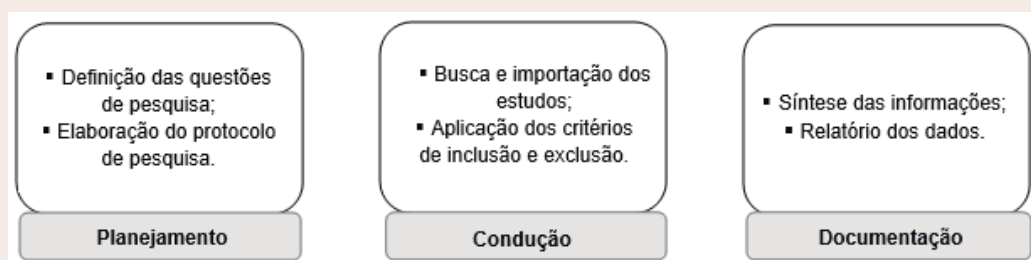


Figura 1. Processo de mapeamento.

Para a formulação da *string* de busca foram encontrados termos a partir de uma análise inicial em artigos relevantes sobre o tema, no qual estavam expostos nos títulos, resumos e palavras-chave os seguintes: *pervious concrete*, *recycled aggregate*, *construction waste* e *mechanical properties*. À vista disso, após a seleção das palavras-chave, combinadas com operadores booleanos, determinou-se a seguinte *string* de busca: “*pervious concrete*” AND (“*construction waste*” OR “*recycled aggregate*”) AND (“*mechanical properties*”). Ressalta-se que não houve restrições quanto ao ano de publicação para que fosse possível buscar o maior número de artigos relacionados ao tema.

Para a etapa de condução, utilizou-se os seguintes bancos de dados: *Science Direct*, *Scopus*, *Engineering Village* e *Web of Science*, selecionadas conforme a afinidade com a área da pesquisa. Nessa perspectiva, a pesquisa obteve um total de 216 documentos previamente selecionados e em seguida foram importados para o programa *Parsif.al.* - ferramenta que permite a realização de Revisões Sistemáticas de Literatura a partir da projeção do protocolo de pesquisa. Os documentos foram avaliados conforme a leitura de títulos, resumos e pesquisa completa.

Com o auxílio dessa plataforma, estabeleceu-se os seguintes critérios de inclusão: artigos nacionais e internacionais que contemplavam conceitos e métodos de dosagem, que apontavam as influências do uso de RCC nas propriedades técnicas, e que estivessem disponíveis para acesso. Por outro lado, os critérios de exclusão adotados foram: capítulos de livro, artigos não disponíveis, duplicados em outras bases de dados e aqueles que versavam sobre resíduos de outros segmentos industriais ou que não estivessem ligados diretamente aos concretos permeáveis.

A partir das análises, a Tabela 1 indica o quantitativo de artigos selecionados, considerando as etapas de seleção.

Artigos encontrados nas bases de dados	216
Artigos duplicados	-78
Artigos rejeitados (leitura de títulos e resumos)	-69
Artigos completos não disponíveis	-15
Leitura de artigos completos	-10
Total de artigos aderentes à pesquisa	44

Tabela 1. Número de artigos selecionados por etapas.

Finalizada a etapa de seleção dos documentos, foram importadas para o programa VOSviewer os dados das 44 pesquisas identificadas nas bases de dados relacionadas ao assunto para a Análise Bibliométrica e validação dos documentos. Na visão de Chen *et al.* (2019), este estudo bibliométrico torna-se fundamental para a verificação de contribuições e o desenvolvimento do conhecimento científico a partir das publicações e padrões de autoria.

Após o estudo bibliométrico, foi conduzida uma análise qualitativa para a abordagem das metodologias de dosagem, parâmetros de desenvolvimento e aplicação dos concretos permeáveis contendo RCC, com a finalidade de responder às questões de pesquisa e direcionar pontos para trabalhos futuros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados bibliométricos do mapeamento da literatura, realizado em junho do ano de 2021, revelaram pesquisas com ligação direta ao tema ao longo do período de dez anos, como ilustrado na Figura 2.

As pesquisas datadas entre os anos de 2011 e 2021 revelaram ser um tema atual e que se encontra em fases de desenvolvimento e aprimoramento, apresentando tendência crescente de investigação com o maior número de pesquisas registrado no ano de 2020, com 11 documentos.

Contudo, salienta-se que, embora discreta, as primeiras publicações entre os anos de 2011 e 2015 se destacam por apresentar o maior número de citações por outros autores, indicando o quanto os estudos iniciais auxiliaram nas pesquisas subsequentes.

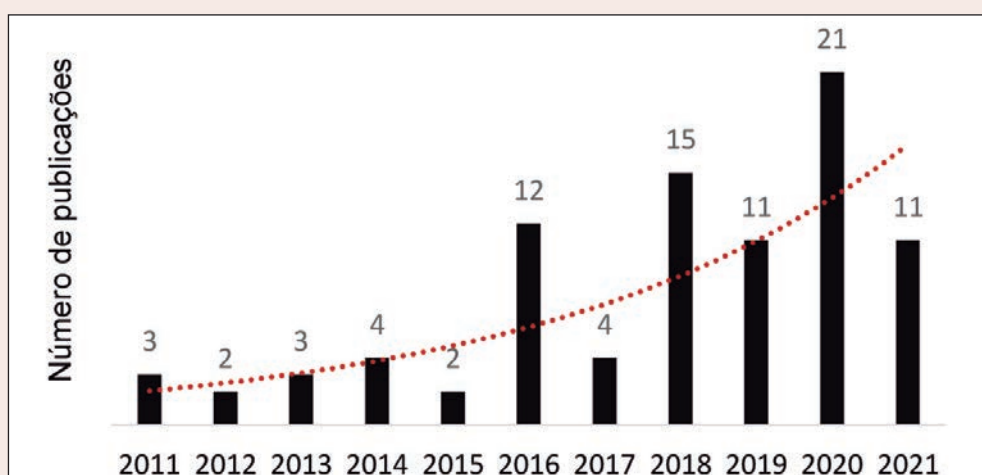


Figura 2. Número de publicações ao longo de dez anos.

No que se refere a origem das publicações, a Figura 3 ilustra a distribuição geográfica das atividades de publicação dos países ao longo dos anos, revelando que os estudos de concretos permeáveis contendo agregados reciclados se apresentaram de forma bastante dispersa.

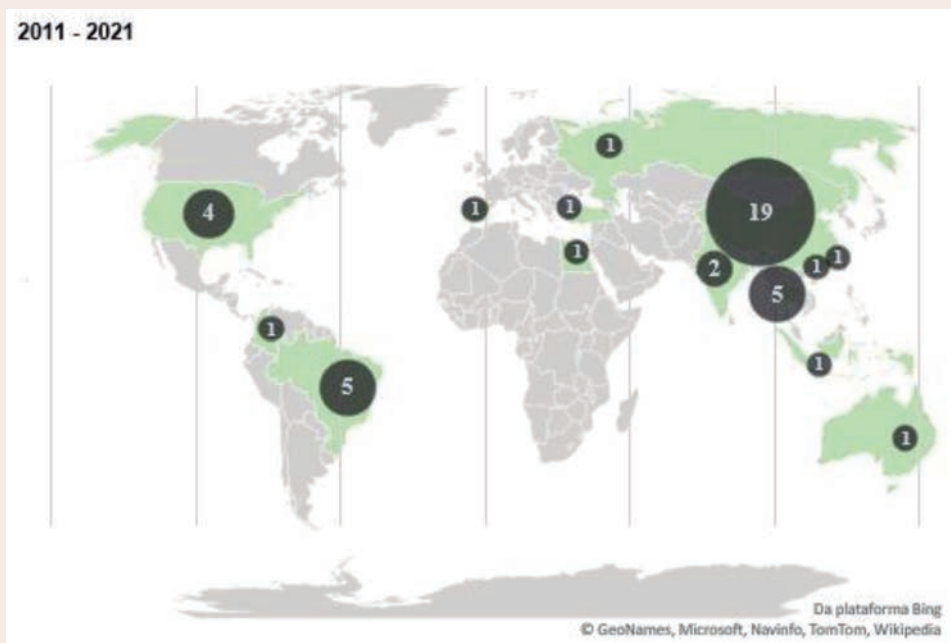


Figura 3. Distribuição geográfica das publicações no período de 2011-2021.

A partir desta análise, foram registrados 14 países com pesquisas relevantes sobre o tema. Observa-se que a China se mostra o país com o maior número de publicações na área, com 19 documentos, seguido de Brasil e Tailândia com 5 documentos. No Brasil, esta temática ainda não é popularizada. Apesar de discreta, o tema vêm gerando avanços tecnológicos embora as referências normativas, acerca dessa tecnologia, serem incipientes. Além disso, a abordagem sustentável na reutilização de resíduos de construção para exploração de todo o potencial produtivo são desafios para o país.

Para Janani e Kaveri (2011), outros países também têm adotado práticas de gestão sustentável de resíduos, mas os processos carecem de flexibilidade e confiabilidade no gerenciamento e aplicação. Chen *et al.* (2019) ressaltam que a implementação de produção mais limpa necessita de fatores determinantes como políticas governamentais, consciência ecológica, aceitação social e condições de mercado para que o desenvolvimento sustentável no setor tenha resultados expressivos.

Analisando-se os artigos de maior relevância, baseando-se no maior número de citações, foi possível conhecer as proporções usuais entre os materiais constituintes, métodos de dosagem, propriedades avaliadas, principais aplicações e a influência dos agregados reciclados nas propriedades técnicas dos concretos permeáveis.

A Tabela 2 sintetiza as pesquisas que vem sendo desenvolvidas para a produção de concretos permeáveis contendo RCC e aponta que a variabilidade quanto às faixas de proporções dos materiais e os parâmetros de desenvolvimento dão origem a concretos com diferentes aplicações e requisitos de desempenho.

Baseando-se nesses estudos, os pesquisadores investigaram a produção de concretos permeáveis a partir de materiais comuns à composição de concretos convencionais, como: cimento Portland, água, substituições dos agregados graúdos naturais por reciclados (variando entre 0 a 100%) e nenhuma porção de agregado miúdo, uma vez que, a incorporação de materiais finos pode comprometer a conexão de poros e

reduzir a capacidade de percolação da água entre os vazios (Chen *et al.*, 2019); todavia, podem favorecer no aumento da resistência mecânica, uma vez que são materiais de enchimento e promovem o empacotamento dos grãos (ZHANG *et al.*, 2017).

Como verificado, as relações a/c variaram entre 0,27 e 0,40 o que leva a conclusão de que são materiais secos e o uso de materiais suplementares (aditivos químicos e adições minerais) podem potencializar as propriedades do concreto, seja no estado fresco ou endurecido. Quanto aos agregados graúdos, as dimensões variaram entre 4,75 a 22 mm entre os naturais e reciclados, e as quantidades foram entre 3 e 4 vezes a massa de cimento total na mistura, o que facilita a formação de uma estrutura porosa e condizente com os requisitos exigíveis.

A partir da leitura dos artigos, pôde-se compreender que os concretos permeáveis são estruturas fundamentais para a gestão de águas pluviais, uma vez que, segundo Lu *et al.* (2012), com eles são obtidos pavimentos com grande capacidade de infiltração que favorece o armazenamento e percolação da água oriunda do escoamento superficial, através da rede interconectada de poros.

Nesse contexto, em função do alto coeficiente de permeabilidade de concretos dessa natureza, Wang, Sriravindrarajah e Ervin (2012), Zaetang *et al.* (2016), Guneyisi *et al.* (2016), Vieira *et al.* (2020) e Gaedick *et al.* (2014) destacam uma série de aplicações desses concretos que tem sido amplamente estudadas e produzidas em campo nos últimos anos, tais como: uso em revestimento de pavimentos para fluxo de pedestres, tráfego leve de veículos, além de atuarem em elementos de drenagem, isolamento térmico e barreiras acústicas.

Todavia, Guneyisi *et al.* (2016) e Vieira *et al.* (2020) ressaltam que há uma grande divergência entre materiais e métodos de produção que originam em resultados com significativa variabilidade. Para Bhutta *et al.* (2013) e Lu *et al.* (2019) essa dispersão pode estar associada à falta de metodologia normalizada para a produção de concreto permeável, a qual envolve a variabilidade dos processos de dosagem, mistura, técnicas de adensamento e cura, aos quais ainda se encontram em fases de pesquisa e adaptação, fundamentais para o controle de desempenho e durabilidade.

Para a produção de concretos permeáveis, em âmbito laboratorial, pesquisadores têm se baseado em pesquisas pré-existentes e com métodos adaptáveis para a condução do projeto de mistura e avaliação do concreto permeável. Em função da carência de maiores orientações técnicas, os pesquisadores têm estabelecido, de forma empírica, a ordem de colocação dos materiais na betoneira, número de camadas para moldagem dos compósitos e até mesmo o tempo de vibração. Todos esses parâmetros são fundamentais para manter a consonância entre as propriedades.

No que tange às técnicas de adensamento, verificou-se grande variabilidade de métodos, como apresentado na Tabela 2. A haste metálica, mesa vibratória, martelo Proctor, martelo Marshall e prensa pneumática são métodos comumente empregados para o adensamento de corpos-de-prova. Apesar dos inúmeros esforços, o método que melhor corresponde às propriedades do concreto permeável dependerá da composição de materiais (GAEDICKE *et al.* 2014). Ressalta-se que não há orientações em normas técnicas para a escolha do método adequado, o que seria de grande valia, uma vez que o adensamento excessivo pode acarretar na segregação da pasta no fundo dos corpos-de-prova, prejudicando a capacidade drenante do material (ZHANG *et al.*, 2017).

Sobre o armazenamento e período de cura, o meio técnico-científico têm adotado a idade de 28 dias em câmara úmida, com umidade de 95%, ou uso de tanques com água para a cura.

		Zhang <i>et al.</i> (2017)	Vieira <i>et al.</i> (2020)	Guneyisi <i>et al.</i> (2016)	Zaetang <i>et al.</i> (2016)	Bhutta <i>et al.</i> (2013)
Dosagem	Quantidade incorporada de AR* em massa (%)	0 e 100	0, 25, 50, 75 e 100	0, 25, 50, 75 e 100	0, 20, 40, 60, 80 e 100	0 e 100
	Absorção do AR* (%)	7,12	Não especificado	5,07	4,58	4,6
	Dimensão dos agregados (mm)	9,75 (N e R)	9,5 (N e R)	9,5 (R)	9,5 (N e R)	22,0 (N e R)
	Relação agregado/cimento em massa	4,34	4,5	3,7 ; 5,75	4,5	5,9
	Relação água/cimento em massa	0,34	0,25 e 0,30	0,27 e 0,32	0,24	0,3
	Materiais suplementares (% em relação à massa de aglomerante)	Redutor de água: 1,2%	Cinza volante: 10%	-	Superplastificante: 0,75%	Polímero SP: 3 e 5%
Produção	Condição de uso do agregado reciclado	Não informado	Saturado superfície seca	Saturado superfície seca	Saturado superfície seca	Saturado superfície seca
	Método de compensação de água	Não informado	Agregado pré-saturado	Agregado pré-saturado	Agregado pré-saturado	Agregado pré-saturado
	Adensamento	Não informado	Mesa vibratória por 10 segundos	Haste metálica 3 camadas, 15 golpes	Haste metálica 2 camadas, 25 golpes	Haste metálica 2 camadas, 25 golpes
	Tipo de cura	Câmara úmida	Imerso em tanque com água	Imerso em tanque com água	Câmara úmida	Imerso em tanque com água
Uso	Aplicações	Não informado	Tráfego leve veicular	Ambientes públicos para pedestres/ tráfego leve veicular	Elementos de drenagem	Não informado

*AR - Agregado Reciclado.

Tabela 2. Revisão dos artigos sobre a dosagem, métodos de produção e aplicação dos concretos permeáveis contendo RCC (Parte A).

		Gaedick <i>et al.</i> (2014)	Tavares e Kazmierczak (2016)	Yap <i>et al.</i> (2018)	El-Hassan e Kianmehr (2019)	Lu <i>et al.</i> (2019)
Dosagem	Quantidade incorporada de AR* em massa (%)	0 e 100	50 e 100	0, 20, 40, 60, 80 e 100	0, 10, 20, 40, 70, 100	0, 25, 50, 75 e 100
	Absorção do AR* (%)	4,12	7,91	8,05	6,63	6,13
	Dimensão dos agregados (mm)	9,5 (N e R)	19 (N) e 25,4 (R)	4,75 (N e R)	9,5 (N e R)	5 a 10 (N e R)
	Relação agregado/cimento em massa	4,5 a 5,0	2,4 a 4,8	3,6	4,79	3,7
	Relação água/cimento em massa	0,3	0,3 e 0,4	0,35	0,3	0,3 e 0,4
	Materiais suplementares (% em relação à massa de aglomerante)	Escória: 15 e 30%	Fibra de vidro: 1,5%	-	-	Sílica ativa: 10%
Produção	Condição de uso do agregado reciclado	Saturado superfície seca	Seco	Não informado	Saturado superfície seca	Não informado
	Método de compensação de água	Agregado pré-saturado	Água adicional	Não informado	Agregado pré-saturado	Não informado
	Adensamento	Martelo Proctor 2 camadas, 10 golpes	Mesa vibratória por 5 segundos, 3 camadas	Mesa vibratória por 1 segundo, 2 camadas	Mesa vibratória por 10 segundos, 2 camadas	Martelo Proctor 2 camadas, 10 golpes
	Tipo de cura	Câmara úmida	Câmara úmida	Imerso em tanque com água	Câmara úmida	Câmara úmida
Uso	Aplicações	Estacionamentos/tráfego leve veicular	Ambientes públicos para pedestres	Não informado	Ambientes públicos para pedestres	Elementos de drenagem

Tabela 3. Revisão dos artigos sobre a dosagem, métodos de produção e aplicação dos concretos permeáveis contendo RCC (Parte B).

Nesse cenário, a respeito das informações técnicas para a confecção de concretos permeáveis, alguns países já possuem diretrizes firmadas e pertinentes aos concretos permeáveis. Todavia, as prescrições americanas são as mais utilizadas entre os pesquisadores estrangeiros por serem preceitos consolidados e de grande relevância no meio científico. Salienta-se que o documento técnico ACI 522R (2010), formulado pelo Instituto Americano de Concreto, é uma diretriz consistente e integralizada aos concretos permeáveis que orienta profissionais e pesquisadores para a completa compreensão sobre os materiais constituintes, faixas típicas de proporções, propriedades avaliadas e dimensionamento para projetos de pavimentos permeáveis.

Entretanto, não são especificados em qualquer documento técnico informações sobre métodos de dosagem e procedimentos para produção, no que diz respeito aos processos de mistura, adensamento e cura dos compósitos. As diretrizes apenas têm ressaltado a importância de manter o equilíbrio entre os componentes para se obter bons resultados de permeabilidade e resistência mecânica. Para isso, conforme Guneyisi *et al.* (2016) a formulação de um método de dosagem é fundamental no que tange a inter-relação entre essas propriedades. Zaetang *et al.* (2016) e Zhang *et al.* (2017) afirmaram que no tocante às propriedades do concreto permeável, a permeabilidade se configura como uma das principais características e está diretamente relacionada com a porosidade e o tamanho dos poros, que atendem percentuais entre 15 e 35%, assim, quanto maior o índice de vazios na estrutura, maior serão os valores de permeabilidade, todavia, a resistência à compressão sofrerá prejuízos (El-HASSAN e KIANMEHR, 2020).

Em relação às principais propriedades técnicas dos concretos permeáveis, a Figura 4 expressa a correlação entre os resultados entre as pesquisas da Tabela 2. Os estudos abordaram projetos de misturas distintos com teores diferentes de substituições por agregados reciclados (variando de 0 a 100%) e revelaram uma relação direta entre as propriedades de resistência à compressão, porosidade e permeabilidade.

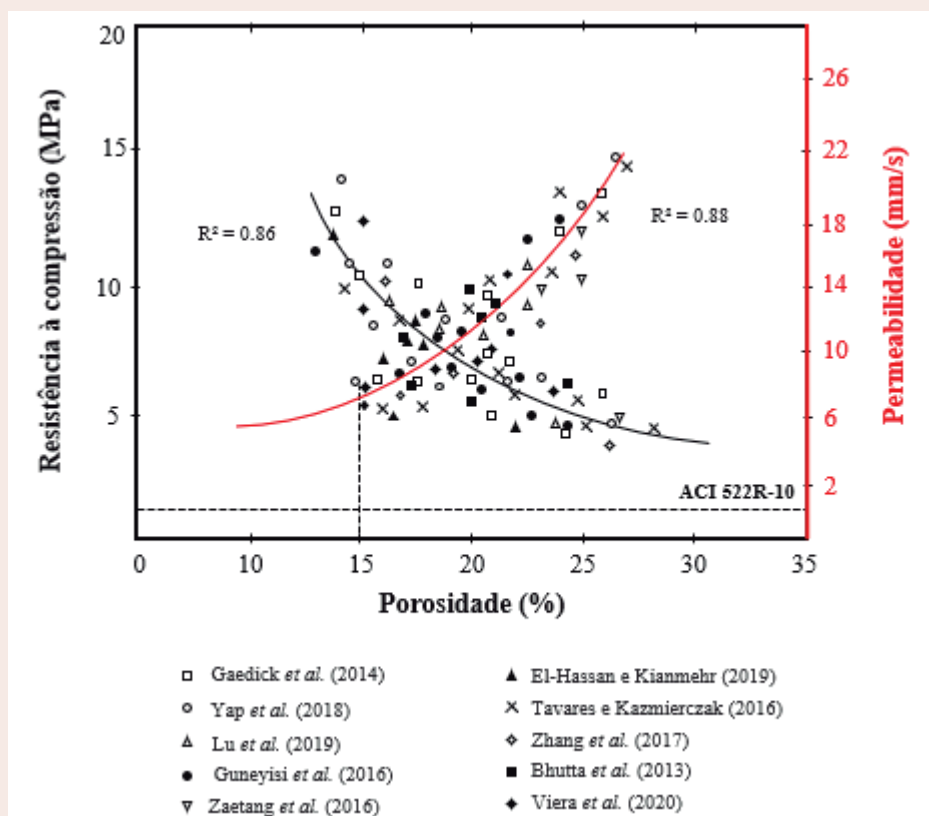


Figura 4. Avaliação das propriedades dos concretos permeáveis contendo agregados reciclados.

Fica claro, portanto, a influência da porosidade no desempenho de concretos permeáveis e a necessidade do aprimoramento de técnicas de adensamento que otimizem a ligação entre os materiais. No entanto, a principal preocupação que dificulta o uso de agregados reciclados está relacionada às próprias características e propriedades que são motivadas pela quantidade de argamassa aderida, que por sua vez, apresentam menor massa específica, maior porosidade, absorção de água e perda de massa por abrasão, influenciando diretamente as propriedades de desempenho e durabilidade dos concretos permeáveis (WANG, SRIRAVINDRA-RAJAH e ERVIN, 2012). Assim, ao utilizar o agregado reciclado, o concreto tende a apresentar uma pasta de cimento mais porosa e com maiores vazios interligados na matriz cimentícia.

Para Tavares e Kazmierczak (2016), em função dessas características, os materiais reciclados tendem a se desagregar com maior facilidade, podendo provocar comportamentos distintos nas propriedades dos concretos permeáveis conforme o tipo, fonte de origem, modo de beneficiamento, composição granulométrica e grau de degradação.

Nessa perspectiva, foram contabilizados, nesta pesquisa, resíduos de fontes distintas, dentre os mais recorrentes: resíduos compostos por concreto, argamassa e blocos cerâmicos. Verificou-se que há uma tendência de melhores resultados mecânicos ao se utilizar agregados densos e resistentes como, por exemplo, os agregados de concreto reciclado (GUNEYISI *et al.*, 2016). Todavia, a condição de

uso do agregado reciclado na mistura de concreto deve ser considerada, uma vez que, os resíduos apresentam alta absorção de água.

Nesse ponto, os pesquisadores têm abordado a necessidade de maior detalhamento das características dos agregados reciclados em função das mudanças no comportamento dos concretos no que tange as propriedades de resistências mecânicas (LU *et al.*, 2019; CHEN *et al.*, 2019 e WANG, SRIRAVINDRARAJAH e ERVIN, 2012).

Para tanto, é necessário ampla caracterização a fim de se determinar a qualidade desses materiais para o adequado controle tecnológico do concreto permeável, fundamentando-se em documentos técnicos para maior confiabilidade dos resultados. Nessas circunstâncias, a partir do conhecimento das propriedades dos agregados reciclados é possível formular e projetar dosagens de traço adequados que garantam os requisitos exigíveis para manter a consonância entre as propriedades de desempenho dos concretos permeáveis, considerando a porosidade, permeabilidade e resistência à compressão.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os estudos analisados, envolvendo resíduos de construção civil na produção de concretos permeáveis, estejam em fases de desenvolvimento e aprimoramento, a comunidade científica têm se mostrado bastante envolvida na busca por novas soluções urbanísticas e sustentáveis para o manejo de águas pluviais.

As características únicas dos concretos permeáveis tornam os métodos de dosagem, amostragem e avaliação, usados em concretos convencionais, difíceis de se aplicar em misturas permeáveis, podendo não ser parâmetros consistentes e representativos.

Nessa premissa, é preciso maiores explorações e ampliações quanto aos métodos de dosagem e ensaios técnicos pertinentes aos concretos permeáveis, visto que os métodos de ensaio muitas vezes são adaptados àqueles utilizados para avaliar concretos convencionais. Ainda assim, os documentos técnicos são utilizados como meio para verificar se as propriedades avaliadas correspondem com as especificações, todavia não abordam orientações sobre a composição de materiais, projeto de mistura e demais parâmetros de desenvolvimento.

Por outro lado, a abordagem sustentável na reutilização de resíduos de construção ainda são desafios para muitas organizações em função das características técnicas e de fatores como políticas governamentais, aceitação social e condições de mercado. Todavia, pesquisas futuras poderão desenvolver métodos de dosagens que contemplem o uso de agregados reciclados, isto proporcionaria maior integração de resíduos na composição de concretos permeáveis a fim de se produzir materiais com bons desempenhos mecânicos e de qualidade ambiental, considerando o contexto da economia circular, um conceito econômico e que faz parte do desenvolvimento sustentável.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI. American Concrete Institute. "ACI 522R - Pervious Concrete". Farmington Hills, 2010.
- Bhutta, M. A. R.; Hasanah, N.; Farhayu, N.; Hussin, M. W.; Tahir, M.; Mirza, J. (2013). Properties of porous concrete from waste crushed concrete (recycled aggregate). *Construction and building materials*, v. 47, p. 1243-1248.
- Chen, W.; Ruoyo, J.; Yidong, X.; Dariusz, W.; Bo, L.; Libo, Y.; Zhihong, P.; Yang, Y (2019). Adopting Recycled Aggregates As Sustainable Construction Materials: A Review Of The Scientific Literature. *Construction And Building Materials*, V. 218, Pp. 483-496.
- El-Hassan, H.; Kianmehr, P.; Zouaoui, S (2019). Properties Of Pervious Concrete Incorporating Recycled Concrete Aggregates And Slag. *Construction And Building Materials*. V. 212, P. 164-175.
- Evren, S.; Kozak, N (2014). Bibliometric Analysis Of Tourism And Hospitality Related Articles Published In Turkey. *International Journal Of Tourism An Hospitality Research*, Pp. 61-80.
- Gaedicke, C.; Marines, A.; Miankodila, F (2014). A Method For Comparing Cores And Cast Cylinders In Virgin And Recycled Aggregate Pervious Concrete. *Construction And Building Materials*, V. 52, P. 494-503.
- Güneyisi, E.; Gesoglu, M.; Kareem, Q.; Ipek, S (2016). Effect Of Different Substitution Of Natural Aggregate By Recycled Aggregate On Performance Characteristics Of Pervious Concrete. *Materials And Structures*, V. 49, N. 1, Pp. 521-536.
- Janani, R.; Kaveri, V (2011). A Critical Literature Review On Reuse And Recycling Of Construction Waste In Construction Industry. *Materials Today: Proceedings*, V. 37, Pp. 3077-3081.
- Lu, J. X.; Yan, X.; He, P.; Poon, C. S (2019). Sustainable Design Of Pervious Concrete Using Waste Glass And Recycled Concrete Aggregate. *Journal Of Cleaner Production*. V. 234, P. 1102-1112.
- Tavares, L. M.; Kazmierczak, C. S (2016). The Influence Of Recycled Concrete Aggregates In Pervious Concrete. *Revista Ibracon De Estruturas E Materiais*, V. 9, N. 1, P. 75-89.
- Vieira, G. L.; Schiavon, J. Z.; Borges, P. M.; Silva, S. R.; Oliveira, J. J (2020). Influence Of Recycled Aggregate Replacement And Fly Ash Content In Performance Of Pervious Concrete Mixtures. *Journal Of Cleaner Production*, V. 271, Pp. 122-665.
- Wang, N. D.; Sriravindrarah, R.; Ervin, L. J (2012). Mix Design For Pervious Recycled Aggregate Concrete. *International Journal Of Concrete Structures And Materials*, V. 6, N. 4, Pp. 239-246.
- Yap, S. P.; Chen, P. Z. C.; Goh, Y.; Ibrahim, H. A.; Mo, K. H.; Yuen, C. W (2018). Characterization Of Pervious Concrete With Blended Natural Aggregate And Recycled Concrete Aggregates. *Journal Of Cleaner Production*, V. 181, Pp. 155-165.

Zaetang, Y.; Sata, V.; Wongsu, A.; Chindaprasirt, P (2016). Properties Of Pervious Concrete Containing Recycled Concrete Block Aggregate And Recycled Concrete Aggregate. Construction And Building Materials, V. 111, P. 15-21.

Zhang, Z.; Zhang, Y.; Yan, C.; Liu, Y (2017). Influence Of Crushing Index On Properties Of Recycled Aggregates Pervious Concrete. Construction And Building Materials, V. 135, Pp. 112-118.

ARTIGO

ANÁLISE PRELIMINAR EXPERIMENTAL DAS PRESSÕES HORIZONTAIS ATUANTES NA FÔRMA DO SISTEMA DE TAIPA DE PILÃO

MENDONÇA, Rafael M.
(rafael.mendonca@ufms.br)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

YUBA, Andrea N.
(naguissa.yuba@ufms.br)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

CHEUNG, Andrés B.
(andres.cheung@ufms.br)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Taipa, formas, construção, terra, compactação.

RESUMO

A taipa de pilão, entre tantas técnicas construtivas disponíveis no mercado de construção de edifícios, devido ao aprimoramento estético e avanços tecnológicos que sofreu ao longo dos séculos, tem se tornado uma boa opção aos profissionais que desejam edificar com eficiência energética e sustentabilidade. Muitas publicações (normas, manuais, livros, artigos e teses) estabelecem critérios mínimos para execução, desde a preparação do solo até a escolha da fôrma, entretanto não é clara a informação de como são dimensionadas tais fôrmas, estando oculta ou sendo desconhecida as pressões horizontais atuantes, principalmente as pressões ocasionadas pelo efeito da compactação do solo. Com o objetivo de preencher tal lacuna, a realização de análise experimental se mostra relevante. Este trabalho realizou uma análise experimental com um molde indeformável e com conjunto de sensores posicionados lateralmente, foram realizadas medidas de pressão horizontais e verticais atuantes ao longo do processo de execução das paredes de taipa. Com os resultados preliminares, foi possível determinar a ordem de grandeza das pressões horizontais na fôrma, e foi possível verificar o efeito da compactação exercida pelo equipamento. Cabe salientar que a partir de uma determinada altura de solo compactado, tais efeitos deixam de afetar as camadas mais baixas já compactadas. Conclui-se, até o momento, que a metodologia experimental proposta para medidas de pressões horizontais é promissora para o equacionamento do problema e que é possível através de novos ensaios propor uma metodologia analítica para estimativa destes valores.

1. INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica do último século e a globalização possibilitaram a oferta de um conjunto de soluções construtivas para execução de edificações, das mais modernas como drywall, steel frame e paredes de concreto, até as mais antigas, como a taipa de pilão, que tem sido bastante exaltada devido a seu apelo estético e potencial de contribuição para aumentar o grau de sustentabilidade da construção civil.

Na taipa de pilão, a terra é estabilizada por compactação e pode ou não conter algum aglomerante para melhorar as características do material compactado. Easton; Easton (2012) ponderam que os avanços da tecnologia de taipa, se comparados a outras técnicas à base de terra, são nítidos em qualidade construtiva e confiabilidade do produto, além da estética. Muitas taipas produzidas atualmente têm um alto grau de desenvolvimento tecnológico, com fôrmas metálicas, transporte mecanizado com correias transportadoras, compactadores pneumáticos, tratores, misturadores mecânicos e controle tecnológico. A técnica deixou de ser totalmente empírica e é hoje, um sistema projetado, de alta resistência mecânica, ambientalmente menos impactante do que outras paredes estruturais convencionais e executada com a mesma sofisticação das técnicas racionalizadas.

Há um entendimento entre vários autores (EASTON, 2007; HALL; LINDSAY; KRAYENHOFF, 2012; KRAHN, 2019; MANIATIDIS; WALKER, 2003) de que a correta execução de paredes de taipa deve respaldar-se no conhecimento de requisitos mínimos para terra, água e aglomerante; equipamentos; mão de obra capacitada; requisitos mínimos para fôrmas. Tais temas são mencionados pelas poucas normas e códigos de práticas existentes (Austrália, Novo México/EUA, Canadá, Sri Lanka, Índia, Nova Zelândia, Quênia, Zimbábue, Espanha, Austrália), de acordo com Cid, Mazarrón e Cañas (2011), mas o conteúdo sobre fôrmas é mínimo.

Há menção de materiais utilizados, componentes das fôrmas, concepção de negativos para criação de vãos ou elementos decorativos, painéis de canto, mas o dimensionamento das fôrmas ou os esforços atuantes devido ao empuxo gerado pelo peso próprio do solo e pelo impacto do equipamento de compactação não são tratados apesar de serem estes dados necessários para o correto dimensionamento dos painéis e demais elementos do conjunto de fôrmas. O mesmo nível de generalização é dado por Samuel et al. (2018) apesar de ser um material elaborado por uma associação de produtores de taipa para ser utilizado por seus pares.

Dada a pouca informação que possa contribuir com o meio produtivo, este trabalho foi elaborado para tratar dessa lacuna de dados para a correta concepção de uma fôrma, ao mesmo tempo resistente ao efeito da compactação e também otimizada, visando minimizar seu custo.

2. OBJETIVOS

Os objetivos são determinar experimentalmente as pressões horizontais exercidas pelo solo compactado nas fôrmas utilizadas no sistema construtivo de taipa de pilão e identificar a altura de terra a partir da qual o compactador deixa de influenciar na leitura das pressões.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Paredes de taipa de pilão (ou taipas) são formadas pela compactação de solo entre fôrmas temporárias (MANIATIDIS; WALKER, 2003). Há dois tipos de fôrma: tradicionais e contemporâneas. As tradicionais são rudimentares, pequenas, de altura aproximada de 50 cm, trasladadas horizontal e verticalmente, resultando em marcas e juntas bem visíveis na taipa decorrentes da frequência de movimentação das fôrmas. Apesar de antigo, esse tipo de fôrma continua a ser utilizado na atualidade.

As fôrmas mais contemporâneas ganharam em produtividade e versatilidade e têm vários subtipos. Podem ser pré-montadas, montadas à medida que se eleva a parede ou ainda uma mescla das duas. A compactação é usualmente feita com compactadores pneumáticos. São usados elementos estruturais das mais variadas inércias e materiais e o sistema de travamento e prumo varia: agulhas transpassantes (“cabodás”), escoras externas ou estrutura-andaime (SIREWALL, 2019; LEHM TON ERDE, 2020; RAMMED EARTH WORKS, 2020; TAIPAL, 2019; RAMMED EARTH AUSTRALIA, 2021).

3.1 SOLICITAÇÕES DO PROCESSO EXECUTIVO ÀS FÔRMAS

Devido à falta de dados quanto ao dimensionamento de fôrmas para paredes de taipa, principalmente dados referentes às pressões atuantes na taipa no momento da execução, toma-se como comparação inicial as informações e estudos sobre fôrmas para estruturas de concreto, assim como foi feito por outros autores: a norma neozelandesa para taipa NZS 4297:1998 (STANDARD NEW ZEALAND 4297, 1998) menciona a norma australiana para concreto (AS 3610-1995), como referência para a sua elaboração; Downton (2013) também cita a semelhança das fôrmas para concreto moldado in loco, e trata da necessidade de requisitos específicos para as paredes de terra, mas não detalha quais seriam. Easton (2007) comenta a preferência dos construtores no sudoeste dos EUA para o uso de fôrmas da indústria do concreto, tal como as fabricadas pela Symons®, na qual cada chapa de madeira compensada é suportada por perfis metálicos.

Apesar da comparação inicial, as solicitações da fôrma são diferentes entre concreto e taipa. Para as fôrmas de concreto, a máxima pressão ou peso sobre as fôrmas de contenção ou suporte, ocorre no momento do lançamento do concreto dentro da fôrma, que ainda está fluido e tem o empuxo como o principal componente de força horizontal agindo. No entanto, aproximadamente em menos de 2 horas, a

pressão nas fôrmas da parede ou da coluna atingirá um valor máximo e, em seguida, diminuirá para zero. Já para as fôrmas de taipa, no lançamento da mistura de taipa (terra + água + estabilizantes), o empuxo ocasionado pelo estado de repouso do material solto não é tão grande quanto ao do concreto fresco, porém, através do adensamento do material solto (compactação mecânica), haverá um empuxo devido ao esforços dinâmicos de compactação que faz com que a fôrma seja solicitada de forma diferente, com grande variação de frequência e intensidade ao longo da execução.

Na taipa, na parte inferior do sistema de fôrmas, acredita-se haver um acréscimo de pressões horizontais (ph) ao final da compactação de cada camada até uma determinada altura de solo compactado (número a ser observado experimentalmente). A partir dessa altura não se observará mais acréscimos de pressões horizontais (ph) e poderá até ser verificada uma redução na transmissão destas para as fôrmas enquanto os esforços verticais (pv) se mantém crescente, devido ao aumento do peso próprio que atuará nas camadas inferiores, o que é afirmado por KRAHN (2019): “à medida que as camadas superiores vão sendo adicionadas (...), a pressão exercida na parte inferior do sistema da parede é em sua grande parte, vertical, atuando na fundação” (tradução do autor)¹. Essa solicitação vertical (pv) nos elementos de fundações não interfere no dimensionamento da fôrma.

Para um projeto de fôrma, o valor de 200 lbf/ft² (9,6 kPa) é comumente usado por construtores de taipa para a pressão horizontal (ph) exercida durante a compactação pneumática. Para Krahn (2019) na ausência de testes específicos, este é um número razoável para uso. Entretanto, esse autor não faz menção à espessura, à altura da parede ou quais equipamentos utilizou para que se possa considerar a pressão de 9,6 kPa, tampouco fornece a informação de como se chegou a tal valor.

Sabe-se pelos trabalhos de Duncan e Seed (1986) e Ehrlich e Mitchell (1994) que a dinâmica da compactação altera significativamente as pressões verticais e horizontais no solo e desta forma a utilização das pressões obtidas similarmente ao concreto é equivocada. Assim, pode-se, analogamente, buscar os esforços atuantes através das teorias aplicadas a solos. A hipótese é de que as fôrmas da taipa possam receber pressões semelhantes às estruturas de contenção, como muros de arrimo e silos. Ehrlich e Becker (2010) afirmam: “a passagem do equipamento de compactação induz acréscimos nas pressões verticais, elevando-as para a máxima pressão vertical efetiva induzida durante a compactação, incluindo as forças de origem dinâmica. Ao mesmo tempo, ocorre um aumento nas pressões horizontais, que atingem um valor máximo. Com a retirada do equipamento, ao final da operação de compactação, a pressão vertical retorna ao valor inicial. Todavia, o mesmo não ocorre com a pressão horizontal que sofre pequena redução para um valor superior ao inicial”.

Iunes e Milani (2019) propuseram a análise dos esforços atuantes nas fôrmas de taipa, fazendo analogia a paredes laterais de silos, com aplicação da fórmula de Calil e Cheung (CALIL; CHEUNG apud IUNES; MILANI, 2019), tendo em vista que

¹ Texto original: “As the lifts are added one on top of each other, the pressure exerted at the bottom of the wall system is largely vertical, acting on the foundation.”

tal metodologia leva em consideração os efeitos do atrito entre o solo e o material do painel, mas sabe-se que esta metodologia precisa ser corrigida pelos efeitos dinâmicos atuantes no topo das camadas.

Dessa maneira, entender o comportamento do solo quando compactado e combinar estas informações com as metodologias de dimensionamento de fôrmas para paredes de concreto poderá levar ao dimensionamento, projeto e concepção de fôrmas para taipa mais econômicas e eficientes.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Na ausência de estudos específicos para determinação da pressão horizontal (ph) atuante nas fôrmas para paredes de taipa na revisão de literatura realizada, foi definido um experimento para a determinação experimental das pressões horizontais (ph) atuantes nas fôrmas para paredes de taipa.

4.1 EXECUÇÃO DE MOLDE INDEFORMÁVEL

Dado que a vibração de uma fôrma usual para taipa poderia interferir na medição de pressão, optou-se pela construção de um molde indeformável e não desmontável.

O molde é composto por 2 paredes de alvenaria de blocos cerâmicos de 8 furos (dimensões 9x19x19cm), assentados de uma vez, rebocadas, ficando cada parede com espessura final de 20cm e altura de 1,06m e afastadas em 25cm. A fundação é um radier de concreto armado (espessura 10cm). São consideradas indeformáveis pois, se comparadas às espessuras de chapas de madeira compensada (18 a 20mm), a alvenaria é aproximadamente 15 vezes mais espessa.

Chapas de laminado compensado de madeira, com 5mm de espessura, foram colocadas internamente à alvenaria para simular a rugosidade de uma fôrma de taipa. Na Figura 1 o posicionamento dos medidores no molde indeformável.

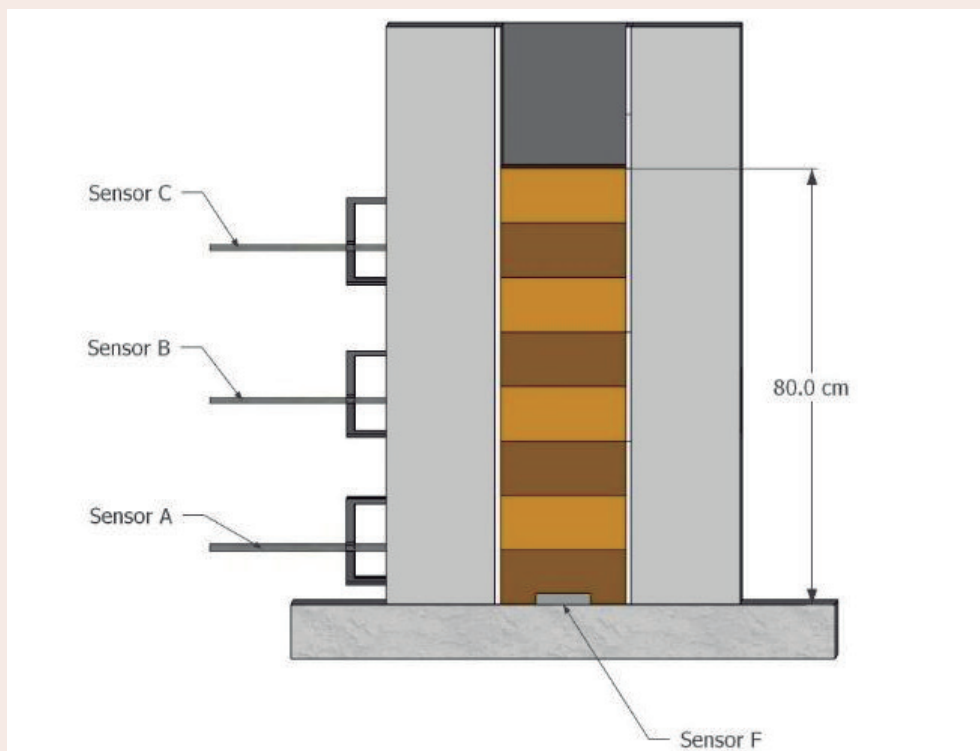


Figura 1. Vista lateral do molde indeformável com o posicionamento dos sensores

4.2 O SOLO

O material foi caracterizado de acordo com a ABNT-NBR 6459:2016 (NBR 6459, 2016), ABNT-NBR 7180:2016 (NBR 7180, 2016), ABNT-NBR 7181:2016 (NBR 7181, 2016) e ABNT-NBR 6457:2016 (NBR 6457, 2016). Para o material coletado, foram realizados ensaios de compactação Proctor segundo a NBR 7182 (NBR 7182, 2016), a fim de determinar a umidade ótima da mistura e garantir assim o grau de compactação máximo, sendo este grau como 100% do Proctor Normal.

4.3 HOMOGENEIZAÇÃO DA MISTURA

A mistura da taipa foi feita com misturador horizontal de argamassa, com motor de 5HP. Foi escolhido este equipamento pela disponibilidade, facilidade de instalação, facilidade de transporte e por apresentar boa homogeneização da mistura de terra.

4.4 LANÇAMENTO DA MISTURA E PREENCHIMENTO

O preenchimento do molde foi feito seguindo as recomendações das NMAC 14.7.4.1:2015 (NMAC 14.7.4.1, 2015): lançamento em camadas relativamente uniformes, com 15cm de altura de solo solto (hss), em média. Cada camada, compactada

antes do lançamento da próxima camada, ficou, em média, com 10cm de altura de solo compactado (hsc).

4.5 COMPACTADOR E COMPACTAÇÃO

Para a compactação, foi utilizado um compactador pneumático da marca Chicago Pneumatics, série CP 0200, modelo CP0200BXXL, frequência de compactação de 720gpm, diâmetro da sapata de 127 mm e 13kg.

Para a determinação da massa específica aparente seca in loco foi realizada a cração de anel biselado de volume e peso conhecidos.

O teor de umidade das misturas foi controlado no momento do lançamento da terra homogeneizada e posteriormente aferidas em estufa, estando próximo do teor de umidade ótima para 100% de compactação com variação de no máximo 4%.

4.6 OS SENSORES E O CONJUNTO DE MEDIÇÃO

Para compor o conjunto de medição foram utilizados dois discos em aço de diâmetro conhecido (Figura 2), instalados em lados opostos da célula de carga de flexão. A um dos discos foi soldada uma porca (Figura 2), com função de acoplar o conjunto a uma barra rosca que é encaixado a um suporte metálico, que por sua vez é fixado externamente ao molde (Figura 3). Todos os conjuntos foram calibrados por meio de padrões de referências anteriormente aos ensaios realizados.

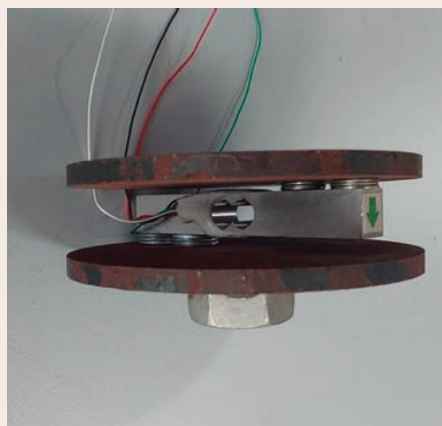


Figura 2. Conjunto de medição



Figura 3. Suportes metálicos fixados no molde indeformável

Os sensores escolhidos para a leitura dos dados de pressão horizontal foram o sensor A (h=10cm) e o sensor B (h=37cm), alinhados verticalmente e posicionados horizontalmente no meio do molde. Também foi feita a leitura de dados de pressão vertical através do sensor F, posicionado no fundo do molde, abaixo das camadas de solo compactado.

4.7 HARDWARE E SOFTWARE PARA AQUISIÇÃO DE DADOS

O hardware utilizado para aquisição de dados foi o QuantumX MX840B/MX440B com 8 canais de leitura, com o software CATMAN. A coleta de dados foi a cada 0,2 segundos, sendo a leitura interrompida entre o fim da compactação de uma camada e o início da compactação da camada seguinte.

5. RESULTADOS

Foram realizados até o momento quatro ensaios, tendo os dados dos três primeiros sido descartados pois destinaram-se ao ajuste do molde, definição e calibração dos procedimentos de ensaio.

No quarto ensaio, foram lançadas e compactadas 8 camadas de solo totalizando 80cm de altura de solo compactado (hsc).

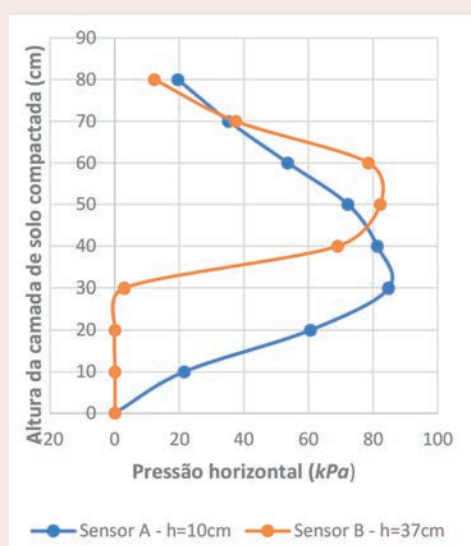


Figura 4. ph por sensor ao longo das camadas de solo compactados

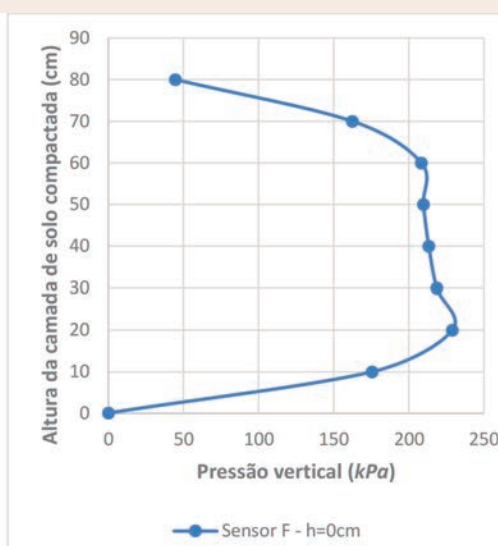


Figura 5. pv no sensor F ao longo das camadas de solo compactado

Foi possível verificar (Figura 4) que ambos os sensores atingiram pressões horizontais máximas com valores muito próximos e que, após atingir os valores máximos, houve um decréscimo nos valores lidos. Também foi possível observar que para os dois sensores os valores máximos encontrados foram coletados a uma altura aproximada de 30cm de camada de solo compactado acima do nível do sensor.

A máxima pressão vertical registrada foi de 229,2 kPa (Figura 5), cujo valor começa a decair também a partir da altura de camada de solo compactado de 30cm, o que corresponde à altura onde houve o registro da máxima pressão horizontal para o sensor A (10cm) com valor de 84,79 kPa, o que aparentemente se justificaria pela

transmissão de carga vertical através do atrito entre o solo e o painel de madeira, desta forma o estudo de Cheung (2007) merece uma maior atenção para que se possa também correlacionar as pressões verticais de forma analítica afim de se obter valores de pressão horizontais.

O ensaio foi finalizado na altura de 80 cm pois o sensor A e o sensor F já apresentavam leituras de pressão bem inferiores às máximas já lidas em camadas mais inferiores, tendo sido verificado que a compactação já não causava mais interferência significativa nas leituras de pressão das primeiras camadas.

A Figura 6 mostra o comportamento do sensor A ($h=10\text{cm}$) ao longo das camadas de compactação,

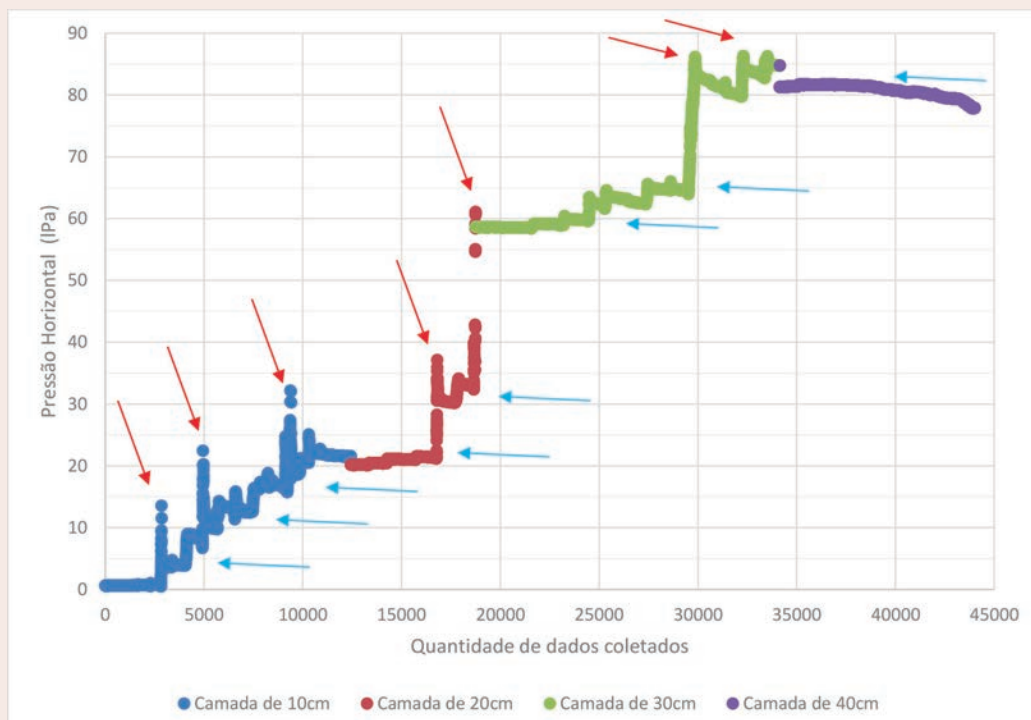


Figura 6. Pressão horizontal ao longo das camadas de compactação (sensor A - $h=10\text{cm}$)

Desta figura destacam-se algumas observações:

- Os pontos dispersos (setas vermelhas) correspondem ao efeito dinâmico do compactador atuando diretamente nas imediações do sensor. Tais valores não podem ser tratados como máximos já que se tratam de leituras pontuais e momentâneas.
- Os patamares (setas azuis) correspondem à pressão horizontal máxima atuante no sensor. Conforme o compactador é passado mais de uma vez sobre a mesma camada, novos patamares vão sendo acrescidos, o que indica aumento das pressões horizontais atuantes e aproximando-se da compactação máxima;
- Como nas Figuras 4 e 5, fica evidenciada a pressão horizontal atuante no sensor A ($h=10\text{cm}$), que após 30 cm de solo compactado, se observa o decréscimo das pressões atuantes.

A partir da altura de 70cm de parede executada, o molde apresentou deformações significativas de corpo rígido, indesejadas, e os resultados apresentados indicaram alívio de carga nos sensores. Tais resultados foram descartados, porém tal constatação é importante devido à similaridade de comportamento com as fôrmas comerciais, já que estas apresentam certa flexibilidade.

Na Figura 7, são apresentadas as curvas de pressão horizontal máxima atuante ao longo do molde para uma mesma camada.

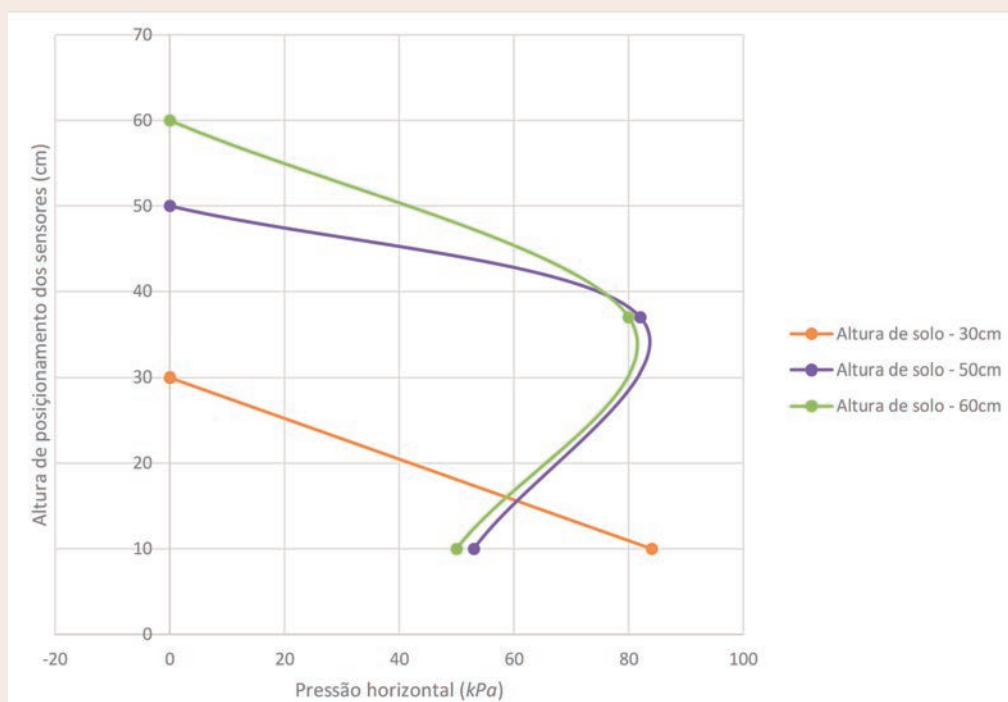


Figura 7. Curva de pressão horizontal máxima atuante no molde para camadas diferentes de compactação.

Foram apresentadas as curvas para 3 alturas de solo e foi possível constatar nas curvas das camadas superiores que as pressões horizontais para o sensor posicionado a 10cm do fundo diminuem. Para a altura de solo até 30cm, as pressões horizontais apresentam um gráfico semelhante ao proposto para a teoria de muros de arrimo, mas a partir de 50cm já apresenta comportamento de solo semelhante ao analisado por Ehrlich e Becker (2010), e a teoria analítica proposta por esses autores se mostra promissora para relacionar pressões verticais com pressões horizontais.

O estudo analítico das pressões horizontais correlacionadas aos esforços verticais (que variam de acordo como peso, frequência e tipo do equipamento de compactação) se mostram promissores para equacionamento do problema de determinação das pressões horizontais atuante nas fôrmas e conseqüentemente possibilitar um dimensionamento dentro dos padrões estabelecidos pelas diferentes normas.

Ao mesmo tempo, a proposição de uma equação analítica dispensaria a necessidade de replicação deste mesmo teste para os mais variados tipos de compactadores. Na falta dessa, propõe-se a utilização do valor de 84,79 kPa como o valor de

máxima pressão horizontal atuando na fôrma, ao longo das diferentes camadas de compactação para utilização de equipamentos similares.

6. CONCLUSÕES

Os achados encontrados até o momento permitem concluir que:

A pressão horizontal máxima encontrada foi de 84,79 kPa, quase 10 vezes acima do único valor encontrado na literatura específica para construção em taipa;

A pressão vertical máxima encontrada foi de 229 kPa, não tendo sido encontrado na literatura para construções em taipa, valores de referência;

A partir de aproximadamente 30cm de altura de solo compactado, as pressões horizontais começam a apresentar um decréscimo, que é significativo a partir de 50cm de altura de solo compactado, o que, de certa forma, vem ao encontro do empirismo praticado na fôrma tradicional, que possui, em média, 50cm de altura.

Os resultados apresentados apesar de animadores, demandam ser revistos e confirmados por meio de novos ensaios.

Um estudo analítico da questão pode ter sua discussão mais aprofundada tendo em vista a possibilidade do equacionamento para determinação das pressões horizontais atuantes, oriundas das mais diversas combinações de peso do compactador /solo/material das fôrmas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Norma Técnica, ABNT NBR 6457: Amostra de Solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

Associação Brasileira de Norma Técnica, ABNT NBR 6459: Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

Associação Brasileira de Norma Técnica, ABNT NBR 7180: Solo – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

Associação Brasileira de Norma Técnica, ABNT NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

Associação Brasileira de Norma Técnica, ABNT NBR 7182: Solo – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

Cheung, A.B. (2007) – Modelos estocásticos de pressões de produtos armazenados para estimativa da confiabilidade estrutural de silos esbeltos. Tese de doutorado (Doutorado em engenharia de estruturas). Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil.

- Cid, J.; Mazarrón, F. R.; Cañas, I. (2011). Las normativas de construcción con tierra en el mundo. Informes de la construcción, v.63, n.523, p. 159-169.
- Downton, P. (2013). Rammed Earth. Disponível em <<https://www.yourhome.gov.au/materials/rammed-earth>>.
- Duncan, J.M., Seed, R.B. (1986). Compaction-induced earth pressures under KO-conditions. J. Geotech. Engineering. ASCE,112.
- Easton, D. (2007). The rammed earth house - revised edition. White River Junction: Chelsea Green Publishing Company.
- Easton, D., Easton, T. (2012) - Modern rammed earth construction techniques. In: Krayenhoff, M., Lindsay, R., Hall, M.R. (Editors) Modern Earth buildings, Woodhead publishing, p. 364-384.
- Ehrlich, M., Mitchell, J.K., (1994). Working stress design method for reinforced soil walls. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE 120 (No. 4), p. 625 - 645.
- Ehrlich, M., Becker, L. (2010) - Soil reinforcement interaction. In: Reinforced soil walls and slopes- design and construction. Oficina de textos. p.23-46.
- Hall, M.R.; Lindsay, R.; Krayenhoff, M. (2012) Modern earth buildings, Philadelphia: Woodhead Publishing limited. p. 364-384.
- Iunes, I.M.C.; Milani, A. P. da S. (2019). Estudo da pressão do solo no sistema de fôrmas durante a execução de taipa de pilão. In: Euro ELECS 2019: Anais Santa Fé y Paraná. P.253-259.
- Krahn, T. (2019). Essential rammed Earth construction: the complete step-by-step guide. Gabriola Island: New Society.
- Lehm Ton Erde (2020). Building techniques. Disponível em: <<https://www.lehmtonerde.at/en/earth/earth.php?aID=49>>.
- Maniatidis, V.; Walker, P. (2003) A review of rammed earth construction. Bath: Natural Building Technology Group.
- New Mexico Earth Building Materials Code. NMAC 14.7.4.1: Housing and Construction. New Mexico: NMAC,2015.
- New Zealand Standard. NZS 4297: Engineering design of earth buildings. New Zealand: NZS,1998.
- Rammed Earth Australia (2021). Formwork. Disponível em <<https://www.rammedearthaustralia.com.au/formwork.htm>>.
- Rammed Earth Works (2020). Rammed Earth Works. Disponível em <<https://www.rammedearthworks.com/>>.
- Samuel, D (2018). Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue. Bauge.
- Sirewall (2019). What is SireWall? Disponível em <<https://sirewall.com/sirewall-system>>.
- TAIPAL (2019). Como funciona. Disponível em <<https://www.taipal.com.br/como-funciona>>.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil e com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

SESSÃO 2
MATERIAIS
E TÉCNICAS:
AVALIAÇÃO,
EVOLUÇÃO
E INOVAÇÃO

3



SESSÃO TEMÁTICA 3

CIDADES E SUSTENTABILIDADE: INFRAESTRUTURA E QUALIDADE



ARTIGO

GESTÃO COMPARTILHADA
PARA O PLANEJAMENTO
SENSÍVEL À ÁGUA:
ALTERNATIVAS
TRANSESCALARES NO
NÍVEL DA PAISAGEM E DA
COMUNIDADE, COM VISTAS À
RESOLUÇÃO DE CONFLITOS
SOCIOAMBIENTAIS, EM DUAS
CIDADES DO CERRADO,
BRASÍLIA (DF) E
GOIÂNIA (GO)

ANDRADE, Liza Maria de Souza¹

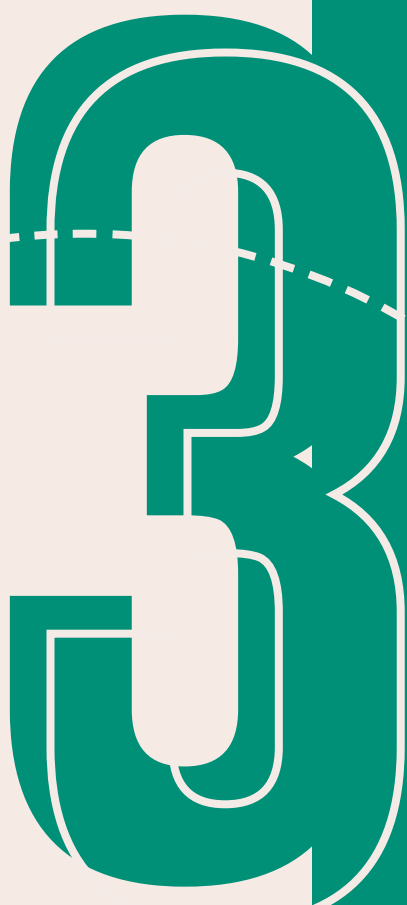
(lizamsa@gmail.com)

Universidade de Brasília (UnB), Brasil

SAKAI, Diogo Isao Santos

(professordiogosakai@gmail.com)

Universidade de Brasília (UnB), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Gestão Compartilhada da Água; Planejamento Sensível à Água; Cerrado; Brasília; Goiânia.

RESUMO

Este artigo propõe a discussão sobre a importância dos mecanismos participativos para o planejamento e gestão hídrica. As ações que vislumbram diálogos e discussões sobre a água, têm se tornado alternativa de aproximação entre agentes para enfrentamento de conflitos socioambientais, sobretudo no cerrado, onde a temática é pouco abordada. Nesse sentido, buscou-se identificar e descrever ações importantes na construção de possibilidades de planejamento na escala da paisagem e da comunidade (ANDRADE; 2014), a partir da gestão compartilhada da água, considerando-se diferentes agentes atuantes na elaboração de parâmetros (padrões espaciais) promotores de lugares sensíveis à água, tendo em vistas maior qualidade de vida para moradores de Brasília (DF) e da Região Metropolitana de Goiânia (GO). Utilizou-se a abordagem de urbanismo baseado nos fluxos de água, a qual tem se tornado uma ferramenta poderosa em muitas partes do mundo, e foi desenvolvida, por exemplo, pelo programa do governo australiano *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), também denominado *Water Sensitive Cities* (Cidades Sensíveis à Água). Delimitou-se alternativas de planejamento e gestão participativa, organizadas sobretudo por pesquisadores de universidades públicas, contando com o envolvimento de múltiplos atores. Posteriormente, procedeu-se à descrição e análise comparativa de resultados. Em Brasília, os eventos organizados pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU/UnB) e o Ministério Público do Distrito Federal e Territórios (MPDFT) abordaram a Serrinha do Paranoá, na Bacia do Lago Paranoá, e contaram com a participação de movimentos sociais, ambientalistas, sociedade civil e técnicos de governo. Entre os resultados está a implementação do Termo de Recomendação 09/2017, pelo MPDFT, com embargo de empreendimento ambientalmente agressivo. Na Região Metropolitana de Goiânia os eventos foram organizados pela UEG, e contaram com a participação de diferentes pesquisadores, estudantes e ambientalistas. Por outro lado, obteve-se um estudo dos planos territoriais do município de Nerópolis na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. Constatou-se a ausência de integração das políticas públicas nos âmbitos Federal, Estadual e Municipal, além da ineficácia das diretrizes em atribuir e direcionar uso e ocupação sustentável na bacia.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho propõe investigar e discutir a gestão participativa como alternativa ao processo de planejamento dos recursos hídricos, na perspectiva de promover o pensamento para “Cidades Sensíveis à Água” (*Water Sensitive Cities*). Isto significa considerar as necessidades complexas do desenvolvimento urbano e rural sustentável frente às mudanças climáticas, à poluição, à escassez de águas e às desigualdades sociais (ANDRADE, BLUMENSCHHEIN; 2013), como alternativa ao modelo de gestão e planejamento vigente. Além disso, entra em pauta o enfrentamento de conflitos socioambientais pela aproximação de diferentes agentes do território, uma questão pouco abordada nas cidades do cerrado.

Parte-se das implicações e desafios do impacto do estresse hídrico sobre populações vulneráveis, aquém do processo de gestão e planejamento de seus territórios, numa perspectiva ecossistêmica como alternativa para o enfrentamento de conflitos socioambientais. No entendimento de Porto-Gonçalves (2018), a questão hídrica está inserida num complexo processo de desordem ecológica global cujo contexto indica que “[...] mesmo diante de maior quantidade de água doce disponível sob a forma líquida, está produzindo um aumento da área desertificada e do número de localidades submetidas a estresse hídrico” (PORTO-GONÇALVES; 2018, p.416). Os efeitos desse cenário, sob a ótica da água, não atingem igualmente os segmentos e classes sociais, bem como os meios para lidar com a questão. O autor alerta para o fato de que, além dos efeitos negativos, a desordem ecológica global impossibilita outras formas diferentes de lidar com a água, desenvolvidas por diferentes povos e culturas em situações muito impróprias, uma vez que o caráter global produz desequilíbrios locais de novo tipo, cujas dinâmicas hídricas estão longe de constituir um padrão que possa servir de referência para as práticas culturais. “[...] Assim, diferentes culturas e, com elas, diferentes modos de se relacionar com a natureza também vão sendo extintos e, com eles, todo um enorme acervo de conhecimentos dispersos de como lidar com as dinâmicas naturais (PORTO-GONÇALVES; 2018, p. 417).

Sendo assim, esse artigo tem por objetivo contribuir com a discussão sobre mecanismos participativos para as *Water Sensitive Cities* (WSC), a partir da análise de ações que influenciam a gestão e planejamento da água para cidades brasileiras. A partir de revisão bibliográfica foram delimitadas experiências alternativas de planejamento e gestão participativa, organizadas por pesquisadores de universidades públicas, tendo o envolvimento de múltiplos atores. Dessas práticas foram elaboradas pesquisas cujos resultados foram descritos e comparados para identificar mecanismos de gestão participativa da água. Definiu-se como recorte os eventos realizados em duas cidades da região do centro oeste: Brasília (DF) e Goiânia (GO). O evento “Brasília Sensível à Água”, realizado junto à comunidade “Serrinha do Paranoá”, na Sub-bacia Hidrográfica do Lago Paranoá (BHLP). Na capital de Goiás investigou-se os eventos “Cursos D’Água Urbanos da Região Metropolitana de Goiânia e Anápolis”, região que comporta a Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite (BHRJL), que contribui para abastecimento da capital e outras cidades, e que foi foco de investigação que envolveu participantes dos eventos.

As referidas cidades estão localizadas na Região Hidrográfica do Paranoá, mais especificamente na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, para o qual, segundo o Sistema Nacional de Meteorologia, há um alerta de Emergência Hídrica associado à escassez de precipitação (SNM; 2021). No DF o território é subdividido em cinco sub-bacias (Rio Descoberto, Corumbá, São Bartolomeu, São Marcos e a bacia do Paranoá), sendo a BHLP o quinto ponto produtor de água responsável pelo abastecimento da capital. No Estado de Goiás, a Região Metropolitana de Goiânia (RMG), é composta por vinte municípios abastecidos, em parte, pela Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte e, em parte, pela BHRJL (Figura 1). Por sua vez, a BHRJL abrange os municípios de Teresópolis de Goiás, Campo Limpo de Goiás, e parte dos municípios de Goiânia, Goianápolis, Ouro Verde de Goiás, Anápolis e Nerópolis.

Nos últimos anos o DF vem recebendo alertas de redução do volume de precipitação, apontando para um período de seca em que os principais reservatórios apresentam suas vazões naturais reduzidas e taxas de evaporação aumentadas (ANDRADE; CONSERVA; LEMOS; PRATES; NÓBREGA, 2018). No mesmo caminho, as bacias de abastecimento da RMG vêm anualmente emitindo alerta para crise de abastecimento (BRASIL; 2017, 2018, 2019, 2020, 2021).

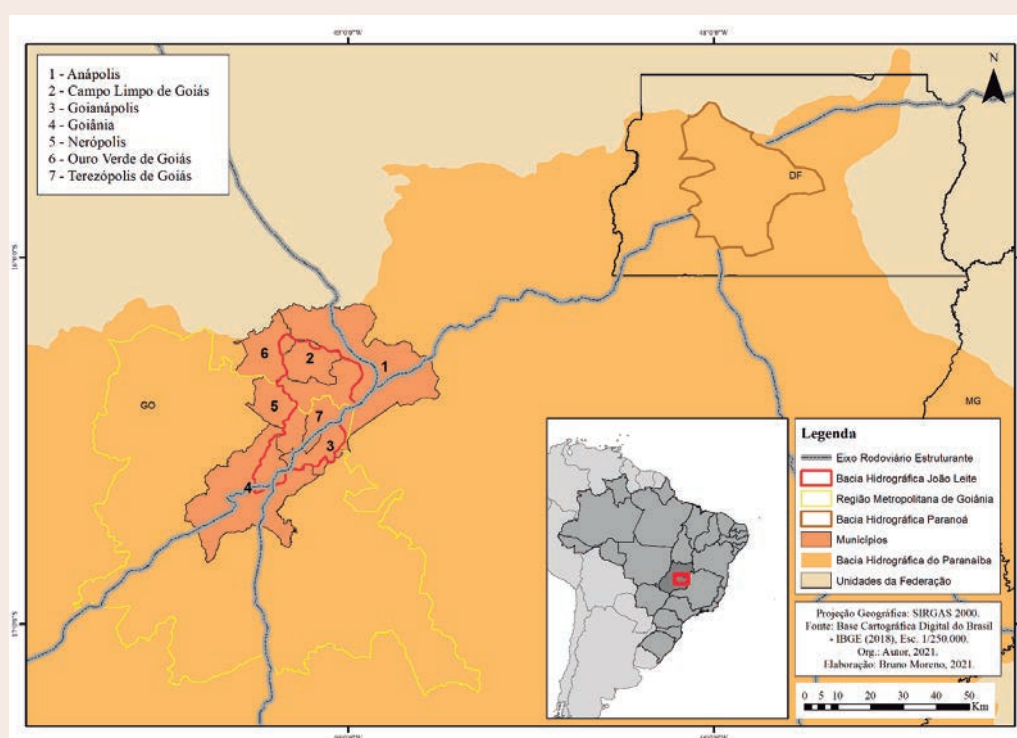


Figura 1. Bacias Hidrográficas do Lago Paranoá 5º ponto produtor de água no DF e Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite em Goiás, distribuídas entre 7 municípios e contribuinte para o abastecimento da Região Metropolitana de Goiânia.

Segundo Porto-Gonçalves (2008), o modelo de planejamento a que estamos submetidos é uma reação a esse complexo processo de desordem ecológica global. O autor descreve-o como uma disputa política pelo controle e gestão da água, que tem se apoiado no discurso da “escassez hídrica”. Esse discurso se encontra em transição para outro, de controle em escala global, através da narrativa de instru-

mentalização para uso racional dos recursos hídricos, por meio de uma gestão técnica e científica (PORTO-GONÇALVES; 2018, p. 414). No caso da Agenda 2030 das Nações Unidas, o apelo global estabelece 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com temáticas específicas que tratam isoladamente suas ações para gestão e planejamento.

Para Porto-Gonçalves (2018), essa característica é parte de uma crise da racionalidade instrumental hegemônica na ciência da sociedade moderno-colonial. No caso da água, isto significa uma departamentalização pela universidade, reduzindo o tema ao ciclo da água, resultando em campos disciplinares fragmentados e isolados. Segundo Andrade e Blumenschein (2013), essa lógica de ignorar os processos naturais desperdiça as oportunidades geradas pela interação entre as atividades humanas, a forma urbana e os processos naturais na gestão e planejamento territoriais, a exemplo do entendimento da ODS 6, no qual a água é apresentada como elemento comum, conectando quase todos os ODS e conduzindo o processo de gestão territorial.

Por outro lado, os efeitos dos impactos gerados e as interpelações entre as temáticas são apresentados como dados estatísticos, deixando evidente as correlações existentes entre água, saneamento e saúde pública. A própria Organização das Nações Unidas, que mantém parcerias para monitoramento sobre a questão hídrica no planeta, chama a atenção para os impactos gerados na população, especialmente em momentos críticos com a pandemia do corona-vírus, iniciada no final de 2019. Segundo relatório do Programa de Monitoramento Conjunto, Progresso sobre água potável para as famílias, saneamento e higiene 2000-2020 (OMS; UNICEF, 2021), embora existam alguns avanços, as disparidades no serviço de acesso à água e ao saneamento tornaram-se mais impactantes numa realidade onde três em cada dez pessoas, em todo o mundo, não podiam lavar as mãos com água e sabão em casa, durante a pandemia da COVID-19.

Segundo Porto-Gonçalves (2018), na questão da água, ignora-se seu ciclo abstrato. A parte humana não implica apenas em sua composição física, depende da água e dela participante pelas dinâmicas corporais, mas também se inscreve através do desenho do seu ciclo, tanto por todo o sistema agrário-agrícola como pelo sistema industrial. Para o autor “[...] a água é fluxo, movimento, circulação. Portanto, por ela e com ela flui a vida, e, assim, o ser vivo não se relaciona com a água: ele é água. É como se a vida fosse um outro estado da matéria água, além do líquido, do sólido e do gasoso — estado vivo” (PORTO-GONÇALVES, 2018, p. 418).

Sendo assim, os desequilíbrios existentes em relação à água devem ser buscados nas complexas relações sociedade-natureza, que manifestam, no sistema hídrico, suas próprias contradições. Não deve ocorrer o isolamento do tema, como problema apenas de especialistas (conforme justifica nossa comunidade científica através da racionalidade instrumental), mas água enquanto inscrição da sociedade na natureza, com todas as suas contradições implicadas no processo de apropriação da natureza, pelos homens e mulheres, os quais estabelecem relações sociais e de poder, enquanto território. A crise ambiental, na perspectiva da água, também revela o caráter de crise da sociedade, assim como de suas formas de conhecimento (PORTO-GONÇALVES, 2018, p. 419).

Os limites dessa crise socioambiental, no âmbito institucional, mantêm os efeitos gerados a partir da disputa pelo controle sobre os recursos hídricos, pelos agentes que controlam o processo neste caso específico, e que acabam afetando o direito à água e ao saneamento, sobretudo para as comunidades e populações. Nesse sentido, a gestão participativa descrita na estrutura do planejamento da água em uso, funciona como um mecanismo de controle territorial para manter os atores comunitários aquém do processo de gestão e planejamento da água.

Essa estrutura é complexa e se dá em todas as instâncias, mas não impede que a urbanização impacte negativamente os recursos hídricos em considerável área do cerrado no Centro-Oeste brasileiro. Ambas as bacias estão submetidas à Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) de 1997 e, por sua vez, ao Comitê da Bacia do Rio Paranaíba, afluente da Bacia do Paraná que percorre também o Paraguai. As bacias são regulamentadas pelo Plano de Bacia do Rio Paranaíba, desde 2013 e, no DF, a Bacia do Lago Paranoá está submetida ao Comitê da Bacia do lago Paranoá, com planejamento submetido pelos seguintes documentos: Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF (PDOT) ; Zoneamento Ambiental da APA do Lago Paranoá (ZAA); Zoneamento Ecológico-Econômico do DF (ZEE), Plano de Preservação do Conjunto Urbano (PPCUB), Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU), e do Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos (PGIRH), conforme Tabela 01.

A Bacia do Ribeirão João Leite, por sua vez, é submetida ao Comitê da Bacia do Rio Meia Ponte sem plano de recurso hídrico. O planejamento regional da BHRJL está submetido aos documentos: Plano de Manejo da APA do João Leite, Plano Estadual de Recursos Hídricos do Goiás, Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Goiânia. Sendo o espaço físico da BHRJL, dividido administrativamente entre Campo Limpo de Goiás e Teresópolis e parte dos Municípios de Anápolis, Nerópolis, Goianápolis, Ouro Verde de Goiás e da capital Goiânia. O planejamento ainda compreende: Plano Diretor de Goiânia, Zoneamento Ecológico Econômico de Goiânia (ZEE); Carta de Risco e Planejamento do Meio Físico do Município de Goiânia; Plano de Manejo do Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco (PEAMP); Plano Diretor de Anápolis; Plano Diretor de Nerópolis; Plano Diretor Participativo de Teresópolis de Goiás; Plano Diretor Sustentável de Goianápolis; Plano Diretor de Campo Limpo; e pela Política Ambiental de Campo Limpo de Goiás. O município de Ouro Verde de Goiás não possui plano diretor ou política ambiental definida (Tabela 1).

Bacia Hidrográfica	Planejamento Regional		Planejamento Local
Bacia Hidrográfica Paranoá	<ul style="list-style-type: none"> • Política Nacional de Recursos Hídricos (1997) “Lei das Águas”; 	<ul style="list-style-type: none"> • Plano Diretor de Drenagem Urbana - PDDU (2012); • Zoneamento Ecológico Econômico - ZEE/DF; • Plano de Preservação do Conjunto Urbano - PPCUB; • Plano de Drenagem Urbana; • Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídrico - PGIRH 	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de Ordenamento Territorial do DF - PDOT (2009, em revisão); • Zoneamento Ambiental APA Lago Paranoá- ZAA.
Bacia Hidrográfica Ribeirão João Leite	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de Recursos Hídricos e do Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba - (2013). 	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de Manejo APA João Leite (2006); • Plano Estadual de Recursos Hídricos de Goiás (2015); • Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Goiânia (2017). 	<ul style="list-style-type: none"> • Plano Diretor Goiânia (2007 em revisão); • Zoneamento Ecológico Econômico de Goiânia - ZEE Goiânia (2008); • Carta de Risco (2008). • Plano Diretor de Anápolis (2016); • Plano Diretor de Nerópolis (2015); • Plano Diretor Participativo de Teresópolis de Goiás (2018); • Plano Diretor Sustentável de Goianápolis (2003); • Plano Diretor de Campo Limpo de Goiás (2020); • Política Ambiental Campo Limpo de Goiás (2018) • Plano de Manejo Parque Ambiental Altamiro de Moura Pacheco (2008).

Tabela 1. Políticas e Planos Territoriais que interferem nos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Paranoá-DF e da Bacia do Ribeirão João Leite na Região Metropolitana de Goiânia - GO.

Fonte: autores

2. GESTÃO PARTICIPATIVA PARA CIDADES SENSÍVEIS À ÁGUA: EXPERIÊNCIAS NAS CIDADES DO CERRADO BRASILEIRO

No Centro-Oeste brasileiro, experiências de gestão compartilhada para planejamento “Sensível a Água” que incorpora a “gestão total do ciclo da água urbana”, criado pelo WSC, vêm sendo desenvolvidas pelo grupo de pesquisa “Água & Ambiente Construído”, do Programa de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. A partir do conceito de “Gestão do Ciclo da Água Urbano” (UNESCO, 2008), desenvolvido e aplicado em Melbourne, demonstra-se a necessidade de gestão integrada da água a partir da conectividade e interdependência dos recursos de água urbana às atividades humanas, visando verificar as fontes de água disponíveis, de acordo com os usos mais adequados. Esta é uma forma de compreender a capacidade de suporte da bacia e gerenciá-la pela redução do consumo da rede de água potável de alta qualidade, desnecessária para usos como irrigação e descarga do banheiro, e adotando fontes alternativas como de reutilização (ANDRADE; BLUMENSCHHEIN, 2013).

Desde 2015 o grupo de pesquisa vem desenvolvendo estudos (Editais ProIC/UnB 2015-2016; 2016-2017; 2017-2018) para fomentar a gestão integrada de água no ambiente construído pela implementação e avaliação de ações que promovam a preservação de recursos hídricos e meio ambiente, considerando seus aspectos tecnológicos, políticos, econômicos, culturais, sociais e ambientais. A partir da tese de doutorado de Andrade (2014), “Conexões dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos: a construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e da paisagem”, são demonstrados a importância do desenho e, sobretudo, do planejamento, os quais, amparados por princípios de sustentabilidade, podem promover intervenções urbanas que rompam com a tradição urbanística predominante. É importante a superação desta última, que estabelece apenas relação de densidade e morfologia, sendo adotados critérios e estratégias que observem as características do lugar, as necessidades únicas de cada região, sejam elas relativas aos aspectos físicos (geologia, topografia e ecologia), seja quanto aos aspectos culturais e econômicos.

Andrade (2014) desenvolve uma estrutura sistêmica e integrada que auxilia a entender o potencial para implantar assentamentos urbanos sustentáveis; estes, adaptados à realidade brasileira, foram sintetizados em princípios, estratégias e técnicas, constituindo-se uma contribuição para o processo de desenho de assentamentos para áreas ambientalmente sensíveis. A sistematização prevê dados obtidos por meio de estudos de impactos ambientais, para que, de uma forma coerente, seja possível atender às exigências da legislação brasileira vigente. O método necessita ser aplicado em diferentes escalas de análise, contrastantes e complementares, ou seja, *transescalar*, na escala da paisagem e da comunidade, bem como deve ocorrer de forma sistêmica em variadas formas urbanas, examinando assim, a interação do meio construído com os elementos naturais (ANDRADE; 2014).

Os estudos desenvolvidos pelo grupo “Água & Ambiente Construído” vêm sendo aplicados à região da “Serrinha do Paranoá”, no Setor Habitacional Taquari (SHTQ) no Lago Norte, conforme solicitado pelos movimentos sociais ambientalistas, os quais atuam na região e configuram importante área de sensibilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá. O grupo ainda vem influenciando outras pesquisas na região, como o projeto interno de pesquisa vinculando ao curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Goiás, e do grupo de pesquisa “Solo, Água e Meio Ambiente” (SAMA/UEG). Entre os resultados foram realizados os eventos “Cursos D’Água Urbanos da Região Metropolitana de Goiânia e Anápolis”, durante os anos 2017, 2018 e 2019, sendo o último com o título “Cidades Sensíveis à Água”. Desse contato foi desenvolvida uma parceria, possibilitando avaliar a relação entre os planos territoriais e seus alcances na gestão e planejamento dos recursos hídricos para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite.

As contribuições obtidas pela organização desses eventos são possibilidades de gestão compartilhada da água, que experimentam mecanismos alternativos de participação pelo agenciamento de atores, investigação e análise dos modelos vigentes de planejamento dos recursos hídricos. Nesse sentido, a descrição dos eventos, de maneira a identificar os mecanismos de participação, seja pelo agenciamento de atores, seja pela avaliação dos instrumentos que gerenciam a participação no processo, oferece o vislumbre de possibilidades de mecanismos participativos para o planejamento e gestão hídrica. Na perspectiva de Andrade, precisam ser organizadas análises, na escala da paisagem e da comunidade (ANDRADE; 2014), para a elaboração de parâmetros (padrões espaciais) de maneira a promover lugares sensíveis à água, com maior qualidade de vida para moradores de Brasília e da Região Metropolitana de Goiânia.

3. GESTÃO PARTICIPATIVA NA “SERRINHA DO PARANOÁ” – DF

O evento “Brasília Sensível à Água” é resultado de estudos desenvolvidos pelo grupo desde 2010, com a participação de movimentos sociais ambientalistas e de órgãos institucionais para a região da “Serrinha do Paranoá”; e também participação local para implantação do Setor Habitacional Taquari I. A área guarda proximidade com o Plano Piloto de Brasília, com estimado valor histórico, o que estimula conflito de interesses entre ocupação por classe de renda mais alta e os núcleos rurais habitados por população de renda mais baixa.

Nos últimos anos, o governo vem sofrendo pressão das construtoras e de parte da população, que desconhece a importância do local para as águas do DF, exigindo ocupação da região. Ao mesmo tempo, também recebe reivindicações para regularização fundiária de ocupações irregulares, cujos líderes comunitários locais e a Administração do Lago Norte defendem a preservação da área numa ocupação ecologicamente sustentável.

“Brasília sensível à água”, configurou-se pela junção do seminário “O Lago Paranoá e a Crise Hídrica: Desafios do Planejamento Urbano para Brasília” e a audiência pública “Escassez Hídrica no DF”. O evento proporcionou oportunidade para o agenciamento de diferentes atores com interesses diversos e conflituosos sobre a “Serrinha do Paranoá”. Esse formato demonstrou-se um mecanismo de agenciamento de atores que considera todas as falas, com o intuito de diminuir os riscos da urbanização e garantir a preservação dos recursos naturais, sintetizando no modelo da desenvolvido por Andrade, Conserva, Lemos, Prates e Nóbrega (2018).

Participaram do evento o Ministério Público do Distrito Federal e Territórios (MPDFT), movimentos sociais e ambientalistas da Serrinha do Paranoá, organizações da sociedade civil, como “Instituto Oca do Sol”, “Projeto Águas da Serrinha”, “Fórum das ONGs Ambientalistas do Distrito Federal”, e Conselho Regional de Desenvolvimento Rural Sustentável do Lago Norte (CRDRS). Também foi possível registrar as contribuições temáticas da Câmara Legislativa do Distrito Federal (CLDF), do Instituto Brasília Ambiental (IBRAM), da Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Distrito Federal (SEMA) e da própria Companhia Imobiliária de Brasília (TERRACAP).

O principal resultado desse agenciamento foi a audiência pública, na qual foi decretada a suspensão da Licença de Instalação do Trecho 2 da Etapa 1 do Setor Habitacional Taquari (SHTQ), empreendimento particular aprovado na região. A partir da Audiência, foram feitas recomendações, por parte do MPDFT ao IBRAM, para adoção de termos de referência para os estudos de novos parcelamentos do solo, considerando o aumento de efluentes de esgoto e de drenagem pluvial, os riscos ambientais da área do empreendimento e da bacia hidrográfica em que se inserem (ANDRADE, CONSERVA, LEMOS, PRATES e NÓBREGA; 2018).

A experiência possibilitou novas formas de tomada de decisão, com participação ativa de todos os atores. Permitiu estabelecer políticas públicas e acordos regulatórios, concedendo permissividade aos investimentos desde que estes ofereçam recursos hídricos ecossistêmicos e economicamente viáveis, viabilizados por baixos custos, ou custos que se compensem no tempo, e ainda ofereçam eficiência hídrica — um piloto ou modelo de implementação da gestão compartilhada visando alcançar uma Brasília Sensível à Água (ANDRADE, CONSERVA, LEMOS, PRATES e NÓBREGA; 2018).

Formas alternativas de gestão e planejamento da água e do território estão sendo reconhecidas, a exemplo da fala de abertura no seminário da promotoria do meio ambiente do MPDFT, a qual destaca a influência dos processos de configuração urbana na escassez hídrica, enfatizando a necessidade da comunhão entre atores, ciência e tecnologia para decisões de projeto que sejam benéficas ao meio ambiente.

4. AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO DA ÁGUA PARA GOIÂNIA E DEMAIS CIDADES A PARTIR DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE – GO

Os colóquios “Cursos D’Água da Região Metropolitana de Goiânia e Anápolis” foram eventos organizados por pesquisadores da Universidade Estadual de Goiás (UEG), a partir do projeto interno de pesquisa do curso de Arquitetura e Urbanismo, vinculado ao Grupo de Pesquisa “Solo, Água e Meio Ambiente” (SAMA), durante os anos de 2017 a 2019. Os eventos possibilitaram o encontro transdisciplinar entre pesquisadores e sociedade civil organizada, para discutir temáticas relativas aos recursos hídricos. O tema “Cidades Sensíveis à Água” foi explorado na 3ª Colóquio e teve, como contribuição, a fala da pesquisadora Prof.^a Dr.^a Liza Maria de Souza Andrade, que introduziu o conceito de *Water Urban Sensitive Design* (WSUD), o que possibilitou a parceria, com intuito de discutir o abastecimento de Goiânia e demais cidades da Região Metropolitana, resultando na oportunidade para o estudo sobre o “Planejamento e Gestão da Bacia Hidrográfica do Rio João Leite, a partir do município de Nerópolis – Goiás, com ênfase na metodologia das ‘Cidades Sensíveis a Água’ no nível da paisagem”.

A pesquisa envolveu análise da legislação pertinente à BHRJL, na qual os critérios se basearam na síntese de padrões desenvolvida por Andrade (2014), a partir do nível da paisagem. Foi avaliada a Integração entre as Políticas, buscando identificar relações entre os diferentes documentos nas instâncias Federal, Estadual e Municipal, a partir de um dos municípios que compõem a bacia, no caso Nerópolis. Utilizou-se os seguintes critérios: Integra - propõe a integração entre políticas setoriais; Exige - exige o cumprimento de cadastros ou normatização de políticas diferentes; Sugere - orienta ou exemplifica a adoção de política ou indicações sem a obrigatoriedade de efetivação e Declara: apenas relata ou descreve uma experiência.

Também foram levantadas as principais questões abordadas que pudessem ser utilizadas como parâmetros para desenvolvimento de projetos e intervenções. Os itens avaliados foram: diretrizes e metas, conjunto de intervenções, e conjunto de indicadores, conforme determina a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) para os Planos de Recursos Hídricos.

A pesquisa demonstrou-se um instrumento de investigação para verificar a possibilidade de integração, entre os planos territoriais e alcances, pelo levantamento das questões abordadas. O resultado confirma a pouca ou quase nenhuma articulação entre as políticas de gestão e planejamento para a BHRJL; e ainda reafirma o tratamento isolado das temáticas que envolvem a mesma bacia, conforme já preconiza Andrade (2014), distante de uma perspectiva sistêmica que inclui a participação no processo, sobretudo da comunidade. Embora a BHRJL possua um Plano de Manejo, este poderia estar inserido num planejamento complementar à Bacia do Rio Meia Ponte, atualmente sem plano de recurso hídrico, principal ferramenta de gestão e planejamento de recursos hídricos com possibilidade de promover participação social (ANDRADE; SAKAI, 2019).

Por outro lado, embora não haja a participação da comunidade, o trabalho vislumbra avanços com contribuições locais, na proposição de diretrizes dos planos diretores, como no município de Nerópolis. A participação social da comunidade organizada foi o diferencial na comparação entre os eventos apresentados, o que garantiu a continuidade do processo e os resultados concretos de planejamento junto ao MPFTDF para a “Serrinha do Paranoá”.

5. CONCLUSÕES

O conceito “Cidades Sensíveis à Água”, desde 2012, vem apresentando experiências ao redor do mundo através do Centro Cooperativo de Pesquisa para Cidades Sensíveis à Água (CRCWSC). Desta forma, são expostas práticas e estudos sobre “Cidades que contenham Comunidades Sensíveis à Água”, nas quais os cidadãos, imbuídos de conhecimento e desejo, estão ativamente envolvidos na tomada de decisões, e demonstram comportamentos positivos em relação à água (CRC WSUD; 2013).

Essas ações e experiências demonstram caminhos de gestão compartilhada da água, possibilidades de modelos alternativos de planejamento dos recursos hídricos, que permitem explorar a participação social, rompendo barreiras e apontando novos percursos para o enfrentamento de conflitos socioambientais. Os eventos, como forma de agenciamento de atores, têm demonstrado viabilidade para o democratizar e evidenciar os anseios da sociedade civil organizada, em especial, da comunidade e de ambientalistas. Os doze anos de ativismo na “Serrinha do Paranoá”, junto a universidade na figura da professora e pesquisadora Liza Maria de Souza Andrade, são exemplos disso.

Por outro lado, nos eventos “Cursos D’Água a Região Metropolitana de Goiânia e Anápolis” a participação se deu, em sua maioria, por estudantes, pesquisadores e ambientalistas, deixando claro o potencial interdisciplinar ainda a ser explorado. Ainda assim, os eventos têm gerado outras pesquisas acerca do tema, como o livro “Curso D’Água Urbanos: cenários, experiências e investigações” (CARNEIRO; SAKAI, 2020).

A parceria entre os agentes na “Serrinha do Paranoá” se apresenta como fator preponderante na continuidade nas reivindicações e nos estudos, por estudantes da Graduação e Pós-Graduação, vinculados ao projeto “Brasília Sensível à Água”, do Grupo de Pesquisa, “Água & Ambiente Construído”, da FAU/UnB. Um dos resultados desses processos são a participação em outros eventos organizados, como o Fórum Alternativo Mundial da Água, ocorrido em Brasília, no mesmo ano e simultaneamente ao Fórum Mundial da Água em 2018.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA (2013). Agência Nacional da Água. Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba / Agência Nacional de Águas. Brasília: **ANA**. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/planoRecursosHidricosParanaibaResumo.pdf>.

ANDRADE, L. M. S. (2014). Conexões dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos: A construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e da paisagem. Tese de doutorado (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de Brasília (UnB), Brasília, Brasil.

ANDRADE, L.M.S.; BLUMENSCHNEIN, R.N (2013). **Cidades sensíveis à água:** cidades verdes ou cidades compactas, eis a questão? Paranoá, Brasília, no 10, p. 59-76.

ANDRADE, L. M. S, CONSERVA, C. S, LEMOS, N. S, PRATES, S. C, NÓBREGA, G. D. P. (2018). Gestão compartilhada para cidades sensíveis à água: o agenciamento de atores para o fortalecimento do lago Paranoá e o enfrentamento da crise hídrica em Brasília. In.: 8º **Congresso luso-brasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado e sustentável** (PLURIS 2018) **Cidades e Territórios** - Desenvolvimento, atratividade e novos desafios. 2018.

ANDRADE, L. M. S.; SAKAI, D. I. S. (2019). Planejamento e Gestão da Bacia Hidrográfica do Rio João Leite, a partir do município de Nerópolis - Goiás com ênfase na metodologia das “Cidades Sensíveis a Água” no nível da paisagem. In.: 8ª Conferência da rede lusófona de morfologia urbana – PNUM 2019. Anais. UEL/UEM. Disponível em: <https://pnum2019.wixsite.com/maringa>.

BRASIL (2017). Decreto n. 9.041, de 06 de setembro de 2017. Declara emergência na Bacia do Rio Meia Ponte e define ações para garantir os usos prioritários. Governador Marconi Ferreira Perillo Júnior. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/69784/decreto-9041.

BRASIL (2018). Decreto n. 9.176, de 09 de março de 2018. Declara emergência nas Bacias dos Rios Meia Ponte e João Leite e define ações para garantir uso prioritário da água. Governador Marconi Ferreira Perillo Júnior Diário Oficial do Estado de Goiás Nº 22.767, Goiânia, 13/03/2018. Disponível em:

https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/70402/decreto-9176.

BRASIL (2019). Decreto n. 9.438, de 30 de abril de 2019. Declara emergência na Bacia do Rio Meia Ponte e define ações para garantir o uso prioritário da água. Governador Ronaldo Ramos Caiado. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/72008/decreto-9438.

BRASIL (2020). Decreto n. 9.670, de 02 de junho de 2020. Declara situação de risco de emergência hídrica nas Bacias Hidrográficas do Alto Rio Meia Ponte e do Ri-

beirão Piancó e define ações para garantir o uso prioritário da água. Governador Ronaldo Ramos Caiado. Disponível em https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/103227/decreto-9670.

BRASIL (2021). Decreto n. 9.872, de 26 de maio de 2021. Declara situação de risco de emergência hídrica nas Bacias Hidrográficas do Rio Meia Ponte e do Ribeirão Piancó e define ações para garantir o uso prioritário da água. Governador Ronaldo Ramos Caiado. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/103989/decreto-9872.

CARNEIRO, V. S., SAKAI, D. I. S. (2021). **Cursos d'água urbanos: cenários, experiências e investigações**, GO: Solo, Água e Meio Ambiente SAMA, 2021.

OMS, UNICEF (2021). Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020: Five years into the SDGs. Geneva: World Health Organization (WHO) and the United Nations Children's Fund (UNICEF). Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em: <https://data.unicef.org/resources/progress-on-household-drinking-water-sanitation-and-hygiene-2000-2020/>

PORTO-GONÇALVES, C. V. (2018). **A Globalização da natureza e a natureza da globalização**. 8ª ed., Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2018.

SNM (2021). Nota conjunta INMET/INPE/CENSIPAM. 2021. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/NOTA_Emergencia_Hidrica_v05.pdf.

UNESCO - IHP (2008). Urban Water Cycle Processes and Interactions. In: MARSALEK, J., JIMÉNEZCISNEROS B., KARAMOUZ M., MALMQUIST P., GOLDENFUM J. & CHOCAT B. Urban Water Series. Taylor & Francis, Londres (2008).

WSUD (2008). Water Sensitive Urban Design Program. City of Melbourne WSUD guidelines applying the model WSUD guidelines. Melbourne Water.

WSUD. (2013). Wong T.H.F., Allen R., Brown R.R., Deletić A., Gangadharan L., Gernjak W., Jakob C., Johnstone P., Reeder M., Tapper N., Vietz, G. and Walsh C.J. Blueprint2013 - Stormwater Management in a Water Sensitive City. Melbourne, Australia: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities.

ARTIGO

PLANEJAMENTO E REESTRUTURAÇÃO DA PAISAGEM NA BACIA DO RIO BOTAS

MERLO, Mylenna Linares

(mylenna.merlo@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROARQ/UFRJ), Brasil

VERÓL, Aline Pires

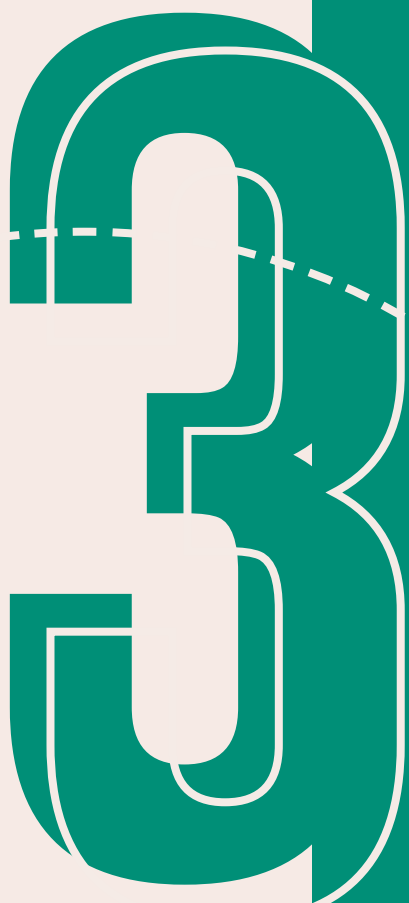
(alineverol@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROARQ/UFRJ), Brasil

MATTOS, Rodrigo Rinaldi de

(rodrigo.rinaldi@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Paisagem Multifuncional; Resiliência; Cheias Urbanas

RESUMO

Os rios historicamente são força motriz do crescimento urbano. A cheia é um processo natural, parte do ciclo da água. Contudo, o processo de desenvolvimento observado atua colaborando para o incremento do escoamento superficial que, por sua vez, potencializa as inundações. Os impactos causados pelo modelo de urbanização vigente são intensificados em áreas onde o desenvolvimento é desacompanhado de infraestrutura de saneamento, onde há um déficit dos serviços públicos que, por vezes, são áreas de periferia urbana. O trabalho propõe o estudo de caso na Bacia Hidrográfica do Rio Botas, localizado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, devido à caracterização do território como periferia e aos recorrentes eventos de inundação na bacia. A pesquisa tem como objetivo formular diretrizes propositivas para o planejamento e elaborar uma proposta para a reestruturação urbana da Bacia do rio Botas. O trabalho começa com uma revisão bibliográfica, que norteia a metodologia de análise do material estudado. A primeira etapa é a decomposição do território em mapas temáticos divididos em quatro camadas. Soma-se a esta um estudo dos elementos perceptivos da paisagem e uma breve análise do contexto de planejamento. A partir da metodologia de análise, foi possível identificar problemas e potencialidades da área de estudo, que consubstanciaram a definição das primeiras diretrizes propositivas. As diretrizes são espacializadas e abordadas em um Plano Territorial. No plano elabora-se o planejamento da paisagem com o uso de componentes projetuais que, por sua vez, estruturam a paisagem da bacia através do corpo hídrico principal. A pesquisa foi capaz de identificar as condições presentes na bacia e os principais conflitos entre cidade e rio. O trabalho objetiva debater uma abordagem nova para o Rio Botas dentro de uma perspectiva no planejamento urbano.

1. INTRODUÇÃO

Os rios historicamente são força motriz do crescimento das cidades. A cheia por sua vez é um processo natural (MIGUEZ *et al*, 2018). Contudo, os rios e a paisagem acumularam ao longo do tempo transformações advindas de ações antrópicas que, por sua vez, desencadearam processos de degradação modificando a qualidade dos ambientes naturais e construídos (VERÓL, *et al* 2020).

Em cidades onde o alto adensamento é observado, a deterioração dos rios urbanos é mais evidente. Baptista *et al* (2013) destacam, neste contexto, o aporte irregular de efluentes sanitários e de resíduos sólidos nos rios, assim como a modificação dos sistemas fluviais, seja por meio da canalização, da retificação ou da ocupação indevida das margens dos corpos hídricos.

Para o tratamento das inundações urbanas, as intervenções mais tradicionais possuem uma abordagem monofuncional e atuam por meio de ações estruturais de drenagem. A visão higienista colabora para a degradação do ecossistema fluvial (BAPTISTA *et al*, 2013), e para o esquecimento do rio como elemento constitutivo na paisagem da cidade. A perspectiva multidisciplinar, por sua vez, é capaz de gerar novas oportunidades para o desenvolvimento urbano com intervenções e abordagens mais integradas, tratando questões ambientais, urbanas, sociais e econômicas, tendo o corpo hídrico como agente unificador socioespacial (VERÓL *et al*, 2020; BAPTISTA *et al*, 2013).

Pode-se dizer que há uma tendência atual e em escala mundial para a atribuição das águas urbanas com múltiplas funções, tendo a paisagem e o corpo hídrico como o eixo estruturador do ambiente urbano, por fim, configurando uma cidade mais resiliente às cheias. A cidade resiliente pode ser considerada um sistema integrado, que deve ser projetado para enfrentar as consequências negativas de um determinado perigo e diminuir os danos associados. A resiliência está relacionada com a capacidade de mudança e adaptação de um sistema - não é o mesmo que ser resistente, mas sim a capacidade de o sistema gerar oportunidades a partir do evento crítico (MIGUEZ *et al*, 2018; WONG *et al*, 2009).

Os impactos causados pela urbanização sobre os corpos hídricos são intensificados em áreas onde o desenvolvimento é desacompanhado de infraestrutura de saneamento e onde há um déficit dos serviços públicos que, por vezes, são áreas de periferia urbana. É importante ressaltar que a lógica de centro e periferia é fruto do processo de metropolização e da aplicação de investimentos em infraestrutura de forma seletiva (SANTOS, 1993). Sendo assim, a população mais pobre acaba por ocupar as periferias (ROLNIK, 1997), em geral, caracterizadas como áreas de maior risco de inundações.

A aproximação do debate ambiental para as águas urbanas, tanto para o âmbito acadêmico quanto para as pautas sociais, possibilitou o estabelecimento de novas abordagens para os rios urbanos (BAPTISTA *et al*, 2013). Sendo assim, a discussão se fundamenta por meio de conceitos ambientais, como a conservação dos ecossistemas tratados em equilíbrio com as demandas urbanas. A pesquisa se justifica também pela busca por um ambiente urbano de qualidade, considerando aspectos

de lazer, paisagismo, dimensões socioculturais e o resgate da relação entre sociedade, água e o patrimônio cultural.

Veról *et al* (2020) sugerem o caminho da requalificação fluvial integrada a técnicas de drenagem sustentável, como meio de compensar os efeitos negativos causados pela urbanização das bacias hidrográficas sobre o ciclo da água. Outra perspectiva apontada na literatura é o desenho urbano sensível à água (WSUD), uma abordagem para o projeto e planejamento urbano com o objetivo de potencializar o aproveitamento das águas pluviais e reduzir os danos nos corpos hídricos, a partir do conceito da reprodução mais próxima possível do ciclo natural da água (MELBOURNE WATER, 2017).

Entende-se, então, que a resiliência na cidade é resultado de um conjunto de medidas que promovam a adaptação e a renovação do espaço urbano por meio da integração de funções e da multidisciplinaridade. Além disso, é necessária uma visão sistêmica, multifuncional e na escala da bacia para considerar as intervenções. Desta forma, por meio de uma perspectiva sustentável, a pesquisa torna-se um importante meio de repensar as relações entre rios e cidades, abrindo oportunidades para explorar soluções integradas para o desenvolvimento urbano.

2. OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo formular diretrizes propositivas para o planejamento e elaborar uma proposta para a reestruturação urbana da Bacia do Rio Botas a partir da construção da base teórica de resiliência às cheias. Os objetivos secundários são: reforçar o equilíbrio entre demandas do ambiente construído natural e a sociedade; proporcionar um desenho de cidade resiliente na Bacia do Rio Botas; criar um repertório de atuação no tratamento das inundações; dar suporte aos tomadores de decisão para atuação na Baixada Fluminense; e aprimorar políticas públicas na gestão da paisagem da bacia do Rio Botas.

3. METODOLOGIA

Este trabalho tem como objeto empírico a Bacia Hidrográfica do Rio Botas, devido à caracterização do território como periferia e aos recorrentes eventos de inundação na bacia.

A primeira etapa se baseou na decomposição do território em camadas, conforme metodologia desenvolvida por Ian McHarg (1969). Nesse sentido, a primeira camada corresponde aos aspectos político-sociais, localização geográfica, perfil demográfico e densidade populacional; esses parâmetros contribuem para o entendimento do contexto da área estudada. A segunda apresenta os aspectos geofísicos (hidrografia, relevo e uso do solo), a fim de identificar os processos naturais, seus limites e como estes conformam o espaço urbano. A terceira camada equivale à análise da morfologia urbana, primordial para a compreensão dos graus

de consolidação urbana e o comportamento do tecido. A quarta e última camada representa a dinâmica fluvial, um elemento fruto da interação entre a urbanização e o processo natural da hidrografia. A dinâmica fluvial é destacada, uma vez que as problemáticas apresentadas são conflitos gerados a partir dessa interação.

Para o desenvolvimento dos mapas utilizou-se o software QGIS, com cruzamento de dados obtidos nas plataformas GEOINEA e MPRJ EM MAPAS. Para as informações demográficas, a consulta foi realizada no Censo 2010 (IBGE 2010).

Em seguida, a pesquisa apresentou os elementos perceptivos da paisagem, destacando elementos por sua continuidade espacial ou elementos que se repetem na extensão do território. A identificação dos elementos perceptivos tem o objetivo de compreender a identidade e o potencial visual do território. Por último, o trabalho expõe um breve contexto de planejamento, a fim de obter uma visão geral da atuação do poder público.

A partir da análise em camadas e da análise perceptiva foi possível identificar problemas e potencialidades da área de estudo que, junto à pesquisa bibliográfica, consubstanciaram a definição de um repertório projetual, gerando as primeiras diretrizes propositivas para a bacia. As diretrizes são espacializadas e abordadas em um Plano Territorial, no qual elabora-se o planejamento da paisagem com o uso de componentes projetuais que, por sua vez, estruturam a paisagem da bacia a partir do corpo hídrico principal

4. RESULTADOS

4.1 ANÁLISE EM CAMADAS

4.1.1 Aspectos políticos sociais

A Bacia Hidrográfica do Rio Botas (Figura 1) está localizada na Baixada Fluminense, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, limitado a sul pela Área de Proteção Ambiental (APA) Gericinó-Mendanha, a leste pelo Rio Iguaçu e pela APA Alto Iguaçu. O manancial é cortado por três infraestruturas de transporte: pela Rodovia Presidente Dutra, pela linha ferroviária Supervia – Ramal Japeri – e pela linha ferroviária M.R.S Logística. Além desses três elementos, a Via Light também atravessa a bacia, contornando a APA Gericinó-Mendanha. A bacia abriga parcialmente os municípios de Nova Iguaçu, Belford Roxo e uma pequena parcela de Queimados.

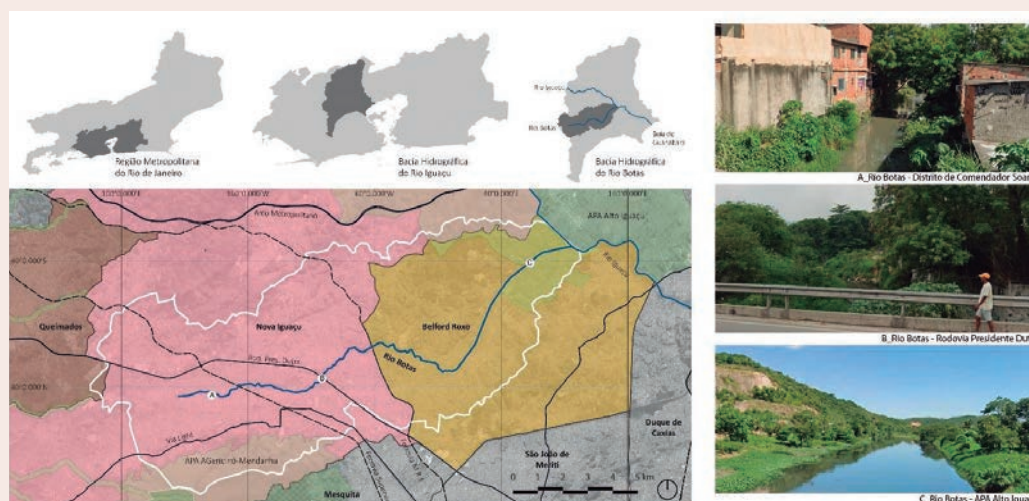


Figura 1. Baía Hidrográfica do Rio Botas (figura elaborada pelos autores com base de informações do IBGE, INEA e Google Street View, 2020)

4.1.2 Aspectos geofísicos

O Rio Botas, com uma extensão de 25km, é um dos principais afluentes do Rio Iguaçu. Sua foz se encontra 14km a montante da Baía de Guanabara, dentro da APA do Alto Iguaçu. O Rio Botas possui vinte afluentes (Figura 2B); dentre eles, destacam-se o Rio das Velhas e o Canal Maxambomba, como os dois maiores afluentes.

O relevo da bacia é caracterizado pela pouca variação topográfica, característica típica da região da Baixada Fluminense, com a forte presença de morrotes em formato de meia laranja. Como exceção da pouca variação topográfica, pode-se mencionar a Serra do Mendanha, com cotas de 700m acima do nível do mar (Figura 2C). A baixa declividade ao longo da bacia permitiu a expansão urbana no sentido do eixo ferroviário. Além disso, essa formação física dificulta a drenagem do território e, portanto, torna-o mais propenso a inundações.

A bacia é ocupada, em sua maior parte, por áreas de urbanização. A ocupação urbana é limitada pelas APAs e o território possui manchas de campos antrópicos entre a área urbanizada e as áreas de floresta (Figura 2D).

4.1.3 Morfologia urbana

De forma geral, a urbanização se expandiu a partir do estabelecimento da linha ferroviária com características da expansão suburbana (adensamento horizontal). Além disso, esse modelo possibilitou a criação das centralidades e a instalação de equipamentos urbanos nesse eixo (Figura 2E). Sendo assim, as margens próximas à foz da bacia são caracterizadas como periferias em relação ao centro de Nova Iguaçu.

4.1.4 Dinâmica fluvial

A dinâmica fluvial é a camada resultante da sobreposição entre o tecido urbano e a mancha de alagamento. As manchas de alagamento apresentadas na Figura 2F são decorrentes de uma cheia de período de recorrência de 25 anos, referência utilizada para projetos de macrodrenagem. Observam-se elementos como a via ferroviária e rodovias atuando como barreiras físicas ao escoamento das águas. As manchas de alagamento próximas à foz indicam que a APA Alto Iguaçu funciona como uma área de armazenamento para as cheias do Rio Botas, aliviando áreas a jusante. Essa identificação evidencia a importância da manutenção e proteção da APA Alto Iguaçu para mitigar o risco das inundações no restante do território.

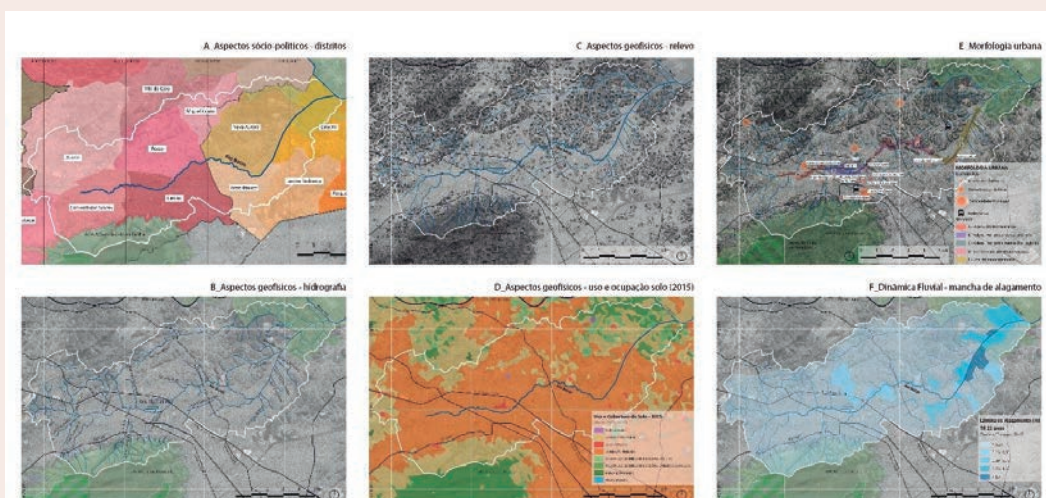


Figura 2. Decomposição em camadas (figura elaborada pelos autores com base de informações do IBGE, INEA, 2020)

4.2 ELEMENTOS PERCEPTIVOS

Elementos perceptivos são aqueles que fazem referência ao território da Bacia Rio Botas, foram considerados elementos ordinários e extraordinários, como por exemplo: O Aeroclube de Nova Iguaçu (Figura 3A), a Ferrovia Supervia, a Serra do Mendanha (ao fundo da Figura 3A), a Via Light e a Rodovia Presidente Dutra. Esses se destacam pela sua escala e continuidade no espaço.

Os elementos topográficos, morrotes e a Serra do Mendanha criam um fundo cênico. Observa-se que a serra possui maior destaque, devido à sua capacidade de ser observada por diferentes pontos da bacia. Os Centros Integrados de Educação Pública (CIEPs) remetem a um senso de comunidade local devido à sua função social. A Via Dutra e a Ferrovia Supervia são dois corredores que seccionam o rio e dificultam uma conexão com o entorno; apesar disso, são uma referência na paisagem.

Outros elementos de proporções mais locais intervêm na paisagem do rio e na sua percepção. As habitações (Figura 3D) e os muros (Figura 3B) são dois componentes que repelem o rio da paisagem, dificultando o acesso e a visão do corpo

hídrico pelas pessoas. Já as passarelas (Figura 3C) são elementos de conexão entre as duas margens do rio, funcionando como passagens que aproximam o Rio Botas na paisagem.

O Aeroclub (Figura 3A) é um elemento oculto atrás de uma vegetação arbustiva, impossibilitando a sua percepção por quem anda pelo território; contudo, é um elemento conhecido e utilizado de modo informal pela comunidade. O seu valor dado pela comunidade o destaca como um elemento perceptivo importante na bacia.



Figura 3. Atributos perceptivos da paisagem (figura elaborada pelos autores com base de informações do Google Street View, 2020)

4.3 CONTEXTO DE PLANEJAMENTO E INTERVENÇÕES

Devido à presença de três municípios na Bacia do Rio Botas, um dos desafios é a dificuldade de gestão política. Os governos locais possuem um papel importante para o planejamento e o ordenamento do território, que geram consequências na forma urbana, na paisagem e nos recursos hídricos. Sendo assim, serão analisadas de forma sucinta as ações de planejamento e intervenções que envolvem a bacia como Plano Diretores, Planos de Recursos Hídricos e o Plano Metropolitano.

Os Planos Diretores em vigência apresentam algumas questões referentes à gestão dos recursos hídricos e controle do uso do solo. Estes planos apresentam diretrizes gerais como proteção dos mananciais e matas ciliares, despoluição dos corpos d'água e alguns programas por temas (mobilidade, habitação, lazer, sustentabilidade, drenagem etc.). Os Planos Municipais de Saneamento Básico e as leis de zoneamento representam um avanço desses planos diretores. Contudo, os mapas de zoneamento divulgados pelas prefeituras de Nova Iguaçu (2011) e Belford Roxo (2007) são de baixa qualidade, impossibilitando a identificação do zoneamento no território.

Na escala metropolitana, tem-se o Plano Estratégico de Desenvolvimento Integrado, também conhecido como Modelar a Metrópole (2018). A Bacia do Rio Botas não é citada diretamente no Modelar a Metrópole, porém algumas ações e programas, mencionados para a Bacia que a abriga (Bacia dos Rios Iguaçu-Sarapuí) merecem destaque, devido à sua importância para o território. Nos eixos de saneamento e patrimônio há a indicação de medidas ecológicas para a bacia, como a proposição de eixos de conexão entre áreas de proteção ambiental e a implantação de cinturão sanitário nas margens de rios com coleta de esgoto em tempo seco.

Por fim, nos últimos três anos, a Prefeitura de Nova Iguaçu vem intervindo na Bacia do Rio Botas com o “Projeto de Desassoreamento e Alargamento da Calha do Rio Botas” (NOVA IGUAÇU, 2019). O objetivo da prefeitura é a redução das inundações na cidade e, nesse contexto, vem atuando com medidas tradicionais como remoções e realocação de habitações ribeirinhas e ações de canalização. Esse tipo de intervenção considera uma abordagem monofuncional, além de colaborar para a degradação do ecossistema, e para o esquecimento do rio como elemento perceptivo na paisagem. Além disso, as ações apontam para uma falta de integração entre projetos de habitação, drenagem, e dos sistemas de espaços livres.

4.4 SÍNTESE DA ANÁLISE

Os aspectos político-sociais enfatizam o caráter territorial da bacia, bem como a complexidade da gestão urbana devido à presença de três municípios. A análise dos aspectos geofísicos permite observar as potencialidades dos espaços livres. O relevo indica uma limitação morfológica da bacia quanto à drenagem. Já a presença de duas APAs e a distribuição hidrográfica indicam um potencial para a estruturação da paisagem. As ações de desmatamento na bacia indicam a necessidade de ações de reflorestamento que, aliadas às potencialidades geofísicas já citadas, colaboram para uma paisagem multifuncional com vistas à resiliência às cheias. A partir da identificação dos padrões de ocupação, é possível ter o conhecimento de quais áreas possuem equipamentos urbanos e quais estão sob pressão da urbanização. A estrutura urbana analisada demonstra como os padrões de ocupação se refletem na morfologia das margens do rio Botas. A dinâmica fluvial confirma os conflitos de drenagem, apresentados nos aspectos geofísicos, e revela o papel da não ocupação na foz, funcionando como área de armazenamento para áreas mais a jusantes da bacia. A partir da análise dos aspectos visuais, percebe-se que a Bacia do Rio Botas possui diferentes “espaços” perceptivos e que há elementos que auxiliam a percepção de unidade do território. O Aeroclube demonstra uma potencialidade de atuação como âncora projetual, bem como as margens do rio que possuem suas faixas marginais livres. Por fim, a atuação da prefeitura com remoções de habitações irregulares nas margens do Rio Botas possibilita a oportunidade para elaborar um plano multifuncional, englobando drenagem, habitação e espaços de lazer.

4.5 PLANO TERRITORIAL

Considerando o objetivo geral do trabalho, algumas diretrizes gerais são apresentadas na Figura 4, quais sejam: conectar as áreas de proteção ambiental junto ao tecido urbano; conter a expansão urbana nos limites da bacia e nos corpos hídricos; reduzir as inundações urbanas; evidenciar afluentes do Rio Botas; estruturar a paisagem a partir do corpo hídrico principal. A Figura 5, por sua vez, apresenta o perfil diagramático do rio com as medidas propostas.



Figura 4. Diagrama de diretrizes gerais - Bacia do Rio Botas.

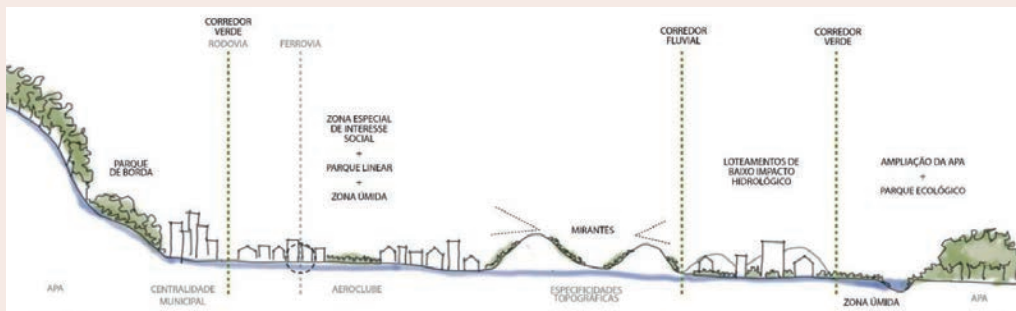


Figura 5. Perfil diagramático do Rio Botas - implantação das medidas propostas.

A partir da análise realizada, orienta-se: a manutenção dos espaços livres existentes, assim como a criação de novos espaços livres, fundamentais para a garantia de áreas permeáveis; o resgate das margens, onde for possível, favorecendo a dinâmica fluvial, com equilíbrio em relação à produção de habitações; a indicação do antigo Aeroclube como ocupação de baixo impacto hidrológico (Figura 5), dialogando com todas as outras orientações e ofertando habitação numa área já centralizada; a proteção de encostas, que favorece a absorção de água e impede os deslizamentos, corroborando com um espaço urbano mais seguro e resiliente.

O Plano Territorial elaborado a partir de toda a discussão aqui apresentada, está representado pela Figura 6. Nele, é proposta a implantação de parques lineares nas margens do Rio Botas, proporcionando espaços de lazer vinculados aos serviços ecossistêmicos. Os Parques Lineares têm a função de garantir que as margens não venham a ser ocupadas novamente, assim como também aproximam a sociedade do rio, agregando valor cultural à paisagem. A implantação de uma zona úmida, na região de jusante, tem como funções a redução da mancha de alagamento na foz; o tratamento da qualidade da água antes de ser encaminhada para o Rio Iguaçu; a manutenção e a proteção da APA.

A ocupação no Aeroclube deve ser tratada com o viés de habitações resilientes às cheias e como uma urbanização de baixo impacto hidrológico, oferecendo espaços livres públicos e habitações de interesse social. A inserção de habitações no Aeroclube garante a oferta de moradia em uma área central com infraestrutura adequada.

A implantação de corredores fluviais (Figura 7) e corredores verdes possibilita um sistema linear conectado que irá tratar de manejo de águas, arborização e recuperação da flora nativa.

O reflorestamento dos morrotes é de extrema pertinência para evitar deslizamentos e assoreamentos. Propõe-se também, o aproveitamento desses pontos para a criação de mirantes de observação da bacia. Os parques de borda e ecológico possuem a função de conter a urbanização espraiada e atribuir uso às APAs, que hoje possuem pouca utilização pela população. Além da contenção, o parque ecológico possui ainda a função de ampliar a APA Alto Iguaçu. Por fim, nos trechos já urbanizados e consolidados, é prevista a aplicação de medidas de reservação de águas pluviais (teto verdes, pavimentos permeáveis, jardim de chuva etc.).

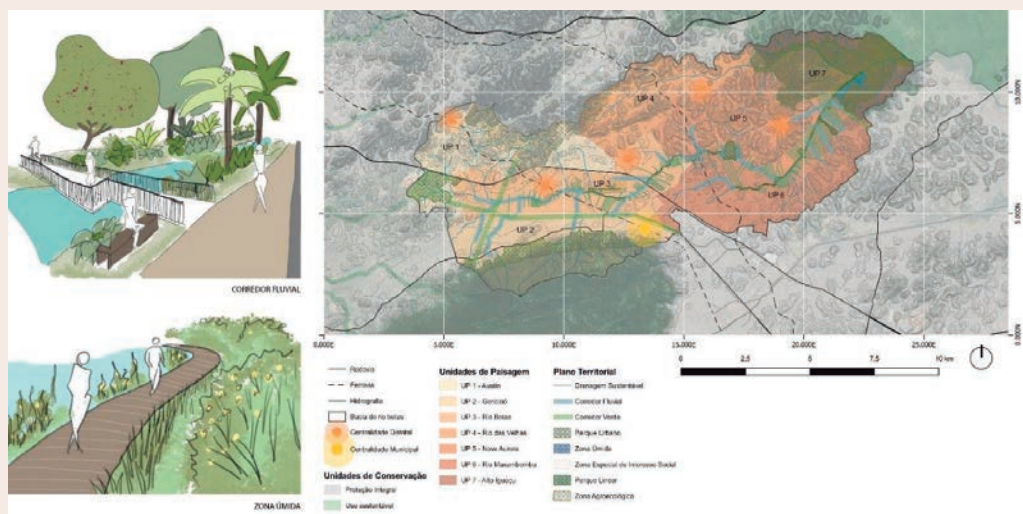


Figura 6. Plano Territorial - Bacia do Rio Botas.



Figura 7. Corte esquemático do corredor fluvial

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Plano Territorial apresentado corresponde à etapa preliminar de um Plano de Resiliência. Para tal, necessitaria de uma equipe técnica multidisciplinar trabalhando junto às entidades públicas e à população. Com vistas ao cenário pandêmico, faz-se necessário a proposição de cidades resilientes. Apesar de limites impostos por esse cenário, como visitas de campo, a pesquisa identificou métodos que auxiliaram a compreender as condições urbanas presentes na bacia e os principais conflitos entre cidade e rio. As proposições aqui apresentadas contribuem ao indicar componentes e suas funções para o alcance da resiliência no território, vindo a funcionar como objeto de consulta para futuras atuações na bacia. Por fim, a expectativa é de prosseguir com o trabalho, para continuar subsidiando abordagens e informações para auxiliar a população e os tomadores para atuação na Baixada Fluminense.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baptista, M. *et al*, Rios e cidades: uma longa e sinuosa história. Revista UFMG, v. 20, n.2, p.124-153, Belo Horizonte, 2013

COPPETEC. Plano Diretor de Recursos Hídricos, Recuperação Ambiental e Controle de Inundações da Bacia do Rio Iguaçu-Sarapuú; Fundação COPPETEC: Rio de Janeiro, 2009.

Governo do Rio de Janeiro. Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana do Rio De Janeiro. Rio De Janeiro, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico; IBGE: Rio de Janeiro, 2010.

Mcharg, I. L., *Design With Nature*. New York: Garden City, 1969.

Melbourne Water. Introduction to WSUD. 2017. Disponível em: <https://www.melbournewater.com.au/building-and-works/stormwater-management/introduction-wsud> (acessado em 20 de setembro de 2020)

Miguez, M.G. *et al*, Gestão de Riscos e Desastres Hidrológicos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

Prefeitura Municipal de Belford Roxo, Lei Complementar N° 084, de 12 de janeiro de 2007.

Prefeitura Municipal de Nova Iguaçu, Lei Complementar N°. 4.092, de 28 de junho de 2011. Institui o Plano Diretor Urbanístico Municipal de Nova Iguaçu.

Prefeitura Municipal de Nova Iguaçu. Obras em Nova Iguaçu não param mesmo em período de pandemia da Covid-19. 2020. Disponível em: <https://www.novaiaguacu.rj.gov.br/semif/2020/05/28/obrasem-nova-iguacu-nao-param-mesmo-em-periodo-de-pandemia-da-covid-19/> (acessado em 30 de outubro de 2020)

Rolnik, R. A cidade e a lei: legislação, política urbana e território na cidade de São Paulo. São Paulo: Studio Nobel, 1997.

Santos, M., A urbanização brasileira. São Paulo: Editora HUCITEC, 1993.

Veról, A.P. *et al*, River Restoration Integrated with Sustainable Urban Water Management for Resilient Cities. Sustainability v.12, 2020. <https://doi.org/10.3390/su12114677>

Wong, T. H. F. *et al*, The water sensitive city: Principles for practice. Water Science and Technology. v.60, n.3, p.673-682, 2009. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.436>

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito da Cátedra UNESCO “Drenagem Urbana em Regiões de Baixada Costeira”. Os autores agradecem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) [Código de Financiamento 001; 88887.629302/2021-00].

ARTIGO

MATRIZ DE ESTUDO DE VIABILIDADE DA REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL URBANA

LIMA, Andressa¹

(andressa.lima@coc.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro, (COPPE/UFRJ), Brasil

VERÓL, Aline

(alineverol@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro, (COPPE/UFRJ), Brasil

MIGUEZ, Marcelo

(marcelomiguez@poli.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro, (COPPE/UFRJ), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Requalificação fluvial urbana, serviços ambientais, gestão pública

RESUMO

Os processos de crescimento das cidades têm causado uma grande pressão sobre os ecossistemas fluviais urbanos, que estão sujeitos a processos de degradação e perda das suas funções ambientais. Diversos estudos têm sido elaborados no âmbito da requalificação fluvial urbana de forma a reverter esses processos de degradação e proporcionar o bem-estar e saúde do meio ambiente e da população. Entretanto, a requalificação de rios no ambiente urbano aponta diversas limitações, sejam econômicas, ambientais e até mesmo sociais. Ainda assim, toda e qualquer medida adotada no intuito de melhorar os ambientes aquáticos são válidas, podendo as intervenções ser planejadas para o curto, o médio e o longo prazos. O objetivo geral do presente trabalho é a proposição de uma matriz ferramental para auxiliar gestores públicos na tomada de decisão sobre a pertinência e hierarquização de ações de requalificação de rios urbanos. Para tanto, foi feita uma extensa revisão bibliográfica a respeito dos principais objetivos das práticas de requalificação fluvial urbana adotadas no mundo, relacionando-as a serviços ambientais associados. Posteriormente, tais serviços ambientais foram relacionados às técnicas de requalificação ambiental que proporcionaram o incremento destes serviços. Assim, para o planejamento da implantação da requalificação fluvial urbana, o trabalho propõe uma matriz ferramental de correlação entre técnicas de requalificação fluvial urbana e serviços ambientais, levando em consideração o potencial de cada técnica para a melhoria das funções ambientais. A partir da matriz proposta e do conhecimento técnico dos gestores públicos sobre o território e sobre os problemas ambientais mais relevantes, a metodologia permite identificar técnicas mais adequadas para implantação em dada área.

1. INTRODUÇÃO

A restauração do meio ambiente é uma disciplina já praticada há muitos anos. A história conta que entre 1938 e 1939, o assistente chefe do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos, W. C. Lowdermilk, fez uma viagem em torno do mundo documentando tentativas antigas de restauração ambiental. Ele chegou à conclusão de que as práticas atuais de restauração surgiram de 4 a 5 mil anos atrás com os fenícios, que tiveram que lidar e reagir contra o desmatamento das florestas de montanha no Líbano. Os agricultores fenícios usavam terraços de paredes de pedra para estabilizar e restaurar a terra e para a drenagem. As técnicas de restauração e conservação de bacias hidrográficas são, provavelmente, tão antigas quanto a agricultura em todos os continentes (Riley, 1998).

A história também mostra que o declínio de muitas civilizações está atrelado à sua inabilidade de gerenciar e restaurar bacias hidrográficas. Em condições naturais, os rios cumprem uma variedade de processos geomorfológicos, hidrológicos e biológicos, como transporte e armazenamento de água e transporte de sedimentos (Perini e Sabbion, 2017), mas as más práticas de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica podem prejudicar esses processos. A queda da Mesopotâmia, por exemplo, é atribuída às más práticas de agricultura que causaram o assoreamento de rios e poluíram o solo. A civilização da Babilônia teve seu declínio devido à sedimentação dos seus canais de irrigação e a Síria perdeu áreas devido à erosão extensiva que gerou desertos (Riley, 1998).

Atualmente, observa-se uma tendência mundial de aumento da população urbana. De acordo com as Organização das Nações Unidas, até 2050, estima-se que 67% da população mundial deverá viver em centros urbanos, que deverão absorver todo o crescimento populacional esperado, além da atração de parte da população rural. Além disso, a maior parte do crescimento populacional esperado nas áreas urbanas se concentrará nas regiões menos desenvolvidas (UN DESA, 2012). Muitos centros urbanos ao redor do mundo se desenvolveram no entorno de rios, devido à disponibilidade de água (Grimm et al., 2008; Lemons e Victor, 2008). Entretanto, muitas das ações antrópicas, relacionadas ao crescimento urbano e demandas municipais por água, modificaram fortemente os ambientes fluviais (Perini e Sabbion, 2017).

Neste contexto, processos de renaturalização de rios e córregos surgem como uma grande oportunidade para o ressurgimento das águas na cidade, no que se refere à formação de um sistema de umidificação, refrigeração e áreas verdes urbanas aliadas ao lazer e ao turismo, a fim de proporcionar viabilidade econômica para a implantação e manutenção dessas áreas, e não apenas como uma solução de drenagem urbana (Broncaneli e Stuermer, 2008).

Em termos de gestão pública, os dispositivos legais urbanísticos e ambientais são comumente utilizados na tentativa de estabelecer e implementar estratégias de conservação e recuperação ambiental. Em São Paulo, por exemplo, o Plano Diretor Estratégico de 2002, buscou inovar adotando a rede hídrica como um dos elementos estruturadores da cidade, mas após mais de 10 anos da edição desse marco legal, o que se observou é que o mesmo não foi capaz de garantir a sustentabilidade

da metrópole no médio e longo prazo. Em 2014, o novo Plano Diretor Estratégico, adotou uma abordagem ecossistêmica para a cidade, reconhecendo a coexistência e interação de sistemas urbanos e ambientais e introduziu o conceito de serviços ambientais ou ecossistêmicos. (Sepe et al, 2015).

Serviços ecossistêmicos referem-se aos benefícios que as populações humanas obtêm de ecossistemas (Bolund e Hunhammar, 1999). Alguns autores vêm diferenciando os conceitos de serviços ecossistêmicos e serviços ambientais. Souza et al. (2016) empregam serviços ambientais para caracterizar os benefícios à qualidade de vida humana garantidos por práticas de manejo de recursos naturais.

De acordo com a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (2005), os serviços ecossistêmicos podem ser categorizados da seguinte maneira:

Categoria de serviço	Significado
Provisão	Produtos obtidos a partir dos ecossistemas
Regulação	Benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições do ambiente
Suporte	Serviços que contribuem para produção de outros serviços
Culturais	Benefícios imensuráveis de natureza educacional, estético-paisagista, recreativa ou religiosa

Tabela 1. Categorias de serviços ecossistêmicos.
Fonte: Avaliação Ecossistêmica do Milênio, 2005.

Já a Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES) (Haines-Young, R.; Potschin, M. B, 2018), considera apenas três categorias: provisão, regulação e culturais. A categoria de suporte não é incluída pois esta classificação procura identificar os serviços finais que se relacionam com os bens e benefícios que são valorizados pelas pessoas, sendo que a categoria de suporte representa os serviços que contribuem para a produção de outros serviços.

Os serviços ecossistêmicos em áreas urbanas podem aumentar a resiliência e a qualidade de vida nas cidades, mitigando externalidades ambientais negativas associadas ao processo de urbanização das cidades (Gómez-Baggethun e Barton, 2012). Bolund e Hunhammar (1999) consideram que, serviços ecossistêmicos como filtragem do ar, redução de ruídos, regulação de cheias, tratamento de resíduos e valores culturais e de recreação têm grande importância no contexto das cidades e do manejo adequado de ecossistemas urbanos.

Ecossistemas aquáticos e terrestres fornecem uma variedade de serviços ecossistêmicos que não foram sempre considerados durante as tomadas de decisão de planejamento urbano e gerenciamento de bacias hidrográficas (Gilvear et al., 2013). O interesse em restaurar rios ganhou destaque, de forma a fornecer benefícios tanto ao meio ambiente quanto à saúde humana (Lemons e Victor, 2008). Neste contexto, existem algumas políticas públicas que adotam incentivos, econômicos ou não, à proteção do meio ambiente, podendo ser citados no Brasil, por exemplo, os Programas de Pagamentos Ambientais e o ICMS Ecológico (Sepe et al, 2015).

2. OBJETIVOS

Este estudo busca criar uma matriz ferramental para o estudo da viabilidade de implantação de medidas de requalificação fluvial urbana sob a ótica dos serviços ambientais, adotando critérios ambientais e sociais de avaliação, de forma a auxiliar gestores públicos na tomada de decisão e no convencimento dos atores envolvidos sobre a aplicação das medidas. Assim, para o planejamento da implantação da requalificação fluvial urbana, o trabalho objetiva propor uma matriz de correlação entre técnicas de requalificação fluvial urbana e serviços ambientais, levando em consideração o potencial de cada técnica para a melhoria das funções ambientais.

3. METODOLOGIA

Nessa pesquisa de abordagem qualitativa utilizou-se como instrumento a revisão bibliográfica. Para tanto, foi feita uma extensa pesquisa sobre os principais objetivos buscados em projetos de requalificação fluvial mundo afora, buscando-se estudos elaborados para diferentes continentes cuja abordagem estivesse focada na análise desses objetivos. Para tanto, foram consultados artigos bem como manuais de técnicas de requalificação fluvial desenvolvidos por centros de requalificação fluvial espalhados por diversos países.

Posteriormente, também foi realizada a inferência acerca da categoria e do serviço ambiental identificado para cada objetivo encontrado. Por fim, a partir da análise da revisão bibliográfica, foi elaborada uma matriz de correlação de técnicas de requalificação fluvial e serviços ambientais associados.

4. RESULTADOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, tomou-se como base as categorias de serviços ecossistêmicos apresentadas pela CICES (Haines-Young, R.; Potschin, M. B, 2018): provisão, regulação e culturais.

Além disso, neste artigo será adotada a nomenclatura “serviços ambientais”, por se entender que ela melhor se ajusta ao contexto da requalificação fluvial urbana, na qual há intervenção humana. Assim, a partir da análise bibliográfica realizada foi possível consolidar a Tabela 2 que destaca os principais objetivos evidenciados nos projetos de requalificação fluvial praticados no mundo. Observou-se que esses objetivos podem ser traduzidos em termos de serviços ambientais trazidos pela prática da requalificação fluvial, conforme mostrado na tabela. Assim, para cada objetivo identificado foram associados categoria e serviços ambientais.

Objetivo da requalificação fluvial	Referência	Local	Categoria do serviço ambiental	Serviço ambiental associado
Melhorias estéticas, paisagismo e recreação	Bernhardt et al (2005); RRC (2019); Mourandi e Piégay (2017); Kail e Wolter, (2011); Nakamura, Tockner e Amano, 2006; Mondragon e Honey-Rosés (2016)	EUA, Reino Unido, França, Alemanha, Coreia do Sul, América Latina	Cultural	Melhorias estéticas e recreação
Desenvolvimento de parques e espaços abertos	LARRMP (2007); Martín-vidé, 1999; Mondragon e Honey-Rosés (2016)	EUA, Espanha; América Latina	Cultural	Melhorias estéticas e recreação
Migração de peixes	Bernhardt et al (2005); Hagen et al, (2003); Mourandi e Piégay (2017); Kail e Wolter (2011); Corominas (2020); Nakamura, Tockner e Amano (2006)	EUA, Suécia, França, Alemanha, Península Ibérica, Japão	Provisão	Valorização da pesca
			Regulação	Manutenção da diversidade genética (fluxo gênico)
Melhoria da qualidade da água	Bernhardt et al (2005); Kondolf et al (2007); IFR (2016); RRC (2019); Kail e Wolter (2011); Martín-vidé (1999); Tullos, 2006; Mondragon e Honey-Rosés (2016)	EUA, Reino Unido, Alemanha, Espanha, China, América Latina	Regulação	Melhoria da qualidade da água
			Provisão	Fonte de água
Modificação de escoamento/diminuição das velocidades de escoamento Regulação/restauração de vazões hidrológicas	Bernhardt et al (2005); IFR (2016) Kail e Wolter (2011); Mourandi e Piégay (2017)	EUA Alemanha, França	Regulação	Controle de processos erosivos Melhoria da qualidade física de habitats
			Regulação	Manutenção de vazão hídrica
Aumento da infiltração	IFR (2016)	EUA	Regulação	Manutenção de vazão hídrica
				Gestão sustentável de inundações
Melhoria dos processos de sedimentação	IFR (2016); Mourandi e Piégay (2017)	EUA, França	Regulação	Gestão sustentável de inundações
			Regulação	Melhoria da qualidade física de habitats

Continua...

Objetivo da requalificação fluvial	Referência	Local	Categoria do serviço ambiental	Serviço ambiental associado
Restauração e/ou reconexão de planícies de inundação	Bernhardt et al (2005); IFR (2016); Dutch Water Sector (2019); Tullos, 2006	EUA, Holanda, China	Regulação Regulação	Manutenção da diversidade genética (fluxo gênico)
				Gestão sustentável de inundações
Criação de zonas úmidas	IFR (2016); RRC, 2019	EUA, Reino Unido	Regulação	Gestão sustentável de inundações
			Regulação	Melhoria da qualidade física de habitats
			Regulação	Melhoria da qualidade da água
Reconfiguração de canais de córregos e rios ou restauração de meandros para rios retificados	Bernhardt et al (2005); RRC,2019; Martín-vidé (1999); Corominas (2020); Nakamura, Tockner e Amano (2006); Brooks et al (2007)	EUA, Reino Unido, Espanha, Península Ibérica, Japão; Austrália	Regulação	Gestão sustentável de inundações
			Regulação	Melhoria da qualidade física de habitats
Redução de aporte de nutrientes	Lindahl and Söderqvist (2004); Hagen et al (2003); Martín-vidé (1999)	Suécia, Dinamarca, Espanha	Regulação Provisão	Melhoria da qualidade da água
Gestão de enchentes; Controle de cheias	RRC (2019); Nakamura, Tockner e Amano (2006); Tullos, 2006; Mondragon e Honey-Rosés (2016)	Reino Unido, Japão, China, América Latina	Regulação	Fonte de água Gestão sustentável de inundações
Eliminação de infraestruturas obsoletas/ remoção de barreira	RRC (2019), Corominas (2020)	Reino Unido, Península Ibérica	Regulação	Gestão sustentável de inundações
			Regulação	Manutenção da diversidade genética (fluxo gênico)
Manejo das zonas ribeirinhas; Manejo da mata ciliar	Bernhardt et al (2005); Kondolf et al (2008); RRC (2019); Mourandi e Piégay (2017); Brooks et al (2007); Kail e Wolter, (2011)	EUA; França; Austrália; Alemanha	Regulação	Melhoria da qualidade da água
			Regulação	Melhoria da qualidade física de habitats
Manejo de espécies invasoras	Kail e Wolter, (2011); Corominas (2020); Nakamura, Tockner e Amano (2006)	Alemanha, Península Ibérica; Japão	Regulação	Melhoria da qualidade física de habitats

continua...

Objetivo da requalificação fluvial	Referência	Local	Categoria do serviço ambiental	Serviço ambiental associado
Melhoria dos habitats aquáticos ou restauração de habitats de zonas úmidas	Bernhardt et al (2005); Hagen et al (2003); Mourandi e Piégay (2017); Corominas (2020); Brooks et al (2007)	EUA, Dinamarca, Península Ibérica, Austrália	Regulação	Melhoria da qualidade física de habitats
Aumento da biodiversidade e da conectividade entre habitats	IFR (2016)	EUA	Regulação	Manutenção da diversidade genética (fluxo gênico)
Estabilização ou proteção de talude	Bernhardt et al (2005); Kondolf et al (2008); RRC (2019); Tullos, 2006; Brooks et al (2007)	EUA, Reino Unido, China, Austrália	Regulação	Melhoria da qualidade física de habitats
			Regulação	Controle de processos erosivos
			Regulação	Gestão sustentável de inundações
Melhoria da morfologia do canal/ alterações morfológicas	RRC (2019); Kail e Wolter (2011)	Reino Unido, Alemanha	Regulação	Gestão sustentável de inundações
			Regulação	Controle de processos erosivos
			Regulação	Melhoria da qualidade física de habitats
Desassoreamento	Corominas (2020); Nakamura, Tockner e Amano (2006)	Península Ibérica, Japão	Regulação	Controle de processos erosivos
			Regulação	Gestão sustentável de inundações
			Regulação	Manutenção de vazão hídrica

Tabela 2. Serviços ambientais identificados nas práticas de requalificação fluvial urbana.

Fonte: Elaborado pela autora

A partir da Tabela 2, foram selecionados os principais serviços ambientais relacionados à requalificação fluvial urbana, sendo elaborada uma matriz ferramental de correlação desses serviços ambientais com técnicas de requalificação fluvial urbana adotadas em diversos projetos mundo afora, de forma a ilustrar a abordagem. Essa lista de técnicas não é exaustiva, sendo que cada local detém particularidades

que devem ser levadas em consideração para a escolha da melhor técnica de requalificação fluvial a ser adotada.

Técnicas de requalificação fluvial	REGULAÇÃO						PROVISÃO		CULTURAL	
	Serviços ambientais	Manutenção de vazão hídrica	Gestão sustentável de inundações	Melhoria da qualidade da água	Melhoria da qualidade física de habitats	Manutenção da diversidade genética (fluxo)	Controle de processos erosivos	Valorização da pesca	Fonte de água	Melhorias estéticas e recreação
Criação de corredores verdes										
Ampliação do canal e das zonas ripárias										
Destamponamento de canal										
Criação de zonas úmidas										
Criação de parques lineares										
Estabilização de taludes										
Remeandrização										
Remoção de barreiras										
Supressão de espécies invasoras e plantio de nativas										
Criação de habitats aquáticos										
Recuperação e proteção de nascentes										
Legenda										
Aumenta diretamente										
Aumenta indiretamente										
Não aumenta										

Figura 1. Matriz de correlação entre técnicas de requalificação fluvial e serviços ambientais.

Fonte: Elaborado pela autora

5. CONCLUSÕES

O estudo mostrou que a maior parte dos projetos de requalificação fluvial estão relacionados principalmente aos objetivos de melhoria da qualidade da água, melhorias estéticas, de paisagismo e de recreação, migração de peixes e de reconfiguração de canais. Observa-se que a maior parte dos objetivos da requalificação fluvial urbana, em termos espaciais, tratam do canal fluvial ou da zona de inundação imediatamente adjacente, com poucas exceções tratando projetos no âmbito da bacia hidrográfica. O tratamento de projetos de requalificação na escala da bacia hidrográfica poderia incrementar o provimento de serviços ambientais a partir das técnicas adotadas.

A maior parte dos serviços ambientais relacionados à requalificação fluvial correspondem à categoria de funções ambientais de regulação. Entretanto, as técnicas de requalificação também podem estar diretamente atreladas à função ambiental de produção, sem prejuízo da requalificação fluvial, sobretudo a partir da implantação da requalificação fluvial a nível da bacia hidrográfica, quando se leva em consideração, por exemplo, o desenvolvimento de sistemas agroflorestais, plantio de espécies frutíferas, hortas, uso de plantas medicinais e pesca. Estas práticas, com exceção da pesca, não foram encontradas na bibliografia como objetivos das práticas de requalificação fluvial urbana, mas podem ser pensadas como um incentivo a futuros projetos e para a aceitação da população direta ou indiretamente impactada pelas medidas.

Não foram observados também como objetivos e serviços ambientais almejados nas práticas de requalificação fluvial urbana a redução do efeito de ilhas de calor e a melhoria da qualidade do ar, relativos à categoria de função ambiental de regulação. Entretanto, práticas de revegetação, por exemplo, muito importantes para processos de requalificação fluvial, têm impacto direto nesses serviços ambientais, o que demonstra que a requalificação fluvial urbana abrange diversas melhorias que não costumam ser contabilizadas nos processos de gestão e de convencimento dos atores envolvidos para a sua aplicação.

O trabalho propôs o uso de uma matriz de correlação entre técnicas de requalificação fluvial e serviços ambientais, podendo ser incrementadas outras técnicas, de acordo com o local em estudo. A partir da matriz proposta e do conhecimento técnico dos gestores públicos sobre o território e sobre os problemas ambientais mais relevantes, a metodologia permite identificar técnicas mais adequadas para implantação em dada área de forma simples.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avaliação Ecológica do Milênio (2005). Relatório-Síntese da Avaliação Ecológica do Milênio. [S.l.]: AEM.

Bernhardt, E. S., Palmer, M. A., Allan, J. D., Alexander, G., Barnas, K., Brooks, S (2005). Synthesizing U.S. river restoration efforts. *Science* 308, p. 636-637.

Bolund, P.; Hunhammar, S (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, v. 29, n. 2, p. 293-391.

Broncaneli, P. F.; Stuermer, M. M (2008). Renaturalização de rios e córregos no município de São Paulo. *Exacta*, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 147-156.

Brooks, S. S., Lake, P. S. (2007). River restoration in Victoria, Australia: change is in the wind, and none too soon. *Restoration Ecology*, 15 (3), p.584-591.

Haines-Young, R.; Potschin, M. B (2018). Common International Classification of Ecosystem Services, v. 5, n. 1 - Guidance on the Application of the Revised Structure. Common International Classification of Ecosystem Services - CICES. Nottingham, Reino Unido.

Corominas, P. (2020). Estudio y análisis de las propuestas de restauración fluvial en los planes hidrológicos del segundo ciclo de la Península Ibérica. Centro Ibérico de Restauo Fluvial.

Dutch Water Sector. Room for the river programme (2019). Disponível em: <https://www.dutchwatersector.com/news/room-for-the-river-programme>.

Gilvear, D. J., Spray, C. J.; Casas-Mulet, R. (2013). River rehabilitation for the delivery of multiple ecosystem services at the river network scale. *Journal of Environmental Management*, 126, p. 34-45.

Gómez-Baggethun, e.; Barton, D. N (2012). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, v. 86.

- Grimm, N.B.; Faeth, S.H.; Golubiewski, N.E.; Redman, C.I.; Wu, J.G.; Bai, X.M.; Briggs, J.M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, v. 319, p. 758.
- Hagen, D., Svavarsdottir, K., Nilsson, C., Tolvanen, A. K., Raulund-Rasmussen, K., Aradóttir, à. L., Halldorsson, G. (2003). Ecological and social dimensions of ecosystem restoration in the nordic countries. *Ecology and Society*, 18(4).
- IFR - Final Integrated Feasibility Report (2016). Reader's Guide for the LA River Ecosystem Restoration Project. Cidade de Los Angeles, California.
- Kail, J., & C. Wolter, (2011). Analysis and evaluation of large-scale river restoration planning in Germany to better link river research and management. *River Research and Applications* 27: p. 985-999.
- Kondolf, G. M., Anderson, S., Lave, R., Pagano, I., Merenlender, A., Bernhardt, E. S. (2007). Two decades of river restoration in California: what can we learn?. *Restoration Ecology*, 15(3), p. 516-523.
- LARRMP (2007). Los Angeles river revitalization master plan. Cidade de Los Angeles, Department of Public Works, Bureau of Engineering.
- Lemons, J.; Victor, R. (2008). Uncertainty in river restoration, in: *River Restoration: Managing the Uncertainty in Restoring Physical Habitat*. Darby, S. and Sear, D. (eds.). Chichester, West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd.
- Lindahl, t.; Söderqvist, T. (2004). Building a catchment based environmental programme: a stakeholder analysis of wetland creation in Scania, Sweden. *Regional Environmental Change* 4:p.132-144.
- Martín-Vide, J. P. (1999). Restoration of an urban river in Barcelona, Spain. *Environmental Engineering and Policy*, 2(3), 113-119.
- Mondragon, R., Honey-Rosés, J. (2016). Urban river restoration and planning in Latin America: A systematic review.
- Morandi, B., Piégay, H. (2017). Restauration de cours d'eau en France: comment les définitions et les pratiques ont-elles évolué dans le temps et dans l'espace, quelles pistes d'action pour le futur?. *Collection Comprendre pour agir*. 28 p. Agence Française pour la Biodiversité.
- Nakamura, K., Tockner, K., Amano, K. (2006). River and wetland restoration: lessons from Japan. *BioScience*, 56(5), 419-429.
- Perini, K., Sabbion, P. (2017). *Urban Sustainability and River Restoration – Green and Blue Infrastructure*. Wiley Blackwell.
- Riley, A. L. (1998) *Restoring streams in cities: a guide for planners, policymakers, and citizens*. California: Island Press.
- RRC – River Restoration Centre. The manual of river restoration techniques. 2019. Disponível em: <https://www.therrc.co.uk/manual-river-restoration-techniques>.
- Sepe, P. M.; Pereira, H. M. S (2015). O conceito de Serviços Ambientais e o Novo Plano Diretor de São Paulo - Uma nova abordagem para a gestão ambiental urbana? *Anais do XVI Enanpur*. Belo Horizonte: Enanpur, 2015.

Souza, C. A; Gallardo, A. L. C. F; Silva, E. D; Mello, Y. C; Righi, C. A; Solera, M. L; (2016). Environmental services associated with the reclamation of areas degraded by mining: potential for payments for environmental services. *Ambiente & Sociedade*, v. 19, n. 2, p. 137-168.

Tullos, D. (2006). River Restoration in China: A review of Local efforts to improve the quality of lotic life. *Ecological Restoration*. 24. p.165-172.

UN DESA. (2012). *World urbanization prospects: the 2011 revision*. New York.

ARTIGO

ANÁLISE DA LITERATURA REFERENTE AO AUMENTO DO NÍVEL DO MAR ORIUNDO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

BUSSOLOTTI, Victor Moura

(victorbussolotti@hotmail.com)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

ALVAREZ, Cristina Engel de

(cristina.engel@ufes.br)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Mudanças climáticas, aumento do nível do mar, revisão de literatura, estratégias de adaptação.

RESUMO

A necessidade de se adaptar as cidades às mudanças climáticas para reduzir as suas vulnerabilidades é tema de debate há alguns anos. O aumento do nível do mar, ocasionado pelo aquecimento global, ameaça as cidades das zonas costeiras globais e estratégias que mitiguem os efeitos das mudanças no clima devem ser adotadas pelos governos. No entanto, observa-se a necessidade de se realizar simulações confiáveis e que levem em consideração as diversas variáveis para que se tenha uma estimativa das zonas que serão afetadas diante dos diversos cenários futuros possíveis. Com isso, planos de defesa e enfrentamento das mudanças climáticas podem ser realizados e colocados em prática, gerando uma maior segurança para as populações. A região da Grande Vitória, no estado do Espírito Santo (Brasil), é uma das zonas vulneráveis aos efeitos do nível do mar, devendo-se realizar planos e estratégias para lidar com a situação, visando a minimização dos impactos. Dessa forma, por meio de uma revisão sistemática da literatura científica relacionada ao tema da elevação do nível do mar, a pesquisa teve como objetivo identificar os aspectos estudados nas simulações do aumento do nível do mar e os parâmetros adotados. A metodologia utilizada consistiu em um estudo teórico quali-quantitativo selecionando a base de dados eletrônica, a estratégia de pesquisa, o descritor de busca, os parâmetros de relevância e os aspectos a serem analisados com suas respectivas sistematizações e categorizações com base no conteúdo. Como principal resultado, constatou-se que embora existam muitos estudos tratando dos impactos relacionados às comunidades e às populações costeiras e em relação a aspectos socioeconômicos, as principais análises são voltadas para os aspectos ambientais, com carência de proposições efetivas de enfrentamento das consequências do aumento do nível do mar nos aglomerados urbanos litorâneos.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas provocadas pelas atividades humanas são estudadas desde os anos 1960 (MANABE, 1967), observando-se que foi a partir da Revolução Industrial no Século XIX que a influência antrópica foi acelerada levando a mudanças no clima, interferindo no equilíbrio do planeta. Estimativas apontam que nos últimos 100 anos a temperatura global pode ter subido mais de 1° e que atualmente ameaça atingir uma escala de desequilíbrio planetário sem precedentes (IPCC, 2014).

Segundo o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2018), entre 2030 e 2052 o aquecimento global deve superar 1,5°C para os cenários mais críticos, acompanhando o ritmo atual de emissão de gases de efeito estufa na atmosfera.

Este resultado é preocupante, pois ultrapassa a temperatura limite de aquecimento almejada pelos países signatários do Acordo de Paris em 2015, que é a principal convenção sobre o clima em vigor. Suas metas de redução nas emissões de CO₂ na atmosfera, com o objetivo de alcance do denominado Net Zero – quando há uma emissão líquida zero –, buscam frear o aquecimento global, reduzindo as suas consequências.

Para simular cenários do clima futuro, modelos matemáticos compostos de variáveis complexas são desenvolvidos para que seja possível avaliar as consequências do aquecimento global em escala global ou regional, dependendo da área analisada.

Publicações como o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) e o IPCC, utilizam modelos com possíveis cenários futuros para gerar seus relatórios científicos. A relação entre os padrões de emissão e as demais atividades antrópicas e suas consequências para o clima futuro são investigadas e pode-se estabelecer estratégias adaptativas e mitigatórias para reduzir os impactos das mudanças climáticas.

Segundo o quinto relatório do IPCC (2014), há evidências de que o planeta será afetado pelas mudanças climáticas de forma significativa, levando a eventos de extremos climáticos, como inundações costeiras provocadas pelo aumento do nível do mar; ondas de frio e de calor; e chuvas intensas, mesmo se o aumento de temperatura se mantiver dentro do almejado pelo Acordo de Paris.

No entanto, observa-se que ainda há um grau de incerteza quanto ao clima futuro, que pode ser avaliado em diferentes cenários, de acordo com os diferentes níveis estimados de emissão de gases de efeito estufa na atmosfera (IPCC, 2014). Dessa forma, é necessário reduzir ao máximo as incertezas com simulações precisas e que levem em conta o maior número possível de variáveis.

Uma das regiões mais afetadas pelas mudanças climáticas é a zona costeira, dado que com o aumento da temperatura, há um derretimento do gelo no Ártico e na Antártica e um aumento no volume do mar, levando a inundações em cidades situadas ao longo da costa (IPCC, 2014).

Segundo o IPCC, em nível global, em um cenário climático futuro, com a manutenção dos altos índices de emissão de gases na atmosfera, pode-se chegar a um aumento no nível do mar de quase um metro, como pode ser visto na Figura 1, que compara a expansão dos oceanos em diferentes cenários.

O quinto relatório do IPCC (2014) propõe quatro diferentes cenários climáticos com base nos RCPs, *representative concentration pathway*, que são as diferentes trajetórias de concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera. O cenário de RCP2.6 considera baixas emissões, os cenários de RCP4.5 e RCP6.0 consideram emissões intermediárias e cenário de RCP 8.5 assume que as emissões vão continuar a aumentar ao longo do século.

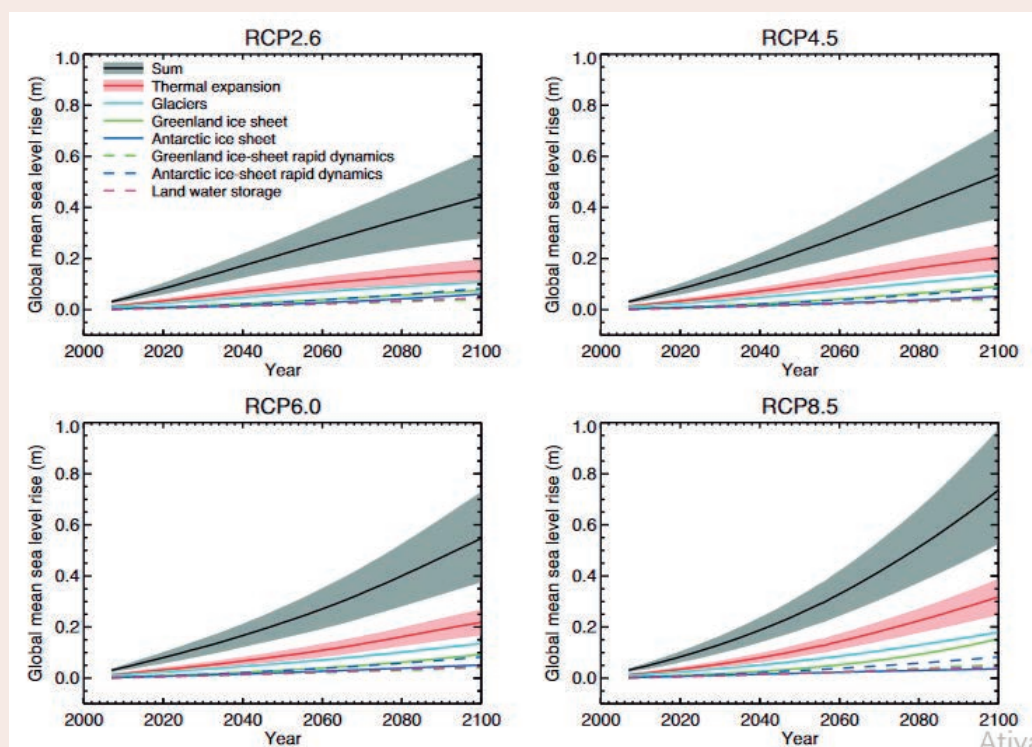


Figura 1. Projeção de elevação do nível do mar segundo o quinto relatório do IPCC (CHURCH et al., 2013).

No Brasil, a zona costeira se estende por mais de oito mil quilômetros, passando por 17 estados e 274 municípios (MMA, 2018). Além disso, das dez maiores cidades brasileiras, quatro estão em zonas costeiras e regiões metropolitanas também se incluem nessa zona. Dentre elas, está a Região Metropolitana da Grande Vitória, no Espírito Santo, estado que conta com 14 municípios em sua região costeira.

Segundo o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil (ESPÍRITO SANTO, 2020), desastres relacionados às questões hídricas provocam danos materiais significativos e podem levar a prejuízos sociais e econômicos. Em áreas urbanas densamente habitadas, as casas localizadas em locais de risco podem ser totalmente destruídas ou fortemente avariadas.

Diante do exposto, observa-se a necessidade da realização de planos de defesa pelos gestores públicos, levando em consideração as mudanças climáticas, prin-

principalmente as relacionadas ao aumento do nível do mar, dado que em um futuro próximo, estima-se que as áreas menos elevadas da Grande Vitória, assim como outros aglomerados urbanos litorâneos, podem estar parcialmente submersas.

Segundo o mapa ilustrado na Figura 2 (Climate Central, 2021), observa-se que, mesmo com o cenário de aumento da temperatura de 1,5°C, dentro dos limites do acordo de Paris, uma parcela significativa da Grande Vitória pode ficar submersa - conforme representação no mapa na cor azul claro - já neste século ou até o ano 2200, dependendo do nível de poluição, caso nenhuma estratégia de adaptação e de mitigação seja adotada.

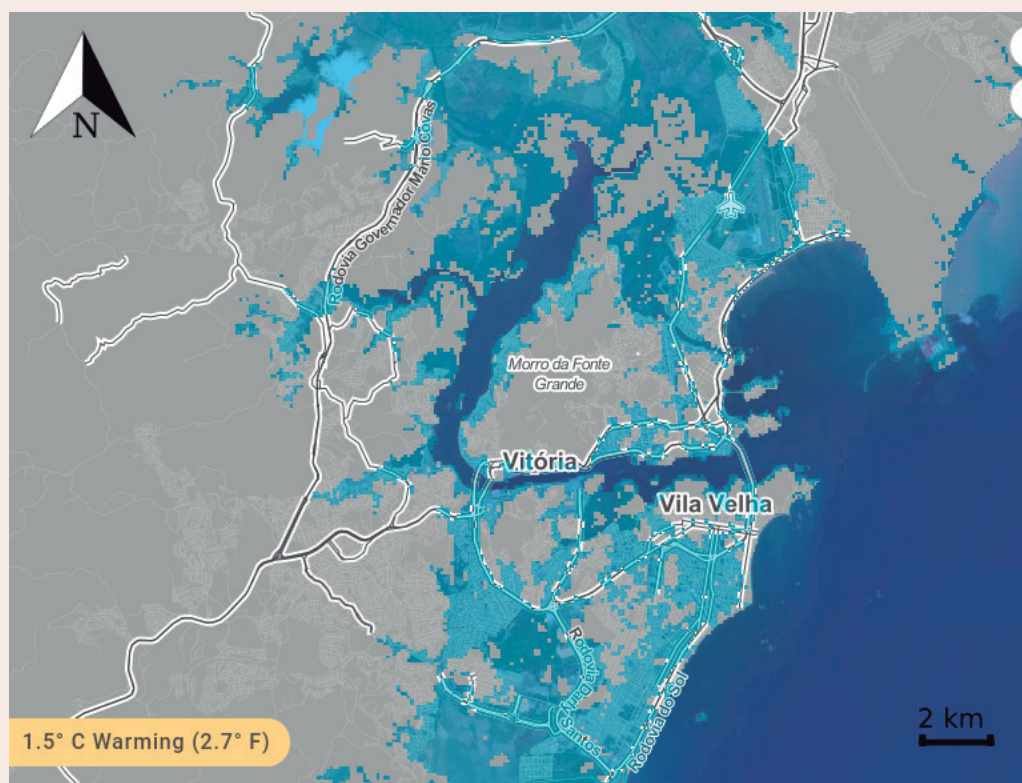


Figura 2. Projeção de áreas que podem ficar submersas (em azul claro) com a elevação do nível do mar para a Grande Vitória com 1,5°C de aumento da temperatura (elaborado a partir de Climate Central, 2021).

Nos cenários de emissões altas de gases de efeito estufa (Figura 3), com 4°C de aumento da temperatura, tem-se uma situação catastrófica em que a cidade de Vila Velha, localizada ao Sul da capital Vitória, ficaria submersa em quase a sua totalidade.

Diante desse cenário, e considerando a confiabilidade das projeções, é indiscutível a necessidade de adoção de medidas que visem mitigar os efeitos das mudanças climáticas por meio de estratégias de adaptação das cidades. Para o PBMC (2016), deve-se combinar conjuntos de atividades, tais como a prevenção ou enfrentamento das consequências dos extremos de tempo, clima e ressacas por meio do desenvolvimento de infraestrutura; a manutenção dos sistemas de comunicação; participação dos órgãos públicos; e uma gestão integrada dos recursos naturais.

Ainda segundo o PBMC (2016), é mais econômico adotar medidas preventivas do que reativas, porém, dada a falta de planejamento e de investimentos, nem sempre é possível prevenir. Portanto, políticas de adaptação recomendadas são o aumento do acesso à informação às populações que estão vulneráveis aos riscos de enchentes, enxurradas e deslizamentos de terra; a identificação de áreas de risco; a proteção de barreiras naturais; uma melhor gestão das terras costeiras e o aumento dos investimentos na pesquisa – tanto para ampliar a confiabilidade das projeções como para o desenvolvimento de soluções –, e na infraestrutura urbana.

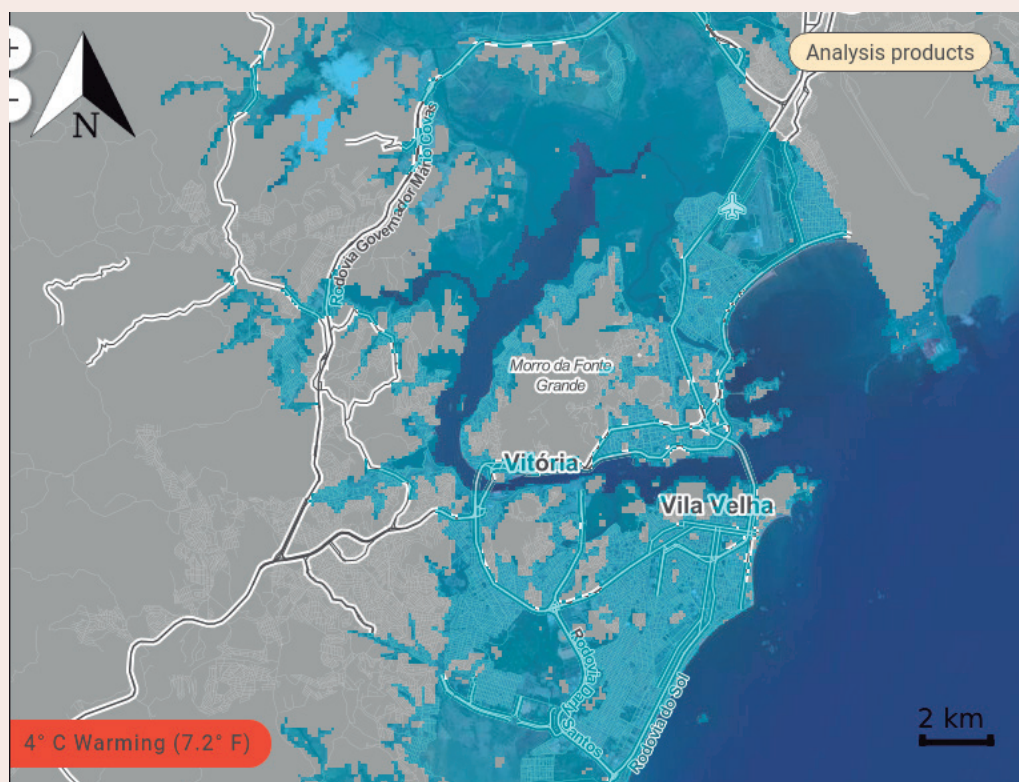


Figura 3. Projeção de áreas que podem ficar submersas (em azul claro) com a elevação do nível do mar para a Grande Vitória com 4°C de aumento da temperatura (Climate Central, 2021).

É fundamental que o planejamento adaptativo leve em consideração as condições de mudanças climáticas, devendo ser flexível ao longo do tempo. Deve-se monitorar as mudanças e refinar os sistemas de medição, considerando novas metodologias e resultados mais precisos, na medida em que os estudos avançam.

Nas cidades costeiras do Brasil, a infraestrutura deficiente somada à concentração de moradores em situação de pobreza que vivem em locais de risco enfatiza a vulnerabilidade aos impactos decorrentes do aumento do nível do mar provocado pelo aquecimento global (PBMC, 2016). Para que sejam desenvolvidos instrumentos políticos para o enfrentamento desses problemas, faz-se necessário que pesquisas científicas e modelos precisos de simulação sejam realizados para que as estratégias governamentais, como o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil sejam atualizados considerando as mudanças climáticas.

Diante do exposto, esta pesquisa trata inicialmente da revisão sistemática da literatura científica relacionada ao tema da elevação do nível do mar, com o objetivo de identificar os aspectos estudados nas simulações do aumento do nível do mar e os parâmetros adotados para a geração dos modelos simulados.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Por meio de uma revisão sistemática de literatura científica, realizou-se um estudo teórico quali-quantitativo. Para tanto, foi selecionada a base de dados eletrônica, a estratégia de pesquisa, o descritor de busca, os parâmetros de relevância e os aspectos a serem analisados com suas respectivas sistematizações.

Como o tema das mudanças climáticas e suas consequências passou a receber atenção apenas nas últimas décadas, não foi definido um recorte temporal, analisando-se desde a publicação mais antiga encontrada na busca até os resultados de 2021, ano de realização da pesquisa.

A base de dados selecionada foi o Portal de Periódicos CAPES/MEC (CAPES, 2021), por se tratar de uma plataforma nacional, adequada para pesquisas relacionadas ao objeto de estudo.

A estratégia de pesquisa consistiu no emprego do descritor de busca “nível do mar”, tendo o tipo de material limitado a artigos de qualquer idioma em periódicos revisados por pares. O refinamento dos resultados por tópicos incluiu “climate change” e “sea level”, que são os assuntos de interesse da busca.

Os artigos obtidos na busca foram posteriormente analisados, descartando-se aqueles cujo tema não era objeto do estudo ou que não apresentava informações sobre o tema central, ou seja, a elevação do nível do mar decorrente das mudanças climáticas.

Para que a sistematização dos resultados fosse efetuada, foram classificados os artigos de acordo com o seu objeto de estudo, apresentando-os de forma quantitativa e com identificação do ano de publicação e de país do autor principal da pesquisa.

Em seguida, foi feita uma revisão sistematizada dos principais assuntos abordados nas publicações.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o descritor de busca selecionado, “nível do mar”, a base de dados, após a aplicação das estratégias de pesquisa e filtros de busca mencionados nos procedimentos metodológicos, encontrou 64 artigos. A análise do conteúdo das publicações levou ao descarte de 40 artigos cujo tema ainda não era o objeto do estudo ou que não apresentava a elevação do nível do mar decorrente das alterações climáticas como um de seus principais assuntos. Com isso, um total de 24 artigos atendeu aos critérios estabelecidos.

A Tabela 1 lista os artigos, identificando o seu país, ano de publicação e palavras-chave traduzidas para o português, ordenando-os por ano de publicação, do mais recente para o mais antigo.

Título	País (Ano)	Palavras chaves
Combined influence of weir construction and sea-level rise on freshwater resources of a coastal aquifer in northern Germany	Alemanha (2019)	Aquíferos costeiros. Construção de açude. Aumento do nível do mar. Modelagem numérica. Alemanha
Delineation of spring recharge zones using environmental isotopes to support climate-resilient interventions in two mountainous catchments in Far-Western Nepal	Tailândia (2019)	Nepal. Isótopos estáveis. Recarga artificial. Das Alterações Climáticas. Intervenções
A Liderança dos Países Desenvolvidos no Acordo de Paris: reflexões sobre a estratégia do Naming and Shaming dentro do Balanço-Global	Brasil (2019)	Mudanças Climáticas. Acordo de Paris, Balanço-Geral Global.
Review: The projected hydrologic cycle under the scenario of 936 ppm CO ₂ in 2100	China (2018)	Das Alterações Climáticas. RCP 8.5. Ciclo hidrológico. Recarga de água subterrânea. Orçamento de água. Gestão de recursos hídricos
Why seawater intrusion has not yet occurred in the Kaluvelli-Pondicherry basin, Tamil Nadu, India	França (2017)	Aquífero costeiro. Modelagem numérica. Clima semiárido. Rochas sedimentares
Assessing the impacts of sea-level rise and precipitation change on the surficial aquifer in the low-lying coastal alluvial plains and barrier islands, east-central Florida (USA).	USA (2016)	Das Alterações Climáticas. Modelagem numérica. Intrusão de água salgada. Aquífero superficial. EUA
Comment on “Closed-form analytical solutions for assessing the consequences of sea-level rise on groundwater resources in sloping coastal aquifers.	Austrália (2016)	Recurso de Água Subterrânea Intrusão de água do mar Aquífero Costeiro Aquífero não confinado
A Dinâmica entre as águas e terras na Amazônia e seus efeitos sobre as várzeas	Brasil (2016)	Clima; El Niño; ilhas fluviais
Closed-form analytical solutions for assessing the consequences of sea-level rise on groundwater resources in sloping coastal aquifers.	Canadá (2015)	Aquíferos costeiros. Elevação do nível do mar. Intrusão da água do mar. Inundação do interior. Soluções analíticas
Review: Advances in delta-subsidence research using satellite methods.	USA (2015)	Análise. Perigos Geográficos. Subsidência. Extração de água subterrânea. Aumento relativo do nível do mar
Risks and environmental governance in baixada santista: climate policies or disaster management?	Brasil (2015)	Não foram identificadas palavras-chave.

Continua...

Título	País (Ano)	Palavras chaves
Metodologia para mapeamento de vulnerabilidade costeira à elevação do nível médio do mar (NMM) em escala local.	Brasil (2015)	Índice de vulnerabilidade costeira; perfil de praia; elevação do nível médio do mar
Possible impacts of climate change on wetlands and its biota in the Brazilian Amazon.	Brasil (2014)	Aquecimento global; zonas úmidas; mangue; planícies aluviais; Amazônia
How important is the impact of land-surface inundation on seawater intrusion caused by sea-level rise?	Austrália (2013)	Intrusão de água do mar. Das Alterações Climáticas. Galgamento da água do mar. Aquífero costeiro. Elevação do nível do mar
An evaluation of the relative importance of the effects of climate change and groundwater extraction on seawater intrusion in coastal aquifers in Atlantic Canada	Canadá (2013)	Das Alterações Climáticas. Aquíferos costeiros. Relações água salgada / água doce. Modelagem numérica. Canadá
Mudança climática e desenvolvimento humano: uma análise baseada na Abordagem das Capacitações de Amartya Sen	Brasil (2013)	Mudança climática, bem-estar humano, serviços dos ecossistemas, saúde, segurança e meios de subsistência.
Analysis of groundwater-level fluctuation in a coastal confined aquifer induced by sea-level variation	China (2012)	Interação água subterrânea-água do mar. Aquíferos costeiros. Soluções analíticas. China.
Assessing the viability of protecting colombian caribbean coast from sea level rise: an economic valuation approach	Colômbia (2011)	Avaliação dos efeitos ambientais; Economia ambiental; das Alterações Climáticas; aumento do nível do mar
Sea-land limits: a case study	Brasil (2011)	Nível relativo do mar; Lei Brasileira; Terrenos de Marinha; praia do Pulso; nivelamento geodésico; área costeira sudeste; aquecimento global; aumento do nível do mar
Uma revisão crítica sobre cidades e mudança climática: vinho velho em garrafa nova ou um novo paradigma de ação para a governança local?	Brasil (2011)	Mudança climática; cidades; governança local; adaptação; mitigação.
Impactos causados pelas mudanças climáticas nos processos erosivos de uma bacia hidrográfica: Simulação de cenários	Brasil (2011)	Perda de solo; escoamento superficial; erosão.
A modelling study of the effects of land management and climatic variations on groundwater inflow to Lake St Lucia, South Africa	Noruega (2009)	Gestão de águas subterrâneas. Das Alterações Climáticas. Uso da terra. Ecologia. África do Sul
Alterações climáticas na Europa: efeitos nas doenças parasitárias humanas	Portugal (2009)	Alterações climáticas; Europa; saúde; doenças parasitárias; Malária; Leishmaniose; Criptosporidiose.
Implications of Sea-Level Rise for Continental Portugal.	Portugal (2008)	Impactos costeiros, erosão costeira, gestão costeira.

É possível observar que o artigo mais antigo encontrado foi publicado em 2008, não tendo resultados encontrados anteriores a essa data, mesmo sem a realização de um recorte temporal durante a busca, evidenciando que o tema da pesquisa começou a ser realmente estudado na comunidade científica apenas recentemente.

Além disso, por se tratar de uma base de dados nacional, o Brasil teve o maior número de produções encontradas, com nove resultados, tendo os demais uma ou duas publicações cada. É possível observar que todos os países das pesquisas possuem zonas costeiras e estão, portanto, diretamente ameaçados pelo aumento do nível do mar.

Quanto às palavras-chave, observa-se que três estão mais presentes nos artigos: aquíferos; elevação/aumento do nível do mar; e aquecimento global/mudanças climáticas. O termo modelagem numérica também aparece com frequência, entretanto, apenas uma publicação apresenta adaptação/mitigação como palavra-chave. Isso evidencia que as publicações – e, provavelmente, as pesquisas – em sua maioria, não estão direcionadas às estratégias para que as cidades possam lidar com os efeitos das mudanças climáticas.

A análise do conteúdo identificou quatro principais temas sendo abordados nos artigos, sendo que algumas das produções apresentam mais de um tema em seu texto.

A principal intenção dos artigos estudados foi avaliar e quantificar os impactos e riscos envolvidos no aumento do nível do mar. Nestas publicações, embora haja estudo dos impactos relacionados às comunidades e às populações costeiras e em relação a aspectos socioeconômicos, as principais análises foram nos aspectos ambientais, como a salinização de aquíferos, influência nas espécies animais e em relação a doenças parasitárias.

Em seguida, como segundo tema mais investigado, há os artigos que realizam simulações por meio de *softwares* diversos e os que propõem modelos numéricos matemáticos para estimar o aumento do nível dos oceanos. Observou-se que não houve um aplicativo predominante e nem um modelo único proposto.

O terceiro tema mais investigado nas publicações científicas analisadas foram as estratégias e métodos de adaptação e definição do nível do mar. Nessas pesquisas, há avaliação de planos de adaptação empregados, verificando a sua aplicabilidade e eficácia. Há também análises de políticas de mitigação e adaptação.

Verificou-se também que um dos temas menos abordado nos artigos é a proposição de novos métodos de análise e mapeamento de vulnerabilidades decorrentes do aumento do nível do mar, indicando índices e definindo variáveis a serem consideradas.

4. CONCLUSÕES

O cenário brasileiro, composto de uma extensa zona costeira com locais de alta vulnerabilidade, dadas as diferenças sociais existentes e a expansão urbana desordenada em zonas costeiras, torna o país um dos mais sensíveis às mudanças climáticas, com destaque para a elevação do nível do mar.

As mudanças climáticas contribuem para aumentar os riscos dos desastres naturais e sua frequência de ocorrência, dado que os extremos climáticos tornam-se mais frequentes. Faz-se, portanto, necessária a tomada de ações de caráter institucional para a mitigação dos efeitos do aquecimento global, de modo que seja possível se adaptar às mudanças esperadas e reduzir as vulnerabilidades.

Sabe-se que as cidades devem realizar planejamentos voltados para investimentos e adoção de medidas adaptativas com o intuito de minimizar os impactos climáticos ocasionados pelos eventos extremos. Uma forma eficiente de atender a essa necessidade é a realização de estudos envolvendo as áreas de risco e projeções de cenários futuros. Para tanto, é preciso que os modelos de simulação sejam confiáveis e com nível de precisão adequado para auxiliar os gestores na tomada de decisão.

No entanto, a revisão sistemática de literatura realizada identificou uma lacuna na padronização de métodos de simulação, dado que existem variáveis que devem ser levadas em consideração ao se realizar uma simulação climática, seja em escala global ou regional.

Pode-se afirmar que o desenvolvimento de pesquisas e de métodos de simulação aliados a uma gestão de riscos adequada e à mitigação das emissões dos gases de efeito estufa na atmosfera pode contribuir para reduzir os impactos do aquecimento global, diminuindo as vulnerabilidades existentes e adaptando as cidades para as mudanças esperadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPES (2021). Portal de Periódicos CAPES/MEC. Disponível em: < <https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/>>. Data de acesso em: 07 de agosto de 2021.

Church, J.A., P.U. Clark, A. Cazenave, J.M. Gregory, S. Jevrejeva, A. Levermann, M.A. Merrifield, G.A. Milne, R.S. Nerem, P.D. Nunn, A.J. Payne, W.T. Pfeffer, D. Stammer and A.S. Unnikrishnan (2013). Sea Level Change. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Disponível em:<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter13_FINAL.pdf>. Data de acesso em: 07 de Agosto de 2021.

Climate Central (2021). Surging Seas Mapping Choices. Disponível em: <<https://choices.climatecentral.org/#12/-20.3194/-40.3385?compare=temperatures&carbon-end-yr=2100&scenario-a=warming-1.5&scenario-b=warming-4>>. Data de acesso em: 07 de Agosto de 2021.

Espírito Santo (2020). Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil. 14^a edição.

IPCC. Intergovernmental Panel On Climate Change (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva. Disponível em: <<http://ar5-syr.ipcc.ch/>>. Data de acesso em: 06 jul. 2019.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change (2018). Global Warming of 1.5° C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5° C Above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty.

Manabe, Syukuro; Wetherald, Richard T. (1967). Thermal equilibrium of the atmosphere with a given distribution of relative humidity.

MMA. Ministério do Meio Ambiente (2018). MMA divulga municípios da zona costeira. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/definidos-municipios-da-zona-costeira>>. Data de acesso em: 04 de Maio de 2021.

PBMC. Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (2016). PBMC, 2016: Mudanças Climáticas e Cidades. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE - UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 116p.

ARTIGO

ESPONJA URBANA: O CASO DO CANAL DE EXTRAVASAMENTO EM SÃO LEOPOLDO/ RS

DIAS, Bruna Luz

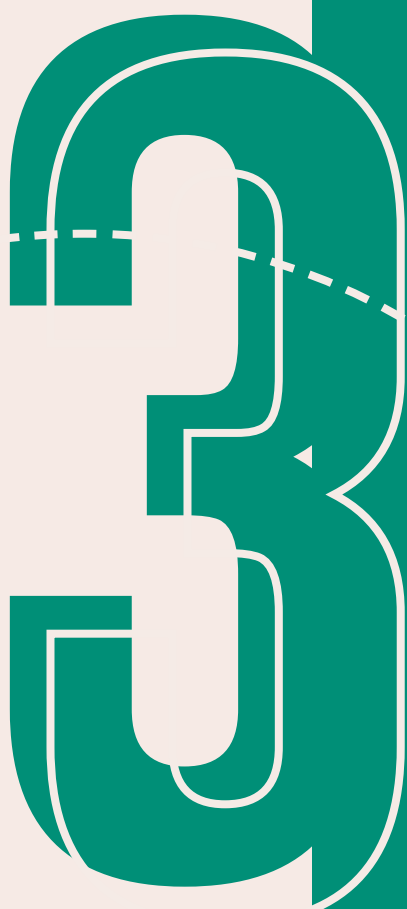
(arq.brunaluz@gmail.com)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil

LIMA, Márcia Azevedo de

(malima.mgo@gmail.com)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Drenagem urbana, esponja urbana, infraestrutura verde, desenho urbano, cidades sustentáveis e resilientes.

RESUMO

O conceito 'Esponja Urbana' se baseia em estratégias para garantir espaço e tempo para que as águas urbanas escoem gradualmente até rios, arroios e lagos, diminuindo os riscos de enchentes e inundações. Esse termo representa a busca por uma maior porosidade e permeabilidade do solo, para que a água possa ser absorvida e retornada à camada subterrânea, trazendo benefícios como melhoria do microclima urbano, aumento da biodiversidade, captura e armazenamento de CO₂ e outras funções ecossistêmicas. Envolve coberturas verdes, bacias de infiltração ou zonas de lago, vegetação nativa voltada para absorção d'água, pavimentação permeável, entre outros. Assim, diante da importância e urgência em buscar soluções, através do desenho urbano, mais adequadas para nossas cidades, este artigo discute alternativas para a maximização da drenagem do solo em áreas com risco de inundação, investigando a aplicabilidade do conceito de 'Esponja Urbana' no contexto local e propondo a criação de espaços multifuncionais que preservem as condições naturais, mas que possam ser utilizados pela população. Adota como objeto de estudo o canal secundário de extravasamento do Rio dos Sinos, localizado em São Leopoldo/ RS. Foram realizados levantamentos de dados e levantamentos físicos da área e entorno/ cidade, assim como pesquisa sobre os condicionantes urbanísticos e ambientais. Foi verificada a necessidade de integração da gestão das águas urbanas com o ecossistema, proporcionando maior qualidade ambiental e fomento da relação da população com o rio e seu ambiente natural, através de espaço multifuncionais para uso em todas as épocas do ano, o que pode dar maior visibilidade ao tema e contribuir para a conscientização e educação ambiental. Concluindo, este artigo pretende contribuir para o debate de soluções de desenho urbano que visem construir resiliência nas cidades diante do enfrentamento necessário às mudanças climáticas e, assim, contribuir para a produção de cidades inclusivas, resilientes, sustentáveis e saudáveis.

1. INTRODUÇÃO

A infraestrutura de drenagem urbana existente em grande parte das cidades, principalmente as brasileiras, encontra-se obsoleta, sendo assim, necessário sua expansão e adequação. Mas para isso, é preciso pensar em um novo modelo de gestão das águas que considere aspectos ligados à ecologia. De acordo com Caldas (2020), nos últimos anos, o termo ecologia urbana ganhou espaço como uma forma de produzir cidades regenerativas e mais resilientes. Essas cidades têm sido chamadas de cidades ecológicas ou biocidades, pelo fato de adotarem soluções baseadas na natureza e nas relações ecológicas. Neste sentido, o conceito 'Esponja Urbana' se baseia em estratégias para garantir espaço e tempo para que as águas urbanas escoem gradualmente até rios e lagos, diminuindo as chances de ocorrer eventos como enchentes e inundações. O termo 'esponja' representa a busca por uma maior porosidade e permeabilidade dos espaços livres e construídos, para que essa água possa ser absorvida e retornada à camada subterrânea, além de trazer benefícios indiretos como melhoria do microclima urbano, aumento da biodiversidade, captura e armazenamento de CO₂ e outras funções ecossistêmicas (CALDAS, 2020).

Segundo Fogueiro (2019), o arquiteto chinês Kongjian Yu é pioneiro no uso deste conceito e explica que a proposta de 'cidade esponja' busca preservar ecossistemas naturais, mais capazes de se recuperar das adversidades. Os projetos visam construir resiliência em cidades que enfrentam o aumento do nível do mar, secas, inundações e as tempestades de pluviosidade rápida e extrema, entre outros fatores. Essa abordagem vem sendo adotada fortemente pelo Governo Chinês, como também na Alemanha, Holanda, França, Rússia e Estados Unidos. A China, devido a seu intenso processo de urbanização, passou por graves situações de inundações e, por isso, segundo Magalhães (2020), o governo chinês tornou a resiliência às águas uma prioridade para suas cidades. A partir dos anos 2000 vem sendo desenvolvido o projeto *Sponje City* que visa transformar as cidades para minimizar os impactos e ocorrências de cheias e inundações.

A face mais visível do conceito de 'cidade esponja', segundo Caldas (2020), são os parques desenhados para serem parcialmente alagados durante alguns meses do ano. Diversos locais do tipo foram projetados e inaugurados pelo escritório de Kongjian Yu em cidades chinesas. Em boa parte dos casos, esses espaços tem passarelas suspensas, com livre acesso o ano todo. A parte térrea, alagável, fica intransitável no período de cheias, mas pode ser usada pelos frequentadores durante a seca. Um parque alagável geralmente vai muito além da criação de um espaço extra para as águas, conta com uma vegetação pensada para absorver a água e fomentar a biodiversidade local. Também são encontrados em terrenos sem cursos d'água, mas que concentram água da chuva. Por exemplo, o parque Chulalongkorn, em Bangcoc, na Tailândia, o parque alagável Yanweizhou, na cidade de Jinhua, na China (Figura 1a) e o parque de Qunli, na própria China (Figura 1b).



Figura 1. a) Parque alagável Yanweizhou, na cidade de Jinhua, na China;
b) Parque alagável de Qunli, na China.

Fonte: Turenscape/Divulgação

Propostas semelhantes também têm sido adotadas em outras cidades pelo mundo, como Berlim, Copenhague e Nova York. A Alemanha começou a introduzir o conceito de ‘cidade esponja’ em suas cidades devido à problemática de gestão de água urbana e as ondas de calor crescente a cada ano. Os projetos urbanos estão em busca da diminuição de áreas impermeáveis, recuperação de áreas úmidas e lagos e incentivo de telhados e paredes verdes nas construções (ZIMMERMANN, 2016). Já a Holanda está tomando iniciativas para aumentar a capacidade de vazão dos seus cursos hídricos, para evitar extravasamentos e inundações. As obras estão prevendo a integração de espaços de lazer alagáveis.

Herzog (2013) complementa que os alagados construídos (*wetlands*) são áreas alagadas que recebem as águas pluviais e promovem a retenção e a remoção de contaminantes. Devem ser construídos em locais adequados para acomodar as águas das chuvas e filtrar a poluição difusa. A autora cita alguns serviços ecossistêmicos: promovem a biodiversidade, provêm habitat para espécies de fauna aquática e avifauna, capturam carbono, fornecem conforto térmico, além de proporcionar locais agradáveis junto a natureza e com grande potencial para educação e conscientização ambiental, entre outros. Por exemplo, o alagado construído para tratar as águas do Sena e, ao mesmo tempo, criar espaços para acomodação do excesso das águas em eventos climáticos extremos, dentro do parque Chémim d’Ile, Nanterre, região metropolitana de Paris (Figura 2).

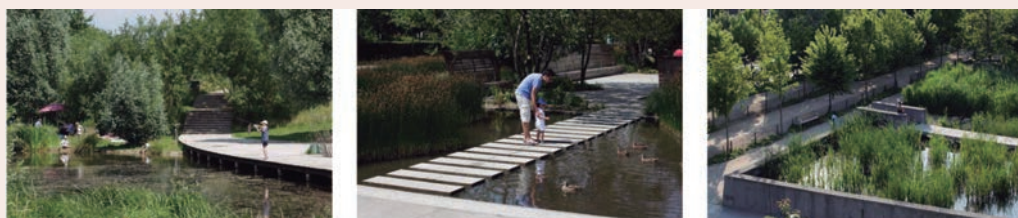


Figura 2. Parque Chémim d’Ile, Nanterre.

Fonte: landezine.com

Esses alagados construídos compõe a infraestrutura verde, assim como biovalletas, jardins de chuva, canteiros pluviais, lagoas pluviais (bacias de retenção ou biorretenção), lagoas secas (bacias de detenção), praças-piscinas, pavimen-

tos porosos, fachadas, muros e coberturas verdes, entre outros (HERZOG, 2013; NGUYEN *et al.*, 2019). Assim, alinhada ao conceito de ‘Esponja Urbana’, a infraestrutura verde, também chamada de infraestrutura ecológica, é um conceito que tem evoluído rapidamente e se tornado mais abrangente. É fundamentada nos conhecimentos da ecologia da paisagem e da ecologia urbana e compreende a cidade como um complexo sistema socioecológico, por meio de uma visão sistêmica. Herzog (2013) argumenta que nossa qualidade de vida depende da qualidade da nossa relação com a natureza, de como percebemos sua importância e de como convivemos com ela.

A autora argumenta que a infraestrutura verde é uma rede ecológica urbana que reestrutura a paisagem, mimetiza os processos naturais de modo a manter e restaurar as funções do ecossistema urbano, oferecendo serviços ecossistêmicos no local, tais como: redução das emissões de gases efeito estufa, prevenção de enchentes e deslizamentos, amenização das ilhas de calor, redução do consumo de energia, produção de alimentos, melhoria da saúde física e mental das pessoas, aumento e melhoria da biodiversidade, entre outros. Essa infraestrutura tem como meta tornar os ambientes urbanos mais sustentáveis e resilientes por meio da interação cotidiana das pessoas com a natureza em espaços onde ambas tenham prioridade (HERZOG, 2013; FARR, 2013).

Destaca-se que apesar do conceito “Esponja Urbana’ ser relativamente novo, o emprego de tecnologias de manejo das águas urbanas multifuncionais e de baixo impacto já vem sendo adotado e difundido há mais tempo, por exemplo, através de estudos e técnicas como SBN - Soluções Baseadas na Natureza mencionada acima (HERZOG, 2013), LID - Low Impact Development, SUDS - Sustainable Urban Drainage Systems, WSUD: Water Sensitive Urban Design, entre outros. Entretanto, a literatura ainda destaca exemplos de projetos em outras cidades do mundo, com contextos diferentes.

Percebe-se, então, que o conceito ‘Esponja Urbana’ e infraestrutura verde se alinham aos objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030, especialmente os objetivos 11 - *Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis* e o 13 - *Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos*. Assim, destaca-se a importância e urgência em buscar soluções, através do desenho urbano, mais adequadas para nossas cidades. Nesse sentido, este artigo busca discutir alternativas para a maximização da drenagem do solo em áreas com risco de inundação, investigando a aplicabilidade do conceito de ‘Esponja Urbana’ no contexto local e propondo a criação de espaços multifuncionais que preservem as condições naturais, mas que possam ser utilizados pela população.

2. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos do trabalho, utiliza-se como objeto de estudo o canal secundário de extravasamento do Rios dos Sinos, localizado em São Leopoldo, Região Metropolitana de Porto Alegre/ RS. Após breve revisão da literatura sobre

esponja urbana e infraestrutura verde, foram feitos levantamentos de dados e levantamentos físicos da área e entorno/ cidade, para identificar os problemas e potencialidades, assim como traçar as diretrizes de projeto. Também foi feita pesquisa sobre os condicionantes urbanísticos e ambientais.

2.1 RIO DOS SINOS - SÃO LEOPOLDO/ RS

São Leopoldo é um dos 14 municípios que compõem o Vale do Sinos e um dos 34 que compõem a Região Metropolitana de Porto Alegre - RMPA/ RS, Brasil. O município fica a 28 quilômetros da capital Porto Alegre, sendo que 99,60% do município é de área urbana (OBSERVASINOS, 2021). Segundo estimativa do IBGE, em 2020 possui 238.648 habitantes, área de 103.012 km² e densidade de 2.083,82 hab/km². É um dos municípios que fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, que envolve 32 municípios desde sua nascente em Caraá/RS até chegar na sua foz, no delta do Jacuí em Canoas/RS (Figura 3). Ao todo, a bacia percorre 190 Km e entre sua nascente e foz há uma diferença de altitude de 915m. A planície inferior desta bacia hidrográfica está inserida na conurbação da Região Metropolitana de Porto Alegre, apresentando um forte adensamento urbano em áreas naturalmente atingidas por cheias.

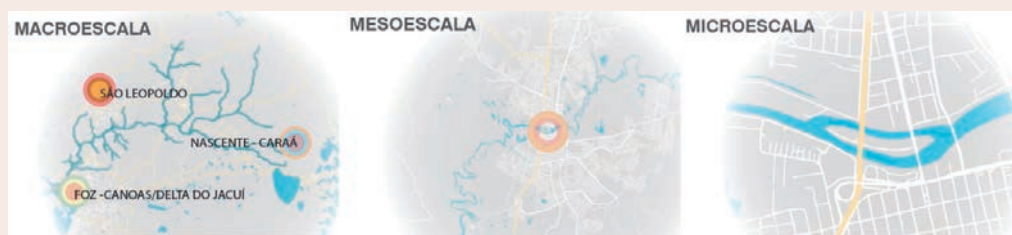


Figura 3. Localização do Canal secundário em São Leopoldo/ RS.

Fonte: Dias (2020)

São Leopoldo tem um histórico de enchentes e inundações que trouxeram impactos de calamidade à cidade. Segundo Ramos (1975), no Rio dos Sinos as cheias ocorrem principalmente no inverno e têm como causa principal o influxo das águas do corpo receptor (Guaíba). Na década de 70, após anos sofrendo nas épocas de cheias, os Governos Estadual e Federal buscaram financiamento do Governo da Alemanha para viabilizar um projeto denominado “Sistema de Proteção contra Cheias”. Atualmente, o sistema se encontra operando no limite e em degradação por falta de manutenções devido aos altos custos e à extinção do órgão federal que o administrava (PENTEADO, PETRY e ROSS, 2012). As falhas do Sistema de Proteção prejudicam toda bacia do Rio dos Sinos. O impacto regional demandou estudos específicos como o “Estudo de Alternativas e Projetos de Minimização dos Efeitos das Cheias da Bacia do Rio dos Sinos” da Metroplan (2018). O estudo prevê uma série de medidas que estimulam atividade como parques, esportes e estacionamento para as “Zonas de Passagens de Cheias”. Também prevê duas intervenções específicas para a área denominada “Canal Secundário”: aprofundamento do canal e elevação dos muros existentes.



Figura 4. Canal secundário em período normal e de cheias.

Fonte: divulgação – Prefeitura Municipal de São Leopoldo (2018)

Esse Canal Secundário, também denominado “Canal de Extravasamento”, trata da terceira fase de implantação do “Sistema de Proteção contra Cheias” e está localizada na região central do município, em trecho do rio dos Sinos sob pontes, que é considerado crítico devido seu estreitamento. A partir da implantação dos diques, formou-se então a “Ilha da Praia” e o um canal de extravasamento, para onde o fluxo fluvial é direcionado em ocorrências de cheias (BAZZAN, 2011). Esse canal secundário de extravasamento do Rio dos Sinos tem extrema importância para o escoamento de água, pois deveria proporcionar maior vazão do rio em seu trecho mais crítico na cidade quando as águas fluviais atingem a cota de aproximadamente 4,00 metros (Figura 4 acima).

3. O PROJETO PARA O CANAL SECUNDÁRIO DE EXTRAVASAMENTO

Trata-se do projeto desenvolvido para o Trabalho de Conclusão de Curso de Arquitetura e Urbanismo (DIAS, 2020), que visa apresentar uma possibilidade de intervenção que se integre com a gestão das águas urbanas e com o ecossistema, proporcionando qualidade ambiental e fomento da relação da população com o rio e seu ambiente natural (Figura 5). Neste sentido, estudos mostram que os indivíduos que possuem maior contato físico com os recursos naturais tendem a apresentar atitudes e comportamentos mais positivos em relação a sua conservação (BOCHI, 2013; SANTOS, 2012).

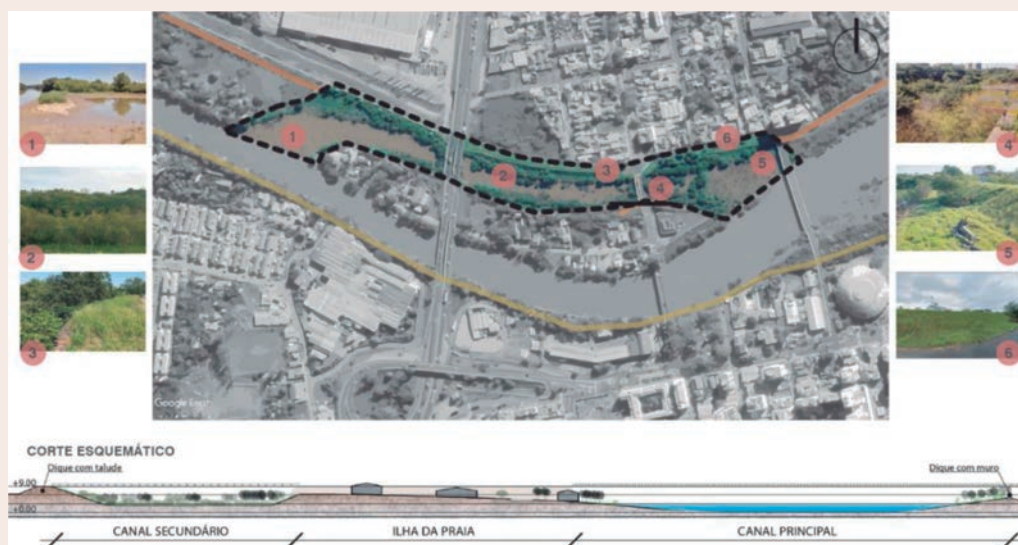


Figura 5. Canal secundário de extravasamento.

Fonte: Dias (2020)

O projeto visa aproveitar estrategicamente a localização central, boa acessibilidade, função da área, boa infraestrutura e riqueza natural transformando o local em um parque alagável, parte da infraestrutura verde, com otimização da capacidade de drenagem do solo, oferecendo um espaço útil de integração com o rio em todas as épocas do ano. Neste sentido, Pellegrino (2014) argumenta sobre essa capacidade de regeneração, própria dos ecossistemas, como possibilidade de acrescer valor que os projetos de infraestrutura verde podem aproveitar, como na recuperação de paisagens degradadas, ou na restauração da biodiversidade suprimida nas áreas urbanizadas. Essa proposta pode dar visibilidade ao tema, e contribuir para a conscientização e educação ambiental (Figura 6).

Foram estabelecidos pontos de interesse, que são as conexões da passarela com o solo, por exemplo com o talude existente ao norte ou com a ilha da Praia ao sul, além da interligação entre esses pontos. A ideia é que funcionem totalmente integrados, possibilitando o percurso completo da área e definindo o traçado orgânico das passarelas. A área possui posicionamento em ângulo que proporciona boa visibilidade do pôr do sol, que foi potencializada com a criação de mirantes nas duas extremidades da Ilha da Praia.



Figura 6. Proposta para Canal secundário de extravasamento.

Fonte: Dias (2020)

Foi proposto um percurso restrito para pedestres a 1,0m do nível do solo (Figura 7) e um percurso superior para pedestres e ciclistas, que se integra ao entorno e busca a vitalidade dos espaços, independentemente da situação do terreno: alagado ou seco. Também são propostas rampas para conexão dos diferentes níveis, ambientes e cenas. Os acessos são facilitados, proporcionando acessibilidade universal, através de rampas com inclinação baixa ou no mesmo nível dos taludes.



Figura 7. Imagens das passarelas propostas.

Fonte: Dias (2020)

Nos pontos de interesse foram criados espaços de convívio social e contemplação do canal, buscando reestabelecer a conexão dos cidadãos com o meio natural urbano. Buscou-se ampliar a área plana do talude norte criando um espaço de nível intermediário, que possibilita uma aproximação com a área e uma amplitude visual. Toda a estrutura busca oferecer menos impacto ao meio natural e ao mesmo tempo proporciona estabilidade em possíveis ocasiões de cheias através de pilares de concreto e fundações de estaca profunda. As vigas otimizam a funcionalidade e a estabilidade das passarelas a partir da facilidade de fixação e durabilidade. A partir da integração com o sistema de superfícies metálicas perfuradas permeáveis, possibilita o livre escoamento de qualquer fluxo de água até a superfície do solo drenante otimizado (Figura 8).



Figura 8. Imagem das passarelas propostas.

Fonte: Dias (2020)

A forração vegetal de toda superfície do solo do canal de extravasamento tem o protagonismo do projeto. Trata-se de uma estratégia de biorretenção, que busca gerenciar o volume da vazão, retardando a drenagem natural do solo e maximizando a capacidade de infiltração d'água até os aquíferos. Esses sistemas filtram águas poluídas através das plantas e solos biologicamente ativos, removendo assim os contaminantes das águas. Foi criado sistema de valas de infiltração com camadas

filtrantes que elevam a condutividade hidráulica, compostas por espécies vegetais nativas e macrófitas, cruciais para o bom desempenho da superfície do solo, formando então um efeito de esponja neste solo.

Em síntese, o principal benefício da esponja urbana está no controle de inundações e enxurradas e recuperação de corpos d'água degradados. Entretanto, também traz outras importantes vantagens como conexão de áreas verdes; recuperação de corpos de corpos hídricos; recuperação de ecossistemas e biodiversidade e diminuição do efeito de ilhas de calor em grandes centros urbanos. Além disso, é uma forma de aproximar os usuários ao ambiente natural em um contexto de lazer pois, conforme apontado por HERZOG (2013), as águas urbanas oferecem também funções de lazer, recreação e contemplação. A autora ainda ressalta que projetos de deem visibilidade a seus fluxos e processos são vitais para a educação ambiental ecológica.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo trouxe inicialmente uma breve revisão da literatura e evidenciou a importância e urgência de soluções de desenho urbano que visem construir resiliência nas cidades diante do enfrentamento necessário às mudanças climáticas. Ainda, faz uma breve descrição do objeto de estudo e apresenta o projeto para o canal de extravasamento do Rio dos Sinos, em São Leopoldo/ RS, com o intuito de discutir uma possibilidade de intervenção que se integre com a gestão das águas urbanas e com o ecossistema, investigando a aplicabilidade do conceito de 'Esponja Urbana' no contexto local.

O projeto aproveita estrategicamente a localização, acessibilidade e função da área transformando o local em um parque alagável com otimização de capacidade de drenagem do solo, oferecendo um espaço útil de integração com o rio em todas as épocas do ano. Através das passarelas em diferentes níveis e dos pontos de interesse que são as conexões da passarela com o solo, contribui para a visibilidade ao tema e para a conscientização e educação ambiental. A importância desse tipo de abordagem no desenvolvimento de projetos urbanos e hidrológicos é a desconstrução do hábito de considerar a obra pública estruturante como resolução dos problemas das cidades contemporâneas, mudando o foco para soluções baseadas no que já existe e funciona na natureza.

Destaca-se que inúmeras cidades vem priorizando as pessoas em harmonia com a natureza e, na escala local, existem tipologias multifuncionais que podem ser planejadas e projetadas para reconectar as águas e a biodiversidade. Entretanto, cada local tem especificidades socioecológicas e requer levantamento, análise e diagnóstico adequados para orientar a tomada de decisões para obtenção da qualidade de vida em áreas urbanizadas. Quando se pensa em cidades resilientes e responsivas, frente aos impactos das mudanças climáticas, o papel de cidades esponja será crucial para a qualidade de vida dos cidadãos e de todos os outros seres vivos que habitam as cidades.

Projetos que contemplem a integração da gestão das águas urbanas com o ecossistema, além da mitigação global do clima e redução de impacto, podem proporcionar maior qualidade ambiental e fomento da relação da população com o seu ambiente natural. A criação de espaços de convívio social e contemplação da natureza pode ser uma forma de conscientização e educação ambiental. Entretanto, ressalta-se a importância de políticas públicas que incentivem e viabilizem projetos nesse sentido. Concluindo, este artigo pretende contribuir para o debate de soluções de desenho urbano alinhadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030, para melhorar a qualidade de vida e contribuir para a produção de cidades inclusivas, resilientes, sustentáveis e saudáveis.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAZZAN, T. (2011). Mapeamento das áreas com risco de inundação do Rio dos Sinos no município de São Leopoldo, RS. 2011. 135 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia, UFRGS, Porto Alegre.
- BOCHI, Thaís Caetano. (2013). Espaços, usuários e rios urbanos. 2013. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional) – PROPUR/ UFRGS.
- CALDAS, Lucas Rosse. (2020). Enfrentando inundações urbanas: 7 soluções para cidades-esponja. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/940139/enfrentando-inundacoes-urbanas-7-solucoes-para-cidades-esponja>. Acesso em: maio de 2020.
- DIAS, Bruna Luz. (2020). Esponja urbana – Canal de extravasão do Rio dos Sinos, São Leopoldo/ RS. Trabalho de Conclusão de Curso de Arquitetura e Urbanismo. Unisinos.
- FARR, Douglas. (2013). Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza. Portore: Bookman.
- FOGEIRO, J. S.. (2019). Cidade Esponja – Aplicação do Conceito e Métodos no Bairro Marechal Gomes da Costa, Porto. Dissertação de Mestrado em Arquitetura Paisagista, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Porto - Portugal. 2019.
- HERZOG, Cecilia Polacow. (2013). Cidades para todos: (re) aprendendo a conviver com a natureza. 1.ed. Rio de Janeiro: Mauad X Inverde.
- MAGALHÃES, Andréa. (2020) Brasil precisa de cidades-esponja. Disponível em: <https://altherswanke.com/brasil-precisa-de-cidades-esponja-brazil-needs-sponge-cities/>
- METROPLAN. (2018). Estudo de Alternativas e Projetos para a Minimização do Efeito de Cheias e Estiagens na Bacia do Rio dos Sinos. Porto Alegre.
- NGUYEN T. T, NGO H. H, GUO W, WANG X. C, REN N, LI G, DING J, LING H. (2019). Implementation of a specific urban water management - Sponge City. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718340518>. Acesso em: Fev/2019.

OBSERVASINOS. (2021). <http://www.ihu.unisinos.br/observasinos/vale/sao-leopoldo>. Acesso em: Fev/ 2021.

PELLEGRINO, P. R. M. (2014). A paisagem como infraestrutura: função e método, p.18. São Paulo.

PENTEADO A, PETRY S, ROSS J. (2012). Riscos Associados ao Sistema de Controle de Enchentes no Vale do Rio dos Sinos (RS - BRASIL). Porto Alegre, 2012.

RAMOS, E.M. (1975). Aspectos Geográficos e Geológicos da Região Metropolitana de Porto Alegre (Norte). Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: UFRGS. 106 p.

SANTOS, Cíntia Perozzo dos. (2021). Avaliação de impactos recíprocos funcionais e estéticos entre a ocupação urbana e mananciais hídricos de abastecimento: uma abordagem perceptiva. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional) – PROPUR/ UFRGS.

TROWSDALE S. A, SIMCOCK R. (2011). Urban stormwater treatment using bioretention. *journal of hydrology*, v. 397, p. 167-174.

ZIMMERMANN, Nils. (2016). Berlim: “cidade-esponja” na luta contra o aquecimento global. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/berlim-cidade-esponja-na-luta-contra-o-aquecimento-global/a-19421977>.

ARTIGO

ANÁLISE QUANTITATIVA DE SISTEMA DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL: JARDIM DE CHUVA - RJ

CARVALHO, Fabiana Ferreira de

(fabiana.carvalho@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

DURANTE, Adriana Colafranceschi¹

(adriana.durante@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

REZENDE, Osvaldo Moura²

(omrezende@poli.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

VERÓL, Aline Pires¹

(alineverol@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

MAGALHÃES, Paulo Canedo de

(canedo@hidro.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

MIGUEZ, Marcelo Gomes

(marcelomiguez@poli.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Sistema de drenagem urbana sustentável, SUDS, soluções baseadas na natureza, jardim de chuva, modelagem hidrodinâmica

RESUMO

Os Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável (SUDS) correspondem a uma abordagem para o controle do escoamento superficial e da qualidade da água pluvial, aliado à oferta de áreas verdes na cidade. Percebe-se um afastamento entre arquitetos e urbanistas e engenheiros na elaboração desse tipo de projeto, sendo recorrente a implementação de intervenções não integradas às qualidades ambientais da paisagem ou de baixa eficiência hidráulica, quando a forma não se mostra funcional. O presente artigo visa colaborar com essa discussão - promoção de SUDS por uma equipe transdisciplinar - por meio da análise de um projeto de infraestrutura verde, realizado na Fundação Progresso, na cidade do Rio de Janeiro (RJ), que utilizou o sistema de jardim de chuva integrado à criação de um espaço para eventos. Para tanto, foi feito um estudo comparativo do impacto de chuvas anteriores e posteriores à intervenção, por meio de modelagem matemática, com a simulação de cenários pelo software MOD-CEL. Para a composição dos cenários, foram utilizados os dados referentes ao acumulado de três dias de uma chuva ordinária com altura total de 85,6mm e a chuva de tempo de recorrência de dez anos com altura de 158,13mm. Os resultados obtidos mostraram que os jardins de chuva projetados e executados conseguiram suportar todo o volume da chuva de tempo de recorrência dez anos e da chuva ordinária, resultado que confirma o registro feito in loco, por meio de um vídeo disponibilizado por funcionários do local em ocasião de chuva. Com base neste trabalho, verifica-se que a introdução de jardins de chuva se mostra viável na microescala e pode cumprir múltiplas funções, sobretudo quando projetada por equipes transdisciplinares, e pode ainda vir a ser eficiente na escala da macrodrenagem, se empregado na escala da bacia.

1. INTRODUÇÃO

O aumento populacional e a ocupação desordenada de áreas sem o devido planejamento urbano originaram solos com maior taxa de impermeabilização, acarretando grandes impactos à infraestrutura das cidades (HOANG e FENNER, 2016; OLIVEIRA, 2020). O processo de urbanização traz profundas modificações no uso do solo, que por sua vez alteram o ciclo hidrológico das áreas urbanizadas, apresentando os efeitos mais notáveis no aumento na diminuição da infiltração das águas pluviais e no escoamento superficial que, desta forma, amplifica os riscos de inundação (CHUI et al., 2016; ECKART et al., 2018; GUAN et al., 2016).

Os sistemas clássicos de drenagem urbana implementados nas cidades remetem ao período do surgimento das cidades pós-revolução industrial, quando houve um aumento expressivo da população urbana e a promoção de saneamento tornou-se necessária para reduzir e evitar a proliferação de doenças. Como resposta para a busca de soluções higienistas, os sistemas de drenagem foram projetados para promover o escoamento das águas pluviais e esgotos o mais rápido possível para os corpos hídricos a jusante através de uma rede de canais. Como consequência, tais sistemas tendem a amplificar as velocidades e os volumes do escoamento superficial, gerando novos problemas de inundações, ou intensificando os já existentes, nas regiões mais a jusante (MIGUEZ *et al.*, 2012).

Como um contraponto aos sistemas clássicos de escoamento rápido das águas pluviais, existem os sistemas de drenagem urbana sustentável (do inglês, “Sustainable Urban Drainage Systems” ou SUDS) que se baseiam na infiltração e na retenção das águas pluviais perto da área de precipitação das mesmas, acarretando uma diminuição no volume de escoamento superficial, bem como o rearranjo temporal das vazões (CIRIA, 2015; FLETCHER *et al.*, 2015). Os SUDS visam restabelecer os padrões hídricos do momento pré-urbanização (WSUD, 2008) por meio deste manejo das águas, reduzindo, assim, os alagamentos provocados pelo processo de urbanização. As medidas podem ser inseridas desde a micro à macro escala, ou seja, desde o lote até cidades inteiras (CIRIA, 2015), integrando os recursos naturais à paisagem urbana (HOANG e FENNER, 2016). Os projetos SUDS podem assumir diversos formatos e múltiplas funções, criando espaços de lazer, de jardins, praças e parques urbanos (CIRIA, 2015; HOANG e FENNER, 2016).

A concepção de um projeto de drenagem urbana sustentável deve ser transdisciplinar e colaborativa a fim de atender às diversas naturezas das demandas que surgem desse tipo de projeto, que envolve um número grande de informações relacionadas ao volume de captação de águas de chuva, ao orçamento, à eficiência do sistema, ao prazo, à qualidade, entre outros. Entende-se que é de suma importância o trabalho conjunto entre as diversas partes interessadas (ZISCHG *et al.*, 2019), inclusive entre os profissionais de arquitetura e urbanismo, engenharia, paisagismo, entre outros, com o intuito de planejar corretamente as etapas construtivas e a adequada inserção no ambiente construído.

2. OBJETIVO

O presente artigo visa colaborar com a promoção de sistemas sustentáveis de drenagem urbana e com o diálogo transdisciplinar na implementação de projetos urbanos por meio da análise quantitativa de um projeto de jardim de chuva integrado à criação de um espaço para eventos culturais implantado na Fundação Progresso, na cidade do Rio de Janeiro (RJ).

3. METODOLOGIA

A metodologia proposta visa analisar um jardim de chuva efetivamente implantado na Fundação Progresso, município do Rio de Janeiro. O projeto aqui apresentado faz parte da adequação de uma área do Centro Cultural, para reduzir os alagamentos no local e, ainda, criar um espaço para eventos ao ar livre, melhorando a comunicação com os Arcos da Lapa e estimulando o aumento da segurança no entorno imediato. O projeto foi adaptado ao espaço existente sem se balizar por uma análise hidrológica formal.

Na oportunidade, foi adotada uma estimativa de volume gerado para uma chuva de 0,50 m como referência para o dimensionamento. Outro parâmetro utilizado foi a relação da quantidade de área impermeabilizada disponível para a permanência de público, entendendo que essa área será um espaço para eventos; portanto, precisando acomodar uma certa quantidade de pessoas para atendimento da dinâmica de uma casa cultural.

O projeto do jardim de chuva foi desenvolvido pela equipe da Fundação Progresso sob a coordenação da arquiteta Fabiana Carvalho. Integraram a equipe os paisagistas Cecília Herzog e Pierre Martín como consultores e o grupo Organicidade. Houve uma etapa de projeto colaborativo, em que foram ministrados *workshops* sobre jardim de chuva e sobre seu plantio. As oficinas foram ministradas pela Organicidade, e por Cecília Herzog e Pierre Martín. Cabe ressaltar que em 2020 o projeto Fundação Verde, que inclui o jardim de chuva da Fundação Progresso, recebeu menção honrosa na 58ª Premiação do IAB - RJ 2020 - Rumo ao centenário 1921-2021, na categoria Urbanismo e Paisagismo.

O projeto conta com três jardins de chuva com distintas áreas: o primeiro com 92 m², o segundo com 73 m² e o terceiro com 8 m². De acordo com o esquema apresentado na figura 1(a), o Jardim 1 recebe tanto a água de chuva que cai sobre ele quanto a água de chuva que escoar da Rua Cardeal Câmara e o fluxo oriundo da Avenida República do Paraguai. Este se comunica com o segundo através de uma canaleta de drenagem já existente no local. Da mesma forma, o Jardim 2 se comunica com o Jardim 3 através da mesma canaleta que já havia no local. Por fim, o Jardim 3 se comunica com o ramal que se conecta ao sistema de drenagem pluvial subterrâneo local. Dessa forma, foi possível fazer um sistema redundante, ou seja, quando o jardim a montante é saturado, o excesso de água consegue escoar para o jardim seguinte até chegar à rede de drenagem urbana existente, reduzindo a probabilidade de transbordamento. Além disso, quando esse volu-

me chega até as galerias pluviais, o tempo de maior sobrecarga no sistema já foi ultrapassado, visto que são os primeiros minutos que contribuem substancialmente para a saturação do sistema. Portanto, ao reduzir este tempo de chegada, há uma contribuição para a redução dos alagamentos no entorno imediato. O projeto original especificou a profundidade total de 1,10m, conforme indicado no corte apresentado na figura 1(b).

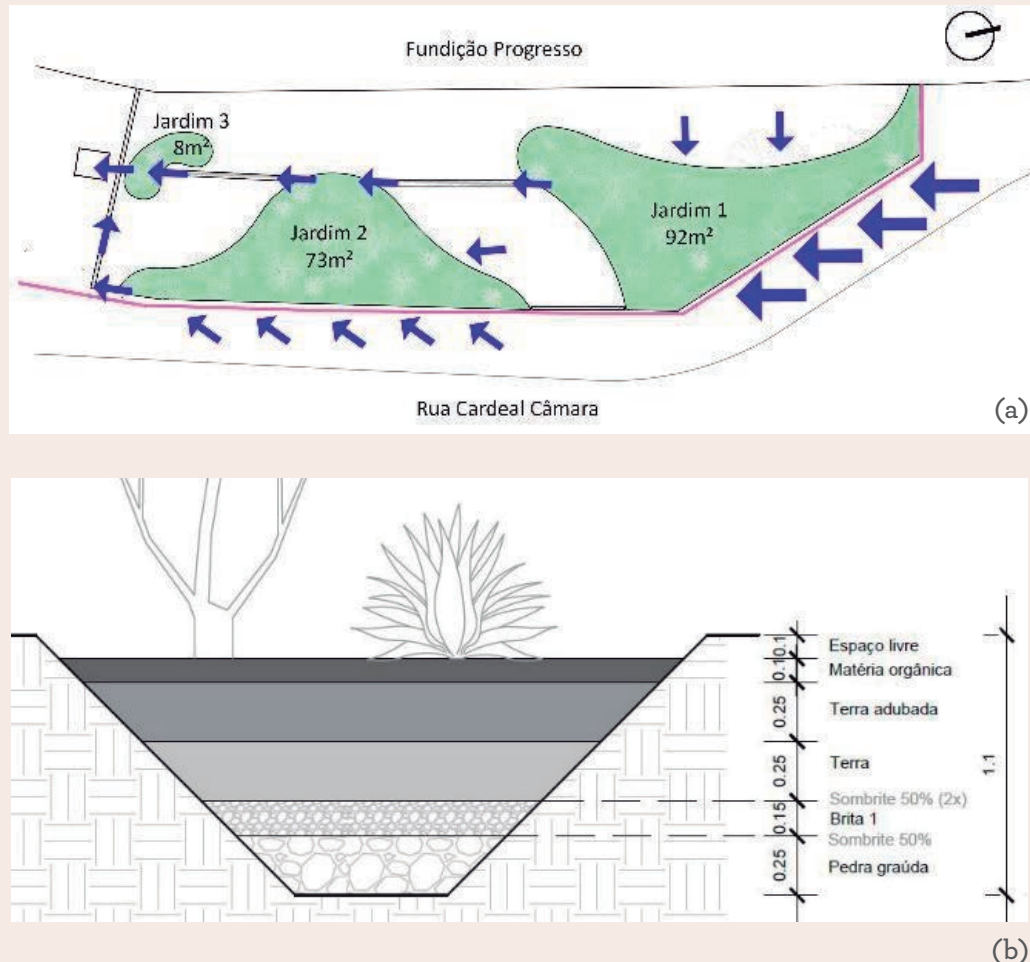


Figura 1. Projeto do jardim de chuva da Fundição Progresso: (a) Detalhe do caminho das águas percorrido entre os três jardins de chuva através das canaletas. (b) Corte transversal com profundidade de 1,10m.

A implantação do projeto iniciou com a escavação da área. Em seguida, foram colocadas pedras graúdas, uma a uma, de forma que ficasse um espaço entre elas para o acúmulo de água. Além disso, elas foram assentadas de forma que ficassem estáveis e não saíssem da posição com o passar do tempo (figura 2a). Após essa camada, foi colocada uma camada de sombrite 50% para servir como barreira de filtragem (figura 2b). Em seguida, foi inserida a camada de brita (figura 2b) e, por cima destas, mais duas camadas de sombrite 50% para evitar que a terra fosse carreada (figura 2c). Para finalizar o sistema de drenagem do jardim, foi inserida a camada de areia com pó de pedra retirada do próprio terreno (figura 2d). Após esse processo, pôde ser feita a regularização do piso do entorno e a colocação das tampas dos ralos. Neste ponto, o jardim já estava preparado para receber a camada

de terra adubada (figura 2e) e o plantio, representado pela imagem da figura 2f. A figura 3 apresenta a área antes e após a implantação do projeto.



Figura 2. Passo-a-passo da implantação dos jardins de chuva na Fundição Progresso.

Fotos: Fabiana Carvalho, 2019.

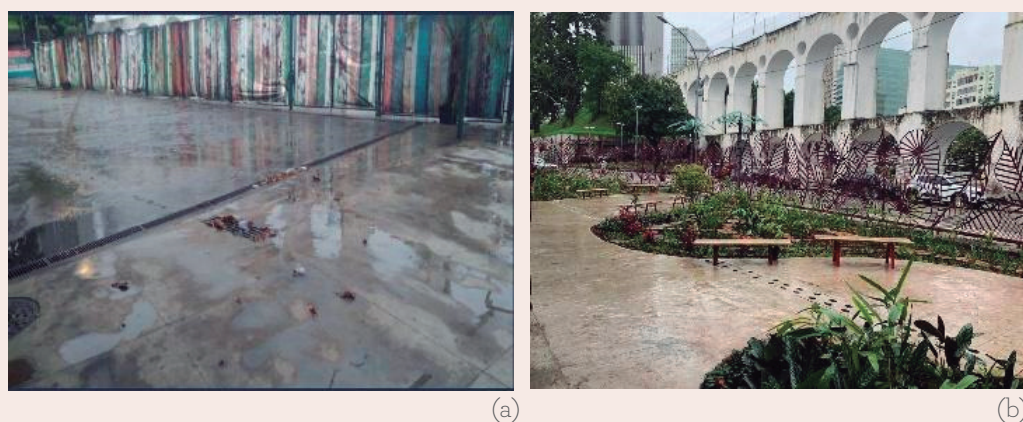


Figura 3. Área do projeto na Fundição Progresso: (a) antes da intervenção; (b) depois da execução do projeto.

Fotos: Fabiana Carvalho, 2019.

- Tomando como ponto de partida o jardim de chuva implantado na Fundição Progresso, pretende-se avaliar efetivamente sua contribuição no controle de escoamentos, de forma quantitativa, por meio de uma simulação hidrológica e hidrodinâmica, buscando integrar na concepção arquitetônica a contribuição da engenharia e valorizar o diálogo entre essas duas disciplinas, mostrando a importância desta interação. Foi, então, utilizada neste trabalho uma metodologia de abordagem quantitativa, por meio do método simulacional-correlacional (GROAT; WANG, 2013), realizado de acordo com as seguintes etapas:
- Levantamento de informações sobre o projeto de jardim de chuva implantado, tais como desenhos técnicos, fotografias, vídeos e dados fornecidos por integrantes da equipe responsável pela implantação do projeto;
- Escolha da ferramenta de modelagem matemática para simulação hidrológico-hidrodinâmica – Modelo de Células de Escoamento (MODCEL);
- Calibração do modelo matemático desenvolvido para a área de estudo;
- Definição de cenários e realização de modelagem matemática;
- Análise dos resultados obtidos nas simulações matemáticas para as lâminas máximas de água obtidas antes e depois da implantação do jardim de chuva.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O Centro Cultural da Fundação Progresso está localizado na Rua Cardeal Câmara, bairro da Lapa, cidade do Rio de Janeiro, capital do Estado homônimo, situado na região sudeste do Brasil. Pertence à bacia de drenagem do Centro, que drena as águas pluviais por uma extensa galeria sob a Rua Mem de Sá, no sentido da Baía de Guanabara (RIO DE JANEIRO, 2014), como indicado pela figura 4. Ressalta-se que a rua em questão está numa cota inferior em relação à Avenida República do Paraguai, o que faz com que haja um direcionamento das águas pluviais através do escoamento superficial diretamente para a área de estudo, pois o nível da pista de rolamento é o mesmo que o da calçada e o do terreno. Na figura 5 É possível visualizar a indicação dos caminhos das águas que vêm da Avenida República do Paraguai, com destaque da vista da Rua Cardeal Câmara, onde observa-se o nível do leito carroçável igual ao da calçada.



Figura 4. Mapa de localização da área de estudo, Google Maps editado pelos autores, 2021.

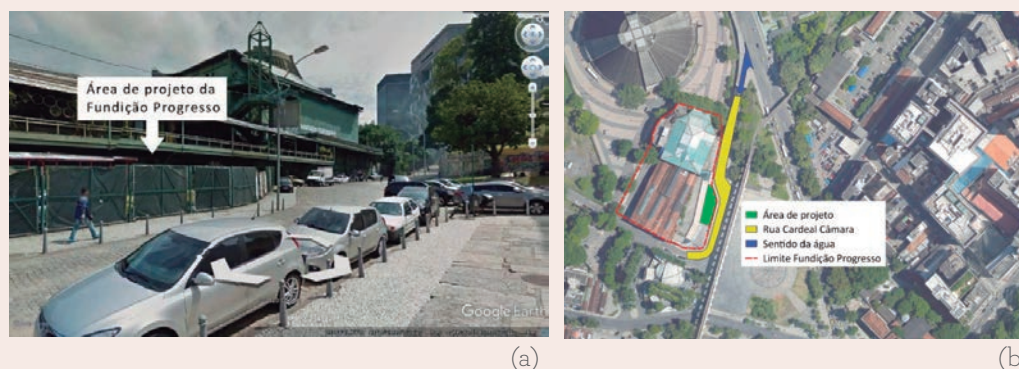


Figura 5. (a) Mapa de localização da área de estudo; (b) Google Earth e Google Street View, editado pelos autores, 2021.

4.2 MODELAGEM HIDRODINÂMICA

Esse artigo verificou, por meio da simulação realizada com o suporte do modelo matemático hidrodinâmico MODCEL (MIGUEZ, 2001; MIGUEZ *et al.*, 2017), os escoamentos superficiais resultantes de eventos pluviométricos precipitados

sobre a área de projeto da Fundação Progresso antes e após a implantação dos três jardins de chuva.

De forma a calibrar o modelo construído para o sistema, foram utilizados os dados pluviométricos dos dias 7, 8 e 9 de outubro de 2019. Os dados foram obtidos por meio do Sistema Alerta Rio da estação Jardim Botânico, localizada a 7,38 km da área de estudo e com acumulado total de 85,6mm. Apesar da distância, esta estação foi escolhida para manter coerência com o documento da Fundação Rio-Águas (RIO DE JANEIRO, 2010) que inclui o bairro da Lapa como área de influência do Jardim Botânico para as equações de microdrenagem. A escolha das datas se deu em função da possibilidade de comparação visual com um vídeo gravado pela equipe da Fundação Progresso, para o mesmo período, apontando a situação da área de projeto em ocasião de chuva. A figura 6 apresenta duas imagens, reproduzidas a partir deste vídeo, nas quais é possível visualizar o Jardim 1 com água aparente e com nível de água que se conecta à canaleta que leva ao Jardim 2 (figura 6a) e a chegada da água pela canaleta no Jardim 2 (figura 6b). Estas imagens foram utilizadas para a calibração do modelo. Posteriormente, com o modelo calibrado, foram simulados cenários de chuva com tempo de recorrência de dez anos (TR10).

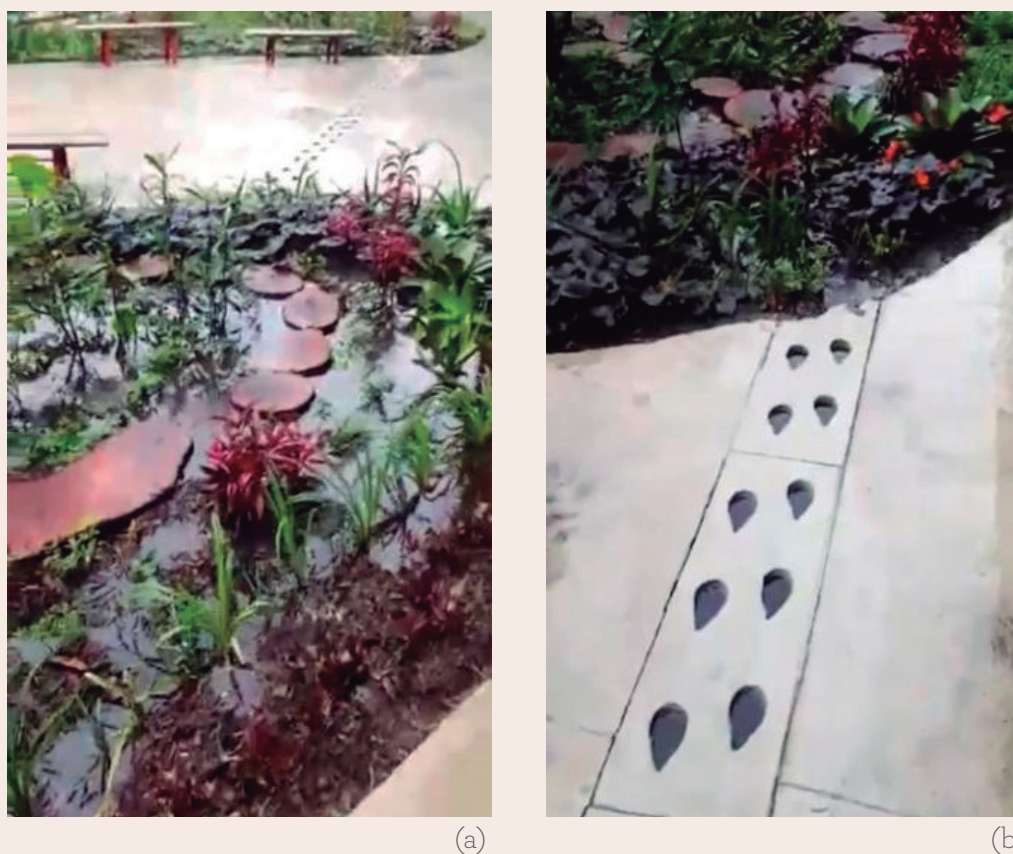


Figura 6. Frame do vídeo gravado em 10/10/2019: (a) Jardim 1; (b) Jardim 2.

Fonte: Vídeo da equipe Fundação Progresso, editado pelos autores em 2020.

A estimativa das chuvas de projeto utilizadas para avaliação do funcionamento hidráulico do sistema de jardins de chuva foi realizada com base no documento “Instruções técnicas para elaboração de estudos hidrológicos e dimensionamento

hidráulico de sistemas de drenagem urbana”, da Fundação Rio-Águas, órgão vinculado à Secretaria Municipal de Meio Ambiente do município do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2010). De acordo com o documento, o projeto está localizado na área de influência do posto Jardim Botânico. Considerando os parâmetros da equação IDF (intensidade-duração-frequência) para este posto, as chuvas de projeto são calculadas a partir da equação (1).

$$i = \frac{1239 \times TR^{0,15}}{(t + 20)^{0,74}} \quad (1)$$

Onde:

i: intensidade de chuva (mm/h)

TR: tempo de recorrência (ano)

t: duração total da chuva (min)

Foi adotada uma duração total do evento de 12 horas, possibilitando a avaliação do funcionamento do dispositivo sob a ocorrência de chuvas com volumes de precipitação mais expressivos. Porém, de forma a obter intensidades de chuva críticas para a bacia de contribuição ao dispositivo, os eventos foram subdivididos em intervalos iguais de dez minutos, respeitando o valor indicado pela Fundação Rio-Águas (RIO DE JANEIRO, 2010) para projetos de microdrenagem. A distribuição temporal da chuva nestes intervalos seguiu o Método dos Blocos Alternados, totalizando 72 blocos de dez minutos. Os volumes totais de precipitação, assim como as intensidades média e máxima de cada evento simulado são apresentados na tabela 1 e o hietograma utilizado nas simulações é apresentado na figura 7.

Tempo de recorrência	10 anos
Altura total de chuva	158,13mm
Intensidade média do evento	13,18mm/h
Intensidade máxima do evento	141,25mm/h

Tabela 1. Altura e intensidades médias e máximas do hietograma de projeto (TR 10 anos)

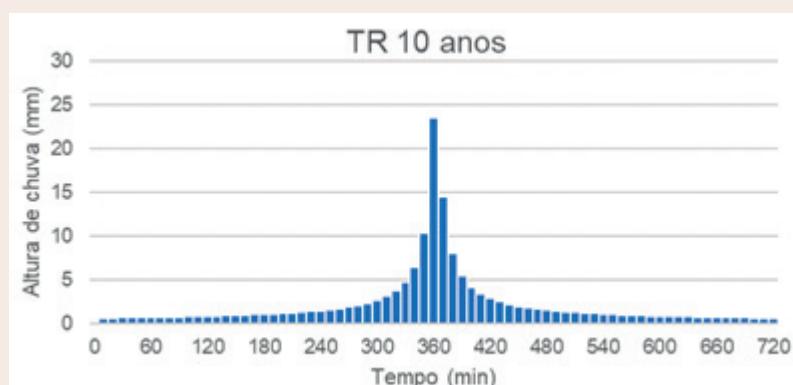


Figura 7. Hietograma de projeto para o tempo de recorrência de dez anos.

Para este estudo, foram propostos e simulados quatro cenários, onde, para sua composição, além da chuva de tempo de recorrência de dez anos e duração de 12 horas, também foram utilizados os dados referentes ao acumulado de três dias de uma chuva ordinária com acumulado total de 85,6mm. A seguir, estão descritos cada um dos cenários propostos:

- **Cenário 1a - Com Jardim de Chuva:** simulação para um período de três dias de chuva (7, 8 e 9 de outubro de 2019) com acumulado de 85,6mm;
- **Cenário 1b - Sem Jardim de Chuva:** simulação para um período de três dias de chuva (7, 8 e 9 de outubro de 2019) com acumulado de 85,6mm;
- **Cenário 2a - Com Jardim de Chuva:** simulação para tempo de recorrência de dez anos, evento de referência para projetos de microdrenagem na cidade do Rio de Janeiro;
- **Cenário 2b - Sem Jardim de Chuva:** simulação para tempo de recorrência de dez anos, evento de referência para projetos de microdrenagem na cidade do Rio de Janeiro.

5. RESULTADOS

Após a simulação matemática, observou-se que o volume de água que antes da intervenção seguia diretamente para a rede de drenagem, com formação de lâmina d'água de 0,03m (Cenário 1b), foi absorvido pelo sistema com o uso do jardim de chuva (Cenário 1a). Este resultado corresponde ao observado e gravado pela equipe da Fundação Progresso durante o dia 10 de outubro de 2019, momento em que os jardins apresentaram lâmina d'água visível, porém sem transbordamento.

Na simulação do Cenário 2a, foi observado que os jardins 1 e 2 conseguiram absorver todo o volume drenado e que o Jardim 3 excedeu sua capacidade em 2 mm, direcionando as águas excedentes para a canaleta de saída do sistema, não havendo transbordamento para a área adjacente às estruturas. A simulação do Cenário 2b apresentou a formação de lâmina d'água de até 0,08m no local. A vazão de pico final do sistema, considerando os jardins implantados, foi de 0,061 m³/s. Para o Cenário 1b, a vazão de pico lançada na rede pública de drenagem foi de 0,067 m³/s. Apesar de aparentemente pouco expressivo (amortecimento de 10%), esse resultado foi alcançado considerando-se uma chuva de longa duração (12 horas), com ocorrência de um período de chuva muito intensa no meio do evento, configurando uma situação crítica para o funcionamento do dispositivo, que drena uma pequena área com curto tempo de concentração.

As simulações mostraram que os jardins de chuva projetados suportam os volumes de chuvas ordinárias, representadas pelo evento ocorrido nos dias 7, 8 e 9 de outubro de 2019, assim como chuvas com tempo de recorrência de dez anos, evento de referência para projetos de microdrenagem na cidade do Rio de Janeiro. Em todos os cenários, o sistema conseguiu manejar todo o volume de água que chegou até eles.

Os resultados apontaram, ainda, que antes da intervenção, a água escoava pela área diretamente até a rede de drenagem. Pode-se afirmar que ao tornar parte do piso permeável, com a instalação dos jardins de chuva, e direcionar as águas drenadas pelas parcelas impermeáveis para esses jardins, a água pluvial excedente deixou de escoar diretamente para o sistema público de drenagem urbana, sendo absorvida pelo sistema de drenagem sustentável. De acordo com as simulações, o sistema de jardins é capaz de suportar uma chuva de 181,43mm (TR 10) numa área total de 397m², amortecendo as vazões de pico e retendo parte desse volume, que será infiltrado no solo. Considerando a capacidade volumétrica do conjunto de jardins de chuva, de 23,5m³, e o volume precipitado, de aproximadamente 72m³ durante um período de 12 horas, há uma redução de cerca de 30% no volume que poderia vir a sobrecarregar a rede de drenagem pluvial existente.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise quantitativa realizada neste estudo mostrou que o sistema de jardins de chuva implementado na Fundação Progresso funcionou de forma satisfatória, atendendo à exigência de projeto do órgão competente local, que exige o dimensionamento de sistemas de drenagem urbana para suportar eventos hidrológicos com dez anos de tempo de recorrência. O sistema apresentou, ainda, uma redução da vazão de pico drenada pela área que recebeu a intervenção e lançada na rede pública de drenagem de 10%, quando comparado à situação tradicional, com direcionamento das águas pluviais excedentes por meio de canaletas diretamente para a rede de drenagem. Vale destacar que o sistema foi testado para uma chuva com 12 horas de duração, com ocorrência de um período de chuva mais intensa no meio do evento, configurando uma situação mais desfavorável ao funcionamento dos jardins de chuva. A adoção desse evento teve como objetivo avaliar o potencial do sistema em manejar eventos hidrológicos críticos para a escala de bacia.

A modelagem hidrodinâmica se mostrou como uma etapa importante para a concepção projetual no aspecto do dimensionamento de SUDS e para estimar eficiência do mesmo em relação à problemática local. Embora essa etapa não tenha sido realizada no projeto que foi executado, o estudo indica que esta seja inserida em projetos futuros de SUDS.

Além disso, pode-se inferir que houve uma melhora significativa das questões urbanas, ambientais e paisagísticas, não apenas dentro do espaço delimitado pelas grades da Fundação Progresso, mas em toda a região do entorno imediato. Tal intervenção também irá propiciar, ao longo do tempo, um aumento na diversidade ecológica da região. Cabe frisar que esta área possui grande apelo turístico, o que por si só, já justificaria o projeto, uma vez que, ao contribuir para a melhora da ambiência de uma área tão importante para a economia da cidade, já é um fator positivo e determinante para sua implementação.

Este estudo indica que a promoção de cidades resilientes faz parte de uma responsabilização de ações no território, podendo-se inferir que é primordial que as técnicas de SUDS sejam empregadas em pequena, média e larga escala, em ações

tanto públicas quanto privadas. Por fim, reforça-se a necessidade de que equipes transdisciplinares possam contribuir para uma maior integração entre as questões estéticas e formais, garantindo o correto funcionamento hidráulico de dispositivos de drenagem urbana e a sua melhor integração ao ambiente urbano.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chui, T. F.M.; Trinh, D.H. (2016). Modelling infiltration enhancement in a tropical urban catchment for improved stormwater management. *Hydrological Processes*, v. 30, p. 4405-4419.

CIRIA. (2007). *The SUDS Manual*. By Woods-Ballard, B.; Kellagher, R.; Martin, P.; Bray, R.; Shaffer, P. CIRIA C697. London.

Eckart, K.; Mcphee, Z.; Bolisetti, T. (2018). Multiobjective optimization of low impact development stormwater controls. *Journal of Hydrology* v. 562, p. 564-576.

Fletcher, T.; Shuster, W.; Hunt, W.F.; Rashley, R.; Butler, D.; Arthur, S.; Trowsdale, S.; Barraud, S.; Semadeni- Davies, A.; Bertrand-Krajewski, J.; Mikkelsen, P.S.; Rivard, G.; Uhl, M.; Dagenais, D.; Viklander, M.(2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more-The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, v. 12, n. 7, p. 525-542.

Groat, L.; Wang, D. (2013). *Architectural Research Methods*. 2ª ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.

Guan, M.; Sillanpää, N.; Koivusalo, H. (2016). Storm runoff response to rainfall pattern, magnitude and urbanization in a developing urban catchment. *Hydrological Processes*, v. 30, p. 543-557.

Hoang, L.; Fenner, R.A. (2016). System interactions of stormwater management using sustainable urban drainage systems and green infrastructure. *Urban Water Journal*, v. 13, n. 7, p. 739-758.

IAB-RJ. (2021). Site institucional. Disponível em http://iabRJ.org.br/post_20-11_premiacao/ acessado em 19 de janeiro de 2021.

Miguez, M. G. (2001). *Modelo Matemático de Células de Escoamento para Bacias Urbanas*. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Miguez, M. G., Bahiense, J. M.; Rezende, O. M.; Veról, A. P. (2012). New urban developments: flood control and LID - a sustainable approach for urban drainage systems. *The Sustainable City VII*, v. 1, p. 469 - 480.

Miguez, M. G.; Battemarco; B. P., De Sousa; M. M.; Rezende, O. M.; Veról, A. P.; Gusmaroli, G. (2017). Urban flood simulation using MODCEL-an alternative quasi-2D conceptual model. *Water (Switzerland)*, Vol. 9, No. 6.

Oliveira, E. L.; Salles, M.T. Relações entre o Subsolo Urbano e Mudanças Climáticas em diferentes bairros do Rio de Janeiro. *Ambient. soc.* [online]. 2020, vol.23 [citado 2020-12-07], e 01782. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2020000101001&lng=pt&nrm=iso>. Epub 04-Dez-2020. ISSN 1809-4422. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190178r2vu202016td>.

Rio de Janeiro. (2019). Instruções técnicas para elaboração de estudos hidrológicos e dimensionamento hidráulico de sistemas de drenagem urbana (Aprovada pela Portaria O/SUB - RIO-ÁGUAS "N" nº. 004/2010), 2ª. Versão - JULHO/2019. Subsecretaria de Gestão de Bacias Hidrográficas - Rio-Águas - Secretaria Municipal de Obras / Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro. (2010). Subsecretaria de gestão de bacias hidrográficas - Rio-Águas. Instruções técnicas para elaboração de estudos hidrológicos e dimensionamento hidráulico de sistemas de drenagem urbana. 1ª. Versão - Dezembro 2010. RIO-ÁGUAS, Secretaria Municipal de Obras, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Rio de Janeiro. (2014). Secretaria de Obras. Fundação Rio Águas. Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro - Relatório Síntese. Disponível em: <<https://syr.us/H7H>>, acesso em: 31/05/2021.

WSUD. (2008). City of Melbourne WSUD Guidelines. Applying the Model WSUD Guidelines. An Initiative of the Inner Melbourne Action Plan. Melbourne.

Zischg, J; Rogers, B; Gunn, A.; Raucha, W.; Sitzenfrie, R. (2019). Future trajectories of urban drainage systems: A simple exploratory modeling approach for assessing socio-technical transitions. Science of the Total Environment v. 651, p. 1709-1719.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado no âmbito da Cátedra UNESCO de "DRENAGEM URBANA EM REGIÕES DE BAIXADA COSTEIRA" da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Os autores agradecem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) [Código de Financiamento 001] e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (303862/2020-3).

ARTIGO

ESTUDO PARA APLICAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS EM DRENAGEM URBANA EM MESQUITA, RJ

ARGÔLO, Ana Luzia Leandro
(ana.argolo@fau.ufrj.br)

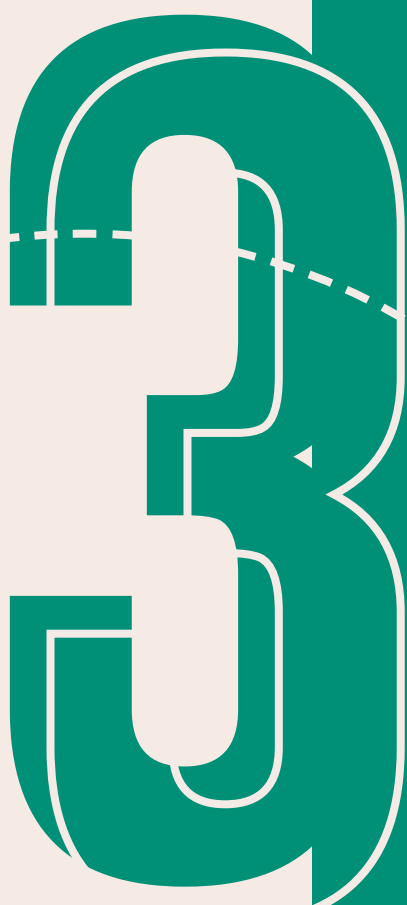
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

OKUMURA, Celí Kiyomi
(celi.okumura@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

VERÓL, Aline Pires
(alineverol@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Tipologias arquitetônicas, lotes residenciais, técnicas compensatórias em drenagem urbana, desenvolvimento de baixo impacto hidrológico.

RESUMO

Com o crescimento populacional e a urbanização de territórios, o ciclo da água vem sofrendo alterações que acarretam problemas de cheias e ameaçam a saúde pública. No município de Mesquita, localizado na Baixada Fluminense do Rio de Janeiro, observa-se que o somatório de fatores, como a impermeabilização do solo, a poluição dos rios que atravessam a área urbana e a ocupação irregular, acaba por trazer aspectos negativos ao território urbanizado, com inundações recorrentes. Assim, este trabalho visa estudar tipologias arquitetônicas e de lote, de acordo com a legislação urbanística vigente, com objetivo de avaliar a adequação de uso de diversas técnicas compensatórias em drenagem urbana sustentável com vistas a uma futura reorganização de geração de escoamentos na bacia do Rio Dona Eugênia, que corta a área urbana de Mesquita. O processo metodológico consistiu na realização da revisão bibliográfica acerca do tema de medidas de controle de água na fonte e o estudo da legislação urbanística da área de estudo; definição do recorte de estudo com base na análise do Município e suas diversas macrozonas; levantamento dos tipos de lotes residenciais unifamiliares e multifamiliares, considerando taxas de permeabilidade, impermeabilidade e área edificada; análise das distintas tipologias arquitetônicas; identificação das tipologias arquitetônicas de maior recorrência; definição das técnicas compensatórias a serem utilizadas no estudo; elaboração de diretrizes projetuais para aplicação de técnicas compensatórias nos lotes, em edificações existentes e novas edificações. A intenção deste trabalho é a de enriquecer os estudos referentes a medidas compensatórias e de mitigação de cheias a nível de lote entendendo que, apesar de cada lote ter uma especificidade, é possível trabalhar com parâmetros que sejam aplicáveis a um grupo de tipologias. Com isso, pretende-se fomentar a discussão relacionada à potencialidade de aplicação e o impacto destas medidas a nível do lote em relação ao território.

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional e a urbanização de territórios, o ciclo da água vem sofrendo alterações que acarretam problemas de cheias e ameaçam a saúde pública (Miguez *et al.*, 2016). Observa-se que o somatório de fatores como a impermeabilização do solo, a poluição dos rios que atravessam a área urbana e a ocupação irregular, acaba por trazer aspectos negativos ao território urbanizado, com inundações recorrentes (Veról *et al.*, 2020).

A urbanização impacta diretamente nos percentuais de permeabilidade do solo, acarretando a modificação de processos naturais como a evapotranspiração, a infiltração de água no solo e o escoamento superficial (*runoff*), sendo este último o mais afetado, com um incremento de até 45% para superfícies que apresentam de 75 a 100% de taxa de impermeabilidade (Tomkin e Theis (2015). Com a necessidade de reduzir estes impactos, foram desenvolvidos novos conceitos, que atuam na macro escala, visando reduzir o impacto causado por enchentes (Melbourne Water, 2017). Podem ser destacados os seguintes:

Desenho Urbano Sensível a Água (*Water Sensitive Urban Design - WSUD*), que trata do planejamento e do desenho urbano priorizando o manejo sustentável, a qualidade e a conservação da água;

Desenvolvimento de Baixo Impacto (*Low Impact Development - LID*), que busca uma redução no custo do manejo de águas ao projetar soluções integradas a natureza;

Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável (*Sustainable Urban Drainage Systems*), que consiste no uso de diferentes tecnologias que recuperam parte da permeabilidade original do solo para drenar água pluvial, inclusive podendo aumentar a qualidade da água (Fletcher *et al.*, 2015);

Técnicas compensatórias em drenagem urbana, que surge para mitigar os problemas relacionados à redução da permeabilidade do solo, atuando em escalas menores e com base no conceito dos Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável (Baptista *et al.*, 2005).

Por outro lado, na microescala, compreendendo a edificação como uma célula básica da urbanização (Veról *et al.*, 2019), é possível aplicar medidas que atuam na reserva, na detenção, na infiltração do escoamento da água pluvial e na redução da velocidade do escoamento, na escala do lote, como aquelas apresentadas na Figura 1.

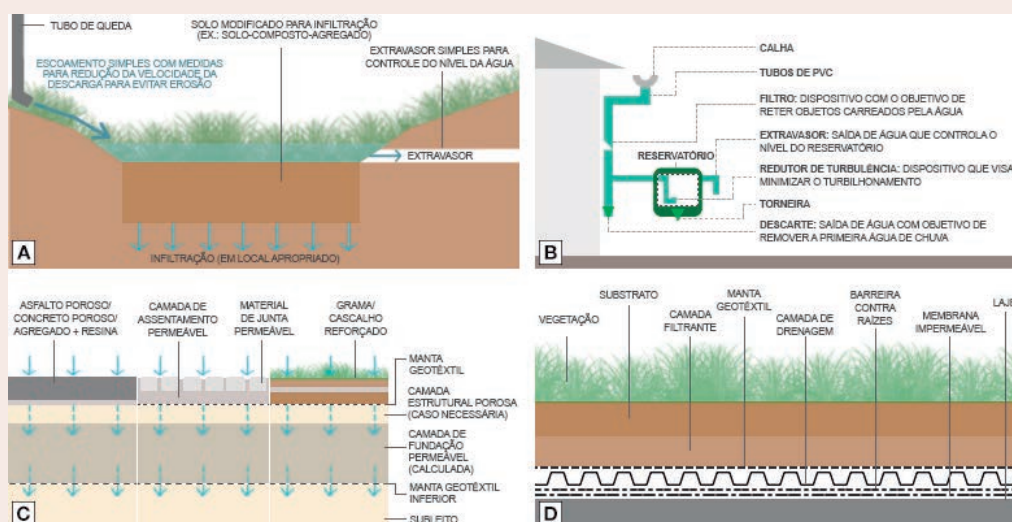


Figura 1. Jardim de chuva (A), Reservatório de lote (B), Piso permeável (C) e Telhado verde (D).

Fonte: Adaptado e traduzido pelas autoras de Woods, B. B. *et al.* (2015).

A intenção deste trabalho é a de enriquecer os estudos referentes ao uso de medidas compensatórias e de mitigação de cheias, na microescala, entendendo que, apesar da especificidade de cada conjunto de lote e edificação, é possível trabalhar com parâmetros que sejam aplicáveis a um grupo de tipologias. Com isso, pretende-se fomentar a discussão relacionada à potencialidade de aplicação e o impacto destas medidas na escala do lote em relação ao território.

Como caso de estudo, será utilizado um recorte na área urbana de Mesquita, na Bacia do Rio Dona Eugênia, na Baixada Fluminense (RJ), uma região que sofre com alagamentos constantes, e que já foi objeto de estudo de pesquisas pregressas (Veról, A. P. *et al.* 2020; Veról e Miguez 2019).

2. OBJETIVOS

Este trabalho visa estudar tipologias arquitetônicas e sua respectiva implantação no lote, para identificar a potencial aplicação de técnicas compensatórias em drenagem urbana na escala do lote, objetivando, portanto, uma futura reorganização de geração de escoamentos na bacia da área de estudo selecionada.

3. MÉTODO

O método adotado neste trabalho pode ser descrito conforme os tópicos apresentados a seguir:

1. Realização da revisão bibliográfica acerca do tema de medidas de controle de água na fonte e o estudo da legislação urbanística da área de estudo (Município de Mesquita, RJ).

2. Definição do recorte de estudo com base na análise do Município e suas diversas macrozonas.
3. Levantamento dos tipos de lotes residenciais unifamiliares e multifamiliares, considerando taxas de permeabilidade, impermeabilidade e área edificada, para análise de percentuais de ocupação e área livre.
4. Análise das distintas tipologias arquitetônicas, considerando a configuração dos pavimentos e o tipo de cobertura.
5. Identificação das tipologias arquitetônicas de maior recorrência, buscando agrupá-las pelo tipo de cobertura e de implantação no lote.
6. Definição das técnicas compensatórias a serem utilizadas no estudo.
7. Elaboração de diretrizes projetuais para aplicação de técnicas compensatórias nos lotes, em edificações existentes e novas edificações.

4. RESULTADOS

4.1 CASO DE ESTUDO

O caso de estudo está localizado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, no Município de Mesquita. A escolha deste local para análise e aplicação das técnicas compensatórias em drenagem urbana se deu pelo histórico de alagamentos presentes na região e a existência de diversos trabalhos pregressos com foco na mitigação de cheias (Veról et al., 2020; Veról e Miguez, 2019; Lourenço *et al.*, 2016).

Parte do município está contido na Bacia do Rio Dona Eugênia, sub-bacia do Rio Sarapuí, que tem como principais características a existência de duas áreas distintas: a urbanizada e a vegetada, além do fato de ser cortada por uma ferrovia e por uma rodovia (Figura 2). O Rio Dona Eugênia corta a área urbana de Mesquita e deságua no Rio Sarapuí, que funciona como limite entre municípios. Como área de atuação para esta pesquisa, foi considerada apenas a região urbanizada dentro da bacia do Rio Dona Eugênia.

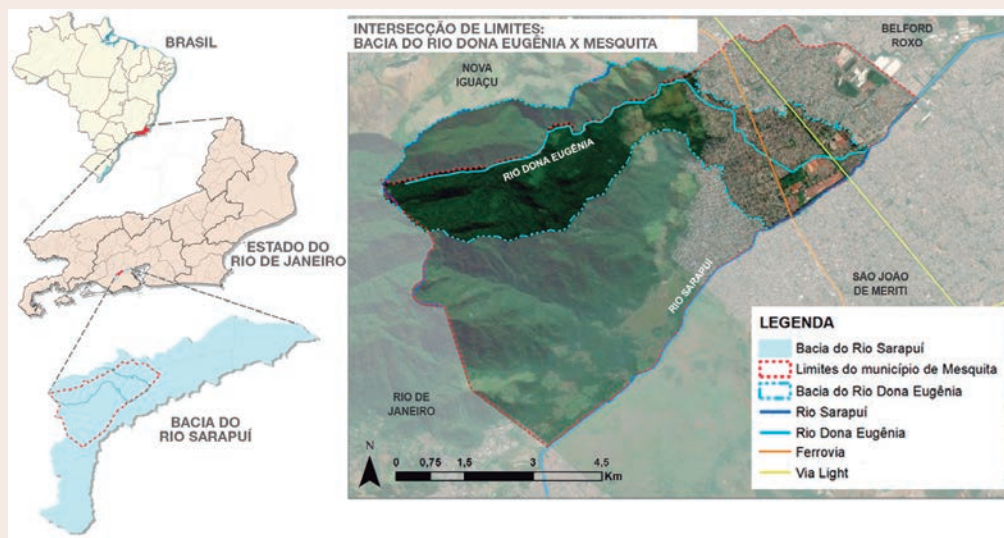


Figura 2. Localização do caso de estudo - Bacia do Rio Dona Eugênia (Mesquita, RJ).

4.2 LEGISLAÇÃO E LEVANTAMENTO DE DADOS

Tendo como base a Lei complementar nº15/2011 (Mesquita, 2011), observou-se a presença de três macrozonas no município: Ocupação Urbana, Ocupação Rural e Proteção Ambiental. Como o foco era a área urbanizada de Mesquita, a análise inicial indicou quatro possíveis zonas de interesse: Área de Ocupação Prioritária 1 (AOP1), Área de Ocupação Prioritária 2 (AOP2), Área de Adensamento Controlado (AAC) e Área de Restrição ao Adensamento (ARA).

Considerando o interesse, nesta pesquisa, em analisar edificações unifamiliares e multifamiliares, a AOP2 foi desconsiderada, por se tratar de área industrial. Portanto, o estudo teve como base a análise das zonas AOP1, AAC e ARA. É importante salientar que a legislação apresenta informações sobre compatibilização de usos e atividades: na AOP1, localizada no centro, é aceitável a presença de edificações multifamiliares e é tolerável a construção de edificações unifamiliares; na AAC é aceitável as duas formas de habitação; e na ARA, é aceitável a construção de edificações unifamiliares e tolerável a presença de edificações multifamiliares.

Na etapa seguinte da análise do território foi definido que, para cada zona apresentada, seriam analisados dez lotes com edificação unifamiliar e dez lotes com edificação multifamiliar. Como na área de restrição ao adensamento não foi possível encontrar edificações multifamiliares, o estudo contou com 50 lotes levantados no total. Após prévia identificação das diferentes tipologias arquitetônicas e implantação destas nos lotes, realizou-se o mapeamento das edificações unifamiliares e multifamiliares nas zonas citadas anteriormente.

Na Figura 3 é possível observar as zonas de ocupação urbana, conforme delimitado na legislação de Mesquita, e a localização das edificações escolhidas. A partir do uso da ferramenta de geolocalização do *Google*, foi possível realizar a medição dos lotes correspondentes.

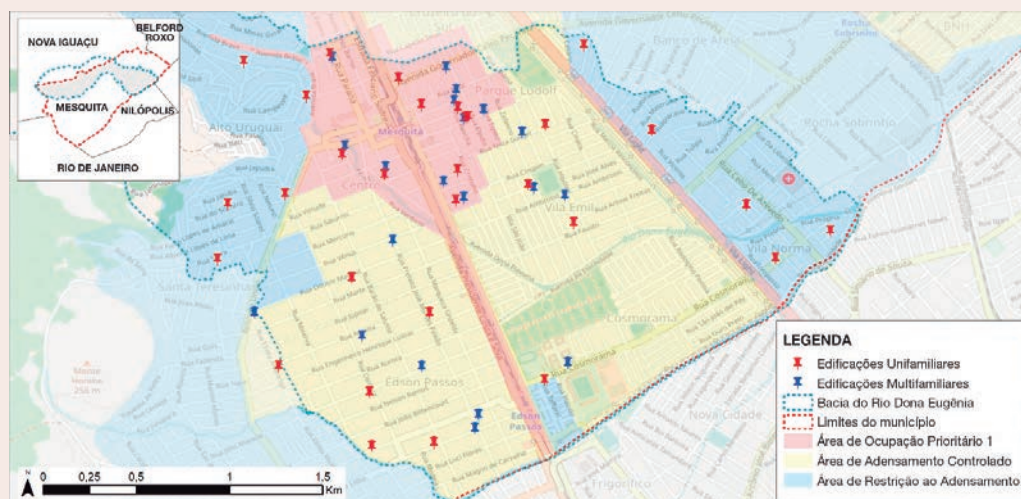


Figura 3. Mapeamento de edificações unifamiliares e multifamiliares nas zonas de interesse.

O levantamento levou em consideração a área do terreno, a área edificada, a área livre impermeável e permeável e suas respectivas porcentagens. De posse dessas informações, foi possível gerar uma tabela de comparação entre as três zonas analisadas, relativa à porcentagem de impermeabilidade e de permeabilidade da área não edificada do lote em questão (Tabela 1).

Utilizando os dados coletados, foi feita uma análise dessas informações por meio dos valores máximo, mínimo, médio e mediana tanto para a área impermeável quanto para a permeável, coletadas para ambas as formas de morar. É possível observar, no caso do residencial unifamiliar, valores de permeabilidade aumentando com o afastamento da zona central AOP1 e uma estabilidade dos valores de impermeabilidade. Já no caso do residencial multifamiliar, observa-se a grande quantidade de lotes com 100% de ocupação, refletindo na redução das taxas de impermeabilidade na zona AAC, ocasionando uma redução das taxas de permeabilidade.

RESIDENCIAL UNIFAMILIAR									
Zona	Dados	Impermeabilidade (%) *				Permeabilidade (%)			
		Máxima	Mínima	Média	Mediana	Máxima	Mínima	Média	Mediana
AOP1	10	58,23%	26,42%	38,89%	35,97%	16,76%	0,00%	3,96%	0,00%
AAC	10	46,17%	0,00%	28,99%	29,94%	30,86%	0,00%	6,92%	1,56%
ARA	10	63,80%	8,00%	37,53%	40,53%	51,10%	0,00%	11,50%	3,18%
RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR									
Zona	Dados	Impermeabilidade (%) *				Permeabilidade (%)			
		Máxima	Mínima	Média	Mediana	Máxima	Mínima	Média	Mediana
AOP1	10	54,06%	0,00%	16,83%	11,89%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
AAC	10	48,25%	0,00%	10,85%	0,00%	3,59%	0,00%	0,36%	0,00%
ARA	0	-	-	-	-	-	-	-	-

* A taxa de impermeabilidade corresponde à área livre impermeável.

Tratando dos lotes unifamiliares, em muitos casos, o que ocorre nas zonas AAC e ARA, é a existência de um terreno grande, apenas com metade da ocupação, onde alguns moradores impermeabilizaram o espaço livre e outros mantiveram a vegetação natural.

Já no caso dos lotes multifamiliares, o levantamento apontou que apenas uma edificação apresentou valor de área permeável, sendo importante citar que a taxa de permeabilidade mínima para as três zonas é de 20%, independentemente do tipo de construção. Da mesma forma, vale ressaltar que a legislação atual é relativamente nova (2011) e que muitas residências foram construídas em período anterior ao início de sua vigência.

Um segundo levantamento foi realizado para identificar as tipologias arquitetônicas com maior recorrência, considerando o sistema de cobertura das edificações. Esta análise foi pensada visando a possível aplicação da técnica de telhado verde nas coberturas. Após a análise das 50 edificações, foi possível identificar seis tipos distintos de cobertura, sendo quatro tipos da arquitetura unifamiliar e dois tipos da arquitetura multifamiliar. A Figura 4 apresenta os croquis destas tipologias, sendo possível observar que, apesar do sistema de cobertura das edificações multifamiliares estarem separadas, elas seguem o mesmo modelo de dois sistemas presentes nas edificações unifamiliares, referente aos tipos T1/T4 e T5/T6, respectivamente.

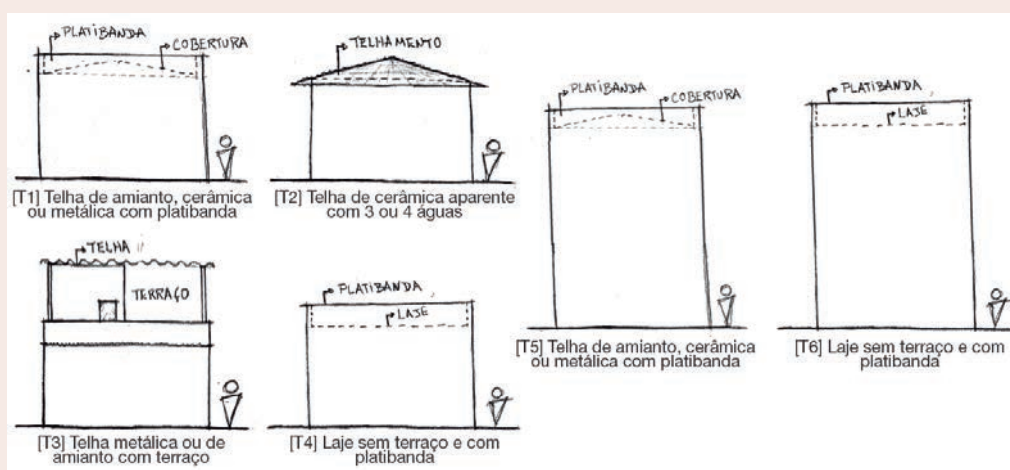


Figura 4. Sistemas de cobertura de maior recorrência no recorte de estudo.

4.3 APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS EM DRENAGEM URBANA EM LOTES HIPOTÉTICOS

Considerando o levantamento feito na etapa anterior e a legislação vigente na área de estudo, foram desenvolvidos três lotes hipotéticos por zona para a aplicação das técnicas compensatórias em drenagem urbana, apresentados por meio de croquis da implantação e corte esquemático nas Figuras 5, para lotes unifamiliares, e Figura 6, para lotes multifamiliares.

Tratando dos lotes unifamiliares hipotéticos, para a zona AOP1, foram consideradas três tipos de implantação, com as coberturas captando água e armazenando

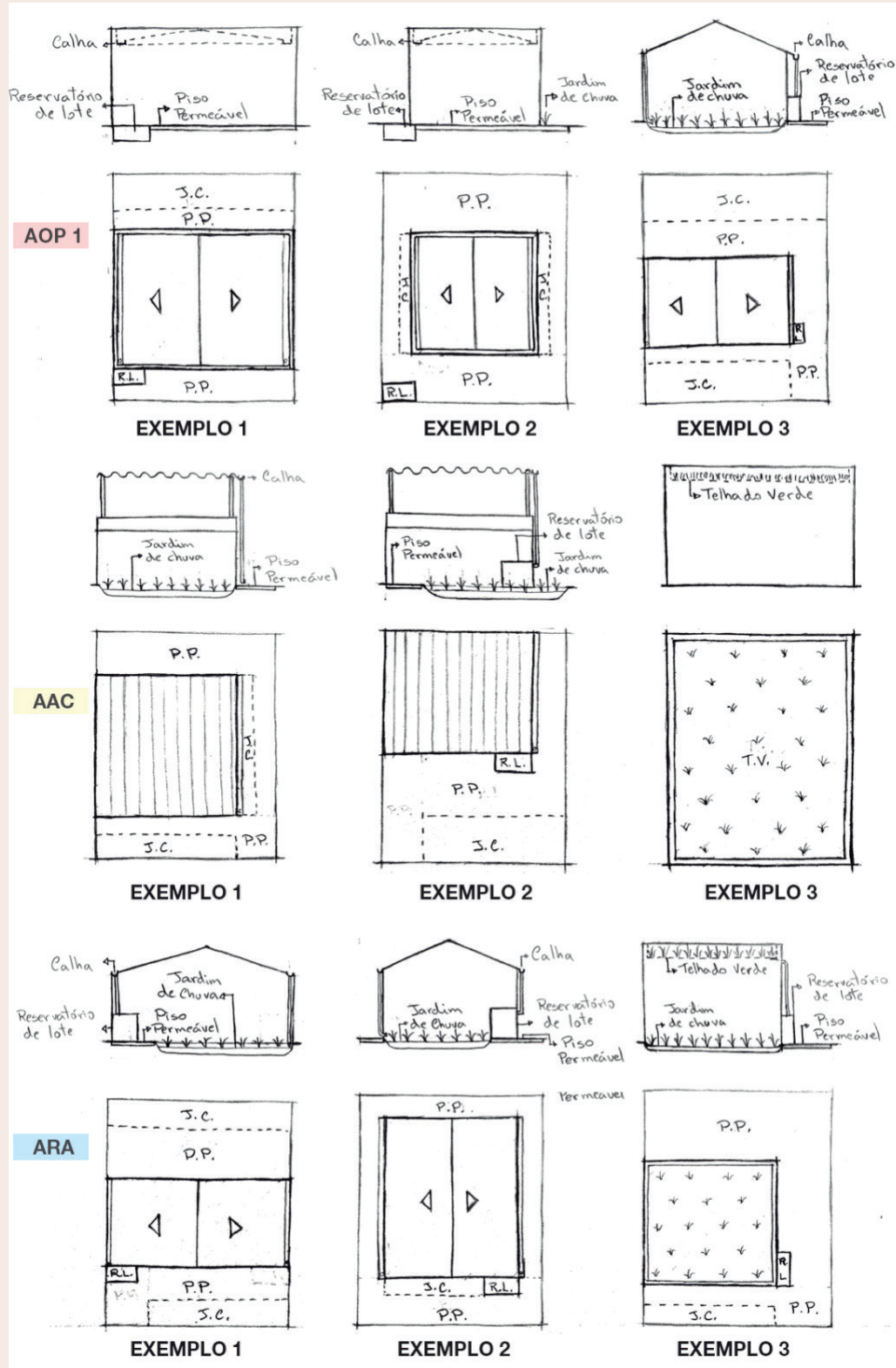


Figura 5. Planta e vista esquemáticas de implantação de tipologias arquitetônicas em lotes unifamiliares hipotéticos.

Já considerando as tipologias arquitetônicas em lotes multifamiliares hipotéticos, na zona AOP1 tem-se o exemplo 1 com 100% de ocupação do lote e a aplicação de

telhado verde. Em sequência, o exemplo 2 apresenta um lote com edificação que utiliza o térreo como garagem tendo a aplicação de piso permeável onde os automóveis transitam (área descoberta), e também apresentando captação de água de chuva no telhado com seu armazenamento no reservatório do térreo. Já o exemplo 3 possui todas as técnicas apresentadas neste estudo, considerando a possibilidade de o reservatório no térreo armazenar a água retida pelas outras técnicas.

Por fim tem-se o exemplo da zona AAC, onde a grande maioria das edificações estudadas ocupam 100% do lote. Assim, o exemplo 1 apresenta a possibilidade de posicionamento de reservatório de lote no térreo, considerando uma garagem ou área livre similar. O exemplo 2 difere deste, ao incluir telhado verde como técnica compensatória, além do reservatório. Já o exemplo 3, com menor ocupação, trabalha com todas as técnicas, sendo a área definida para o jardim de chuva menor considerando a utilização do térreo como garagem.

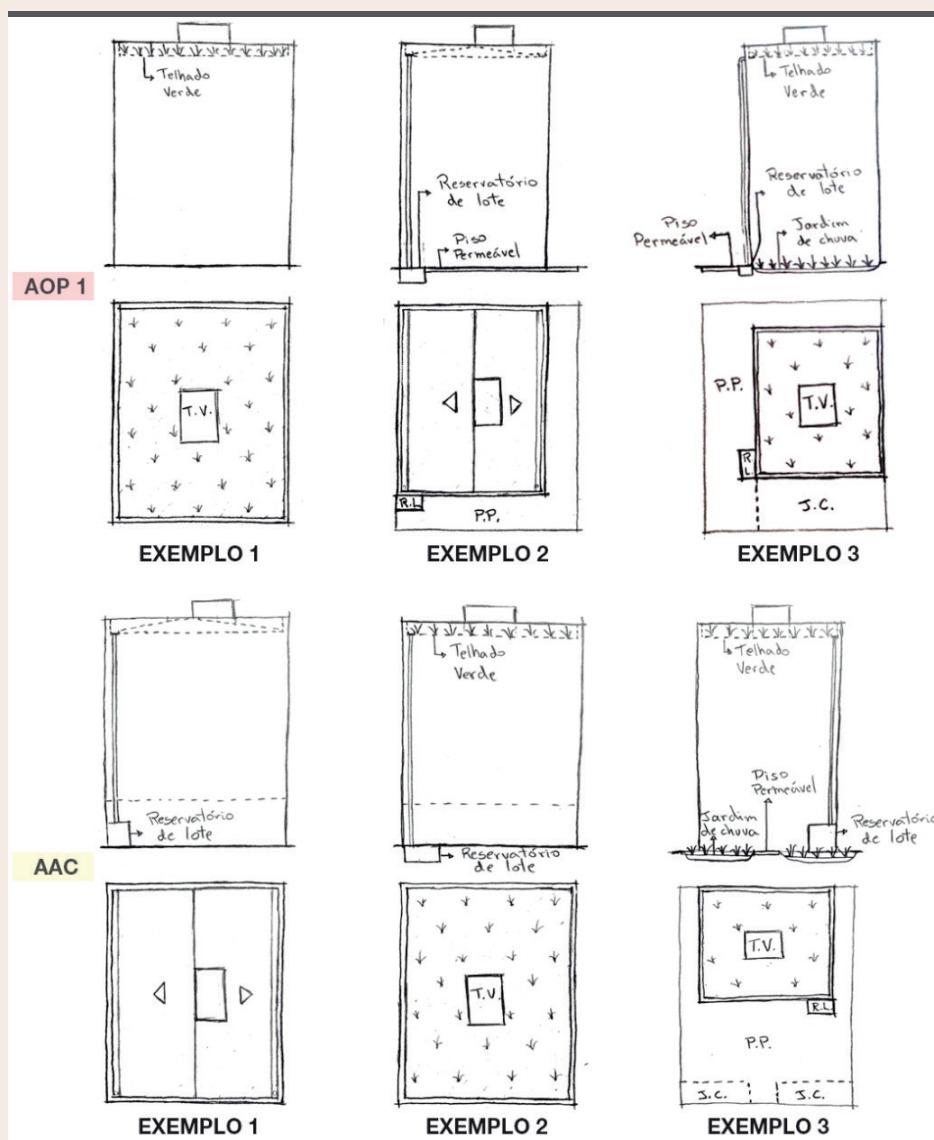


Figura 6. Planta e vista esquemáticas de implantação de tipologias arquitetônicas em lotes multifamiliares hipotéticos.

4.4 SUGESTÕES E DIRETRIZES

Após este estudo, foram formuladas algumas diretrizes gerais para o município de Mesquita, tendo como base as tipologias arquitetônicas e os lotes estudados, visando o mínimo de intervenção nos mesmos, tendo em vista que estas mudanças possuem um custo associado. São elas:

- Os telhados verdes podem ser implementados em tipologias de laje com platibanda. Para aplicação em outras coberturas, deve-se considerar os custos adicionais;
- Os reservatórios de lote podem ser aplicados em todas as tipologias arquitetônicas e de lote, observando-se apenas o espaço para seu posicionamento;
- Os reservatórios enterrados podem ser aplicados em áreas permeáveis ou, então, em áreas impermeáveis, desde que seja possível a remoção do pavimento existente;
- Para os jardins de chuva, deve-se considerar sua aplicação sobretudo em áreas permeáveis; em áreas impermeáveis deve-se considerar a retirada do pavimento existente, para que seja possível preparar o solo para receber a técnica compensatória corretamente;
- Por fim, no caso de pisos permeáveis, é possível sua aplicação em diferentes áreas, desde que o projeto preveja corretamente as camadas inferiores, que permitirão a infiltração, para não danificar a estrutura da edificação; é preciso, ainda, considerar a viabilidade da retirada de pavimento.

Ao considerar que Mesquita ainda possui alguns lotes não ocupados e áreas em processo de urbanização, visando um desenvolvimento mais sustentável e atentando para a manutenção da permeabilidade do solo, sugere-se, para novas edificações:

- A aplicação de telhados verdes, flexibilizando a técnica ao considerá-la desde a etapa de projeto de arquitetura e de cálculo estrutural;
- A utilização de piso permeável para áreas de acesso, passagem e estacionamento;
- A inclusão de reservatório de lote enterrado para reserva temporária do volume de águas pluviais captado no lote;
- A preservação da vegetação existente, visando a manutenção da permeabilidade no lote, sempre que possível;
- A aplicação de jardins de chuva, auxiliando na reservação de águas pluviais, na estética paisagística e no microclima;
- A elevação do pavimento térreo com a utilização de laje suspensa em relação ao terreno em edificações unifamiliares, e de pilotis em edificações multifamiliares, produzindo uma edificação resiliente às cheias.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo estudar tipologias arquitetônicas e sua respectiva implantação no lote para identificar a potencial aplicação de técnicas compensatórias em drenagem urbana na área urbana de Mesquita, Estado do Rio de Janeiro. Após a realização da pesquisa, foi possível estabelecer diretrizes gerais para implantação de tais técnicas no município estudado, buscando o mínimo de intervenção possível e observando em que casos há aumento de custo pelas particularidades de cada projeto. Tendo em vista a existência de lotes vazios na região, identificou-se também a potencialidade para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos sustentáveis.

Ressalta-se a importância do entendimento destas aplicações como algo benéfico a longo prazo, considerando que se trata de medidas de prevenção e, portanto, investimentos para o futuro. Nesse sentido, há a necessidade de conscientização ambiental da população, buscando adesão à implementação de tais técnicas. A possibilidade de incentivo fiscal pode também ser considerada pelo poder público como forma de facilitar esta adesão.

Cabe mencionar que a pandemia por COVID-19 foi um fator limitante para o estudo, porque dificultou o levantamento de informações e a consulta às legislações anteriores de forma presencial.

Por fim, como próximos passos, pretende-se realizar o estudo de tipologias arquitetônicas e das configurações nos lotes de edificações não-residenciais para aplicação de técnicas compensatórias em drenagem urbana; e a análise, por meio de modelagem matemática do território, considerando o percentual de 20% de permeabilidade apresentado na legislação, para avaliar se o valor é suficiente para redução significativa das lâminas de alagamento na Bacia do Rio Dona Eugênia.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baptista, M.; Nascimento, N.; Barraud, S. (2005). Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. Porto Alegre: ABRH. 266p.

Fletcher, T. D.; Shuster, W.; Hunt W. F.; Ashley, R.; Butler, D.; Arthur, S.; Trowsdale, S.; Barraud, S.; Semadeni-Davies, A.; Bertrand-Krajewski, J.; Mikkelsen, P. S.; Rivard, G.; Uhl, M.; Dagenais, D.; Viklander, M. (2015) SUDS, LID, BMPs, WSUD and more –The evolution and application of terminology surrounding urban drainage, Urban Water Journal, 525-542.

Lourenço, I.B.; Veról, A. P.; Miguez, M.G.; Britto, A.L.N.P. (2016). Rios Urbanos e Paisagens Multifuncionais: Estudo de Caso Rio Dona Eugênia. Paisagem e Ambiente, v. 36, p. 91-115.

MELBOURNE WATER. Introduction to WSUD. (2017). Disponível em: <https://melbournewater.com.au/building-and-works/stormwater-management/introduction-wsud>

Mesquita (2011). Lei complementar nº 15, de 14 de fevereiro de 2011. Aprova a lei de uso, ocupação e parcelamento do solo do município de Mesquita, e dá outras providências. Mesquita: Câmara Municipal. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-mesquita-rj>.

Miguez, M.G.; Veról, A.P.; Rezende, O.M. (2016). Drenagem Urbana: Do projeto tradicional à sustentabilidade. Rio de Janeiro: Elsevier.

Tomkin, J.; Theis, T. (2015). Sustainability: A Comprehensive Foundation. Disponível em: https://cnx.org/contents/F0Hv_Zza@43.5:HdWd2hN5@2/Foreword.

Veról, A.P.; Lourenço, I.B.; Fraga, J.P.R.; Battemarco, B.P.; Merlo, M.L.; Magalhaes, P.C.; Miguez, M.G. (2020). River Restoration Integrated with Sustainable Urban Water Management for Resilient Cities. Sustainability. v. 12, p. 4677.

Veról, A.P.; Miguez, M.G. (2019). The Influence of Low Impact Development in Flood Control for a Design Rainfall Event. Proceedings of the institution of civil engineers-Municipal Engineer, p. 1-23.

Veról, A.P.; Vazquez, E.G.; Miguez, M.G. (2019). Sistemas prediais hidráulicos e sanitários: projetos práticos e sustentáveis. Rio de Janeiro: Elsevier

Woods, B.B. *et al.* (2015). The SUDs Manual. Londres: CIRIA. 968p.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito da Cátedra UNESCO “Drenagem Urbana em Regiões de Baixada Costeira”, à qual os autores agradecem.

ARTIGO

USO MULTIFUNCIONAL DE TÉCNICAS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

AMBACK, Beatriz Cruz

(beatriz.amback@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

VERÓL, Aline Pires

(alineverol@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

REGO, Andrea Queiroz

(andrea.queiroz@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Sistema de Espaços Livres, Drenagem Urbana Sustentável, Resiliência Urbana, Multifuncionalidade.

RESUMO

Em áreas de urbanização consolidada e ocupação adensada, as inundações são um problema frequente; como tentativa de solucioná-las, o manejo de águas pluviais adquiriu diversas abordagens ao longo da história. No atual paradigma, entende-se que o viés mais vantajoso é o sustentável, ao propor a busca por um equilíbrio entre as necessidades do homem e a dinâmica da natureza. Neste sentido, este trabalho pretende integrar a um projeto urbano técnicas de drenagem urbana sustentável com foco no estudo do sistema de espaços livres da cidade, considerando uma abordagem resiliente. Na cidade do Rio de Janeiro, nota-se uma situação especialmente crítica na Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue, que drena para a Baía de Guanabara e sofre historicamente com inundações, devido a questões naturais e ao seu modelo de ocupação, que buscou afastar a água da cidade. Foram resgatados dois projetos urbanos preexistentes para a região, sendo um relativo à drenagem urbana e o outro a diretrizes paisagísticas em Espaços Livres públicos. Os projetos foram sobrepostos, levando à identificação de pontos de interseção. Foi também apresentado um diagnóstico da bacia hidrográfica com base em dados ambientais, paisagísticos e da sua infraestrutura, permitindo uma análise que levou à definição de um recorte para uma intervenção projetual. O trecho escolhido, no bairro do Grajaú, recebeu um projeto composto por estruturas de manejo de águas pluviais visando a Drenagem Urbana Sustentável integradas à paisagem urbana em espaços públicos. O projeto foi capaz de superar os valores calculados para armazenamento de água no projeto de drenagem, permitindo um armazenamento adicional. Além disso, foi capaz de atender às demandas sociais ao prever espaços de convívio e lazer, incorporando a multifuncionalidade, estratégia fundamental para garantir a vitalidade da cidade e construir a resiliência urbana.

1. INTRODUÇÃO

O surgimento das cidades, historicamente, esteve condicionado à presença de corpos hídricos, uma vez que esses viabilizavam a irrigação, forneciam água para consumo e higiene, favoreciam a comunicação, entre outras funções (BAPTISTA E CARDOSO, 2016). Entretanto, a ocupação humana desordenada pode impactar na qualidade ambiental dos corpos hídricos, que em muitos casos passam a receber indevidamente cargas sanitárias e resíduos sólidos, ter suas margens ocupadas, além da alteração no padrão de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica (VERÓL *et al.*, 2020).

Esse fenômeno foi intensificado a partir do século XVII, com a Revolução Industrial. Já no século XIX a abordagem higienista ganhou lugar, tanto na Europa quanto no Brasil, criando estruturas para o rápido escoamento da água, na tentativa de evitar a ocorrência de enchentes e de doenças de veiculação hídrica (BRITTO, 2012). Como resultado, os territórios contemporâneos passaram a ser vistos como produto de suas transformações e densificação, em detrimento das características naturais (BARBOSA; SOMEKH; MEULDER, 2020). Os rios deixaram de compor a paisagem da cidade e passaram a ser tratados como empecilhos no meio urbano, de modo que as soluções de drenagem buscavam afastar a água dos olhares dos cidadãos (MOSLER, 2021).

Já é entendido que essas estratégias tradicionais de manejo de águas não resolvem as ameaças de inundação e nem impedem a contaminação dos corpos hídricos, além de provocarem a perda de funções ecossistêmicas e do valor paisagístico. A macrodrenagem adquire, então, uma visão sistêmica, integrando o manejo sustentável de águas pluviais e o planejamento do espaço urbano, repensando o crescimento da cidade (BATTEMARCO *et al.*, 2018).

É necessário adotar uma percepção social desse problema, assim como incorporar a participação da população associada à política e ao meio ambiente, sob uma visão transdisciplinar (HERNÁNDEZ, 2019; ROTGER; AVERSA; JÁUREGUI, 2018).

O surgimento de técnicas sustentáveis para mitigação de cheias, em oposição à infraestrutura tradicional de drenagem, além de promover a resiliência urbana, traz a oportunidade de integração com a paisagem, possibilitando a qualificação de espaços (SERRE *et al.*, 2018).

2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo geral integrar a um projeto urbano técnicas de drenagem urbana sustentável com foco no estudo do sistema de espaços livres da cidade, considerando uma abordagem resiliente.

De forma específica, pretende-se valorizar o sistema de espaços livres públicos integrando espaços de circulação, de permanência e de caráter ambiental; elaborar

um projeto de desenho urbano multifuncional, aliando soluções de infraestrutura e lazer e incorporar infraestrutura verde e azul para a mitigação de cheias em espaços livres públicos.

3. METODOLOGIA

A metodologia de trabalho inicia com o levantamento de informações para a área de estudo, como dados estatísticos, históricos e projetos prévios, para realizar um diagnóstico. Cabe mencionar que alguns trabalhos progressos nortearam esta etapa: os textos de planejamento do PDUI/RJ (QUANTA-LERNER, 2017), do PD-MAP (2015) e do PBCM (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2000), assim como o Plano de Integração de Áreas Verdes das Regiões Administrativas de Tijuca e Vila Isabel (REGO e FIGUEIREDO, 2010) e a tese de Rezende (2018), que analisa e compara as propostas de diferentes planos.

A sobreposição das intervenções propostas por Rezende (2018) como solução resiliente para mitigação de cheias e do mapa conceitual proposto no Plano de Integração por Rego e Figueiredo (2010) foi a principal estratégia para a identificação de pontos de interesse. Foram mapeados todos os espaços que estavam previstos como potenciais receptores de técnicas compensatórias de drenagem urbana e, simultaneamente, indicados no Plano de Integração (REGO e FIGUEIREDO, 2010) como polos ou nós verdes.

Em seguida, foi desenvolvido um diagnóstico de aspectos paisagísticos, ambientais e da infraestrutura da bacia hidrográfica, que levou à definição do recorte. Foi feita uma caracterização dos espaços escolhidos para a intervenção, com o levantamento de potencialidades de cada espaço. A partir dessa análise, foram estabelecidas diretrizes referentes ao uso de técnicas compensatórias em drenagem urbana sustentável e ao paisagismo.

Foi feito também o levantamento e a análise de projetos existentes que utilizam técnicas de drenagem urbana sustentável em espaços públicos para serem usados como referência. Essa etapa indica a viabilidade da aplicação desse tipo de infraestrutura e possibilita a análise das diferentes estratégias em cada referência.

Com base nessas análises, foi possível desenvolver um projeto para o trecho escolhido, incluindo um projeto urbano geométrico e um projeto paisagístico para cada ponto de intervenção, incorporando as soluções de drenagem urbana sustentável escolhidas.

4. RESULTADOS

4.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO CANAL DO MANGUE

A bacia hidrográfica escolhida para estudo é a Bacia do Canal do Mangue, localizada nas Zonas Centro e Norte da cidade do Rio de Janeiro. Essa sub-bacia ocupa uma área de 45,4km² e é composta pelos rios Maracanã (8,5km), Joana (8,0km), Trapicheiros (5,9km), Comprido (4,5km) e Papa Couve (2,9km). Esses rios têm suas nascentes no Maciço da Tijuca ou na Serra do Engenho Novo, e afluem para o Canal do Mangue (1,4km), que deságua na Baía de Guanabara (PDMAP, 2015), conforme apresentado pela Figura 1.

A Bacia do Canal do Mangue foi escolhida como estudo de caso pois apresenta um histórico frequente de inundações, com grandes prejuízos econômicos, sociais e ambientais, cenário comum em paisagens brasileiras com urbanização consolidada, como é o caso desta bacia. O processo de urbanização alterou radicalmente as condições naturais da bacia, uma área originalmente alagadiça. As ações de aterramento e ocupação do solo, em uma tentativa de afastar a água da região, hoje têm como consequência fortes inundações em eventos de chuva.

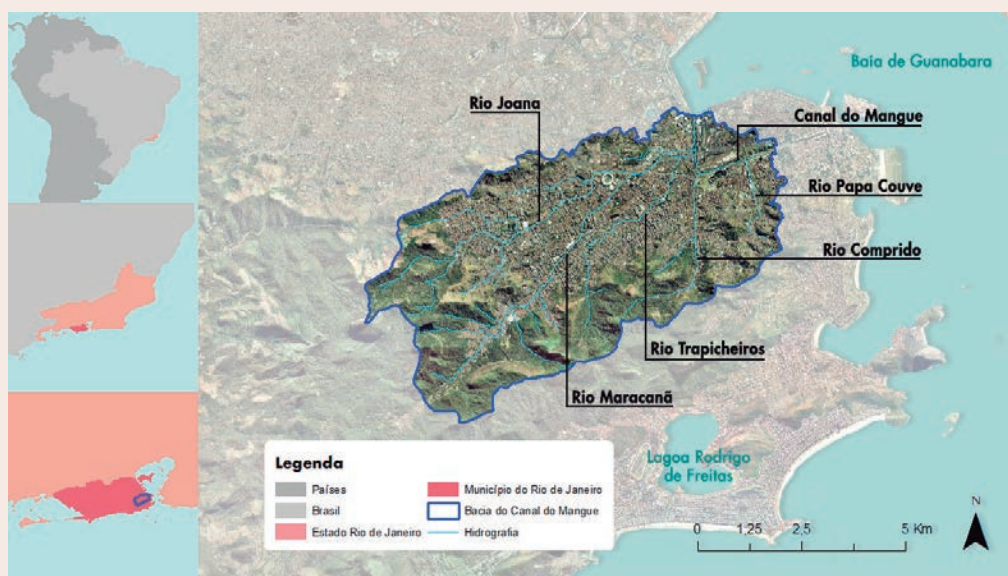


Figura 1. Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue, Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

4.2 SOBREPOSIÇÃO DOS PROJETOS DE FUNDAÇÃO COPPETEC (2000) E DE REGO E FIGUEIREDO (2010)

Para orientar o projeto de drenagem, tomou-se como base o Plano Diretor de Enchentes da Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue (PBCM) publicado pela Fundação Coppetec (2000), escolhido por apresentar medidas distribuídas pela bacia, que se mostram mais vantajosas e resilientes que medidas de maior capacidade

concentradas em poucos pontos. Já o Plano de Integração das Regiões Administrativas de Tijuca e Vila Isabel, de Rego e Figueiredo (2010) guiou a elaboração do projeto paisagístico. Este último identifica uma rede verde potencial, formada por espaços livres públicos, que muitas vezes coincidem com os espaços previstos para receber infraestrutura de drenagem urbana, e destaca também cinco circuitos, com base nas peculiaridades de cada trecho.

Foi feita, então, uma sobreposição de ambos os projetos, onde foram destacados todos os pontos de interseção, que simultaneamente foram abordados no Plano de Integração e têm potencial para receber infraestrutura de drenagem urbana. A Figura 2 mostra o resultado da sobreposição dos mapas, onde os pontos de infraestrutura de manejo de águas pluviais que também fazem parte do Plano de Integração estão circulados.

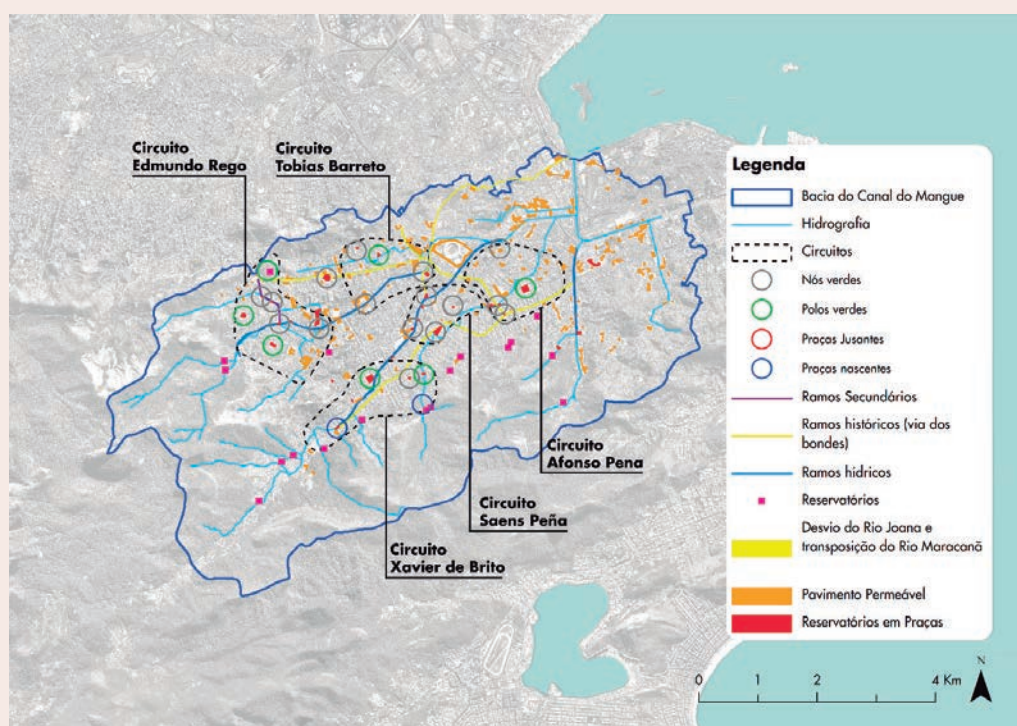


Figura 2. Locais com potencial para intervenção.

A sobreposição dos projetos mostra que há muitos pontos de interseção, principalmente nas praças que foram previstas como reservatórios, destacadas em vermelho no mapa. Muitas dessas praças são entendidas como nós verdes, enquanto outras, as maiores e mais arborizadas, estão classificadas como polos verdes.

4.3 DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO RECORTE DE ESTUDO

As análises cartográficas da bacia permitiram a compreensão das características de cada um dos cinco circuitos apontados por Rego e Figueiredo (2010) e a so-

breposição dos mapas de trabalhos prévios permitiu a identificação de possíveis pontos de interesse para a intervenção.

Optou-se por trabalhar em uma área mais próxima das encostas, pois é reconhecido o potencial desses espaços para a integração entre as malhas formal e a informal da cidade e também com a área verde presente no maciço. Em relação à drenagem urbana, intervenções próximas às encostas, ou seja, a montante na bacia hidrográfica, são vantajosas por apresentarem um impacto em toda a área a jusante.

Dentre os dois circuitos próximos à encosta, o escolhido para a intervenção foi o Circuito Edmundo Rego, que está localizado majoritariamente no bairro do Grajaú em uma área predominantemente residencial e de menor densidade, o que pode ser entendido como um potencial para intervenções urbanas. Essa escolha deve-se, também, à importância histórica do trecho. A área ocupada atualmente pelo Grajaú fazia parte do Andaraí Grande, e começou a ser ocupada na década de 1920 após receber o seu primeiro projeto de loteamento, na área onde está localizada a Praça Edmundo Rego, e expandiu-se em direção às encostas.

Optou-se pelo trecho correspondente ao primeiro loteamento do bairro, que apresenta maior relevância histórica, calçadas mais largas e gabaritos mais baixos. A Figura 3 mostra a localização do recorte dentro da Bacia Hidrográfica e do circuito e os pontos de intervenção, sendo eles as praças Edmundo Rego, a Praça Malvino Reis, o Largo Irmã Maria Martha Ward e as ruas Engenheiro Richard e Barão do Bom Retiro.



Figura 3. Delimitação do recorte para intervenção.

4.4 ESTRATÉGIAS PROJETOAIS

Para as estratégias projetuais, foram definidas ações voltadas à resiliência urbana, com foco na Drenagem Urbana Sustentável, e diretrizes paisagísticas, elaboradas com base nas características e potenciais de cada espaço de intervenção. Também foram estudadas referências projetuais com soluções semelhantes às previstas para o recorte. Em Rotterdam, na Holanda, foi construído o Watersquare Benthem-

plein, uma praça composta por três reservatórios que também funcionam como quadra e pista de patinação. Já o projeto Freyberg Place, na Nova Zelândia, consiste em uma grande escadaria escultural por onde passa um espelho d'água que simula um pequeno canal, fazendo referência a um corpo hídrico que passava por aquele trecho. Por fim, destaca-se também o Largo das Araucárias, em São Paulo, o primeiro jardim de chuva brasileiro, que demonstra preocupação com a drenagem urbana e com a preservação de espécies.

4.4.1 Ações voltadas à resiliência urbana

Na proposta de Rezende (2018), são propostos, calculados e simulados reservatórios em praças na Praça Edmundo Rego, Largo Maria Martha Ward e Praça Malvino Reis. Esse trabalho adotou inicialmente como diretriz a aplicação da técnica de bacias de retenção nesses três espaços. Foi levada em consideração, entretanto, a necessidade da integração com o projeto paisagístico, com a possibilidade de adoção de outras técnicas de drenagem urbana, caso a de reservatórios se mostrasse inadequada a um ou mais trechos.

Na Rua Engenheiro Richard há um canteiro central que também pode ser incorporado ao sistema de manejo de águas pluviais. Por ter o solo coberto por terra, optou-se por manter a permeabilidade com a adoção de jardins de chuva. Apesar de jardins de chuva não se mostrarem tão eficientes quanto reservatórios para a mitigação de cheias, não sendo capazes de reduzir significativamente o coeficiente de escoamento superficial, essa medida pode apresentar caráter complementar aos reservatórios. Além disso, destaca-se o valor paisagístico desse tipo de estratégia.

4.4.2 Diretrizes paisagísticas dos espaços livres

A Praça Edmundo Rego atualmente é bastante utilizada pela população e tem um programa voltado para o público infantil, com uma boa parcela da sua área voltada para um parque infantil. O projeto pretende manter o programa atual da praça e facilitar o seu acesso através de travessias e um novo projeto para as calçadas do seu entorno.

O Largo Irmã Maria Martha Ward está situado em um ponto onde o fluxo de veículos é apontado como problemático, portanto foram estudadas alternativas para o seu desenho urbano. Para a Praça Malvino Reis é apontada a necessidade de uma maior integração entre os seus espaços, promovendo conectividade.

4.5 O PROJETO

O projeto consistiu, inicialmente, na alteração do desenho geométrico urbano nos trechos definidos como problemáticos nas diretrizes paisagísticas. Foi, então, estudada a viabilidade da implantação das estruturas de drenagem urbana sustentável indicadas nas diretrizes ao novo desenho das quadras. Foi feito um projeto de pavi-

mentação e de posteamento para todas as calçadas presentes no recorte, além do posicionamento de canteiros e jardins de chuva, com a manutenção das árvores existentes e a inserção de novas.

Visto que a Praça Edmundo Rego já foi objeto de pesquisas e publicações que previram um projeto de armazenamento de águas pluviais, como em Miguez *et al.* (2007), essa pesquisa dá ênfase ao seu entorno. A praça recebeu novas travessias e o reposicionamento de alguns elementos, como estacionamentos e abrigos de ônibus.

Já a Avenida Engenheiro Richard (Figura 4) recebeu jardins de chuva no canteiro central e nas calçadas, em toda a sua extensão. Sobre os jardins de chuva do canteiro central, foram posicionados decks de madeira ecológica, permitindo a caminhabilidade.



Figura 4. Corte Perspectivado da Avenida Engenheiro Richard.

O Largo Irmã Maria Martha Ward (Figura 5) recebeu um novo desenho, seguindo o alinhamento do canteiro central da Avenida Engenheiro Richard. Para um projeto paisagístico coerente, optou-se por adotar o jardim de chuva como solução para esse trecho.

É entendido que um reservatório é capaz de armazenar maiores volumes de água que um jardim de chuva, dessa forma, enquanto o volume calculado era de 245m^3 , o jardim de chuva foi capaz de armazenar somente 139m^3 . Entretanto, o somatório do jardim de chuva do largo com os demais jardins de chuva do projeto, que não fazem parte do projeto de Rezende (2018), atinge um volume de $520,4\text{m}^3$, ultrapassando o volume calculado.

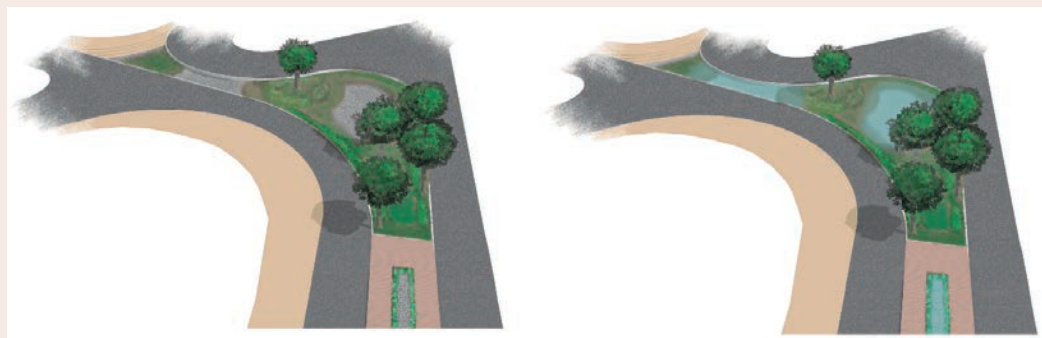


Figura 5. Perspectiva do Largo Irmã Maria Martha Ward vazio e cheio.

A Praça Malvino Reis (Figura 6) recebeu uma bacia de retenção, assim como determinado na proposta de Rezende (2018). Com o novo desenho urbano, a praça aumentou significativamente a sua área, o que permitiu a criação de um reservatório de 769m^2 de área e $570,4\text{m}^3$ de volume de armazenamento, enquanto o volume calculado era de 372m^3 .



Figura 6. Perspectiva da Praça Malvino Reis.

Apesar da adaptação das diretrizes que resultou na substituição do reservatório do Largo Irmã Maria Martha Ward por um jardim de chuva, o volume total de armazenamento do projeto superou 13,4% o volume calculado, gerando um ganho adicional em relação ao projeto de Rezende (2018).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sobreposição entre os trabalhos de Rezende (2018) e Rego e Figueiredo (2010) ressalta a importância de uma visão transdisciplinar em projetos urbanos. Apesar de terem sido desenvolvidos separadamente, os projetos apresentam diversos pontos de interseção. Orienta-se, então, que futuros projetos paisagísticos e de drenagem urbana sejam desenvolvidos de forma conjunta, garantindo que a integração entre ambas as áreas seja pensada de forma coerente.

A multifuncionalidade mostrou-se fundamental para garantir a vitalidade da cidade e construir a resiliência urbana, com o máximo aproveitamento dos espaços livres existentes no recorte estudado. Dessa forma, foi possível aliar estruturas de drenagem urbana sustentável ao paisagismo através do projeto de espaços de convívio e contemplação que também tem como função a mitigação de cheias. Propõe-se que sejam elaborados projetos urbanos para outros pontos da mesma Bacia Hidrográfica, além da sua análise em diferentes escalas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baptista, M.; Cardoso, A. (2016). Rios e cidades. Revista da Universidade Federal de Minas Gerais. DOI: 10.35699/2316-770x.2013.2693.
- Barbosa, E. R.de Q.; Somekh, N.; Meulder, B. (2020). O rio, a ferrovia e a marginal: infraestrutura e ambiente na ocupação da várzea do Tietê em São Paulo. Cadernos Metrôpole, v. 22, n. 48. DOI: 10.1590/2236-9996.2020-4809.
- Battemarco, B. P.; Yamamoto, L.; Veról, A. P.; Rêgo, A.; Vasconcellos, V.; Miguez, M. G. (2018). Sistemas de espaços livres e drenagem urbana. Paisagem e Ambiente, [S. l.], n. 42, p. 55-74. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.voi42p55-74.
- Britto, A. L. (2012). Rainwater in Two City Plans for Rio De Janeiro in the Xx Century : Between Hygienism and Sustainability. In: 15th International Planning History Society Conference 2012, São Paulo. Anais [...]. São Paulo.
- Fundação Coppetec. (2000). Execução de concepção e de projetos de obras civis e ações de controle das enchentes na Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue. Rio de Janeiro;
- Hernandez, M. (2019). Movimiento de redención ecológica de la cuenca del Río Piracicaba: una experiencia de acción colectiva. Cadernos Metrôpole, v. 21, n. 46. DOI: 10.1590/2236-9996.2019-4610.
- Miguez, M. G.; Mascarenhas F. C. B.; Magalhães, L. P. C. (2007). Multifunctional landscapes for urban flood control in developing countries. International Journal of Sustainable Development and Planning. 2(2), 153-166. DOI: 10.2495/SDP-V-2-N2-153-166.
- Mosler, S. (2021). The transformative role of rivers in the evolution of urban landscapes: a case study from urban rivers of Chelmsford in Essex. Journal of Urban Design, v. 26, n. 1, p. 95-116. DOI: 10.1080/13574809.2020.1835466.
- PDMAP. (2015). Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro. Secretaria Municipal de Obras, Subsecretaria de Gestão de Bacias Hidrográficas, Rio-Águas, Rio de Janeiro.
- Quanta-Lerner. (2017). Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. DOI: 10.1017/CBO9781107415324.004. Disponível em: <http://www.modelarametropole.com.br>.
- Rego, A. Q.; Figueiredo, N. de O. (2010). A Floresta na Cidade: o planejamento de corredores verdes e a requalificação de espaços livres para a melhoria da paisagem

urbana de Tijuca e Vila Isabel – RJ . In: Encontro Nacional de Ensino de Paisagismo em Escolas de Arquitetura e Urbanismo do Brasil 2010, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre

Rezende, O. M. (2018). Análise Quantitativa da Resiliência a Inundações para o Planejamento Urbano: Caso da Bacia do Canal do Mangue no Rio de Janeiro. 2018. Tese de DSc., COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Rotger, D. V.; Aversa, M.; Jauregui, E. (2018). Cambio climático, inundaciones y “lagunas” de información. Análisis de inundaciones a través del rastreo de artículos periodísticos en el Gran La Plata (Buenos Aires, Argentina). *Cadernos Metrópole*, v. 20, n. 42. DOI: 10.1590/2236-9996.2018-4201.

Serre, D.; Barroca, B.; Balsells, M.; Becue, V. (2018). Contributing to urban resilience to floods with neighbourhood design: the case of Am Sandtorkai/Dalmanckai in Hamburg. In: *Journal of Flood Risk Management*, Anais [...].DOI: 10.1111/jfr3.12253.

Veról, A. P.; Lourenço, I. B.; Fraga, J. P. R.; Battemarco, B. P.; Merlo, M. L.; De Magalhães, P. C.; Miguez, M. G. (2020). River restoration integrated with sustainable urban water management for resilient cities. *Sustainability (Switzerland)*, v. 12, n. 11. DOI: 10.3390/su12114677.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito da Cátedra UNESCO “Drenagem Urbana em Regiões de Baixada Costeira”, à qual as autoras agradecem. Os autores agradecem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) [Código de Financiamento 001; 88887.623542/2021-00].

ARTIGO

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: POLÍTICAS PÚBLICAS NACIONAL E CAPACIDADE INSTALADA NOS ESTADOS BRASILEIROS

KUMMER, Débora Cristiele

(arqdeborakummer@gmail.com)

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil

SANTOS, Ísis Portolan dos

(isis.santos@ufsm.br)

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Energia Solar Fotovoltaica, Políticas Públicas, Capacidade Instalada, Estados Brasileiros.

RESUMO

A matriz energética brasileira possui características específicas que a difere da maioria dos países e da matriz mundial, pois possui significativa participação de fontes renováveis (83,25%), principalmente, devido a fonte hídrica que corresponde a 62% (SIGA, 2021). Porém, desde a crise no abastecimento energético, entre os anos de 2001/2002, esforços governamentais têm sido realizados aspirando a diversificação das fontes de energia, inicialmente, com a aprovação da Lei Nº 10.438/2002, que instituiu o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa).

Com isso, o objetivo deste trabalho é avaliar como as políticas públicas tem influenciado na potência instalada de energia renovável solar fotovoltaica (FV) de geração concentrada e distribuída no Brasil. Para isso, propõem-se uma avaliação das políticas públicas, bem como, a espacialização por meio do mapeamento da distribuição estadual da potência instalada de energia solar FV. Na geração distribuída a uma maior potência instalada nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste que ocorreu, principalmente, a partir de sua regulamentação através da Resolução Normativa 482/2012.

Já na forma de geração centralizada, há um predomínio de instalações na região Nordeste e Sudeste, com o maior número de instalações a partir de 2014, com os leilões ofertados pelo governo federal. Sendo assim, considera-se que o poder público possui forte impacto sobre o setor FV nacional, de modo que, sua expansão se deu após a sua regulamentação e a oferta de leilões. Com isso, cabe ao poder público viabilizar o crescimento energético solar fotovoltaico e, conseqüentemente, a diversificação da matriz energética do país.

1. INTRODUÇÃO

O aproveitamento da energia gerada pelo Sol, inesgotável na escala terrestre de tempo, tanto como fonte de calor quanto de luz, é hoje uma das alternativas energéticas mais promissoras para prover a energia necessária ao desenvolvimento humano (Pinho; Galdino, 2014). No ano de 2020, o mercado de energia solar fotovoltaica mundial aumentou mais de 22%, propiciando uma adição anual de 139 GW. Isso se deu, em especial, pelo aumento da potência instalada em 2020, se comparado ao ano de 2019, por países como a China (48,2 GW), Estados Unidos (19,2 GW), Vietnã (11,1 GW) Japão (8,2 GW) e Alemanha (4,9 GW) os quais foram responsáveis por quase 66% capacidade total instalada. Além da contribuição de mercados emergentes em todo o mundo, incluindo o Brasil com uma adição de 3,1 GW em sua capacidade solar (REN21, 2021).

Embora a fonte hídrica seja predominante na matriz energética brasileira (62%), outras fontes de energia também ajudam a suprir a demanda do país como as termelétricas (25,45%), eólica (10,60%), fotovoltaica (1,94%) e, ainda a nível de estudo, a energia proveniente das marés com uma potência associada de 50kW (SIGA, 2021). Entretanto, essa dependência energética da fonte hídrica tem sido uma das principais preocupações do setor energético nacional, já que, conforme Konrad et al. (2016) é um sistema vulnerável devido a dependência dos índices pluviométricos, comprometendo a segurança energética e a garantia de oferta de energia para a população.

Essa dependência do sistema foi o que ocasionou, entre junho de 2001 e fevereiro de 2002, conforme ANEEL (2008), a maior crise de abastecimento motivada pelas condições hidrológicas extremamente desfavoráveis no Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Porém, esse cenário está se repetindo novamente, no ano de 2021, com uma das maiores estiagens vivenciadas na região Sul e Sudeste dos últimos 91 anos (Albuquerque, 2021).

O Brasil é privilegiado no que diz respeito a sua extensão e diversidade ambiental e, conseqüentemente, na possibilidade de explorar diferentes fontes energéticas. Com ênfase na energia solar FV, embora, os índices de irradiação solar não sejam homogêneos em todo o território brasileiro o mesmo ainda assim possui um vasto recurso solar a ser explorado. Em 2002, em sua primeira edição, o Atlas de Energia Elétrica do Brasil apresentou a análise a qual tomou como referência um índice médio global de irradiação solar no Brasil de 1.800 kWh/m² ao ano, o consumo total de energia elétrica de 1998 (que foi cerca de 300 TWh) e uma eficiência de conversão dos módulos FV de 12%. Como resultado, seriam necessários 1.400 km² de coletores solares (0,016% do território nacional), o que corresponde a somente 5% da área alagada por usinas hidrelétricas no Brasil (ANEEL, 2002).

Entretanto, desde então os sistemas de conversão se tornaram mais eficientes, entre 15% à 22%, conforme Pes, Martins e Pereira (2018). Porém, a demanda por energia elétrica também aumentou significativamente sendo que, no ano de 2020, o consumo final foi de 475 TWh (AEEE, 2021). Nesse sentido, quase 20 anos depois, atualizando a primeira análise tendo-se como referência a área do território brasileiro de 8.510.345,538 km² (IBGE,2020), considerando um rendimento

dos módulos (18%) e o consumo de 475 TWh, ao final de 2020, seria necessária uma área de 1.477,777 km² (0,017% do território nacional), visando um comparativo, destaca-se que o Distrito Federal possui uma dimensão territorial de 5.760,784 km² (IBGE, 2020).

Sendo assim, o presente trabalho aspira avaliar as áreas com maior índice de irradiação solar no território brasileiro, bem como, identificar a configuração da distribuição estadual dos sistemas tanto de energia solar FV concentrada quanto distribuída e relacionar as áreas com a maior potência instalada com as áreas de maior irradiação solar. Além disso, identificar como as políticas públicas tem corroborado para o aumento da segurança de suprimento e a diversificação renovável da matriz elétrica brasileira, por meio da utilização da fonte da energia solar FV

2. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O território brasileiro recebe bons índices de irradiação solar apesar das suas diferenças climáticas, como pode-se observar na Figura 1. Pereira e Martins (2018), destacam que as regiões Nordeste e Centro-Oeste possuem o maior recebimento de irradiação solar. A região Norte embora esteja próxima da linha de equador tem sua média anual de irradiação solar comparável a região Sul, sendo que no período do verão a região sul apresenta índices maiores, e no período de inverno a região norte recebe maior incidência de irradiação solar global. Isso se deve à climatologia da região amazônica que apresenta nebulosidade e precipitação elevadas no verão, e na região Sul devido às incursões de frentes frias provenientes da região Antártica, no período do inverno.

No entanto, ainda assim essas regiões possuem índices de irradiação solar maiores que outros países como, por exemplo, os europeus que empregam largamente o sistema solar fotovoltaico. Destaca-se que Alemanha é um dos países com a maior potência instalada nível mundial, contudo, seu índice de irradiação solar é 40% menor do que região menos ensolarada do Brasil (Junior; Souza, 2020) com uma média de 2.978 kWh/m² dia, diferentemente do Brasil que possui uma média de irradiação solar de 5,276 kWh/m² dia (World Bank Group, 2020).

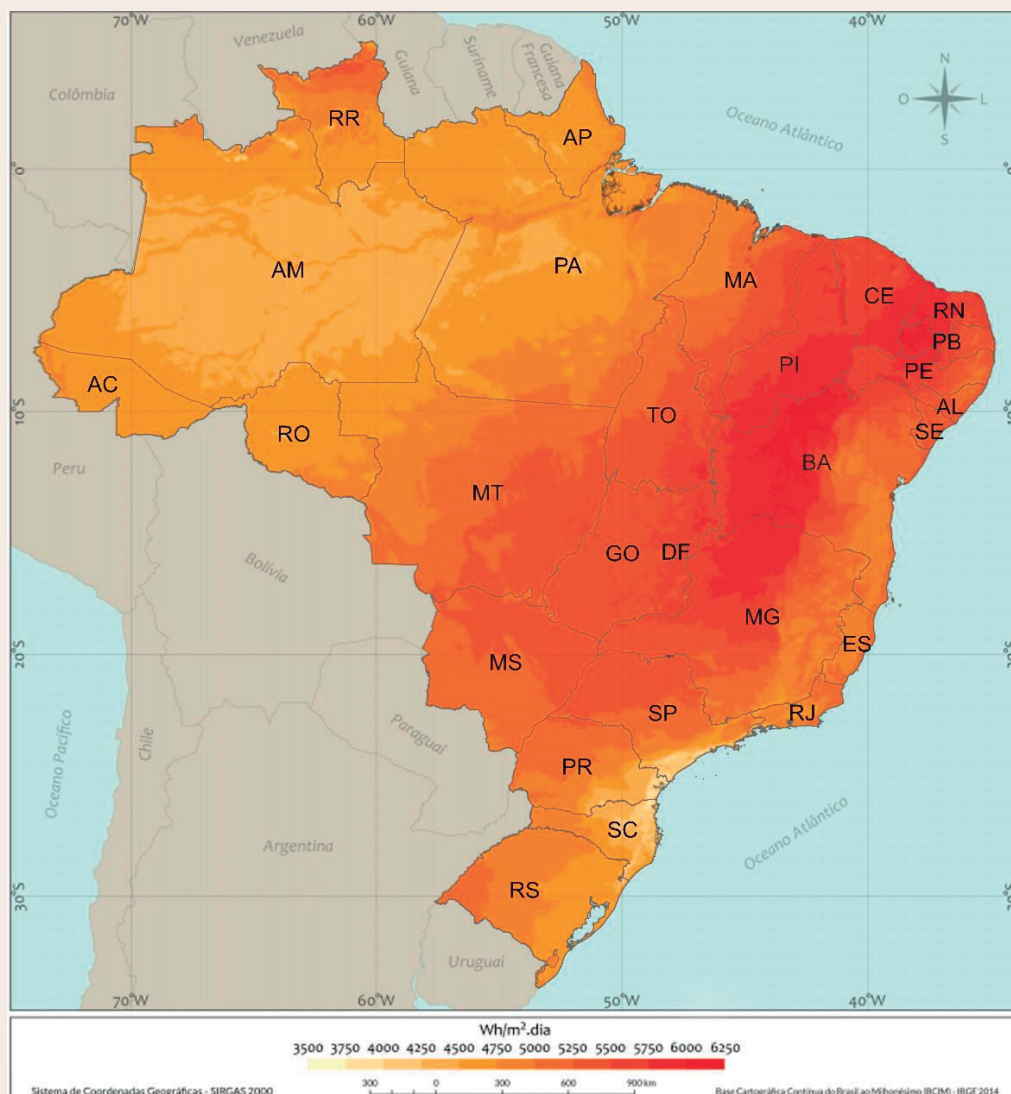


Figura 1. Radiação solar anual no território brasileiro, adaptado de Pereira et al. (2017).

Embora, a produção industrial de módulos FV tenha iniciada no ano de 1956 (Pinho; Galdino, 2014), foi a partir de 2011 que essa tecnologia passou a ser inserida com maior destaque no Brasil. Sendo esse um resultado das discussões geradas pelo Grupo Setorial de Energia Fotovoltaica da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) e pela comissão de estudos CE-03:082.01 do Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações (COBEI), responsável pela elaboração das normas para a conexão de inversores fotovoltaicos à rede elétrica (Villalva, 2015).

A primeira instalação registrada do sistema na forma de geração distribuída (SISGD) foi em 2008, na região Sudeste, mais especificamente em Bocaiúva-MG, para uso comercial do Grupo CEMIG. Entretanto, a regulamentação da geração distribuída ocorreu somente no ano de 2012, quando foi aprovada pela ANEEL a minuta da Resolução Normativa nº 482/2012 a qual foi reeditada, posteriormente, culminando na Resolução Normativa nº 687/2015 que permite a microgeração e a minigeração de energia elétrica a partir de fontes renováveis e alternativas com sistemas de geração distribuída conectados às redes elétricas de baixa tensão, bem como, o sistema de compensação de energia.

Atualmente, está ocorrendo a revisão da normativa referente a microgeração e a minigeração distribuída, destaca-se que essa revisão já estava prevista desde a publicação da resolução 687/2015, e iniciou em maio de 2018. Porém, as alterações propostas pela ANEEL não tiveram uma boa recepção por parte dos consumidores (pessoas físicas), pequenos/médios empresários e comerciantes representantes de energia solar FV, diante desse embate o tema chegou ao Congresso Nacional, o qual vem se envolvendo na revisão da REN 482/2012 desde o ano de 2019.

Nesse contexto, de autoria do parlamentar Silas Câmara apresentou-se o Projeto de Lei (PL) 5829/2019 (BRASIL, 2019), que em setembro de 2021, foi aprovado pela Câmara dos Deputados e mantém as isenções atuais aos mini e microgeradores de energia até o ano de 2045 (inclusive para quem protocolar o sistema até doze meses após a publicação da lei). Entretanto, as regras mudam para os novos geradores, que terão que seguir as regras de transição para o pagamento total dos encargos de uso da rede, nestes valores estão a infraestrutura, os custos de manutenção, a operação e depreciação dos equipamentos. Os novos geradores pagarão 15% dos encargos, com incremento de mais 15% a cada ano, até atingir 100% em 2029 (BARBIÉRI, 2021).

A geração de energia centralizada, por sua vez, a primeira instalação ocorreu no ano de 2011, quando a empresa MPX Energia pertencente ao Grupo EBX, do empresário Eike Batista instalou o primeiro parque fotovoltaico, com uma potência inicial de 1MW, no município de Tauá no estado do Ceará. As instalações na forma de geração centralizada, ganharam impulso a partir de 2014, em virtude, dos leilões ofertados por parte do governo federal motivando, assim, empresas e investidores a ampliarem os empreendimentos nesse setor.

Como resultados das políticas desenvolvidas na última década, em especial, a regulamentação da geração distribuída com a Resolução Normativa nº 482/2012 e os leilões ofertados pelo governo federal para sistemas de geração centralizada o Brasil possuía, em julho de 2021, uma potência instalada de 6.307,10 MW no sistema de geração distribuída e 3.430,26 MW no sistema de geração centralizada (SIGA, 2021) destaca-se que, no ano de 2020, o Brasil adicionou 31 GW, 68,6% acima do que em 2019 (REN21, 2021). Na Tabela 1, pode-se observar o crescente número de sistemas FV no país desde o princípio de suas instalações, e no ano de 2021, até o início do mês de setembro.

Ano	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
GD	0,025	0,023	0,04	0,09	0,46	1,47	2,65	9,69	49,55	127,81	400,58	1533,56	2.658,33	2.245,15
GC	—	—	—	5,16	0,03	4,44	5,57	11,44	32,67	94,77	828,55	651,31	807,15	451,36

Tabela 1. Potência instalada de energia FV distribuída (GD) e centralizada (GC), em MW.

Além disso, cabe destacar a Política Nacional de Energia Solar Fotovoltaica – Pro-nasolar instituída pelo Projeto de Lei Nº 10.370/2018 que tem como meta a instalação de empreendimentos de geração de energia elétrica solares fotovoltaicos no Brasil, representando uma potência nominal acumulada conectada ao Sistema Interligado Nacional de pelo menos 30.000 MW até o final de 2030, incluídos nes-

ta potência os sistemas de geração distribuída solar fotovoltaica e os sistemas de geração centralizada solar fotovoltaica. Assim, essa política é composta por ações, projetos e programas destinados a pessoas físicas e jurídicas, no setor público e privado, e nos meios urbano e rural. Um dos principais pontos dessa legislação é a disponibilização de linhas de crédito e investimentos tanto para a instalação dos sistemas quanto para pesquisas e desenvolvimento do setor.

3. CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA SOLAR FV POR ESTADO BRASILEIRO

Para avaliar a potência instalada por estado, inicialmente, realizou-se um levantamento das informações disponibilizadas, em julho de 2021, pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) no Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA) para geração de energia centralizada, e no Sistema de Registro da Geração Distribuída (SISGD) para a geração de energia distribuída.

Em seguida, com o arquivo em formato *shapefile*¹ do território brasileiro e seus respectivos estados disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020) cruzou-se as informações em *software* de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e categorizou-se os estados de acordo com a sua potência instalada, resultando em um mapeamento do território nacional tanto para o sistema de geração centralizada quanto distribuída.

3.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA CENTRALIZADA

O Brasil contava, até o mês de julho de 2021, com 4.287 parques fotovoltaicos de energia centralizada em operação, totalizando uma potência instalada de 3.430,26 MW. Na Tabela 2 pode-se observar a potência instalada por estado, em ordem decrescente.

PI	BA	MG	SP	CE	PE	PB	RN	SC
1.033,75	782,66	541,94	382,42	219,03	167,66	136,38	123,93	8,19
TO	RS	RJ	PA	AP	MT	ES	RO	MS
5	4,31	4,28	4,15	4,03	3,97	3,07	2,27	2
AL	PR	MA	AM	DF	AC	RR	GO	SE
0,44	0,27	0,26	0,17	0	0	0	0	0

Tabela 2. Potência instalada de energia FV centralizada por unidade da federação, em MW.

¹ *Shapefile* - arquivo que pode descrever espacialmente qualidades vetoriais como pontos, linhas e polígonos georreferenciados em sistema SIG (ESRI, 1998).

Com base na Tabela 2 é possível perceber que os estados do Piauí e da Bahia concentram mais de 53% da produção energética com 1.033,75 MW e 782,66 MW, respectivamente. Os estados de Minas Gerais, São Paulo e Ceará também possuem uma potência representativa com um somatório de 1.143,39 MW.

Com uma capacidade entre 200 MW e 100 MW tem-se os estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Já com uma potência reduzida há o estado de Santa Catarina que possui 8,19 MW, seguido dos estados Tocantins, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Pará, Amapá, Mato Grosso, Espírito Santo, Rondônia e Mato Grosso do Sul que possuem uma capacidade entre 2 MW e 5 MW.

E com menos de 1 MW de potência instalada há os estados de Alagoas, Paraná, Maranhão e Amazônia. Além disso, salienta-se que o Distrito Federal e os estados do Acre, Roraima, Goiás e Sergipe não apresentam nenhum registro de instalação na forma de geração centralizada. Essa distribuição no território pode ser melhor analisada na Figura 2

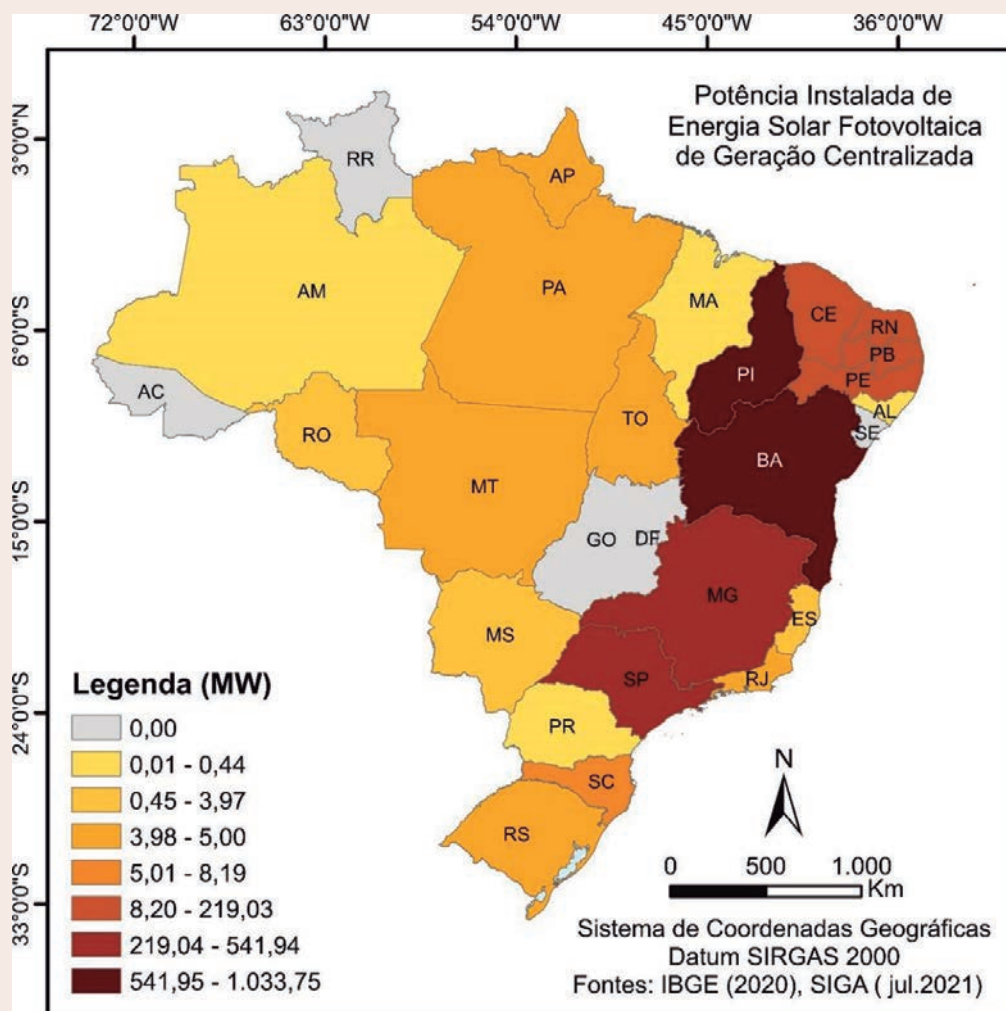


Figura 2. Potência Instalada Estadual de Energia Solar FV de Geração Centralizada.

Destaca-se que os estados de Goiás e Sergipe estão em uma área privilegiada do território quanto aos níveis de irradiação solar, entretanto, não possuem registro de nenhuma instalação de geração centraliza. Além disso, o território dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins e Maranhão que possuem altos índices de irradiação também podem vir a ser melhor explorados.

3.2 SISTEMAS DE ENERGIA FV DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (GD)

Até julho de 2021, o Brasil contava com uma potência instalada de energia FV de 6.446,06 MW na forma de geração distribuída (SISGD, 2021). Na Tabela 3 é possível analisar a potência instalada em cada unidade da federação em ordem decrescente.

MG	SP	RS	MT	PR	GO	RJ	SC	CE
1.193,41	798,39	778,7	491,78	351,33	343,97	288,82	249,95	231,72
BA	MS	PE	PA	PI	MA	RN	ES	PB
212,53	180,39	178,22	150,09	133,96	129,55	126,15	116,96	112,89
TO	DF	RO	AL	SE	AM	AC	AP	RR
77,94	74,25	70,87	52,02	38,56	32,64	13,04	9,56	8,2

Tabela 3. Potência instalada de energia FV distribuída por unidade da federação, em MW.

Observa-se que os estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul e Mato Grosso concentravam mais de 50% da produção de energia FV distribuída no país, totalizando 3.262,28 MW. Com uma potência entre 200 e 400 MW tem-se os estados do Paraná, Goiás, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Ceará e Bahia que representa 26% da produção total.

Já os estados do Mato Grosso do Sul, Pernambuco, Pará, PiauÍ, Maranhão, Rio Grande do Norte, Espírito Santo e Paraíba possuem uma capacidade instalada entre 100 e 200 MW, o que corresponde a 17% do total. Por fim, com menos de 100 MW instalados tem-se o Distrito Federal e os estados de Tocantins, Rondônia, Alagoas, Sergipe, Amazonas e Acre que contribuem com 6% para a produção de energia FV de geração distribuída no país. E com menos de 10 MW de potência instalada há os estados do Amapá e Roraima.

Destaca-se que do total de 548.025 instalações FV existentes no país, a maior parte se deu nos anos de 2019 (122.562 instalações), 2020 (208.153 instalações) e 2021, até então com 159.181 instalações. Além disso, com base na regulamentação REN 482/2012 que possibilitou o consumo energético em mais de uma unidade consumidora há 548.025 instalações FV de geração distribuída, contudo, são 684.020 unidades que recebem os créditos produzidos por esses sistemas. A classe de consumo e sua respectiva potência instalada podem ser analisadas na Tabela 4.

Classe	QTD GD	Uc rec créditos	Pot. Instalada (MW)
Comercial	81.517	119.566	2.290,56
Iluminação Pública	33	40	1,02
Industrial	11.638	15.230	515,02
Poder Público	1.911	3.043	77,79
Residencial	413.256	489.897	2.600,69
Rural	39.539	56.006	839,46
Serviço Público	131	238	7
Total	548.025	684.020	6.331,57

Tabela 4. Distribuição da potência instalada em GD por classe de consumo

Nota-se um predomínio significativo de instalações FV em imóveis residências, correspondendo por 76% do total instalado, com uma potência de 2.600,69 MW. Entretanto, embora com um número de instalações bem reduzido quando comparado ao residencial, observa-se que a potência instalada na classe comercial equiparasse ao total da classe residencial. Em contraponto, as classes públicas (Poder Público, Serviço Público e Iluminação Pública) representam o menor número de potência e instalações de sistemas FV de geração distribuída, representando menos de 1% do total instalado.

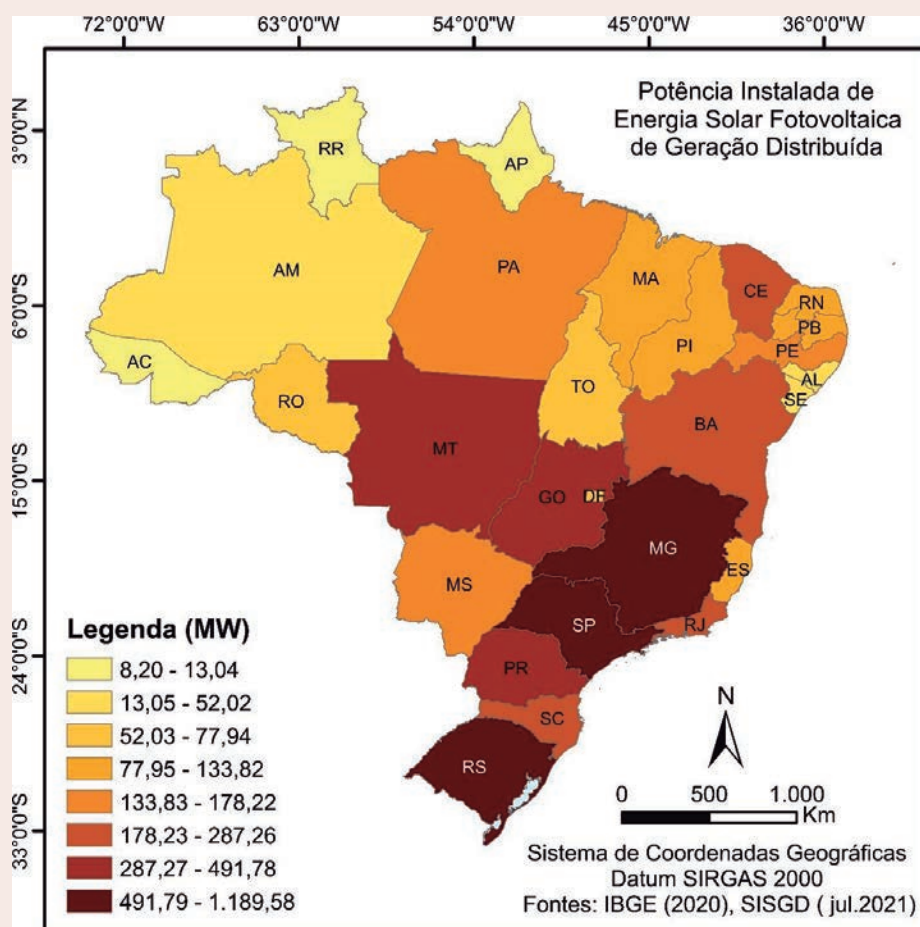


Figura 3. Potência Instalada Estadual de Energia Solar FV de Geração Distribuída.

Com base na análise da Figura 3 é possível notar que dos cinco estados com maior potência instalada na forma de geração distribuída apenas Minas Gerais e Goiás se encontram nas regiões que recebem os maiores índices de irradiação solar. Dessa forma, principalmente, os estados do Ceará, Piauí, Paraíba e Bahia tem potencial ainda inexplorado para a ampliação da potência instalada na geração distribuída no país.

4. CONCLUSÕES

Sendo assim, observou-se que embora todo o território nacional tenha potencial para fazer uso de sistemas solares fotovoltaicos, os estados do Ceará, Piauí, Paraíba, parte da Bahia e parte de Minas Gerais são as regiões que possuem o maior índice de irradiação solar, seguido por Pernambuco, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Tocantins e Maranhão.

Além disso, os estados que possuem maior potência instalada na geração centralizada não apresentam o mesmo desempenho na geração distribuída, visto que, na forma de geração centralizada há um predomínio de instalações na região Nordeste e Sudeste e na forma de geração distribuída um predomínio nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Esse descompasso pode ser observado, principalmente, nos estados do Piauí, Bahia, Rio Grande do Norte e Paraíba.

Quanto às classes de consumo na forma de geração FV distribuída a residencial é detentora da maior parte das instalações, além disso, chama a atenção o número reduzido de sistemas instalados nas classes públicas (Poder Público, Serviço Público e Iluminação Pública). Se configurando, assim, em um setor que deve haver maiores análises e, conseqüentemente, investimentos para ampliar sua potência instalada.

Por fim, mesmo que de caráter inicial, o Brasil tem desenvolvido políticas públicas visando o incentivo e a disseminação da energia solar FV. Entretanto, ressalta-se que ainda há desafios a serem enfrentados para que a mesma amplie sua participação na matriz energética nacional, em especial, a necessidade de uma política regulatória mais estável e confiável, bem como, o reconhecimento do território visando identificar onde é necessário priorizar os investimentos do setor energético.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEEE (2021). Anuário Estatístico de Energia Elétrica. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energieletrica>.

Albuquerque, B. (2021). Pronunciamento Nacional do Ministro de Minas e Energia. Ministério de Minas e Energia. Brasília, DF. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=_z_JxKMk33Q.

ANEEL (2002). Atlas de energia elétrica do Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Brasília, DF. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf.

ANEEL (2008). Relatório ANEEL 10 anos. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Brasília, DF. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876457/2008_Relatorio10Anos/3e6e6e85-c2d9-98a3-d5fb-7646289abdfo.

ANEEL (2019). Micro e Minigeração Distribuída: Proposta em Audiência Pública. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Brasília, DF. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BuMRgSOBmp8&t=201s>.

BARBIÉRI, L. F. (2021). Câmara aprova projeto que cria marco legal para geração própria de energia. Brasília, DF. Disponível em: <https://g1.globo.com/politica/noticia/2021/08/18/camara-aprova-projeto-que-institui-marco-legal-para-geracao-propria-de-energia.ghtml>.

Brasil (2002). Lei Nº 10.438, de 26 de abril de 2002. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica [...]. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF.

Brasil (2018). Projeto de Lei Nº 10.370, de 6 de junho de 2018. Institui a Política Nacional de Energia Solar Fotovoltaica-PRONASOLAR e dá outras providências. Câmara dos Deputados, Poder Executivo, Brasília, DF.

Brasil (2019). Projeto de Lei Nº 5829, de 5 de novembro de 2019. Institui a Política Nacional de Energia Solar Fotovoltaica-PRONASOLAR e dá outras providências. Câmara dos Deputados, Poder Executivo, Brasília, DF.

IBGE (2019). Bases Cartográficas Contínuas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas.html>.

IBGE (2020). Áreas Territoriais. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=o-que-e>.

Junior, M. O.; Souza, C. C. (2020). Aproveitamento fotovoltaico, análise comparativa entre Brasil e Alemanha. Interações, Campo Grande, MS, v. 21, n. 2, p. 379-387. Disponível em: <https://www.interacoes.ucdb.br/interacoes/article/view/1760>.

Konrad, O. et al. (2016). Atlas das biomassas do Rio Grande do Sul para produção de biogás e biometano. Lajeado: Ed. da Univates. Disponível em: <https://www.semas.rs.gov.br/atlas-das-energias-renovaveis-rs>.

ONS (2021). Nota Técnica com Avaliações das Condições de Atendimento Eletroenergético do SIN. Operador Nacional do Sistema Elétrico. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <http://www.ons.org.br/Paginas/>

Noticias/20210604-ons-elabora-nota-tecnica-com-avaliacao-das-condicoes-de-atendimentoeletroenergetico-do-sin.aspx.

Pereira e Martins (2018). Energia Solar: O potencial brasileiro. In: O Setor Elétrico. 145. ed. Atitude Editorial. Disponível em: <http://www.osestoreletrico.com.br/wp-content/uploads/documentos/fasciculos/Renovaveis-ed145-Capitulo-I-Energia-Solar.pdf>.

Pereira, E. B.; Martins, F. R.; Gonçalves, A. R.; Costa, R. S.; Lima, F. L.; Rütther, R.; Abreu, S. L.; Tiepolo, G. M.; Pereira, S. V.; Souza, J. G. Atlas brasileiro de energia solar. 2.ed. São José dos Campos: INPE, 2017. 80p. Disponível em: <http://doi.org/10.34024/978851700089>.

Pes, M. P.; Martins, F. R.; Pereira, S. V. (2018). Energia solar: fundamentos para otimização da geração fotovoltaica. São Paulo, SP. Disponível em: <http://labren.ccst.inpe.br/producao.html>.

Pinho, J. T.; Galdino, M. A. (2014). Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. 2 ed. rev. ed. Rio de Janeiro: CEPTEL - CRESESB, p. 530.

REN21 (2021). Renewables 2021: Global Status Report. França, FR. Disponível em: https://www.ren21.net/wpcontent/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf

REN 482 (2012). Resolução Normativa N° 482, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. ANEEL, Brasília, DF. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>.

REN 687 (2015). Resolução Normativa N° 687, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa n° 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST. ANEEL, Brasília, DF. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>.

SIGA (2021). Sistema de Informação de Geração da ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Brasília, DF. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/siga>.

SISGD (2021). Sistema de Registro de Geração Distribuída (SISGD). Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Brasília, DF. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>.

Villalva, M. G. (2015). Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e aplicações. 2. ed. rev atual. São Paulo: Érica.

World Bank Group (2019). Map and data downloads. Global Solar Atlas. Disponível em: <https://globalsolaratlas.info/download>.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de mestrado.

ARTIGO

GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA COMO INDUTORA E PROMOTORA DA AGENDA 2030 EM CAMPO GRANDE, BRASIL

FRANCO, Cleiton Freitas

(cleiton.eng.seg@hotmail.com)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

OLIVEIRA, Flavia B. N. de

(flaviabarbara@hotmail.com)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

CAMARGO, Kelly Cristina Costa

(kellycamargo94@gmail.com)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

YULE, Wellington Montessi

(yule.wellington@gmail.com)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

BARBOSA, Andréa Teresa Riccio

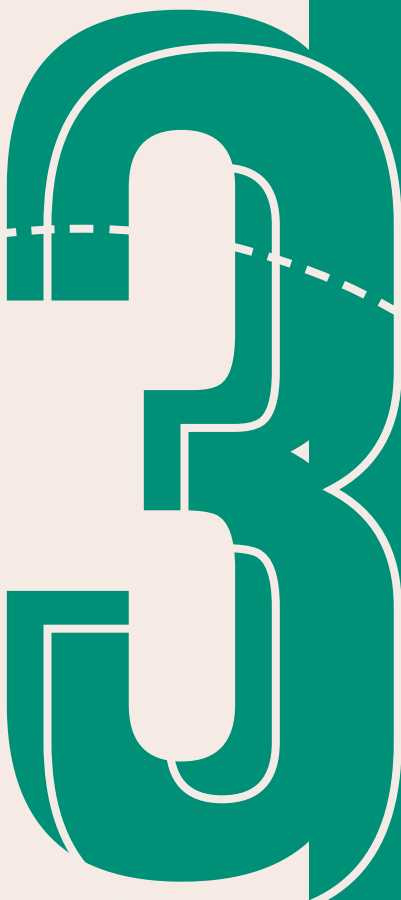
(andrea.barbosa@ufms.br)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

QUEIROZ, Adriane Angélica Farias Santos Lopes de

(adriane.queiroz@ufms.br)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Energia Solar Fotovoltaica, Políticas Públicas, Capacidade Instalada, Estados Brasileiros.

RESUMO

A matriz energética brasileira possui características específicas que a difere da maioria dos países e da matriz mundial, pois possui significativa participação de fontes renováveis (83,25%), principalmente, devido a fonte hídrica que corresponde a 62% (SIGA, 2021). Porém, desde a crise no abastecimento energético, entre os anos de 2001/2002, esforços governamentais têm sido realizados aspirando a diversificação das fontes de energia, inicialmente, com a aprovação da Lei Nº 10.438/2002, que instituiu o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa).

Com isso, o objetivo deste trabalho é avaliar como as políticas públicas tem influenciado na potência instalada de energia renovável solar fotovoltaica (FV) de geração concentrada e distribuída no Brasil. Para isso, propõem-se uma avaliação das políticas públicas, bem como, a espacialização por meio do mapeamento da distribuição estadual da potência instalada de energia solar FV. Na geração distribuída a uma maior potência instalada nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste que ocorreu, principalmente, a partir de sua regulamentação através da Resolução Normativa 482/2012.

Já na forma de geração centralizada, há um predomínio de instalações na região Nordeste e Sudeste, com o maior número de instalações a partir de 2014, com os leilões ofertados pelo governo federal. Sendo assim, considera-se que o poder público possui forte impacto sobre o setor FV nacional, de modo que, sua expansão se deu após a sua regulamentação e a oferta de leilões. Com isso, cabe ao poder público viabilizar o crescimento energético solar fotovoltaico e, conseqüentemente, a diversificação da matriz energética do país.

1. INTRODUÇÃO

As transformações tecnológicas que ocorrem no mundo, muitas vezes, proporcionam um aumento na expectativa de vida, bem como um aumento no consumo energético. Esse aumento do consumo também ocorre no poder público, que deve atender às necessidades básicas dos cidadãos que vivem sob sua jurisdição. O aumento com gasto em energia, no entanto, gera impacto na receita financeira disponível, que poderia ser direcionada para outras áreas necessárias para o desenvolvimento da cidade.

Esse dilema tem despertado os órgãos públicos para o investimento em projetos de geração de energia solar, e o Brasil tem acompanhado essa tendência mundial, buscando proporcionar a economia que tornam esses sistemas atrativos (SOLAR, 2020).

De acordo com Miranda (2013), Campo Grande, capital do Estado de MS, é uma cidade brasileira com um enorme potencial, atualmente ocioso, para a instalação de sistemas de geração de energia solar fotovoltaica em seus prédios públicos. Isso porque a capital está situada em meio a uma vegetação de cerrado, de clima tropical sazonal de inverno seco e períodos chuvosos.

Tendo em vista que os ODS propostos pela ONU na Agenda 2030, “*são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade*” (ONU, 2021), esse artigo tem como objetivo apresentar o potencial que a geração de energia fotovoltaica pelo poder público tem como ferramenta indutora e promotora dos ODS, na cidade de Campo Grande-MS.

2. METODOLOGIA

A pesquisa é descritiva e exploratória, de caráter interdisciplinar, integrando informações, dados e conceitos das áreas de políticas públicas, sustentabilidade e eficiência energética, na busca de análises e soluções a uma questão de pesquisa.

A investigação ocorreu em torno da implementação de geração de energia fotovoltaica nos prédios públicos no município de Campo Grande-MS. Os dados primários foram obtidos a partir da consulta às faturas de energia emitidas junto aos prédios públicos da amostra investigada - prédios com implantação da geração de energia fotovoltaica. Foram também realizadas observações *in loco* nas instalações e consultados dados secundários relacionados ao caso - estudos de prospecção de usinas fotovoltaicas, estudo da viabilidade econômica dos projetos implantados e estudo de verificação da emissão de carbono evitada.

Para a análise dos dados, foram realizadas avaliações de gastos e retornos financeiros com a implementação dos sistemas de energia, além dos estudos que indicavam a necessidade estrutural para geração de energia fotovoltaica pelo poder

público na cidade de Campo Grande. As etapas de análise dos dados ocorreram conforme segue:

- identificação do valor gasto com energia elétrica pela Prefeitura Municipal no ano de 2019, a partir das faturas de energia elétrica;
- análise do estudo de prospecção de implantação de uma usina fotovoltaica para atender todas as unidades consumidoras dos prédios públicos municipais, com levantamento do consumo total de energia, base 2019, levantamento de valores de projeto, tempo de retorno do investimento e área necessária a ser ocupada pela usina;
- análise do estudo de prospecção para unidades consumidoras independentes de geração de energia fotovoltaica, com levantamento das unidades que poderiam ser beneficiadas, quantidade de unidades consumidoras existentes e que seriam contempladas, obtenção de consumo unitário, projeto unitário das unidades contempladas, levantamento de material, cálculo do custo financeiro e retorno do investimento, e cálculo da emissão de carbono evitada;
- análise do processo de implantação da geração fotovoltaica alinhado aos ODS propostos pela Agenda 2030 da ONU.

3. RESULTADOS

A localização de Campo Grande faz seu clima situar-se, segundo a classificação de Köppen, na faixa de transição entre o subtipo (Cfa) mesotérmico úmido, sem estiagem ou pequena estiagem e o sub-tipo (Aw) tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, com irradiação solar de 1927,8 kWh/m²/ano (INPE/Labsolar), bastante significativa para a geração fotovoltaica (PLANURB, 2020) (MIRANDA, 2013).

Salienta-se ainda que as despesas médias com energia elétrica da Prefeitura Municipal de Campo Grande são de aproximadamente 18 milhões de reais ao ano. Para que a energia fosse, em sua totalidade, gerada por usina fotovoltaica, segundo levantamento anterior de viabilidade, por empresa especializada, haveria a necessidade de uma usina com a capacidade instalada de 16 Megawatts, que ocuparia uma área de aproximadamente 32 hectares (SEGES, 2021).

Um projeto de implantação do parque fotovoltaico para a Prefeitura Municipal de Campo Grande encontra-se em Estudo Técnico Preliminar e posterior Termo de Referência para licitação. Com um investimento estimado de 60 a 70 milhões de reais, levando em consideração o valor gasto hoje com este insumo, estima-se um retorno do investimento em um período de aproximadamente 4 a 5 anos. Considerando o alto valor de investimento a ser realizado, pensou-se em um estudo de uma nova proposta, a minigeração (SEGES, 2021).

Segundo a Resolução 482, de 17 de abril de 2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, o limite para a minigeração distribuída é de 5 Megawatts, limitada a potência disponibilizada à unidade consumidora. Tal fato provocou a mudança de estratégia para uma configuração de geração compartilhada, onde múltiplas

unidades consumidoras geram e se beneficiam do sistema de compensação de energia elétrica (SEGES, 2021).

Dessa forma, o projeto piloto, que orientará futuras licitações, a fim de atender a toda a demanda da Prefeitura Municipal de Campo Grande, contemplará a Secretaria Municipal de Educação – SEMED, que possui um consumo médio mensal de 956.536,90 kW/h. Sendo implantados em 254 unidades consumidoras, de um total de 613. Estudos de cada unidade serão realizados, com o levantamento dos dados de consumo baseado no ano de 2019, tendo em vista a interferência, com redução de consumo, ocasionada pelo fechamento de muitas unidades devido à pandemia COVID-19 (SEGES, 2021).

A implantação desse sistema, contará com aproximadamente 17.382 módulos fotovoltaicos, que após a implantação nas 254 unidades da SEMED, terá uma geração de energia de aproximadamente 961.775,02 kWh, conforme apresentado na Tabela 1.

Quantidade de Módulos	17.382
Área configurada	49.712,52 m ²
Potência configurada	7.126,62 kWp
Geração média anual	11.541.300,36 kWh
Geração média mensal	961.775,02 kWh
Consumo médio mensal	950.745 kWh
Custo médio do kWh	R\$ 0,98
kWh / módulo	54,7
Emissões de CO ₂ evitadas	326.196.557 kg CO ₂ /ano

Os dados foram fornecidos pelo Secretaria Municipal de Gestão de Campo Grande - SEGES

Tabela 1 - Dados das unidades consumidoras a serem implantadas nas usinas fotovoltaicas no município de Campo Grande-MS.

O custo estimado para implantação do sistema é de aproximadamente 26 milhões de reais, que considerando as várias unidades onde serão implementadas, podem ser desmembradas e licitadas por unidade consumidora. Assim, será possível fomentar os empreendedores locais do mercado de energia fotovoltaica, de forma que pequenas empresas regionais venham a atender a chamada de edital, fornecendo a instalação do sistema. Dessa forma, o projeto poderá proporcionar o desenvolvimento econômico e social local, estimulando ainda mais o mercado de micro e minigeração de energia fotovoltaica. Entretanto, como essa geração de energia fotovoltaica implementada em instalações do poder público na cidade de Campo Grande – MS, pode servir de ferramenta indutora e promotora para se atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) da Agenda 2030?

O que é possível perceber é que o mundo tem passado por um cenário de transformação, com maior controle da natureza (maior oferta de alimentos) e das suas ameaças (controle de doenças), o que permitiu um crescimento da população mais

acelerado. Não porque houve aumento de natalidade, mas um aumento de expectativa de vida.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (2017), no Brasil, o aumento da renda e a queda do crescimento populacional, junto ao estímulo ao financiamento habitacional, levou ao aumento no número de domicílios, com o consequente aumento no consumo de energia. Essa situação, em que o consumo de energia cresce mais que a população, é extremamente preocupante, dessa forma, muitas ações em diversos países do mundo se organizam para minimizar esses problemas. Uma dessas organizações é a Organização das Nações Unidas (ONU).

O Brasil, como país membro da ONU, é participante da Agenda 2030 publicada na Resolução A/Res 70/1, de 25.09.2015 da ONU, onde foram estabelecidos os ODS. A Agenda 2030 é um plano de ação, que busca fortalecer a paz mundial e a erradicação da pobreza em todas as suas formas, sendo os ODS uma visão extremamente ambiciosa e transformadora pela busca de um mundo que apresente um desenvolvimento sustentável a todas as nações (ONU, 2015)(ODSBRASIL, 2021).

Para aplicar recursos em Desenvolvimento Sustentável muitas vezes são necessários gastos que incluem compras de materiais e contratação de serviços. A Administração Pública é obrigada pelo Art. 37, Inciso XXI da Constituição Federal a licitar suas compras de bens e serviços, que é o ato em que ela convoca, por edital ou convite, empresas interessadas.

A regulamentação dessa obrigatoriedade se deu pela chamada Lei Geral das Licitações (Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993), que teve no Decreto 7.746, de 5 de junho de 2012 a regulamentação do seu artigo 3º para estabelecer critérios e práticas para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável.

Dessa forma, as compras públicas sustentáveis, que são um procedimento administrativo formal, podem contribuir para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável, com a incorporação de critérios sociais, ambientais e econômicos nos editais para a aquisição de bens, serviços e execução de obras. Usando o poder de compra do setor público para a geração de benefícios econômicos, sociais e ambientais(MMA).

O governo brasileiro gasta anualmente mais de 600 bilhões de reais com a aquisição de bens e contratações de serviços, o que equivale a aproximadamente 15% do PIB. Logo, o direcionamento desse poder de compra para o mercado de bens e serviços sustentáveis “implica na geração de benefícios socioambientais e na redução de impactos ambientais, ao mesmo tempo que induz e promove o mercado de bens e serviços” (MMA).

A energia solar fotovoltaica tem se destacado como uma das alternativas de geração, de fácil execução, de maneira sustentável e limpa. Fazendo com que diversos países promovam a sua implementação, através de incentivos, como forma de complementar a sua matriz energética (TAKENAKA, 2010).

O Brasil, devido a sua localização tropical, apresenta elevados níveis de irradiação solar. E as edificações públicas, muitas vezes, apresentam seu pico de carga justamente no período diurno, que coincide com o pico de geração fotovoltaica.

Tendo também nas características construtivas dos prédios públicos excelentes áreas planas contínuas, que para o sistema fotovoltaico, são adequadas a sua fácil implementação (TAKENAKA, 2010).

Segundo o ministro de Minas e Energia, Albuquerque, em maio de 2020, “o Brasil possui mais de 900 projetos de geração solar em órgãos públicos, que continuarão crescendo, e que refletem as tendências mundiais para o setor elétrico, de maior descentralização e participação cada vez mais ativa dos consumidores, tanto na gestão da demanda como na produção da própria energia” (SOLAR, 2020).

Como exemplo de viabilidade econômica, tem-se o prédio do Tribunal Superior Eleitoral, em Brasília que inaugurou, em 23 de novembro de 2017, sua usina de geração distribuída, economizando até maio de 2020, R\$ 1,6 milhão em energia elétrica, com estimativa de que os custos de implantação, de cerca de R\$ 5,8 milhões, sejam pagos até 2024, com a vida útil média do equipamento sendo de 25 anos (SOLAR, 2020).

Campo Grande, uma cidade do Centro Oeste do Brasil, também com visão ambiciosa busca ser um local que apresente um desenvolvimento sustentável. E, com a geração de energia fotovoltaica implementada em suas instalações públicas pode servir de ferramenta indutora e promotora para se atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) da Agenda 2030, tais como:

- O ODS 3, saúde e bem-estar, com a implementação de geração fotovoltaica, assegura-se que se minimize a emissão de carbono no ambiente, melhorando e assegurando-se uma vida saudável e promove-se o bem-estar para todos, em todas as idades;
- O ODS 7, energia limpa e acessível, pois como já demonstrado a geração fotovoltaica é uma energia renovável e com viabilidade econômica. Dessa forma, o recurso economizado, após o retorno do investimento, poderá investir em outras áreas do município, como educação e saúde;
- O ODS 8, trabalho decente e crescimento econômico, pois com a geração de energia em diversas unidades educacionais desmembradas, pode se licitar por cada unidade consumidora diferentes empresas, promovendo um crescimento econômico sustentado, inclusivo, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos;
- O ODS 9, inovação em infraestrutura, pois com a geração fotovoltaica há possibilidade que se construa infraestrutura resiliente, promovendo a industrialização inclusiva e sustentável e fomentando a inovação, tão importante para a evolução de qualquer município;
- O ODS 11, cidades e comunidades sustentáveis, com essa implementação de geração poderá ser modelo para as demais infraestruturas da própria prefeitura e de propriedades privadas. Podendo, dessa forma, incentivar a tornar a cidade e os assentamentos humanos mais inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis;
- O ODS 12, consumo e produção responsáveis, pois com a geração de energia fotovoltaica assegura padrão de produção e de consumo de energia elétrica sustentável;
- O ODS 13, ação contra a mudança global do clima, pois com a produção de energia com recursos renováveis evita-se o maior consumo dos recur-

sons naturais, que tanto prejudicam o meio ambiente, além de evitar a emissão de carbono;

- O ODS 15, vida terrestre, pois com a produção de energia renovável fotovoltaica, pode-se obter uma energia evitada pela produção de energia hidrelétrica, possibilitando a proteção, recuperação e promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerindo de forma sustentável as florestas, combatendo indiretamente a desertificação, detendo e revertendo a degradação da terra e a perda da biodiversidade;
- O ODS 16, paz, justiça e instituições eficazes, possibilitando a promoção de sociedades inclusivas para o desenvolvimento sustentável, construindo instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis;
- O ODS 17, parcerias e meios de implementação – o município com essa implementação de geração de energia fotovoltaica possibilita o fortalecimento dos meios de implementação e revitalização da parceria global para o desenvolvimento sustentável.

A geração de energia fotovoltaica implementada em instalações do poder público na cidade de Campo Grande – MS apresenta potencial de alinhamento com os ODS propostos da Agenda 2030, podendo, portanto, servir de ferramenta indutora e promotora para se atingir os mesmos.

4. CONCLUSÃO

Considerando a Agenda 2030, a busca pelas suas metas é de suma importância para conseguir um futuro sustentável, sendo o poder público um ator importante, verdadeiro *stakeholder*, capaz de induzir a uma mudança de cultura na sociedade em que está inserido.

O poder público, através dos seus órgãos constituintes, tem em sua mão a oportunidade de mobilizar todo o seu potencial de compra para transformar o cenário atual, sem infringir as regulações impostas, e proporcionar o desenvolvimento social e econômico da sua região.

Os instrumentos de compras públicas, mais especificamente as licitações de bens e serviços, com o poder econômico que possuem, podem ser utilizados de forma alinhada às metas da Agenda 2030. Nesse ponto, um projeto de geração fotovoltaica, da forma como o apresentado, poderá na sua licitação, conforme legislação em vigor, promover o desenvolvimento local, ao exigir a participação de empresas regionais ou que utilizem uma porcentagem de mão de obra local. Dessa forma, coadunando com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável número 12 (ODS 12) – “Consumo e Produção Responsáveis” e a Meta 12.7 “Promover práticas de compras públicas sustentáveis, de acordo com as políticas e prioridades nacionais” (TCU, 2017; ONU, 2021).

Considerando o chamamento público de empresas locais para atender a essa demanda do poder público, que incentiva não somente as micro e pequenas empresas já existentes, bem como todo o setor que elas estão inseridas, um projeto de geração fotovoltaicas promove o fomento ao empreendedorismo, à inovação

e ao crescimento de empregos na região. Dessa forma, promovendo também o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável número 8 (ODS 8) – *“Trabalho decente e crescimento econômico”* e a Meta 8.3 *“Promover políticas orientadas para o desenvolvimento que apoiem as atividades produtivas, geração de emprego decente, empreendedorismo, criatividade e inovação, e incentivar a formalização e o crescimento das micro, pequenas e médias empresas, inclusive por meio do acesso a serviços financeiros”* (ONU, 2021).

Considerando somente a ideia da geração de energia renovável, e tendo em vista o impacto nas contas públicas e a economia proporcionada, revelando a forma como a mesma será licitada, um projeto de geração fotovoltaica apresenta potencial de atender a geração de energia limpa e com menor impacto no meio ambiente. Dessa forma coadunando com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável número 7 (ODS 7) – *“Energia limpa e acessível”* e a Meta 7.2 *“Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global”* (ONU, 2021).

Assim, a geração de energia fotovoltaica como prática adotada pelo poder público pode servir de ferramenta indutora e promotora dos objetivos de desenvolvimento sustentável na cidade de Campo Grande – MS, sendo um projeto alinhado também ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável número 11 (ODS 11) – *“Cidades e comunidades sustentáveis”* e as Metas: 11.6 *“Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outro”* e 11.a *“Apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais, reforçando o planejamento nacional e regional de desenvolvimento”* (ONU, 2021).

Observa-se ainda que a economia propiciada poderá contribuir indiretamente com outros ODSs, tendo em vista a disponibilidade de receita resultante que pode ser destinada a novos investimentos na sociedade, mas que precisam de texto legal da destinação para citação das mesmas.

O caso empírico apresentado neste artigo busca, por fim, demonstrar que a transição para a sustentabilidade pode não depender exclusivamente da criação de novas leis ou regulamentos, mas também depender do empenho e da dedicação de gestores públicos comprometidos com um futuro mais sustentável.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Série Estudos da Demanda. Nota Técnica DEA 001/17. Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2017-2026). Rio de Janeiro – RJ, 2017 Disponível em https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-261/DEA%20001_2017%20-%20Proje%C3%A7%C3%B5es%20da%20Demanda%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202017-2026_VF%5B1%5D.pdf

Ministério do Meio Ambiente (MMA). Compras públicas sustentáveis. Disponível em <http://a3p.mma.gov.br/compras-publicas-sustentaveis/>

MIRANDA, Raul Figueiredo Carvalho. Análise Da Inserção De Geração Distribuída De Energia Solar Fotovoltaica No Setor Residencial Brasileiro. Raul Figueiredo Carvalho Miranda - Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013. Disponível em <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/miranda.pdf>

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11. Disponível em <https://brasil.un.org/index.php/pt-br/sdgs/11>

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12. Disponível em <https://brasil.un.org/index.php/pt-br/sdgs/12>

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7. Disponível em <https://brasil.un.org/index.php/pt-br/sdgs/7>

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 8. Disponível em <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/8>

ODS BRASIL Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em <https://odsbrasil.gov.br/home/agenda>

Organização das Nações Unidas (ONU). Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. 2021. Disponível em <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

Organização das Nações Unidas (ONU). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. ONU - 2015. Disponível em https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf

Perfil Socioeconômico de Campo Grande - 2020 27ª Edição Revista. Disponível em https://drive.google.com/file/d/18LnMb7uE5SoOZn4Lu7Wzj3RM2U_s_I8_/view

SECRETARIA MUNICIPAL DE GESTÃO - SEGES -Contato pessoal

SOLAR, Portal. Brasil já tem 900 projetos de geração solar em órgãos públicos, diz ministro de Minas e Energia. Portal Solar - 2020. Disponível em <https://www.portal-solar.com.br/blog-solar/energia-solar/brasil-ja-tem-900-projetos-de-geracao-solar-em-orgaos-publicos-diz-ministro-de-minas-e-energia.html>

TAKENAKA, Fátima Oliveira. Avaliação Do Potencial De Geração De Energia Solar Fotovoltaica Na Cobertura Das Edificações Do Campus I - Cefet- Mg, Interligado À Rede Elétrica UFSC - 2010. Disponível em https://fotovoltaica.ufsc.br/Dissertacoes/Dissertacao_Fatima_Oliveira_Takenaka.pdf

Tribunal de Contas da União (TCU) Compras Públicas Sustentáveis no contexto da Agenda 2030 e dos ODS. 2017 Disponível em <https://portal.tcu.gov.br/data/files/51/17/D3/FD/F34FC5108BCB7CC51A2818A8/Painel%201.%20As%20compras%20p%C3%BAblicas%20no%20contexto%20dos%20ODS%20-%20PNUMA.pdf>

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS/MEC - Brasil e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) - Código de Financiamento 001.

ARTIGO

MODELOS DE NEGÓCIO PARA A VIABILIZAÇÃO DA NECESSÁRIA INFRAESTRUTURA PARA A POPULARIZAÇÃO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

SANTOS JUNIOR, Milton Francisco dos
(miltonfsj@yahoo.com.br)

Eion Veículos Elétricos Indústria e Comércio Ltda. (EION), Brasil

CASAGRANDE JUNIOR, Eloy Fassi
(eloy.casagrande@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Eletropostos, Veículos elétricos, Infraestrutura de recarga, Modelo de negócio, Franquia.

RESUMO

O mundo está vivendo um momento de transição, saindo da utilização dos veículos à combustão interna para veículos elétricos. Entretanto, diversas são as questões que afetam os consumidores e usuários dos veículos elétricos, impactando a sua popularização, tais como: a) onde é mais barato recarregar as baterias? b) quando é mais barato recarregar as baterias? c) é necessária a instalação de um eletroposto? d) como instalar um eletroposto? e) onde encontrar um eletroposto? f) quando utilizar um eletroposto? g) os conectores dos eletropostos são compatíveis com todos os carros elétricos? O artigo busca esclarecer todos estes pontos e registrar o entendimento de que a infraestrutura necessária para a popularização dos veículos elétricos necessita de algumas características, quais sejam: 1) informação disponível; 2) facilidade de localização; 3) facilidade de manuseio; 4) disponibilidade na hora da necessidade; e 5) facilidade de pagamento. O artigo detalha as características de uma infraestrutura entendida como ideal. Por fim, o artigo aborda os aspectos envolvidos na criação da infraestrutura para a recarga de veículos elétricos, que consiste, basicamente: i) dos carregadores em si; ii) do *back-end*; iii) do suprimento de energia elétrica; iv) dos veículos elétricos; v) da figura dos *CPO - Charging Point Operators*; vi) da necessidade de se garantir a segurança e certificação das instalações envolvidas; vii) da necessidade de haver interoperabilidade entre os diversos elementos do ecossistema; e viii) da coexistência de eletropostos públicos, semi-públicos e privados. Conclui que já existem modelos de negócios entendidos como apropriados sob todos os aspectos analisados, apresentando exemplo.

1. INTRODUÇÃO

Os veículos puramente elétricos, zero emissões durante a rodagem, têm se apresentado como uma solução sustentável de mobilidade rodoviária em todo o mundo. Entretanto, diversas são as questões que afetam os consumidores e usuários dos veículos elétricos, impactando a sua popularização. As 3 (três) principais variáveis que gravitam em torno da popularização dos veículos elétricos são: (i) a autonomia proporcionada com apenas uma carga das baterias (não objeto do presente artigo), (ii) o tempo de recarga (não objeto do presente artigo) e (iii) a abrangência da infraestrutura de recarga (esta sim, objeto do presente artigo). Muitos recursos têm sido investidos em novas tecnologias de baterias e em outras frentes de pesquisa para possibilitar uma maior autonomia para os veículos elétricos, sendo que, atualmente, diversos veículos já apresentam autonomies consideradas suficientes para a maioria das aplicações. Portanto, a autonomia dos veículos elétricos e o ciclo de vida das baterias não serão abordados no presente artigo. Da mesma forma, diversas são as pesquisas e tecnologias em estudo para diminuir o tempo de recarga das baterias dos veículos elétricos, sendo que o presente artigo também não se aprofundará nesta questão. Diversos aspectos relacionados à infraestrutura de recarga de baterias dos veículos elétricos ainda se apresentam como mitos, até por não serem conhecidos em adequada profundidade por pessoas leigas no assunto. No presente artigo, são apresentadas maiores informações sobre alguns aspectos da infraestrutura de recarga dos veículos elétricos, no sentido de tentar desmistificar alguns pontos e sinalizar possíveis soluções para algumas questões. Também é apresentado um modelo de negócio que pode viabilizar uma maior abrangência para a necessária infraestrutura de recarga, de forma a proporcionar uma padronização, certificação e interoperabilidade, que poderá ajudar na popularização dos veículos elétricos.

2. ASPECTOS DA INFRAESTRUTURA DE RECARGA DAS BATERIAS DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS QUE AFETAM CONSUMIDORES E USUÁRIOS

Diversas são as questões que afetam os consumidores e usuários dos veículos elétricos, impactando a sua popularização. Registra-se o entendimento de que a infraestrutura de recarga das baterias necessária para a popularização dos veículos elétricos necessita de algumas características, que se consubstanciem em soluções para as questões apresentadas a seguir.

2.1 ONDE É MAIS BARATO RECARREGAR AS BATERIAS?

Uma das principais características dos veículos elétricos é que eles permitem que a sua autonomia seja reestabelecida no próprio imóvel dos seus proprietários, seja

em residências para veículos individuais ou na sede de empresas para o caso de veículos coletivos. Atualmente, exceto para grandes frotistas, é impensável que cada um e todos os proprietários de veículos à combustão interna tenham uma reserva de gasolina, etanol ou diesel em seus próprios imóveis. Por outro lado, praticamente todos os proprietários de veículos puramente elétricos possuem alimentação de energia elétrica disponível em seus próprios imóveis, podendo realizar a recarga das baterias localmente. Ainda, é impensável que os proprietários de veículos à combustão produzam os combustíveis de que necessitam em seus próprios imóveis (procedam com a extração, refino e armazenamento). Ao contrário, com o advento da chamada Geração Distribuída, praticamente a totalidade dos proprietários de veículos elétricos tem a possibilidade de gerar a sua própria eletricidade em seus próprios imóveis, a partir de painéis solares fotovoltaicos, para citar um exemplo de recurso. Do exposto, tem-se configuradas, simplificada e em resumo, três situações, quais sejam:

- os proprietários dos veículos à combustão interna devem, obrigatoriamente, adquirir o combustível a preço de mercado;
- os proprietários dos veículos elétricos podem adquirir a eletricidade em seus imóveis, a preço de mercado, estabelecido de forma regulada para a concessionária de energia local, ou ainda de forma negocial no chamado mercado livre de energia, para consumidores que possuem esta possibilidade, especialmente frotistas;
- os proprietários dos veículos elétricos podem gerar energia elétrica em seus próprios imóveis, observando a regulamentação da chamada Geração Distribuída.

Assim, assumindo-se premissas estimadas, simplificadas e médias, para as três situações apresentadas no parágrafo anterior, temos a seguinte situação, que pode ajudar a responder à pergunta de onde é mais barato recompor a autonomia dos veículos:

- considerando-se um veículo à combustão que faz 10km/l, com o valor do combustível a R\$5,00/l, tem-se o valor estimado de R\$0,50/km (R\$5,00/l dividido por 10km/l);
- considerando-se um veículo elétrico que faz 5km/kWh, com o valor de uma tarifa de energia elétrica no imóvel de R\$1,00/kWh, tem-se o valor estimado de R\$0,20/km (R\$1,00/kWh dividido por 5km/kWh);
- considerando-se um veículo elétrico alimentado pela eletricidade gerada no próprio imóvel do proprietário, o valor do quilômetro rodado ficaria praticamente zerado, devendo apenas serem considerados os custos de implantação e manutenção dos sistemas de Geração Distribuída e a eventual a tarifa mínima obrigatória da concessionária de eletricidade local.

Mesmo considerando as simplificações que se fizeram necessárias para a comparação entre valores apresentada acima, objetivamente, respondendo à questão de “onde é mais barato recarregar as baterias?”, tem-se que, com grande probabilidade, será mais barata a recomposição da autonomia dos veículos no próprio imóvel dos seus proprietários, ainda mais se estes gerarem a sua própria energia elétrica, no âmbito do conceito da chamada Geração Distribuída.

2.2 QUANDO É MAIS BARATO RECARREGAR AS BATERIAS?

Não se tem conhecimento de que haja variação horária dos preços dos combustíveis líquidos para o consumidor final, em postos de combustíveis, em qualquer parte do mundo. O preço da gasolina, etanol e diesel para o consumidor final, que são os usuários dos veículos à combustão interna, são preços fixos, que variam somente quando acontecem reajustes ou recomposição de valores. Já para a eletricidade, a depender do tipo de consumidor, se residencial, comercial ou industrial, o preço da energia elétrica pode variar de forma horária. Especialmente, grandes consumidores (grandes frotistas de carros elétricos), poderão ter acesso a preços diferenciados a depender do horário do consumo. Para os casos em que são praticados preços diferenciados de energia elétrica para o consumidor final, tradicionalmente, as tarifas são mais baratas em períodos de menor demanda, como nas madrugadas. E, considerando a possibilidade de os veículos elétricos serem recarregados nos próprios imóveis dos seus proprietários, a recarga das baterias no período da madrugada se vislumbra como viável, factível e mais atrativo. Ademais, as recargas das baterias durante o período da madrugada poderão ser realizadas de forma lenta, o que também acarreta benefícios para as baterias, no que se refere à sua saúde e manutenção da sua vida útil. Assim, parece incontroverso o fato de ser mais vantajosa a recarga doméstica dos veículos elétricos, para que seja possível a obtenção dos benefícios de carregamentos lentos (que preservam mais a vida útil de uma bateria) e de carregamentos econômicos (aproveitando do período mais favorável da tarifa de eletricidade, num cenário em que se tenha contratos com diferença de tarifas em bases horárias). Mesmo considerando as simplificações que se fizeram necessárias para a apresentação das informações acima, objetivamente, respondendo à questão de “quando é mais barato recarregar as baterias?”, tem-se que, com grande probabilidade, será mais barata a recomposição da autonomia dos veículos durante os períodos de menor demanda de eletricidade, em que as tarifas praticadas no mercado de energia elétrica para os consumidores possuem valores mais atrativos.

2.3 É NECESSÁRIA A INSTALAÇÃO DE UM ELETROPOSTO?

Importante iniciar este tópico desmistificando uma das principais questões sobre a infraestrutura de recarga de veículos elétricos, qual seja: a constatação de que qualquer veículo elétrico pode ser recarregado em qualquer tomada elétrica comum, através da utilização de um cabo apropriado. A partir do entendimento de que é possível realizar a recarga de um veículo elétrico em qualquer local que possua alimentação de energia elétrica, tem-se a conclusão de que existem mais locais para a realização da recarga deste tipo de veículo do que locais para a realização de abastecimento dos tanques de veículos que utilizam combustíveis líquidos. Destacam-se apenas duas características inerentes à esta constatação, quais sejam:

- em que pese ser possível a recarga de veículos elétricos em qualquer tomada comum, a utilização dos equipamentos denominados de eletropostos (carregadores) aumenta a segurança da operação, bem como proporciona uma maior proteção e controle, além da possibilidade de monetização, transformando tal atividade em uma prestação de serviço (a prestação do serviço de recarga dos veículos elétricos); e
- as recargas de veículos elétricos em tomadas comuns de eletricidade são recargas lentas que, por um lado, demandam um maior tempo para a conclusão de uma carga completa, mas por outro lado, são benéficas para preservar a saúde e a vida útil das baterias.

Mister registrar que, em uma tomada comum de 20A (vinte amperes), um veículo elétrico irá demandar um significativo tempo para ser recarregado. Por exemplo, uma tomada comum alimentada em $220V_{CA}$ (duzentos e vinte volts em corrente alternada) e com uma corrente máxima de 20A (vinte amperes), irá ser possível a transferência para um veículo elétrico de no máximo 4.400Wh (quatro mil e quatrocentos watts-hora) durante o período de uma hora ($220V_{CA}$ multiplicado por 20A, multiplicado por 1 hora), e, assim, simplificada (desconsiderando-se as perdas e a característica da curva de carga dos diferentes tipos de baterias), considerando-se um veículo que possua um banco de baterias com capacidade de 44kWh, serão necessárias 10h (dez horas) para a sua recarga completa. A Figura 1 apresenta um exemplo de um veículo puramente elétrico sendo recarregado em uma tomada comum de eletricidade, através de um cabo apropriado.



Figura 1. Exemplo de veículo elétrico sendo recarregado em tomada elétrica comum, que estão disponíveis na totalidade dos imóveis que possuem alimentação de energia elétrica.

Fonte: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/veiculos/cv1303201106.htm>.

Tendo em vista o exposto, objetivamente, em resposta à pergunta “é necessária a instalação de um eletroposto?”, tem-se que não é necessária, mas que tal instalação é fortemente recomendada, por aumentar a segurança da operação, além de possibilitar eventual monetização da prestação do serviço de recarga de veículos elétricos em geral (possível monetizar a recarga de veículos elétricos de terceiros).

2.4 COMO INSTALAR UM ELETROPOSTO?

A instalação de eletropostos normalmente se apresenta como uma alternativa de fornecimento completo, incluindo todos os dispositivos necessários para garantir funcionalidade e proteção ao imóvel, equipamento, veículo e usuários. Normalmente, para se ter direito à garantia contra defeitos de fabricação dos eletropostos, conforme oferecida pelos fabricantes, deve-se atender às especificações dos documentos técnicos do equipamento e às normas e regulamentações vigentes em cada local. Da mesma forma, a garantia ofertada pela maioria dos fabricantes de eletropostos se limita exclusivamente ao reparo, modificação ou substituição do produto fornecido, não sendo estendida para eventuais danos a pessoas, a terceiros, a outros equipamentos ou instalações, lucros cessantes ou quaisquer outros danos emergentes ou consequentes. Igualmente, a garantia dos eletropostos tradicionalmente ofertada pelos fabricantes não abrange os danos decorrentes de operação ou instalação indevida, negligente ou em desacordo com as especificações do produto. A garantia dos eletropostos oferecida pelos fabricantes também não cobre defeitos decorrentes de ajustes e/ou parametrização incorreta, quando aplicável, manutenção ou armazenagem inadequada, instalações de má qualidade ou influências de natureza química, eletroquímica, elétrica, mecânica ou atmosférica. Ainda, a garantia dos eletropostos oferecida pelos fabricantes normalmente se extingue, independentemente de qualquer aviso, se o usuário fizer ou mandar fazer por terceiros quaisquer modificações ou reparos no produto, sem a prévia e expressa autorização do fabricante. Ademais, a maioria dos eletropostos é fabricada seguindo rigoroso controle de qualidade, porém, se instalados em sistemas em que sua falha ofereça risco de danos materiais ou a pessoas, deve ser prevista a instalação de dispositivos de segurança adicionais externos para garantir uma situação segura na ocorrência de falha do produto, evitando acidentes. Por fim, é de notório conhecimento os riscos que atividades com energia elétrica apresentam, sendo que, para a realização de serviços com eletricidade, tradicionalmente, já se demanda mão de obra devidamente qualificada, necessidade esta que se resta ainda mais evidente quando se trata de instalação dos modernos e tecnológicos eletropostos. Tendo em vista o exposto, objetivamente, em resposta à pergunta “como instalar um eletroposto?”, tem-se que a instalação destes equipamentos deve ser realizada por especialistas devidamente capacitados, com estrita observação do contido no manual do produto, para que seja garantida a segurança a que tais equipamentos se destinam, na proteção de pessoas, veículos elétricos e patrimônios em geral.

2.5 ONDE ENCONTRAR UM ELETROPOSTO? MODELOS DE NEGÓCIO DEVEM PROPORCIONAR INFORMAÇÃO DISPONÍVEL E FACILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Diferentemente do que ocorre com postos de combustíveis, os equipamentos apropriados para a recarga de veículos elétricos podem ser instalados em qualquer imóvel ou área pública, desde que a instalação seja realizada por especialista devidamente qualificado. Assim, de início, importante destacar que é possível a existência de:

- eletropostos privados (instalados dentro de propriedades privadas e apenas para uso próprio);
- eletropostos semi-públicos (instalados dentro de propriedades privadas, mas com acesso para o uso pelo público em geral); e
- eletropostos públicos (instalados em locais públicos, com acesso ao público em geral).

A Resolução Normativa nº 819, publicada pela Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel em 19.06.2018 (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2018), regulamentou as atividades de recarga de veículos elétricos no Brasil. Segundo a referida norma, em seu artigo 3º, a instalação de eletropostos deve ser comunicada previamente à concessionária de distribuição de energia elétrica local apenas se: (i) for necessária alteração do fornecimento inicialmente contratado pelo consumidor, (ii) houver aumento ou redução da carga, ou (iii) alteração do nível de tensão contratada na unidade consumidora. Assim, fora os casos mencionados, não existe qualquer obrigatoriedade de publicização do local de instalação dos eletropostos instalados. No caso de eletropostos privados, instalados em propriedades privadas e apenas para uso próprio, não se vê a necessidade de que o local de instalação do eletroposto seja de conhecimento público. Até pelo fato de a própria natureza do equipamento ser de uso privativo, a informação da localização do eletroposto privado não fica (e não deve ficar) acessível ao público em geral. Ao contrário do exposto para os eletropostos privados, a divulgação do local da instalação de eletropostos públicos e semi-públicos normalmente é de interesse de quem os instala. Como os eletropostos públicos e semi-públicos se destinam à prestação do serviço de recarga de veículos elétricos para o público em geral, a instalação de tais equipamentos normalmente é acompanhada de um determinado tipo de publicização do local em que o eletroposto estará disponível. Os próprios responsáveis pelos locais da instalação normalmente dão publicidade ao fato, mas também existem no mercado plataformas que estão concentrando a informação sobre a localização dos diversos eletropostos de que se tem notícia. A Figura 2 apresenta o exemplo do *website* PlugShare, que ilustra a localização de locais onde estão instalados eletropostos públicos e semi-públicos, onde é possível a realização de recarga de veículos elétricos em geral.

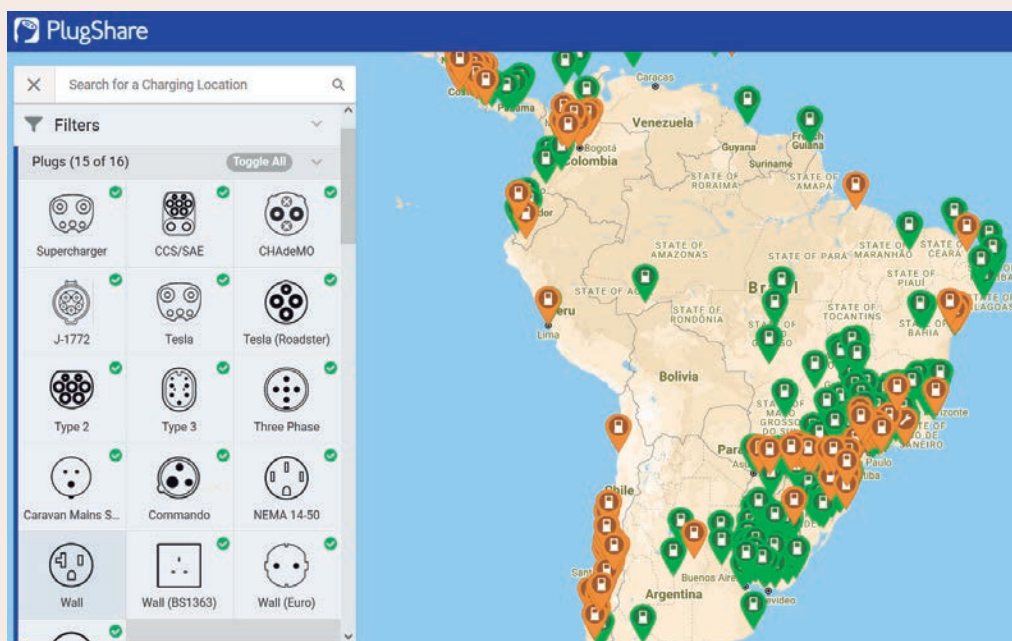


Figura 2. Exemplo de *website* que publica a localização de locais em que é possível a realização de recarga de veículos elétricos.

Fonte: <https://www.plugshare.com/>.

Entende-se que os modelos de negócio para viabilização da infraestrutura necessária para a viabilização da popularização dos veículos elétricos devem proporcionar uma adequada disponibilidade da informação e facilidade de localização dos eletropostos pelos potenciais interessados. A Figura 3 apresenta o exemplo do aplicativo da EION MOBILIDADE SUSTENTÁVEL (2021), que ilustra a localização de locais onde estão instalados os eletropostos semi-públicos da rede da Franquia da Mobilidade Sustentável, disponíveis para a realização de recarga de veículos elétricos em geral. Tendo em vista o exposto, objetivamente, em resposta à pergunta “onde encontrar um eletroposto?”, tem-se que a facilidade da localização de equipamentos públicos ou semi-públicos depende da disponibilidade da informação em plataformas com acesso pela internet, em aplicativos ou *websites*, o que deve ser levado em consideração para o estabelecimento de uma adequada infraestrutura para a popularização dos veículos elétricos, tanto de uso individual quanto para utilização coletiva.

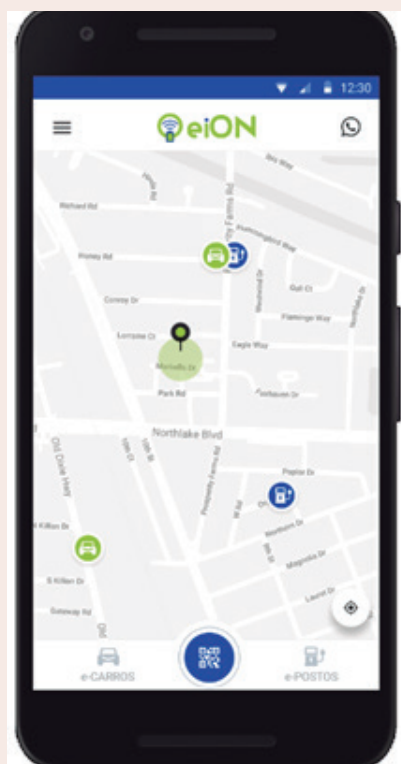


Figura 3. Exemplo de aplicativo que publica a localização dos eletropostos semi-públicos da rede da Franquia da Mobilidade Sustentável, em que é possível a realização de recarga de veículos elétricos de uso individual e de uso coletivo.

Fonte: EION MOBILIDADE SUSTENTÁVEL (2021).

2.6 QUANDO UTILIZAR UM ELETROPOSTO? MODELOS DE NEGÓCIO DEVEM PROPORCIONAR DISPONIBILIDADE NA HORA DA NECESSIDADE E FACILIDADE DE PAGAMENTO

Assim como nos veículos à combustão, os veículos elétricos podem recarregar as suas baterias a qualquer momento, não sendo necessário que a recarga seja realizada apenas quando a carga das baterias esteja no fim. Ao contrário, em geral, é recomendável, de forma a preservar a vida útil das baterias, que, sempre que possível, as baterias sejam recarregadas e mantidas com um alto nível de carga. Atualmente, como forma de incentivo à popularização dos veículos elétricos, é possível se encontrar eletropostos em que a recarga é ofertada de forma gratuita. Assim, entende-se que a decisão pela realização de recargas e utilização de eletropostos seja tomada majoritariamente com base no critério de maior economicidade, priorizando-se os locais em que o procedimento é gratuito. Acredita-se que na fase de maturação do mercado, a realização das recargas rápidas de veículos elétricos não será gratuita, ao contrário, deverá considerar tanto a remuneração pela energia que será transferida para o veículo, quanto a amortização do investimento realizado para a instalação da infraestrutura de carregamento. Assim, provavelmente, as recargas rápidas ensejarão o pagamento de valores mais custosos do que aqueles verificados na recarga no próprio imóvel do proprietário do veículo. Entretanto, em

caso de necessidade de realização de uma recarga rápida, quando o proprietário de um veículo elétrico se encontrar em locais distantes de seu próprio imóvel e com níveis baixos de carga nas baterias, o proprietário se virá obrigado a pagar os valores a serem livremente estabelecidos pelos prestadores do serviço de recarga. Tendo em vista o exposto, objetivamente, em resposta à pergunta “quando utilizar um eletroposto?”, tem-se que a maioria das utilizações será caseira, nos eletropostos instalados no próprio imóvel do proprietário do veículo, mas em caso de necessidade também serão utilizados eletropostos públicos ou semi-públicos, inicialmente com preferência para os eletropostos que ainda ofereçam recarga gratuita, mas na fase de maturação do mercado, em qualquer lugar disponível quando da necessidade de recarga dos veículos elétricos. Sendo assim, os modelos de negócio devem proporcionar disponibilidade na hora da necessidade e facilidade de pagamento para os usuários dos eletropostos. Ademais, a solução de recarga no imóvel de propriedade do titular do veículo elétrico também pode proporcionar vantagens tanto para os modelos individuais quanto para os de uso coletivo, do ponto de vista de infraestrutura, sendo que nestes locais a recarga poderá ser atrelada à própria geração de energia elétrica, através de Geração Distribuída solar fotovoltaica, por exemplo, o que terá o condão de garantir que os veículos elétricos serão abastecidos com energia limpa e renovável.

2.7 OS CONECTORES DOS ELETROPOSTOS SÃO COMPATÍVEIS COM TODOS OS CARROS ELÉTRICOS? MODELOS DE NEGÓCIO DEVEM PROPORCIONAR FACILIDADE DE MANUSEIO

Conforme ilustrado na Figura 2, os eletropostos poderão contar com diferentes tipos de plugues. Verifica-se que diferentes fabricantes de veículos elétricos utilizam distintos tipos de plugues, a depender da nacionalidade das sedes das empresas montadoras. No Brasil, verifica-se uma tendência de padronização dos plugues para o denominado Tipo 2. Neste sentido, registra-se o entendimento de que uma padronização mundial dos tipos de plugues é vista como extremamente benéfica para a popularização dos veículos elétricos. Tendo em vista o exposto, objetivamente, em resposta à pergunta “os conectores dos eletropostos são compatíveis com todos os carros elétricos?”, tem-se que a maioria dos eletropostos de carga rápida possui disponibilidade dos principais plugues adotados pelos maiores montadores de veículos elétricos. Sendo assim, os modelos de negócio para a exploração da infraestrutura de recarga devem proporcionar facilidade de manuseio e padronização compatível com a realidade local.

3. CARACTERÍSTICAS DA INFRAESTRUTURA IDEAL PARA OS VEÍCULOS ELÉTRICOS

O modelo de negócio considerado ideal para a infraestrutura necessária para a popularização dos veículos elétricos deve buscar:

- uma padronização e uniformização dos eletropostos em si;
- a possibilidade de que todos os equipamentos possam ser operados e controlados por uma mesma infraestrutura de *back-end*;
- que as instalações contem com um suprimento próprio de geração de energia elétrica, preferencialmente a partir de fontes limpas e renováveis, tais como a solar fotovoltaica;
- que os veículos elétricos possuam uma mínima padronização em termos de plugues e demais equipamentos e sistemas embarcados;
- um maior entendimento da atuação da figura dos *CPO - Charging Point Operators*, que são os responsáveis pela prestação do serviço de recarga dos veículos elétricos para o público;
- uma garantia da segurança e certificação das instalações envolvidas, o que é obtido de forma facilitada dentro de uma rede padronizada;
- possibilidade de interoperabilidade entre os diversos elementos do ecossistema; e
- a coexistência de eletropostos públicos, semi-públicos e privados, preferencialmente com informações centralizadas em uma mesma plataforma de interface amigável para os usuários.

Vislumbra-se que todas estas características estão em sintonia com o modelo de negócio de franquias, que também pressupõe uma gestão centralizada, uma padronização e interoperabilidade, características essenciais para uma infraestrutura de recarga que possibilite a popularização dos veículos elétricos. Na essência, o *franchising* consiste em replicar em diversos locais ou mercados, um mesmo conceito de negócio. O conceito de negócio é implantado, operado e gerido por um terceiro autônomo, o franqueado, a quem a organização franqueadora autoriza, por meio de contrato, a comercialização de determinados produtos ou a prestação de certos serviços com o uso de uma ou mais marcas e métodos, sistemas, políticas e padrões desenvolvidos e estipulados pela franqueadora (CHERTO, 2006). Em última instância, trata-se exatamente do mesmo modelo de negócio utilizado nas redes de postos de combustíveis. Por fim, o modelo de negócio da EION MOBILIDADE SUSTENTÁVEL (2021) analisado congrega tanto a infraestrutura de recarga, quanto a infraestrutura de Geração Distribuída da energia elétrica a ser utilizada, o que faz com que a expansão da rede de infraestrutura ocorra de forma eficiente e inteligente, acompanhando o aumento da penetração dos veículos elétricos, e o que também serve para aumentar a garantia de que a energia será proveniente de fontes limpas e renováveis e que a expansão da oferta de energia se dê de forma concomitante com o crescimento da demanda. Importante destacar que a introdução dos veículos elétricos no Brasil prevista para a próxima década se dará com uma rampa de adoção que

possibilitará o planejamento e implementação da infraestrutura de suprimento de energia elétrica. Historicamente, o crescimento da expansão da geração de energia elétrica ocorre em torno de uma média anual de 3%a.a., sendo a capacidade instalada brasileira de 172 GW em outubro de 2021. A previsão do Operador Nacional do Sistema – ONS é de que a capacidade instalada brasileira alcance a marca de 187GW em 2025, um crescimento de 15 GW em praticamente três anos. Este acréscimo da capacidade instalada é suficiente para alimentar algo em torno de 9 milhões de veículos elétricos rodando 110km/dia com um desempenho de 5km/kWh. Caso a infraestrutura de recarga e suprimento energético seja incrementada concomitantemente com a introdução dos veículos elétricos, acredita-se não existir impeditivo de infraestrutura de suprimento energético para tal crescimento. Ademais, a substituição da utilização de combustíveis líquidos por energia elétrica caminha no sentido da desejável independência de recursos energéticos externos àqueles disponíveis no Brasil. Ainda, importante registrar que o Brasil é, proporcionalmente, muito mais tendente à eletrificação da frota do que a grande maioria dos outros países, pois, sob as condições estabelecidas, a eletricidade provém de fontes limpas e renováveis, especialmente as fontes hidrelétricas, eólicas, solares e biomassa que, respeitado o estado da arte, podem ser utilizadas apenas para esse fim imediato, ao contrário dos demais países, que, para a disponibilização de energia elétrica, utilizam-se preponderantemente de combustíveis fósseis. Dito de outro modo, e para exemplificar, um veículo elétrico rodando no Brasil estará de fato substancialmente livre de emissões, ao contrário do que ocorre nos outros países, bem como se aproveitará da maior eficiência energética dos motores elétricos, a qual não estará limitada pela eficiência de conversão de centrais termelétricas operadas a hidrocarbonetos, tal como ocorre nos outros países. Ou seja, há uma melhor racionalização no uso dessa motorização no Brasil.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que já existem modelos de negócio considerados como ideais, sob a ótica dos diversos aspectos abordados no presente artigo, por exemplo, o modelo de franquia da *startup* EION MOBILIDADE SUSTENTÁVEL (2021), que tem por base todo um ecossistema de mobilidade sustentável a partir de uma rede de franquias, que proporciona uma padronização, certificação e interoperabilidade, que poderá ajudar na popularização dos veículos elétricos. Ainda, tal modelo de negócio leva em consideração a expansão da infraestrutura de forma concomitante com o crescimento da penetração dos veículos elétricos e com o aumento da geração de energia através de fontes limpas e renováveis. Tal modelo de negócio possui benefícios para veículos de uso individual e para veículos de uso coletivo, que poderão se beneficiar do aumento da disponibilidade da infraestrutura de forma capilarizada e da garantia de suprimento energético. Por fim, em se tratando de uma rede de franquias com ligação com a própria montadora dos veículos elétricos, a logística reversa das baterias, para um correto descarte e/ou utilização no chamado *second life* das baterias também é facilitado. Por fim, trata-se de assunto

hodierno e cercado de incertezas, sendo que maiores pesquisas sobre o assunto ainda são recomendadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHERTO, M. Como investir numa franquia sem entrar numa fria. São Paulo: Premier Máxima, 2006.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2018. Disponível em https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/KujrwoTZC2Mb/content/id/28737289/do1-2018-07-05-resolucao-normativa-n-819-de-19-de-junho-de-2018-28737273. Acesso em: 20, julho de 2021

EION MOBILIDADE SUSTENTÁVEL, 2021. Disponível em: <https://www.aaaeion.com/>.

FOLHA DE SÃO PAULO. Prédio Já se Equipa para Receber Elétrico, 2021. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/veiculos/cv1303201106.htm>. Acesso em: 11, julho de 2021.

FRANQUIA DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL. Eion Veículos Elétricos, 2021. Disponível em: <https://www.aaaeion.com/>. Acesso em: 11, julho de 2021.

PLUGSHARE. EV Charging Station Map, 2021. Disponível em: <https://www.plugshare.com/>. Acesso em: 11, julho de 2021.

ARTIGO

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE PLACAS FOTOVOLTAICAS NO ESTACIONAMENTO DA UNIVERSIDADE TUIUTI DO PARANÁ

BURMESTER, Cristiane

(cristiane.burmester@utp.br)

Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), Brasil

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil

CHANQUINI, Lucian

(lucian.chanquini@utp.edu.br)

Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), Brasil

NADER, Alexandre

(alexandre.nader@utp.edu.br)

Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), Brasil

TAVARES, Sergio

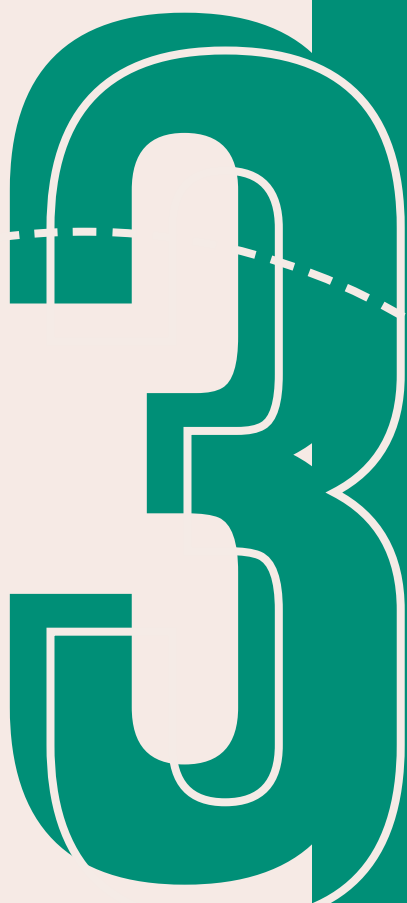
(sergioftavares@gmail.com)

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil

THOLKEN, Denise

(denise.tholken@utp.br)

Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Energia Solar, Energia Renovável, Placas Fotovoltaicas, Carport, Viabilidade

RESUMO

Em busca de um ambiente construído mais sustentável, o uso de energias renováveis vem ganhando espaço no mercado brasileiro. Este artigo tem o intuito de analisar a viabilidade construtiva e financeira da construção de carports em uma área determinada do estacionamento da Universidade Tuiuti do Paraná, localizada em Curitiba. Os carports são estruturas metálicas próprias para oferecer cobertura à estacionamentos e permitem a implementação de placas solares fotovoltaicas no seu topo, garantindo sombra e permitindo a geração de energia limpa. A proposta desse estudo foi delimitar a área física do estacionamento da instituição, explicar o funcionamento básico dos painéis fotovoltaicos, calcular os custos para instalação das placas fotovoltaicas para este projeto, simular o projeto executado, analisar as vantagens e desvantagens para instalação das placas fotovoltaicas e analisar a viabilidade do projeto. Para atingir os objetivos propostos, a base teórica deste trabalho foi fundamentada na literatura científica, através de trabalhos acadêmicos, publicações e artigos científicos e através dos ensinamentos práticos de um curso para instaladores de placas fotovoltaicas e como são realizados alguns dos cálculos de viabilidade financeira para a implementação dos painéis solares. De acordo com os resultados da análise, concluiu-se que o projeto possui viabilidade executivo-financeira, uma vez que a construção do carport juntamente à aquisição das placas solares e periféricos obteve um payback de 5 anos e uma TIR na ordem de 33,82%.

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente preocupação ambiental ao longo das últimas décadas e o contínuo crescimento pela demanda de energia, a comunidade científica e os Governos têm buscado a criação, aperfeiçoamento e aplicação de fontes limpas de energia de forma a diminuir a quantidade de gases que possam acentuar o Efeito Estufa e suas consequências.

Segundo a agência americana National Aeronautics and Space Administration, a NASA, é de conhecimento da comunidade científica que existam ciclos de aquecimento e resfriamento naturais no planeta Terra. A Agência observa, entretanto, que as altas cargas de gás carbônico lançados na atmosfera, gerados principalmente pela queima de combustíveis fósseis na transformação em energia (térmica, elétrica, mecânica, dentre outros), estariam afetando o clima global, colaborando para um aumento relativamente rápido e anormal da temperatura média do Globo. Entre 1906 e 2005 a temperatura média da Terra aumentou entre 0,6 a 0,9 °C, e acredita-se que esta anomalia climática esteja diretamente relacionada ao Efeito Estufa ocasionado pelo excesso de gás carbônico na atmosfera (NASA, 2010). Como resultado dos esforços realizados pela comunidade científica e Governos para tentar-se atenuar o rápido aumento médio da temperatura mundial, cerca de 195 países celebraram acordos e compromissos que envolvem políticas de incentivo ao uso de energias limpas. A 21ª Conferência das Partes (COP21), da United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), realizada em Paris em 2015, foi um grande evento neste sentido e ficou estabelecido um novo acordo, com o objetivo central de fortalecer a resposta global à ameaça da mudança do clima, acordo do qual o Brasil é signatário (NASCIMENTO, 2017). Neste sentido, o uso de placas solares fotovoltaicas se enquadra como uma boa opção de geração de energia elétrica, pois não emitem poluentes que possam contribuir com o Efeito Estufa.

- a. No cenário global, porém, ainda estamos distantes de uma considerável redução de emissões de CO₂. De acordo com a Agência Internacional de Energia, a IEA, a divisão da geração total de energia da Terra em 2018 advinha da combustão de Petróleo (31,6%), Carvão (26,9%) e Gás Natural (22,8%), totalizando 81,3% de toda a origem energética do globo (IEA, 2020), demonstrando a quase total dependência dos combustíveis fósseis ainda na data presente.

No cenário nacional, porém, o Brasil se destaca pela produção de energia hidrelétrica. De acordo com o Balanço Energético Nacional - BEN (2020), a participação da energia hidrelétrica na matriz energética brasileira em 2019 era de 65%, o que faz do Brasil um grande produtor mundial na área de energia hidrelétrica e energia renovável. Segundo o BEN 2020, em 2019 o Brasil gerou cerca de 83% de toda a sua matriz energética elétrica baseada na produção de energias renováveis, contra apenas 22% da média mundial (BEN, 2020).

- b. Em 2019, a produção de energia solar através das placas solares fotovoltaicas correspondeu a cerca de 0,4% da produção mundial de energia elétrica (RITCHIE, 2014). Embora seja proporcionalmente uma pequena fração da geração mundial de energia, o uso dos painéis fotovoltaicos cresce no mundo inteiro e

podem representar uma boa oportunidade de incremento de energia limpa no Brasil.

- c. De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), o uso desta matriz energética ainda é relativamente pequeno no país, mas tem demonstrado um consistente crescimento ao longo dos últimos anos. Para ser analisado o crescimento do setor de energia solar no Brasil, observou-se a geração de potência instalada acumulada na ordem de 7 MW em 2012. Em 2020, esta marca saltou para 6137 MW, sendo dividida entre 2932 MW de geração centralizada e 3204 MW de geração distribuída (ABSOLAR, 2020).
- d. A sigla BIPV (Building Integrated Photovoltaics), traduzido do inglês como “Integração Arquitetônica de Módulos Fotovoltaicos”, é objeto de interesse para esta análise. O BIPV é definido como a instalação de painéis solares com dupla função: ser um elemento integrado à construção e gerar energia.
- e. Este artigo tem como objetivo geral analisar a viabilidade de uma cobertura para veículos no estacionamento da Universidade Tuiuti do Paraná (UTP) utilizando placas fotovoltaicas para geração de energia renovável.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SURGIMENTO DAS PRINCIPAIS FONTES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

A busca por fontes de energias limpas de origem não-fósseis teve início muito da tomada de consciência mundial pelas consequências das mudanças climáticas. A energia cinética fornecida pela força dos ventos é aproveitada desde 200 a.C. através de moinhos de água e vento. Os geradores eólicos surgiram quando Charles F. Brush reuniu a tecnologia milenar das bombas d’água movidas a vento e acoplou um gerador de energia elétrica à hélice, obtendo cerca de 12 kW de energia elétrica provenientes da força do vento (CHALLONER, 2010).

A energia solar teve os primeiros passos ainda no final do século XIX. Em 1839, Alexandre Becquerel foi o primeiro cientista a observar que o efeito fotovoltaico era obtido quando a luz, ao atingir um eletrodo imerso num eletrólito, resultava numa corrente elétrica.

2.2 SURGIMENTO DAS PLACAS SOLARES

Para a melhor compreensão do histórico e a evolução dos painéis solares, é importante destacar que a unidade padrão para avaliar a potência de uma placa solar chama-se Watt-pico (Wp). O Watt-pico é a condição de máxima potência nominal possível, obtida em condições controladas em laboratório.

A primeira aplicação da placa solar fotovoltaica ocorreu em 1955 para o abastecimento elétrico em uma rede telefônica local, em Ámericus, nos Estados Unidos. Os painéis solares da década de 1950 eram capazes de converter, em média, apenas 4,5% da energia solar em energia elétrica, o que correspondia a 13 Wp/m², a um custo de US\$ 1,79/Wp. Em 2019, a eficiência média mundial passou para 143 Wp/m² (49,5%) a um custo 1,37 vezes mais barato, de US\$ 1,30/Wp. (WOODHOUSE et al., 2019)

Enquanto os painéis solares fotovoltaicos permaneceram basicamente restritos a projetos espaciais ao longo da década de 1960, a crise de oferta do petróleo na década de 1970 impulsionou os investimentos em pesquisas na área, o que permitiu o desenvolvimento de novos materiais, como as células de silício monocristalino. Com as células de silício, houve uma considerável redução nos custos de produção, passando de 80 U\$/Wp para cerca de 12 U\$/Wp em apenas uma década, e a eficiência energética atingiu o patamar de 20% (VALLÊRA, 2006).

Em 1982 foi construído, na Califórnia (EUA), a primeira central solar de grande porte, com geração de 1MWp (VALLÊRA, 2006). Na década de 1990, os projetos de eletrificação de áreas rurais, especialmente em países em desenvolvimento e a contínua conscientização ambiental colaboraram para um incremento na produção em massa dos painéis, diminuindo ainda mais os custos para o consumidor final. Em 1998, a capacidade mundial de produção de placas solares estava na ordem de 100 MWp, contra 1MWp em 1978 (NASCIMENTO, 2004).

2.3 BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAIC

Um dos conceitos que vem se destacando na área da arquitetura chama-se *building integrated photovoltaic (BIPV)*, podendo ser traduzido ao português como “Edifícios Solares”. Edificações em grandes centros urbanos podem causar impactos negativos ao ambiente, como ilhas de calor e reflexos indesejados dos raios solares ao atingirem as fachadas espelhadas. Alguns projetistas e parte da indústria da construção civil tem trabalhado em conjunto para criar materiais, soluções e tecnologias que visem causar um menor impacto ambiental nas cidades.

Alguns projetos já estão usando o conceito BIPV em suas edificações, permitindo que os painéis solares atuem não só como geradores de energia, mas também como elemento estrutural de fechamento do edifício (JONES et al., 2000). Segundo Thomas e Grainer (1999), os painéis podem ser pensados como elementos de fechamento de coberturas, fachadas e brises ou até como elemento estético, desde que sua principal função (a de gerar energia solar com eficiência) seja preservada.

3. METODOLOGIA

A metodologia aplicada foi analisar viabilidade técnico-financeira da execução de estruturas metálicas como cobertura de vagas de estacionamento e, simultaneamente, utilizar estas coberturas como suporte para aplicação de painéis fotovoltaicos na parte superior da estrutura.

3.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DO ESTACIONAMENTO

Optou-se por analisar apenas uma fração do estacionamento da Universidade Tuiuti do Paraná. Foi eleito a área de estacionamento em frente à fachada principal do Bloco A da Universidade Tuiuti do Paraná. Esta área de análise possui dimensões aproximadas de 18 metros de largura e 70 metros de comprimento, totalizando cerca de 1.260m^2 . Atualmente, todas as vagas de estacionamento da Universidade são descobertas. Esta área do estacionamento possui cerca de 73 vagas disponíveis, sendo que as medidas de cada vaga é de 2,80m de largura x 4m de comprimento. Foi considerada a área de cobertura de cada vaga do *carport* como 2,80m x 5m de comprimento. Na soma das áreas selecionadas se totalizam em 1.010m^2 de estacionamento coberto. Portanto, esta é a área de cobertura usada para fins de cálculos de potência gerada, custos e viabilidade do projeto.

Os *'carports'* vem do termo em inglês “garagem”, uma estrutura coberta usada para oferecer proteção aos veículos contra as intempéries. Estas estruturas podem ser compostas por pilares de sustentação de aço tipo perfil “T”, de aproximadamente 3 metros de altura e alocados a cada 8,4m - a cada 3 vagas - de distanciamento uma das outras, conforme foi usado neste projeto.

3.2 PERSPECTIVAS DO PROJETO PROPOSTO

Após a definição da área de estudo, foi possível iniciar o projeto dos *carports* e sua distribuição pela área do estacionamento, bem como o dimensionamento da estrutura. A Figura 1 demonstra a disposição geral das estruturas metálicas de cobertura e a disposição das placas solares no estacionamento em frente ao Bloco A da Universidade Tuiuti do Paraná.

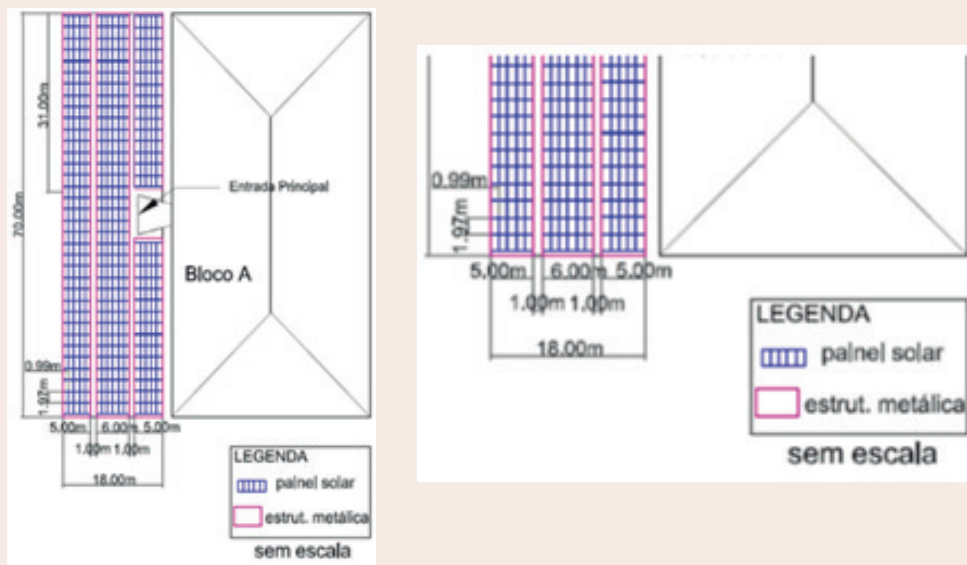


Figura 1. Vista superior da disposição da cobertura e placas solares

Fonte: Os próprios autores

3.3 ANÁLISE PRELIMINAR DO PROJETO

3.3.1 Informações Iniciais

Para este artigo, foi utilizado o modelo de placas fotovoltaicas *on-grid* (sistema ligado à rede elétrica), que são os Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (SFCR). Placas *on-grid* chamam-se assim pois operam em conjunto com a rede pública de energia. O modelo de placa utilizado foi o LUXMAX PLUS, que possui potência de 370 Watts, vida útil de 25 anos, degradação do painel para o primeiro ano de 3,0%, e para os anos restantes, 0,7%. A dimensão da placa é de 1,97 m por 0,99 m. O seu peso unitário é de 23,5 kg. As placas ficam na posição horizontal sentido a longarina com uma leve inclinação para evitar estanqueidade sobre as placas fotovoltaicas. Neste projeto, usou-se uma inclinação de 2%. O modelo do inversor utilizado foi o FRONIUS SYMO 15.0-3 208. O inversor selecionado possui uma potência fotovoltaica recomendada entre 12,0 à 19,5 kWp, vida útil de aproximadamente 15 anos.

3.3.2 Cálculo da quantidade de módulos fotovoltaicos

Através da área calculada da cobertura, é possível encontrar a quantidade de placas fotovoltaicas que foram alocadas nesta área de cobertura. Conforme previamente estipulado, foi considerada uma área de 1080 m² de área coberta, portanto, deve-se calcular a quantidade de placas que aquele espaço poderá comportar dividindo a área da cobertura pela área da placa, totalizando 554 placas solares.

3.3.3 Cálculo da Potência-Pico Ideal

Um módulo fotovoltaico gera sua energia quando submetido a uma certa quantidade de irradiação solar. Esta quantidade gerada é aproximadamente 1.000 W/m^2 (Watts por metro quadrado), e o valor da radiação solar diária é representado em 'Horas de Sol Pico' conforme equação 1.

$$P_{\text{peak}} = (N_m \cdot W_p) \div 1.000 \quad (1)$$

Onde:

P_{peak} = Potência-pico do SFCR - em kWp

N_m = Número de módulos fotovoltaicos a serem utilizados

W_p = Potência-pico do modelo de módulo fotovoltaico - em Wp

1000 = Constante para ajuste de unidade - $1 \text{ kW} = 1.000 \text{ W}$

Aplica-se esta equação conforme resultados obtidos:

$$P_{\text{peak}} = (554 \cdot 370) \div 1.000$$

$$P_{\text{peak}} = 204,98 \text{ kWp}$$

3.3.4 Análise de Recurso Solar Local

Após a obtenção do valor de potência-pico, é realizado uma análise preliminar da incidência solar local. Para isto, foram utilizadas ferramentas disponíveis como o sítio gratuito Atlas Solar Global. Esta ferramenta possibilita consultar a incidência de radiação solar em um determinado local. Segundo o Atlas o valor da média anual em base diária para a região de Curitiba (PR) é de $4,424 \text{ kWh/m}^2/\text{dia}$ (quilowatt-hora por metro quadrado por dia). Este valor é utilizado como média de kWh gerados nesta região geográfica.

3.3.5 Cálculo da Quantidade de Inversores

Para o cálculo da quantidade de inversores, deve-se considerar a potência total gerada pelo conjunto dos painéis fotovoltaicos. Como visto no item 3.3.2, a potência total gerada pelas placas é de $204,98 \text{ kWp}$. A potência máxima de cada inversor neste projeto é $19,5 \text{ kWp}$ (conforme dados técnicos obtidos pela fabricante), portanto, para o número de inversores, basta dividir a potência total fornecida pelos painéis fotovoltaicos pela potência unitária de cada inversor:

$$\text{Número de Inversores} = 204,98 / 19,5 [\text{kWp}] = 10,51 \therefore 11 \text{ inversores}$$

Portanto, para este projeto, serão considerados o uso de 11 inversores.

3.4 APRESENTAÇÃO DOS VALORES INVESTIDOS

Para o sustento das placas solares, foi utilizado perfil tipo H e I, sendo perfil “H” para os pilares, e perfil “I”, para vigas e longarinas. Após esse processo, foi necessário consultar à tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices) e a tabela TCPO (Tabela de Composições de Preços para Orçamentos) fornecidas pelo sítio caixa.gov.br, para identificação dos valores das estruturas e mão de obra. Pela Tabela 1, os valores para o projeto são:

ESTRUTURAS	kg/m	m	Qtde	Peso Total (kg)	Preço (kg)	Valor
PILAR (Perfil H - HP 250 x 62,0)	62	15	26	24.180	7,70	186.186,00
VIGA (Perfil I - W 200 x 15,0)	15	16	26	5.850	7,06	44.054,40
LONGARINA (Perfil I - 76 x 8,5)	8,5	202	18	30.906	7,06	218.196,36
MÃO DE OBRA	Unid		Qtde	Preço		Valor
Cravação	UN		26	23,3		605,80
Solda	UN		26	220,88		5.742,88
Servente	UN		26	3,00		78,00
PLACA SOLAR	Unid		Qtde	Preço		Valor
Lux Max Plus 370W	UN		554	625,00		346.250,00
Inversor	UN		11	24.000,00		264.000,00
					TOTAL GERAL	1.065.113,44

Tabela 1. Apresentação de Valores para o Projeto

Fonte: os próprios autores com base na Tabela SINAPI e TCPO, 2020.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados obtidos através da quantidade de placas utilizadas, bem como o potencial da geração fotovoltaica.

Para simular a incorporação de uma nova matriz energética na Universidade, foi preciso entender os custos relacionados de implementação dos materiais, bem como considerar o espaço destinado para a geração de energia solar. De acordo com os cálculos, foi delimitado uma área de 1.080 m², com capacidade de 554 placas fotovoltaicas instaladas, sendo cada placa solar com potência de 370 W. O orçamento contempla, ainda, os onze inversores de 19.500 Wp cada, todo o material necessário (placas, cabos e perfis metálicos), mão-de-obra para a instalação das estruturas de fixação (estruturas metálicas para cobertura) e dos painéis. Somando todos estes custos, o total deste projeto foi avaliado em um valor final de R\$1.065.113,44.

A partir destas condições, calculou-se a potencia-pico (W_p) instalada e concluiu-se que o potencial de geração de energia será próximo à 204.980 W_p . Considerou-se também, um fator de perda de eficiência das placas na ordem de 30%. Este fator é estimado em função da potência total instalada e está ligada às eventuais perdas ocasionadas pelas intempéries, que resultam na diminuição do rendimento energético das placas ao longo do tempo.

Para o cálculo do payback, foi necessário estabelecer algumas premissas de cálculo, que servirão para compreender o estudo de viabilidade financeira ao longo dos anos (Tabela 2). Entende-se por payback a data em que ocorre o retorno financeiro suficiente para cobrir os valores do investimento empenhados no projeto.

Premissas	Valores
Valor da Energia (kWh) ⁽¹⁾	R\$ 0,83
Degradação do Pannel 1º Ano (W) ⁽²⁾	3,0%
Degradação do Pannel Outros Anos (W) ⁽²⁾	0,7%
Custo de Manutenção / Ano (% do Investimento) ⁽³⁾	0,5%
Inflação Energética Projetada / Ano (média da inflação anual dos últimos 15 anos) ⁽⁴⁾	5,47%
Ano de Troca dos Inversores ⁽⁵⁾	15

Tabela 2. Descrição das Premissas de Cálculo.

Fonte: os próprios autores com base em (1) COPEL, 2020;

(2) CATÁLOGO LUXMAX PLUS, 2020; (3) CURSO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BLUE-SOL, 2018; (4) BANCO CENTRAL, 2020; (5) CATÁLOGO FRONIUS SYMO, 2020.

O valor do kWh é o valor final (com impostos) aplicado para faturas residenciais. A concessionária de energia na cidade de análise (Curitiba) é a COPEL.

O custo de manutenção (degradação) é relativamente pequeno, aproximadamente 0,5% do custo inicial do equipamento. Essa é uma das vantagens da energia solar obtidas pelas placas fotovoltaicas atuais.

O valor da inflação energética projetada foi estimada através da média da inflação anual (SELIC) entre os anos de 2004 à 2019, correspondendo a 5,47% a.a. Considerando estes valores, é possível obter os seguintes dados, dispostos na Tabela 3:

Ano	Energia Gerada (kWh/ano)	Retorno Financeiro (R\$)	Custos Anuais (R\$)	Subtotal (R\$)	Fluxo Final (R\$)
0	243.045,22	201.727,53	-1.067.776,22	-866.048,69	
1	241.343,90	220.346,98	-5.616,88	214.730,11	-651.318,58
2	239.654,50	240.685,01	-5.924,12	234.760,89	-416.557,69
3	237.976,92	262.900,24	-6.248,17	256.652,07	-159.905,62
4	236.311,08	287.165,93	-6.589,94	280.575,99	120.670,37

Continua...

Ano	Energia Gerada (kWh/ano)	Retorno Financeiro (R\$)	Custos Anuais (R\$)	Subtotal (R\$)	Fluxo Final (R\$)
5	234.656,90	313.671,34	-6.950,41	306.720,93	427.391,30
10	226.558,09	487.735,67	-9.071,00	478.664,66	2.446.421,34
15	218.738,79	758.392,77	-275.838,59	482.554,18	5.332.078,04

Tabela 3. Informações de Custo e Retorno Financeiro.

Fonte: os próprios autores, 2020.

De acordo com a Tabela 3, verifica-se, na coluna “Energia Gerada (kW/ano)”, que a energia gerada pelo conjunto das placas diminui ao longo do tempo. Isto se deve pela degradação prevista das placas e também pelos fatores de perdas, que tendem a aumentar conforme o tempo transcorre. A coluna “Retorno Financeiro” demonstra o valor bruto gerado pelas placas fotovoltaicas a cada ano, e são reajustadas conforme a inflação energética projetada para os 15 anos futuros (taxa de inflação adotada: 5,47% a.a.).

Os “Custos Anuais” referem-se às perdas financeiras sofridas pela depreciação das placas fotovoltaicas ao sofrerem degradações naturais do tempo. A coluna “Subtotal” é a diferença entre o Retorno Financeiro e os Custos Anuais.

Por fim, a coluna “Fluxo Total” revela em que ano ocorrerá o *payback*. Pode-se observar que os valores na coluna “Fluxo Final” decaem ao longo do tempo. Isto ocorre pelo fato de que, neste projeto, existe a previsão de um retorno financeiro ao investidor. Entende-se que, até o Ano 03, as custas do projeto ainda são maiores que os retornos financeiros obtidos pela geração de energia. Doravante, no Ano 04, o projeto demonstra os primeiros valores positivos, evidenciando o período em que ocorre o retorno financeiro para a instituição. O Retorno estimado para o Ano 04 é de R\$120.670,37, portanto, o ano em que é obtido o *payback* do projeto.

Sabe-se que o prazo de vida útil dos Inversores em análise são de, aproximadamente, 15 anos. Por este motivo, foi estimado a troca dos 11 inversores para o Ano 15. Conforme Tabela 03, inclui-se o novo investimento das trocas de inversores (dos antigos pelos novos) ao custo de R\$275.838,59. Porém, como o retorno financeiro neste projeto foi relativamente rápido e favorável, reparando no fluxo final, ainda é possível contabilizar um crédito final no valor de R\$5.332.078,04.

A partir destes resultados obtidos, a Tabela 04 resume alguns resultados importantes para a análise da viabilidade, com os seguintes valores:

Título	Valores
Payback Ano	4
Retorno no Primeiro Ano (Ano 0) (%)	18,89
Retorno no Primeiro Ano (Ano 0) (R\$)	201.727,53
Reais por Watt Instalado (R\$)	5,30
VPL (R\$)	1.758.478,12

...continuação

Título	Valores
TIR (%)	33,82
Geração Diária Média de Energia (kWh)	612,83
Geração Mensal Média de Energia (kWh)	18.640,34
Geração Anual Média de Energia (kWh)	223.684,10

Tabela 4. Outputs e Resultados.

Fonte: Tabela Própria, 2020.

Entende-se o Retorno no Primeiro Ano o valor ou a porcentagem entre o Custo Anual pelo Retorno Financeiro do ano 0, isto é, há o desembolso no valor de R\$ 1.065.113,44 iniciais, e obtém-se R\$ 201.727,53 em créditos. O valor do Retorno Financeiro corresponde a 18,89% dos Custos Anuais.

O Valor Presente Líquido (VPL) é um índice financeiro-matemático que indica a lucratividade que terá o projeto ou novo negócio. Para Gitman (2001), o VPL é uma “técnica de orçamento sofisticada, e o seu valor é determinado pela subtração do valor inicial de um projeto, do valor presente dos fluxos de entrada de caixa, descontados a uma taxa igual ao custo do capital da empresa”. Um VPL positivo demonstra que os retornos financeiros são maiores que os desembolsos do projeto, apontando para a viabilidade do projeto. Neste estudo, o VPL foi de R\$ 1.758.478,12.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é um índice importante na análise dos investimentos, e indica a rentabilidade do projeto. A TIR pode ser entendida como a taxa de desconto que faz com que o Valor Presente Líquido (VPL) de um projeto seja igual a zero. No projeto analisado, a TIR encontrada foi de 33,82%.

Os resultados obtidos por Botega (2017) em seu trabalho de análise financeira em um projeto de placas fotovoltaicas demonstraram um tempo para o payback muito mais longo que a calculada por este trabalho. De acordo com Botega, o payback de seu projeto previu ocorrer no ano 11, contra o payback desta análise ocorrendo no ano 4. Porém, sua análise baseia-se em apenas 16 placas, contra 554 desta análise. Aparentemente, a capacidade de produção elétrica muito maior na proposta dos autores pode adiantar o tempo de retorno do capital investido e melhorar consideravelmente a atratividade do investimento.

5. CONCLUSÃO

O presente artigo possibilitou simular os custos e materiais empregados na construção de um *carport*. Através de intensa pesquisa, foi possível conhecer melhor os componentes que fazem parte do sistema de energia solar fotovoltaica, os custos de compra e instalação e suas vantagens e desvantagens.

Alguns índices foram estimados, tais como o consumo mensal de energia elétrica e a população universitária, úteis para os cálculos de viabilidade do projeto. Tais dados encontravam-se inacessíveis aos autores. Por este motivo, entende-se que este trabalho teve, como objetivo maior, demonstrar uma situação hipotética de

um projeto de *carport* e apresentar a viabilidade financeira para sua execução, sem a pretensão ou possibilidade de apresentar valores fidedignos à realidade da instituição de análise.

Os autores entendem que o *carport* pode oferecer boas vantagens como, por exemplo, uma grande área de cobertura para o estacionamento, inexistente até o presente momento no estacionamento desta análise. A estrutura do *carport* permite ainda a instalação das placas fotovoltaicas no seu topo, de forma customizada, permitindo fácil acesso e manutenção pela sua relativa baixa altura de instalação, o que é um ponto positivo desse tipo de estrutura.

Outro fator vantajoso desse sistema é que a energia solar pode ser classificada como “energia limpa”, e não contribui para emissão de poluentes, como o gás carbônico. A energia gerada através das placas demanda apenas a luz solar, operando mesmo em dias nublados, apesar de serem menos eficientes com o céu nebuloso.

Ao analisar criteriosamente a planilha de viabilidade financeira, observa-se que o projeto demonstrou ser lucrativo ao longo do tempo, trazendo oportunidades para outros investimentos dentro da instituição. Surpreende a economia gerada pela produção local de energia, que, ao longo de 15 anos, que pode alcançar cifras no valor de R\$5.000.000,00

Em contrapartida, os autores observam algumas desvantagens inerentes a este sistema: o custo para aquisição das placas fotovoltaicas, inversores e periféricos, até a presente data, ainda se demonstram relativamente caros e podem impedir a massificação do uso de placas fotovoltaicas no Brasil. Assim como ocorre com as placas solares após 25 anos de uso, os inversores também devem ser trocados a cada 15 anos e representam uma parte significativa dos custos do sistema.

Na opinião dos autores, as maiores desvantagens do sistema solar fotovoltaico referem-se à necessidade de se criar uma rotina periódica de limpeza e manutenção dos painéis, a fim de manter sua eficiência próxima à máxima possível. Outro problema é que os painéis solares possuem perdas de eficiência na ordem de 3% no primeiro ano e, aproximadamente 0,7% nos anos seguintes. Esta perda ocorre devido a deterioração dos componentes das placas causados pelos raios ultravioleta e não podem ser evitados pela atual tecnologia em uso.

Ao ponderar os dados obtidos pelos cálculos de viabilidade financeira e a possibilidade de execução deste tipo de obra, os pontos favoráveis e os pontos desfavoráveis do uso deste sistema, os autores concluem que o projeto analisado é viável, pois sua execução pode ser feita com relativa facilidade, apresenta um retorno financeiro expressivo com payback em 5 anos, possui vida útil estimado em 25 anos e os custos de manutenção e limpeza podem ser facilmente custeados pelo retorno financeiro obtido.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSOLAR - Infográfico ABSOLAR - Agosto, 2020. Disponível em <http://www.absolar.org.br/infografico-absolar.html>. Acesso em: 27 agosto 2020.

Atlas Solar Global, 2020. Disponível em: <https://globalsolaratlas.info/map>. Acesso em: 16 de Set. 2020.

Balanco Energético Nacional (BEN). Disponível em: www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/publicacoes/balanco-energetico-nacional/-/document_library_display. Acesso em 12 set. 2020

BOTEGA, Ângelo. Retorno de Investimento de um Sistema Fotovoltaico com a Presença de Painéis Danificados. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Pampa. Alegrete, 2017. Disponível em: < <http://dspace.unipampa.edu.br/handle/rii/2152>>. Acesso em 08. dez. 2020

Challoner, Jack. 1001 invenções que mudaram o mundo. Rio de Janeiro, RJ: Sextante, 2010.

Jones, D. L.; Hattersly, L.; Ager, R.; Koyama, A. Photovoltaics in buildings - BIPV projects: Department of trade and industry. Londres, 2000. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92927/263068.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 13 set. 2020.

NASA, Global Warming, 2010. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/GlobalWarming/page2.php>. Acesso em: 30 ago.2020

Nascimento, Cássio A. Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica. Monografia (Curso de Pós-Graduação Lato-Sensu em Fontes Alternativas de Energia Engenharia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004. Disponível em: https://www.solenerg.com.br/files/monografia_cassio.pdf. Acesso em: 13 set. 2020.

Nascimento, R. L. Energia solar no Brasil: situação e perspectivas. Brasília: Câmara dos Deputados do Brasil, 2017. (Estudo técnico). Disponível em: <http://bd.camara.leg.br/bd/handle/bdcamara/32259>. Acesso em: 27 mai. 2020.

Perlin, J. The Silicon Cell turns 50. National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2004; (Reportagem). Disponível em <https://www.nrel.gov/docs/fy04osti/33947.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2020.

Portal Solar (Usina Solar No Brasil), 2020. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/> Acesso: 15 de Set. 2020.

Ritchei, H. (2014) - "Energy". OurWorldInData.org. Disponível em: '<https://ourworldindata.org/energy>'. Acesso em: 30 ago.2020

Thomas, R.; Grainer, T. Photovoltaic in buildings - a design guide: Department of trade and industry. Londres, 1999. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92927/263068.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 set. 2020.

Vallêra, A. M. (2006) - "Meio Século De História Fotovoltaica". Disponível em <http://solar.fc.ul.pt/gazeta2006.pdf>. Acesso em 12 set. 2020.

Woodhouse, M. A.; Smith, B.; Ramdas, A.; Margolis, R. M. Crystalline Silicon Photovoltaic Module Manufacturing Costs and Sustainable Pricing: 1H 2018 Benchmark and Cost Reduction Road Map. United States: n. p., 2019. Web. DOI: 10.2172/1495719.https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1518-70122020000200379&lang=pt - 27/08/2020



SESSÃO TEMÁTICA 4

EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS: QUALIDADE, CICLO DE VIDA E PROJETO



ARTIGO

EL MAPEO COMO HERRAMIENTA PARA LA DIFUSIÓN E INTERCAMBIO DE DATOS DEL BTC EN ARGENTINA

CABRERA, Santiago

(spcabrera@outlook.com)

*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN
FRSF), Argentina*

GONZÁLEZ, Ariel

(aagonzal@frsf.utn.edu.ar)

*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN
FRSF), Argentina*

CARBONI, Juan Alberto

(juanacarboni@gmail.com)

*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN
FRSF), Argentina*



PALABRAS CLAVE:

BTC, red, actores en el proceso del BTC

RESUMEN

A pesar de contar con un desarrollo técnico considerable y más de 20 años de experiencia en su utilización dentro de la República Argentina, la tecnología de construcción con Bloques de Tierra Comprimida (BTC) no ha logrado aún afianzarse como una alternativa confiable para la construcción de viviendas en el País. Es por ello que en este trabajo se comparten las experiencias llevadas a cabo por el Grupo de Investigación y Desarrollo en Técnicas de Construcción con Tierra de la UTN FRSF tendientes a relacionar la oferta nacional de BTC con la demanda y vincular a los diferentes actores involucrados en el sector (fabricantes de prensas, productores de BTC y constructores), lo cual permitiría ayudar a potenciar el uso de esta técnica de construcción: se exponen los resultados de la sistematización lograda con el mapeo de los diferentes actores involucrados en la tecnología del BTC en la República Argentina. Para ello se definió en una primera instancia el formato del mapa y los datos a volcar en cantidad y calidad, se generó un formulario electrónico que se envió a la base de datos propia del Grupo de Investigación, la de la Red Protierra Argentina y la del "LADRIARG", solicitando su completamiento y de ser posible información acerca de otros vínculos que pudieran estar interesados en la temática (muestreo por bola de nieve). También se realizaron entrevistas semiestructuradas a informantes claves y a fabricantes y constructores que se mostraron interesados. Finalmente, estos datos se volcaron en el mapa empleando diferentes capas correspondientes con la especificidad de cada entrada y se difundió a través de herramientas informáticas (Google maps) y la colaboración de la Red Protierra. Si bien el trabajo se encuentra en permanente actualización en función de la incorporación de nuevos interesados en participar; se puede mencionar como resultado principal una base de datos bastante completa y actualizada que es de utilidad a todos los involucrados en la tecnología del BTC.

SESSÃO 4
EDIFICAÇÕES
SUSTENTÁVEIS:
QUALIDADE,
CICLO DE VIDA
E PROJETO

1. INTRODUCCIÓN

Durante milenios, los seres humanos han utilizado la tierra como material de construcción en diversas formas: encofrada y compactada; mezclado con paja y puesta a mano, ya sea sola o como relleno y recubrimiento en estructuras de madera; o como bloques de mampostería, generalmente moldeados a mano y secados al sol (Aubert et al. 2013). La arquitectura y construcción con tierra poseen una larga trayectoria en la historia de la humanidad, y aunque sus primeros antecedentes se remontan a más de 9 mil años de antigüedad, en diversos contextos sigue estando tan vigente como en su origen, tal es así que actualmente, más de un tercio de las habitantes del planeta viven en casas de tierra. (Houben and Guillaud 2006).

1.1 EL BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA

El Bloque de Tierra Comprimida o BTC es un mampuesto fabricado mediante la compresión de un mortero de tierra, generalmente estabilizada con cal o cemento, que se encuentra contenido en el interior de una prensa específicamente diseñada para tal fin, cuyo accionamiento puede ser manual o automatizado, dependiendo del nivel de producción requerido (Fontaine and Agner 2009). La forma de estos bloques es variable y depende de la matriz empleada durante su fabricación, pudiendo ser macizos, huecos y encastrables.

A diferencia del resto de las técnicas de construcción con tierra, la cuales poseen cientos e incluso miles de años de trayectoria, esta tecnología fue desarrollada en Colombia a comienzos de los años ´50 en el Centro Interamericano de Vivienda “CINVA” como una alternativa económica para la fabricación de bloques de construcción y actualmente es considerada como una de las tecnologías latinoamericanas más difundidas en el mundo (Ángulo Jaramillo and Carreño Carry 2017). Debido a algunas similitudes con el adobe, el BTC es considerado por algunos autores como un salto tecnológico respecto de éste. Si bien tales similitudes se basan en la posibilidad de producción manual de ambos y las formas en las cuales son empleados para la construcción de muros y cubiertas, este mampuesto presenta aspectos que lo diferencian sustancialmente del tradicional adobe: en su fabricación interviene maquinaria especializada. Esta particularidad permite al BTC integrarse de manera más acorde a los contextos de producción vigentes en la actualidad y posibilita su fabricación de manera industrializada (Salas Serrano 1995).

Las principales ventajas del BTC con respecto a los mampuestos de uso frecuente en el país se resumen a continuación:

- Requieren para su fabricación una cantidad de energía menor a la precisada por otros materiales de construcción.
- Su coeficiente de conductividad térmica es menor al de otros mampuestos empleados en la construcción de muros. Por otra parte, su inercia térmica es superior a la de sus homólogos de menor peso y muy similar a la del hormigón monolítico, el ladrillo cerámico macizo y el adobe.

- Regulan naturalmente la humedad del aire alojado en los ambientes interiores, lo cual presenta significativas ventajas en cuanto al consumo energético destinado al mantenimiento de la construcción y al confort de los habitantes.
- Pueden emplearse para construir muros tanto de cerramiento como portantes, interiores y exteriores.
- Una de las principales características de la producción de BTC es su posibilidad de escalado, pudiendo ser fabricados en emprendimientos de muy pequeña escala y en grandes fábricas con altos grados de automatismos, superando los 2.500 BTC/día.

1.2 LA TECNOLOGÍA DEL BTC EN ARGENTINA

El desarrollo técnico de la construcción con BTC en Argentina cuenta con una larga trayectoria, sin embargo, su empleo se intensificó durante los años 80, motivado por el inicio de su investigación en ámbitos científicos y académicos y su utilización en la construcción de viviendas rurales y suburbanas -muchas de ellas por la metodología de autoconstrucción- impulsadas por organismos estatales. Actualmente en Argentina, las obras construidas con BTC incluyen barrios de vivienda FONAVI, viviendas particulares y financiadas por créditos del programa PROCREAR, edificios destinados a la prestación de servicios de todo tipo (salones comunitarios, centros culturales, museos, puestos de salud, oficinas, depósitos, escuelas) y edificios turísticos como cabañas, posadas, y hoteles.

En los últimos años se han explorado en el país diversas mejoras e innovaciones tecnológicas vinculadas a la producción y uso del BTC: en la elaboración de los elementos constructivos, en los procesos de producción y en las formas de organización de las unidades productivas avocadas a la tarea. Estas actividades se articulan principalmente en los centros universitarios de Santa Fe, Buenos Aires, San Juan, Tucumán y Salta, donde se dedica esfuerzo a su estudio y posible normalización de esta tecnología. Estos antecedentes han recibido además aportes sustanciales de la experiencia práctica de profesionales, pequeños y grandes comerciantes y constructores que utilizan esta tecnología (Dorado et al. 2019). Debe remarcar además, la creciente industrialización de esta tecnología en lo que respecta a las plantas de producción, existiendo actualmente al menos 3 plantas en el país con capacidad para producir más de 1.000 BTC/día, equipadas con prensas de accionamiento hidráulico semiautomáticas y equipos auxiliares completamente mecanizados: mezcladoras, zarandas, molidoras, cintas transportadoras y autoelevadores.

A pesar de estos antecedentes, actualmente en Argentina esta tecnología presenta una baja aceptación, utilización y demanda. Tras la Realización del 1° Encuentro Nacional de BTCeros, realizado en 2007 en la ciudad de Santa Fe (González, Losa, and Cabrera 2020), el contacto estrecho con productores, constructores, desarrolladores inmobiliarios y fabricantes de equipos vinculados con la tecnología del BTC permitió identificar un común denominador a las problemáticas del sector: la falta de vinculación entre los diferentes actores involucrados.

2. OBJETIVOS

En función de la baja utilización y el desconocimiento de este tipo de bloques en el sector de la construcción (en Argentina), desde el Grupo de Investigación y Desarrollo en Técnicas de Construcción con Tierra “TIERRA FIRME” de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF) se propuso aportar a la difusión e interconexión entre los diferentes actores involucrados en la cadena productiva y comercial del BTC. Para ello, se propusieron los siguientes objetivos específicos:

- Identificar y contactar a los diferentes actores involucrados en la tecnología del BTC.
- Clasificar en categorías las diferentes actividades realizadas por los actores identificados.
- Volcar la información recopilada en un “Mapa interactivo de BTCeros en Argentina”.
- Difundir el “mapa interactivo” entre los diferentes actores para “hacerlo crecer”.
- Actualizar de manera permanente la información sistematizada en el mapa.

3. METODOLOGÍA

Para llevar adelante el objetivo propuesto, se procedió a identificar los diferentes agentes involucrados en la cadena productiva del BTC, identificando la actividad particular que desarrollan dentro del sector. Para ello, se compartió un formulario on line a través de diferentes grupos de Whats App vinculados a la Bioconstrucción y la producción de materiales sustentables, destacándose entre ellos el grupo LADRIARG, promovido por un fabricante y vendedor de prensas; este grupo de difusión específico sobre esta tecnología del BTC, cuenta en la actualidad con aproximadamente 250 integrantes de todo el país. Además, se solicitó información sobre actores involucrados en la producción de BTC en Argentina a los miembros de la Red Argentina de Construcción con Tierra PROTIERRA (<http://redprotierra.com.ar/>), aplicando la técnica de “bola de nieve” (Gutiérrez Lozano; 2021). Finalmente, se consultaron fuentes web de sitios comerciales.

Esta recopilación inicial permitió conocer y elaborar una base de datos de actores involucrados en el desarrollo de esta tecnología y establecer 4 categorías de agrupamiento, a saber:

- Productores: Actores dedicados a la fabricación y venta de BTC
- Constructores: Agentes abocados a la construcción con BTC
- Fabricantes de equipos: Actores que fabrican y venden tanto prensas y equipos auxiliares para la producción de BTC.
- Laboratorios: Centros de investigación abocados a la investigación y realización de ensayos sobre BTC.

A continuación, se contactó de manera telefónica a cada uno de los interesados en participar del “Mapa Interactivo”, solicitándoles la información de contacto que puede apreciarse en la Tabla 1.

Datos de contacto	
Nombre	De la persona y/o de la empresa
Ubicación	Lugar donde desarrolla la actividad, Ciudad y Provincia
Teléfono de contacto	Nº de teléfono y/o WhatsApp
Página Web	Dirección en Internet
Redes Sociales	Facebook, Instagram, YouTube
Correo electrónico	Hotmail, Gmail
Rubro	Fabricante, Constructor, Fabricante de equipos, Centro I+D
Forma de contacto establecida	¿Cómo se lo contacto?
¿Actualmente está en actividad?	Activo - Inactivo
Fotos	Que envíe 10 o más fotos de su actividad

Tabla 1. Datos de contacto relevados a cada actor vinculado con la tecnología del BTC

De manera paralela al relevamiento de actores involucrados en la producción de BTC, se realizó un relevamiento de obras construidas con este tipo de bloques, aprovechando para ello la experiencia y contactos de los integrantes del Grupo TIERRA FIRME.

4. RESULTADOS

El mapa se desarrolló empleando la herramienta “Google maps”; siendo ésta la plataforma elegida por su posibilidad de adaptación a cualquier dispositivo móvil, por no requerir de almacenamiento en dispositivos propios ni la descarga de ningún aplicativo o extensión; sumando a esto el sencillo método de carga de datos y visualización. Además, mediante los “permisos” se puede restringir la edición del mapa, lo que permite que usuarios sean los editores del mapa o centralizar la tarea en editor general, a quien corresponderá moderar y administrar el contenido. Finalmente, el mapa interactivo de BTCeros de Argentina, al cual puede accederse a través del siguiente link:

https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1QRjymuEk44S9d_p7_unFoW-t_aFWLK9l&usp=sharing

Evaluando la distribución por provincia de los actores incluidos en el mapa (ver Tabla 2) puede apreciarse cómo en las provincias de Córdoba y Santa Fe, Buenos Aires y Tucumán se encuentra la mayor densidad de agentes vinculados a esta tecnología; contando todas ellas con fabricantes de bloques, constructores, fabricantes de equipos e institutos de investigación.

Es importante mencionar que todos los actores vinculados a la producción de BTC también fueron incluidos en la categoría “constructores” ya que no se detectó nin-

gún emprendimiento abocado únicamente a la fabricación y venta. Finalmente, en la Tabla 3 se indica el porcentaje de actores incluidos en cada categoría, predominando el rubro “productores y constructores”.

Distribución por provincia		
Provincia	Cantidad	% de participación
Córdoba	8	21%
Santa Fe	9	23%
Buenos Aires	7	18%
Tucumán	4	10%
Entre Ríos	3	8%
La Rioja	2	5%
Salta	2	5%
Chaco	1	3%
Corrientes	1	3%
La Pampa	1	3%
Santiago del Estero	1	3%

Tabla 2. Distribución por provincia de los 39 actores incluidos en el mapa.

Distribución por rubro		
Rubro	Cantidad	% de participación
Productores y constructores	28	72%
Laboratorios e instituciones de apoyo y asesoramiento	6	15%
Venta de equipos	5	13%
Obras construidas	27	-

Tabla 3. Distribución por rubro de los 39 actores incluidos en el mapa.

En las Figuras 1, 2 y 3 pueden apreciarse los diferentes actores relevados e incorporados al mapa con sus correspondientes categorías de inclusión, como así también la información asignada a cada uno de ellos (mencionada en la Tabla 1), además de diversas obras construidas con BTC incluidas en el mapa.

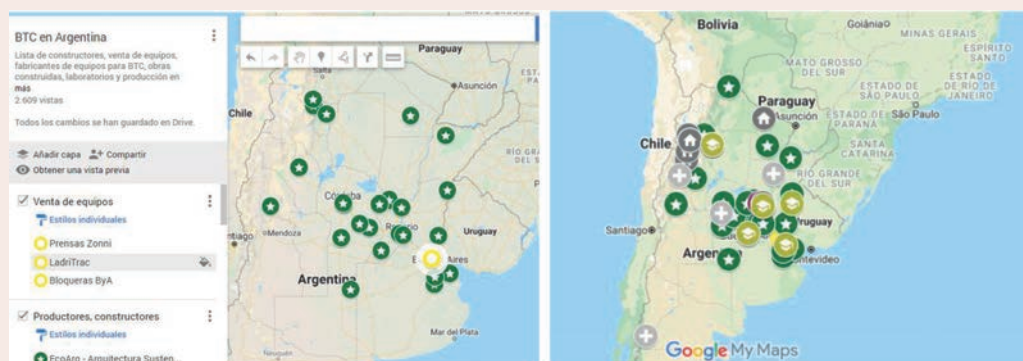


Figura 1. Puntos incluidos en el Mapa de BTCeros de Argentina.

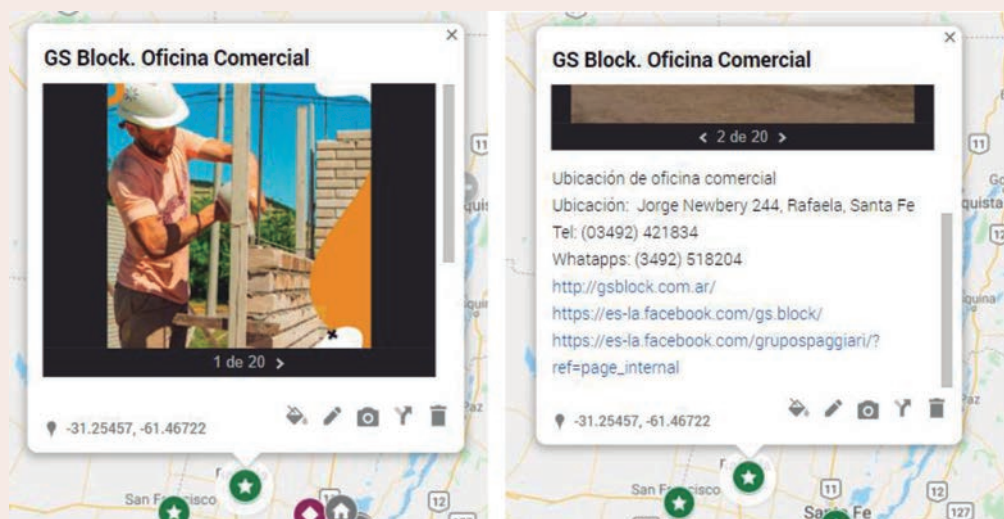


Figura 2. Galería de fotos in información incluida en cada punto del mapa de BTceros.



Figura 3. Galería de fotos in información incluida en cada punto del mapa de BTceros.

Finalmente, en el Anexo N°1 se incluye la tabla con la totalidad de los datos relevados e incluidos al mapa hasta el día de la fecha (julio de 2020).

5. CONCLUSIONES

El relevamiento realizado por el Grupo TIERRA FIRME de la UTN- FRSF indicó que actualmente en Argentina hay 27 emprendimientos de variada envergadura y nivel de desarrollo abocados a la fabricación y construcción con BTC, distribuidos en todo el territorio nacional con excepción de la región patagónica y cuyo. En lo que respecta a la fabricación y comercialización de prensas y equipos auxiliares para la producción de estos bloques (moledoras de tierra, zarandas y mezcladoras)

existen 5 empresas metalúrgicas abocadas a la tarea, las cuales se encuentran radicadas en las provincias de Tucumán, Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires.

En lo que respecta a la utilidad del mapa, diversos intercambios realizados con productores y constructores, en su mayoría principiantes, indican que los datos incluidos en él resultan ser de gran utilidad a la hora de recabar información sobre esta tecnología, principalmente en lo que respecta a la localización de proveedores, emprendimientos de envergadura similar (que permitan comparar procesos productivos y preciso de venta) y particularmente a instituciones en las que puedan realizarse de laboratorio que permitan validar la calidad de los elementos producidos.

Puede concluirse que la herramienta virtual desarrollada es útil para la comunicación entre los diversos actores de la tecnología del BTC en Argentina, reforzando lazos y creando nuevos entre los productores de bloques, fabricantes de equipos, constructores de viviendas, laboratorios y nuevos emprendedores que quieran iniciarse en este ámbito; siendo además una herramienta de gran utilidad para aquellos emprendedores o particulares que quieran incursionar en esta tecnología, quienes pueden consultarlo como fuente de información. Finalmente debe remarcar el hecho que la herramienta se mantiene en permanente crecimiento, sumando nuevos actores y actualizando la información de los ya cargados.

6. REFERENCIAS

Ángulo Jaramillo, Darío Ernesto and Ana Carreño Carry. 2017. "El Bloque de Tierra Comprimido o BTC Una Alternativa de Construcción Para La Arquitectura Contemporánea." *NODO* 12(23):31-37.

Aubert, J. E., A. Fabbri, J. C. Morel, and P. Maillard. 2013. "An Earth Block with a Compressive Strength Higher than 45 MPa!" *Construction and Building Materials* 47:366-69.

Dorado, Pablo, Santiago Cabrera, Gabriel Barroso, and Guillermo Rolón. 2019. "Problemáticas Asociadas Al Desarrollo de La Tecnología de Construcción Con BTC En Argentina." in *XIX Seminario iberoamericano de arquitectura y construcción con tierra (SIACOT)*, edited by Ibomex / PROTERRA. Oaxaca.

Fontaine, L; and R. Agner. 2009. *Batir En Terre. Du Graind de Sable à l'architecture*. París: BELIN.

González, Ariel, Nicolás Losa, and Santiago Cabrera. 2020. "Investigación y desarrollo para el mejoramiento en la producción de BTC: 1° Congreso Nacional Btceros" edited by A. González. *Construcción Con Tierra* (9):31-38.

Houben, H. and H. Guillaud. 2006. *Traité de Construction En Terre*. Edición Pa. Craterre - Parentèses.

Salas Serrano, Julián. 1995. "Habiterra, Exposición Iberoamericana de Construcción Con Tierra."

ANEXO

DATOS DE PRODUCTORES, CONSTRUCTORES Y DESARROLLADORES DEL BTC									
APELLIDO	NOMBRE	EMPRESA	DIRECCIÓN	LOCALIDAD	PROVINCIA	RUBRO	ESTADO	TELÉFONO	
AGUIRRE	CARLOS	EcoArq - Arquitectura Sustentable	Zona rural	Colalao del Valle	Tucumán	Productor, constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	381 300-7638	
JAIME	NESTOR	Eco - Ladrillo	Juarez 359	Cañuelas	Buenos Aires	Productor, constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	11 5729-4236	
DORENA	LUIS	Eco - Berisso	Buenos Aires 1133, Berisso	La Plata	Buenos Aires	Productor, constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	221 436-6427	
PETRI	DAMIAN	Eco Block Cba	-	Río Cuarto	Córdoba	Productor, constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	351 600-0149	
FARIAS	JORGE	Ladrillos Ecológicos El Bajo	Pasaje Calchines 1528	Villa Urquiza	Tucumán	Productor, constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	381 576-9146	
SPAGGIARI		GS Block	Jorge Newbery 244	Rafaela / Egusquiza	Santa Fe	Productor de bloques y constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	(3492) 518204	
SANTA CRUZ	PATRICIA	Prensas Zonni	José Manuel Estrada 2712	Río Cuarto	Córdoba	Venta de equipos y moldes	PRODUCCIÓN ACTIVA	358 4 242-459 / 3584180477	
BAKER	ALEJANDRO	EcoBrick	-	Santa Fe	Santa Fe	Productor y venta de prensas	PRODUCCIÓN DETENIDA	342 614-4120	
GARCÍA	ESTEBAN	-	Joaquín V. González 250	Villa Unión	La Rioja	Desarrollador inmobiliario	PRODUCCIÓN DETENIDA	386 848-0202	
-		Bloquetas Falu	Sucre 60	Florencia Varela	Buenos Aires	Venta de equipos y moldes	PRODUCCIÓN ACTIVA	011 5612-2451	

Continúa...

**SESSÃO 4
EDIFICAÇÕES
SUSTENTÁVEIS:
QUALIDADE,
CICLO DE VIDA
E PROJETO**

...continuação

DATOS DE PRODUCTORES, CONSTRUCTORES Y DESARROLLADORES DEL BTC										
APELLIDO	NOMBRE	EMPRESA	DIRECCIÓN	LOCALIDAD	PROVINCIA	RUBRO	ESTADO	TELÉFONO		
CAZES	JAVIER	Eco 3 Ingeniería	-	Esperanza	Santa Fe	Productor y venta de prensas	PRODUCCIÓN ACTIVA	342 631-7350		
PANOZZO	JONATAN	Eco Ladrillo	Jerónimo Luis de Cabrera 500	Embalse	Córdoba	Productor y venta de prensas	PRODUCCIÓN DETENIDA	351 635-8998		
MOINE	JERÓNIMO		-	Chajarí	Entre Ríos	Productor, constructor	PRODUCCIÓN DETENIDA	345 640-0741		
MACIELO	MAURICIO	Bramaraz	Correa 530	Roldán	Santa Fe	Productor, constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	341 252-2411		
CISNEROS	JORGE	-	-	Valles Calchaquies	Salta	Productor, constructor	PRODUCCIÓN DETENIDA	381 552-1627		
GOMEZ	NICOLÁS	EcoConstructor	-	Salvador Mazza	Salta	Productor, constructor	PRODUCCIÓN DETENIDA	387 357-5781		
ESCOBAR	EDGARDO	Infotec Riojana	-	La Rioja	La Rioja	Productor, constructor	PRODUCCIÓN DETENIDA	380 480-0734		
VICENS	PAMELA	-	-	San Pedro	Buenos Aires	Interesada en Producir BTC	PRODUCCIÓN EN PROCESO DE INICIO	332 951-1502		
LLUGDAR	NAHUEL	-	-	La Banda	Santiago del Estero	Interesado en construir con BTC	PRODUCCIÓN EN PROCESO DE INICIO	381-6 011 886		
RICO	NICOLAS	-	-	San Cristobal	Santa Fe	Interesado en producir y vender BTC	PRODUCCIÓN EN PROCESO DE INICIO	340 867-1099		

Continua...

...continuação

DATOS DE PRODUCTORES, CONSTRUCTORES Y DESARROLLADORES DEL BTC									
APPELLIDO	NOMBRE	EMPRESA	DIRECCIÓN	LOCALIDAD	PROVINCIA	RUBRO	ESTADO	TELÉFONO	
MARCHESE	RICARDO	LadriTrac	Matheu 1070	Campana	Buenos Aires	Venta de equipos y moldes	PRODUCCIÓN ACTIVA	1531662300 / 03489 43-7502	
VALLEJO	LUCAS	Eco Valle	Santiago del Estero 315	Quitilipi	Chaco	Productor, constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	364 441-4988	
Coop. Los del Fondo Limitada	-	Ladrillos ecológicos Rosario	-	Rosario	Santa Fe	Productor, constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	-	
DIVOTTI	JUAN	Ladrillos Ecológicos La Primera	Alta Gracia 5186	Alta Gracia	Córdoba	Productor, constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	03547 59-3173	
PÁEZ	ALBERTO	Bloqueras ByA	Darwin Passaponti 6002	Moreno	Buenos Aires	Venta de equipos y moldes	PRODUCCIÓN ACTIVA	01151324416	
FARIÑA	CLAUDIO	Eco Tec Advance	10 de Junio 1977	Guaqueyachu	Entre Ríos	Productor, constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	3446515177	
-	-	CRIATIC	Av Kirchner (ex Av. Roca) 1900	San Miguel de Tucumán	Tucumán	Laboratorio	ACTIVO	0381 436-4093	
-	-	Construirte Soluciones	Diego de Torres 721	Córdoba	Córdoba	Productor, constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	0351 384-9409	
-	-	LEME	Frías Silva 1000	San Miguel de Tucumán	Tucumán	Laboratorio	ACTIVO	381 464 0850	
OLIVA	EMILIANO ARIEL	ANUN Ladrillos Ecológicos	Calle 221 esquina 264	General Pico	La Pampa	Productor, constructor	PRODUCCIÓN EN PROCESO DE INICIO	2302558762	

Continúa...

...continuação

DATOS DE PRODUCTORES, CONSTRUCTORES Y DESARROLLADORES DEL BTC									
APELLIDO	NOMBRE	EMPRESA	DIRECCIÓN	LOCALIDAD	PROVINCIA	RUBRO	ESTADO	TELÉFONO	
COCCHIA- RALE	CRISTIAN	INTI	Parque Tecnológico Miguelete, edificio N°33	San Martín	Buenos Aires	Laboratorio	ACTIVO	011 4724-6200- 6300-6400 Interno 7478 / 6481	
REGIS	GABRIEL	EcoBricks construcciones	Presidente Perón 1150	Venado Tuerto	Santa Fe	Productor, constructor	ACTIVO	03462 62-2447	
SPAHN	-	Grupo Spahn	Europa 6835	Santa Fe	Santa Fe	Productor, constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	0342 489-7878	
CARDOZO	NICOLAS	GROWCO Constructora Sustentable	Alberdi 766	Villa María	Córdoba	Productor, constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	0353-4270956	
OLMOS	DARIO	Olmos Construc- tora Inmobiliaria	Maestro Bianchi 63	Bell Ville	Córdoba	Productor, constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	03537-15670095 / 03537-15301913	
ZARNI- CHONWOS- CKY	CARLOS MARCELO	Eco del Norte	Zona rural	Manantiales Mburucuyá	Corrientes	Productor, constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	3624548540	
PABLO DANIEL	OTTO	-	Zona Rural	Nogoyá	Entre Ríos	Interesado en producir y vender BTC	PRODUCCIÓN EN PROCESO DE INICIO	1165855895	
GALLARDO	PATRICIO	Ladrillos Modula	Dean Funed 2523	Córdoba	Córdoba	Productor, constructor	PRODUCCIÓN ACTIVA	3513194779	

ARTIGO

PANORAMA BRASILEIRO DA PESQUISA CIENTÍFICA EM TAIPA DE PILÃO: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

STEENBOCK, Gisele Elisa

(gisele.steenbock@gmail.com)

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil

TAVARES, Sérgio Fernando

(sergioftavares@gmail.com)

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Taipa de pilão, Taipa contemporânea, Taipa mecanizada, Mapeamento sistemático da literatura, Brasil.

RESUMO

Na busca por um ambiente construído mais sustentável, volta-se o olhar às técnicas vernaculares, como a taipa de pilão, que com incrementos e novas tecnologias, vem se tornando assunto frequente em discussões acadêmicas. Porém, na área de Tecnologia do Ambiente Construído, particularmente no Brasil, os levantamentos sistemáticos sobre a atual produção científica são escassos, o que não corrobora para obtenção de bibliografia que embase a correta execução do sistema construtivo. Com o intuito de delimitar o panorama de estudo e produção científica em taipa de pilão contemporânea no Brasil, foi realizada a revisão sistemática da literatura entre de maio/2019 e junho/2020. A pesquisa foi realizada com foco na produção científica brasileira. Como a maior parte das bases de dados são em inglês, foi desenvolvido pelos autores um método manual de busca. Para tanto, foram traçados dois eixos de buscas: o primeiro, com foco em artigos científicos publicados em congressos da área e o segundo com foco em trabalhos finais de pós-graduação. A revisão analisou artigos, monografias, teses e dissertações que abordassem a técnica de uma maneira contemporânea, publicados em língua portuguesa e com estudos no Brasil. Foram tabulados 110 documentos científicos, de acordo com o ano de publicação, eixo temático, estratégia de pesquisa, instituição de vínculo e localidade. O eixo temático mais expressivo é o que visa o melhoramento da técnica através de estudos granulométricos e estabilizações, com experimento como estratégia de pesquisa. Percebe-se tanto a potencialidade da pesquisa nacional para a descoberta de novas estabilizações, como também a carência de estudos de conforto ambiental, pós ocupação, conforto acústico e de eficiência energética. Por fim, é importante destacar as dificuldades de se obter dados nacionais das produções manualmente e o quão eficaz seria, para a produção do conhecimento científico nacional, contar com bases de dados sistematizadas em português.

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é um dos que causam maior impacto no meio ambiente. Além do uso de recursos naturais, utilizados como matéria-prima, consome ainda grande parte da energia disponível para transformação e transporte desses materiais. É papel dos agentes envolvidos no setor apresentarem novas ideias, de modo a conciliar o desenvolvimento das atividades da construção à preservação do meio ambiente, conforme explanam Neves e Faria (2011).

O uso da terra, como material base nas edificações, desde as autoconstruções até a atualidade, com incrementos e novas tecnologias, vem se tornando assunto frequente nas discussões dentro da academia, conforme Maia, Andrade e Faria (2016).

A taipa de pilão é uma estrutura autoportante, com mistura constituída principalmente de terra, formando uma massa homogênea que possui sua resistência e solidez pelo método de apiloamento (compactação de um determinado terreno de forma manual ou mecânica), compondo assim um conjunto monolítico (EIJK, 2006).

Tal sistema construtivo possui qualidades decisivas, se executado corretamente, no sentido de se caracterizar como uma escolha para uma arquitetura mais sustentável. Segundo Neves e Faria (2011) são elas: boa inércia térmica, permite trocas de umidade com o meio, garantindo baixo consumo energético para climatização do ambiente.

Contudo, para garantir a execução correta, sobretudo por se tratar de uma tecnologia construtiva não convencional, Pithan et. al. (2005) explicam que é essencial a busca por fontes corretas de informação, garantindo que o seu desenvolvimento não vá para caminhos errôneos.

2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVO

Medir a atividade científica permite direcionar melhor o foco das pesquisas, fortalecendo e apoiando discussões sobre a evolução e a qualidade da pesquisa. No entanto, os recursos disponíveis são escassos - tanto em fomento, quanto em bases de dados disponíveis - levando em consideração as necessidades de desenvolvimento científico e tecnológico no país. (SAES, 2000).

Na área de Tecnologia do Ambiente Construído, particularmente no Brasil, os levantamentos sistemáticos sobre a atual produção científica sobre a taipa de pilão são escassos, sobretudo em relação a quantidade de pesquisadores, variedade dos temas abordados e, conseqüentemente, utilização dos trabalhos realizados para fundamentar a prática profissional. (PITHAN et al., 2005).

Contudo, apesar de escassos, observa-se em experiências anteriores, estudos conduzidos com o intuito de colaborar para a sistematização do conhecimento em taipa de pilão contemporânea no Brasil, dos quais se têm: Pinheiro et.al. (2016), Maia, Andrade e Faria (2016), Nagy Ramos e Yuba (2017), Dotta et. al. (2018) e Dotta e Yuba (2018).

2.1 OBJETIVO

O objetivo dessa pesquisa é delimitar o panorama do estudo e produção científica em taipa de pilão contemporânea no Brasil, através da investigação das principais fontes de dados científicos disponíveis no país.

3. METODOLOGIA

Como as bases de dados conhecidas para o desenvolvimento de revisão sistemática da literatura são em sua totalidade em inglês, com bases em estudos anteriores de Maia (2016) e Faria, Beltrame e Alonge (2016), foi desenvolvido um método de busca manual, baseado em informações de tais autores. A revisão analisou tanto artigos, quanto monografias, teses e dissertações que abordassem a técnica de uma maneira contemporânea, ou seja, com foco nos avanços tecnológicos, publicados na língua portuguesa e com estudos no Brasil.

Para tanto, foram traçados dois eixos de buscas: o primeiro com foco em artigos científicos de congressos e o segundo, com foco em trabalhos finais de pós-graduação.

Com relação ao primeiro eixo de pesquisa, segundo Maia (2016) os principais congressos no âmbito nacional são: o Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil (Terra Brasil), o Encontro Nacional e Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC/ELACAC), o Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC) e o Encontro Latino-americano de Edificações e Comunidades Sustentáveis (ELECS).

Com base em revisões bibliográficas realizadas em 2019, foram adicionados ao eixo 1 os artigos dos Encontros Latino-Americano e Europeu de Edificações e Comunidades Sustentáveis (euro-ELECS) e artigos da Revista Ambiente Construído.

No que tange ao segundo eixo de busca, segundo Faria, Beltrame e Alonge (2016), as principais universidades em pesquisa e pós-graduação em construções com terra são a Universidade Estadual de São Paulo campus Bauru (UNESP Bauru), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) e a Universidade de São Paulo de São Paulo (USP).

Além de serem feitas buscas dentro dos bancos de tais universidades, foram realizadas buscas no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) de teses e dissertações, no banco da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Foram realizadas buscas no portal da UFPR, porém sem resultados.

Dessa maneira, foram tabulados todos os artigos e trabalhos de pós-graduação sem limite temporal, disponíveis em formato eletrônico, nas plataformas de buscas já citadas.

3.1 RESULTADOS DAS BUSCAS

Na tabela 1 estão dispostos os resultados das buscas, já eliminando publicações fora do tema e publicações repetidas. Dessa maneira, foram considerados estudos com abordagem da taipa de pilão contemporânea. Foram lidos 80 artigos e 30 teses, dissertações e monografias de pós-graduação, totalizando 110 documentos científicos.

Idioma	Palavras-chave	Fontes de pesquisa	Nº de documentos	Tipo de documento	Eixo de busca
	Taipa de pilão OU mecanizada OU Contemporânea OU moderna	TERRA BRASIL (2006 a 2018)	37*	artigos	1º EIXO, segundo Maia (2016)
		ENCAC (1990 a 2019)	5*	artigos	
		ENTAC (1993 a 2018)	13*	artigos	
		ELECS (1997 a 2013)	6*	artigos	
		Euro-ELECS (2015 a 2019)	9*	artigos	1º EIXO, adicionado pela autora
		Revista Ambiente Construído	2*	artigos	
		Literatura cinza	8*	artigos	
		Banco UFMS	3*	dissertações e teses	2º EIXO, segundo Faria, Beltrame e Alonge (2016)
		Banco USP	4*	dissertações e teses	
		Banco UNESP Bauru	2*	dissertações e teses	
		Portal CAPES Teses e Dissertações	15*	dissertações e teses	2º EIXO, adicionado pela autora
		UNICAMP	3*	dissertações e teses	
		UTFPR	1*	monografias, dissertações e teses	
		UFSC	2*	dissertações	
TOTAL			ARTIGOS: 80	TESES E DISSERTAÇÕES: 30	TOTAL GERAL: 110

* retirando já trabalhos fora do tema, outras técnicas construtivas com barro, restauro em taipa de pilão e repetidos

Tabela 1. Resultado das buscas

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a leitura, os documentos científicos foram tabulados de acordo com o ano de publicação, eixo temático, estratégia de pesquisa, instituição de ensino no qual estava vinculado, cidade e estado.

Observa-se a mesma categorização de tabulação nos seguintes autores: ano de publicação em Amrutha e Geetha (2019) e Pizzi et. al. (2020), local de publicação em Pizzi et. al. (2020) e eixo temático em Oliveira, Shibao e Godinho (2016).

A tabulação dos resultados, segundo a estratégia de pesquisa, foi definida pelos autores, pois é considerada um dado importante, para a compreensão da ferramenta utilizada, para atingir os objetivos de pesquisa intrínsecos aos eixos temáticos.

De forma a entender a distribuição espacial das publicações no território brasileiro, os autores ainda definiram tabulação de acordo com estado e cidade.

4.1 ANO DE PUBLICAÇÃO

Conforme figura 1, observa-se que a maior produção de documentos científicos aconteceu de 2014 a 2016, com pequena queda em 2015. O pico, em 2016, totaliza 22 publicações, das quais 10 aconteceram no Congresso Terra Brasil, demonstrando a crescente no assunto a partir desse ano, em tal congresso. No ano seguinte do congresso houve 8 publicações dentro do tema.

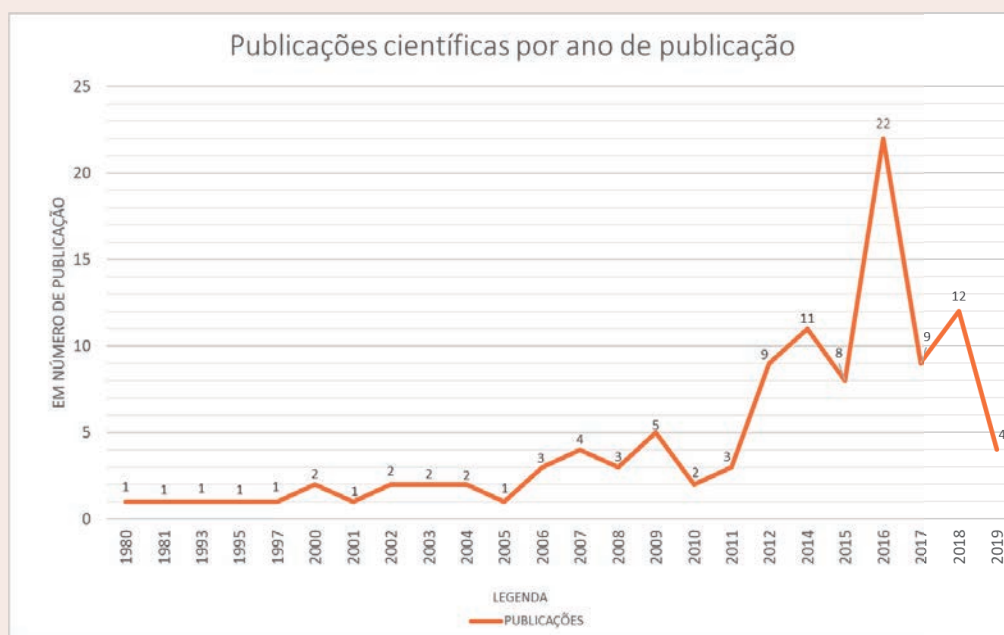


Figura 1. Tabulação dos resultados por ano de publicação

Das teses, dissertações e monografias, o ano em que mais houve produção científica dentro do tema também fora 2016, totalizando 5. São elas: a tese de Peixoto (2016) e as dissertações de Maia (2016), Achcar (2016), Pinto (2016) e de Silva (2016).

4.2 EIXO TEMÁTICO E ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Os eixos temáticos e as estratégias de pesquisa foram tabulados num mesmo gráfico, entendendo que o objetivo e a escolha da estratégia de uma pesquisa estão diretamente relacionados.

Os eixos temáticos foram divididos em 9, são eles: Melhoramento (estabilizações e granulometria), Melhoramento (estrutural), Melhoramento (de execução), Sustentabilidade, Inventário Contemporâneo, Inovação, Estudos bibliométricos de literatura, Relatos de ações educativas e Viabilidade técnica para determinada região.

As estratégias de pesquisa, por sua vez, foram categorizadas em 10. São elas: Experimento, Estudo de caso, Revisão Bibliográfica, Artigo-projeto (categoria existente no Congresso Terra Brasil – que intenta publicar experiências construtivas de pro-

fissionais do setor), Análise do ciclo de vida (ACV), Pesquisa Documental, Survey, Estudo teórico, Pesquisa aplicada e Revisão sistemática da literatura (RSL).

Para tanto, conforme figura 2, que apresenta as respectivas tabulações, observa-se que o eixo temático mais expressivo é o melhoramento do material, com estudos granulométricos e estabilizações – com 23 publicações ou 21% do total, e a estratégia de pesquisa mais utilizada é o experimento - com 36 documentos, ou 32% do total.

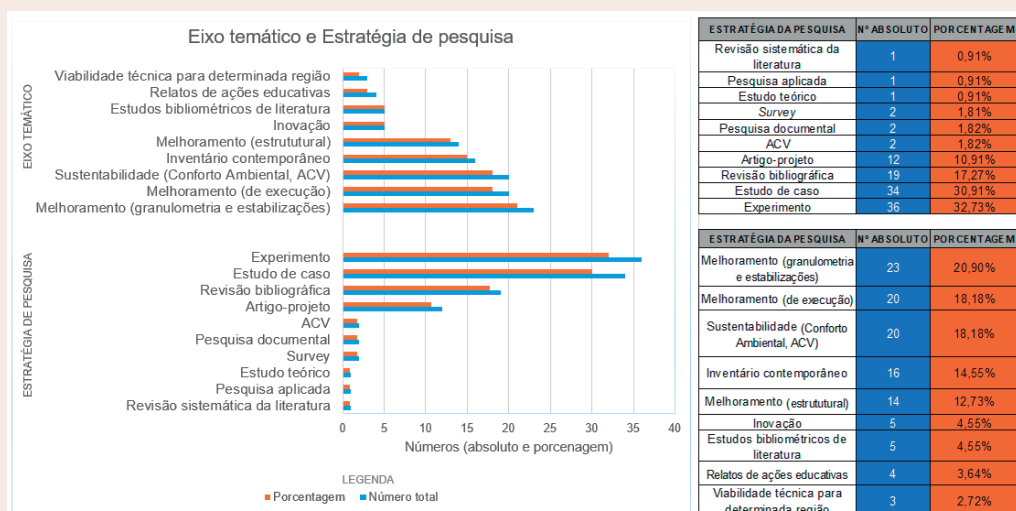


Figura 2. Tabulação dos resultados por eixo temático e estratégia de pesquisa

Dentro dessa análise, destaque para os estudos conduzidos pela autora Ana Paula da Silva Milani, sobre estabilização de paredes monolíticas de solo cimento com outros aglutinantes, como a casca de arroz, por exemplo, sendo localizados 1 tese e 14 artigos em congresso e 1 na Revista Ambiente Construído, somando 16 documentos científicos - 14% do total analisado.

4.3 INSTITUIÇÃO DE VÍNCULO

Com relação às instituições de ensino vinculadas as publicações, observa-se grande produção acadêmica da UFMS, com 33 publicações, dentre elas 1 sendo tese, 8 dissertações, 1 artigo na Revista Ambiente Construído e 13 artigos nos congressos Terra Brasil, euro-ELECS, ENCAC e ENTAC. A porcentagem dessa instituição de ensino é bastante expressiva: 29% do total.

No campus Campo Grande há a construção do protótipo de habitação em taipa mecanizada, construído entre 2013 e 2014, que segundo Veraldo e Yuba (2014) está vinculado à execução de 4 projetos de pesquisa e extensão relacionados à habitação em meio rural.

Foram localizados 12 documentos que analisam o protótipo ou o utilizam como estudo de caso, dentre eles: 3 dissertações: Veraldo (2015), Miranda (2017) e Guerra (2017); 4 artigos no Congresso Terra Brasil: Veraldo et. al. (2014), Veraldo e Yuba (2014), Lopes et. al. (2016) e Milani e Vieira (2018); 3 no ENTAC: Veraldo, Yuba e

Milani (2014), Miranda e Yuba (2016) e Barreto, Yuba e Latosinski (2016); 2 no euro-ELECS: Veraldo, Yuba e Milani (2015), Guerra e Yuba (2017).

A segunda instituição que mais publica no assunto é a USP, com 20 documentos publicados, dos quais: 1 tese, de Ferreira (2014); 2 dissertações, de Maia (2016) e Sato (2012) e 17 artigos nos congressos Terra Brasil, ENTAC, ELECS e euro-ELECS.

Destaque ainda para as produções da UNICAMP com 11%, corroborando Faria, Beltrame e Alonge (2016). Diferentemente do esperado por esses autores, as publicações da UNESP foram superadas pelas da iniciativa privada, feitas nos moldes artigo-projeto, no Congresso Terra Brasil, somando 7 artigos e expressando cerca de 6% dos artigos no assunto.

4.4 LOCALIDADE: CIDADE E ESTADO

Distribuindo de forma espacial as produções científicas no mapa do Brasil (figura 3), observa-se a concentração de produção no estado de São Paulo: totalizando 50, quase a metade do total - 46%.

Apesar de ser constatada expressiva produção científica vinculada a UFMS, no Mato Grosso do Sul, a produção no interior de São Paulo, ou seja, a somatória das produções da UNICAMP, UNESP Bauru e da iniciativa privada – escritórios de arquitetura, juntamente ainda com as produções da capital elevam o estado para o patamar de maior produtor científico no assunto.

Na mesma figura, foram tabuladas ainda as produções científicas por cidade. Em números, Campo Grande - MS possui maior produção, com 33 publicações, seguida de São Paulo - SP com 20 e Campinas - SP com 14. Isso deve-se ao expressivo papel da UFMS campus Campo Grande.

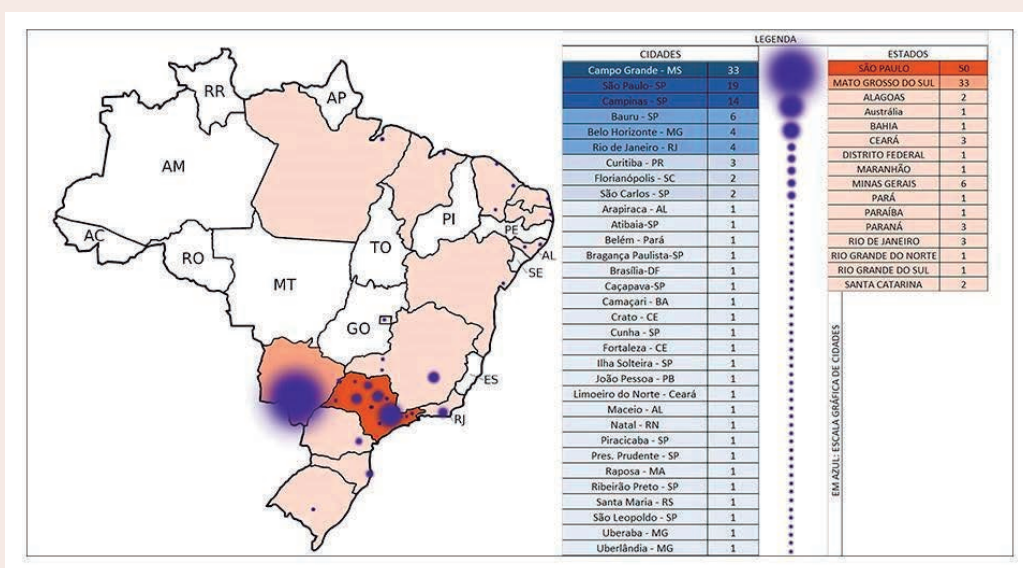


Figura 3. Tabulação por estado e cidade

4.5 MAPA SÍNTESE DAS TABULAÇÕES

É possível observar na figura 4, a sintetização dos principais resultados obtidos na tabulação dos documentos. Com isso, pode-se verificar a tendência de estudos conduzidos no país, em taipa de pilão contemporânea.

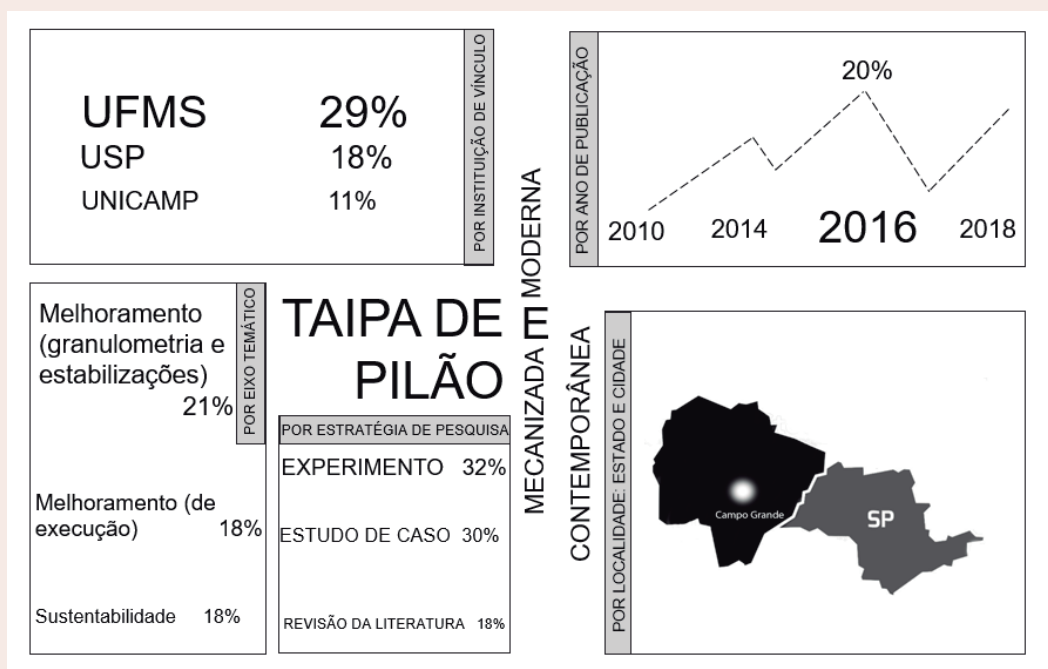


Figura 4. Mapa síntese

Dessa maneira, é possível traçar as seguintes tendências:

- Ano de maior publicação em 2016, observando uma crescente, com queda em 2019;
- Universidade Federal do Mato Grosso do Sul como a instituição que mais publica no tema, com destaques para a Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP);
- Eixo temático mais adotado é o Melhoramento (granulometria e estabilizações) e, conseqüentemente, experimento como a estratégia de pesquisa mais praticada;
- Estado de São Paulo é o que mais publica no tema, graças ao papel das instituições do interior do estado e capital;
- Campo Grande como a cidade que mais publica no tema: local do campus da UFMS.

Percebe-se em congressos, além da expressiva quantidade de artigos nos anais do Terra Brasil, um capítulo exclusivo para construção com terra no euro-ELECS de 2015, intitulado Arquitetura e Construção em Terra. Percebe-se também a carência de estudos brasileiros acerca do conforto ambiental de edificações, estudos de pós-ocupação, conforto acústico e de eficiência energética. No que tange a estudos de pós ocupação, apesar da escassez, foi localizado 1 estudo dessa natureza no trabalho de Neves (1993). Destaca-se ainda a importância de se ter norma técnica

no Brasil, lastreando a atuação de construtores a parâmetros técnicos conhecidos. Nesse sentido, Iunes, Milani e Yuba (2017) trazem, em sua revisão bibliográfica, requisitos de qualidade para um projeto de norma sobre o desempenho físico-mecânico, para vedações em taipa de pilão. As autoras são do grupo de pesquisa do Canteiro Experimental Faeng, grupo esse que participou da elaboração do texto-base para as Normas Brasileiras Parede de Taipa de Pilão – Execução e Controle de Obras e também Parede de Taipa de Pilão – Requisitos e Métodos de Ensaios (UFMS, 2018). Além disso, atualmente o Comitê ABNT-CE-02:123.09 está redigindo a nova norma técnica de taipa de pilão.

5. CONCLUSÃO

Observando o mapa síntese, é possível concluir que o objetivo da pesquisa foi alcançado, já que se apresentou, detalhadamente, o panorama de pesquisas em taipa de pilão contemporânea no Brasil. Dessa maneira, entende-se que as principais contribuições do estudo são tanto os delineamentos e tendências de pesquisas brasileiras no tema, como também as lacunas que nortearão trabalhos futuros.

No que tange as tendências de pesquisa, observa-se que apesar da queda no número de publicações em 2019, a projeção é crescente para publicações no tema, uma vez que nesse ano não houve os principais congressos dentro do tema. Destaque ainda para o potencial brasileiro na experimentação e descoberta de novas estabilizações químicas, com grande quantidade de estudos acerca de novos aglutinantes.

Com relação as lacunas na literatura, destaque para a carência de estudos acerca de conforto ambiental nas edificações, aspecto esse entendido como importante na promoção de um ambiente construído mais sustentável. Nota-se ainda a ausência de estudos acerca da desmontagem das paredes no fim de sua vida útil, e como os estabilizantes químicos agem nessa ocasião versus o potencial de reinserção dos torrões em novas paredes. Por fim, importante destacar as dificuldades de se obter dados nacionais das produções manualmente e o quão eficaz seria, para a produção e atualização do conhecimento científico nacional, contar com bases de dados em português.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Achcar, M. L. S. (2016). Edificações em terra: processo de produção e evolução da taipa. Dissertação (Mestrado em Habitação e Tecnologia). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). São Paulo, Brasil.

Amrutha, V. N.; Geetha, S. N. (2019). A systematic review on green human resource management: Implications for social sustainability. In: *Journal of Cleaner Production*. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619340016>>.

Barreto, M. B. F.; Yuba, A. N.; Latosinski, K.T. (2016). Levantamento de parâmetros de projeto de formas para taipa. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 16, 2016, São Paulo. ENTAC 2016: Anais... São Paulo: ANTAC.

Dotta, N.; Yuba, A. N. (2018). Análise de tendências atuais de pesquisa sobre taipa de pilão. In: XVII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 17, Foz do Iguaçu. ENTAC 2018: Anais... Porto Alegre: ANTAC.

Dotta, N.; Pereira, Ferrari, L. F.; Yuba, A. N. (2018). Análise de conteúdo sobre taipa de pilão em meios digitais. In: Congresso de Arquitetura e Construção com Terra, 7, Rio de Janeiro. Terra Brasil 2018: Anais... Rio de Janeiro: Rede Terra Brasil; UFRJ, 1 CD-ROM.

Faria, O. B.; Beltrame, A. S.; Alonge, F. A. (2016). Breve panorama do ensino e pesquisa sobre arquitetura e construção com terra no Brasil. In: Congresso de Arquitetura e Construção com Terra, 6, Bauru. Terra Brasil 2016: Anais... Bauru: Rede Terra Brasil; UNESP, 1 CD-ROM.

Ferreira, T. L. (2014). Arquiteturas Vernáculas e processos contemporâneos de produção: formação, experimentação e construção de um assentamento rural. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, Brasil.

Guerra, L. C. R. (2017). Percepção das pessoas sobre a taipa de pilão. Dissertação (Mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Campo Grande, Brasil.

Guerra, L. C.; Yuba, A.N. (2017). Percepção de valor sobre a taipa de pilão. In: Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2, São Leopoldo. euro-ELECS 2017: Anais... RS: ANTAC.

Iunes, I.M.C., Milani, A. P. S., Yuba, A.N. (2017). Requisitos de qualidade para o projeto da norma brasileira de paredes de taipa de pilão. In: Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2, São Leopoldo. euro-ELECS 2017: Anais... rs: ANTAC.

Lopes, C. A. P.; Barreto, M. B. F., Latosinsky, K. T., Yuba, A. N. (2016). Medição de manifestações patológicas em paredes de Taipa e levantamento dos desperdícios decorrentes. In: Congresso de Arquitetura e Construção com Terra, 6, Bauru. Terra Brasil 2016: Anais... Bauru: Rede Terra Brasil; UNESP, 1 CD-ROM.

Maia, L. R. (2016). Contribuições às construções em terra comprimida e compactada e influências no conforto. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, Brasil.

Maia, L. R.; Andrade, A. G. S.; Faria, O. B. (2016). Espaço arquitetônico contemporâneo construído com terra. In: Congresso de Arquitetura e Construção com Terra, 6, Bauru. Terra Brasil 2016: Anais... Bauru: Rede Terra Brasil; UFRJ, 1 CD-ROM.

Milani, A. P. S.; Vieira, J. V. (2018). Estudo do desempenho e conforto térmico em edificação de solo-cimento em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. In: Congresso

de Arquitetura e Construção com Terra, 7, Rio de Janeiro. Terra Brasil 2018: Anais... Rio de Janeiro: Rede Terra Brasil; UFRJ, 1 CD-ROM.

Miranda, A. S. (2017). Análise comparativa de métodos simplificados de ACV aplicado a paredes. Trabalho de Conclusão Final de Curso (Mestrado Profissional). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Brasil. Campo Grande, Brasil.

Miranda, A. S., Yuba, A. S. (2016). Comparação de impactos ambientais de sistemas construtivos de paredes utilizando avaliação do Ciclo de vida modular. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 16, 2016, São Paulo. ENTAC 2016: Anais...São Paulo: ANTAC.

Neves, C. Introdução. In: Neves, C.; Faria, O. B. (2011). Técnicas de construção com terra. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA. Disponível em: <<http://www.redproterra.org>>.

Neves, C. M. M. (1993). Inovações tecnológicas em construção com terra: o solo cimento. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 5, São Paulo. ENTAC 1993: Anais... São Paulo: ANTAC.

Peixoto, M. V. S. (2016). Avaliação da integridade mecânica em paredes de taipa de pilão utilizando a técnica do ultrassom: utilizando a técnica do ultrassom. Tese. (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte, Brasil.

Pinheiro, L., Rangel, B., Silva, A., Guimarães, A. (2016). Panorama da produção de obras em terra crua com design contemporâneo nos últimos 60 anos no Brasil. In: Congresso Internacional de História da Construção Luso-Brasileira., 2, Porto. CIH-CLB 2016: Anais...Porto: FAUP.

Pinto, E. S. (2016). Solo-cimento compactado: proposta de métodos de ensaio para dosagem e caracterização física e mecânica. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Estadual Paulista (UNESP). Bauru, Brasil.

Pithan, D. N.; Azambuja, M. M. B.; Formoso, C. T.; Neto, J. P. B. (2005). Caracterização da produção científica de áreas de conhecimento específicas: aplicação à gestão e economia da construção. In: Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 7-18. Disponível em <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3646>.

Pizzi, S., Caputo, A., Corvino, A., Venturelli, A. (2020) Management research and the UN Sustainable Development Goals (SDGs): a bibliometric investigation and systematic review. Journal of Cleaner Production. Presidente Prudente. In: Encontro Nacional sobre edificações e comunidades sustentáveis, 4, Encontro Latino-americano sobre edificações e comunidades sustentáveis, Recife. ELECS 2009: Anais... PE: ANTAC.

Saes, G.S. (2000). Estudo bibliométrico das publicações em Economia da saúde, no Brasil, 1989-1998. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, Brasil.

Sato, M. E. Y. (2012). Análise de estrutura em taipa de pilão. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, Brasil.

Silva, C. I. (2016). Interação físico-química das misturas de solo-cimento com aditivo superplastificante a base de policarboxilatos. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). Campo Grande, Brasil.

Taipa: levantamento, normas e pesquisas disseminam técnica mais sustentável. UFMS, (2018). Disponível em <<https://www.ufms.br/taipa-levantamento-normas-e-pesquisas-disseminam-tecnica-mais-sustentavel/>>. Acesso em: 16 de jul. 2020.

Veraldo, A. C. (2015). Análise do processo construtivo de taipa mecanizada: estudo de caso da sede do canteiro experimental da UFMS. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). Campo Grande, Brasil.

Veraldo, A. C.; Paz, J. G. S.; Yuba, A. N.; Milani, A. P. S. (2014). Análise do processo de produção de paredes maciças de solo estabilizado a partir do uso de mecanização. In: Congresso de Arquitetura e Construção com Terra, 5, Viçosa. Terra Brasil 2014: Anais... Viçosa: Rede Terra Brasil; UFV, 1 CD-ROM.

Veraldo, A. C.; Yuba, A. N. (2014). Casas de paredes de taipa com solo estabilizado para o meio rural. In: Congresso de Arquitetura e Construção com Terra, 5, Viçosa. Terra Brasil 2014: Anais... Viçosa: Rede Terra Brasil; UFV, 1 CD-ROM.

Veraldo, A. C.; Yuba, A. N.; Milani, A. P. S. (2014). Análise de soluções construtivas para interfaces de paredes de taipa. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 15, 2014, Maceió. Entac 2014: Anais...Alagoas: ANTAC.

Veraldo, A. C.; Yuba, A. N.; Milani, A. P. S. (2015). Procedimentos expeditos para medição in loco de patologias de paredes de taipa. In: Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 1, Guimarães. euro-ELECS 2015: Anais... Guimarães: ANTAC.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

ARTIGO

CONSIDERAÇÕES SOBRE AS EDIFICAÇÕES DE TAIPA DE PILÃO NO BRASIL: DO PERÍODO COLONIAL AO CONTEMPORÂNEO

MOURA, Andressa

(andressasilva2015.moura@gmail.com)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

LATOSINSKI, Karina

(karina.latosinski@ufms.br)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

YUBA, Andrea

(naquissa@gmail.com)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Taipa de pilão, arquitetura de terra, projeto arquitetônico, terra crua.

RESUMO

Assim como diversos países, o Brasil apresenta ao longo da história muitas edificações construídas com base na terra crua, dada a disponibilidade de acesso à matéria-prima. A taipa de pilão foi utilizada no país desde o período da colonização portuguesa e, com o passar dos anos, foi sendo modernizada tanto no método de construção quanto na tipologia arquitetônica produzida. No intuito de identificar a localização e as principais características dos exemplares construídos com essa técnica, o grupo de pesquisa Canteiro Experimental vem buscando construir um banco de dados com informações sobre as obras brasileiras de taipa de pilão para disponibilizá-las para divulgação e consulta. Tal ação preconiza a divulgação das informações com a perspectiva de diminuir barreiras e preconceitos relacionados com a tecnologia, bem como destacar o baixo impacto ambiental associado à técnica e a versatilidade de composições possíveis. Dentre as informações obtidas para a elaboração do banco de dados, em distintos períodos de construção e variados tipos de uso, foram observados aspectos relacionados à durabilidade e conservação dos edifícios, variabilidade de soluções arquitetônicas, espessura das paredes de terra, relação com outros materiais construtivos e volumetria do edifício. Foram realizadas as etapas de levantamento e revisão bibliográfica; consulta aos construtores, profissionais técnicos e órgãos de proteção ao patrimônio; tabulação e análise de dados. Logo, o estudo permitiu examinar as obras catalogadas traçando um panorama das principais características da produção de taipa de pilão no país revelando uma crescente adesão à técnica nos últimos anos, significativa redução da espessura das paredes e uma concentração de obras localizadas na região sudeste do país, de acordo com os meios pesquisados.

1. INTRODUÇÃO

Como matéria prima abundante em grande parte do planeta, a terra foi um dos primeiros materiais a ser utilizado desde as construções mais rudimentares ao longo da evolução humana (CARVALHO; MIRANDA, 2015). Edifícios que utilizam a terra crua estão presentes em muitos continentes empregando diferentes técnicas construtivas de acordo com cada região e cultura. Para identificar e preservar, a UNESCO realizou o Projeto Inventário de Arquitetura em Terra do Programa Mundial de Patrimônio de Arquitetura em Terra de 2012, mapeando construções em terra crua distribuídas pelo globo (SANTOS, 2015) (figura 1).



Figura 1. Distribuição da arquitetura de terra no mundo e edificações listadas como Patrimônio Mundial em 2012.

Fonte: CRATerre.

Considerando a importância deste mapeamento para o conhecimento do uso da terra como material construtivo, observou-se a carência de levantamentos brasileiros atualizados relacionados ao uso da terra crua. Em função da colonização do país, as mais antigas construções em terra estão no litoral e foram construídas logo após o descobrimento do Brasil. Algumas dessas obras estão em ruínas e outras adequadamente preservadas, perdurando até hoje como é o caso de algumas casas bandeiristas (BENINCASA, 2010). As casas grandes e casas bandeiristas tinham frequentemente a estrutura em taipa de pilão e divisórias em taipa de mão, conforme aponta Santos (2015).

Construções à base de terra crua possuem algumas vantagens como: baixo impacto ambiental na fabricação; estética e acabamento que dispensa o reboco, conforto térmico, conforto acústico (RODRIGUES; FEIBER 2013). Para alguns autores, o desenvolvimento e a industrialização de materiais de construção modernos tornaram a aplicação da terra menos atraente (CRISTELO et al., 2012; DELGADO; GUERRERO, 2006). Entretanto, os valores patrimoniais, a bioconstrução e a sustentabilidade são fatores que impulsionam o uso da terra compactada no setor da construção civil atual (CANIVELL et al., 2020).

Diferentemente da transferência de conhecimento transmitida por gerações nas construções do século XVII em diante, que destacava os grandes mestres taapeiros, na atualidade são poucos os meios que divulgam as técnicas de construção com terra crua. Quanto à arquitetura contemporânea, grande parte das formações são pontuais, informais e oferecem capacitações descontínuas (NEVES; FARIA, 2011).

No uso da taipa de pilão são consideradas comuns espessuras de parede entre 0,5 e 0,9m (CRISTELO et al., 2012), porém o uso de estabilizantes permite a redução significativa dessa dimensão, já que existe maior resistência e durabilidade nas paredes. Assim, as recomendações variam conforme a exigência de cada projeto e as classificações da mistura de terra, plasticidade e dosagens devem ser tratadas caso a caso (CIANCIO; JAQUIN; WALKER, 2013). Nesse sentido,

Maia, Yuba e Trujillo (2014) identificaram uma grande concentração de trabalhos científicos na área de ciência dos materiais, pouco sendo abordados os quesitos sobre detalhamentos arquitetônicos, interfaces entre materiais e durabilidade ao longo dos anos.

1.1 OBJETIVO

Esse trabalho busca analisar características de obras brasileiras em taipa de pilão construídas em diferentes períodos da história do Brasil, aproveitando um levantamento de dados realizados colaborativamente. Com isso, o objetivo é identificar questões mantidas e alteradas ao longo dos anos considerando principalmente o sistema construtivo, sua durabilidade e composição arquitetônica.

2. ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Partindo de um projeto de pesquisa anterior intitulado “Levantamento das obras de taipa de pilão no Brasil”, cujo objetivo foi reunir obras brasileiras que adotaram a técnica de terra apiloadada para divulgação e desmistificação do uso da terra crua na construção civil, foram identificadas 72 (setenta e duas) obras com quantidade de informações suficientes para a análise. Tal amostra foi definida em função das informações transmitidas pelos autores dos projetos e divulgadas em sites da área ou partes de dissertações e teses.

- a. Assim, o trabalho foi desenvolvido nas fases:
- b. Organização dos dados disponíveis: informações como locais, tipos de usos, plantas baixas e cortes, imagens, história/contexto da construção, projetistas e equipe técnica;
- c. Revisão bibliográfica;
- d. Análise e redesenho de peças gráficas: avaliação das imagens, contagem de elementos. Quando necessário, por falta de informação ou ilegibilidade, alguns projetos foram redesenhados no software AutoCad para verificação de dimensões e áreas;

- e. Tabulação e cruzamento de dados: criação das relações entre a taipa de mão e a durabilidade/restauro, variabilidade de soluções arquitetônicas, emprego de técnicas conjuntas e distintos materiais, tipologias;
- f. Análise dos dados obtidos e correlações com o momento atual de produção.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 DURABILIDADE E CONSERVAÇÃO

A partir do levantamento e organização das obras de forma cronológica, foi possível analisar a quantidade de exemplares de acordo com cada século, sendo o mais tardio encontrado no século XVII com seis obras, seguido do século XVIII com onze obras, século XIX apresentando nove obras, século XX com seis obras e o último e mais expressivo, o século XXI contendo um total de quarenta obras conforme demonstra a Figura 2. A partir disso, percebeu-se que existem obras que já duram mais de três séculos e atualmente estão em bom estado de conservação. Assim, como seria possível a grande durabilidade dessas paredes, levando em conta os materiais e técnicas disponíveis na época e as mudanças (ambientais, de utilização e usuários) ocorridas em tantos anos? Para tentar responder a esta questão investigou-se quanto aos processos que podem interferir na vida útil dessa construção, como manutenções, reformas, restauros ou modificações realizadas em relação às paredes de taipa, além de investigar o seu estado atual, se apresentando expostas ou revestidas.

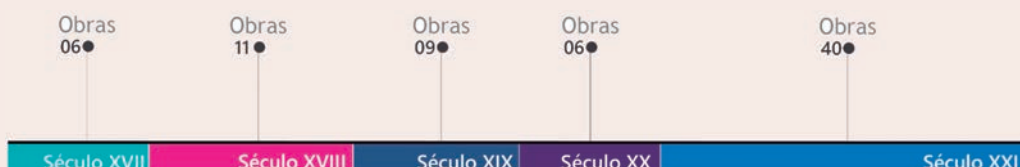


Figura 2. Divisão cronológica das obras estudadas.

Observou-se que quanto mais antiga a obra, mais chances de ter passado por algum processo de restauro para resgate da integridade da taipa. É o que ocorre com as edificações do século XVII, onde todas as construções avaliadas deste período sofreram reparações, bem como no século seguinte, com exceção de uma das onze obras catalogadas. Em 1800, o número de construções restauradas é de apenas cinco. Nos demais séculos, não há evidências de restauro ou reformas.

No campo do restauro foi possível identificar padrões quanto às características construtivas incorporadas e materiais utilizados nesse processo. Nas obras mais comprometidas, a parede era finalizada, ou seja, as obras em ruínas passaram a ser completadas, refeitas e rebocadas ou recebiam algum suporte estrutural para mantê-las de pé. De modo geral, identificou-se que de 21 (vinte e uma) obras restauradas, 16 (dezesseis) passaram por tal ação. Nos anos de 1600, todas as obras são revestidas por algum tipo de argamassa originalmente, diferente do século

XVIII onde uma obra possui paredes expostas conforme o estado original. No século seguinte, apenas uma construção não segue esse padrão se destacando por estar parcialmente revestida, deixando à mostra trechos de taipa exposta. Após o revestimento, elas receberam camadas de pintura.

Outro fator recorrente foram as modificações (supressão ou adição de paredes) ou ampliações ocorridas ao longo do tempo. Prioritariamente, os ambientes acrescidos estão ligados ora aos usos íntimo, social ou de serviço, ora para usos religiosos. Foi possível identificar com precisão os acréscimos do século XVIII (ocorrendo em oito obras) - como banheiro, quarto, ambiente de serviço, repartições internas, coro e capela - e do século XIX (uma obra) bem como no século XVII (duas obras) - como banheiro, serviços e ambiente social. Nas obras dos demais séculos não foram encontradas informações sobre o assunto.

Também foram averiguados os materiais empregados durante o processo de restauro das obras, realizando o comparativo entre os três séculos onde esse processo ocorre (figura 3).

A partir do gráfico é possível verificar a maior utilização de alguns elementos em cada período, sendo que no século XVII o concreto armado segue como principal material empregado nas finalizações, bem como no século seguinte, conjuntamente com a alvenaria de tijolos que segue em segundo plano. Já no século XIX os materiais como concreto armado, alvenaria de tijolos e a própria taipa são empregados de forma quase equilibrada. Seis obras restauradas não apresentaram informações quanto aos materiais utilizados no processo de reparo. Em relação aos materiais utilizados para o revestimento e pintura, foram identificados no século XVII o uso exclusivamente da pintura caiada conjuntamente com a utilização de argamassa também de cal. O século XIX apresenta características não encontradas nos demais: o uso da própria terra ora como revestimento, ora como pintura nas paredes.

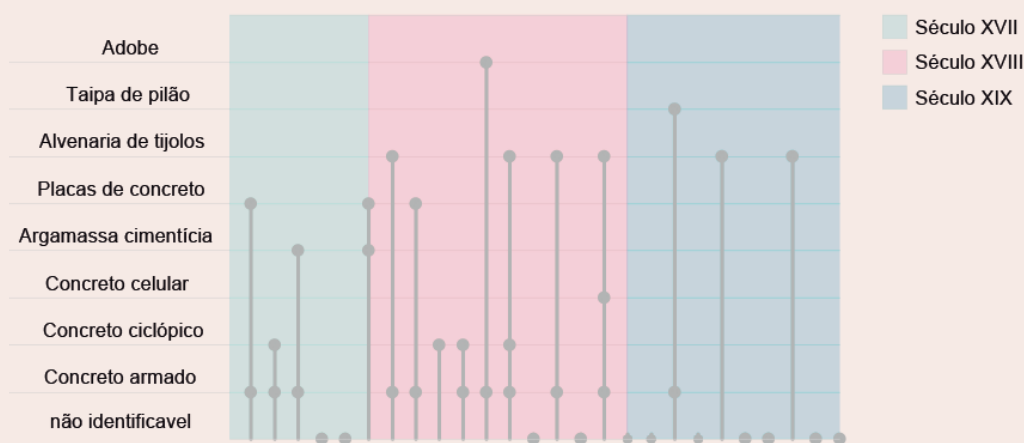


Figura 3. Materiais utilizados para reparos.

3.2 VARIABILIDADE DE SOLUÇÕES ARQUITETÔNICAS

Partindo para uma análise volumétrica dos edifícios, foi identificada a variação quanto ao número de pavimentos, sendo as obras categorizadas em três grandes grupos: térreo (quarenta e duas obras), sobrado (vinte e seis obras) e misto (três obras) – construções cuja composição contém partes térreas e partes com mais de um pavimento. Ainda, existem pequenas variações dentro de cada categoria, como: térreo com a presença de sótão, de mezanino ou com pé direito alto – maior que 3,5 m. Quanto aos sobrados, a localização da parede de taipa variou entre os pavimentos, sendo identificada nos dois pisos, somente no térreo ou somente no superior. Nos séculos XVII e XVIII foram encontrados edifícios térreos e sobrados, já os mistos foram encontrados a partir do século XIX.

Os exemplares arquitetônicos sofrem modificações quanto à sua disposição em planta bem como as aberturas presentes na taipa e a proteção das mesmas em relação ao tamanho do beiral que é vital para a proteção da parede de terra crua. As plantas com desenhos originalmente retangulares e quadradas - características das casas bandeiristas - passam a receber acréscimos e conseqüentemente novos formatos. As plantas quadradas com ou sem acréscimos são vistas nos dois primeiros séculos de análise, bem como as plantas retangulares “compactas” que estão entre o meio termo do quadrado para o retangular. As plantas retangulares estão presentes em todos os séculos com destaque para a maior aplicação a partir dos anos 2000, caso semelhante às obras com desenho em “T”. Os acréscimos são percebidos em construções retangulares e em formato “L” nos séculos XVIII e XIX, onde também são identificadas as plantas disformes que ganham aplicação maior atualmente. Novos desenhos não usuais em outros séculos são adotados no século XXI como obras circulares ou octogonais conforme mostra a figura 4.

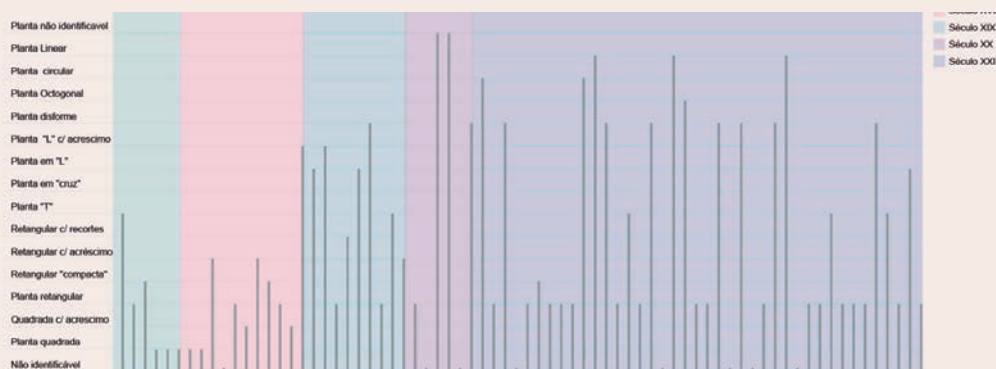


Figura 4. Variação das plantas de acordo com os séculos.

As obras mais antigas apresentam coberturas de 2 (duas) e 4 (quatro) águas, telhas cerâmicas e beirais maiores que 50 cm, prioritariamente. Nos anos 1800 há presença de edificações com múltiplas águas e o uso de platibanda. No século XIX, as coberturas apresentam várias águas com a utilização de telhas cerâmicas e beiral acima de 50 cm, mas também há coberturas em laje e outras até então não identificadas, como as cúpulas. O século XXI apresenta um leque maior tanto de tipos de cobertura - variando número de águas, laje impermeabilizada e soluções mistas

- quanto nas telhas adotadas - principalmente do tipo metálica, além da cobertura vegetal em telhados verdes. Os beirais se mantêm acima de 50 cm em 65,3% (sessenta e cinco vírgula três por cento) das obras em geral.

Quanto às aberturas, notou-se que à medida que os séculos foram avançando as aberturas que de início eram retangulares ou quadradas de tamanhos e números menores foram ganhando formas maiores e mais sequenciadas. Atualmente, grandes vãos envidraçados foram identificados na maioria das obras e, ainda, de diferentes formatos. Foram identificados também que muitas construções com aberturas retangulares apresentaram verga superior reta e curva presentes em um mesmo exemplar, principalmente quando se tratava de sobrado.

3.3 ESPESSURA DAS PAREDES DE TERRA

As paredes apresentam funções estruturais ou de vedação, dependendo da tipologia analisada. De modo geral, entre as 72 (setenta e duas) obras levantadas (sendo elas térreas, “mistas” ou sobrados), constatou-se que grande parcela delas - 80,6% (oitenta vírgula seis por cento) - apresentam paredes de taipa de pilão estruturais, isto é, não necessitam de outras estruturas para a transmissão de cargas do edifício. As paredes não portantes podem ter significativas reduções de espessura, vez que existe outro arranjo estrutural. Com a evolução da técnica, as paredes estruturais de taipa puderam se tornar mais esbeltas e, como afirma Sato (2011), de 1,2 m a 0,3 m ainda podem ter menor espessura com o passar do tempo.

Percebeu-se que as construções térreas com paredes de taipa estrutural são predominantes, com espessuras de paredes que variam de 15 cm a 50 cm e pé direito de 2,10 a 3 m. A maior parte das construções com mais de um pavimento também apresentam paredes portantes, porém em escalas maiores com espessuras entre 51 cm a 100 cm e pé-direito acima de 3 m, altura que também é encontrada em construções térreas. Esses grandes valores são recorrentes em construções bandeiristas, em casas do ciclo da cana e do café bem como em igrejas dos primeiros séculos avaliados. As paredes não estruturais foram utilizadas principalmente em sobrados que apresentam as menores dimensões de espessura de 15 cm a 30 cm, e pé direito de 2,10 m a 3 m. As construções térreas com paredes não estruturais - em sua maioria capelas e igrejas - apresentam grandes dimensões, variando de 15 cm a 100 cm de espessura, bem como seu pé direito onde algumas obras ainda apresentam alturas mínimas de até 4 metros.

Analisando essas espessuras por período, é possível verificar que nos dois primeiros séculos as construções térreas e sobrados tem grande o número de obras com paredes de 51 a 100 cm de espessura. As alturas destas paredes de taipa estão entre 3 e 4 m, o que é recorrente em construções térreas do século XVIII, mas pouco frequente no século seguinte com um número maior de obras de até 3 metros de altura mínima. No século XIX os números são semelhantes, porém a predominância de tipologias difere, sendo expressivo o número de construções com mais de um pavimento com essas características. No século seguinte, os sobrados têm em maior número, porém com dimensões reduzidas tanto em espessura - 15 a 30 cm - quanto em pé direito com alturas entre 2,10 m e 3 m principalmente. As constru-

ções mistas são vistas a partir do século XIX em espessuras menores que sofrem redução nos séculos seguintes. Atualmente as obras ainda apresentam variedades maiores em relação a largura das paredes entre 15 e 50 cm, porém as alturas de pé direito mínimo raramente ultrapassam os 3 metros, tendo a predominância de construções térreas.

Ainda abordando sobre a variabilidade de alturas encontradas nas análises das obras, a figura 5 apresenta a relação, de forma cronológica, da variação do pé direito. Nota-se que os maiores valores, acima de 3 m, são encontrados nas obras dos séculos XVII ao XX onde alguns exemplares chegaram a atingir um valor de pé direito útil de 4,31 m; 5,13 m e até 9,5 m, sendo este último correspondente à torre de uma igreja. Esse fator recorrente principalmente nos séculos mais antigos favoreceu a análise deste aspecto em conjunto com os materiais utilizados durante o restauro de algumas obras seculares (Figura 6).



Figura 5. Altura do pé direito das obras de forma cronológica.

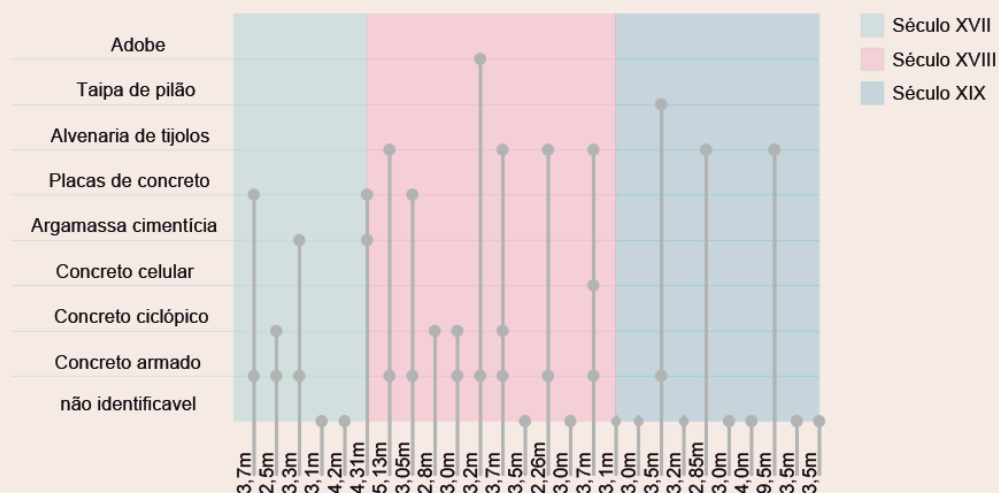


Figura 6. Relação dos materiais empregados nos restauros e altura das obras.

verificadas obras que passaram por restauro, não sendo apresentado, portanto, os dados dos demais séculos. A Figura 6 mostra a aplicação dos materiais de acordo com as obras dos três séculos - havendo alguns exemplares cujas informações quanto aos materiais não foram encontradas - além de relacionar a altura total das paredes de taipa. Nota-se que as maiores alturas anteriormente citadas utilizam-se de mais de um material em sua restauração/finalização, sendo aplicado o concreto armado em conjunto, principalmente, com a alvenaria de tijolos. O primeiro é empregado de modo a restituir o “esqueleto” da obra arruinada, em pilares e vigas de concreto armado, ou também por meio de reforços estruturais. Já a alvenaria aparece de modo a reconstituir trechos ou como coroamento das paredes, bem como ocorre quando o adobe é empregado, vinculando a estrutura do telhado à parede de taipa. Os concretos mais leves e a argamassa cimentícia vêm para preencher as lacunas, grandes e pequenas, além de uniformizar a parede, como ocorre no processo de restauro da casa Bandeirista do Itaim Bibi - SP.

Relacionando os materiais de restauração às espessuras, é possível perceber que a maioria das paredes mais espessas - de 40 a 180 cm - receberam a aplicação do concreto armado em conjunto com algum outro material. Essa associação vai de encontro com a análise anterior que relaciona as alturas das edificações, cujos os materiais empregados funcionam como finalizador das paredes, reconstituindo trechos de sua estrutura onde anteriormente havia taipas inteiras.

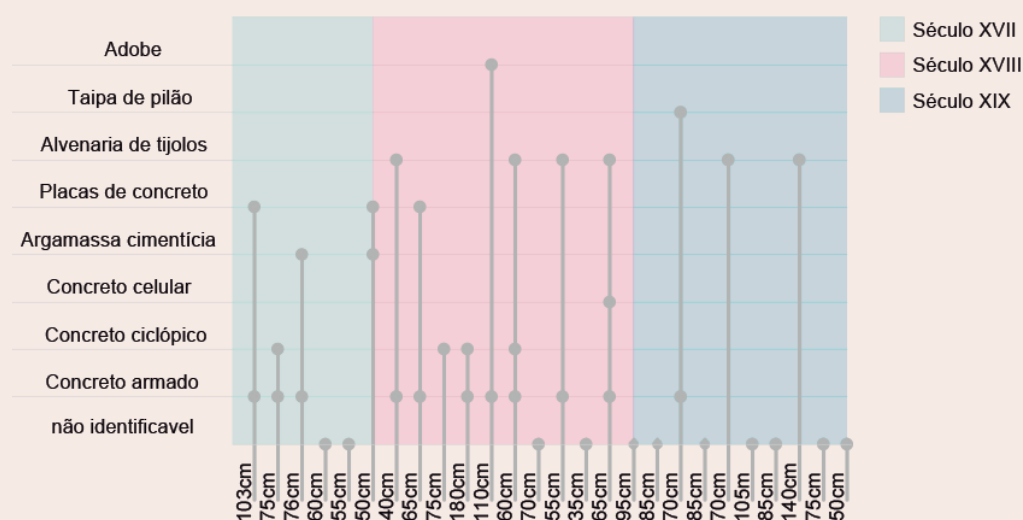


Figura 7. Relação dos materiais empregados nos restauros e espessura das obras.

3.4 RELAÇÃO ENTRE DIFERENTES MATERIAIS CONSTRUTIVOS

Os materiais foram analisados conforme sua aplicação na obra, sendo divididos em complementares (que completam a parede de terra) ou associado às paredes (outras paredes que estão em contato com a taipa). Desse modo, os materiais foram classificados com função estrutural e outros somente como vedação, sendo essa a categoria mais numerosa. Entre os estruturais, o concreto e a madeira utili-

zados ora em pilares ora em vigas são os que mais aparecem, principalmente no século XXI.

Os materiais de vedação possuem variações de acordo com os séculos tanto em sua aplicação quanto na variedade de elementos. No século XVII e XVIII se destaca a aplicação dos concretos para reparo presentes nas obras restauradas, seguido do adobe complementar (utilizados para oitões próximos aos telhados) e a taipa de mão associada, presente principalmente nas divisórias internas como garantido por Santos (2015), tradicionalmente as casas bandeiristas possuem estrutura em taipa de pilão e divisórias em taipa de mão. O tijolo maciço associado, presente em outras paredes em contato com a taipa, aparece nos primeiros séculos, mas se apresenta em maior escala a partir do século XX. Assim como ocorre na alvenaria de tijolo cerâmico complementar, mais utilizado a partir do século XIX, quando o adobe, o concreto para reparo e a taipa de mão vão sendo esquecidos. No século XXI o tijolo maciço e o tijolo cerâmico associados foram os mais utilizados, além disso há a presença de outros materiais não identificados em outros séculos, como o tijolo de solo cimento, paredes de madeira e de pedra associados. O emprego da taipa atualmente se mostra muito versátil com a edificação apresentando diversas interfaces com outros materiais como a conexão com vigas de concreto e esquadrias metálicas, diferente dos séculos anteriores em que eram utilizados um tipo de material para estruturas e esquadrias.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Materiais naturais são empregados em construções brasileiras desde o período anterior à colonização, de maneira rudimentar. Com a chegada dos portugueses, técnicas como a da taipa de pilão fizeram parte do processo de ocupação do território e foram evoluindo ao longo dos anos.

Apesar desse trabalho utilizar uma amostra específica, ele reflete uma tendência cíclica de uso dessa técnica construtiva. No século XX, sob um forte aspecto desenvolvimentista na arquitetura e no urbanismo, os casos identificados de taipa reduzem significativamente. E, após uma discussão mundialmente estimulada pelas agendas da sustentabilidade, volta a crescer o número de casos na atualidade.

Logo, pelos exemplos analisados foi possível identificar a durabilidade associada aos casos de taipa, levando em consideração os exemplares com mais de um século que perduram até hoje por meio de intervenções restauradoras que reconstituíram as paredes de taipa ameaçadas. Comprovou-se que o desempenho foi significativo, embora questões relacionadas à manutenção e exposição são extremamente importantes para essa questão. Ainda, observou-se um predomínio de casos de plantas regulares, telhados convencionais evitando as interfaces com outros materiais.

Muito em função dos estabilizantes industrializados e melhoria das formas, a redução da espessura das paredes é muito significativa nos períodos atuais, gerando economia, menor gasto de material.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benincasa, V. (2010). As casas de fazendas paulistas. *Com Ciência*, n. 122. Campinas.

Carvalho, R.; Miranda, C. (2015). A taipa como patrimônio cultural: a preservação do saber fazer. *Revista de Ciência e Tecnologia*, v.1, n.1. Belém.

Canivell, J. et al. (2020). Rammed earth construction: A proposal for a statistical quality control in the execution process. *Sustainability (Switzerland)*, v. 12, n. 7, 1 abr.

Ciancio, D.; Jaquin, P.; Walker, P. (2013). Advances on the assessment of soil suitability for rammed earth. *Construction and Building Materials*, v. 42, p. 40-47.

Cristelo, N. et al. (2012). Soil stabilisation using alkaline activation of fly ash for self compacting rammed earth construction. *Construction and Building Materials*, v. 36, p. 727-735, nov.

Delgado, M. C. J.; Guerrero, I. C. (2006). Earth building in Spain. *Construction and Building Materials*, v. 20, n. 9, p. 679-690, nov.

Maia, R. T.; Yuba, A. N.; Trujillo, J. C. (2014). Análise e perspectivas da pesquisa científica sobre construções com terra no Brasil. In: Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 5. Viçosa. TerraBrasil 2014: Anais... Viçosa: UFV, CD-ROM.

Neves, C.; Faria, O. B. (2011). Técnicas de construção com terra. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA: 19 p.

Rodrigues, F.; Feiber, S. (2013). Arquitetura viva: sustentabilidade com a técnica tradicional de taipa de pilão em construções contemporâneas. In: Simpósio Sustentabilidade e Contemporaneidade nas Ciências Sociais, 1, Cascavel/PR. Anais...Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel: FAG.

Santos, C. (2015). Construção com terra no Brasil: Panorama, normatização e prototipagem com terra ensacada. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os colaboradores iniciais desta pesquisa que gentilmente compartilharam seu acervo de projetos e imagens. O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS/MEC - Brasil e com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

ARTIGO

REABILITAÇÃO DE PRÉDIOS PÚBLICOS: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E PÓS PANDEMIA

MATTOS, Patricia T. C.

(ptcmattos@globocom)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROARQ/UFRJ), Brasil

BASTOS, Leopoldo E. G.

(leopoldo.bastos@fau.ufrj.br)

(leopoldo.bastos@uvv.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROARQ/UFRJ), Brasil

Universidade Vila Velha (PPGAC), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Reabilitação, Edifícios públicos, Eficiência energética, Pós-pandemia.

RESUMO

A implementação de medidas de melhoria de desempenho energético é uma das principais estratégias do movimento de transição energética. O presente artigo trata da questão da eficiência energética em obras de reabilitação de edifícios públicos federais face às demandas que certamente serão necessárias após o período covid-19. A análise, com foco no contexto do setor público, se revela relevante, tendo em vista a importância das aquisições públicas como geradoras de demanda e direcionadoras de mercado. No contexto pós-pandêmico, espera-se uma retomada na execução de obras de reabilitação como uma das atividades relacionadas com o crescimento econômico e como parte da necessidade de readequação do parque edificado ao novo *status quo* de convivência laboral que se descortina. A pergunta é: estamos preparados para aproveitar a oportunidade dessa nova demanda? Para fins de discussão apresenta-se um levantamento de estratégias de governos dos Estados Unidos e do Brasil na busca da eficiência energética relativa a seus próprios parques edificados. A metodologia utilizada parte da análise dos ordenamentos técnico-jurídicos de cada país, que orientam e tornam obrigatórias ações relacionadas a eficiência energética, sendo realizado um comparativo com foco no uso racional de energia, de modo a possibilitar a adoção de ações. Conclui-se que os critérios estabelecidos de eficiência energética são semelhantes em ambos os países, no entanto há diferenças importantes com relação à forma de implementação.

1. INTRODUÇÃO

Com o advento da COVID-19, o movimento de transição energética para redução das emissões de carbono tende a se acelerar (AZEVEDO, 2020; LOSEKANN et al., 2020). A redução do uso de energia não renovável é tendência mundial e já se configura como realidade nos países capitalistas mais ricos (AZEVEDO, 2020).

O Brasil se alinha a essa tendência uma vez que sua matriz energética é predominantemente renovável, com destaque para a fonte hídrica que responde por 64,9% da oferta interna (EPE, 2020a). No entanto, com a expectativa de retomada do crescimento econômico pós pandemia aliada à crise de abastecimento motivada por mudanças climáticas em vigor, há uma necessidade iminente de expansão do abastecimento. A expectativa é que essa expansão se dê com base em uma trajetória energética mais sustentável, quer seja pela expansão da utilização de fontes de energia eólicas e fotovoltaicas como também pela adoção de práticas de uso eficiente de energia (LOSEKANN et al., 2020).

Reconhecendo a relevância das edificações brasileiras no consumo de energia, a lei 10.295/2001 (também conhecida como a “Lei de Eficiência Energética”), em seu artigo 40 aponta as edificações como campo fértil para promoção de mecanismos de eficiência energética (EPE, 2020b).

A Lei 13.280/2016, que disciplina a aplicação dos recursos destinados a programas de eficiência energética, indica uma intensificação dos esforços do governo no sentido de levar a cabo as medidas estabelecidas no Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL).

Embora o consumo de energia elétrica do setor público seja de apenas 9% (EPE, 2020a), este setor exerce papel de destaque como indutor de políticas e ações para as práticas de eficiência energética na sociedade, assim como é um grande consumidor de produtos e fomentador da indústria da construção. Portanto o protagonismo do governo em ações para a eficiência energética representa um norte para as todas as atividades do setor produtivo (TIMM; PASSUELLO, 2021).

Com relação aos prédios de escritórios, o advento da pandemia veio a estabelecer novas formas de convivência laboral, incluindo no setor da administração pública (BRASIL, 2020a). A forma descentralizada de trabalho, possibilitada pelo trabalho remoto, muda a configuração espacial do ambiente de escritório. O espaço estruturado de antes deve dar lugar a novos usos voltados para ocupações ocasionais com menos opções de assento e busca por espaços mais atraentes, saudáveis e tecnológicos (MEGAHED; GHONEIM, 2020). Com isso, espera-se uma movimentação no sentido de otimização do espaço físico para adequação aos novos usos bem como redução de custos para o governo.

Nesse contexto, é importante que as reabilitações prediais, tanto as suscitadas em decorrência das novas demandas quanto pelos motivos recorrentes de obsolescência do imóvel, sejam feitas com o enfoque esperado na eficiência energética, para tanto, observa-se a necessidade da implementação de mecanismos que influenciem no processo de decisão.

O presente estudo estabelece comparação entre os mecanismos usados pelo governo dos Estados Unidos (EUA) para garantir a eficiência energética em seu próprio parque edificado em contrapartida às medidas em curso no Brasil. Embora tanto os EUA como os países da Europa estejam à frente nessa trajetória, o modelo americano foi escolhido como referência devido a sua maior afinidade com as regulações brasileiras em termos de avaliação de carga térmica para condicionamento de ar. Inclusive os parâmetros da American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) são referenciados diversas vezes na Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) (BRASIL, 2021a).

A INI-C, se constitui a base do selo PROCEL Edifica, e especifica os critérios e métodos para a classificação das edificações quanto à eficiência energética. A Instrução Normativa nº 2 SLTI/MPOG (2014) tornou obrigatória a obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para prédios públicos exigindo a classificação A para projetos e edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit.

Por outro lado, a exigência da etiqueta parece não encontrar respaldo entre os principais atores que regulam e controlam a execução de obras públicas. A nova lei de licitações (BRASIL, 2021b) que regulamenta as contratações públicas brasileiras, prevê a obrigatoriedade quanto ao respeito, especialmente, às normas que prevejam a utilização de produtos, de equipamentos e de serviços “que, comprovadamente, favoreçam a redução do consumo de energia e de recursos naturais” (art. 45, III), mas não deixa inequívoca a obrigatoriedade do uso da etiqueta de eficiência energética.

Na mesma linha, outros órgãos, como a Advocacia Geral da União (AGU), órgão de assessoramento jurídico do poder executivo federal em seu Guia de Contratações Sustentáveis (BRASIL, 2020b) e a Controladoria Geral da União (CGU), órgão de controle interno, pertencente à estrutura do próprio poder executivo federal no seu manual de obras públicas (BRASIL, 2018) não deixam claro a obrigatoriedade do uso da etiqueta.

Assim, para que a edificação pública alcance a classificação A é necessária a definição de um conjunto de medidas e procedimentos no edital de licitação (BRASIL, 2018). A falta de respaldo dos principais atores do poder executivo quanto à obrigatoriedade do uso da etiqueta, deixa o gestor público em uma situação difícil, onde as decisões que viabilizam a eficiência energética concorrem, na maioria das vezes, com as questões de restrição orçamentária.

Baseado no acima exposto, pode-se inferir sobre o desafio que se apresenta para o gestor e a equipe técnica em atender as exigências de eficiência energética da normativa brasileira. Tornando-se evidente a necessidade de uma metodologia que oriente na direção do alcance das metas. Por conta disso, o presente artigo apresenta uma análise sobre como os governos do Brasil e dos Estados Unidos visam uma efetividade para as ações de eficiência energética na reabilitação de seus próprios parques edificados.

2. OBJETIVO

Comparar os critérios de uso racional da energia que norteiam as decisões dos governos do Brasil e EUA na reabilitação de seus próprios parques edificados e apresentar dois diferentes tipos de auditoria energética contendo enfoques e implicações distintas.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho corresponde a etapa de um estudo maior focado na obtenção de procedimentos relacionados com a eficiência energética para reabilitação de edifícios públicos brasileiros. O artigo consiste num estudo comparativo dos ordenamentos técnico-jurídicos do Brasil e EUA que orientam e tornam obrigatórias ações quanto ao uso racional de energia nos prédios públicos.

4. RESULTADOS

4.1 CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS PRÉDIOS PÚBLICOS BRASILEIROS

A classificação da eficiência energética dos prédios públicos brasileiros realiza-se com base nos critérios estabelecidos na INI-C (BRASIL, 2021a) para a determinação do desempenho energético dos sistemas prediais da envoltória, iluminação, ar condicionado, etc.

A envoltória, principal responsável pelos ganhos de carga térmica dos edifícios, é caracterizada pelos elementos construtivos que compõem sua vedação: paredes, cobertura e esquadrias. Cada um desses elementos é constituído por materiais avaliados em termos da transmitância, capacidade térmica, dentre outros. Além de especificar a área, pé direito da construção, características de implantação, orientação e forma de ocupação. A envoltória deverá ser avaliada em termos do percentual de redução da carga térmica total anual da edificação real em comparação com uma similar na condição de referência (BRASIL, 2021a).

Quanto ao processo de etiquetagem da envoltória, poderá ser realizado através do método simplificado, ou de simulação termo energética.

Na simulação termo energética, o modelo computacional da edificação é comparado com o modelo de referência baseado nos parâmetros estabelecidos no método. O objetivo é encontrar as horas não atendidas de conforto na edificação e correlacionar com a carga térmica total (BRASIL, 2021a).

No método simplificado os dados tanto do modelo quanto do referencial são inseridos nas planilhas de metamodelo baseadas em redes neurais artificiais. A partir daí é obtida a carga térmica de resfriamento para as duas versões, e estes valores são correlacionados para definição da classificação de desempenho (LEITE; HACKENBERG, 2020).

Os percentuais de economia que indicam o nível de classificação variam de acordo com a tipologia da edificação, seu fator de forma¹ e clima no qual a edificação se insere.

Quanto ao sistema de iluminação, o INI-C busca quantificar a economia de energia elétrica devido a utilização de iluminação natural. O uso racional de energia, na iluminação, se dá de duas formas: pelo potencial de aproveitamento da luz natural promovido pela envoltória, e pela diminuição do uso da energia devido a redução do uso da iluminação artificial (MEDEIROS; RODRIGUES; SOUZA, 2019).

A instrução normativa exige que seja informado o potencial de integração entre o sistema de iluminação e a quantidade de luz natural disponível para obtenção da classificação A. Este parâmetro, que deve ser informado, é definido como: “Percentual da área da edificação ou de uma parcela da edificação com potencial para o aproveitamento da luz natural e, assim, passível de economizar energia elétrica por meio da instalação de dispositivos de controle do sistema de iluminação” (BRASIL, 2021a).

Embora seja um parâmetro obrigatório, o potencial de integração entre o sistema de iluminação e a quantidade de luz natural disponível não se sujeita a restrições de valores máximos ou mínimos, tem apenas um caráter informativo. Assim, é possível quantificar a área que apresenta autonomia de iluminação natural. Esse espaço é definido como a área na qual a iluminância mínima é de 300 lux em 50% do período de ocupação considerado. Pode ser avaliado tanto pelo método simplificado quanto pelo método de simulação. Segundo Medeiros e Rodrigues (2019), a medição através do método simplificado superestimou a autonomia de iluminação natural nas situações de obstrução do entorno, além de se mostrar insensível a variações de orientação ou dimensões da abertura, enquanto que o método por simulação se mostrou mais sensível às variações propostas.

Além de informar quanto ao potencial de integração o regulamento também exige como requisito para classificação A que as luminárias mais próximas à janela sejam instaladas em paralelo com a mesma dentro da zona primária e sejam acionadas através de controle de circuito independente. Em cada ambiente deve ser instalado pelo menos um dispositivo de controle local manual, e ambientes com área maior que 250m² devem dispor de um sistema de desligamento automático, quer seja por sensor de presença, horário fixo de desligamento, ou mesmo um sistema de alarme que informe que o ambiente está desocupado.

A densidade de potência de iluminação (DPI) é um parâmetro utilizado no cálculo da carga térmica. É medido pela razão entre a potência instalada das lâmpadas e rea-

¹ Segundo o INI-C, é o índice que representa as proporções da edificação, sendo calculado por meio da razão entre a área da envoltória e o volume total da edificação.

tores e a área iluminada dentro do período de uso da edificação. Quando a edificação faz uso de controles automatizados ou iluminação natural, o valor da DPI é menor.

O método de simulação de iluminação natural aplica-se a todas as edificações nas quais se deseja uma avaliação com maior precisão. Por meio dele estimam-se: a redução da carga térmica total anual da envoltória, o consumo de energia do sistema de iluminação artificial e o potencial de integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível (BRASIL, 2021a).

No sistema de ar condicionado deve-se garantir um mínimo de eficiência conforme o tipo utilizado. No caso do sistema split, deve atender ao requisito de isolamento térmico nas tubulações. Se porventura for utilizado o sistema de ar condicionado central, há outros parâmetros exigidos pela norma que devem ser atendidos (BRASIL, 2021a).

A utilização da energia renovável também compõe as estratégias de eficiência energética do INI-C. Sua produção deve ocorrer nos limites da edificação ou do lote em que esteja inserida.

A Tabela 1 apresenta um resumo das principais medidas de desempenho especificadas no INI-C de acordo com os critérios de eficiência energética adotados nas edificações comerciais, de serviço e públicas.

Eficiência energética – INI-C	
Critérios	Medidas de desempenho
Desempenho térmico da envoltória	Determinação carga térmica de refrigeração
Eficiência energética do sistema de iluminação	DPI
	Consumo de energia para iluminação
Eficiência energética do sistema de ar condicionado	Atender aos requisitos de eficiência estabelecidos na norma
Utilização de energia renovável	Produção local de energia
Modelo de aferição (benchmarking)	Classificação de acordo com a tipologia e zona climática

Tabela 1. Eficiência energética – INI-C

Fonte: Os autores

4.2 CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS PRÉDIOS PÚBLICOS AMERICANOS

Os edifícios públicos dos Estados Unidos são administrados pelo General Service Administration (GSA). O GSA tem a função de exercer a liderança nacional, o direcionamento político e estabelecimento de padrões nas áreas de arquitetura, engenharia, desenvolvimento urbano, projeto sustentável, belas artes, preservação histórica, serviço de construção e administração de projetos dos edifícios públicos americanos (GSA, 2020).

O GSA estabelece que para contratações de construções novas, modernizações e alterações em prédios públicos seja utilizado o documento obrigatório denominado Facilities Standards for the Public Buildings Service (P100) (P100, 2018) que contém um conjunto de padrões de projeto e critérios de desempenho para edifícios públicos americanos. Este documento deve ser utilizado em conjunto com o caderno de encargos específico de cada projeto. Ele se baseia em uma série de leis federais, regulamentos e normas reconhecidas no território americano que afetam o projeto e operação dos prédios públicos. O P100 encontra-se organizado sob um sistema de matrizes onde cada critério ou estratégia segue uma escala de desempenho de quatro níveis. Cada projeto pode implementar qualquer combinação de níveis de desempenho a fim de priorizar oportunidades que resultem do clima, local, programa, mandatos e outras condições. Assim, por intermédio desse documento, o padrão básico geral dos edifícios públicos americanos é estabelecido, bem como o direcionamento para alcance de índices de alto desempenho.

Com relação ao uso racional da energia, o P100 estabelece uma série de estratégias que devem estar em conformidade com o Guia de Princípios e Práticas Sustentáveis dos Edifícios da Administração Pública Federal (COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY, 2020). Além disso, exige que estes edifícios possuam a certificação Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) e classificação LEED Gold versão 4 do Green Building Rating System of the U.S. Green Building Council (USGBC). Os créditos LEED devem estar em conformidade com os critérios constantes no referido Guia de Sustentabilidade.

Para cada estratégia do P100, o GSA estabelece definições e determinações aos arquitetos e engenheiros. Como contrapartida exigem uma série de informações que devem ser repassadas com o objetivo de documentar evidências de ações relativas às referidas exigências. A Figura 1 ilustra essa dinâmica.

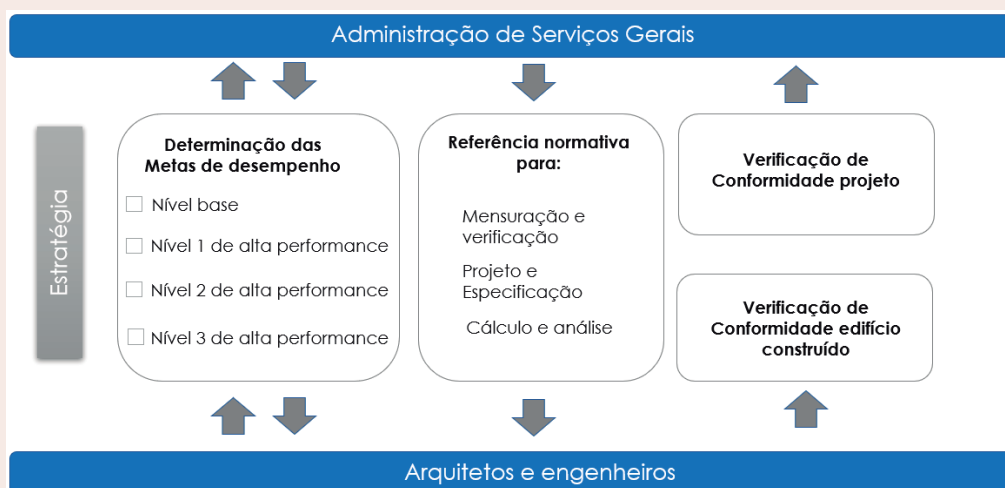


Figura 1. Fluxo de informações estabelecido no P100 para cada critério

Fonte: Os Autores

Especificamente com relação a racionalização do uso de energia, o Guia estabelece, para o caso de reabilitações, alguns critérios os quais são retratados no P100 conforme Tabela 2.

A eficiência energética é, então, baseada na redução do consumo dos sistemas prediais principais que são: a envoltória, os sistemas de aquecimento, ventilação, ar condicionado (AVAC), e de iluminação.

Com relação à envoltória, o desempenho térmico e estanqueidade do edifício são apontados como estratégias que contribuem para evitar perdas e ganhos térmicos desnecessários para o interior da edificação o que colabora inclusive para a maior eficiência do sistema AVAC.

O consumo anual de energia do sistema AVAC é afetado pela envoltória, como já mencionado, e também por outros fatores como iluminação, as cargas de equipamento e também pela eficiência do próprio sistema. Para efeito de medida de eficiência operacional do sistema AVAC, utilizam-se os padrões estabelecidos pela ASHRAE (ASHRAE 90.1, 2016) observando-se as metas de desempenho de controle de temperatura.

Quanto ao controle e medição da energia consumida, o GSA tem a intenção de liderar o mercado de edifícios inteligentes, tanto como proprietário, quanto como operador (KIBERT, 2020). Por isso, o sistema de controle noturno é exigido como padrão no nível mais básico dos edifícios públicos norte-americanos. Nos níveis mais altos de desempenho, é recomendada a instalação de sensores individuais em lâmpadas de LED dimerizáveis. É exigido também automação do sistema AVAC. Ambos os sistemas devem operar dentro do contexto das metas de desempenho estabelecidas no P100.

Racionalização do uso de energia		
Critérios - Guia de sustentabilidade	Estratégias - P100	Metas de desempenho- P100
Eficiência energética	Estanqueidade das esquadrias e envoltória	Aumento gradativo do nível de estanqueidade
	Desempenho térmico da envoltória	Aumento gradativo do nível de desempenho térmico estabelecido pela ASHRAE 90.1
	Eficiência energética do sistema AVAC	Aumento gradativo da taxa de eficiência energética previsto na ASHRAE 90.1 com previsão de estratégia de controle de temperatura com vistas a aumento do controle individual.
	Eficiência energética do sistema de iluminação	Aumento gradativo do desempenho luminotécnico com incorporação de luz natural na eficiência operacional do sistema

Racionalização do uso de energia		
Controle e medição da energia consumida	Automação do sistema AVAC	Aumento gradativo da cobertura do sistema de AVAC pelo sistema automatizado de medição previsto pela ASHRAE com meta de redução de consumo
	Automação do sistema de Iluminação	Aumento das funcionalidades do sistema de controle com estabelecimento de meta de redução de consumo
Energia renovável	Autossuficiência em energia elétrica	Aumento gradativo do percentual de produção de energia renovável no local visando a autossuficiência
Modelo de aferição (benchmark)	Redução de uso de energia	Aumento gradativo nos níveis de eficiência energética, partido de um consumo 30% menor que o previsto na ASHRAE

Tabela 2. Critérios de racionalização do uso de energia previstos no Guia de princípios e práticas sustentáveis dos edifícios públicos e as estratégias correlatas estabelecidas no P100

Fonte: Os autores

A implementação da autossuficiência energética é uma política nacional e o Departamento de Energia dos EUA estabelece programas com o intuito de que todos os novos edifícios construídos possuam energia líquida zero até 2050 (KIBERT, 2020). No P100 é exigida a produção local de energia renovável, no entanto, no caso de reabilitação do edifício, o guia de sustentabilidade possibilita a aquisição de energia não renovável proveniente de instalações fora do edifício, ou mesmo a utilização de sistemas alternativos como células de combustíveis, desde que o custo do ciclo de vida seja satisfatório. No caso da produção local, o guia não estipula limites mínimos de produção para obras de reabilitação.

O primeiro nível de desempenho de consumo de energia elétrica é fixado em menos 30% da meta prevista na ASHRAE Standard 90.1, seguido de aumento gradativo dos níveis de eficiência até o alcance da autossuficiência em energia.

4.3 CARACTERÍSTICAS DE VISTORIAS COM O OBJETIVO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.

Comparando-se a auditoria energética estabelecida no Padrão para Auditoria Energética de Edifícios Comerciais da ASHRAE (2018) e a prevista na Proposta de Aperfeiçoamento dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para a Eficiência Energética de Edificações (PRO – RAC)² (BRASIL, 2021c), fica claro que há diferenças com relação ao enfoque e abrangência destes dois procedimentos.

² A sigla PRO-RAC foi criada por esta autora devido ao fato do documento ainda se encontrar em fase de consulta pública até o momento da elaboração desta pesquisa.

Nos EUA, o LEED de operação e manutenção para prédios existentes, versão 4.1 (LEED O+M: Existing Building, V4.1) (USGBC, 2021) exige, como pré-requisito de melhores práticas de gestão de eficiência energética na categoria de energia e atmosfera, a condução de uma auditoria de eficiência energética que atenda aos requisitos previstos na ASHRAE 211-2018, nível 1(2018). Essa norma estabelece um padrão mínimo de desempenho de uma contratação de auditoria energética organizado em 3 níveis. Para garantir a conformidade com a norma, a vistoria deve ser certificada por um auditor de energia qualificado. Dentre os serviços executados pelo auditor, destacam-se:

No primeiro nível: avaliação geral do prédio onde é estabelecida comparação do consumo energético do edifício com outro referencial de mesma categoria; identificação de medidas potenciais de eficiência energética considerando desde medidas de custo zero até medidas que requeiram investimento de capital; apresentação de relatórios de estimativa de economia, caso a meta de intensidade de uso de energia seja alcançada; dentre outros.

No segundo nível: realização de análise mais detalhada de uso final de energia decompondo-o de acordo com a demanda dos vários sistemas prediais; levantamento das condições de operação de cada um dos sistemas do edifício; verificação da possibilidade de geração distribuída de energia e de geração de energia renovável; cálculo da economia de energia de acordo com a medida ou conjunto de medidas a serem adotadas. O cálculo da economia de energia pode ser executado por intermédio de cálculos de engenharia ou utilização de modelos computacionais de simulação de energia predial.

Finalmente, no terceiro nível, análises ainda mais criteriosas onde são executados testes e monitoramentos adicionais. Dentre essas análises, destacam-se: custo do ciclo de vida e análises de risco. Todas elas devem ser baseadas em levantamento rigoroso de uso de energia antes das medidas de retrofit serem adotadas pois servirão de base tanto para elaboração dos cálculos de engenharia, quanto para calibragem do modelo de simulação.

No Brasil, o outro procedimento de auditoria energética mencionado é o PRO-RAC, proposto pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações (PBE Edifica). Seu objetivo é estabelecer procedimentos com foco na eficiência energética visando edificações mais eficientes (BRASIL, 2021c). Segundo ele, quando a edificação passa por processo de retrofit, o solicitante deve requerer a ENCE de edificação construída quando finalizada a reforma dos sistemas avaliados. A inspeção de edifício construído para a obtenção da etiqueta é feita por intermédio de levantamento de dados in loco de acordo com as medidas estabelecidas no INI-C para a respectiva tipologia de edificação.

A inspeção ocorre a partir de dados declarados pelo responsável técnico do solicitante. De posse dessas informações, a inspeção é executada por levantamento amostral ou levantamento integral. Quando os dados declarados estão dentro do nível de tolerância aceitável, é conduzido o levantamento amostral, no entanto quando não existem dados declarados, ou os mesmos, no momento da inspeção in loco, são observados fora dos limites de tolerância, a inspeção deve ocorrer por levantamento integral (BRASIL, 2021c).

Desse modo, é correto afirmar que a inspeção proposta pelo PBE Edifica ocorre em fase posterior à execução das medidas de eficiência energética. Embora o objetivo deste procedimento de auditoria seja a obtenção de edificações mais eficientes, ele não determina as medidas de eficiência energética a serem adotadas, apenas fiscaliza a conformidade com a INI-C. Ao solicitante recai a obrigação de definir as medidas de eficiência energética que deverão constar no documento de licitação para que possam ser executadas e, a partir daí, serem objeto da inspeção para consequente obtenção da etiqueta.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultado das políticas brasileiras abordadas neste trabalho, nota-se que o país tem avançado rumo a ações efetivas de uso racional de energia, no entanto, carece de métodos que possibilitem tornar concretas as referidas políticas dentro do âmbito de prédios governamentais. A expectativa de retomada do crescimento no período pós pandêmico pode se beneficiar com a existência de um procedimento que oriente nessas questões.

Quando são comparados os dois procedimentos de auditoria mencionados no texto percebe-se claramente uma lacuna normativa que oriente o estabelecimento das medidas de eficiência energética antes da inspeção de conformidade. As medidas de eficiência energética, para serem executadas dentro da esfera pública, devem constar no instrumento convocatório de licitação para obras e serviços de engenharia.

A execução dos novos procedimentos para preenchimento dessa lacuna normativa não é trivial podendo implicar em custos e prazos antes não contabilizados além de exigir a presença de profissional qualificado na área.

Com relação aos critérios de uso racional de energia, tanto os EUA quanto o Brasil consideram procedimentos similares: eficiência energética dos sistemas prediais, controle e medição da energia consumida, utilização de energia renovável e utilização de modelo de aferição para comparação dos resultados. No entanto, o P100 estabelece metas claras para o atendimento desses critérios, enquanto que o INI-C especifica apenas os parâmetros que devem ser quantificados para obtenção da classificação.

O desenvolvimento de um sistema que oriente quanto às metas que se pretende alcançar pode ser bastante útil, além de firmar compromissos da administração com suas políticas públicas contribuindo para que o administrador tome a melhor decisão.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHRAE 90.1 (2016). Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. Canadá.
- ASHRAE 211 (2018). Standard for Commercial Building Energy Audits. Canadá
- Azevedo, J. S. (2020). Mudanças pós pandemia: diferenças setoriais e dúvidas no tempo. INEEP.
- Brasil (2014). Instrução Normativa nº 02 de 4 de junho de 2014. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Poder executivo, Brasil.
- Brasil (2018). Manual de Auditoria de Obras Públicas Parte I. Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União, BRASÍLIA, ago. 2018.
- Brasil (2020a). INSTRUÇÃO NORMATIVA No 65, DE 30 DE JULHO DE 2020 Ministério da Economia / Secretaria Especial de Desburocratização, Gestão e Governo Digital / Secretaria de Gestão e Desempenho de Pessoal.
- Brasil (2020b). Guia nacional de contratações sustentáveis, 3º ed. Brasília, 2020.
- Brasil (2021a). Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) Ministério da Economia / Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, 2021a.
- Brasil (2021b). Lei nº 14.133 de 1º de abril de 2021. Presidência da República.
- Brasil (2021c). Proposta de aperfeiçoamento dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para a Eficiência Energética de Edificações. Ministério da Economia/ Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.
- Council on environmental quality (2020) Guiding Principles for Sustainable Federal Buildings and Associated Instructions. 2020.
- EPE (2020a). Balanço energético nacional 2020. Ministério de MInas e Energia, Brasil.
- EPE (2020b) Ações para promoção da eficiência energética nas edificações brasileiras: No caminho da transição. Ministério de MInas e Energia, Brasil, 2020.
- GSA (2020). US General Service Administration. 2020. Disponível em: <https://www.gsa.gov> Acesso em: 4 abr. 2021.
- Kibert, C. J. (2020) Edificações Sustentáveis. 4a ed. Porto Alegre: Bookman.
- Leite, E. F. W.; Hackenberg, A. M. (2020) Eficiência energética de envoltória: comparação dos métodos de avaliação RTQ-C-c e INI-C através de estudo de caso. Revista de Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 9, p. 532-552.
- Losekann, L.; Almeida, L. F. E.; Rodrigues, N.; Raeder, F. T.; Romeiro, L., D.; Soares, G.; Prade, C. Y. (2020) Impactos da crise sanitária da COVID-19 nos mercados de energia do Brasil *. Econômica, v. 22, n. 1, p. 31-57.

Medeiros, H.; Rodrigues, C.; Souza, R. (2019) Inserção da iluminação natural na avaliação de desempenho energético de edificações comerciais, de serviços e públicas. In: XXXVIII ENCONTRO ARQUISUR 2019, Belo Horizonte. Anais [...]. Belo Horizonte: Escola de arquitetura da UFMG.

Megahed, N. A.; Ghoneim, E. M. (2020) Antivirus-built environment: Lessons learned from Covid-19 pandemic. Sustainable Cities and society, v. 61, 2020.

P100 (2018) Facilities standards for the public building service. 2018. New York, Washington: GSA.

Timm, J. F. G.; Passuello, A. C. B. (2021) Potencial de uso de declaração ambiental de produto para auxiliar em compras públicas verdes na construção civil. Ambiente Construído.

USGBC (2021) LEED Credit library. 2021. Disponível em: <https://www.usgbc.org/>. Acesso em: 21 jul.

ARTIGO

DIRETRIZES PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE CONJUNTOS DE EDIFÍCIOS PÚBLICOS

MORATTI, Dalmon Guzzo
(dalmon.moratti@ufes.br)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

VIEIRA, Geilma Lima
(geilma.vieira@ufes.br)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Manutenção predial; gestão; inspeção predial; ferramenta de priorização

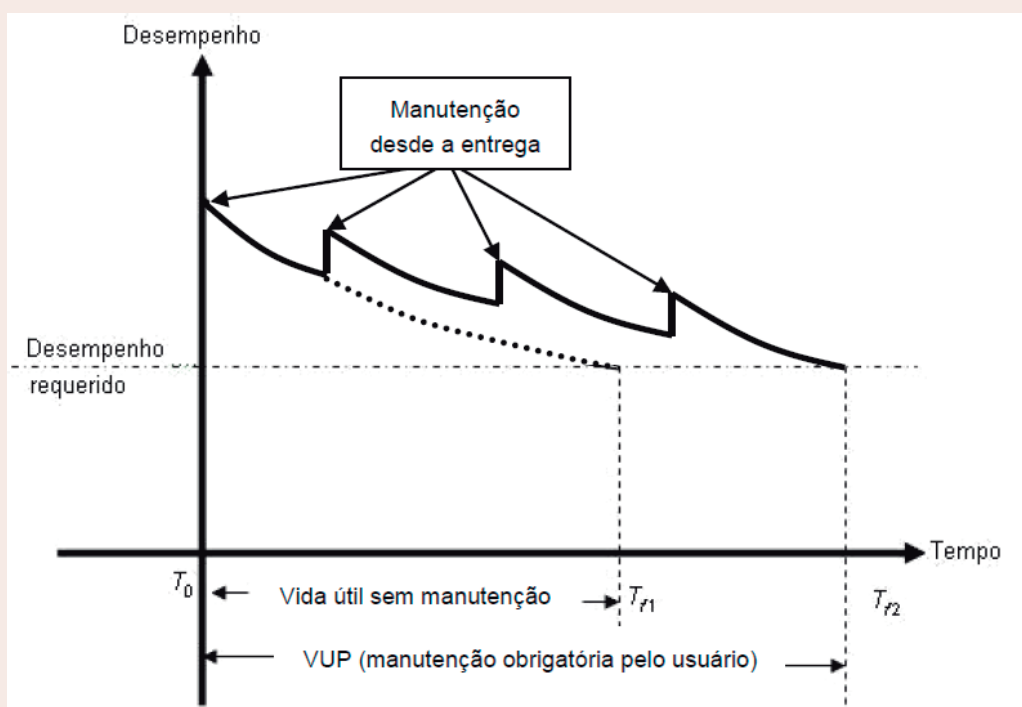
RESUMO

A pesquisa tem como tema a gestão da manutenção predial em edificações educacionais. Sabe-se que as construções são projetadas para uma vida útil de projeto e, ao longo do tempo, precisam de atividades programadas de manutenção para atingi-la. Nesse sentido, as edificações públicas sofrem com a dificuldade de gestão da informação da construção e seus componentes por parte de seus gestores e profissionais, por haver muita demanda e poucos recursos. O objetivo é apresentar diretrizes técnicas utilizando-se de uma ferramenta metodológica para auxiliar os gestores e técnicos de forma a garantir a preservação do patrimônio construído. São adotados estudos de casos em edificações do Campus Universitário de Goiabeiras da Ufes e métodos como técnicas de inspeção e priorização das demandas de caráter corretivo. Como resultado foi possível obter um índice relacionado ao estado de degradação das edificações e que ele está ligado não só a fatores ambientais, de projeto e de uso, como também a uma falta de adoção de uma gestão contínua da manutenção preventiva e preditiva. Com as análises foram geradas tabelas capazes de priorizar os sistemas presentes na edificação, relacionando as edificações que precisam passar primeiramente por intervenções. Os resultados permitem identificar anomalias construtivas de prédios recém construídos e fornecem orientações para melhor desenvolvimento de futuros projetos para as edificações do campus, além de subsidiar a gestão do patrimônio construído, com a devida alocação de recursos por parte dos gestores da Universidade. Com esses resultados, além de garantir a segurança de seus usuários, as instituições promovem construções mais duráveis e sustentáveis, com menor geração de resíduos.

1. INTRODUÇÃO

A manutenção predial faz parte da gestão do ambiente construído e não pode ser feita de modo improvisado, esporádico ou casual. Observa-se que existem resistências e dificuldades de estabelecimento de uma rotina de gestão predial ainda maiores quando se trata de organizações públicas.

A ausência de uma manutenção predial adequada contribui para a desvalorização do patrimônio e eleva os gastos de recuperação. Para que a edificação cumpra com seu papel ambiental, econômico e social é necessário que ocorram ações durante a vida da edificação, por parte de seus responsáveis, para que se garanta que a construção mantenha os requisitos de vida útil que foram estabelecidos inicialmente em projeto. Caso isso não ocorra, a vida útil sem manutenção será consideravelmente inferior, como se observa na Figura 1.



ABNT NBR 15575-1:2013

Figura 1. Desempenho do edifício ao longo do tempo.

Dentro do ciclo de vida de uma edificação, a fase de uso é a etapa mais significativa, conforme mostrado na Figura 2. É nela que os requisitos de projeto serão cumpridos, e é nela que devem ocorrer as ações programadas de manutenção para garantir um desempenho mínimo dos sistemas, elementos e materiais construtivos.

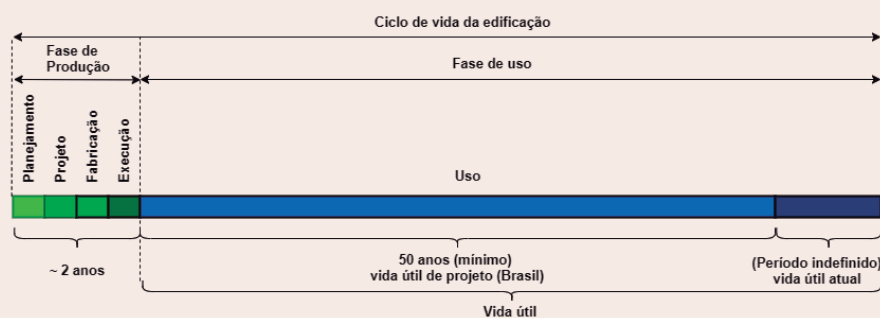


Figura 2. Etapas de produção e uso das obras civis.
Bolina, Tutikian e Helene (2019)

Dessa forma, percebe-se que o impacto econômico é significativo no orçamento de um prédio e as ações de correção precisam de planejamento para minimizar os custos financeiros e ambientais advindo do uso de matérias primas. Um bom gerenciamento da construção prolonga a vida útil, evita altos custos com reconstruções e manutenções, bem como reduz os riscos de danos aos usuários. (RUPA-RATHNA; HEWAGE; SADIQ, 2018)

Os custos de manutenção crescem de acordo com a fase da edificação segundo uma progressão geométrica, sendo a ausência ou mau planejamento o principal agravante para gastos desnecessários e correções cada vez mais sérias ao longo do tempo. (CARLINO, 2012)

A sustentabilidade é inserida nas ações de manutenção predial na busca do uso máximo dos sistemas construtivos com o menor desperdício e custo possíveis, sempre visando à racionalização dos recursos naturais e a preocupação com o impacto ambiental criado com a ocupação do edifício (GOMIDE et al., 2006).

Prates et al (2008) enfatizam ainda que a redução de impactos ambientais pensada na fase de projeto e realizada na fase construtiva não é suficiente para tornar uma edificação sustentável, é preciso também reduzir impactos ambientais durante todo o ciclo de vida, o que inclui a fase de uso.

Dessa forma, faz-se importante o setor público, com suas dezenas de edificações, conhecer a situação atual de cada uma utilizando-se de inspeções prediais, com levantamento periódico dos dados dessas edificações, haja vista a diversidade de idades construtivas, os tipos de tecnologias empregadas, dentre outras particularidades de cada construção.

Nessa esfera cabe ao gestor público priorizar demandas corretivas e evitar, por meio de práticas de inspeção, a perda do desempenho dos elementos e sistemas das edificações. As universidades, como patrimônios públicos, estão sujeitas ao financiamento do governo para dispor do capital necessário para a manutenção dos edifícios. Uma das áreas mais comuns a sofrer cortes orçamentários é a manutenção de edifícios. Certas intervenções são postergadas para reduzir custos ou priorizar áreas que a administração considera mais importantes. (KIM WING; MOHAMMED; ABDULLAH, 2016).

2. OBJETIVO

Estabelecer diretrizes, com base na priorização de demandas, para a gestão da manutenção predial de edificações do Campus Goiabeiras da Universidade Federal do Espírito Santo.

3. ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

A estratégia metodológica desta pesquisa teve como base os estudos de Fonseca (2007) e Madureira et al. (2017), que foram adaptados para criação de uma nova ferramenta de inspeção para diversos sistemas construtivos de uma edificação de forma a minimizar a discricionariedade de priorização de demandas feita pelo inspetor nas inspeções prediais.

Inicialmente, foi feita uma análise de projetos das edificações em estudo. Em seguida, foi realizada a inspeção predial para a caracterização da edificação. Após essa atividade *in loco* foi gerada, para cada sistema construtivo, uma tabela com as manifestações patológicas encontradas. Os sistemas construtivos foram divididos em famílias da seguinte maneira: pilares externos, pilares internos, vigas externas, vigas internas, lajes, escadas/rampas, reservatórios, juntas de dilatação, elementos de composição arquitetônica, vedação externa (fachada), vedação interna (paredes), esquadrias externas e internas, piso, forro/teto, cobertura, instalações hidrosanitárias e pluviais, instalações elétricas, combate a incêndio e pânico, acessibilidade, sistema de proteção contra descargas atmosféricas. Para cada manifestação patológica encontrada, avaliou-se um nível de cada um dos quatro critérios apresentados na Tabela 1.

Critério	Nível	Descrição	Pontuação	Fator de ponderação
Exposição ambiental (Eam)	Baixa	Interno em região coberta e longe do solo	1	1
	Média	Externa em região coberta	2	
	Alta	Externa em região descoberta ou próximo ao solo / Não existe elementos*	3	
Extensão da anomalia (Ean)	Baixa	≤33%	1	2
	Média	34 a 66%	2	
	Alta	≥67%	3	
Consequências de não intervenção (Cni)	Baixa	Efeitos mínimos	1	3
	Média	Aumento da degradação / Uso com restrições*	2	
	Alta	Destruição ou ruptura dos elementos / Impossibilidade de uso*	3	

Continua...

...continuação

Critério	Nível	Descrição	Pontuação	Fator de ponderação
Atendimento aos requisitos (Are)	Baixa	Atende com os requisitos mínimos de estética, segurança e funcionalidade	1	4
	Média	Não atende os requisitos estéticos	2	
	Alta	Não atende os requisitos funcionais	3	
	Muito alta	Não atende os requisitos de segurança	4	

*Aplica-se quando o critério do Formulário de Inspeção for a ausência de determinado elemento ou requisito.

Tabela 1. Classificação do critério de priorização

Cada nível estabelece uma pontuação, e cada critério possui um fator de ponderação. O cálculo da prioridade de intervenção (P_{int}) de cada manifestação patológica foi calculado com base na Equação 1.

$$P_{int} = \frac{1.Eam + 2.Ean + 3.Cni + 4.Are}{34} \times 100 \quad (1)$$

A partir do percentual obtido na Equação 1, obteve-se a prioridade de intervenção, de acordo com a Tabela 2.

Nível	Prioridade de intervenção	P_{int}
1	Não urgentes	29% a 40%
2	Devem ser monitoradas	41% a 60%
3	Intervenção em curto prazo (até 2 anos)	61% a 80%
4	Intervenção imediata (até 6 meses)	Maior que 80%

Adaptado de Madureira et al. (2017)

Tabela 2. Classificação da prioridade de intervenção

Tendo sido avaliadas as falhas e anomalias de cada família de elementos conforme a prioridade de intervenção, fez-se então o cálculo do grau de deterioração da família do sistema construtivo (D_{sist}) por meio da Equação 2.

$$D_{sist} = K_{máx} \sqrt{1 + \frac{(\sum_{i=1}^k Ki) - K_{máx}}{\sum_{i=1}^k Ki}} \quad (2)$$

Onde:

D_{sist} : Grau de deterioração de uma família de elementos de um sistema

K: $P_{int}(\%) \times Pond$

$K_{m\acute{a}x}$: Maior valor assumido por K dentro da mesma família de elementos

Para cada manifestação patológica identificada nas famílias de elementos adotou-se previamente no Formulário de Inspeção um fator de ponderação (Pond). Esse fator assume valores de um a cinco e é estabelecido conforme o tipo de manifestação patológica e os danos advindos da sua existência no elemento analisado.

Por fim, calculou-se o Grau de Dano da Edificação. Semelhante ao estabelecido para as manifestações patológicas de cada sistema, definiu-se também uma ponderação para cada família de elementos e fez-se o cálculo por meio de média ponderada, multiplicando-se o D_{sist} de cada família pela respectiva ponderação pré-definida.

4. RESULTADOS

Com os resultados da inspeção predial ordenou-se as famílias de sistemas construtivos mais degradadas de acordo com o valor apresentado pelo D_{sist} . Para uma das edificações estudadas, obteve-se o ordenamento de prioridade das famílias de sistemas da Tabela 3.

Famílias de sistemas construtivos	D_{sist}	Ponderação família
Instalações hidrossanitárias e pluviais	5,83	3
Combate a incêndio e pânico	5,41	5
Esquadrias externas e internas	5,20	2
Cobertura	5,09	4
Pilares Externos	5,06	5
Vedação Externa (Fachada)	4,94	3
Acessibilidade	4,93	2
Instalações elétricas	4,87	4
Vigas Externas	4,41	5
Reservatórios	4,31	2
Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas	4,09	3
Juntas de dilatação	3,89	3
Vigas Internas	2,86	4
Pilares Internos	2,85	4
Escadas/rampas	2,84	3
Forro/Teto	2,61	3
Vedação Interna (Paredes)	2,52	2
Piso	2,52	2
Lajes	1,93	4
Elementos de composição arquitetônica	0,00	1

Tabela 3. Ordenamento de prioridade para intervenções nas famílias de sistemas construtivos

Observa-se que mesmo que uma família de sistema possua uma prioridade inferior às demais famílias, pode ocorrer de existir algumas manifestações patológicas precisarem de uma intervenção imediata. Esse caso é observado na família de pisos da edificação analisada, na qual as falhas no revestimento já atingiram nível de ruptura total e já não cumprem com o desempenho esperado. A Tabela 4, a título exemplificativo, apresenta a avaliação patológica da família de pisos feita no estudo de caso, com a indicação das prioridades.

Vícios/ Anomalias	Não aplica	Exposição	Extensão	Conse- quências	Atendi- mento	P _{Intervenção}	Prioridade	P _{ord}	D _{sist}
Fissuras		Baixa	Média	Média	Média	56%	Deve ser monitorado	2	2,52
Descolamento	Não aplica					0%	Não se aplica	3	
Desnível/ Empenamento		Baixa	Baixa	Baixa	Média	41%	Deve ser monitorado	2	
Desgaste		Baixa	Alta	Média	Média	62%	Curto prazo	1	
Esborcina- mento de juntas		Baixa	Média	Alta	Média	65%	Curto prazo	3	
Delaminação		Baixa	Baixa	Alta	Muito alta	82%	Intervenção imediata	2	
Manchas e eflorescências	Não aplica					0%	Não se aplica	3	
Deterioração de juntas	Não aplica					0%	Não se aplica	3	
Gretamento em cerâmica	Não aplica					0%	Não se aplica	2	
Som cavo	Não aplica					0%	Não se aplica	3	

Tabela 4. Formulário de inspeção utilizado para a família de pisos

A Figura 3 apresenta parte dos quatro primeiros sistemas construtivos no ordenamento de prioridade, conforme apresentado na Tabela 3. Pode-se observar nas imagens (a) infiltração decorrente de vazamento no sistema de esgoto sanitário, (b) danos em esquadria de alumínio impossibilitando seu fechamento adequado, (c) detectores de fumaça desativados e (d) corrosão no aço da escada tipo marinho que dá acesso a cobertura da edificação.



Figura 3. Sistemas construtivos com falhas de manutenção.

Baseado nos resultados apresentados por cada família nos formulários de inspeção, foi possível estabelecer as principais diretrizes para reestabelecer a funcionalidade dos sistemas construtivos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de inspeções prediais é possível conhecer a sintomatologia das edificações e acompanhar o desempenho dos elementos e sistemas construtivos periodicamente. Com isso evita-se a degradação prematura dos materiais constituintes, minimizando os diversos custos envolvidos nos reparos. Face ao exposto, com a estratégia metodológica proposta foi possível obter de forma consistente e comparativa um índice que ordena as famílias de sistemas construtivos mais degradadas, subsidiando o gestor das edificações no planejamento para as intervenções. Embora a abordagem metodológica não limite os campos de aplicação para a área educacional, outros estudos poderão avaliar a eficácia para qualquer tipo de conjunto de edifícios. O estudo apresentado contribui não somente para a referida instituição de ensino superior, como pode ser utilizada por quaisquer órgãos públicos como ferramenta para gestão da manutenção predial.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2013). ABNT NBR 15575-1. Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro-RJ.

Bolina, F. L.; Tutikian, B. F.; Helene, P. (2019). Patologia de estruturas. Oficina de Textos.

Carlino, A. E. (2012). Melhorias dos Processos de Manutenção em Prédios Públicos. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo-SP.

Ferraz, G. T. et al. (2016). State-of-the-Art Review of Building Inspection Systems. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, v. 30, n. 5, p. 1-8.

Fonseca, R. P. da. (2007) A estrutura do Instituto Central de Ciências: aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e proposta de manutenção. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil - Universidade de Brasília (UnB). Brasília-DF.

Gomide, T. L. F. (2006). Manutenção Predial (Parte II). *Manutenção Predial e Inspeção Predial. Construção Mercado*, Edição 56, São Paulo-SP.

John, V. M. (2005). Desenvolvimento sustentável, construção civil, reciclagem e trabalho multidisciplinar. *Texto Técnico*. São Paulo: USP.

Kim Wing, A. C.; Mohammed, A. H.; Abdullah, M. N. (2016). Factors for Maintenance Priority in Malaysian University. *Sains Humanika*, v. 8, n. 4-3, p. 1-5.

Madureira, S. et al. (2017). Maintenance planning of facades in current buildings. *Construction and Building Materials*, v. 147, p. 790-802.

Prates, A. de F. et al. (2008). *Guia de Sustentabilidade na Construção*. Belo Horizonte: FIEMG.

Ruparathna, R.; Hewage, K.; Sadiq, R. (2018). Multi-period maintenance planning for public buildings: A risk based approach for climate conscious operation. *Journal of Cleaner Production*, v. 170, p. 1338-1353.

ARTIGO

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES: UMA REVISÃO CRÍTICA DO ESTADO DA ARTE

LOPES, Melissa Lorrane Frazão

(melissafraza08@gmail.com)

*Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil
(PECC/UnB), Brasil*

RODRIGUES NETO, Eduardo

(eduardo.neto@ctec.ufal.br)

*Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil
(PECC/UnB), Brasil*

CARVALHO, Michele Teresa Marques

(micheletezeza@gmail.com)

*Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil
(PECC/UnB), Brasil*

CALDAS, Lucas Rosse

(lucas.caldas@fau.ufrj.br)

*Programa de Engenharia Civil (PEC/COPPE/UFRJ)
e FAU/UFRJ, Brasil*

PALAVRAS-CHAVE:

Aquecimento global, degradação, corrosão, alvenaria, madeira.

RESUMO

Mudanças climáticas são alterações no clima ocasionadas por fatores naturais e antrópicos. Há evidências de que o clima ao redor do mundo está se modificando e interferindo no desempenho e durabilidade das construções. Desse modo, o presente artigo se propõe a realizar uma revisão do estado da arte sobre a relação das alterações climáticas com a durabilidade e os processos de degradação das construções. A partir da revisão, utilizando a plataforma de periódicos do Web of Science, restringindo a busca para os últimos 5 anos, foi possível identificar 39 artigos relevantes sobre a temática de estudo dentro de um espaço amostral de 249 artigos. Pesquisas indicam possíveis alterações de temperatura, chuvas, umidade, radiação-UV, velocidade de ventos e concentração de gases nocivos ao meio ambiente no clima futuro, podendo ocasionar problemas de durabilidade relacionados, principalmente, a risco de mofo, eflorescência, carbonatação, corrosão nas armaduras, entre outros. A pesquisa retornou um número limitado de sistemas que foram analisados, entre eles: estruturas de concreto armado, alvenaria de tijolos cerâmicos e elementos de madeira. Destaca-se que as principais pesquisas abordam estruturas de concreto armado, com foco na corrosão de armaduras ocasionada, principalmente, devido à aceleração dos processos de carbonatação e ataque por íons cloretos. O presente artigo contribui por identificar as principais variáveis que estão sendo estudadas nesta temática e quais as lacunas que precisam receber uma atenção maior dos pesquisadores. A partir dos achados deste estudo, é possível pensar em estratégias de projeto que considerem os efeitos das mudanças climáticas no processo de produção das edificações.

SESSÃO 4
EDIFICAÇÕES
SUSTENTÁVEIS:
QUALIDADE,
CICLO DE VIDA
E PROJETO

1. INTRODUÇÃO

Mudanças climáticas são alterações no clima em nível global, causadas tanto por causas naturais quanto, e principalmente, pela ação humana. São consideradas implicações passivas do aumento contínuo das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), como o dióxido de carbono (CO₂) (MORTAGI e GOHSH, 2020), cuja principal fonte vem do uso excessivo de combustíveis fósseis e, em alguns casos, como no Brasil, de queimadas de florestas e atividades agropecuárias. Esses gases se acumulam na superfície terrestre, amplificando o chamado efeito estufa e, portanto, retendo grande parte do calor proveniente da radiação solar e, assim, provocando o aumento da temperatura média terrestre.

Conforme discutido por Lacasse *et al.* (2020), há evidências ao redor do mundo de que o clima está mudando muito mais drasticamente do que registrado no passado e a expectativa é que as mudanças no clima continuarão no futuro. Ainda segundo os autores, são esperadas mudanças nas seguintes variáveis climáticas: temperatura, precipitação, umidade, radiação solar e vento. As várias consequências dessas mudanças incluem eventos climáticos extremos, como nevascas extremas, ondas de calor, inundações e intensidades crescentes de ciclones tropicais, como furacões e tufões, e a frequência de tais eventos está aumentando rapidamente em todo o mundo (KIM *et al.*, 2017). Consequentemente, a durabilidade de estruturas e edificações é afetada, tanto pelas próprias mudanças nas variáveis climáticas, quanto pelos eventos climáticos extremos e, ainda, como resultado do aumento nas concentrações de CO₂ na atmosfera.

De acordo com o *Fifth Assessment Report (AR5)* (IPCC, 2013) o aumento da temperatura global da superfície até o final do século 21 deve exceder 2,6 a 4,8 °C em comparação com o período de 1986-2005 no cenário mais pessimista. Fang *et al.* (2020) afirmam que diferentes cenários de estudos indicam um aumento de 1,5°C a 6°C na temperatura média atmosférica até o ano de 2100. Neste contexto, as construções precisam ser projetadas para serem duráveis em cenários climáticos futuros. A durabilidade é a capacidade de um material de manter sua funcionalidade e suas características físicas ao longo do tempo, e os agentes climáticos possuem um papel importante na degradação dos elementos construtivos. De acordo com Lacasse (2020), os profissionais de construção têm a responsabilidade de levar em consideração as mudanças climáticas e o risco de perigos decorrentes de eventos extremos ao considerar o projeto de novos edifícios e a reabilitação de edifícios existentes. Por isso, a importância de se entender como as alterações climáticas futuras poderão atingir os sistemas construtivos para que ações possam ser tomadas para minimizar esse impacto.

Desta forma, o presente estudo tem como objetivos apresentar o estado da arte das pesquisas sobre a influência das alterações climáticas na durabilidade das construções, realizar uma revisão crítica dos estudos e identificar as lacunas existentes, para o direcionamento de pesquisas futuras. Como contribuição científica, apresenta os principais itens que devem receber atenção dos atores do setor da construção civil e algumas estratégias de projeto para a produção de construções mais duráveis no contexto das mudanças climáticas.

2. METODOLOGIA

Para obter o estado da arte em relação aos estudos que abordam a influência das mudanças climáticas na durabilidade de estruturas e edificações, foi realizada uma pesquisa de estudos publicados nos últimos cinco anos, utilizando a base de dados Web of Science. Foi utilizada a string: ("climate change" OR "global warming") AND ("durability" OR "degradation" OR "deterioration" OR "service life" OR "hygrothermal performance" OR "carbonation" OR "corrosion" OR "acid rain" OR "wind driven rain" OR "solar radiation") AND ("building" OR "concrete" OR "structure" OR "facade" OR "coating"), ("climate change" OR "global warming") AND ("durability" OR "degradation" OR "deterioration" OR "service life" OR "hygrothermal" OR "hygroscopic" OR "acid rain" OR "wind driven rain" OR "driving rain" OR "solar radiation" OR "insolation" OR "humidity" OR "moisture") AND ("building" OR "facade" OR "masonry" OR "coating" OR "cladding"), sendo utilizado o *advanced search field tag* TS (topic), que busca pelos termos nos campos título, resumo e palavras-chave. Fez-se, então uma restrição da pesquisa para as áreas *Engineering Civil e Construction Building Technology*, a fim de se obter resultados mais relevantes dentro da área de pesquisa, além de uma restrição para a língua inglesa. A partir desses resultados, foi realizada uma análise dos artigos por título, palavras-chave e resumo. Chegando-se, ao final, no total de 39 artigos selecionados, foi realizada uma análise detalhada, por meio da leitura completa dos artigos, buscando entender o estado da arte dos estudos.

3. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES

3.1 PANORAMA GERAL

Por meio da revisão da literatura realizada, foi identificada uma quantidade muito pequena de artigos (aproximadamente 16% em relação ao total) que abordassem efetivamente a influência das mudanças climáticas na durabilidade das construções, sendo um campo de pesquisa a ser explorado. Em uma primeira análise, foram detectados diversos artigos que citam as mudanças climáticas como uma motivação para a realização de estudos com focos diversos, como a redução das emissões de CO₂ e a adaptação térmica e energética das edificações. No entanto, o foco deste trabalho foi identificar estudos que apresentassem análises diretas sobre os fatores climáticos futuros que impactarão na durabilidade de sistemas construtivos. Dessa forma, somente estes foram selecionados para uma análise mais detalhada. Destaca-se que, na maior parte dos artigos analisados, o foco estava voltado para a análise das influências das mudanças climáticas no sistema de concreto armado, Figura 1. Vale destacar que, na figura mencionada, o item "outros" se refere à sistemas de alvenaria utilizando pedras e, também, à materiais de construção que foram analisados isoladamente, sem estarem inseridos em um sistema.

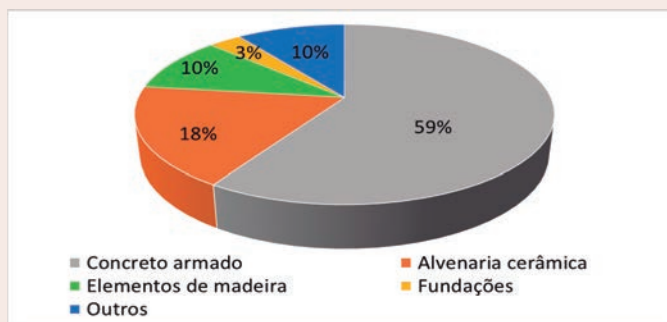


Figura 1. Quantitativo em relação aos sistemas construtivos e materiais analisados na literatura.

3.2 ANÁLISE DO ESTADO DA ARTE

3.2.1 Carbonatação em estruturas de concreto armado

A maioria das pesquisas atuais sobre a influência das mudanças climáticas na durabilidade das construções são para a análise do comportamento de estruturas de concreto armado. Em boa parte desses estudos, o foco foi na análise da profundidade de carbonatação e da corrosão induzida por carbonatação. Utilizando diferentes modelos para analisar a profundidade de carbonatação em cenários futuros, grande parte das pesquisas identificou que o aumento na concentração de CO₂ na atmosfera e o aumento de temperatura serão determinantes para um aumento na profundidade de carbonatação e, conseqüentemente, haverá uma maior probabilidade de corrosão da armadura.

Na análise de Mizzi *et al.* (2018) foi observado um aumento na profundidade de carbonatação de até 40% até 2070, quando considerado o pior cenário climático, sendo que tanto o aumento na concentração de CO₂, quanto o aumento de temperatura contribuem para a maior degradação das estruturas. Benitez *et al.* (2019) também analisam a correlação entre dados reais de degradação e um modelo numérico de carbonatação para estruturas de concreto no Paraguai. Foi verificado que, tanto o aumento na concentração de CO₂ na atmosfera, quanto o aumento de temperatura, foram significantes para a maior profundidade de carbonatação, podendo ser esperado um aumento de 25% na carbonatação no pior cenário, em relação ao cenário de controle.

Para analisar tanto a progressão da carbonatação, quanto a vida útil de estruturas de concreto armado na África do Sul, Ekolu (2020) empregou um modelo de previsão de carbonatação natural desenvolvido por ele em um estudo anterior. Foi verificado que, para concretos de resistência normal (20-30 MPa), as profundidades de carbonatação podem aumentar em até 31%, enquanto o tempo de vida útil pode reduzir em até 24%, devido ao aumento nos níveis de CO₂ até 2100, sendo identificada também uma influência do aumento de temperatura. Segundo o autor, o uso futuro de concretos de maior resistência (maior ou igual a 40 MPa) parece

ser necessário para que esses efeitos adversos sejam evitados. Porém, essa medida precisa ser pensada cuidadosamente, pois pode promover o aumento das emissões de CO₂ devido ao maior consumo de cimento.

Wang e Lee (2019) Wang (2019a, 2019b), Lee *et al* (2019) e Wang (2020a) buscaram analisar a durabilidade de estruturas de concreto armado utilizando materiais cimentícios suplementares, como escória de alto forno e cinza volante, que possuem potencial para reduzir as emissões de CO₂. Os autores apresentam algoritmos para a escolha da mistura ideal com esses materiais, considerando modelos para resistência, durabilidade (pela profundidade de carbonatação) e trabalhabilidade, utilizando cenários climáticos futuros. No entanto, para as previsões futuras, há um aumento da profundidade de carbonatação para esses concretos compostos, tanto devido ao aumento na concentração de CO₂ na atmosfera, quanto ao aumento de temperatura, sendo necessária a utilização de uma mistura mais rica em cimento, o que representa maiores emissões de CO₂. Wang (2020b) também apresenta um estudo semelhante, mas, nesse caso, analisa tanto a profundidade de carbonatação, quanto o ingresso de íons cloreto em cenários futuros, utilizando concreto composto com escória de alto forno e cinza volante. Para a carbonatação, os resultados foram semelhantes aos demais estudos e, em relação ao ingresso de íons cloreto, houve um aumento com o aumento de temperatura em cenários futuros.

Kim *et al.* (2017) trazem uma discussão sobre a influência das condições de cura na durabilidade de estruturas de concreto armado em cenários climáticos futuros em Seul, na Coreia do Sul. Para o cenário futuro, foi observado um aumento na velocidade dos ventos, mas uma redução da exposição solar, devido à maior quantidade de chuva. Com o aumento da velocidade dos ventos, os autores identificaram uma maior profundidade de carbonatação, que foi atribuída à maior dificuldade de cura nessas condições, com maior evaporação de água, aumentando a porosidade do concreto e permitindo a entrada de CO₂ mais rápido e mais profundamente, ainda mais considerando a maior concentração de CO₂ na atmosfera.

Pakkala *et al.* (2019) estudam o efeito das mudanças climáticas na fase de propagação da corrosão induzida por carbonatação de elementos de concreto armado de fachadas de edificações da Finlândia, avaliando quatro diferentes fatores climáticos: chuva dirigida, temperatura, umidade relativa e radiação solar. Para o cenário futuro, foi identificado um aumento na concentração de CO₂, que contribuirá para o aumento da profundidade de carbonatação. Também foi verificado um aumento na velocidade dos ventos e nas cargas de chuva, além de ser identificada uma maior quantidade de chuva no lugar de neve durante o inverno, devido ao aumento da temperatura. Isso propiciará uma maior quantidade de chuvas dirigidas, o que contribuirá para uma maior corrosão das armaduras. Jiang *et al.* (2018) apresentaram um modelo numérico de carbonatação para concretos danificados por fadiga em pontes de concreto armado, considerando um estudo de caso para uma ponte em Xangai, na China. Verificou-se que aumentos drásticos na concentração de CO₂ e na temperatura podem aumentar as profundidades de carbonatação e reduzir a vida útil das pontes danificadas por fadiga.

Com os estudos, ficou evidenciado que o aumento na concentração de CO₂ na atmosfera e o aumento da temperatura são determinantes para o aumento da pro-

fundidade de carbonatação de estruturas de concreto armado. As pesquisas também foram diversas, considerando inclusive a utilização de materiais cimentícios suplementares e a ocorrência de fadiga em pontes de concreto armado, e em todos os estudos as conclusões foram semelhantes. Quanto à propagação da corrosão em concretos carbonatados, ainda não há um número suficiente de estudos que apresentem uma linha coerente dos fatores climáticos futuros influentes, sendo necessárias mais pesquisas nesse aspecto. Mas o aumento na velocidade dos ventos e o aumento de chuvas dirigidas e umidade parecem ter influência no aumento dessa corrosão.

3.2.2 Difusão e corrosão por íons cloreto em estruturas de concreto armado

Em relação aos estudos sobre difusão e corrosão por íons cloreto, a maioria dos autores verificou que o aumento de temperatura em cenários futuros contribuiu para maiores taxas de difusão de íons cloreto e, conseqüentemente, maior corrosão da armadura em estruturas de concreto armado.

Porém, alguns autores analisaram outros agentes. Por exemplo, em um estudo semelhante ao realizado por Kim *et al.* (2017) para a análise da profundidade de carbonatação, Kim *et al.* (2019) investigam a taxa de difusão de íons cloreto em estruturas de concreto em climas futuros, considerando as condições de cura. Também foi identificada uma maior difusão de íons cloreto com o aumento da velocidade dos ventos em cenários futuros, que dificulta a cura, provocando fissuração e maior porosidade, e facilitando a entrada do agente agressor.

Bastidas-Arteaga *et al.* (2020) analisaram o efeito do aumento de temperatura em cenários futuros em estruturas de concreto armado em três cidades francesas (Brest, Marselha e Estrasburgo). Foi observado um aumento de temperatura de 1,5°C e 3,5°C em dois cenários futuros diferentes, para as três cidades. As maiores temperaturas levaram à redução do tempo para o início da corrosão, variando entre 10 e 14% para o pior cenário. No entanto, no estudo, a umidade relativa não apresentou mudanças significativas para as cidades de Brest e Marselha e reduziu para Estrasburgo. Dessa forma, não foi possível relacionar esse agente climático à corrosão induzida por íons cloreto, sendo necessários mais estudos nesse aspecto.

Para analisar o comportamento de estruturas de concreto armado em ambiente marítimo na China, Guo *et al.* (2020) desenvolvem um modelo de análise de degradação, considerando o transporte bidimensional de cloreto e a não uniformidade de corrosão. A análise de sensibilidade mostrou que o aumento de 1°C em 50 anos pode levar a 2% de aumento na média da perda de seção e 2-8% de aumento na probabilidade de delaminação.

Xie *et al.* (2018) analisam o agravamento da corrosão por íons cloreto, devido ao aquecimento global, em pontes de concreto armado em ambiente marítimo na China. Foi verificado que o aumento da temperatura em climas futuros acelera a taxa de difusão de íons cloreto no concreto, favorecendo a corrosão do aço. Guest *et al.* (2020), Shirkhani *et al.* (2020) e Zhang *et al.* (2020) utilizam diferentes mo-

delos para analisar o tempo para iniciação da corrosão induzida por íons cloreto, considerando diversos cenários de mudanças climáticas. Shirkhani *et al.* (2020) também analisam a taxa de difusão do cloreto, o que não é abordado por Guest *et al.* (2020), pela dificuldade que esses autores tiveram de encontrar modelos para a difusão de íons cloreto em asfalto, utilizando como cobertura para os conveses de concreto armado analisados. Zhang *et al.* (2020) também não analisam a difusão de íons cloreto, mas abordam tanto a iniciação, quanto a propagação da corrosão. Nos três estudos, os autores verificaram que o aumento de temperatura em cenários futuros aumenta a deterioração das pontes de concreto armado. Guest *et al.* (2020) também identificaram a influência da umidade no início da corrosão, e Zhang *et al.* (2020) verificaram que o aumento de chuvas também foi determinante para a corrosão dos conveses.

Bastidas-Arteaga (2018) propõem um modelo estocástico que considera os efeitos combinados da corrosão induzida por cloreto, mudanças climáticas e carregamento cíclico em pontes de concreto armado. Em cenários futuros, foi observado um aumento de temperatura e um pequeno aumento de umidade relativa, o que contribuiu para o aumento da corrosão induzida por cloreto, sendo que as mudanças climáticas tiveram mais influência no ambiente marítimo. A combinação da ação dos íons cloreto com o carregamento cíclico reduziu ainda mais a vida útil das estruturas. Mortagi e Ghosh (2020) avaliam a fragilidade sísmica de pontes rodoviárias, considerando as mudanças climáticas. Os autores também verificaram que o aumento de temperatura e de umidade relativa em cenários futuros aumenta a penetração e a corrosão induzida por íons cloreto. Isso pode levar a uma redução da seção e expansão da armadura dos pilares de concreto armado, aumentando a vulnerabilidade sísmica das pontes.

Os diversos estudos sobre o ingresso e a corrosão induzida por íons cloreto, em sua maioria, identificam o aumento da temperatura em cenários futuros como fator determinante para o aumento da difusão de íons cloreto em estruturas de concreto armado. Alguns estudos também demonstraram que o aumento da umidade relativa e da quantidade de chuvas podem influenciar no aumento da propagação da corrosão. Ainda faltam mais análises sobre como as condições de cura podem influenciar para o maior ingresso de íons cloreto, como sugerido por Kim *et al.* (2019).

3.2.3 Outros sistemas construtivos e agentes de degradação

Diferente das estruturas de concreto armado, outros sistemas construtivos ainda foram pouco estudados. Os estudos existentes abordam principalmente elementos de madeira e alvenarias históricas, analisando o comportamento higrotérmico desses componentes das envoltórias de edificações em cenários futuros.

Também foi identificado um estudo (ZHOU *et al.*, 2020) que investiga sistemas de alvenaria de tijolos comum (não histórica) com isolamento térmico interno, na Suíça, considerando o risco de danos por gelo-degelo em duas cidades com climas diferentes (Zurique e Davos). Nos cenários futuros, foi identificado um aumento de temperatura e de precipitação que, quando ocorre no período frio, aumenta o risco

de ciclos gelo-degelo em Davos, cujas temperaturas no inverno estão quase sempre abaixo de 0°C. Além disso, a maior ocorrência de precipitação significa uma maior carga de chuvas dirigidas na superfície das paredes. Por outro lado, em Zurique, em que a temperatura no inverno é quase sempre acima de 0°C, o aumento de temperatura reduzirá o risco de ciclos de gelo-degelo. Portanto, o risco de danos por gelo-degelo em cenários futuros irá variar dependendo do clima de cada local.

Ainda em relação a esse tipo de deterioração, Vandemeulebroucke *et al.* (2019) e Vandemeulebroucke *et al.* (2021) analisaram alvenarias de tijolos de edificações históricas da Europa, buscando identificar se as mudanças climáticas poderiam reduzir a gravidade da ação gelo-degelo a partir de análises higrotérmicas. Vandemeulebroucke *et al.* (2019) verificaram que, em geral, o risco de gelo-degelo reduziu devido ao aumento de temperatura. Porém, em locais onde haverá aumento de chuvas dirigidas, haverá também um aumento dos ciclos de gelo-degelo. Por outro lado, Vandemeulebroucke *et al.* (2021) identificaram que a ocorrência de ciclos gelo-degelo permanecerá constante em cenários futuros para a cidade de Bruxelas (Bélgica), em que foi verificado tanto o aumento de temperatura, quando o aumento de chuvas dirigidas. No entanto, com as mudanças climáticas, os autores observaram, ainda, o aumento do crescimento de mofo e de decomposição da madeira utilizada como isolamento térmico nas paredes. Jeong e Cannon (2020) e Fang *et al.* (2020) também analisaram o aparecimento de mofo em alvenarias de tijolos devido ao aumento da umidade relativa e mostraram que o risco de deterioração é ainda mais agravado devido a porosidade intrínseca do material analisado.

Cavalagli *et al.* (2019) também estudam a deterioração de edificações históricas em climas futuros, mas dessa vez é analisada uma edificação em alvenaria de pedra calcária na Itália. Os autores verificaram que o aumento de temperatura e, principalmente, o aumento de chuva ao longo dos anos tem aumentado a escamação das pedras das fachadas. E, além disso, a tendência é de que os processos de percolação e incrustação, além do crescimento de agentes biológicos, como fungos, vegetações e crostas sobre a superfície das pedras, continuem aumentando em cenários futuros.

Outro estudo relacionado a edificações históricas é o de Hao *et al.* (2020), que buscam analisar a influência das mudanças climáticas no desempenho higrotérmico de edifícios históricos em Tirol do Sul, na Itália, após a realização de *retrofit* com o acréscimo de isolamento térmico às paredes. Foram consideradas paredes de alvenaria de pedra (granito ou arenito), com revestimento em cal, e paredes de madeira. Com a simulação higrotérmica, foi verificado que, em cenários futuros, haverá um aumento do risco de mofo em paredes de granito com painéis isolantes de fibra de madeira e em paredes de madeira com qualquer um dos três tipos de isolamento considerados. E, além disso, haverá um maior risco de danos por congelamento em paredes de arenito e no revestimento externo em cal. Conforme identificado pelos autores, o acréscimo de isolamento térmico dificulta a capacidade de secagem das paredes e, com o acréscimo de chuvas em climas futuros, há um aumento da deterioração.

Quanto aos estudos sobre a degradação de elementos de madeira, Choids *et al.* (2020) analisam uma edificação histórica da Noruega com paredes em tora de

madeira e Defo e Lacasse (2021) avaliam paredes maciças de madeira em cinco cidades do Canadá, ambos utilizando simulação higrotérmica. Os autores identificaram que, em cenários futuros, o aumento de temperatura e da quantidade de chuvas terão impacto sobre um maior risco de mofo nas paredes de madeira.

Lacasse *et al.* (2020) apresentam uma análise mais geral sobre a durabilidade de edificações, considerando as mudanças climáticas no Canadá, e relatam a necessidade de que os projetos especifiquem materiais que se adequem às maiores temperaturas e maiores quantidades de chuvas dirigidas em climas futuros. Em relação aos componentes de envoltória das edificações, percebe-se que os estudos foram realizados considerando apenas países de clima frio, sendo urgente a análise de construções em climas tropicais, que possuem comportamento climático e sistemas construtivos bastante diferentes. As considerações sobre o risco de danos por gelo-degelo evidenciam a necessidade de análises realizadas localmente para a avaliação do comportamento das construções em climas futuros. Para as edificações em madeira, é interessante que sejam realizados mais estudos, levando em consideração os cenários climáticos apresentados pelo IPCC (2013). Além disso, a maioria dos estudos está voltada para a avaliação de edificações históricas, sendo necessárias mais pesquisas envolvendo sistemas construtivos de edificações atuais, considerando, por exemplo, revestimentos cerâmicos.

Finalmente, com base na literatura pesquisada, foi elaborado a estrutura apresentada na Figura 2, que resume, de forma simplificada, o efeito das mudanças climáticas relacionada à degradação e à durabilidade das construções e como é possível pensar em estratégias de projeto.

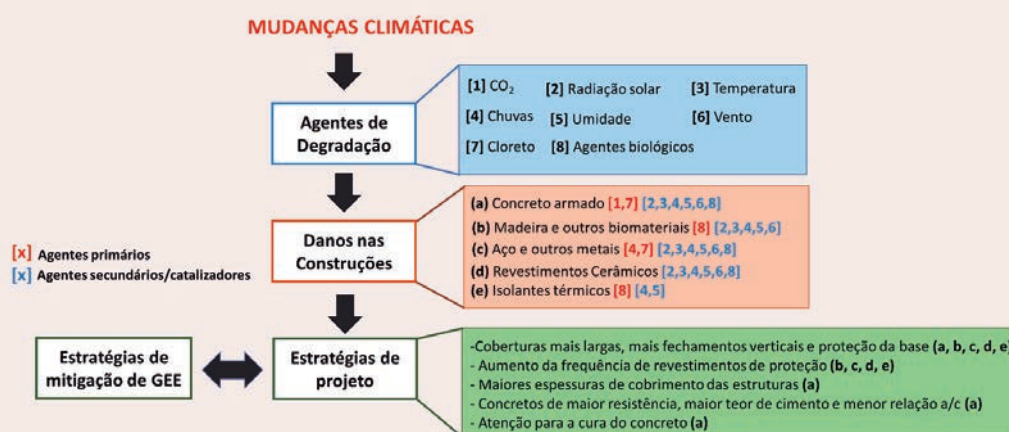


Figura 2. Efeito das mudanças climáticas na durabilidade das construções e estratégias de projeto.

A figura 2 ressalta os principais agentes de degradação e a relação com os danos nas construções, com base nos principais materiais encontrados. Os agentes foram divididos em dois grupos: primários (os principais responsáveis pela degradação) e secundários ou catalizadores, que aceleram o processo. A partir dessa associação, é possível pensar em estratégias de projeto que devem estar alinhadas a soluções de baixo carbono, para auxiliar na mitigação das emissões de GEE. Percebe-se que uma estratégia relativamente simples e bastante difundida no ensino de arquitetura-

ra e de projeto de edificações é uma boa proteção da edificação, incluindo a cobertura (beirais largos), fechamentos verticais (peles, elementos de sombreamento, etc.), esquadrias (uso de peitoris, pingadeiras) e da base e fundação (com atenção especial para a impermeabilização). Todas as questões levantadas precisam começar a ser incorporadas e receber uma maior atenção das normas técnicas e dos códigos de construção.

3.3 IDENTIFICAÇÃO DE LACUNAS

A partir do estudo realizado, foi possível identificar e pontuar aspectos que necessitam ser mais trabalhados e aprofundados, de modo a trazer contribuições científicas e técnicas no que se refere à relação das alterações climáticas com a durabilidade dos sistemas construtivos. Pode-se citar:

- Verificar o comportamento climático futuro em climas tropicais e seus efeitos na durabilidade das edificações;
- Abordar a durabilidade de fachadas em revestimento cerâmico sob a influência das alterações climáticas em diferentes ambientes;
- Estudar os efeitos que mudanças na taxa de temperatura, chuva, velocidade do vento e gases atmosféricos podem provocar nos materiais de construção que compõem os sistemas;
- Necessidade de explorar mais nas pesquisas a modelação numérica em relação ao comportamento dos sistemas em climas futuros;
- Abordar como alterações no vento, temperatura, exposição a raios - UV e gases tóxicos influenciam na durabilidade de concretos com diferentes condições de cura;
- Considerar nas pesquisas os cenários atuais apresentados pelo Painel Governamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2013);
- Necessidade de mais estudos sobre como as condições de cura podem afetar a carbonatação e o ingresso de íons cloreto em estruturas de concreto armado;
- Abordar a durabilidade de metais e tintas sob influência das alterações futuras do clima;
- Focar em questões relacionadas a estratégias de prevenir e corrigir os eventuais processos de degradação acelerada;
- Pensar em estratégias de intervenção e adaptação alinhadas com diretrizes de mitigação dos GEE (evitando o aumento desses gases na atmosfera);
- Maior relação dos achados científicos com a implementação prática na forma de normas técnicas e códigos de construção.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a pesquisa realizada, foi possível observar uma maior tendência de estudo da durabilidade de estruturas de concreto armado em climas futuros, incluindo elementos de concreto armado de pontes. Essa preocupação é justificável, levando em consideração que o concreto armado é um dos materiais mais utilizados no mundo e a degradação nesses sistemas pode levar ao colapso de toda a construção.

No entanto, também há uma necessidade de se entender o comportamento de elementos da envoltória de edificações em climas futuros, que também estão diretamente expostas aos agentes climáticos. Nesse aspecto, os estudos ainda são limitados, abordando principalmente alvenarias de edificações históricas e elementos de madeira, sendo necessárias mais pesquisas em outros sistemas construtivos utilizados atualmente. Particularmente, foi identificada a ausência de estudos em países de clima tropical, onde existe um grande déficit habitacional e seria interessante que os projetos das novas construções já considerassem questões relativas às mudanças climáticas.

Avançar nessa temática de estudo faz-se necessário, tendo em vista a possibilidade de melhorar os projetos, especificações e técnicas construtivas, e fazer escolhas corretas dos materiais utilizados, de modo a prolongar a vida útil das edificações. Além disso, permite refletir em como as ações antrópicas estão influenciando nas mudanças climáticas que, por consequência, afetam a durabilidade dos sistemas e a qualidade de vida dos usuários dessas construções.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bastidas-Arteaga, E. (2018). Reliability of Reinforced Concrete Structures Subjected to Corrosion-Fatigue and Climate Change. *Int. J. Concr. Struct. Mater.*, v. 12, n. 10.

Bastidas-Arteaga, E.; Soueidy, C.; Amiri, O. (2020). Polynomial chaos expansion for lifetime assessment and sensitivity analysis of reinforced concrete structures subjected to chloride ingress and climate change. *Structural Concrete*, v. 21, p. 1396-1407.

Benitez, P.; Rodrigues, F.; Talukdar, S.; Gavilán, S.; Varum, H. (2019). Analysis of correlation between real degradation data and a carbonation model for concrete structures. *Cement and Concrete Composites*, v. 95, p. 247-259.

Cavalagli, N.; Kita, A.; Castaldo, M. L.; Pisello, A. L.; Ubertini, F. (2019). Hierarchical environmental risk mapping of material degradation in historic masonry buildings: An integrated approach considering climate change and structural damage. *Construction and Building Materials*, v. 215, p. 998-1014.

Choids, P.; Tsikaloudaki, K.; Kraniotis, D. (2020). Hygrothermal performance of log walls in a building of 18th century and prediction of climate change impact on biological Deterioration. *E3S Web of Conferences*, v. 172.

Defo, M.; Lacasse, M. A. (2021). Effects of Climate Change on the Moisture Performance of Tallwood Building Envelope. *Buildings*, v. 11, n. 35.

- Ekolu, S. O. (2020). Implications of global CO₂ emissions on natural carbonation and service lifespan of concrete infrastructures – Reliability analysis. *Cement and Concrete Composites*, v. 114.
- Fang, A.; Chen, Y.; Wu, L. (2020). Transient simulation of coupled heat and moisture transfer through multi-layer walls exposed to future climate in the hot and humid southern China area. *Sustainable Cities and Society*, v. 52.
- Guest, G.; Zhang, J.; Atadero, R.; Shirkhani, H. (2020). Incorporating the Effects of Climate Change into Bridge Deterioration Modeling: The Case of Slab-on-Girder Highway Bridge Deck Designs across Canada. *J. Mater. Civ. Eng.*, v. 32, n. 7.
- Guo, H.; Dong, Y.; Gu, X. (2020). Durability assessment of reinforced concrete structures considering global warming: A performance-based engineering and experimental approach. *Construction and Building Materials*, v. 233.
- Hao, L. Herrera, D.; Troi, A.; Petitta, M.; Matiu, M.; Del Pero, C. (2020). Assessing the impact of climate change on energy retrofit of alpine historic buildings: consequences for the hygrothermal Performance. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, v. 410.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2013). *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Jeong, D.; Cannon, A. J. (2020). Projected changes to moisture loads for design and management of building exteriors over Canada. *Building and Environment*, v. 170.
- Jiang, C.; Gu, X.; Huang, Q.; Zhang, W. (2018). Carbonation depth predictions in concrete bridges under changing climate conditions and increasing traffic loads. *Cement and Concrete Composites*, v. 93, p. 140-154.
- Kim, T.; Choi, S.; Choi, J.; Kim, J. J. (2019). Prediction of Chloride Penetration Depth Rate and Diffusion Coefficient Rate of Concrete from Curing Condition Variations due to Climate Change Effect. *Int. J. Concr. Struct. Mater.*, v. 13: 15.
- Kim, T.; Choi, S.; Kim, J. J.; Chu, Y.; Yu, E. (2017). Performance Based Evaluation of Carbonation Resistance of Concrete According to Various Curing Conditions from Climate Change Effect. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, v. 11, n. 4, p. 687-700.
- Lacasse, M. A.; Gaur, A.; Moore, T. V. (2020). Durability and Climate Change—Implications for Service Life Prediction and the Maintainability of Buildings. *Buildings*, v. 10, n. 53.
- Lee, H.; Lim, S.; Wang, X. (2019). Optimal Mixture Design of Low-CO₂ High-Volume Slag Concrete Considering Climate Change and CO₂ Uptake. *Int. J. Concr. Struct. Mater.*, v. 13:56.
- Mizzi, B.; Wang, Y.; Borg, R. P. (2018). Effects of climate change on structures; analysis of carbonation-induced corrosion in Reinforced Concrete Structures in Malta. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, v. 442.

- Mortagi, M.; Ghosh, J. (2020). Climate Change Considerations for Seismic Vulnerability Assessment of Aging Highway Bridges. *ASCE-ASME J. Risk Uncertainty Eng. Syst.*, v. 6, n. 1.
- Pakkala, T. A.; Kolio, A.; Lahdensivu, J.; Pentti, M. (2019). Predicted corrosion rate on outdoor exposed concrete structures. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, v. 37, n. 5, p. 679-698.
- Shirkhani, H.; Zhang, J.; Lounis, Z. (2020). Ensemble Analysis of Climate-Change Impacts on Design-Service Life of Reinforced Concrete Bridge Decks across Canada. *Nat. Hazards Rev.*, v. 21, n. 3.
- Vandemeulebroucke, I.; Calle, K.; Caluwaerts, S.; De Kock, T. (2019). Does historic construction suffer or benefit from the urban heat island effect in Ghent and global warming across Europe? *Can. J. Civ. Eng.*, v. 46, p. 1032-1042.
- Vandemeulebroucke, I.; Caluwaerts, S.; Van Den Bossche, N. (2021). Factorial Study on the Impact of Climate Change on Freeze-Thaw Damage, Mould Growth and Wood Decay in Solid Masonry Walls in Brussels. *Buildings*, v. 11, 134.
- Wang, X. (2020a). Optimal mix design of low-CO₂ blended concrete with limestone powder. *Construction and Building Materials*, v. 263.
- Wang, X. (2020b). Impacts of climate change on optimal mixture design of blended concrete considering carbonation and chloride ingress. *Front. Struct. Civ. Eng.* v. 14, n. 2, p. 473-486.
- Wang, X.; Lee, H. (2019). Effect of global warming on the proportional design of low CO₂ slag-blended concrete. *Construction and Building Materials*, v. 225, p. 1140-1151.
- Xie, H.; Wang, Y.; Gong, J.; Liu, M.; Yang, X. (2018). Effect of Global Warming on Chloride Ion Erosion Risks for Offshore RC Bridges in China. *KSCE Journal of Civil Engineering*, v. 22, n. 9.
- Zhang, Y.; Chouinard, L. E.; Power, G. J.; Tandja, C. D.; Bastien, J. (2020). Flexible decision analysis procedures for optimizing the sustainability of ageing infrastructure under climate change. *Sustainable and Resilient Infrastructure*, v. 5.
- Zhou, X.; Carmeliet, J.; Derome, D. (2020). Assessment of risk of freeze-thaw damage in internally insulated masonry in a changing climate. *Building and Environment*, v. 175.

AGRADECIMENTO

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela bolsa de estudos e auxílio financeiro.

ARTIGO

DESIGN FOR ADAPTABILITY AND DISASSEMBLY: A REVIEW TO ACHIEVE BUILDINGS' DECONSTRUCTION

MUNARO, Mayara Regina

(mayara.munaro@ufpr.br)

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil

TAVARES, Sergio Fernando

(sergioftavares@gmail.com)

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil



KEYWORDS:

Design for adaptability and disassembly, Circular economy, Ecodesign, Buildings end-of-life.

ABSTRACT

Reusing and recycling building materials and components are an alternative to minimizing construction and demolition waste (CDW). The introduction of ecodesign methodologies in the design stage enables buildings to be adapted to the needs of users and deconstructed at the end-of-life. Design for Adaptability and Disassembly (DfAD) is a method that incorporates sustainable principles and brings environmental, social, and economic benefits to the construction sector. Although, seeks to maintain materials at their highest level of utility and value, supporting the implementation of the circular economy (CE) principles, is little explored in projects and constructions. This study analyses how the construction sector approaches the DfAD to achieve buildings' deconstruction. Through an integrative literature review, 279 articles were selected and categorically analyzed. The results show the concentration of the studies in three major categories: i) design and planning process; (ii) buildings' end-of-life; and (iii) circular assessments and strategic values, and a framework was proposed. The framework outlines the main circular strategies found in the literature that make it possible to deconstruct and recover components, products, and materials at the end of the building's life. This framework can be used as guidance for academics, professionals, and decision-makers to expand knowledge about the potential applications of the DfAD method. The need for more explanations and knowledge on DfAD, on deconstruction strategies, on reusing of materials and components, and on the life cycle tools as decision support at the material end-of-life is crucial to make buildings resilient and adaptable.

1. INTRODUCTION

The construction sector is responsible for the highest amount of resource use, waste, and emissions of all industries. Despite being the world's largest consumer of raw materials, only 20-30% of these resources are recycled or reused at the end of a building's useful life (WEF, 2014). To reduce the environmental impacts produced by the sector, strategies have been adopted, mainly concerning construction and demolition waste management (CDWM). Deconstruction is an end-of-life (EOL) scenario that favors the recovery of construction components for relocation, reusing, recycling, or remanufacturing of construction (Kibert, 2003). Design for Deconstruction is an ecodesign method that enables the assembly and disassembly of buildings to recover building components. Despite efforts to mitigate CDW through deconstruction, information on deconstruction projects is limited. To Dorsthorst and Kowalczyk (2002) less than 1% of buildings are completely demountable, and since then the scenario has not changed (Kanters, 2018).

The concept of 'design for deconstruction', which is also known as 'design for disassembly' both known by the acronym DfD, appeared in the construction sector in the 1990s (Kibert, 2003) by ecodesign methodologies from the manufacturing industry (Dorsthorst and Kowalczyk, 2002). DfD can be associated with Design for Adaptability (DfA). Users to meet their constant needs can modify an adaptable building. The Design for Adaptability and Disassembly (DfAD) integrates flexibility to the configuration of space and the recovery of EOL components. The method seeks to maintain components, products, and materials at their highest level of utility and value, supporting the introduction of the circular economy (CE) principles. CE is a restorative economic model that seeks to dissociate economic development from the consumption of finite resources (EMF, 2015).

Several studies have established strategies to guide the incorporation of CE principles for buildings deconstruction. Durmisevic (2019) denominated a Reversible Building Design a methodology based on spatial changes (aspects of the extensibility of the space, replaceability, and change of the functions) and technical changes (accessibility, the extensibility of systems, disassembly, and independence). Thormark (2001) developed 18 design strategies based on the choice of materials, design of construction, and choice of joints and connections. Nordby et al. (2007) developed a system based on 31 strategies for the recovery of materials. Sassi (2008) established criteria for the closed-loop building materials cycle, and Crowther (2016) listed 27 principles for disassembly.

Although, DfAD is not mainstream in the construction sector. There is a gap in the literature on circular business opportunities to introduce practices aiming at closing the material cycle (Munaro et al., 2020). In addition, the sector is conservative, has its design process, manufacturing techniques, supply chain, and financial arrangements. Buildings have complexities about several interconnected attributes, such as building design, choice of material, operation, and maintenance. This review aimed to study how the construction sector approaches the DfAD to achieve buildings' deconstruction. Through an integrative review, this study sought to propose a framework of the categorized studies to achieve buildings' deconstruction.

2. RESEARCH STRATEGY

The research strategy consists of an integrative literature review based on six stages, as summarized in Figure 1, inspired by Torraco (2005), Whittemore and Knafl (2005), and Tranfield et al. (2003).

An integrative review is the broadest methodological approach to reviews and incorporates different purposes for a complete understanding of the analyzed phenomenon (Whittemore and Knafl, 2005). The selected articles were analyzed under a content analysis. The content analysis attains a condensed and broad description of the topic, and the outcome is categorized by describing the phenomenon (Elo and Kyngas, 2008). Figure 2 shows the processing of the review in the literature.

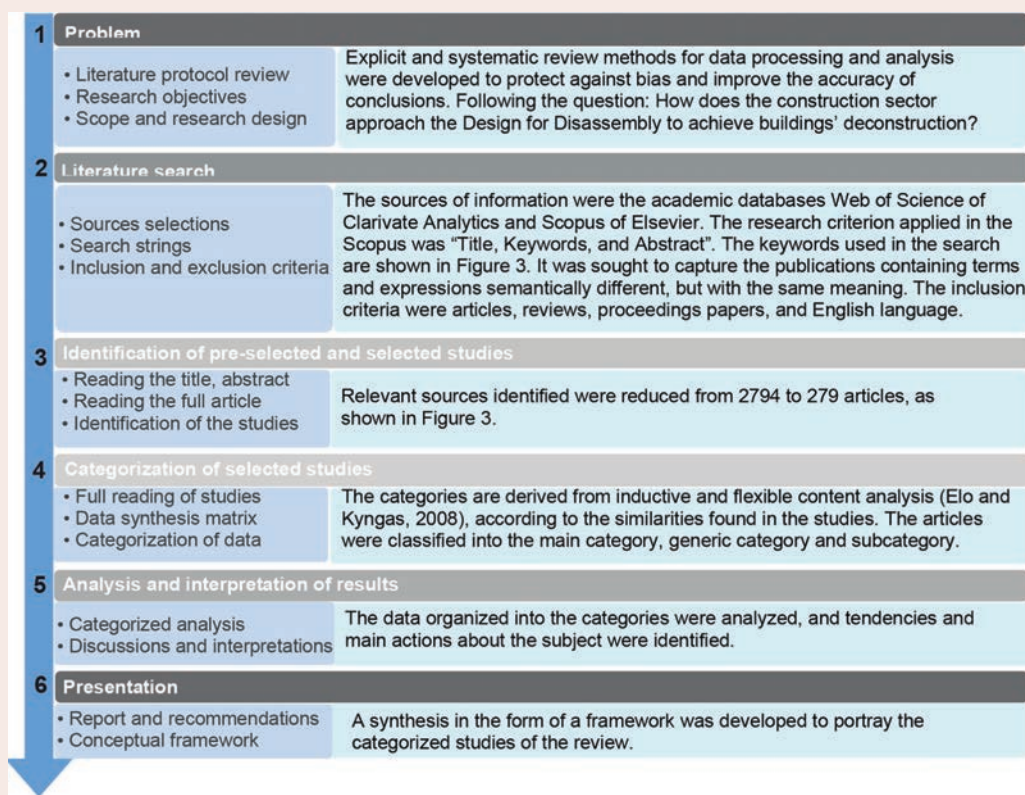


Figure 1. Stages, decisions, and processes of the integrative review.

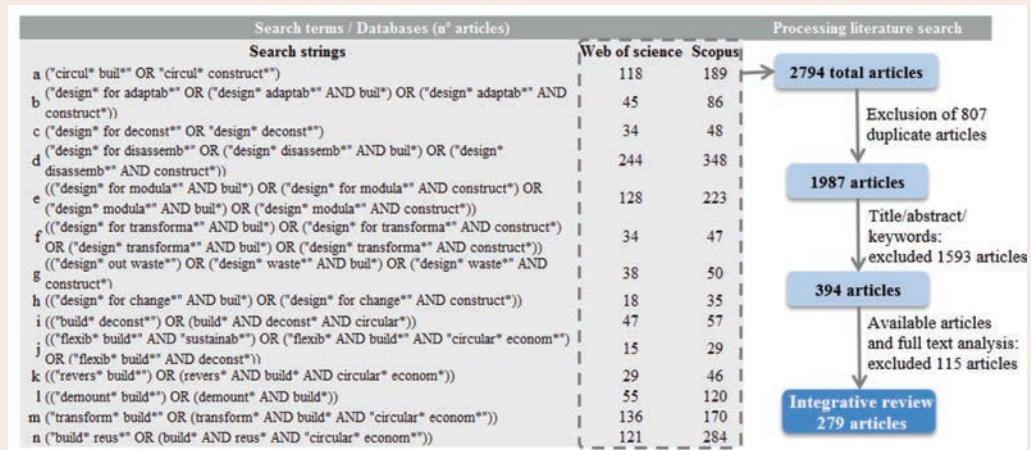


Figure 2. Processing the review in the scientific literature (review date: February 2020).

3. RESULTS AND ANALYSIS

The 279 studies were divided into three main categories according to their similarities: (i) Design and planning process; (ii) Buildings’ end-of-life; (iii) Circular assessments and strategic values. Subcategories with similar events and incidents are grouped in the main categories. Table 1 indicates the categorization of the publications. The categories were described below.

Main category (No; %)	Subcategory (No; %)
Design and planning process (107; 38%)	Architectural values (3; 1.1%)
	Assembly/disassembly phase (5; 1.8%)
	Construction principles (52; 19.0%)
Buildings’ end-of-life (102; 37%)	Materials and connections (46; 16.5%)
	2.1 Building stock potential (8; 2.9%)
	2.2 Construction and building renovation (23; 7.9%)
	2.3 Material/resource recovery assessment (32; 11.5%)
	2.4 Selective deconstruction (23; 8.2%)
Circular assessments and strategic values (70; 25%)	2.5 Waste management (16; 5.7%)
	3.1 Environmental and cost analysis (29; 10.4%)
	3.2 Pilots and case examples (24; 8.6%)
	3.3 Transition to circular buildings (17; 6.1%)

Table 1. Categorization of publications analyzed in the integrative review.

3.1 DESIGN AND PLANNING PROCESS

The category with the largest number of studies (107 articles) focused on the design phase of the building's life cycle and was subdivided into four subcategories. The most eco-efficient sustainable strategies on deconstruction are those conceptualized since the beginning of the project, considering the choice of materials, the construction technique, and the needed Information and Communication Technologies (ICTs). In the subcategory "Architectural values", the minimization of waste in the design phase leads to rethinking the values and skills of professionals involved in building projects. Ajayi et al. (2016) recognized that proficiency in project tasks, design expertise, and knowledge related to construction are important skills to minimize CDW. Geldermans et al. (2019) explored the synergistic potential of the criteria of flexibility, circularity, and user capacity to the circulation of material in the building and the user benefits. The authors argue that the replicability of circular concepts depends on user integration for a sustainable transformation.

"Assembly/disassembly phase" subcategory discussed strategic and planning methods for deconstruction projects, considering requirements such as time, resource program, and project costs (Hübner et al., 2017). Feng et al. (2015) stressed the need to increase productivity and automation in the construction industry and developed a robotic system capable of automatically generating assembly plans. Charef et al. (2019) used Building Information Modeling (BIM) to manage the EOL assets and highlighted economic, political, sociological, and technological barriers regarding the deconstruction phase.

In the subcategory "Construction principles", transformable structures were explored due to the ability to adapt in form or function according to the required changes of users and local circumstances. The DfD is the key to the transformation capacity of buildings, evaluated in three dimensions: spatial, structural, and material dismantling (Durmisevic, 2019). To Akinade et al. (2017) the factors for effective material recovery are related to legislation and policy, design process and competencies, design for material recovery and reuse, and for building flexibility. Kanters (2018) noted a lack of an internationally agreed set of guidelines for deconstruction projects, as well as time and cost constraints. Industrialization creates new requirements for the design, prioritizing the performance of the construction and the needs of the production plan outside the construction site. Geraedts (2011) established a plan for projects with Industrial Flexible Demountable (IFD) methodology. Strategies regarding the reduction of waste should consider the use of by-products, reusing spare parts and components, the design for adaptability and dismantling, and the use of tracking technologies (Minunno et al., 2018). The major challenge is a change in the mindset regarding how buildings are designed, built, and used.

In the "Materials and connections" subcategory, Mrkonjic (2007) reiterated that the environmental costs and impacts in the production of aluminum compensate due to recyclability, durability, and lightness of the material. Youssef et al. (2019) showed a removable solution in masonry with dry joints, which allows reusing and recycling of materials. Fragiacommo and Lukaszewska (2011) explored the economic advantages of prefabricated timber concrete composite slabs. Dahy (2019) used

bio-based materials to produce CO₂ neutral, recyclable, and/or compostable elements. Pongiglione et al. (2017) emphasized that the flexibility and the total recycling capacity of steel speed up the assembly/disassembly processes and expand the capacity for repair and reuse of metallic structures. Studies on the structural performance of concrete structures with reversible connections were evaluated in different systems (Sencu et al., 2019).

3.2 BUILDINGS' END-OF-LIFE

The 'Buildings' end-of-life' category represented 37% of the review and was subdivided into five subcategories. Different business opportunities in the EOL stage of buildings were explored, avoiding obsolescence, and ensuring the continued use of materials. The "Building stock potential" subcategory understands buildings as temporary stock of materials that need to track and communicating stocks and flows of materials for reuse or recycling. The Urban Mining and Recycling unit project is a temporary storage of materials and a laboratory that monitors and evaluates the circular potential of materials through an online platform (Heisel and Rau-Oberhuber, 2020). Cai and Waldmann (2019) proposed a database/bank of materials and components based on BIM to promote the recycling and reusing of materials.

In the "Construction and building renovation" subcategory, Sanchez et al. (2019) observed a decrease in the environmental impacts and the construction building cost of an adaptive reuse project. Eray et al. (2019) proposed a system to optimize the building reuse process by helping to manage documents, communications, and relationships between stakeholders. Vardopoulos (2019) identified that land conservation; cultural heritage protection, community action, and involvement empowerment are critical factors in the development of reuse projects.

In the "Material/resource recovery assessment" subcategory, Nußholz et al. (2019), compared companies that produced building materials with secondary inputs to estimate the carbon savings potential. Brütting et al. (2019) presented a reduction of up to 63% in the environmental impact of reused structural components. Höglmeier et al. (2013) found that 25% of the wood incorporated in buildings is suitable for reuse in new projects and that 21% can be used for other secondary applications. Van den Berg et al. (2020) concluded that an element would be recovered when an economic demand is identified; there are routines to dismantle it and; performance control until integration into a new building.

The subcategory "Selective deconstruction" analyses the compatibility of methods for deconstruction using BIM. Sanchez et al. (2019) described a semi-automated deconstruction programming with quantitative analysis. Akinade et al. (2015) developed the BIM-based Deconstructability Assessment Score. Akanbi et al. (2019) settled an integrated disassembly system possible to create performance analyzes throughout the building's life cycle. Volk et al. (2018) developed a systematic deconstruction process, based on a mobile sensor system.

In the “Waste management” subcategory, Bilal et al. (2016) presented an architecture based on Big Data, supported by BIM, for analysis of CDW in the design stage of a building. Osmani et al. (2008) revealed that CDWM is not a priority in the design process and those restrictions such as customers’ lack of interest; perception to waste minimization; and training, act as a disincentive to the implementation of waste reduction strategies. A collaborative delivery process, with the early involvement of contractors, can improve the mitigation of waste and the proper coordination of the project between the areas involved (Ajayi and Oyedele, 2018).

3.3 CIRCULAR ASSESSMENTS AND STRATEGIC VALUES

The third category represented 25% of the publications and seeking to promote the circular vision, highlighting principles of CE and strategic tools for efficient choices of materials, components, and services that support a closed life cycle. In the “Environmental and cost analysis” subcategory the reduction in greenhouse gas (GHG) emissions and energy spending was analyzed using a building classification system (Aye and Hes, 2012), and in the recovery of wooden structures (Diyamandoglu and Fortuna, 2015). A demountable floor system has more environmental and economic benefits than conventional systems (Brambilla et al., 2019).

In the “Pilots and case examples” subcategory, examples of circular actions incorporated in buildings were explored. Maerckx et al. (2019) presented a public project that encourages projects to reuse materials and better manage human and material resources. Bertino et al. (2019) presented the HOUSEFUL project to demonstrate circular strategies with a focus on the optimal management of resources.

The “Transition to circular buildings” subcategory presented the challenges and opportunities in deconstruction activities. Adams et al. (2017) stressed the lack of information about circular principles, the absence of incentives to design demountable buildings, and the need for an economic plan supported by metrics and tools. Akinade et al. (2019) mentioned the lack of legislation and policies, of information in the design phase, of the market for secondary materials, difficulty in developing business models for deconstruction, and of effective tools. Besides, Rios et al. (2015) reiterated the negative perception of the consumer regarding reusing materials, the time, and the cost of deconstruction. Pomponi and Moncaster (2017) highlighted the importance of interdisciplinary research and both individual and collective initiatives to promote economic models and implement circularity. Clapham et al. (2008) described the development of a Canadian National Standard for building disassembly and adaptability.

4. DISCUSSION

The categorization of the studies identified the concentration of the studies in three main stages of the life cycle of buildings. The ‘Design and planning process’ category concentrated on studies focused on the building design and construction phase. ‘Buildings’ end-of-life’ underlined the buildings’ deconstruction in the EOL

stage. 'Assessments and strategic values' category presented both EOL studies and a more general context aimed at building a more circular vision in the sector.

In the 'Design and planning process' category, the predominance of studies was in steel-concrete structures and precast concrete elements. The use of prefabricated components and materials, modular design, and mechanical joints are the most explored construction principles in the context of DfAD. Although modular and prefabricated buildings show DfAD principles, they are not fully related to the method, as they are planned for easy transport, handling, and assembly, but not necessarily to be demountable and reused at the EOL.

The design is the most important phase in waste reduction. Architects and designers need the necessary knowledge and skills to obtain a systemic view of the design for a deconstructable and adaptable building. It is important to mobilize the professionals involved at the base of the projects to take the lead as drivers of change. The limited designed DfAD buildings reaffirm the sector's delay to the necessary changes towards circularity. Current legislation needs to impose efficient guidelines at the design stage to minimize CDW.

The coordination of the design process through BIM was emphasized in the review. BIM is seen as one of the main tools in the prevention of waste, in the compatibility of projects, in the provision of information, and the collaborative process. Plans and schedules, such as the assembly and disassembly, and the documentation of the construction materials and components for reuse is potentially facilitated by BIM. However, none of the existing BIM products yet offers waste forecasting and minimization functionality. Efforts to better explore construction modeling and barriers such as the lack of BIM knowledge by the professionals, the lack of compatibility with other software, or even the lack of storage capacity and compatibility of the models, need to be explored.

New business opportunities can be created in the design phase to make the reuse of materials more attractive. For example, indicating options for potential reuse; provide suggestions from companies or professionals in charge of the restoration, repair, or recycling of building materials; fund the demolition of structures, among others. These strategies can minimize the vision that deconstruction is not attractive in terms of cost and time, and increase the viability of the secondary materials markets. Public policies should encourage the sector to develop technologies and materials recovery capabilities, promoting networks of partners to access secondary materials.

The 'buildings' end-of-life' category emphasized the focus on reusing construction materials and components, on the adaptive reuse of buildings, and on deconstruction methodologies. However, there is a lack of critical analysis of the possible effects that materials reusing and recycling have on the life cycle of the buildings. The reuse of construction materials must overcome challenges related to insurance, warranty, quality, and performance of materials. In addition, it is important the knowledge the composition of building materials. Designers and manufacturers should review products to make them more reusable or suitable for recycling.

Most studies focused on the reuse of steel components, as they are easier to deconstruct and reuse, than concrete and masonry structures. Besides, the reuse of other types of components is more complex due to the lack of data about material performance. The use of identification and research technologies taking into account aspects of contamination or effects of aging of concrete, which can lead to deterioration and reduced useful life of structural elements, must be considered. Likewise, a classification system is necessary to facilitate the standardization of recovered products according to their performance and the best type of reuse.

Storage space for recovered materials will also have a major impact on the cost and schedule of the project. Building contracts and tenders must be adapted to incorporate the EOL phase, making clear the responsibilities of each stakeholder. Reverse logistics policies can be an instrument for applying shared responsibility for the life cycle of products. It is important to regulate the management and distribution of EOL materials by creating markets and information exchange services for recovered products. Adaptive reuse of buildings is a subject that is gaining interest in the sector. However, economic and technical barriers, as the lack of reliability of the reused materials and the underestimation of the resources incorporated in the building make it difficult to adopt this technique.

The third category corroborates the importance of the life cycle tools to predict and assess the environmental impacts of different EOL scenarios. There are challenges related to the lack of data and information for the construction, maintenance, retrofit, and reusing/recycling phase of the materials. The different methodologies to predict the environmental impact of material could be more standardized. It is necessary to expand the assessment for reused and recycled materials and, to broaden the consensus on the quantification of the environmental impacts and benefits of the reinsertion of secondary materials. The compatibility of LCA tools with BIM still needs to be further explored to allow an independent integration of other software and plug-ins.

Figure 3 presents a conceptual framework with the categorized studies of the review, related to the stage of the building life cycle. This framework is proposed to expand knowledge and the adoption of the DfAD concept in the sector. The approach emphasizes the 12 subcategories of studies, organized into the three major categories of the review, outlined in three buildings lifecycle stages. The starting point of the framework is to consider that DfAD understands that all phases of the building life cycle must be planned in the design phase. For best results, the project must be accompanied by a waste management plan. Therefore, clarifying the CE and deconstruction practices to the stakeholders involved in the design phase is crucial to provide a solid basis for the improvement of building deconstruction strategies and to stimulate the production of secondary materials. The subcategories of the design and construction phase present, in addition to the focus of research on the subject, strategies, and directions to enable the research and development of circular tools suitable to implement the practice of deconstruction in new construction projects.

In the EOL stage, selective renovation or deconstruction gives way to the conventional demolition of buildings. The renovation of buildings is a trend observed in

the practices of adaptive use, aiming at seeking energy efficiency and conserving the historical and social values of buildings. Selective deconstruction accompanied by appropriate collection and segregation techniques maximizes efficiency in the recovery of materials and building components and the establishment of secondary material markets. The subcategories indicate areas of activity and research that will promote circular practices to make buildings a bank of materials.

Finally, the third category presents tools and examples of applying circular strategies to reinforce the creation of a circular vision in the construction value chains. The aim is to reinforce that the implementation of DfAD can be a strategic policy for the reduction of GHG emissions in the sector, by favoring the reuse and recycling of materials. Besides, the study of practices, programs, and public policies implemented in cities or regions provides guidelines and benchmarking on the deconstruction practices that are working and that need to be improved.

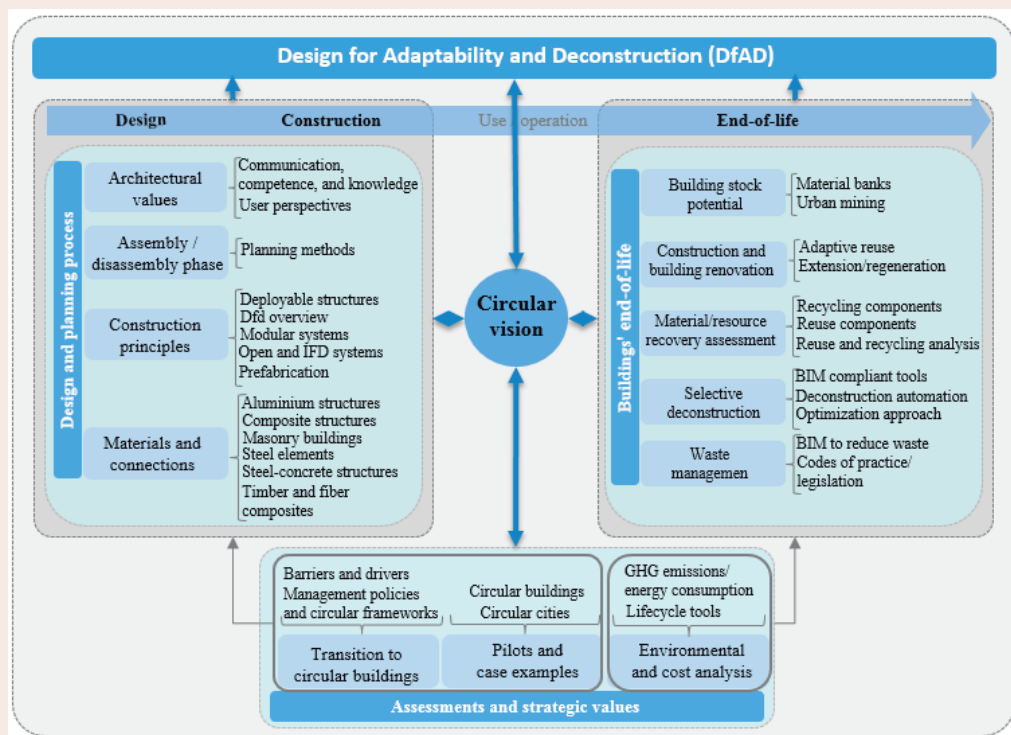


Figure 3. Conceptual framework of categorized studies for the implementation of DfAD in the construction sector throughout the building life cycle.

5. CONCLUSIONS

The study presented the state-of-the-art of DfAD methodology to reach buildings' deconstruction in the construction sector. The main contribution was a theoretical DfAD framework of the categorized studies in the sector. The categorized studies stressed the importance of modular and prefabricated structures, selective deconstruction, and the use of recovery materials. With the growth of secondary materials markets, urban mining activities, analysis of resource and material flows, and the adaptive use of buildings will be further explored. The digitization of the sector

is indispensable to manage and share the large volume of data and information on construction materials and components throughout the life cycle of the building.

The proposed theoretical framework outlines the main aspects involved in CE from the perspective of implementing DfAD. This framework can be used as guidance for academics to expand knowledge about the potential applications of the DfAD concept. Professionals in the implementation of CE in the construction sector can also use it. The sector's delay to changes, the lack of knowledge and clarification about DfAD, and the CE principles, are critical barriers. It needs to elucidate the economic, social, and environmental gains of the DfAD to the stakeholders of the construction value chain. It is noticed that the expected paradigm shift in the sector will only be possible based on top-down mechanisms. Efficient legislation and public policies that promote the reuse and recycling of construction materials and components are required.

This study has limitations that must be considered. First, the literature review was focused on academic research. There would be an additional need to identify the evolution of the latest industry practices. Secondly, the review based on keywords search limits the results. Furthermore, the literature sample includes only articles published in English. As future research, it is proposed to raise business opportunities that DfAD can develop for different stakeholders in the construction value chain. Besides, to propose a system of guidelines for the deconstruction of buildings based on different stages of implementation of the ecodesign methods for deconstruction.

6. REFERENCES

- Adams, K.T.; Osmani, M.; Thorpe, T.; Thornback, J. (2017). Circular economy in construction: current awareness, challenges and enablers. *Proc. Inst. Civ. Eng. Waste Resour. Manag.* 170, 15-24.
- Ajayi, S.O.; Oyedele, L.O.; Kadiri, K.O.; Akinade, O.O.; Bilal, M.; Owolabi, H.A.; Alaka, H.A. (2016). Competency-based measures for designing out construction waste: task and contextual attributes. *Eng. Constr. Archit. Manag.* 23, 464-490.
- Ajayi, S.O.; Oyedele, L.O. (2018). Critical design factors for minimising waste in construction projects: A structural equation modelling approach. *Resour. Conserv. Recycl.* 137, 302-313.
- Akanbi, L.; Oyedele, L.; Omoteso, K.; Bilal, M.; Akinade, O.; Ajayi, A.; Delgado, J.; Owolabi, H.A. (2019). Disassembly and deconstruction analytics system (D-DAS) for construction in a circular economy. *J. Clean. Prod.* 223, 386-396.
- Akinade, O.; Oyedele, L.; Bilal, M.; Ajayi, S.; Owolabi, H.A.; Alaka, H.A.; Bello, S.A. (2015). Waste minimisation through deconstruction: A BIM based Deconstructability Assessment Score (BIM-DAS). *Resour. Conserv. Recycl.* 105, 167-176.
- Akinade, O.; Oyedele, L.; Ajayi, S.; Bilal, M.; Alaka, H.; Owolabi, H.; Bello, S.; Jaiyeoba, B.E.; Kadiri, K.O. (2017). Design for Deconstruction (DfD): Critical success factors for diverting end-of-life waste from landfills. *Waste Manag.* 60, 3-13.

- Akinade, O.; Oyedele, L.; Oyedele, A.; Davila D. J.M.; Bilal, M.; Akanbi, L.; Ajayi, A.; Owolabi, H. (2019). Design for deconstruction using a circular economy approach: barriers and strategies for improvement. *Prod. Plan. Control* 1-12.
- Aye, L.; Hes, D. (2012). Green building rating system scores for building reuse. *J. Green Build.* 7, 105-112.
- Bertino, G.; Menconi, F.; Zraunig, A.; Terzidis, E.; Kisser, J. (2019). Innovative circular solutions and services for new buildings and refurbishments, in: *Eco-Architecture VII: Harmonisation between Architecture and Nature*. WIT Press, pp. 83-91.
- Bilal, M.; Oyedele, L.O.; Akinade, O.O.; Ajayi, S.O.; Alaka, H.A.; Owolabi, H.A.; Qadir, J.; Pasha, M.; Bello, S.A. (2016). Big data architecture for construction waste analytics (CWA): A conceptual framework. *J. Build. Eng.* 6, 144-156.
- Brambilla, G.; Lavagna, M.; Vasdravellis, G.; Castiglioni, C.A. (2019). Environmental benefits arising from demountable steel-concrete composite floor systems in buildings. *Resour. Conserv. Recycl.* 141, 133-142.
- Brütting, J.; Desruelle, J.; Senatore, G.; Fivet, C. (2019). Design of Truss Structures Through Reuse. *Structures* 18, 128-137.
- Cai, G.; Waldmann, D. (2019). A material and component bank to facilitate material recycling and component reuse for a sustainable construction: concept and preliminary study. *Clean Technol. Environ. Policy* 21, 2015-2032.
- Charef, R.; Alaka, H.; Ganjian, E. (2019). A BIM-based theoretical framework for the integration of the asset End-of-Life phase. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, Brussels, p. 012067.
- Clapham, M.; Foo, S.; Quadir, J. (2008). Development of a Canadian National Standard on Design for Disassembly and Adaptability for Buildings. *J. ASTM Int.* 5, 1-5.
- Crowther, P. (2016). Morphological analysis of the city for achieving design for disassembly. In: *11 International Conference on Urban Regeneration and Sustainability (SC 2016)*. WIT Press, Rome, Italy, pp. 15-26.
- Dahy, H. (2019). 'Materials as a Design Tool' Design Philosophy Applied in Three Innovative Research Pavilions Out of Sustainable Building Materials with Controlled End-Of-Life Scenarios. *Buildings* 9, 64.
- Diyamandoglu, V.; Fortuna, L.M. (2015). Deconstruction of wood-framed houses: Material recovery and environmental impact. *Resour. Conserv. Recycl.* 100, 21-30.
- Dorsthorst, B.J.H.; Kowalczyk, T. (2002). Design for recycling, in: Chini, A.R., Schultmann, F. (Eds.), *Proceedings of the CIB Task Group 39 - Design for Deconstruction and Materials Reuse*. Karlsruhe, Germany, pp. 70-80.
- Durmisevic, E. (2019). *Circular Economy in Construction Design Strategies for Reversible Buildings*, 1st, The Netherlands.
- Elo, S.; Kyngas, H. (2008). The qualitative content analysis process. *J. Adv. Nurs.* 62, 107-115.
- Ellen MacArthur Foundation (EMF) (2015). *Growth within: a Circular Economy Vision for a Competitive Europe*. Ellen MacArthur Foundation. Available at: shorturl.at/yFPW5.

- Eray, E.; Sanchez, B.; Haas, C. (2019). Usage of Interface Management System in Adaptive Reuse of Buildings. *Buildings* 9, 105.
- Fragiacomo, M.; Lukaszewska, E. (2011). Development of prefabricated timber – concrete composite floor systems. *Proc. Inst. Civ. Eng. - Struct. Build.* 164, 117–129.
- Feng, C.; Xiao, Y.; Willette, A.; Mcgee, W.; Kamat, V.R. (2015). Vision guided autonomous robotic assembly and as-built scanning on unstructured construction sites. *Autom. Constr.* 59, 128–138.
- Geldermans, B.; Tenpierik, M.; Luscuere, P. (2019). Circular and flexible indoor partitioning—a design conceptualization of innovative materials and value chains. *Buildings* 9, 194.
- Geraedts, R. (2011). Success and failure flexible building. *Open House Int.* 36, 54–62.
- Heisel, F.; Rau-Oberhuber, S. (2020). Calculation and evaluation of circularity indicators for the built environment using the case studies of UMAR and Madaster. *J. Clean. Prod.* 243, 118482.
- Höglmeier, K.; Weber-blaschke, G.; Richter, K. (2013). Potentials for cascading of recovered wood from building deconstruction—A case study for south-east Germany. *Resour. Conserv. Recycl.* 78, 81–91.
- Hübner, F.; Volk, R.; Kühlen, A.; Schultmann, F. (2017). Review of project planning methods for deconstruction projects of buildings. *Built Environ. Proj. Asset Manag.* 7, 212–226.
- Kanters, J. (2018). Design for Deconstruction in the Design Process: State of the Art. *Buildings* 8, 150.
- Kibert, C.J. (2003). Deconstruction: the start of a sustainable materials strategy for the built environment. *Ind. Environ.* 84–88.
- Maerckx, A.-L.; D’Ottrepe, Y.; Scherrier, N. (2019). Building circular in Brussels: An overview through 14 inspiring projects, in: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, p. 012059.
- Minunno, R.; O’Grady, T.; Morrison, G.M.; Gruner, R.L.; Colling, M. (2018). Strategies for Applying the Circular Economy to Prefabricated Buildings. *Buildings* 8, 1–14.
- Munaro, M.R.; Tavares, S.F.; Bragança, L. (2020). Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment. *Journal Clean. Prod.* 260.
- Mrkonjic, K. (2007). Environmental aspects of use of aluminium for prefabricated lightweight houses: Dymaxion house case study. *J. Green Build.* 2, 130–136.
- Nordby, A.S.; Berge, B.; Hestnes, A.G. (2007). Salvageability of building materials. In: *Conference on Sustainable Construction, Materials and Practices: Challenge of the Industry for the New Millennium, Portugal SB 2007*. IOS Press, pp. 593–599.
- Nußholz, J.L.K.; Rasmussen, F.N.; Milios, L. (2019). Circular building materials: Carbon saving potential and the role of business model innovation and public policy. *Resour. Conserv. Recycl.* 141, 308–316.

- Osmani, M.; Glass, J.; Price, A.D.F. (2008). Architects' perspectives on construction waste reduction by design. *Waste Manag.* 28, 1147-1158. doi.org/10.1016/j.wasman.2007.05.011.
- Pomponi, F.; Moncaster, A. (2017). Circular economy for the built environment: A research framework. *J. Clean. Prod.* 143, 710-718. doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055.
- Pongiglione, M.; Calderini, C.; Guy, G.B. (2017). A new demountable seismic-resistant joint to improve industrial building reparability. *Int. J. Disaster Resil. Built Environ.* 8, 251-262.
- Rios, F.C.; Chong, W.K.; Grau, D. (2015). Design for Disassembly and Deconstruction - Challenges and Opportunities. *Procedia Eng.* 118, 1296-1304.
- Sanchez, B.; Esnaashary E. M.; Haas, C. (2019). A methodology to analyze the net environmental impacts and building's cost performance of an adaptive reuse project: a case study of the Waterloo County Courthouse renovations. *Environ. Syst. Decis.* 39, 419-438.
- Sassi, P. (2008). Defining closed-loop material cycle construction. *Build. Res. Inf.* 36, 509-519.
- Sencu, R.M.; Wang, Y.C.; Yang, J.; Lam, D. (2019). Performance evaluation of demountable shear connectors with collar step at ambient and elevated temperatures. *Eng. Struct.* 194, 94-105.
- Thormark, C. (2001). *Recycling Potential and Design for Disassembly in Buildings*. Lund University, Lund Institute of Technology, Lund, Sweden.
- Torraco, R.J. (2005). Writing Integrative Literature Reviews: Guidelines and Examples. *Hum. Resour. Dev. Rev.* 4, 356-367.
- Tranfield, D.; Denyer, D.; Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *Br. J. Manag.* 14, 207-222.
- van Den Berg, M.; Voordijk, H.; Adriaanse, A. (2020). Recovering building elements for reuse (or not) - Ethnographic insights into selective demolition practices. *J. Clean. Prod.*
- Vardopoulos, I. (2019). Critical sustainable development factors in the adaptive reuse of urban industrial buildings. A fuzzy DEMATEL approach. *Sustain. Cities Soc.* 50, 101684.
- Volk, R.; Luu, T.H.; Mueller-roemer, J.S.; Sevilmis, N.; Schultmann, F. (2018). Deconstruction project planning of existing buildings based on automated acquisition and reconstruction of building information. *Autom. Constr.* 91, 226-245.
- Youssef, H.; Erler, M.; Jäger, W. (2019). Dry laying of masonry to build demountable, highly energy-efficient prototype houses. *Mauerwerk* 23, 265-275.
- Whittemore, R.; Knafl, K. (2005). The integrative review: updated methodology. *J. Adv. Nurs.* 52, 546-553.
- World Economic Forum (WEF) (2014). *Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains*, World Economic Forum. Geneva.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to acknowledge the Federal University of Paraná (UFPR), Post-graduate Program in Civil Engineering (PPGEC), and Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) for financial support.

SESSÃO 4
EDIFICAÇÕES
SUSTENTÁVEIS:
QUALIDADE,
CICLO DE VIDA
E PROJETO

ARTIGO

UTILIZAÇÃO DO BIM PARA PROJETOS MAIS SUSTENTÁVEIS

VILLASCHI, Fernanda Schmitd

(fsvprojetos@gmail.com)

FSV Projetos, Brasil

CARVALHO, José Pedro

(jpcarvalho@civil.uminho.pt)

Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Portugal

*Instituto para a Sustentabilidade e Inovação em Engenharia de Estruturas
(ISISE), Universidade do Minho, Portugal*

BRAGANÇA, Luís

(braganca@civil.uminho.pt)

Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Portugal

*Instituto para a Sustentabilidade e Inovação em Engenharia de Estruturas
(ISISE), Universidade do Minho, Portugal*



PALAVRAS-CHAVE:

Building information modeling (BIM), avaliação do ciclo de vida (ACV), sustentabilidade

RESUMO

A procura por respostas para os desafios ambientais tem vindo a promover novas soluções para avaliar os impactos ambientais da construção civil. É possível otimizar o processo de elaboração de projetos, execução, gestão e operação da edificação através do Building Information Modeling (BIM), pois os dados e informações multidisciplinares de um edifício e dos seus elementos são armazenadas num modelo virtual 3D, envolvendo toda as disciplinas da construção. Desta forma, é possível os intervenientes estarem em constante comunicação, reduzindo incompatibilidades, erros e omissões e, permitindo a elaboração de orçamentos e planeamentos precisos, visando a sustentabilidade na construção civil. Além disso, o BIM possui grande potencial de utilização em diversos tipos de análises de sustentabilidade, nomeadamente a avaliação do ciclo de vida (ACV), através da automatização do processo de recolha e análise de dados. Assim, este trabalho visa aplicar a metodologia BIM com análises de sustentabilidade de uma construção residencial brasileira com o foco na fase de operação, analisando tipologias de paredes para a melhoria da sustentabilidade das edificações. Através do desenvolvimento e análise do desempenho energético de um modelo BIM no Autodesk® Formit®, Revit® e Insight®, respetivamente, são recolhidas as informações necessárias à ACV na fase operacional do edifício no Tally®. Além de avaliar e promover a aplicabilidade do BIM para ACV e as análises de sustentabilidade como: radiação e sombreamento, os resultados e métodos desta investigação permitem fornecer informações valiosas para a tomada de decisão dos projetistas em fases iniciais de projeto para o desenvolvimento de construções mais sustentáveis e de menor consumo energético.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o setor da construção é um dos principais responsáveis por grandes impactos ambientais (Raizen e Santos, 2019). Com isso, as autoridades, comunidade científica e sociedade em geral têm exigido edifícios mais sustentáveis (Carvalho et al., 2020). A construção sustentável é a solução para o setor da construção civil alcançar os objetivos definidos para o desenvolvimento sustentável Brundtland (1987). Portanto, a implementação da sustentabilidade na construção é um dos contributos fundamentais para a satisfação das necessidades da população atual sem comprometer o futuro.

Os impactos ambientais que envolvem a edificação estão, principalmente, associados a decisões preliminares tomadas na fase inicial de concepção de projeto, tais como a definição de materiais, sendo assim extremamente importante o estudo inicial do projeto (Basbagill et al., 2013). Pesquisadores afirmam a importância das etapas iniciais de projeto para a redução dos impactos ambientais e construções mais sustentáveis (Azhar, 2010). Segundo Eleftheriadis et al. (2017), além de reconhecerem que a fase inicial de projeto é momento em que se podem obter os maiores benefícios, também mostram que é onde o custo das decisões é menor, podendo ser mais eficaz nas escolhas e diretrizes do projeto. Assim sendo, com o objetivo de obter este equilíbrio e aumentar a sustentabilidade na construção, é necessário tomar decisões acertadas nesta fase inicial do ciclo de vida das construções. Deste modo, é essencial atentar e estudar os condicionantes climáticos da região para fazer as escolhas corretas dos materiais para a construção, materiais de elevada durabilidade, eco eficientes e recicláveis; atentar ao aspeto económico, minimização dos custos de ciclo de vida; gestão eficiente de recursos; garantir condições de higiene e segurança no trabalho. Portanto, é fundamental trabalhar com análises de sustentabilidade, como por exemplo, análise de sombreamento, radiação e avaliação do ciclo de vida (ACV), nas etapas iniciais para tomar melhores decisões com o objetivo de uma construção mais sustentável e assim reduzir os impactos causados por ela. Dessa forma, o recurso às tecnologias informáticas de modelagem da informação da construção Building Information Modeling (BIM) ajudam a otimizar o processo de desenvolvimento e análise dos projetos, pois as ferramentas BIM pode conter diferentes dados multidisciplinares em um único arquivo, tornando se um método útil para a comparação e introdução de medidas sustentáveis em vários estágios do projeto, especialmente nas fases iniciais de concepção da edificação (Azhar, 2011). Diante da oportunidade de avaliar a edificação, o objetivo deste estudo é estabelecer uma metodologia de projeto na fase inicial de concepção, baseada em BIM, para desenvolver edifícios mais sustentáveis para uma edificação residencial unifamiliar brasileira.

Os resultados da pesquisa serão estabelecer um fluxo de trabalho para a avaliação e análise de sustentabilidade onde inclui o ACV do modelo BIM na fase inicial de concepção de projeto avaliando o ciclo de vida da operação da edificação a fim de promover uma edificação mais sustentável, além de otimizar o processo de projeto para a tomada de decisões de forma mais assertiva.

2. ESTADO DA ARTE

Existem inúmeros métodos e ferramentas para avaliar as edificações em relação ao desempenho ambiental. Entre eles, os amplamente utilizados destaca-se a avaliação do ciclo de vida (ACV) do edifício (Santos et al., 2019). A combinação destas análises fornece dados para os projetistas tomarem decisões, através da comparação de diversas soluções, resultando assim em construções de alto desempenho (Carvalho et al., 2020).

A avaliação da sustentabilidade é realizada através de um sistema de certificação que avalia o edifício com uma pontuação sustentável e muitas delas englobam a ACV neste método. Segundo Mahmoud et al. (2019), nos últimos anos a ACV tem sido utilizada para avaliar os impactos ambientais gerais da construção. A ACV normalmente se concentra nos impactos ambientais dos materiais e dos elementos de construção ao longo da vida da construção.

2.1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Building Information Modelling (BIM) é composto por um conjunto de políticas, processos e tecnologias, que resultam em uma metodologia de trabalho capaz de gerenciar o modelo 3D de um edifício ou estrutura com informações e dados do projeto durante o ciclo de vida desse edifício ou estrutura (Sucar, 2009).

O BIM tornou-se uma ferramenta importante no setor da Arquitetura, Engenharia e Construção Civil (AEC) fornecendo a oportunidade de colaborar com todos os “*stakeholders*” da construção desde os estágios iniciais do projeto (Santos et al., 2019). Ao usar o computador para auxiliar no processo de construção de projetos, a criação não foi enfraquecida; pelo contrário, com a ajuda da tecnologia digital, o projetista não é sobrecarregado por uma grande quantidade de trabalho repetitivo, podendo-se focar no design criativo e inovador, tendo a possibilidade de automatizar as análises de desempenho. Além disso, segundo Sous-Verdaguer et al. (2017), o BIM permite, a redução de erros de compatibilizações, a extração de quantidades e dados de diferentes disciplinas de forma que a avaliação de ciclo de vida possa ser realizada e interpretada. Dessa forma, revolucionando a visualização, a simulação de pré-construção, a análise do ciclo de vida e permitindo uma construção mais rápida, promovendo práticas integradas mais sustentáveis com um rico repertório de informações de construção disponíveis para a equipe de projeto (Hollberg et al., 2020).

No entanto, segundo Mahmoud et al. (2019), tanto o método BIM quanto as ferramentas existentes não alcançaram todo o seu potencial para construção sustentável e ainda possuem alguns problemas como a interoperabilidade entre os diferentes programas informáticos que precisa ser melhorada.

2.2 NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO DO MODELO BIM

No contexto da metodologia BIM, se faz necessário a modelagem virtual da construção com as informações da edificação. O desenvolvimento de um modelo BIM é diretamente impactado pelo nível de detalhamento empregado na modelagem geométrica dos elementos e informações inseridas no modelo BIM. De modo que há uma diferença grande em construir, por exemplo uma janela somente com a sua geometria básica e uma janela em que são inseridos até os perfis de fixação dos vidros. Portanto, precisa-se definir o nível de detalhamento do modelo BIM para que este seja descrito conforme as exigências do contratante e seu objetivo (Ricotta, 2016).

Segundo o Instituto Americano de Arquitetos (AIA), o nível de detalhamento da construção dos elementos BIM pode ser classificado em cinco categorias LOD - *Level of Development* (Nível de Desenvolvimento) - que caracterizam os requisitos mínimos para cada elemento modelado: 100 Conceitos; 200 Aproximação; 300 Precisão; 400 Fabricação; 500 *As Built*.

Rezaei et al. (2019) afirmam que a ACV deve ser aplicada na fase de projeto conceitual usando um LOD 100, para tomar as melhores decisões, diminuir seus impactos ambientais e reduzindo retrabalho. Sous-Verdaguer et al. (2017) confirmam que a ACV deve ser feita em cada etapa de projeto continuamente e que para se ter maior confiabilidade na análise dos impactos o LOD 300 é o mais apropriado durante a fase inicial de projeto.

2.3 BIM E SUSTENTABILIDADE

É crucial melhorar a sustentabilidade no setor de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) para reduzir os impactos ambientais, sociais e económicos. Segundo Nunes et al. (2019) a maior parte da energia elétrica consumida no Brasil é para suprir a demanda em edificações. Afirmam ainda que o conhecimento e aplicação de materiais de construção adequados nas edificações podem possibilitar melhor desempenho térmico garantindo conforto no interior das construções, reduzindo o consumo de energia. Além disso, a Norma Brasileira de Desempenho NBR15575, elaborada pelo Comitê Brasileiro da Construção Civil, foca as exigências dos usuários para o edifício habitacional e seus sistemas, quanto ao seu comportamento em uso. Dessa forma, se faz necessário uma análise da edificação a fim de reduzir os impactos causados ao meio ambiente.

A sustentabilidade é considerada a sexta dimensão da BIM e permite prever o consumo de energia do projeto de construção nas etapas iniciais. Este novo processo de modelar e gerir empreendimentos apresenta melhorias expressivas, no planejamento e na integração das diferentes disciplinas dos projetos, o que permite reduzir incompatibilidades, fazer orçamentos precisos e o aperfeiçoamento dos prazos de execução visando a sustentabilidade na construção civil (Cabeza, 2014).

Além disso, segundo Machado et al. (2017), o BIM pode aprimorar os instrumentos de Avaliação Pós-Ocupação (APO) do ambiente construído, fazendo simulações e

análise lumínica da edificação. Machado et al. (2017), confirmam que o modelo BIM favorece os instrumentos de APO por auxiliar tanto no checklist e na visualização 3D da edificação como nas simulações computacionais; soluções contemplando a iluminação natural que almejam conforto visual e redução do consumo de energia e o uso de elementos de proteção solar móveis em fachadas de incidência de radiação solar direta; e evidencia que a iluminação natural deve ser solucionada em adequação com os requisitos funcionais da edificação considerando seu diálogo com sistemas de iluminação artificial.

A capacidade de armazenamento multidisciplinar de dados do BIM e as suas capacidades de interoperabilidade também permitem a recolha e transferência de dados para outras análises de sustentabilidade. Exemplos dessas análises são análises de sombreamento, radiação e escolha coerente dos materiais, dentre outras. Segundo Eleftheriadis et al. (2017), a integração do BIM e ACV se torna um método indispensável para projetos de construção civil para trazer padrões de sustentabilidade para edifícios e ambiente construído. Apesar de todas as aplicações, ainda existem algumas limitações na relação entre BIM e ACV, como questões de interoperabilidade, propensão para erro humano, custos de licença e o fato de que o modelo BIM não pode armazenar dados ACV (Soust-Verdaguer et al. 2017).

A implementação da avaliação de impacto ao longo do ciclo de vida na área da arquitetura e construção civil pode levar à redução dos impactos ambientais. A avaliação do ciclo de vida da edificação quantifica e examina o fluxo de energia, consumo de material, resíduos e emissões liberadas, avaliando alternativas de melhoria ambiental ao longo do ciclo de vida (Cabeza, 2014).

No entanto, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2014), não existe uma forma única de aplicação da ACV, pois cada organização adapta a análise aos critérios estabelecidos no escopo e de acordo com suas estratégias e objetivos.

3. METODOLOGIA

O objetivo deste estudo é estabelecer uma metodologia de projeto na fase inicial de concepção, baseada em BIM, para desenvolver edifícios residenciais unifamiliares mais sustentáveis. Assim, a metodologia adotada para este estudo consiste, em primeiro lugar, na seleção dos programas informáticos adequados à modelação BIM e às subsequentes análises de sustentabilidade e de ciclo de vida, conforme ilustrado na Figura 1. A escolha dos programas é justificada pelo fácil acesso das soluções da Autodesk®, tanto à academia quanto ao mercado de trabalho. Eleftheriadis et al. (2017) revela que 73% dos estudos realizados nos meios acadêmico e empresarial utilizam o Autodesk® Revit®. Dessa forma, serão escolhidos o Revit® e o Formit® por serem os mais utilizados para concepção do modelo BIM. Além de terem boa interoperabilidade entre arquivos, há a possibilidade de realizar as análises de radiação e sombreamento no Formit®. O Insight® será usado, pois possui conexão direta com o Revit® e o Formit® e, além disso, consegue simular escolhas

de soluções construtivas de forma simples e dinâmica, obtendo as informações de energia operacional de acordo com as definições do projeto.

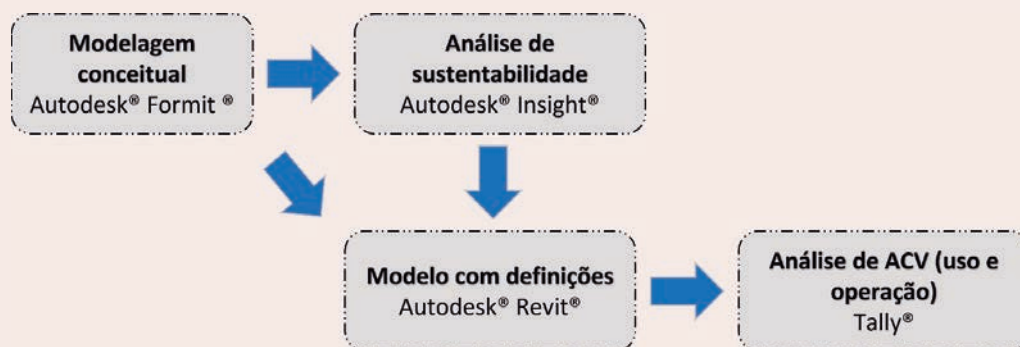


Figura 1. Metodologia utilizada no estudo de caso.

A modelagem conceitual será elaborada no Autodesk® Formit®. Antes da modelagem, serão inseridas as informações de localização da edificação, tamanho do terreno, posicionamento e sua orientação geográfica. Após esta etapa, será modelada a volumetria da edificação e definidos os níveis com as alturas. Neste modelo, já será possível a extração de informações importantes da construção, como por exemplo: a área dos pavimentos, área de paredes e de cobertura.

Após o estudo de concepção da volumetria da residência será exportado o arquivo para o Autodesk® Insight®. Nesta etapa, serão definidas as escolhas projetuais para a edificação a fim de se ter uma edificação com melhor desempenho energético e testar soluções diferentes para a envolvente exterior. Desta forma, será obtido o valor da energia operacional da edificação com a escolha e teste das diferentes soluções construtivas para a envolvente. Na sequência, o modelo do Formit® será importado para o Revit® e será criado um modelo com as definições das soluções construtivas simuladas e testadas no Insight®.

Em seguida, o Tally® será usado através de uma “Application Programming Interface” (API) do Revit®, para carregar as informações do modelo, conforme se apresenta na Figura 2. Primeiro, será escolhida a categoria do elemento, no caso a parede, e após a verificação dos materiais, serão escolhidas as características de tipo, expectativa de vida e extração do quantitativo, respectivamente. Para finalizar e obter os resultados, as informações serão inseridas no Tally® para apresentação do relatório, área útil, localização, expectativa de vida do edifício e inclusão de preços operacionais de energia e gás.

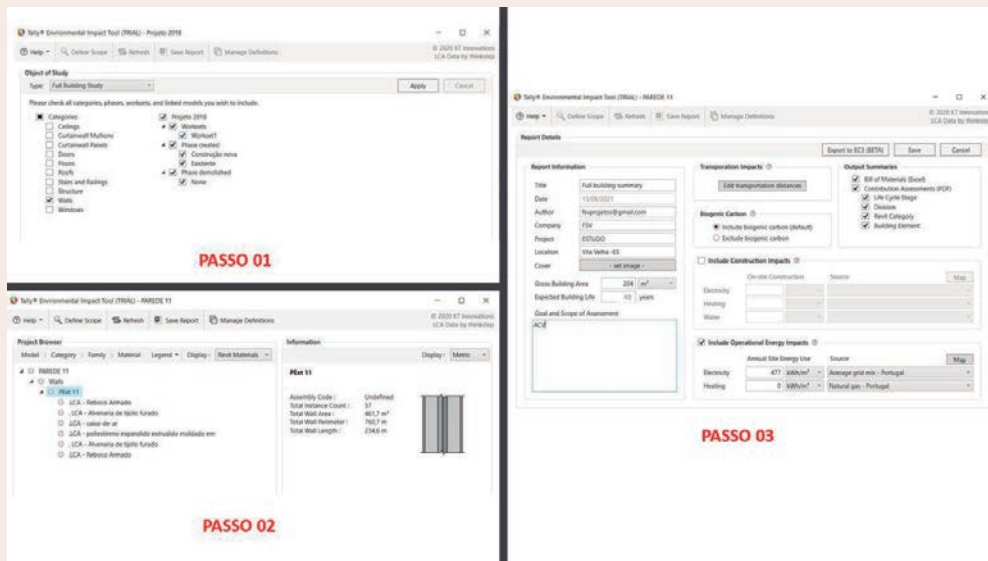


Figura 2. Uso do Tally®.

A NBR 15575 define a Vida Útil de Projeto (VUP) como o período estimado para o qual um sistema é projetado, a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos para cada elemento. Esta norma estabelece que a vida útil da vedação vertical externa deve ser igual ou superior a 40 anos, portanto, este estudo utilizará 40 anos como a expectativa de vida útil.

4. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso é de um projeto conceitual de um edifício residencial unifamiliar localizado em Vila Velha - Espírito Santo, Brasil, composta por dois pavimentos e totalizando em 204 metros quadrados de área construída, conforme Figura 3. Primeiramente o modelo BIM estava definido com um LOD 100, que se caracteriza por ser uma volumetria simples que ainda não contém parâmetros relacionados a materiais. Apesar disso, já podem ser extraídas informações como área do 3D e fazer avaliações com a geometria, como por exemplo analisar a radiação incidente e o sombreamento. Após as análises feitas no Formit® e Insight® definiram-se as tipologias de paredes com os materiais e suas características. Assim o modelo BIM evoluiu para o LOD 300, onde se tem uma precisão maior em relação a geometria espacial dos elementos e informações que vão além das áreas, como os materiais aplicados, os fabricantes, o custo e outros parâmetros para análises mais precisas.

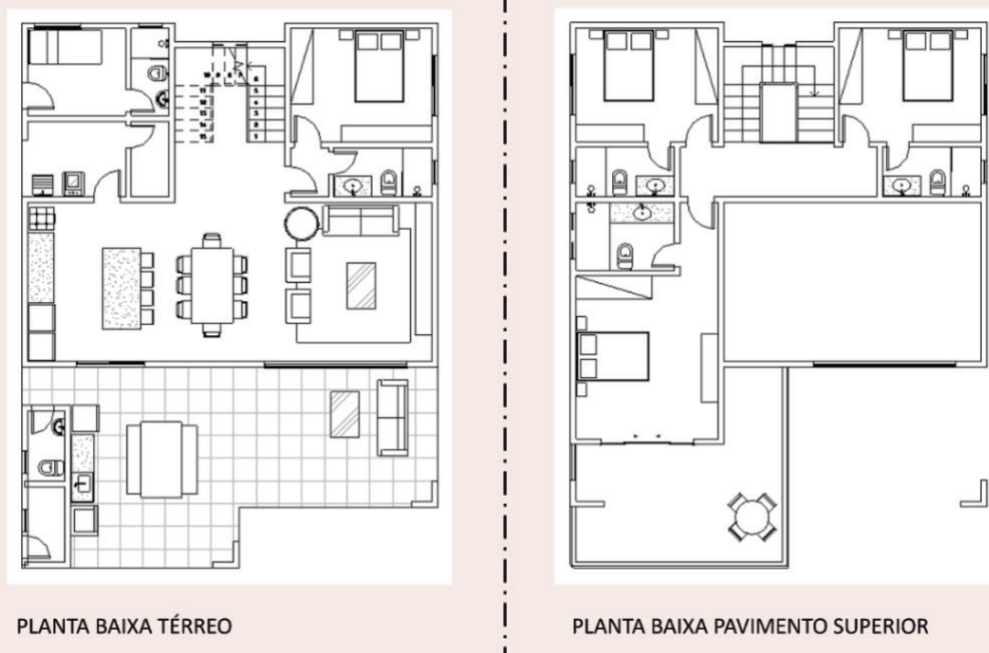


Figura 3. Planta baixa do térreo e pavimento superior da residência unifamiliar.

5. RESULTADOS

O estudo de caso analisado possibilitou extrair resultados que ajudam o projetista a tomar decisões durante a elaboração do projeto. Porém, para obter uma efetiva avaliação da construção, foi preciso fornecer algumas informações, a primeira informação configurada no Fomit® foi a localização geográfica da edificação. Em seguida, foi elaborada a concepção arquitetônica com o volume da construção no LOD 100. Ainda no desenvolvimento da volumetria no Fomit®, é possível estudar e analisar a incidência da radiação solar e obter o sombreamento que é produzido pela edificação, conforme se mostra, a título de exemplo, nas Figuras 4 e 5, onde se pode visualizar o sombreamento produzido de manhã num dia de verão e num dia de inverno, respetivamente.

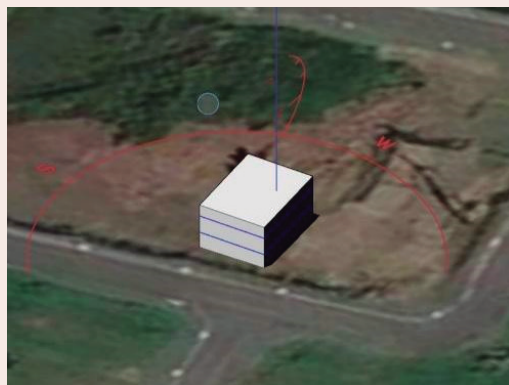


Figura 4. Estudo solar de verão, manhã, Fomit®, 2021.



Figura 5. Estudo solar de inverno, manhã, Fomit®, 2021.

Pode-se observar a importância da análise para a concepção e tomadas de decisão do projeto, pois a mesma volumetria, em épocas do ano diferente e na mesma localidade, possui sombreamento diferente. Além disso, a análise permite ao projetista reforçar e defender a escolha da orientação geográfica do edifício perante o cliente.



Figura 6. Estudo radiação na fachada no verão, Formit®, 2021.

Figura 7. Estudo radiação na fachada no inverno, Formit®, 2021.

No estudo da volumetria no Formit®, foi analisada a radiação das superfícies das fachadas e cobertura em diferentes momentos. Observa-se nas Figuras 6 e 7 diferentes índices de radiação nas fachadas de acordo com a época do ano. Isto é importante para a escolha do material da envoltória da edificação, nem todas as fachadas devem ter o mesmo tipo de material já que nem todas recebem a mesma radiação. Estas análises também permitem que o arquiteto aproveitar a luz solar para definir aberturas para o aproveitamento da iluminação natural, definições de brises e estudos luminotécnicos mais assertivos. Com o estudo da radiação pode-se ainda verificar a viabilidade técnica de instalação de painéis fotovoltaicos para a redução de consumo energético da edificação.

Existem outros estudos e avaliações que podem ser trabalhadas com o modelo BIM, como por exemplo análise de ventos e acústica.

Após trazer o modelo BIM do Formit® para o Insight®, formataram-se as configurações brasileiras para as taxas de custo de energia do Estado do Espírito Santo e o valor em metros cúbicos do gás. Com estes dados juntamente com a volumetria, pode-se simular e fazer comparação sobre diversos indicadores e assim tomar as decisões projetuais na fase preliminar. Com o objetivo de avaliar a solução construtiva da envoltória, foi testado o uso de duas paredes diferentes com suas estruturas definidas conforme a Figura 8, evoluindo o modelo BIM para o LOD 300. Dessa forma, conseguiu-se extrair a informação da energia operacional da edificação analisando a volumetria e definições da envoltória.


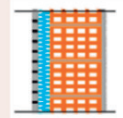
Solução 01		<p>Parede dupla com um pano exterior em alvenaria de tijolo furado de 11 cm e um pano interior em alvenaria de tijolo furado de 11 cm. Os panos encontram-se separados por uma caixa-de-ar com 4 cm de espessura, parcialmente preenchida com isolante térmico em placas – poliestireno expandido extrudido – com 4 cm de espessura e fixado ao pano interior. Os paramentos, interior e exterior, encontram-se revestidos com reboco tradicional com espessura de 2cm.</p>
Solução 02		<p>Parede simples com elemento de suporte em alvenaria de tijolo furado com 22cm de espessura. O isolante térmico é em placas de poliestireno expandido moldado com 6 cm de espessura. O revestimento exterior é em reboco armado com 2 cm de espessura.</p>

Figura 8. Composição das soluções de paredes utilizadas no estudo de caso.

A energia operacional necessária para manter as condições conforto do edifício ao longo do ano pode ser extraída do Insight[®]. Assim, para uma envoltória vertical constituída pela solução 01 obtém-se uma energia operacional de 477 kWh/m².ano e para a solução 02 uma energia operacional de 483 kWh/m².ano. Observa-se que a escolha de materiais influencia diretamente na energia de uso da edificação durante o ano. Apesar da solução 02 ser mais espessa, 34 cm de espessura, do que a solução 01, a solução 01 conseguiu ser mais eficiente em termos da energia operacional anual, por ter dupla camada de alvenaria, camada de ar, além do isolante térmico de poliestireno.

Os valores dos impactos ambientais podem ser obtidos pelo Tally[®], após a inserção das informações da energia operacional associada a cada uma das soluções estudadas anteriormente.

Os resultados, apresentados na Figura 9, mostram a contribuição de cada uma das soluções de paredes para cada categoria de impacto ambiental. Tal como esperado, o Tally[®] revelou que a solução de parede 01 possui menor impacto ambiental na fase de utilização e operação da edificação, uma vez que esta solução construtiva é a que conduz ao menor consumo energético do edifício.

Os resultados obtidos do Tally[®] são tão mais precisos quanto mais precisa e detalhada for a informação de input associada aos materiais que foram utilizados no modelo BIM. Assim se ilustra a importância do input correto e estruturado por tipos, famílias e objetos para uma adequada avaliação dos diversos parâmetros.


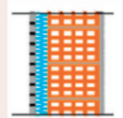
Solução 01		<p>Parede dupla com um pano exterior em alvenaria de tijolo furado de 11 cm e um pano interior em alvenaria de tijolo furado de 11 cm. Os panos encontram-se separados por uma caixa-de-ar com 4 cm de espessura, parcialmente preenchida com isolante térmico em placas – poliestireno expandido extrudido – com 4 cm de espessura e fixado ao pano interior. Os paramentos, interior e exterior, encontram-se revestidos com reboco tradicional com espessura de 2cm.</p>
Solução 02		<p>Parede simples com elemento de suporte em alvenaria de tijolo furado com 22cm de espessura. O isolante térmico é em placas de poliestireno expandido moldado com 6 cm de espessura. O revestimento exterior é em reboco armado com 2 cm de espessura.</p>

Figura 9. Valores dos impactos ambientais obtidos pelo Tally[®], 2021.

6. CONCLUSÕES

Neste estudo foi avaliado o fluxo de trabalho utilizando os softwares Autodesk® Formit®, Revit®, Insight®, e Tally®, para explorar as suas potencialidades para auxiliar arquitetos e engenheiros durante o processo de elaboração de projeto de edificações. Para isto, foi avaliado um estudo de caso de uma edificação residencial unifamiliar. Comprovou-se que a utilização do BIM proporcionou recursos para a coleta de dados, análises de sustentabilidade e tomadas de decisões a respeito de escolhas do projeto. Essas vantagens do BIM foram demonstradas na fase inicial de projeto, mas também podem ser aplicadas nas outras etapas de projeto com a evolução da construção do modelo BIM. Observou-se que Autodesk® Formit® possui potencial para analisar a área de sombreamento e a radiação solar incidente nas fachadas e na cobertura, possibilitando assim uma escolha melhor das tipologias da envoltória e definições ainda na etapa inicial de volumetria. Dessa forma, constatou-se que a edificação tem umas fachadas com mais radiação que outras, dependendo da localização e posicionamento, sendo assim possível pensar-se em ter paredes com composições diferentes para melhorar o conforto térmico de acordo com a incidência da radiação solar.

No estudo foi possível analisar o plug-in Insight® que pode ser integrado ao Autodesk® Revit® ou utilizado diretamente na exportação do Formit®. Ele possibilita a análise de eficiência energética do modelo BIM com base no mecanismo de simulações vinculadas a uma ampla rede de dados sobre desempenho energético. Nele são apresentados os resultados iniciais já alcançados pela edificação, mas pode-se testar e simular o desempenho em todo o ciclo de vida da edificação com base em definições projetuais que podem ser escolhidas em tempo real. Também proporciona que o usuário faça diferentes simulações que são baseadas na comparação de *benchmarks*, uma metodologia adotada nacionalmente e acreditada pelo DEO (Desempenho Energético Operacional em Edificações) e o CBCS (Conselho Brasileiro de Construção Sustentável) como indicador e parâmetro de etiquetagem energética na fase operacional dos edifícios de diversas tipologias e com características e usos semelhantes. Apesar disto o Insight® não possibilita alterar tipologias construtivas diferentes, mas utilizar apenas as já formatadas no sistema e a ferramenta faz o relatório apenas de energia operacional. Constatou-se que o Tally® está focado para a utilização das normas europeias de ACV para edificações. A versão teste mostrou algumas limitações graves, como a impossibilidade de configurar as distâncias de transporte e o uso do banco de dados GABI, não existindo banco de dados para o padrão brasileiro. Apesar disso, o plug-in se mostra eficaz na extração automática de quantitativos do projeto, quantitativo dos impactos ambientais dos materiais e etapas do ciclo de vida do projeto de edificações, entre outros, avaliados a partir de um checklist.

Conclui-se assim, que a utilização desses softwares tem o potencial para serem usados como ferramentas importantes para a difusão do BIM, ACV e análises de sustentabilidade no processo de criação dos projetos de edificações. Destaca-se que a metodologia aplicada pode ser replicada para outras edificações, no entanto, requer algumas melhorias e adaptações para atender as tipologias brasileiras. Por fim, é importante ressaltar que, como quaisquer outras aplicações informáticas, os

softwares e plugins referidos neste artigo passam naturalmente por atualizações ao longo da sua vida, as quais podem superar, ou não, algumas das limitações verificadas neste estudo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azhar, S.; Brown, J.W.; Sattineni, A. (2010). A Case Study of Building Performance Analyses Using Building Information Modeling. In Proceedings of the 27th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC-27), Bratislava, Slovakia, pp. 213-222.

Azhar, S.; Carlton, W.A.; Olsen, D.; Ahmad, I. (2011). Building Information Modeling for Sustainable Design and LEED® Rating Analysis. *Autom. Constr.* 20, 217-224.

Basbagill, J.; Flager, F.L.; Lepech, M.; Fischer, M. (2013). Application of Life-Cycle Assessment to Early Stage Building Design for Reduced Embodied Environmental Impacts. *Build. Environ.* 60, 81-92.

Brundtland, G, H. (1987). Report of the World Commission on environment and development." our common future." : UN.

Carvalho, J.P.; Alecrim, I.; Bragança, L.; Mateus, R. (2020). Integrating BIM-Based LCA and Building Sustainability Assessment. *Sustainability*.

Cabeza, L.F., Rincón, L., Vilariño, V., Pérez, G., and Castell, A. (2014). Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 29, 394-416. doi: 10.1016/j.rser.2013.08.037.

Eleftheriadis, S.; Mumovic, D.; Greening, P (2017). Life Cycle Energy Efficiency in Building Structures: A Review of Current Developments and Future Outlooks Based on BIM Capabilities. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 67, 811-825.

Hollberg, A.; Genova, G.; and Habert, G. (2020). "Evaluation of BIM-based LCA results for building design," *Autom. Constr.*, vol. 109, p. 102972.

Li, Y.; Chen, X.; Wang, X.; Xu, Y.; Chen, P.-H (2017). A Review of Studies on Green Building Assessment Methods by Comparative Analysis. *Energy Build.* 146, 152-159.

Machado, F.; Mota, P.; Stehling, M.; Bernardi, N.; Bertoli, S.; Ruschel, R (2017). APO visando Iluminação Natural com o auxílio do BIM. V Simpósio Brasileiro De Qualidade Do Projeto No Ambiente Construído.

Mahmoud, S.; Zayed, T.; Fahmy, M (2019). Development of Sustainability Assessment Tool for Existing Buildings. *Sustain. Cities Soc.* 44, 99-119.

Nunes, Gustavo Henrique, Miotto, José Luiz (2019). Desempenho termoenergético do sistema ICF em residências em Maringá-PR: Análise comparativa do ICF e de sistemas de vedação convencionais.

Rezaei, F.; Bulle, C.; Lesage, P (2019). Integrating Building Information Modeling and Life Cycle Assessment in the Early and Detailed Building Design Stages. *Build. Environ.* 153, 158-167.

Santos, R.; Costa, A.A.; Silvestre, J.D.; Pyl, L (2019). Integration of LCA and LCC Analysis Within a BIM-Based Environment. *Autom. Constr.* 103, 127-149.

Succar, B (2009). "Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders," *Autom. Constr.*, vol. 18, no. 3, pp. 357-375.

Sous-Verdaguer, B.; Llatas, C.; García-Martínez, A. (2017). Critical review of BIM-based LCA method to buildings. *Energy Build.* 136, 110-120.

Documento eletrônico:

AIA. Instituto Americano de Arquitetos. Document What is this thing called LOD? <https://network.aia.org/HigherLogic/System/DownloadDocumentFile.ashx?DocumentFileKey=6a27a32c-93e0-4ebc-8ec1-f31c52cf71a4.pdf> (acessado 12 de agosto de 2021).

Norma técnica:

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR** Norma Brasileira de Desempenho NBR15575:2013.

AGRADECIMENTOS

Este estudo teve o apoio da Fundação Portuguesa para a Ciência e Tecnologia, através do Programa Operacional Regional do Norte, referência SFRH/BD/145735/2019.

ARTIGO

EDIFICAÇÕES A PROVA DE INUNDAÇÕES - PROPOSTA DE ATUAÇÃO NA BACIA DO RIO PIRAQUÊ- CABUÇU/RJ PARA REDUÇÃO DE RISCOS

PEREIRA, Jéssica N.

(jess.nasc.per@poli.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

VERÓL, Aline P.

(alineverol@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

MIGUEZ, Marcelo G.

(marcelomiguez@poli.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Habitação social, risco de inundação, edificações a prova de inundações, resiliência, Rio Piraquê-Cabuçu.

RESUMO

As ações antrópicas no processo de urbanização modificam o ambiente natural e podem prejudicar o funcionamento da cidade como um todo. Uma das consequências mais frequentes se refere ao agravamento de inundações. Ações de reversão completa de inundações muitas vezes são difíceis, caras e de implantação no longo prazo. Nesse contexto, surge como possibilidade complementar (e mais imediata) a utilização de medidas de proteção local, com edificações a prova de inundações. A urbanização da cidade do Rio de Janeiro aconteceu de maneira desordenada. O Loteamento Jardim Maravilha, situado no bairro de Guaratiba, no Rio de Janeiro, sofre com os efeitos das ações humanas no meio ambiente, onde o Rio Piraquê-Cabuçu, poluído e assoreado, extravasa mesmo em ocasião de chuvas de intensidade mediana, deixando os moradores alagados por dias. Entretanto, mesmo nestas condições, e com áreas de baixada susceptíveis a inundações, há pressões de expansão urbana na bacia. Na margem esquerda do Rio Piraquê-Cabuçu, existe uma grande área não urbanizada, com potencial de fomento à produção habitacional. Porém, há também riscos associados a esta possível ocupação e, em uma região frágil, mesmo quando medidas de mitigação são adotadas na escala da bacia, existem riscos residuais, que se materializam em eventos que superam a proteção de projeto. Neste sentido, este trabalho propõe uma abordagem de proteção individual, onde opções de projeto e características construtivas permitam a defesa das edificações em relação às vazões oriundas do extravasamento do rio, para além da Faixa Marginal de Proteção - FMP, compatibilizando esta proposta com o projeto de um Parque Fluvial proposto para a margem direita. Nesse contexto, se propõe a construção de um índice para oferecer uma indicação do nível de proteção induzido pela adoção de alternativas de proteção individual.

1. INTRODUÇÃO

A vulnerabilidade socioambiental das grandes metrópoles do Brasil vem aumentando cada vez mais, devido ao crescimento desordenado das cidades e a falta de uma política pública eficiente. De acordo com o The Emergency Events Database (EM-DAT, 2021), o principal tipo de desastre que afeta o Brasil são as inundações, representando 71% da totalidade de desastres no país, além de ser também o mais letal. No Brasil, mapeamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007) mostra mais de 8 milhões de pessoas vivem em áreas sujeitas a inundações e deslizamentos, sendo o maior número delas concentrado na região Sudeste. O Rio de Janeiro tem um histórico de ocupação desordenada do solo (LUCENA, 2015). As mudanças no uso do solo, provenientes da rápida urbanização, afeta negativamente os processos hidrológicos (BONNEAU *et al.*, 2018; BOOTH, HARTLEY e JACKSON, 2002; SURIYA e MUDGAL, 2012). Devido ao aumento da impermeabilização, o ambiente sofre um desequilíbrio no seu ciclo hidrológico natural (BURNS *et al.*, 2012; MATTEO, RANDHIR e BLONIARZ, 2006; SURIYA e MUDGAL, 2012), com restrição da alimentação do lençol freático (BONNEAU *et al.*, 2018), diminuição do tempo de concentração na bacia e mudança no caminho natural da água por conta da implantação de redes de drenagem (MATTEO, RANDHIR e BLONIARZ, 2006; RANDHIR, 2003) que cria uma situação de difícil reversão, tal a extensão e intensidade destas modificações. Além disso, quando estas modificações são rápidas, como é o caso da urbanização na maioria dos países em desenvolvimento, que tiveram um processo tardio e acelerado de industrialização, a capacidade de investimento do estado em soluções sistêmicas, na escala da bacia, acaba limitada e levando a uma cobertura insuficiente das redes de infraestrutura, resultando em proteção parcial (BOOTH, HARTLEY e JACKSON, 2002) e atrasos na implantação de medidas de mitigação. Cidades com essas características estão mais expostas ao risco de desastres (VEYRET, 2007). De acordo com o glossário da Defesa Civil (2007), risco de desastres é a relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidente se concretize em um sistema sócio econômico exposto e com dado grau de vulnerabilidade (DAVIS *et al.*, 2014).

Este artigo tem por objetivo analisar a resiliência de edificações à inundações, com aplicação ao território da Bacia do Piraquê-Cabuçu, especificamente na parte da bacia onde está localizado o loteamento Jardim Maravilha, no bairro de Guaratiba, Rio de Janeiro. Nesse sentido, a primeira etapa deste trabalho, relatada aqui neste artigo, se refere à definição de um índice de resiliência da edificação, associando o conceito de resiliência à capacidade de adaptação da edificação em resistir e restabelecer o equilíbrio após sofrer com um evento adverso (ALDUNCE *et al.*, 2014; NORRIS *et al.*, 2008; PFEFFERBAUM *et al.*, 2007), a partir da consideração de soluções de projeto e métodos construtivos alternativos e individuais, que podem ser adotados para a transformação de um imóvel em uma construção a prova de inundações. Essa consideração reduz a dependência de ações públicas na escala da bacia urbana, podendo ainda complementar estas ações. A busca por resiliência e redução de risco a que está submetida a edificação passa a ser uma consequência das ações propostas na escala do lote, como defesa individual, permitindo uma relação menos danosa com a água no ambiente urbano.

1.1 CONSTRUÇÕES A PROVA DE INUNDAÇÕES

O gerenciamento de risco aplicado aos desastres naturais assume que os desastres não podem ser evitados, mas reduzidos (REZENDE, 2018). Ou seja, é um processo de adaptação dinâmica, no qual se assume também o risco residual, que transcende a chuva de projeto determinada como referência. Sendo assim, é necessária a previsão de medidas de prevenção e redução de danos potenciais, através da redução da vulnerabilidade e de limitação da extensão dos prejuízos (REZENDE, 2018). Isso pode ser conseguido com ações no sistema urbano, procurando reduzir as inundações, ou nos elementos expostos, procurando reduzir a vulnerabilidade.

Neste contexto, adotar estratégias de gestão adaptativa na gestão de inundações pode oferecer vantagens no que diz respeito à tomada de decisão diante de incertezas. De acordo com Emami (2020), as estratégias de gestão de inundações adaptativas são:

- Adaptabilidade (alteração de ameaça à oportunidade);
- Tomada de decisão flexível (para lidar com incertezas);
- Monitoramento e vigilância;
- Aprender ao fazer;
- Aplicação de novos conhecimentos e tecnologias;
- Evitar erros irreversíveis onerosos;
- Atualizar os objetivos;
- Conhecimento vasto sobre risco;
- Optar pela gestão de longo prazo à construção;
- Resiliência;
- Harmonizar com o meio ambiente;
- Gestão adaptativa passiva e ativa;
- Participação das partes interessadas;
- Reações em tempo real aprimoradas.

Uma gestão adaptativa, adotada como abordagem para o desenvolvimento da comunidade, permite aumentar a capacidade de adaptação, sem descartar soluções mais abrangentes futuramente (EMAMI, 2020).

Com a preocupação do mundo em como conviver com o aumento do nível do mar, consequência das mudanças climáticas, diversos países estão desenvolvendo estratégias de soluções adaptativas para a inundação. Segundo essas estratégias, dentre as diversas possibilidades de ações possíveis para a melhor convivência com as inundações, estão o zoneamento de inundações, o planejamento urbano sensível à água e até técnicas construtivas para uma edificação à prova de inundação (MIGUEZ, VERÓL e REZENDE, 2016). Entre os métodos mais recomendados para reduzir as perdas geradas pela inundação, em nível local, está a elevação do

edifício ou a construção de componentes para reduzir a probabilidade de contato com águas de inundação (BIN, KRUSE e LANDRY, 2008; KREIBICH *et al.*, 2005; TAGGART e VAN DE LINDT, 2009). As técnicas construtivas para mitigação dos impactos causados pela inundação e transformação da edificação para torna-la mais resiliente a esse evento apresentam um leque de opções, cuja abrangência (não de forma exaustiva) é apresentada na Tabela 1.

Medidas	Técnicas	Descrição
Estruturais	Pilotis	Construção da edificação elevada sob pilotis acima do nível da inundação.
	Válvula anti-retorno	As válvulas anti-retorno são instaladas no sistema de esgoto com o objetivo de impedir que os esgotos inundados retornem para as casas, minimizando a veiculação de doenças.
	Barreiras/ Paredes desmontáveis	Comportas móveis de materiais diversos com objetivo de proteger a entrada de água nos lotes e edificações.
	Cota de implantação da edificação	Definir uma cota de terreno para construção da edificação que dificulte a entrada da água dos logradouros públicos além de facilitar o escoamento da água interna dos lotes.
	Materiais resistentes a água	Para evitar esses danos, os materiais resistentes a inundações devem ser duráveis e resistentes à umidade excessiva.
	Edificação flutuante	Elevação de edificações em períodos de inundação e retorno ao nível do terreno após o escoamento da vazão.

Tabela 1. Tipos de técnicas construtivas para tornar uma edificação a prova de inundação.

1.2 INFRAESTRUTURA VERDE

As cidades estão implementando projetos de infraestrutura verde para fornecer serviços ecossistêmicos para mitigação das enchentes (FELSON, OLDFIELD, BRADFORD e 2013; HERZOG e ROSA, 2010; HOBBS *et al.*, 2006; LUNDHOLM e RICHARDSON, 2010).

A estratégia LID - *Low Impacts of Development* propõe medidas de controle do aumento dos impactos causados pela inundação, através de ações pontuais, no nível local (do lote) para aumentar os processos de infiltração, armazenamento e evapotranspiração (EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2012), usando soluções como áreas de infiltração, pavimentos permeáveis; jardins de chuva e bioretenção e telhados verdes instalados.

No caso de edificações a prova de inundações, pode ser muito importante combinar ações de retenção e infiltração da água que cai sobre o próprio lote, para que esta não gere problemas para a construção, enquanto as medidas de defesa local “isolam” o lote da inundação externa.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A bacia Piraquê-Cabuçu motivou este estudo e será utilizada como estudo de caso. O principal rio da bacia possui nascente no Parque Estadual da Pedra Branca e foz na Baía de Sepetiba, totalizando um comprimento de 23 km e uma área de drenagem de 108 km². Entre a sua foz e seu exutório, ele possui diversos nomes. Nasce na Serra do Lameirão, em uma área de proteção ambiental, onde recebe nome de Gatos e, ao atravessar o morro do Cabuçu, torna-se Rio Cabuçu. Seus afluentes são os Rios da Prata, Caboclos, Peri-Peri, dos Porcos, Consulado, Morto, Cachoeira, da Balata, do Lameirão, do Gato, Cabuçu Mirim, Valão das Cinzas, das Pedras e José Sena (SEMADS, 2001).

Durante o evento de chuvas dos dias 8 e 9 de abril de 2019, uma das regiões mais afetadas foi o loteamento residencial Jardim Maravilha, em Guaratiba, localizado dentro da bacia Piraquê-Cabuçu. As estações de monitoramento de Sepetiba, Santa Cruz, Campo Grande e Guaratiba registraram, respectivamente, picos de 172.8 mm, 186.2 mm, 171.4 mm e 110.8 mm para acumulados de chuvas em 24h (ALERTA RIO, 2019).

Em 2015, no Plano Municipal de Saneamento Básico, entre as medidas previstas pelo Conselho Municipal de Política Urbana da Cidade do Rio de Janeiro (COMPUR), estava a desapropriação das áreas invadidas nas faixas de proteção do rio e remoção de construções cuja área de localização fosse abaixo da cota de 2m. Além dessas medidas, havia também a proposta de criação de reservatórios de amortecimento e a preservação da calha a jusante, que, embora definida como meta, não apresentava detalhamento de como seria efetivada (COMPUR, 2015).

2.2 PROPOSTA METODOLÓGICA DE CARÁTER GERAL

Levando em consideração que as regiões ribeirinhas da cidade do Rio de Janeiro não são atrativas para o mercado imobiliário, devido a fragilidade ambiental que elas possuem, há a tendência de ocupação informal pela população mais carente, sem o devido provimento de infraestrutura e com consequente exposição a riscos, como é possível observar em Guaratiba. Nesse contexto, com objetivo de minimizar danos e permitir a permanência das habitações em áreas inundáveis, quando já instaladas, ou o aproveitamento de áreas de menor risco, mas que podem eventualmente alagar, pela própria fragilidade ambiental ou por insuficiência de infraestrutura, esse trabalho prevê o desenvolvimento de um índice para medir o alcance de diferentes soluções de projeto e métodos de construção para minimizar o impacto da inundação na edificação.

O projeto a prova de inundações, considerado para edificações, neste artigo, prevê soluções construtivas na rede hidrossanitária do imóvel, técnicas de infraestrutura verde para controle interno dos escoamentos e atuação na legislação edilícia, es-

tabelecendo cotas de segurança para o piso da edificação, taxa de aproveitamento máximo do terreno ou medidas protetivas locais, que isolam o lote.

Para mensurar o nível de resiliência da edificação, está sendo proposto um índice, que deverá ser aplicado a três cenários, para fins de teste e validação de seu uso e potencial, no suporte a gestão habitacional e redução do risco de inundações:

- O primeiro cenário não prevê nenhuma intervenção e considera o crescimento urbano da área, o que dá uma ideia do problema de inundação em um futuro tendencial, para o tempo de recorrência (TR) de 25 anos, tomado como referência, e considerando as dificuldades históricas de controle de ocupação do solo, o déficit habitacional e o padrão atual de desenvolvimento. Esse cenário serve de comparação com os demais.
- O segundo considera a adoção de soluções de projeto habitacional e métodos construtivos alternativos, para tornar a edificação a prova de inundações, também considerando o TR de 25 anos.
- O terceiro cenário considera o segundo cenário em combinação com ações públicas, na escala da bacia, utilizando a tecnologia de soluções de drenagem urbana para a bacia hidrográfica, para a mitigação das cheias para o TR de 25 anos, mas recebendo uma chuva de TR 50 anos, de modo que as medidas individuais serão agora testadas como proteção para o risco residual; portanto, ainda úteis, mesmo depois da ação pública, em algum momento na escala temporal, mas considerando que riscos de eventos mais intensos continuam existindo.

O programa de modelagem de cheias urbanas, ModCel (MIGUEZ *et al.*, 2017) utilizado é proposto para mapeamento de inundações na região de intervenção, juntamente com o uso de sistemas de georreferenciamento e CAD, que auxiliam na estratégia de cômputo do índice de resiliência da residência, nos três cenários definidos.

2.3 ELABORAÇÃO DE UM ÍNDICE DE RESILIÊNCIA ÀS INUNDAÇÕES

A resiliência pode ser entendida como a capacidade de um sistema continuar em funcionamento, quando exposto a um evento não esperado, ou a sua capacidade de recuperação, após a passagem desse evento perturbador (REZENDE, 2018).

O impacto à população define a dimensão do desastre natural. Os principais eixos afetados por essas catástrofes naturais são o econômico, o ambiental e o social (GAD-EL-HAK, 2008), conhecidos como o tripé da sustentabilidade. A urbanização a prova de inundação deve estar completamente alinhada com os aspectos tecnológicos de uma condição de vida segura durante situações de inundação, tanto como resposta única, na falta de intervenções mitigadoras sistêmicas, na escala da bacia, como no caso de proteção contra o risco residual, quando há medidas de mitigação, mas o horizonte de projeto pode ser superado.

Batica (2015) sugere uma abordagem através de indicadores para facilitar a visualização da vulnerabilidade e da resiliência. Na prática, indicadores podem ser usados também de forma integrada, configurando índices. Neste artigo, adotare-

mos a exposição da edificação, caso ela esteja sujeita a alguma lâmina d'água; a *susceptibilidade* em que a população e os objetos expostos são danificados estará relacionado diretamente com a profundidade da água e com o tempo de exposição a essa lâmina; e o *valor* estará relacionado com a quantificação da perda monetária da população afetada, consideração semelhante àquela feita por REZENDE (2018), em uma aplicação de um índice de resiliência na escala urbana.

A definição da modulação do espaço, a ser adotada no mapeamento para o índice proposto, teve como base o sistema de cartografia utilizado pelo município do Rio de Janeiro, disponível no site do Data.Rio (IPP - INSTITUTO PEREIRA PASSOS, 2021), gerenciado pelo Instituto Pereira Passos - IPP, onde foram levados em consideração os lotes e as edificações cadastradas.

Este artigo tem o objetivo de definir o Índice de Resiliência da Residência a Prova de Inundação - IRRI, utilizando indicadores que dependem de características de defesa individual da edificação, de valores de benfeitorias, do nível da lâmina de inundação e informações socioeconômicas, conforme formulação geral mostrada na equação (1). O IRRI é um índice quantitativo, multicritério e que varia de 0 a 1, sendo necessária a normalização e conversão dos seus indicadores em uma única escala.

$$IRRI = a \cdot (1 - Si_R) + b \cdot (1 - Si_D) \quad (1)$$

Onde:

Si_R - Subíndice de risco à resistência, representando a resistência ao dano, conforme o grau de exposição da edificação existente no lote;

Si_D - Subíndice de risco associado à duração do evento, que representa a resistência do indivíduo em se manter isolado em sua edificação, sem necessitar de apoio externo; e a e b - São pesos dados para cada subíndice.

O Si_R está relacionado com a exposição, com o grau de dano associado a uma lâmina de inundação e com a capacidade de recuperação material do dano. Sua formulação será dada pela equação (2):

$$Si_R = I_e^{n1} \cdot I_H^{n2} \cdot I_M^{n3} \quad (2)$$

Onde;

I_e - Indicador de exposição da edificação;

I_H - Indicador de criticidade da inundação;

I_M - Indicador de dificuldade de recuperação material;

$n1$, $n2$ e $n3$ - são pesos associados a cada parcela.

A taxa de ocupação do imóvel no terreno é usada como medida da exposição (maior ocupação do lote em planta implica em maior quantidade provável de elementos expostos - por exemplo: se duas casas têm a mesma área construída, mas uma é plana e a outra tem dois andares iguais, aquela completamente plana terá o

dobro de exposição). Assim, a parcela da edificação exposta I_e representa a ocupação da edificação no nível térreo e é calculada pela equação (3):

$$I_e = TO \quad (3)$$

Onde:

TO – taxa de ocupação do lote;

O indicador de criticidade da inundação, I_H , refere-se ao potencial de dano causado pela inundação dentro da edificação e este valor pode ser afetado por medidas de proteção no nível do lote. Assim, o I_H será função da lâmina de alagamento h e do nível de proteção que estabelece um patamar de defesa D , que seria o limite de proteção do lote contra este alagamento. A lâmina de alagamento, h , é medida em relação à cota da rua, em frente ao lote. Já o valor de defesa individual do lote, D , se refere ao nível de proteção da edificação, podendo ser dado pela altura da sua soleira, ou de muros-dique e comportas em torno do lote (no lugar de muros tradicionais e portões), etc. O tipo de proteção estabelece o que ocorre após o limite de proteção ser atingido. Assim, se se estabelece uma cota de soleira mais alta (usando aterro, ou pilotis, sem ocupação do térreo), a falha leva a um incremento gradual do efeito do alagamento, na medida em que a cota do nível d'água vai se elevando. Se a proteção é um muro com comporta, quando este patamar é superado, perde-se a proteção interna da edificação, que será alagada como se não houvesse proteção, uma vez que o vertimento para dentro do lote vai nivelar seu alagamento com a cota externa.

A normalização para a parcela como função de I_H é apresentada na Tabela 1, com o valor normalizado representando uma percentagem de dano ao conteúdo da edificação.

Altura de alagamento dentro da edificação – soleira alta ($h-D$)	Altura de alagamento dentro da edificação – muro ou similar (h , se $h > D$)	Valor de I_H
$\geq 1,00\text{m}$	$\geq 1,00\text{m}$	1,00
$1,00 > (h-D) \geq 0,50$	$1,00 > (h) \geq 0,50$	0,80
$0,50 > (h-D) \geq 0,30$	$0,50 > (h) \geq 0,30$	0,50
$0,30 > (h-D) \geq 0,15$	$0,30 > (h) \geq 0,15$	0,35
$0,15 > (h-D) \geq 0,05$	$0,15 > (h) \geq 0,05$	0,20
$0,05 > (h-D) \geq 0,00$	$0,05 > (h) \geq 0,00$	0,10

Tabela 2. Normalização do indicador de criticidade da inundação.

O indicador de criticidade de inundação, I_H , considera o valor de 1,00m como dano potencial máximo, representativo de dano muito significativo para um bem móvel, levando em consideração os itens afetados com essa altura de lâmina d'água. Em seu extremo inferior, considera-se que alagamentos inferiores a 0,05m possuem potencial de dano mínimo (mas não zero). Os valores da Tabela 1 podem ser interpretados da seguinte forma: no patamar mais baixo, pisos podem ser afetados; chegando a 15 centímetros, já é possível afetar portas e a instalação elétrica; com 30 cm, boa parte dos móveis e eletrodomésticos são afetados; com 50cm, a situa-

ção de móveis eletrodomésticos, utensílios, roupas e outros pertences piora significativamente; chegando a 1m, a situação torna-se dramática e, com mais de 1m de alagamento, considera-se perda integral, chegando até esquadrias e aparelhos mais altos.

Por sua vez, o indicador relativo ao indicador de dificuldade de recuperação material, I_M , foi escolhido, por simplicidade, por associação com o Índice de Desenvolvimento Social - IDS, desenvolvido pelo Instituto Pereira Passos. No município do Rio de Janeiro o IDS varia entre 0,23 a 0,921058; entretanto, o valor máximo do índice na bacia Piraquê-Cabuçu é de 0,728669. Nesse caso, o equacionamento do IM segue a equação (4), implicando em que, quanto menor o IDS, mais difícil é a recuperação material das perdas sofridas:

$$I_M = 1 - IDS \quad (4)$$

No subíndice Si_p , quando um dos indicadores for zero, o risco a resistência ao dano da edificação é zerado.

O subíndice de risco associado à duração do evento - Si_D , é definido pela equação (5). Nesse subíndice, foi levado em consideração o tempo de esvaziamento da cheia (I_{ec}), como fator básico, e a qualidade da vizinhança (I_{vz}), que indicará maior ou menor risco de locomoção nas áreas alagadas, dependendo das condições de saneamento (adequado ou não) e de pavimentação de vias (indicadores estes que podem ser obtidos no censo do IBGE). Nessa equação, adota-se um somatório ponderado (com pesos $w1$ e $w2$).

$$Si_D = (w1.I_{ec}) + (w2.I_{vz}) \quad (5)$$

O índice de esvaziamento leva em consideração o tempo que a pessoa consegue permanecer isolada e seus valores, em princípio, foram definidos de acordo com o histórico de duração dos alagamentos no loteamento Jardim Maravilha conforme proposto pela Tabela 3, que define a normalização para esse indicador.

Tempo de duração (h)	I_{ec}
72,00	1,00
48,00	0,80
36,00	0,75
24,00	0,50
12,00	0,30
5,00	0,25
2,00	0,10

Tabela 3. Normalização do indicador de esvaziamento de cheias.

O indicador de qualidade da vizinhança contém duas parcelas em um somatório ponderada (com pesos $m1$ e $m2$) como pode ser visto na equação (6), que considera o percentual de não atendimento adequado do saneamento básico ($1 - I_{Sa}$)

e o percentual de ruas não pavimentadas $(1 - I_{pv})$ do setor censitário em que se encontra a habitação.

$$I_{vz} = m1. (1 - I_{sa}) + m2. (1 - I_{pv}) \quad (6)$$

Onde;

I_{sa} - Indicador de saneamento adequado (obtido por setor censitário, a partir de informações do IBGE), representando a presença de adequada coleta e disposição de esgotos e resíduos sólidos através do percentual de atendimento adequado dentro de cada setor.

I_{pv} - Indicador de ruas pavimentadas (obtido por setor censitário, a partir de informações do IBGE), representando percentual de ruas pavimentadas dentro de cada setor.

Dessa forma os componentes do índice de resiliência da residência a inundações podem ser vistos na figura 5.

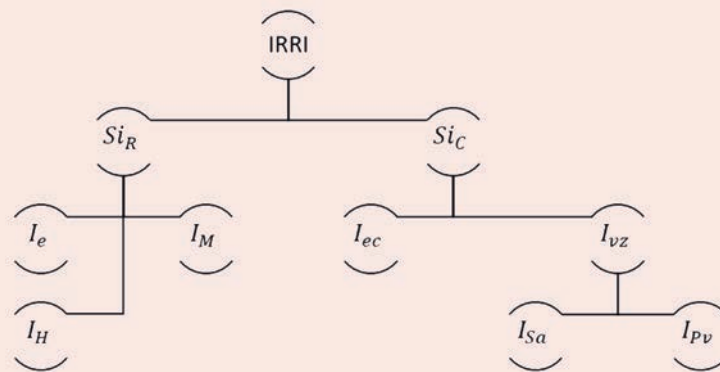


Figura 5: Composição Geral do IRRI.

3. CONCLUSÕES

Medidas de mitigação de inundações em uma bacia urbana ocupada de maneira desordenada demandam uma disponibilização de recursos do governo, além de planejamento e estratégia para tratar não só as questões de drenagem, como também as soluções para os moradores da área de intervenção, os quais possuem vínculo com a região e são usualmente resistentes a possíveis realocações. A partir da experiência de falta de recurso público para prover a melhor solução possível para o ambiente, a economia e a sociedade, foi proposto um índice multicritério, o Índice de Resiliência da Residência a Prova de Inundações - IRRI, para avaliar o efeito da adoção de medidas aplicadas na escala do lote, possibilitando a defesa individual de cada lote, quando obras de drenagem urbana na bacia não são disponibilizadas em curto prazo, permitindo reduzir danos para a população que vive na região. Entretanto, é válido lembrar que as medidas na escala da bacia não podem ser substituídas pela adoção das técnicas construtivas alternativas - estas são complementares e buscam uma resposta mais imediata, não evitando danos coletivos

em infraestrutura pública, de limitação da mobilidade, perdas econômicas por lucro cessante, etc. Às intervenções de infraestrutura, entretanto, com a proteção individual implantada, poderão ser planejadas e executadas em um tempo maior, permitindo a implementação de soluções mais sustentáveis e inclusivas, com uma melhor distribuição de investimentos no tempo.

É importante salientar que as soluções adotadas para mitigação da inundação da residência não serão inutilizadas após a realização dessas obras estruturantes na bacia. Posteriormente, essas medidas serão utilizadas para mitigar riscos residuais, que configuram vazões que extrapolam o evento definido como chuva de projeto. O trabalho encontra-se em andamento e a fase de testes no Jardim Maravilha será utilizada para validação da proposta.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATICA, J. **Methodology for food resilience assessment in urban environments and mitigation strategy development**. Université Nice Sophia Antipolis, 2015.
- BIN, O.; KRUSE, J. B.; LANDRY, C. E. Flood hazards, insurance rates, and amenities: Evidence from the coastal housing market. **Journal of Risk and Insurance**, v. 75, n. 1, p. 63-82, 2008.
- ALDUNCE, P. et al. Framing disaster resilience: The implications of the diverse conceptualisations of “bouncing back”. **Disaster Prevention and Management: An International Journal**, v. 23, n. 3, p. 252-270, 2014.
- BONNEAU, J. et al. The impact of urbanization on subsurface flow paths – A paired-catchment isotopic study. **Journal of Hydrology**, v. 561, n. April, p. 413-426, 2018.
- BOOTH, D. B.; HARTLEY, D.; JACKSON, R. FOREST COVER, IMPERVIOUS-SURFACE AREA, AND THE MITIGATION OF STORMWATER IMPACTS. **JOURNAL OF THE AMERICAN WATER RESOURCES ASSOCIATION**, v. 38, n. 3, 2002.
- DAVIS, I. et al. Clark University. v. 72, n. 4, p. 460-463, 2014.
- DEFESA CIVIL. GLOSSÁRIO DE DEFESA CIVIL ESTUDOS DE RISCOS E MEDICINA DE DESASTRES. 2007.
- EMAMI, K. Adaptive flood risk management. **Irrigation and drainage**, v. 242, n. January 2020, p. 230-242, 2020.
- IBGE. **Tendências Demográficas: Uma análise da população com base nos resultados dos censos demográficos de 1940 e 2000**. [s.l.: s.n.].
- IPP - INSTITUTO PEREIRA PASSOS. **Data.Rio**. Disponível em: <<https://www.data.rio/>>.
- KLIJN, F. et al. Adaptive flood risk management planning based on a comprehensive flood risk conceptualisation. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 20, n. 6, p. 845-864, 2015.

- MATTEO, M.; RANDHIR, T.; BLONJARZ, D. Watershed-Scale Impacts of Forest Buffers on Water Quality and Runoff in Urbanizing Environment. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 132, n. 3, p. 144-152, 2006.
- MIGUEZ, M. G. et al. Urban flood simulation using MODCEL-an alternative quasi-2D conceptual model. **Water (Switzerland)**, v. 9, n. 6, 2017.
- MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; REZENDE, O. M. **Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: [s.n.].
- NORRIS, F. H. et al. Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. **American Journal of Community Psychology**, v. 41, n. 1-2, p. 127-150, 2008.
- PFEFFERBAUM, B. J. et al. Building Resilience to Mass Trauma Events. **Handbook of Injury and Violence Prevention**, p. 347-358, 2007.
- RANDHIR, T. Watershed-scale effects of urbanization on sediment export: Assessment and policy. **Water Resources Research**, v. 39, n. 6, p. 1-13, 2003.
- SURIYA, S.; MUDGAL, B. V. Impact of urbanization on flooding : The Thirusoolam sub watershed - A case study. **Journal of Hydrology**, v. 412-413, p. 210-219, 2012.
- VEYRET, I. **Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Contexto ed. São Paulo: 01/04/2007, 2007.
- TAGGART, M.; VAN DE LINDT, J. W. Performance-Based Design of Residential Wood-Frame Buildings for Flood Based on Manageable Loss. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 23, n. 2, p. 56-64, 2009.

ARTIGO

O REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO COLETIVA EM CURITIBA APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO E USO RACIONAL DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES (PURAE)

HILGENBERG, Fabíola

(fabiola.hilgenberg@gmail.com)

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil

TAVARES, Sérgio Fernandes

(sergioftavares@gmail.com)

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Água pluvial, reúso, Curitiba, edifícios habitacionais, PURAE.

RESUMO

Desde 2006, tornaram-se obrigatórios em Curitiba-PR, por meio do Decreto Municipal nº 293, a coleta e o armazenamento da água da chuva da cobertura para uso em fins não potáveis na própria edificação. Tal obrigatoriedade se verifica pela concepção do sistema em fase de projeto e no momento da concessão do “habite-se”, em vistoria técnica, por parte das entidades competentes do município. Não existe uma fiscalização a respeito do uso dessa água, portanto, não há conhecimento se os sistemas são utilizados na fase de operação do edifício. A lei não estabelece quaisquer critérios para a implantação do sistema, o que possibilita uma diversidade de soluções e de decisões de projeto. O trabalho tem como objetivo levantar a maneira como foram concebidos os sistemas e como a água pluvial é utilizada na edificação. A pesquisa foi realizada por meio de visitas técnicas aos edifícios, com documentação fotográfica e entrevistas. O levantamento foi realizado em 9 edifícios de diferentes construtoras e constatou-se que cada solução tem uma particularidade, seja pelo tipo do reservatório, sua localização na edificação ou ainda, a finalidade de uso da água da chuva. O dimensionamento de reservatório da legislação de Curitiba não leva em conta os parâmetros relevantes constantes nos métodos da NBR 15527/2007, tais como índice pluviométrico, a área de captação e a demanda para a água de chuva armazenada. Contudo, os sistemas têm atendido às demandas propostas em projeto, sem haver necessidade de escoar água do reservatório ou grandes períodos da falta de chuva. Nas edificações visitadas, destaca-se a necessidade da identificação de possíveis demandas para que o projeto contemple pontos de utilização compatíveis com tais usos e que se possa ampliar o emprego das águas pluviais para fins não potáveis.

1. INTRODUÇÃO

A dependência do ambiente, assim como do ser humano e do desenvolvimento econômico, em relação à água, tornam evidente sua importância (ATHAYDE JÚNIOR *et al.*, 2008). Trata-se de um recurso não renovável, mas que, apesar de abundante no Brasil – 12% de toda a reserva da água doce mundial; apresenta focos de escassez sazonal em algumas regiões. Os sistemas de abastecimento de água nas cidades atendem a rigorosos padrões de tratamento para fornecimento de água potável, que tem finalidades de uso potáveis e não potáveis. Contudo, a Pesquisa em Saneamento Básico (2009) apresenta dados que a demanda de água não potável pode chegar até 40% do consumo total de uma residência. Essa porcentagem inclui usos que podem ser atendidos com reaproveitamento de água, especialmente da chuva, como descargas de sanitários, limpeza de pisos e calçadas e irrigação de jardins (PINHEIRO e ARAUJO, 2016).

Apesar de haver um movimento de ações legais para a promoção de um uso mais consciente da água potável nas últimas duas décadas, já em 1958 o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas para áreas com situação precária de recursos hídricos determina: “a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior”. O reuso de água na esfera da própria edificação, contribui diretamente para a redução da demanda e indiretamente com a redução de perdas nas redes de distribuição; proporcionalmente à nova demanda reduzida. Segundo Machado, 2005, entre 40 a 60% da água tratada é desperdiçada desde a captação até a entrada nas edificações, por motivos que vão desde a falta de manutenção e atualização das instalações até ligações clandestinas.

As políticas de uso racional da água em edificações são respostas à crescente demanda deste insumo (HERNANDES e AMORIM, 2006). Em 1997, foi publicada a Lei das Águas do Brasil, (Lei nº 9.433). A Lei das Águas reconhece a água doce como um bem público limitado, e que não pode ser gerenciado por particulares. Três anos mais tarde, foi criada a ANA, a Agência Nacional das Águas, órgão atrelado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), para acompanhar a implementação das diretrizes da lei citada. Em alinhamento com tais requisitos, os municípios começaram a criar seus programas de conservação e uso racional da água nas edificações (PURAE). Curitiba foi a pioneira no país, em 2003, por meio da Lei nº 10.785. Esse programa prevê medidas que “induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água” (CURITIBA, 2003). Em 2006, o Decreto no 293 regulamentou a Lei nº 10.785, a partir de quando se torna obrigatória a coleta das águas pluviais da cobertura das edificações comerciais e em uma gama de tipologias de edificações habitacionais.

A NBR 15527, de 2007, trata dos requisitos de aproveitamento de água da chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Esta norma traz não só as recomendações para as instalações, mas também padrões mínimos de qualidade da água e periodicidade de monitoramento de parâmetros e elenca alguns tipos de uso para a água pluvial, compatíveis com sua qualidade. O anexo da norma apresenta sugestões de métodos de dimensionamento de reservatórios constantes em

bibliografia ou usuais em outros países. A maior parte desses métodos considera o regime de chuvas local e a área de captação. Esta norma não vincula o dimensionamento dos reservatórios a suas possíveis demandas.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi o de caracterizar os principais elementos do sistema em cada uma das edificações, em função da liberdade que o Decreto nº 293/2006 possibilita para a construção do sistema. Além disso, buscou-se verificar se o sistema de uso das águas pluviais estava ativo nas edificações visitadas.

3. METODOLOGIA

Este trabalho apresenta o levantamento dos sistemas de captação da água da chuva para reuso (conforme previsto no Decreto no 293/2006) em edifícios de habitação coletiva. O trabalho é uma pesquisa exploratória, que consiste em estudo de caso de edifícios. Os edifícios foram visitados para que os seguintes dados fossem levantados:

a) Qual é a localização dos reservatórios de água da chuva no edifício? b) Qual é o tipo do(s) reservatório(s)? c) Como funciona o sistema? d) Existe um sistema de tratamento de água pluvial que precede o reuso? e) Para qual(is) finalidade(s) a água pluvial é utilizada na edificação? f) A quantidade de água captada supre completamente a(s) demanda(s) pra qual(is) se designa(m)? g) Quantos pontos de utilização existem h) Onde se localizam os pontos de utilização? i) Os pontos de utilização têm identificação quanto à qualidade da água (potável/não potável)?

Tais informações foram obtidas no local, por observação e entrevista.

4. RESULTADOS

Foram selecionados 9 edifícios de habitação coletiva, na cidade Curitiba-PR, no sul do Brasil, de 9 construtoras diferentes. As visitas foram feitas entre os dias 28 e 30 de agosto de 2018.

Todos os sistemas de aproveitamento da água da chuva visitados estão ativos. As características dos sistemas puderam ser observadas e fotografadas. Segundo o relato das pessoas responsáveis pela zeladoria ou limpeza do edifício, tais reservatórios atendem às demandas pretendidas de maneira que raramente falta água no reservatório de armazenamento de águas pluviais.

A tabela 1 traz a tabela com as respostas das 9 perguntas respondidas em cada visita (por observação ou por entrevista). O nome dos edifícios ficou representado por uma sigla e cada linha corresponde às características de um deles.

Edifício	a	b	c	d	e	f	g	h	i
G	Subsolo	Moldado in loco	Bombeamento para torneiras	Não	Irrigação de jardins e limpeza de pisos da garagem e da área comum	Sim	7 torneiras	Áreas comuns externas e garagens	Sim
SC	Subsolo	Industrializado	Bombeamento para torneiras	Não	Irrigação de jardins, limpeza de pisos da garagem e da área comum e cascata ornamental	Sim	6 torneiras	Áreas comuns externas e garagens	Sim
BK	Último pavimento	Industrializado	Gravidade	Sim	Descarga dos vasos sanitários	Sim	Vasos sanitários	Todo o edifício	Não
BI	Subsolo	Moldado in loco	Bombeamento para torneiras	Não	Irrigação de jardins e limpeza de pisos da garagem e da área comum	Sim	10 torneiras	Áreas comuns externas e garagens	Sim, e chave de segurança
N	Último pavimento	Industrializado	Gravidade	Não	Irrigação de jardins e limpeza de pisos da garagem e da área comum	Sim	5 torneiras	Áreas comuns externas e garagens	Sim
B	Subsolo	Moldado in loco	Bombeamento para torneiras	Não	Limpeza de pisos de garagem	Não*	8 torneiras	Garagem	Não
W	Subsolo	Moldado in loco	Bombeamento para torneiras e banheiros	Sim	Irrigação de jardins e limpeza de pisos da garagem e da área comum e instalações sanitárias da área comum	Sim	15 torneiras externas + Pias e vasos sanitários áreas comuns	Áreas comuns externas e internas e garagens	Não
PR	Térreo	Industrializado	Bombeamento para torneiras	Não	Irrigação de jardins e limpeza de pisos da garagem e da área comum	Sim	13 torneiras	Áreas comuns externas e garagens	Sim
DL	Subsolo	Moldado in loco	Bombeamento para torneiras e banheiros	Não	Irrigação de jardins e limpeza de pisos da garagem e da área comum	Sim	5 torneiras	Áreas comuns externas e internas e garagens	Alguas

Tabela 1. Respostas às perguntas

Obs.: a) Qual é a localização dos reservatórios de água da chuva no edifício? b) Qual é o tipo do(s) reservatório(s)? c) Como funciona o sistema? d) Existe um sistema de tratamento de água pluvial que precede o reuso? e) Para qual(is) finalidade(s) a água pluvial é utilizada na edificação? f) A quantidade de água captada supre completamente a(s) demanda(s) para a(s) qual(is) se designa(m)? g) Quantos pontos de utilização existem? h) Onde se localizam os pontos de utilização? i) Os pontos de utilização têm identificação quanto à qualidade da água (potável/não potável)?

Tais informações foram obtidas no local, por observação e entrevista.

4.1 RESERVATÓRIOS

Com os levantamentos feitos nas visitas, nota-se a variedade de alocação dos reservatórios, assim como seu tipo. Em dois terços dos edifícios, os reservatórios estão alocados no nível do subsolo, assim como seu acesso. Um deles tem os reservatórios no nível do térreo e dois deles no último pavimento da edificação.

Pouco mais da metade dos reservatórios é moldada in loco (todos no nível do subsolo), o restante, são industrializados, em PVC.

No edifício W, sobre o reservatório moldado in loco, foi alocada uma quadra esportiva conforme observamos nas figuras 1 e 2. No nível do reservatório há uma porta de acesso para a casa de bombas. O acesso ao reservatório se dá no nível da quadra (figura 3).

Quanto à sinalização, somente em um dos edifícios o reservatório de água pluvial tem uma indicação textual quanto à potabilidade da água, conforme pode ser observado na figura 5.

4.2 BOMBEAMENTO

Com exceção dos dois edifícios que têm os reservatórios de reuso no último pavimento, todos os outros têm bombeamento diretamente para os pontos de utilização; sejam estes torneiras ou pontos de instalações sanitárias.



Figura 1. Porta de acesso à casa de bomba sob quadra esportiva e escada de acesso à quadra



Figura 2. Quadra esportiva sobre reservatório moldado in loco



Figura 3. Casa de bombas

4.3 TRATAMENTO

Somente em dois edifícios há algum tipo de tratamento antes do reuso da água da chuva, nos casos em que há algum ponto de utilização de instalação sanitária (pias e vasos sanitários). Portanto, ainda que a água seja reutilizada somente para finalidade em áreas comuns, na grande parte dos edifícios (quase 80%), não há qualquer tipo de tratamento antes do reuso.



Figura 4. Tanque de brita para filtragem da água das coberturas das torres do condomínio: edifício W.



Figura 5. Identificação da potabilidade da água no reservatório: edifício N.

Em um dos edifícios onde há tratamento da água pluvial, existe reuso somente dentro das unidades habitacionais, que é caso da descarga de todos os vasos sanitários. Este também é o único edifício onde não há torneiras de água de reuso e, portanto, a água pluvial não é usada para fazer limpeza. Em todos os outros, essa é a principal finalidade da água de reuso, além da irrigação dos jardins das áreas comuns. No segundo edifício onde há tratamento prévio ao reuso, existem pontos atendidos nas instalações sanitárias das áreas comuns, não só em vasos sanitários, mas também nas pias. Neste edifício, antes de ser armazenada, a água pluvial é filtrada numa caixa de brita que fica no corpo do edifício (figura 4).

4.4 FINALIDADE DA ÁGUA PLUVIAL E PONTOS DE UTILIZAÇÃO

Na maior parte dos edifícios (90% deles), utiliza-se a água da chuva para lavar os pisos das garagens, o que, segundo relatos dos responsáveis pela limpeza, ocorre, em média, a cada 2 meses. Além deste uso, a água pluvial é destinada em quase 80% deles para irrigação dos jardins e para serviços de limpeza nas áreas comuns (especialmente áreas externas). Um dos edifícios possui uma cascata ornamental que também é alimentada pela água pluvial.

80% dos edifícios têm as torneiras de água de reuso localizadas nas áreas comuns externas e em todos os pisos de garagem, em subsolos. Somente um deles tem apenas torneiras nas garagens. Neste edifício, as pessoas responsáveis pela limpe-

za relatam que as grandes demandas de água fora das garagens, nas áreas externas do edifício (como irrigação dos jardins, espelho d'água e limpeza dos pisos) são muito significativas para o consumo de água potável do condomínio. Acrescentam ainda, que, dada a escala dos reservatórios, com a finalidade somente de limpeza de pisos da garagem, julgam o sistema subutilizado por não ter pontos de consumo disponíveis no térreo, que é nível dos jardins e espelhos d'água dos edifícios em questão.

Dois terços dos edifícios possuem identificação textual nas torneiras que fornecem água não potável conforme observamos nas figuras 6 e 7. Em um dos edifícios, há uma chave de segurança (figura 8) para acionar as torneiras da área comum, identificadas textualmente quanto à potabilidade da água (figura 7).



Figura 6. Torneira de água não potável identificada: edifício G.



Figura 7. Torneiras da área comum com a qualidade da água identificada: edifício BI.



Figura 8. Chave acionadora de torneiras: edifício BI.

Em todas as visitas, os relatos apontaram que a água pluvial armazenada supre as demandas para as quais se destina e não houve depoimento sobre a necessidade de escoar volumes de águas em excesso nos reservatórios.

O período das visitas coincide com um período de escassez de chuvas em Curitiba. O mês de agosto é um mês de pouca chuva e em 2018 choveu pouco mais da metade (42,6mm) da média histórica do mês de agosto (82mm), segundo o Simepar (2018). Assim, em algumas visitas técnicas para a realização deste trabalho, os responsáveis pela limpeza dos condomínios afirmaram que as lavagens de pisos têm sido menos frequentes em decorrência da falta de disponibilidade da água pluvial. A irrigação dos jardins é inevitável, portanto, teve que ser feita com água potável, fato que contribuiu para o aumento da taxa de consumo de água da concessionária.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apontou que 100% das edificações visitadas fazem o reuso da água pluvial captada na cobertura das edificações. Há diversidade de tipos de reservatórios e posicionamento deles, conforme variam-se as edificações e suas construtoras. Verificou-se que, ainda que muito diversos, todos os sistemas levantados atendem a função de um uso mais racional da água e contribuem em diferentes escalas para

uma redução do consumo da água potável proveniente da rede pública de distribuição. Apesar do sistema de cálculo da legislação de Curitiba não levar em conta os principais parâmetros considerados em exemplos de dimensionamento (índice pluviométrico e área de captação) na NBR 15527/2007 (BEZERRA *et al*, 2010), os sistemas têm atendido às demandas propostas em projeto.

Após a realização desde levantamento nos edifícios, no ano de 2019, entraram em vigor duas novas normas técnicas brasileiras relacionadas ao uso racional da água em edificações (inclusive da tipologia habitacional): NBR 16782/2019 - Conservação de água em edificações – Requisitos, procedimentos e diretrizes e NBR 16783/2019 - Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações. Tais normas poderão nortear o gerenciamento desses sistemas em funcionamento, com melhor monitoramento da qualidade da água e maior segurança, pela diferenciação dos pontos de consumo de água não potável.

Um dos pontos mais destacados na NBR 16782 é a necessidade de fazer a parametrização do consumo de água na edificação, processo no qual se identificam e se quantificam os usos. Desta forma, é possível levantar a demanda de água não potável. Os documentos citados no trabalho apontam que a melhor maneira de adequar o Decreto nº 293/2006, é a adoção dos parâmetros de regime de chuvas, área de captação e a demanda de água não potável. Assim, não seria necessário diferenciar o método de dimensionamento do reservatório em função do uso da edificação, pois ele estaria vinculado ao uso da água, conforme a particularidade do edifício (seguindo as diretrizes de parametrização da NBR 16782/2019).

Com o atendimento às novas normas técnicas de 2019, além da melhoria no gerenciamento, com uma mensuração precisa das demandas de uso da água pluvial coletada, o emprego da água poderia ser mais eficiente, seja pela adaptação do dimensionamento do reservatório e/ou pela adequação dos pontos de consumo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – Agência Nacional das Águas. **Conservação e reuso das águas em edificações**. São Paulo. Prol Editora Gráfica: 2005.

ATHAYDE JÚNIOR, G. B.; DIAS, I. C. S.; GADELHA, C. L. M. **Viabilidade econômica e aceitação social do aproveitamento de águas pluviais em residências na cidade de João Pessoa**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 41-54, abr./jun. 2008.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16782 - Conservação de água em edificações – Requisitos, procedimentos e diretrizes**. Rio de Janeiro, 2019.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16783 - Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações**. Rio de Janeiro, 2019.

Bezerra, S. M. da C.; Christan, P. de; Teixeira, C. A.; Farahbakhsh, K. **Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva: comparação entre**

métodos da ABNT NBR 15527:2007 e Decreto Municipal 293/2006 de Curitiba, PR. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 219-231, out./dez. 2010.

CURITIBA. Lei nº 10.785 de 18 de setembro de 2003. **O Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações - PURAE.**

CURITIBA. Decreto nº 293 de 22 de março de 2006. **Critérios do uso e conservação racional da água nas edificações.**

HERNANDES, A. T.; AMORIM, S. V. **Avaliação quantitativa e qualitativa de um sistema de aproveitamento de água pluvial em uma edificação na cidade de Ribeirão Preto.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., Florianópolis, 2006. Anais. Florianópolis, 2006. p. 3364-3372.

MACHADO, C. J. S. **Descrição e análise das relações entre gestão de água doce e exercício da cidadania no Brasil contemporâneo.** In: Minayo MCS, Coimbra Júnior CEA organizadores. Críticas e atuantes: ciências sociais e humanas em saúde na América Latina. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 2005. p. 551-566.

PINHEIRO L. G.; ARAUJO, A. L. C. **Qualidade e aproveitamento da água da chuva.** Holos, v. 8, p. 135-146. Ano 32. 2016. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2016.3431>

Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Uso Racional de Água e Energia. Conservação de Água e Energia em Sistemas Prediais e Públicos de Abastecimento de Água.** ISBN: 978-85-7022-161-2, 354p, Rio de Janeiro: ABES, 2009.

SIMEPAR – Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná. **Agosto/2018 chuvoso no noroeste e no norte do Paraná.** Notícias. 2018. Disponível em: <<http://simepar.br/prognozweb/simepar/post/7455>>

ARTIGO

ESTRESSE E RESTAURAÇÃO: ESTUDOS E REFLEXÕES SOBRE A QUALIDADE DO ESPAÇO DA UNIDADE NEONATAL

LEITE, Amanda

(arq.amandapessoa@gmail.com)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

PITA, Ana

(analuziapita@gmail.com)

UNIESP Centro Universitário (UNIESP);

UNIFACISA Centro Universitário, Brasil

SILVEIRA, Déborah

(arqdeborahkyvia@gmail.com)

UNIFIP Centro Universitário (UNIFIP), Brasil

ZAGANELLI, Deborah Martins

(debbiezaganelli@yahoo.com)

Faculdade UNYLEYA (UNYLEYA), Brasil

COSTA, Angelina5

(angelinadlcosta@yahoo.com.br)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Ambientes estressores e restauradores, humanização, sustentabilidade, UTIN

RESUMO

A forma como nos relacionamos com o meio onde vivemos nos conscientiza diante das necessidades apresentadas pelo ambiente. O artigo discute a temática ambiente estressor x restaurador, apresentando os resultados de uma oficina didática de sensibilização que estudou a ambiência e humanização na UTI Neonatal (UTIN), considerado um ambiente estressor de alta complexidade que recebe neonatos em estado grave, durante a pandemia do COVID-19. Fatores estressores provocam dano ao usuário, enquanto a restauração acontece ao cessar o estímulo causador de estresse. Considera-se importante estudar esse ambiente caracterizando seus fatores estressores e a colaboração da restauração e humanização, utilizando ainda a sustentabilidade como estratégia para produção do ambiente mais saudável, influenciando na cura do paciente. Através de abordagem qualitativa, a pesquisa caracteriza-se como exploratória com investigação bibliográfica. A metodologia consistiu em pesquisa referencial; oficina com alunos; e análise dos resultados. A oficina foi estruturada em três partes: sensibilização; embasamento teórico e produção de painel conceitual; gerando reflexões sobre o espaço e propostas de restauração. Para pensar em UTIN sustentável é preciso introduzir mudanças com hábitos sustentáveis aliados ao *design* e à arquitetura, que contribuem através da cor e do controle da iluminação e do ruído, sendo amenizadoras do estresse. A aplicação dos sistemas de certificação, como por exemplo, o LEED e o WELL, contribuem para esse processo sustentável. Como benefícios, tem-se a melhora nas respostas dos pacientes aos tratamentos, com diminuição do período de internação e a redução do estresse no ambiente de trabalho, tornando-o atrativo. Nesta pandemia, houve a necessidade de estabelecer fluxos separados de pacientes, para controle de infecção, produzindo um ambiente mais seguro. Para estudos futuros sugere-se a aplicabilidade dessa oficina, visando aperfeiçoar a ambiência para o bem-estar dos usuários e a utilização da certificação sustentável para ajudar no restabelecimento do indivíduo.

1. INTRODUÇÃO

No atual cenário de pandemia, iniciada em março de 2020, causada pelo Coronavírus (SARS-CoV-2), as conseqüências sociais e psicológicas associadas ao isolamento vem sendo aumentadas (ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE, 2020). Esse panorama se agrava, principalmente quando familiares possuem neonatos internados em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN), que já é um ambiente considerado estressante. Para possibilitar a amenização do estresse vivenciado pelos recém-nascidos (RN), familiares e pela equipe multiprofissional, considera-se importante identificar inicialmente quais são os fatores estressores do ambiente. Posteriormente, através da humanização e da inserção de conceitos de restauração, é possível contribuir para o restabelecimento do bem-estar e saúde desses indivíduos. Com a inclusão de critérios de sustentabilidade ampliam-se as possibilidades de produção de um ambiente ainda mais saudável.

Este artigo apresenta os conceitos sobre a relação entre ambiente estressor e restaurador, sobre humanização e ferramentas para a sustentabilidade. Apresenta também o resultado de uma oficina didática proposta para a avaliação de ambiente com base na temática voltada para o espaço hospitalar, considerando a pandemia do COVID-19. A atividade prática foi realizada com os alunos da disciplina Relação Pessoa-Ambiente em 2021, no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba.

2. METODOLOGIA

A pesquisa teve abordagem qualitativa, pois investiga fenômenos que influenciam no comportamento das pessoas. Caracteriza-se ainda como exploratória com investigação bibliográfica para o embasamento teórico sobre a temática abordada. As etapas metodológicas se organizaram em: pesquisa bibliográfica referencial; apresentação da conceituação; oficina prática com os alunos de pós-graduação e análises dos resultados da dinâmica.

A oficina foi estruturada em três partes: 1) Sensibilização, com o vídeo-relato de uma enfermeira compartilhando o seu dia-a-dia e o estresse vivenciado na UTIN; 2) Conceituação, Embasamento teórico, no qual abordou-se conceitos que permeiam temáticas como: estresse, ambientes estressores, espaços restauradores e humanização; 3) Contextualização, na qual pediu-se aos alunos da turma para produzirem um painel conceito, contemplando soluções para a melhoria da relação da pessoa com o ambiente e, conseqüentemente, diminuição do estresse no ambiente da UTIN. Após o tempo dado, cada grupo apresentou sua proposta e seguiu-se um debate com a turma. Os dados obtidos a partir dessas atividades foram sistematizados e apresentados em gráficos.

3. A UNIDADE NEONATAL

A qualidade na atenção à saúde da gestante e do recém-nascido é um importante fator para a promoção de saúde ao longo de toda a vida e para a redução da mortalidade infantil.

A Unidade Neonatal é dividida de acordo com as necessidades do cuidado, nos seguintes termos (BRASIL, 2018): Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN), que é um ambiente de alta complexidade com atendimento especializado ao recém-nascido grave; e a Unidade de Cuidado Intermediário Neonatal (UCIN), com duas tipologias:

- Unidade de Cuidado Intermediário Neonatal Convencional (UCINCo): para neonatos de médio risco que demandam assistência contínua, mas de menor complexidade que a UTIN.
- Unidade de Cuidado Intermediário Neonatal Canguru (UCINCa): a infraestrutura permite acolher mãe e filho no mesmo ambiente até a alta hospitalar.

Nesse estudo, o foco foi a Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN), por ser considerada como um ambiente tenso, traumatizante e agressivo. Essas características causam desconforto físico e psicológico não só nos RNs, mas também, nos seus familiares e na equipe multidisciplinar que trabalha no local. Segundo Cheregatti e Amorim (2010), isso acontece devido a alguns fatores ambientais (luminosidade excessiva, ruídos do maquinário, alarmes, etc.) e psicológicos (a solidão da incubadora, a ausência materna, dentre outros).

É fato que a forma como nos relacionamos com o meio onde vivemos nos conscientiza diante das necessidades apresentadas pelo ambiente. Nesse sentido, para amenizar os fatores estressores apresentados na UTIN, a sustentabilidade surge como uma possibilidade de contribuir com a criação de espaços que tragam benefícios aos seres humanos envolvidos no processo, influenciando positivamente na recuperação do paciente, não focando apenas no poder econômico, mas também na qualidade arquitetônica do espaço.

4. AMBIÊNCIA E AMBIENTE

A Política Nacional de Humanização (PNH) do Sistema Único de Saúde - SUS, lançada em 2003, intenta aplicar os princípios do SUS no dia a dia dos serviços de saúde, mudando os modos de gerir e cuidar (BRASIL, 2013). A PNH possui como uma de suas diretrizes a ambiência, que, no contexto arquitetônico, possui significado de atmosfera de um espaço, constituído pelo meio físico e psicológico. Enquanto o termo “ambiente” é compreendido como a infraestrutura, a “ambiência” faz referência aos espaços físico, social, profissional e às relações interpessoais que são possibilitadas pelo processo do trabalho (FIOCRUZ, 2021). Ao aplicar o conceito de ambiência aos ambientes de saúde são possibilitadas maiores relações interpessoais e com o espaço físico. Um exemplo disso é a pos-

sibilidade da presença do acompanhante 24h em unidades de tipologia neonatal, e na existência de mobiliário que possibilite que o acompanhante fique junto ao bebê (FIOCRUZ, 2021).

4.1 AMBIENTES ESTRESSORES

Para Kaplan (1995), o estresse é definido como o conjunto de reações a eventos, situações ou ambientes percebidos pelo indivíduo, como uma ameaça que desafia o seu bem-estar. Neste contexto, a reação de estresse é uma manifestação em relação ao meio quando se sente ameaçado. Essa pode ser de ordem fisiológica e psicológica, mas a sua intensidade vai depender do fator estressor ao qual foi exposto e do contexto em que está inserido. Sendo fisiológico, há alteração no sistema nervoso e endócrino, provocando o aumento da frequência cardíaca, tensão muscular, pressão sanguínea, atividade respiratória e do cortisol (GRAHN & STIGSDOTTER, 2003 e PARSONS, 1991 *apud* SILVEIRA e FELIPE, 2019). No caso de psicológico, as reações são afetivas, cognitivas e comportamentais (ULRICH *et al.*, 1991 *apud* SILVEIRA e FELIPE, 2019). Ainda de acordo com Kaplan (1995), os estressores são fatores ambientais que provocam ou possibilitam um dano ou que ameaçam o bem-estar.

Autores como Kaplan (1995) e Ulrich *et al.* (1991) argumentam que a arquitetura nos oferece oportunidades e/ou restrições. De forma complementar, Silva e Ely (2018) afirmam que é a partir do projeto arquitetônico e da configuração do interior do espaço que se constroem as possibilidades da relação entre a pessoa e o ambiente. Desse modo, o ambiente é criado como agente ativo capaz de despertar e potencializar estímulos que venham a colaborar com o bem-estar de seus usuários.

Pensando nas Unidades de Terapia Intensiva Neonatais, é valoroso avaliar os estímulos sensorio-ambientais de modo a melhorar a qualidade da assistência neonatal, contribuindo assim para recuperação do bebê, o estabelecimento da saúde física e mental dos seus familiares e amenizar o estresse dos funcionários.

Segundo Tognollo *et al.* (2020), uma pesquisa realizada em 2018, em um hospital do Rio Grande do Sul, com familiares de neonatos internados na UTIN, tinha como objetivo identificar os fatores estressores vividos durante a internação. O resultado mostrou que dentre os itens do instrumento, os que apresentaram maior índice foram: o excesso de equipamentos associado à respiração anormal do bebê; a agitação, cor e face de dor do bebê. No que tange à ambiência destacam-se os monitores conectados ao bebê e o barulho constante dos equipamentos.

Com relação à equipe multidisciplinar, a pandemia da COVID-19 vem transformando a rotina e a saúde mental de todos, principalmente dos que estão diariamente no hospital. Dentre os fatores estressores elencados destacam-se: a estrutura física da UTIN, uma vez que quando subdimensionadas dificultam o atendimento em uma urgência; a complexidade no atendimento dos bebês em estado grave, necessitando estar em constante alerta; a iluminação intensa do ambiente e das incubadoras que muitas vezes estão além do permitido pelas normativas; por fim,

a falta de noção do tempo, devido à ausência de aberturas que permitam a entrada de iluminação natural.

4.2 AMBIENTES RESTAURADORES

Por outro lado, a disseminação do conceito sobre ambientes restauradores ganhou destaque na década de 1980, quando os pesquisadores Altman & Wohlwill; S. Kaplan & Kaplan, Ulrich e K. Korpela desenvolveram estudos sobre atributos ambientais, buscando compreender os fatores que diferenciavam as sensações de prazer ou desprazer experimentadas no ambiente. A restauração se inicia com o retorno dos estados afetivos, cognitivos e comportamentais às condições que antecederam a reação de estresse (SILVEIRA, 2017). Sendo assim, para que um ambiente possa ser restaurador, Kohlsdorf (1996) *apud* Silveira (2017), afirma que a elaboração do espaço deve ser centrada no usuário e nas suas relações sociais, bem como nas implicações ecológicas das interferências realizadas. Como mostra os princípios da Teoria Psicoevolucionista, defendida por Ulrich (1984), os seres humanos estão biologicamente preparados para reagir prontamente a certos contextos ambientais favoráveis à restauração, como um processo necessário à manutenção da vida, restabelecendo os recursos psicofisiológicos alterados durante o estresse. Já a Teoria de Restauração da Atenção (TRA), explica o processo pelo qual algumas configurações físicas promovem a recuperação da atenção dirigida fadigada durante as mais diversas atividades cotidianas (KAPLAN, 1995). As duas teorias também guardam semelhança quando atribuem funções restauradoras aos ambientes naturais.

Segundo Alves (2011), ambientes restauradores são os que permitem a renovação da atenção direcionada e, conseqüentemente, a redução da fadiga mental. Logo, a atenção dirigida é empregada quando a atividade realizada não é atraente para o sujeito da ação, porém essa atividade a requer, sendo preciso suprimir estímulos competitivos. Já na atenção direcionada involuntária, o indivíduo tem atenção por algo sem ter a intenção de fazê-lo, o ambiente ou objeto é interessante por si só. Logo, os ambientes naturais são capazes de proporcionar essas experiências de restauração ou descanso para atenção direcionada.

Para Ulrich *et al.*, (1991), na Teoria Psicoevolucionista destaca-se que a restauração não se limita apenas às condições de estresse, mas também através de recursos pessoais que foram alterados ou comprometidos por eventos da vida cotidiana. Seguindo esse pensamento, é possível criar ambientes restauradores de acordo com recursos específicos, potencializando assim, aspectos de bem-estar e qualidade de vida. Ambientes físicos visualmente prazerosos podem auxiliar na redução do estresse desencadeando emoções positivas, mantém o estado de atenção não vigilante, diminuem os pensamentos negativos e possibilitam o retorno à excitação para níveis mais moderados. Elementos como água, vegetação, ausência de ameaças e piso uniforme e suave promovem a recuperação psicofisiológica. O autor também percebeu que aqueles que apreciaram elementos naturais pelas janelas, tiveram, em geral, redução no tempo de internação e na quantidade de analgésicos, além de receberem menos avaliações negativas pela equipe de saúde.

No caso da UTIN, como os RNs não podem sair do quarto onde estão internados, surge a necessidade iminente da humanização desse espaço. Alguns critérios podem ser citados, como: aparência residencial; acesso visual e físico ao ambiente exterior natural e ar fresco; portas-janelas amplas, luminosidade natural; amplitude moderada (o pé-direito foi associado a uma maior restauração afetiva); oportunidade de privacidade (divisórias rígidas e fixas); oportunidade de interação social; acesso a tecnologias (TV e internet para os acompanhantes/funcionários); quadros e ilustrações na parede (imagens abstratas, desordenadas e caóticas, por exemplo, que não têm um significado claro e explícito, podem suscitar interpretações estressantes (ULRICH, 1999)); imagens da natureza, mas não de imagens geométricas (BERTO, 2005) e organização da estrutura hospitalar. O quarto de hospital, assim como a casa, acaba se tornando um ambiente restaurador a partir do tratamento e do espaço adequado que envolve a hospitalização. Assim, a arquitetura pode criar ambientes restauradores e contribuir positivamente com a relação entre as pessoas e o ambiente, e com a saúde mental e física do ser humano.

4.3 HUMANIZAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

Há várias frentes de atuação quando o tema é sustentabilidade ambiental, não somente no que se refere à preservação do meio ambiente, mas também, por suas implicações econômicas e sociais. Sendo assim, no que se refere a hospitais, são necessários investimentos para minimizar os impactos causados nas suas áreas físicas e sociais. Nesse caso, o Ministério da Saúde (2018), afirma que um projeto arquitetônico elaborado com base nos princípios da sustentabilidade deve resultar numa edificação que satisfaça às necessidades de seus usuários, além de permitir uma interação edifício/ambiente eficiente, economia energética, e qualidade dos ambientes projetados. Neste sentido, pode-se relacionar a sustentabilidade com a humanização dos ambientes, pois esta compreende o conforto dos ambientes hospitalares, a fim de propiciar saúde e bem-estar físico e psicológico dos pacientes e da equipe multidisciplinar. O projeto arquitetônico pode colaborar para minimizar o desconforto dos espaços frios e impessoais, tornando-os mais acolhedores e tranquilos, permitindo que o paciente se sinta mais seguro e se recupere rapidamente. Além disso, pode oferecer aos profissionais condições de desempenhar melhor sua atividade.

Segundo Mezzomo (2002), nas intervenções em saúde, humanizar envolve considerar as condições emocionais, subjetivas e sociais associadas aos aspectos físicos, assumindo uma postura ética de respeito e acolhimento à outra pessoa. Desta forma, faz-se fundamental considerar as necessidades específicas de cada setor para oferecer a melhor ambiência. No caso da UTIN, os neonatos se encontram em um ambiente com grande desconforto, em decorrência dos cuidados e manuseios necessários para o tratamento, e, portanto, são necessárias estratégias de cuidados aliadas ao ambiente para que esse desconforto seja minimizado (FILHO; SILVEIRA; SILVA, 2019). É necessário inicialmente, que se busque a diminuição dos estímulos estressores que ocorrem em um nível elevado e promovem efeitos negativos no equilíbrio do comportamento e nos fatores fisiológicos, ganho de peso e organização do ritmo circadiano, prejudicando o desenvolvimento do

RNs. É importante igualmente, introduzir práticas mais sustentáveis de *design* e arquitetura, que contribuam para diminuição do estresse, como a seleção de cores, de materiais, oferta de iluminação natural, controle da iluminação artificial e de ruídos.

4.4 FERRAMENTAS PARA A SUSTENTABILIDADE

Os estabelecimentos de saúde geralmente trabalham com ferramentas de controle de qualidade para adquirir certificação de sustentabilidade. Dois exemplos são os requisitos do LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*, do *Green Building Council*) específicos para Unidades de Saúde e a certificação WELL, lançada pelo *WELL Building Institute* e administrada pelo *Green Building Certification Institute*.

O LEED para novas construções, para setor de unidades de saúde, enfatiza requisitos como processo integrado de projeto, questões de localização e transporte, gestão de águas pluviais, uso racional da água, redução de ilhas de calor e da poluição luminosa, locais para descanso, desempenho energético, redução e reciclagem de resíduos, redução do impacto do ciclo de vida do edifício, flexibilidade no projeto, qualidade do ambiente interno (ar, acústica), conforto térmico, iluminação interior e luz natural, vistas de qualidade, inovação e prioridade regional (GBC BRASIL, 2021). A certificação WELL é mais voltada para o monitoramento do impacto do edifício na saúde, bem-estar e no aumento da produtividade e conforto dos usuários, sendo baseada em dez conceitos: Ar, Água, Nutrição, Luz, Movimento, Conforto Térmico, Som, Materiais, Mente e Comunidade (GBC BRASIL, 2015). Considerando um espaço com estes certificados de sustentabilidade, fica claro como os ambientes podem colaborar para a saúde dos seus usuários e das regiões onde estão localizados.

O LEED indica uma série de normas e padrões de desempenho para mensurar e certificar como sustentáveis o projeto, a construção e edificações, para que sejam de alto desempenho, saudáveis, duráveis, economicamente viáveis e ambientalmente conscientes. Enquanto o LEED evidencia a relação entre edifício e o ambiente, a WELL enfatiza a relação entre edifícios e ocupantes. A tendência é que essas ferramentas de qualidade não só reduzam o impacto dos edifícios, mas também que os edifícios auxiliem a restaurar a saúde.

5. ALTERAÇÕES NAS UNIDADES NEONATAIS COM A PANDEMIA

A pandemia do Covid-19 tem afetado as vidas de pessoas de diferentes faixas etárias, inclusive daqueles que conheceram o mundo em meio à realidade de constante distanciamento social e cuidado com a saúde. Os impactos do Covid-19 na vida dos neonatos são ainda maiores quando eles, por razões diversas, precisam ficar internados em UTINs durante esse período pandêmico, em que as normas de con-

duta os afastam ainda mais do contato humano, ocasionando uma privação afetiva. Na tentativa de amenizar o estresse, decorrente da limitação do acesso familiar no horário da visita, o uso do telefone celular, que sempre foi restrito no ambiente, tornou-se, neste momento de crise, uma importante ferramenta para encurtar a distância entre a família e o bebê. Seu uso deve ser cauteloso, obedecendo às regras de cada local, devendo ser higienizado e envolvido em papel filme. Essa nova rotina, evita o aumento do estresse, em que a equipe pode intermediar o contato através de mensagens gravadas ou lidas pelos familiares, registrar fotos, filmar o comportamento do bebê e sua rotina.

Outro fator que alterou o ambiente no contexto da pandemia e influencia no estresse é a paramentação da equipe multiprofissional com EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) que pode causar estranhamento aos usuários, proporcionando um distanciamento maior na relação com esses profissionais, na medida em que o reconhecimento do indivíduo é dificultado.

Freitas et al. (2020), em estudo publicado pela 32 Revista Brasileira de Enfermagem em julho de 2020, realizaram revisão de escopo, analisando 25 publicações, incluindo 19 artigos de diversos países e seis informes e/ou notas técnicas do Ministério da Saúde, do *Centers for Disease Control and Prevention*, da Organização Mundial da Saúde, da Sociedade Brasileira de Enfermeiros Pediatras e da Sociedade Brasileira de Pediatria. As autoras identificaram as principais medidas de prevenção contra o Covid-19 aplicadas no processo de parto e cuidados com puérperas e recém-nascidos em boas condições, além daqueles que precisam de internamento em UTINs. Devido à falta de padrão nas recomendações de diferentes instituições pelo mundo, foi escolhida para análise a publicação de Freitas et al. (2020) por ser um apanhado de produções e opiniões distintas. São considerados suspeitos de infecção pelo novo coronavírus os RNs de mães com histórico de infecção pelo vírus entre 14 dias antes do parto até 28 dias após ou aqueles diretamente expostos a indivíduos infectados (FREITAS et al., 2020). Os neonatos de mães com confirmação ou suspeita de Covid-19 devem ser isolados e testados para a doença, a fim de evitar o contágio.

Para o Ministério da Saúde, a amamentação deve ser mantida, com ou sem confirmação da doença, desde que cumpridos os protocolos e que a mãe e o recém-nascido estejam em boas condições. Quanto aos acompanhantes, os pais sintomáticos ou com risco da doença não devem entrar na UTIN por 14 dias (FREITAS et al., 2020).

Sobre a configuração do espaço, é indicado o distanciamento de, no mínimo, um metro entre as incubadoras também entre berços (comuns e aquecidos). Dentre as estratégias de prevenção durante os cuidados dos neonatos com suspeita ou confirmação estão inclusos o uso de EPI, higiene das mãos, limpeza e desinfecção do ambiente, precauções de contato, precauções contra gotículas respiratórias, visitas restritas dos pais/familiares, troca de EPI descartáveis após os procedimentos, abrir a janela para trocar o ar, higienizar as mãos antes e depois da troca de fraldas, usar luva e descartá-la em local apropriado (FREITAS et al., 2020).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A oficina, que foi uma atividade didática com proposta de avaliação do ambiente, aconteceu de forma remota com alunos do Programa de Pós-graduação de Arquitetura e Urbanismo na disciplina Relação Pessoa-Ambiente (PPGAU-UFPB) ministrada pela professora Angelina Costa. A mesma teve duração de 50 minutos e foi dividida em três etapas.

Na primeira, a sensibilização, foi exibido o vídeo-relato de uma enfermeira sobre a sua vivência no trabalho, expondo as dificuldades vivenciadas em relação ao ambiente físico e ao mobiliário, bem como estratégias para humanizar o cuidado com os neonatos. No vídeo, ela também menciona mudanças em seu local de trabalho relacionadas à pandemia: a ala pediátrica foi realocada para um hospital menor, uma vez que o edifício em que era situada foi reestruturado para tornar-se hospital-referência no tratamento do COVID-19. Nesse hospital anterior existia um belvedere, uma área ampla, freqüentada por muitos colaboradores em seus horários de descanso. São ressaltadas pela enfermeira características desse espaço relacionadas às teorias de ambientes restauradores, da biofilia e dos princípios da sustentabilidade: presença de luz solar, plantas e ventilação natural, além de mobiliário que estimula a interação social. Na segunda etapa, a conceituação, foram apresentados slides com os conceitos, para embasar a temática da oficina.

Na terceira, a contextualização, a partir do que foi apresentado, pediu-se aos alunos da turma para produzirem um painel conceito apontando, por meio de imagens, soluções para os problemas expostos pela especialista no vídeo de sensibilização quanto ao ambiente da UTIN. Após o tempo de 10 minutos, cada grupo apresentou o resultado das suas reflexões seguido de um debate com a turma sobre a eficácia do que foi proposto no painel.

Os resultados expostos nas imagens foram divididos, para fins de análise, em duas categorias: soluções ambientais e comportamentais. A maioria dos alunos expôs a importância do dimensionamento do ambiente através de espaços amplos, uma vez que a enfermeira citou o subdimensionamento do espaço para transitar no momento de reanimação do neonato. Outro ponto foi a questão da iluminação natural, pois as pessoas que estão na UTIN perdem a noção de tempo pela ausência de aberturas e com isso tem-se o uso da luz artificial durante todo o dia. Logo, o controle, tanto no ambiente como na incubadora, conforme citado pelos alunos, é outro fator importante, uma vez que em alguns casos, a luz das incubadoras é mais forte que o permitido pela normativa e influencia negativamente no ciclo circadiano do bebê. Apesar de ser considerado um ambiente hospitalar crítico, pode haver janelas fixas para entrada de luz natural, e para possibilitar a relação interior com o exterior com vista para o jardim, por exemplo. Pesquisas mostram que o paisagismo pode ajudar na redução do estresse.

Percebe-se que os resultados estão relacionados tanto à humanização, quanto à sustentabilidade, quando demonstra a percepção dos alunos alinhada a soluções sustentáveis, determinadas pelas certificações como aplicação de estratégias que prezam pelo uso dos recursos naturais como iluminação e visibilidade para a pai-

sagem, além de proporcionar maior equilíbrio no uso da energia artificial, no sentido de que é prejudicial para o desenvolvimento do recém-nascido.

A última sugestão de caráter ambiental foi a humanização do ambiente, tornando-o mais lúdico com a utilização de paletas de cores nas paredes e no mobiliário que possam influenciar positivamente no psicológico dos usuários de UTINs. Podem ser realizadas estratégias como proporcionar um ambiente silencioso, com pouca luminosidade, temperatura controlada, rígido controle asséptico e intervenções terapêuticas que respeitem o momento do sono. Recomenda-se utilizar interruptores específicos para regulação da luminosidade, com lâmpadas apropriadas e iluminação individualizada, de modo que atenda às necessidades do momento de cada RNs. Para controlar os ruídos, que já são excessivos em decorrência dos equipamentos, é importante promover horários de silêncio, diminuir o tom de voz, utilizar o mobiliário sem estrondo, manusear a incubadora com cuidado e delicadeza e fazer manutenção constante dos equipamentos para que ruídos desnecessários sejam evitados. Percebe-se aqui, a importância de que o espaço proporcione bem-estar ao paciente, influenciando na saúde e melhorando o conforto ambiental.

Dentre as soluções comportamentais foram sugeridas técnicas de musicoterapia e de uso da rede para os bebês. Outra sugestão foi o uso, junto aos bebês, de polvos feitos de tricô, cujos tentáculos apresentam formato semelhante ao cordão umbilical, passando a sensação calmante de estar dentro do útero.

Foi apresentado como uma possível solução de caráter sonoro: a implementação de caixas de som que iriam reproduzir gravações com as vozes dos familiares para acalmar os bebês e diminuir a sensação de solidão. Outra idéia potencialmente redutora do estresse dos pacientes e familiares foi a prática do contato entre a pele da mãe com o bebê, contribuindo para diminuição da solidão e produção de hormônios que favorecem a busca do recém-nascido pela mama.

As soluções coletadas foram sistematizadas e são apresentadas nos Gráficos 1 e 2 abaixo:



Gráfico 1. Soluções ambientais citadas.



Gráfico 2. Soluções comportamentais citadas.

Percebe-se que as demandas de um hospital faceiam as da sustentabilidade e o quanto as soluções para a melhoria de um, perpassam pelos objetivos desta. Considerar a experiência e o bem-estar do usuário, cuidar da saúde da população e considerar os custos e a produtividade estão entre os objetivos dos hospitais e se aplicam, respectivamente, aos pilares da sustentabilidade, que se encontram na esfera social, ambiental e econômica.

Dentre os resultados expostos na oficina encontramos soluções que interferem positivamente na sensação de segurança, conforto e tranquilidade dos usuários, gerando bem-estar e diminuindo fatores negativos estressores e também econômicos, englobando simultaneamente as três esferas: saúde da população, experiência com o cuidado e custos per capita, que podem ser ampliados com a aplicação de ferramentas de qualidade e certificação ambiental para ambientes de saúde eficientes, sustentáveis e saudáveis.

7. CONCLUSÕES

Com base na literatura analisada, discutiu-se como as condições do ambiente em UTIN podem afetar a saúde física e emocional dos pacientes, acompanhantes e profissionais, assim como os caminhos para criação de ambientes restauradores e sustentáveis. Compreendeu-se com mais clareza, a importância de se considerar os aspectos ambientais e de qualidade de vida nesses ambientes hospitalares. Quando os edifícios de saúde se alinham ainda aos princípios do desenvolvimento sustentável, eles podem contribuir para a saúde e o bem-estar das pessoas, além de garantir a qualidade, eficiência, sustentabilidade e segurança dos espaços. Para acompanhar e controlar as ações de sustentabilidade na arquitetura, as certificações ambientais se apresentam como ferramentas úteis, através da aplicação de indicadores e da medição das decisões projetuais. O equilíbrio entre os aspectos ambientais, sociais e econômicos são considerados igualmente importantes. Ao humanizar os espaços através de estratégias relacionadas à sustentabilidade, além de usar elementos que criam maior proximidade com o ambiente natural, é possível promover a restauração, reduzir o estresse e aumentar a sensação de bem-estar.

A expectativa da atividade foi trazer sensibilização sobre ambientes estressores, restauradores e humanização em ambiente hospitalar. Através de uma oficina para

refletir e avaliar a relação pessoa-ambiente em UTIN, buscou-se estratégias sustentáveis que contribuam com a promoção da restauração e bem-estar no referido ambiente. Identificou-se os fatores estressores com base na referência bibliográfica e estratégias para amenizar o estresse vivenciado pelos usuários através do relato de uma enfermeira. Os objetivos foram alcançados na medida em que os alunos compreenderam os conceitos referentes ao ambiente estressor e restaurador, identificaram as problemáticas, geraram reflexões sobre a relação com a sustentabilidade e demonstraram possíveis soluções de restauração e humanização através de imagens apresentadas no painel conceito. Espera-se que a atividade incentive novas pesquisas sobre o tema para que os estudos possam ser positivos para o desenvolvimento de projetos nessa área.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, S. Ambientes restauradores. (2011). In: Sylvia, Cavalcante; Elali, Gleice A. (org.). Temas básicos em psicologia ambiental. Petrópolis: Vozes. p. 44-52.
- Brasil. (2010). *Ambiência*. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde.
- _____. *Atenção à saúde do recém-nascido: guia para os profissionais de saúde*. (2012). Brasília: Ministério da Saúde.
- _____. Ministério da Saúde. (2012). Gabinete do Ministro. Portaria nº 930, de 10 de maio de 2012. Brasília.
- _____. (2018). *Orientações para elaboração de projetos arquitetônicos Rede Ce-gonha: ambientes de atenção ao parto e nascimento*. Brasília: Ministério da Saúde.
- _____. (2013). *Política Nacional de Humanização*. 1. ed. Brasília.
- Cheregatti, A. L.; Amorim, C. P. *Enfermagem em Unidade de Terapia Intensiva*. (2010). São Paulo: Martinari. p. 17 - 23.
- Filho, C.; Silveira, M.; Silva, J. (2019). *Estratégias do enfermeiro intensivista neonatal frente à humanização do cuidado*. Salvador: Cuidarte Enfermagem.
- Fiocruz (org.). (2021). *Principais Questões sobre Ambiência em Unidades Neonatais*. Elaborada pelo Instituto Nacional de Saúde da Mulher, da Criança e do Adolescente Fernandes Figueira.
- Freitas, B.; Alves, M.; Gaiva, M. (2020). Prevention and control measures for neonatal COVID-19 infection: a scoping review. *Rev. Bras. Enferm.* Brasília, v. 73, supl. 2, e20200467.
- GBC Brasil. (2015). *Certificação WELL, uma abordagem holística sobre elementos do ambiente construído*. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao-well-uma-abordagem-holistica-sobre-elementos-do-ambiente-construido>.
- GBC Brasil. (2021). *LEED para novas construções*. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed/tipologia-bdc>.
- Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. New York: Cambridge University Press.

- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), p. 169-182.
- Mezzomo, A. (2002). *Humanização Hospitalar*. Fortaleza: Realce Editora.
- Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS). (2020). *Folha informativa – COVID-19 (doença causada pelo novo coronavírus)*.
- Silva, L.; ELY, V. (2018). *Métodos para o Estudo do Sistema Humano x Ambiente em Enfermaria de Hospital Psiquiátrico*. Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Silveira, B. (2017). *Estresse e restauração: aspectos físicos e psicológicos de um hospital de custódia (Mestrado em Psicologia)*. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Silveira, B.; Felipe, M. Organizadoras. (2019). *Ambientes Restauradores: Conceitos e pesquisas em contextos de saúde*. Florianópolis, UFSC.
- Tognollo, B. U., R.; Rodrigues, B.; Patricio Rissi, G.; Segantini, F., L.; Shibukawa, B.; De Lima, M.; Higarashi, I. (2020). Fatores estressores em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal: percepções familiares. *Revista Enfermagem Atual In Derme*, v. 93, n. 31.
- Ulrich, R. S. (1984). Viewthrough a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), p. 420-421.
- Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of environmental psychology*, 11(3), p. 201-230.

ARTIGO

DESIGN BIOFÍLICO: ESTUDO QUALITATIVO SOBRE O IMPACTO DA PALETA DE CORES NO MEIO CORPORATIVO A PARTIR DO MODELO SENS|ORG|INT

SIMZEM DE MORAES, Thalya
(tha-lya@hotmail.com)

Centro Universitário Unigran Capital (Unigran Capital), Brasil

RAMOS, Renata Benedetti Mello Nagy
(renata.amos@unigran.br)

Centro Universitário Unigran Capital (Unigran Capital), Brasil

GODOI e SILVA, Kátia Alexandra
(katia.godoi@unigran.br)

Centro Universitário Unigran Capital (Unigran Capital), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Biofilia, cores, espaços corporativos

RESUMO

Os impactos resultantes do crescimento urbano nas cidades, abrangem tanto os aspectos físicos do ambiente construído como as questões sociais, econômicas, culturais e a qualidade de vida das pessoas. As condições vividas nas cidades revelam uma maior imersão ao ambiente construído e um afastamento do meio natural. Ao entender que as cores podem causar impressões e sensações, ou mesmo auxiliar positiva ou negativamente no comportamento humano, esta pesquisa tem como objetivo, o estudo da paleta cromática biofílica levantado diretamente por Browning;Cooper (2017) nos ambientes corporativos, uma vez que estes locais exigem longa permanência dos usuários, o que torna a temática relevante e atual. Através de uma revisão de literatura e da abordagem qualitativa, houve a busca por autores, artigos e estudos de campo feitos por terceiros, na qual se tem como ênfase os autores Browning; Cooper (2017) e Paula Csillag (2011), dentre dezesseis trabalhos utilizados. Para análise dos trabalhos selecionados, utilizou-se como parâmetro, o modelo SENS | ORG | INT de percepção visual de Paula Csillag (2011). Buscou-se identificar nos trabalhos analisados, as relações da paleta cromática biofílica e as suas influências quanto aos fatores de atenção, organização de emoções, elementos conceituais, simbólicos e códigos comunicacionais. Os resultados do estudo indicam que o espaço afeta diretamente na decisão de trabalhar em uma companhia, e também nos níveis de estresse e produtividade, motivação, inspiração, felicidade, criatividade e entusiasmo. Ambientes que possuem essa relação com a biofilia e sua paleta cromática (relação indireta), podem trazer impactos positivos para os usuários nos aspectos citados e conseqüentemente para a própria empresa, dentro de um contexto cultural e pessoal. Respeitando tais aspectos fisiológicos e culturais, cria-se um ambiente de trabalho ergonomicamente apropriado para os trabalhadores, que vai ao encontro com o direito assegurado aos mesmos pela Constituição Federal (BRASIL, 1988).

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo estudar o impacto da paleta de cores biofílicas inseridas no meio corporativo a partir do modelo SENS | ORG | INT. O principal intuito é compreender como as cores podem impactar os usuários inseridos em tal ambiente, a fim de entender como as ondas cromáticas beneficiam ou prejudicam os trabalhadores. Para tanto, utilizou-se o estudo de Csillag (2011), cujo modelo associa campos interdisciplinares (psicologia, neurologia, design e artes) e de Wilson; Kellert (1993), para os estudos da biofilia (afinidade inata de se relacionar com a natureza em outras formas de vida). Para a revisão de literatura, houve a necessidade de estudar isoladamente bibliografias relacionadas à arquitetura, à neurociência, à biofilia, à psicologia, às artes e ao design, visto que foi notória a falta de um estudo que relacionasse o estudo das cores com a biofilia, sendo encontrado apenas um trabalho descrito por Browning; Cooper (2017). Para isso, foi necessário fazer o uso das palavras isoladamente, ora em português, ora em inglês: biofilia, *biophilia*, design biofílico, *biophilic design*, percepção visual + cores, e *visual perception + colors*. Assim, a presente pesquisa tem como objetivo estudar as respostas neurológicas humanas mediante a um ambiente contextualizado a uma paleta de cores biofílicas e o impacto nos usuários dentro do meio corporativo a partir do modelo SENS|ORG|INT.

2. MÉTODO

A presente pesquisa, de caráter exploratório, buscou através da pesquisa bibliográfica identificar na literatura os termos como biofilia, trabalhos que tratam do uso das cores em ambientes corporativos. Para o levantamento de trabalhos que tratam da temática, foram realizadas buscas no Google Acadêmico no mês de março de 2021. Foi utilizado o descritor "design biofílico e as cores no meio corporativo". A partir da leitura dos trabalhos identificados, dos 36 resultados, foram selecionados 16 trabalhos. Estes foram selecionados a partir da relevância do tema mediante a pesquisa abordada. Desses, se destacam dois, sendo da autora Csillag (2011) e dos autores Browning; Cooper (2017). Os trabalhos selecionados, foram analisados a partir do modelo SENS|ORG|INT de Csillag (2011) cuja compreensão da percepção visual para a prática em design e comunicação visual baseia-se no estudo científico da percepção. A variável SENS, está relacionada com o caminho da luz nos órgãos receptores visuais (os olhos) antes dela ser processada neuronalmente pela retina. A variável ORG está relacionada com os fenômenos da percepção visual e os fenômenos organizativos das imagens no cérebro. Já a variável INT é a fase da percepção, recebendo interferências de motivação, emoção, personalidade, cultura, conhecimento, entre outros fatores. Esse aspecto da percepção propicia variações e interpretações pessoais das imagens que cada um elabora a partir de seu próprio repertório. O referido modelo criado pela autora, foi premiado *Book of Selected Readings* da *International Visual Literacy Association* (CSILLAG, 2008), com o Prêmio *Editor's Choice Award*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ABSTRAÇÃO DO TERMO BIOFILIA

De acordo com a monografia “*Biofilia: O clima como experiência artística*” do autor Hector Hernandez (2016), o conceito de biofilia foi definido por dois pontos de vista: o da psicologia e o da biologia. Na obra desenvolvida por Wilson; Kellert (1993), intitulada “*A hipótese da biofilia*”, os autores discutem que o mesmo é definido pela afinidade inata de se relacionar com a natureza e outras formas de vida.

Em países subdesenvolvidos, principalmente, como o Brasil, os espaços urbanos têm implicado no comprometimento dos sistemas do corpo humano, além de afetar em problemas psicológicos. Diante deste cenário, é muito comum perceber que as pessoas buscam por refúgios naturais em seu lazer. Tal prática pode estar associada à biofilia, que é a busca pelo bem-estar físico e psicológico através da natureza Gardner; Stern (2002) citados por Andrade; Pinto (2017). Diante de tal hipótese, Gardner; Stern (2002) defendem que a disposição genética do ser humano contemporâneo, *Homo sapiens*, é muito similar aos de seus ancestrais. Cabe ainda discutir que os estudiosos da psicologia ambiental perceberam que a maioria da população que vive em espaços urbanos buscam pelo contato com o natural. Diante deste comportamento, foi possível notar uma função adaptativa na qual estar em contato com a natureza produz sentimentos de bem-estar, e diminui os níveis de estresse e fadiga mental. Kaplan; Kaplan (1986), citado por Miranda (2019), denomina tal fenômeno de restauração psicológica, na qual Orians; Heerwagen (1992), também citados por Miranda (2019), explicam o mesmo, devido a herança evolutiva dos primórdios humanos.

Outrossim, Izar (2009), citado por Andrade e Pinto (2017), reafirma o que os autores citados anteriormente postularam, na qual o ambiente de adaptação evolutiva indica as condicionantes ambientais que permitiram uma maior evolução e crescimento de um grupo com características genéticas iguais, havendo dessa forma apenas uma evolução fenotípica, o que explica a mesma carga genética que a humanidade carrega comparado ao *Homo Sapiens*.

A fim de concretizar tais estudos, a pesquisa empírica realizada por Ulrich (1984) fortalece a hipótese da biofilia e como a mesma se relaciona às questões de saúde pública. Ulrich (1984) realizou estudos com pacientes dentários, pós-cirúrgicos em hospitais e pacientes de hospitais psiquiátricos. Para aqueles que tinham suas janelas voltadas à uma área verde, ou ainda foram direcionados a murais com tais estímulos, o estudo apontou uma melhora na recuperação, com menos dor, mais rapidez e ainda apresentaram menos ansiedade do que aqueles que não foram expostos a tais estímulos. Park; Mattson (2009) também realizaram uma experiência com resultado semelhante. (ANDRADE; PINTO, 2017)

No que tange ao funcionamento cognitivo, percebeu-se que ambientes naturais influenciam positivamente o desempenho em tarefas de memória de curto prazo e atenção. Essa conclusão pode ser feita diante do estudo realizado por Berman;

Jonides; Kaplan (2008), citados por Miranda (2019), na qual pessoas que estavam expostas aos ambientes naturais tiveram um desempenho maior nessas áreas cerebrais do que nas pessoas que estavam em ambientes construídos.

3.2 O ESTUDO DA PERCEPÇÃO VISUAL

De acordo com Wade; Swanston (2013), o que é chamado de percepção é a experiência que normalmente resulta dos estímulos dos sentidos provenientes do ambiente. Um dos primeiros estudiosos do assunto foram Hermann von Helmholtz, Gustav Theodor Fechner e Ernst Heinrich Weber. O estudo abordado por Csillag (2011) divide o estudo da percepção a partir de duas vertentes: da psicologia e da neurociência. No campo da psicologia, a história do estudo da percepção visual inicia-se no século XIX, em que interpretavam tal fenômeno como um processo passivo, na qual o córtex visual recebia os estímulos exteriores à retina e gerava uma imagem idêntica à mesma. Entretanto, a partir de novos estudos, a psicologia moderna entende tal processamento como uma ação ativa que envolve uma série de acontecimentos, tal como a busca por informações correspondentes, a diferenciação de aspectos essenciais de uma imagem, a comparação destes aspectos entre si, a formulação de hipóteses apropriadas e a comparação destas hipóteses com os dados originais (BRUNER, 1957; LEONTIEV, 1959; LURIA, 1981; VYGOTSKY, 1956; 1960; ZAPOROZHETS, 1967; 1968) citados por (CSILLAG, 2011).

Csillag (2011) traz em seu artigo alguns autores que tratam sobre os conceitos de percepção e sensação, de acordo com a psicologia. A psicologia já havia descoberto que o cérebro tinha uma parte específica responsável pelo processamento dos estímulos captados pelo olho correspondente ao córtex visual, contudo, no que diz respeito ao campo da neurociência, Hubel; Wiesel (1963), citados por Csillag (2011), foram responsáveis pela descoberta de neurônios especializados por informações captadas pelos olhos, estes que fazem o primeiro estágio da análise visual ocorrer no córtex visual. Zeki (2000), citado por Maracia (2020), ainda traz que o córtex visual é dividido em cinco partes, sendo elas: V1, V2, V3, V4 e V5, na qual o córtex visual V1 é também chamado de córtex visual primário ou córtex estriado e o restante são classificados como córtex extraestriado. No que tange à percepção da cor, notou-se a presença de células especializadas nesta função, na área V4. E, a partir de uma cadeia de sinalização occipital entre V1, V2, V3, V4 e V5, surgem sinais de saída, como, por exemplo, para as áreas motoras. (CSILLAG, 2011).

3.3 A PERCEPÇÃO VISUAL MEDIANTE ESTÍMULOS CROMÁTICOS

Para este estudo, teve-se como base a obra de Guimarães (2000) e a bibliografia adotada pelo mesmo, visto que traz o estudo de modo completo e sólido. Assim sendo, o autor aborda que a informação cromática passa basicamente por três processos: recepção, percepção e interpretação. Esta compreensão se dá pela captação da imagem pelos dois olhos, na qual a distância entre os mesmos permite que cada olho possua um ponto de vista diferente. Assim sendo, objetos mais próximos

aos olhos, são projetados para as áreas mais externas (temporais) da retina de cada olho, e objetos mais distantes se projetam nas áreas mais centrais de cada retina. Isso diz muito respeito à captação de informação cromática, visto que determinadas cores são melhor interpretadas ora pela periferia ora pela região central da retina, o que significa que as células sensíveis a cada cor são distribuídas em determinadas áreas da retina.

Conseqüentemente, quanto menos luminoso o ambiente, mais esforço, e quanto mais luminoso o ambiente, menos esforço ocular. Esse tipo de informação é muito relevante quanto ao estudo das cores. Dentre as cores primárias e secundárias, o amarelo é a cor com mais luminosidade, e o violeta com menos luminosidade. Assim sendo, a cor amarela é a cor que mais contribui para a fixação da informação na memória humana, pois exige do receptor mais atenção.

Para Guyton; Ésberard (1993) a cor é percebida inicialmente a partir de seus contrastes, e posteriormente seus detalhes são decodificados a partir de processamentos cerebrais em paralelo às diversas localizações cerebrais. Nesse sentido, Guimarães (2000) traz ainda que a cor é determinada pelos códigos primários e organizada sob os códigos secundários. Contudo, apesar desta ordem, o autor ainda traz reflexões de como esses códigos interferiam um ao outro mutuamente.

3.4 O MODELO SENS|ORG|INT

Conforme Csillag (2011), o modelo SENS|ORG|INT foi elaborado de maneira a propiciar a compreensão da percepção visual para a prática em design e comunicação visual, baseado no estudo científico da percepção. O maior intuito desse estudo é compreender a percepção visual mediante um aspecto macro, indo além dos conceitos do design e linguagem visual, visto que a percepção pode ser cultural, aprendida ou interpretada pelo observador. Para tanto, Csillag divide seu modelo em três fases: SENS, ORG e INT (figura 1). A variável SENS se relaciona à percepção visual que ocorre apenas no olho. Se dá através de como o órgão capta tais informações visuais antes de ser processado pela retina. A variável ORG tem relação aos processos neuronais, na qual têm início na retina e vai até o processamento ao córtex visual primário, na área V1 do córtex estriado.

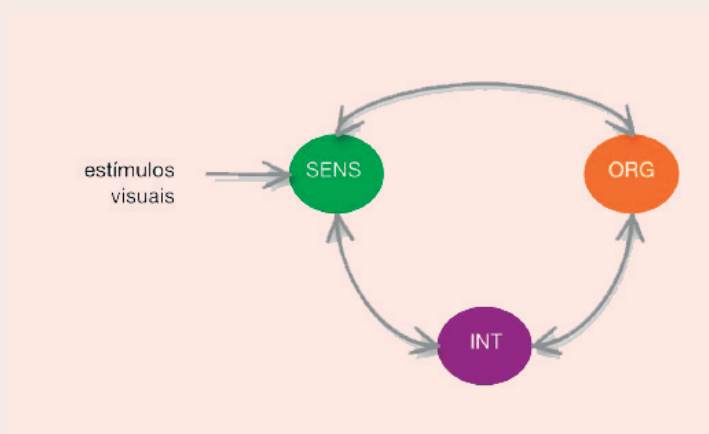


Figura 1. Diagrama do Modelo SENS | ORG | INT elaborado pela autora Paula Csillag (2011).

Este processo pode ser encontrado na literatura, como as leis de Gestalt. E por fim, a variável INT, que é o processamento mais interno do nosso cérebro, que envolve aspectos como emoção, cultura, personalidade, conhecimento, dentre outros. A partir deste último, formam-se variadas percepções, mediante tais variações.

Csillag (2011) enfatiza em seu estudo a importância dos fenômenos relacionados à variável ORG para a compreensão da comunicação visual, visto que a variável INT é determinada pela variedade de possibilidades que os fenômenos ORG podem ocasionar.

Popper; Eccles (1991) afirmam que o caminho das informações das cores são percorridos pelos impulsos visuais das áreas visuais secundárias, vai para o sistema límbico e deste vai para o córtex, recebendo seu estado emocional, sendo então modificada ou interferida por emoções e sentimentos, que pode ser interpretado como a variável INT do modelo proposto por Csillag (2015).

3.5 O AMBIENTE DE TRABALHO

A Organização Mundial da Saúde – OMS, afirma que o Brasil é o país com a maior taxa de pessoas com transtornos de ansiedade comparada com o mundo inteiro, e ainda o quinto em casos de depressão, sendo os valores em porcentagem 9,3% e 5,8% respectivamente, dentro da população brasileira. Ainda, segundo pesquisa a Isma-BR (representante da *International Stress Management Association*), 72% dos brasileiros que estão no mercado de trabalho sofrem alguma sequela ocasionada pelo estresse. Dentre estes, 32% sofrem Síndrome de Burnout, e 92% destas continuariam trabalhando com a síndrome.

Além disso, segundo dados da Forbes (2015), a média semanal trabalhada entre os cidadãos brasileiros é de 43,5 horas, sendo em média 8,7 horas por dia, uma média maior que países como Dinamarca, Estados Unidos e França. Ainda, segundo a revista Exame (2020), com a pandemia do novo coronavírus (COVID-19), a jornada de trabalho tem aumentado em torno de 3 horas, sendo este um dado preocupante, visto que o excesso de trabalho pode desencadear transtornos mentais, dores de cabeça e musculares, problemas de pele. (R7, 2014)

O ambiente físico é capaz de influenciar o comportamento humano, de acordo como Kaplan; Kaplan (1989), citado por Miranda (2019), a visão de uma imagem natural relaxa a mente humana diante de um mundo moderno que causa exaustão mental. Este indicativo se dá mediante a liberação de dopamina em um nível mais elevado em comparação com a visualização de imagens sem miragens naturais. (BROWNING; COOPER, 2014)

A fim de buscar informações quanto ao relacionamento das pessoas com o ambiente de trabalho, Browning; Cooper (2014) fizeram um levantamento de dados em ambientes corporativos em 16 países, sendo o Brasil um dos países estudados. Segundo a pesquisa, 33% dos entrevistados disseram que o design do ambiente de trabalho afetaria a sua decisão de trabalhar em tal companhia. Além disso, a pesquisa levanta que elementos que representam o mundo natural, assim como plantas internas e cores que remetem ao natural, como tons de azuis, verdes e

marrons, estão entre os cinco elementos mais requisitados. Foi ainda levantado e comprovado que os usos de cores acinzentadas em ambientes corporativos acabam impactando negativamente essas pessoas, e aumentando o nível de estresse nas mesmas, segundo Browning; Cooper (2014). Outro fator muito relevante para uma construção de um ambiente corporativo saudável é a relação entre o empregado e o empregador. Essa relação pode ser firmada a partir da concepção de um ambiente especialmente para os funcionários, reafirmando a percepção de valor, pertencimento e apoio, que conseqüentemente afetam o bem-estar dos mesmos (BROWNING; COOPER, 2014).

Ademais, um estudo realizado pela *Foresight Program* sobre capital mental e bem-estar, mostrou que o presenteísmo que se dá pelo ato de trabalhar em momentos de enfermidades ou de baixa produtividade custa em média 1 bilhão anualmente para os negócios no Reino Unido. Já nos Estados Unidos, o valor se dá em 200 bilhões de dólares. Tais dados demonstram que lidar com o presenteísmo diante de boas condições ambientais no trabalho pode impactar positivamente os usuários e também em números. (BROWNING; COOPER, 2014)

3.6 APLICAÇÃO DOS ESTUDOS NOS AMBIENTES CORPORATIVOS

Guimarães (2000) trata a composição cromática como uma experiência visual dinâmica. Para o autor, as cores possuem características de peso, distância e movimento e quando combinadas a um contexto proporcional e locacional, constroem uma informação complexa que provoca uma reação no usuário. Ainda segundo o autor, a transmissão da informação cromática por si só não constitui um signo, sendo necessário primeiramente que a visão a receba e a percepção humana a interprete. Contudo, conforme Browning e Cooper (2014), a percepção e interpretação da cor se dá pelo instinto natural da adaptação do homem ao meio natural que auxiliavam na localização de alimentos e água. Sendo assim, é fato que as respostas cerebrais às cores, muitas vezes se dão pelo significado cultural, entretanto, as cores também estão interligadas a signos universais mais profundos, gerando respostas fisiológicas e psicológicas semelhantes no todo.

Ainda, conforme Farina (1982), a influência cromática no ser humano também se dá pelo ambiente climatológico que se vivencia, ou seja, uma pessoa que mora no nordeste brasileiro será mais inclinada a cores mais luminosas e vibrantes, e uma pessoa que mora na região sul do Brasil será mais inclinada a cores mais frias e sóbrias. Conclui-se mediante isto que a cor tem o poder de atingir as pessoas no que se refere principalmente às suas raízes. Em uma experiência realizada por Lüscher (1982), ficou comprovado o estímulo nervoso pela cor vermelha, responsável pela elevação da pressão arterial e aceleração do ritmo cardíaco. Já a cor azul, produz o efeito contrário, diminuindo o ritmo cardíaco e também a respiração. Diante de tal experimento, conclui-se que o vermelho puro atua no ramo simpático do sistema neurovegetativo e o azul puro, atua através do ramo parassimpático do sistema neurovegetativo.

Para Browning e Cooper (2017), as cores estão ligadas a resultados específicos. Verdes escuros a médios podem diminuir a frequência cardíaca e a pressão sanguínea, para aliviar o estresse. Já a cor laranja com tonalidades verde amarelada ou acastanhado que são normalmente encontradas em vegetação moribunda são tonalidades menos desejadas. Ademais, a cor vermelha induz o envolvimento mental para tarefas mais intensas que necessitam de atenção. Já tonalidades azuis e esverdeadas, de modo geral induzem o cérebro a tarefas mais criativas. Ademais, Bencke (2017) afirma que as cores podem ser uma ferramenta estratégica no que tange a produtividade e maior desempenho profissional. De modo generalizado, para ambientes de concentração o recomendado é investir em tons azuis e esverdeados que "ativam a região do córtex pré-frontal, acalmam a mente, reduzindo a pressão arterial, aumentando a consciência e nos dando mais clareza mental para nossas atividades". (BENCKE, 2017).

A amarelo ativa a sensação de felicidade e otimismo, é uma cor enérgica. Fisiologicamente, "o sistema de recompensa do nosso cérebro é diretamente ativado, estimulando o complexo nervoso e transformando o pessimismo em otimismo." (BENCKE, 2017). Já o vermelho é uma cor que se deve ter cautela, visto que mediante a percepção dessa onda cromática, ativa-se a região da amígdala no cérebro que está diretamente relacionada com o comportamento primitivo de luta, fuga e situações de perigo. Quando essa região é ativada, o corpo responde com a elevação da pressão arterial, o que atrapalha a produtividade laboral. (BENCKE, 2017). Mediante o estudo levantado, nota-se que as cores conseguem influenciar diretamente no comportamento e bem-estar dos usuários, e indiretamente na melhoria da empresa trabalhada. Dessa forma, através dos autores identificados na pesquisa, traçou-se como as cores respondem fisiologicamente e fisicamente no corpo humano. Como resultado, pontuou-se em quais ambientes essas cores podem contribuir positivamente para obter-se o objetivo esperado. Desta forma, a tabela 1 apresenta as relações entre as respostas fisiológicas, corporais, dos ambientes da natureza e dos ambientes construídos das cores azul, verde (escuro a médio, amarelado), amarelo, verde, marrom.

SESSÃO 4
EDIFICAÇÕES
SUSTENTÁVEIS:
QUALIDADE,
CICLO DE VIDA
E PROJETO

CORES	AUTOR	RESPOSTAS FISIOLÓGICAS	RESPOSTAS NO CORPO	AMBIENTES DA NATUREZA	AMBIENTES
Azul	Lüshcer	Diminuição do ritmo cardíaco e da respiração	-	Céu, água	Sala de descompressão, sala de reuniões, salas para criação, estações corporativas
	Bencke	Ativação do córtex pré-frontal, redução da pressão arterial	Acalma a mente, aumenta a consciência e dá mais clareza mental		
	Browning e Cooper	-	Maior nível de produtividade, criatividade, entusiasmo e felicidade no ambiente de trabalho		
	Hatta et. al	-	Crescimento da criatividade		
	Mehta & Zhu	-	Crescimento da criatividade		
	Harkonen	Diminuição da frequência cardíaca	-		
Verde escuro a médio	Browning e Cooper	Diminuição da frequência cardíaca e pressão sanguínea	Maior nível de produtividade, criatividade, motivação, produtividade, entusiasmo, inspiração e felicidade no ambiente de trabalho	Indicativos de presença de água, e vegetação saudável	Sala de descompressão, sala de reuniões, salas para criação, estações corporativas
	Sadek Sayaki et. al	-	Relaxamento		
	Litchenfeld et. al	-	Criatividade		
	Bencke	Ativação do córtex pré-frontal, redução da pressão arterial	Acalma a mente, aumenta a consciência e dá mais clareza mental		
Verde amarelado	Sadek Sayaki et. al	-	Empolgação		Sala de descompressão, sala de reuniões, salas para criação, estações corporativas
	Browning e Cooper	Diminuição da frequência cardíaca e pressão sanguínea	Maior nível de produtividade, criatividade, motivação, produtividade, entusiasmo, inspiração e felicidade no ambiente de trabalho		
	Bencke	Ativação do córtex pré-frontal, redução da pressão arterial	Acalma a mente, aumenta a consciência e dá mais clareza mental		

Continua...

CORES	AUTOR	RESPOSTAS FISIOLÓGICAS	RESPOSTAS NO CORPO	AMBIENTES DA NATUREZA	AMBIENTES
Amarelo	Browning e Cooper	-	Criatividade, produtividade e inspiração	-	Sala de reuniões, salas para criação, recepção, estações corporativas
	Bencke	Sistema de recompensa ativado no cérebro, estimulando o complexo nervoso	Felicidade e otimismo		
Vermelho	Browning e Cooper	-	Envolvimento mental e atenção	-	Salas de criação
	Sadek Sayaki et. al	-	Concentração alta		
	Hatta et. al	-	Crescimento da performance em tarefas que requerem foco cognitivo		
	Mehta & Zhu	-	Crescimento da performance em tarefas que requerem foco cognitivo		
	Harkonen	-	Aumento da resposta galvânica e da frequência cardíaca		
	Bencke	Região da amígdala no cérebro; Aumento da pressão arterial	Comportamento primitivo de fuga e luta. Atrapalha a produtividade laboral		
Marrom	Browning e Cooper	-	Felicidade no ambiente de trabalho	-	Qualquer ambiente

Tabela 1. Aplicação dos estudos nos ambientes corporativos

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa buscou relacionar como as respostas neurológicas e psicológicas do ser humano respondem a um ambiente corporativo contextualizado dentro de uma paleta de cores biofílicas, a partir do modelo SENS | ORG | INT, desenvolvido por Csillag (2011). Essa busca relacionou a transdisciplinaridade entre as áreas biológicas, humanas, artes e design, o que norteou o desenvolvimento deste trabalho. Ao longo da pesquisa, notou-se a carência por materiais que relacionem tais disciplinas, sendo necessária a busca de acervos isoladamente, para que se pontue o necessário e relacione tal contextualização. Além disso, percebe-se um maior volume de pesquisas no âmbito internacional, visto que foi de suma importância a busca por palavras-chaves em línguas inglesa e espanhola.

Quanto aos objetivos, o primeiro, conceituar o que é biofilia e sua paleta cromática, foi alcançado, sendo encontradas bibliografias sólidas sobre o assunto, principalmente estrangeiras. No que se refere à percepção visual, foi de fácil acesso trabalhos que relatem sobre o assunto, assim como sua relação com as informações cromáticas. No que tange assuntos referentes aos ambientes de trabalho, notou-se uma certa dificuldade no acesso das mesmas, visto que muitos relacionam as atividades em si com eventuais problemas, e pouco se aborda sobre a questão do ambiente corporativo com os usuários. De modo geral, notou-se então que as cores são capazes de influenciar no comportamento do ser humano, mediante às suas percepções do espaço, estes que têm relações genéticas, físicas e culturais, já discutido por Paula Csillag (2011) e confirmado por outros autores colocados em pauta nesta pesquisa. Assim sendo, mediante a conexão do homem com a natureza por sua indissociabilidade, fazer o uso destas cores presentes no âmbito natural podem trazer gatilhos que impactarão no usuário do ambiente, seja ela positiva ou negativa.

A partir deste estudo, é inegável que a incorporação desta paleta pode ser uma grande aliada de empresas, quando contextualizadas com a tarefa a ser executada dentro de cada espaço. Desta forma, deve-se dividir os tipos de ambientes por atividades, como descompressão, criação, concentração, dentre outros, a fim de relacionar a paleta de cores a ser utilizada no espaço, de forma a criar uma ferramenta a mais para a contribuição do funcionário com a empresa em questão.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, R. M.; Pinto, Rogério Lafayette (2017). Estímulos naturais e a saúde humana: A hipótese da biofilia em debate. Portal de Publicações Eletrônicas da UERJ. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/34272/24292>

Bencke, P. (2017). Como colorir os ambientes de trabalho? Qualidade Corporativa. Disponível em: <http://www.qualidadecorporativa.com.br/como-colorir-os-ambientes-de-trabalho/>

Bloomberg. (2020). Com coronavírus, jornada de trabalho em casa aumenta 3h. Você também? Exame. Disponível em: <https://exame.com/carreira/trabalhar-em-casa-na-era-coronavirus-jornada-extra-de-3-horas/>

Browning, B.; Cooper, S. C. (2014). Human Spaces: the Global Impact of Biophilic Design in the Workplace. Disponível em: https://greenplantsforgreenbuildings.org/wp-content/uploads/2015/08/HumanSpaces-Report-Biophilic-Global_Impact_Biophilic_Design.pdf

Bystrina, I. (2017). Tópicos da Semiótica da Cultura. São Paulo: CISC.

Csillag, P. (2015). Comunicação com Cores: uma abordagem científica

Hommerding, M. (2019). Análise do impacto de novas estratégias de projeto do bem-estar dos usuários de uma edificação corporativa: O caso da certificação

WELL e da neurociência aplicada à arquitetura. Especialização em Construção Civil. Universidade do Vale do Rio Sinos (UNISINOS). Porto Alegre, Brasil.

Farina, M. (1982). *Psicodinâmica das Cores em Comunicação*. 4ª Edição. São Paulo: Edgard Blucher.

Guimarães, L. (2000). *A Cor Como Informação: a construção biofísica, linguística e cultural da simbologia das cores*. 3ª Edição. São Paulo: Annablume, 2000.

Guyton, Arthur C.; Esbérard, Charles Alfred. (1993). *Neurociência básica: anatomia e fisiologia*. In: *Neurociência básica: anatomia e fisiologia*.

Hernández Rosas, Héctor. (2016). *Biofilia. O clima como experiência artística*. Faculdade de Bellas Artes, Seção Departamento de História da Arte III (Contemporâneo), Madrid. Disponível em: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/42096/>

Kellert, S. R.; Wilson, E. O. (1993). *The Biophilia Hypothesis*. Estados Unidos da America: Island Press.

Maracia, B. C. B. (2020). *A influência de estímulos visuais na modificação de padrões neurais do comportamento motor dançado: uma perspectiva neurofisiológica*. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Especialização em Neurociências. Belo Horizonte, Brasil.

Miranda, Martha P. S. (2019). *Una aproximación a la biofilia a través de estudios de asociación implícitas, explícitas y representaciones semânticas em estudiantes de biología y psicología*. Tese de Doutorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México.

Notícias R7. (2014). *Conheça as 4 doenças que podem ser causadas por excesso de trabalho*. Disponível em: <https://noticias.r7.com/saude/conheca-as-4-doencas-que-podem-ser-causadas-por-excesso-de-trabalho-06052014>

Popper, K.; Eccles, J. (1991). *O Eu e seu cérebro*. Campinas; Brasília: Papyrus; Editora da UnB.

ANAIS
IV EURO ELECS
2021

50



SESSÃO TEMÁTICA 5

CIDADES E SUSTENTABILIDADE: QUALIDADE E SAÚDE URBANAS



ARTIGO

AGRICULTURA URBANA NO BRASIL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS

MESQUITA, Alina

(alina_mesquita@hotmail.com)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Agricultura urbana e periurbana, sustentabilidade, resiliência urbana, sistemas alimentares locais

RESUMO

O artigo busca contribuir no debate sobre a questão ambiental nas cidades, discutindo através de uma perspectiva multidisciplinar, questões, conceitos, problemáticas e potencialidades acerca da agricultura urbana, aqui compreendida como uma infraestrutura essencial à reprodução da vida nas cidades. Apesar de muitas vezes ser visto como uma tendência recente, o cultivo agrícola está imbricado com a história das cidades e é praticado até hoje por diversas populações em diferentes cidades, em todas regiões do Brasil. Através de revisão de literatura, o artigo busca ilustrar a relação histórica da agricultura com as cidades e o processo de aprofundamento da divisão do trabalho entre o meio urbano e rural, que contribuiu para a exclusão dos espaços de cultivo nas cidades e a consolidação de um modelo de abastecimento alimentar que apresenta altos custos e índices de desperdícios. São explorados o caráter multifuncional, as potencialidades e benefícios da agricultura urbana nas dimensões social, ambiental e urbana. É traçado um panorama da agricultura urbana nas cidades brasileiras, apresentando características e impasses para consolidação dessa atividade. Por fim, são discutidos desafios, possibilidades e diretrizes para elaboração de políticas públicas com o objetivo de incorporação de espaços de cultivo agrícola nas cidades enquanto estratégia de resiliência urbana, sustentabilidade socioambiental, promoção da agroecologia e dos saberes locais e garantia de segurança alimentar e nutricional da população.

CIDADES E
SUSTENTABILIDADE:
QUALIDADE
E SAÚDE
URBANAS

1. INTRODUÇÃO

Apesar de ser um fator básico para a vida humana, a questão alimentar não é concebida como uma necessidade abordada pelo planejamento urbano para o pleno funcionamento das cidades. Como pontua o documento *Policy Guide on Community and Regional Food Planning* da American Planning Association (2007), “food is a sustaining and enduring necessity. Yet among the basic essentials for life — air, water, shelter, and food — only food has been absent over the years as a focus of serious professional planning interest.” (p.1).

Agricultura e cidade ocidental sustentaram uma relação simbiótica que se rompe apenas com a chegada da Revolução Industrial, que pressupunha a expansão acelerada e desordenada da cidade às custas de um espaço agrário considerado dispensável (ALONSO; CASADEVANTE, 2014). A expansão da urbanização e da industrialização, seguida do desenvolvimento da divisão do trabalho entre o meio urbano e rural, contribuiu para a dissociação entre os espaços de cultivo agrícola e a cidade. O aprofundamento da oposição entre o meio rural e urbano consolida a ideia de que a agricultura é uma atividade econômica exclusiva do meio rural, se contrapondo à cidade, que se constituiria apenas por ambientes construídos. O fornecimento de alimentos para a população urbana se torna então uma função típica do meio rural, desconectado das necessidades e demandas atendidas pelas teorias e práticas no campo do planejamento urbano, apesar de tratar-se de um aspecto essencial à reprodução da vida humana.

Segundo estimativa das Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (2008) em 2007 cerca de 923 milhões de pessoas sofriam de fome crônica, grande parte em decorrência do alto custo dos alimentos, sendo que dessas, 907 milhões estão em países em desenvolvimento. As populações mais afetadas pela insegurança alimentar são aquelas que vivem no meio urbano e dependem exclusivamente da compra de alimentos, precisando dispor de certa renda para se alimentar e estando mais vulneráveis às variações de preço dos alimentos. Para a ONU, a abordagem para o problema da insegurança alimentar envolve duas frentes: tornar o alimento mais acessível e auxiliar pequenos produtores, fomentando o desenvolvimento agrícola e rural das regiões.

À primeira vista, pode-se pensar que o alto custo dos alimentos se deve à escassez da oferta de produtos em relação a uma demanda das populações urbanas cada vez maior. Entretanto, há muito alimento que sequer chega ao consumidor, o desperdício de alimentos decorrentes do atual modelo de abastecimento alimentar possui níveis críticos. No Brasil, estima-se que 26 milhões de toneladas de alimentos são desperdiçados todos os anos, sendo que metade desse desperdício ocorre na fase de transporte e manuseio dos alimentos (BUENO, 2019). Entre as maiores perdas, destacam-se verduras e hortaliças, que são mais frágeis e perecíveis. Diminuir distâncias entre produtores e consumidores trata-se então de uma questão urgente para diminuir desperdícios e impactos ambientais.

São diversos os problemas que enfatizam a necessidade da incorporação de atividades produtivas típicas do meio rural, como o cultivo de alimentos, no espaço urbano. Além do problema da fome e do desperdício gerado pelo modelo agroindustrial que abastece os centros urbanos, as consequências geradas pela degrada-

ção ambiental das cidades levantam a necessidade de construir estratégias de sustentabilidade e resiliência urbana e ambiental. Atualmente, apesar dos inúmeros argumentos técnicos em favor da agricultura urbana, como as possibilidades de geração de renda, fomento da economia solidária, persistem os obstáculos relacionados à incorporação de espaços livres produtivos nas cidades. Uma das razões é a existência de uma visão de que essa atividade produz menos retorno financeiro do que poderia ser comercialmente desenvolvido no espaço urbano.

Segundo Mougeot (2000), a agricultura urbana se caracteriza por atividades localizadas dentro ou na periferia de um centro urbano, envolvendo o cultivo ou criação, processamento e distribuição de produtos alimentares e não alimentares, (re)utilizando em grande medida recursos humanos e materiais, produtos e serviços das cidades e, provendo recursos humanos e materiais, produtos e serviços à zona urbana. Ela é praticada em diferentes escalas e locais como quintais, terrenos ociosos, escolas e coberturas de edificações. Como salientam Santandreu e Lovo (2007), as atividades de agricultura urbana “devem pautar-se pelo respeito aos saberes e conhecimentos locais, pela promoção da equidade de gênero através do uso de tecnologias apropriadas e processos participativos promovendo a gestão urbana, social e ambiental das cidades, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população urbana e para a sustentabilidade das cidades” (p. 5), colaborando então para a sustentabilidade socioambiental do espaço urbano.

Recentemente, a temática da agricultura urbana adquire destaque em discussões acadêmicas, em políticas públicas e também na agenda de agências multilaterais de financiamento, principalmente por sua possibilidade de articulação e discussão de diversos temas relevantes. Entre esses temas, pode-se citar a questão ambiental nas cidades, a (in)segurança alimentar, o entrave do acesso à terra urbana e a segregação socioespacial (COUTINHO e COSTA, 2011). O cultivo agrícola inserido no espaço urbano também possibilita a revisão do paradigma campo-cidade, criando um cenário propício para geração de novos usos, práticas e relações no espaço urbano, favorecendo também reflexões sobre modos de produção, processamento e distribuição de alimentos locais e sustentáveis, como os local food systems.

2. CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Santandreu e Lovo (2007) definem a Agricultura Urbana e Periurbana (AUP) como um conceito multidimensional que inclui a produção, a transformação e a prestação de serviços, de forma segura, para gerar produtos agrícolas e pecuários voltados ao auto consumo, trocas e doações ou comercialização, (re) aproveitando-se, de forma eficiente e sustentável, recursos e insumos locais, como solo, água, mão-de-obra e saberes. Essas atividades podem estar localizadas nos espaços intra-urbanos, urbanos ou periurbanos, sendo vinculadas às dinâmicas urbanas e articuladas com a gestão territorial e ambiental das cidades (ibid).

Mougeot (2000) aponta seis determinantes utilizados para a definição da agricultura urbana: atividade econômica (consiste na fase produtiva da agricultura, processamento e sua comercialização), localização (elemento mais citado nas definições da agricultura urbana, e o que apresenta maior conflito conceitual, pois não

um consenso sobre os critérios de classificação do espaço intra-urbano e periurbano), tipos de área (relativo a características do local e do entorno, posse do terreno), sistema e escala de produção (comunitária, familiar, de pequenas ou médias empresas), tipos de produto (grãos, hortaliças, ervas aromáticas e medicinais, animais, etc), e por último, a destinação dos produtos (autoconsumo, comércio, etc). Apesar desses elementos auxiliarem na construção de um conceito para a agricultura urbana, com exceção da localização, nenhum deles é suficiente para diferenciar a agricultura urbana da agricultura rural e, portanto, justificar políticas públicas e estudos específicos. Para Mougeot (2000), a especificidade da agricultura urbana está na sua integração e interação com o ecossistema urbano, sendo conectada ao tecido e à economia urbana.

Quanto à sua localização, a agricultura urbana pode ser realizada nos mais diversos locais dentro do perímetro urbano, e também no espaço periurbano, seja em terrenos privados ou públicos, em jardins, telhados, pátios, parques, escolas e creches, postos de saúde e hospitais, penitenciárias, margens de cursos d'água, faixas sob linhas de alta tensão, margens de avenidas, entre outros (TERRILE, 2006 *apud* SANTANDREU; LOVO, 2007).

Santandreu e Lovo (2007) ressaltam o conceito de multifuncionalidade que deve orientar a agricultura urbana no sentido de promover cidades produtivas e ecológicas, que respeitam a diversidade social e cultural e que promovem a segurança alimentar e nutricional. A agricultura urbana deve ser incluída num amplo quadro de políticas públicas que explorem suas múltiplas possibilidades em diversas áreas como educação, saúde, economia e políticas urbanas. As políticas e práticas de agricultura urbana devem estar direcionadas à inclusão e participação social, geração de renda dentro de uma economia popular e solidária, à justiça socioambiental e vinculadas com políticas de combate à fome e promoção da segurança alimentar e nutricional da população.

3. AGRICULTURA E CIDADE: UM BREVE PERCURSO HISTÓRICO

A agricultura urbana não é uma prática recente, apesar de ganhar evidência no debate acadêmico nos últimos anos. Espaço urbano e cultivo agrícola guardam relações próximas desde os primórdios das sociedades humanas como afirmam Boukharaeva et al. (2005, p. 4): “a agricultura urbana sempre existiu. As fontes histórico-literárias, teórico-políticas e filosóficas que descrevem a aparição das primeiras cidades, sua estrutura e seu funcionamento (...), como também os testemunhos da teoria da arquitetura (...), mostram uma estreita ligação entre o urbano e o rural”.

Segundo Morán e Aja (2011), essas relações remontam aos primeiros assentamentos sedentários humanos no período Neolítico, que surgem a partir do desenvolvimento da técnica agrícola. Nesse período, Bairoch (1985) explica que os agricultores formavam a maior parte dos habitantes das cidades pré-urbanas e o início da agricultura confunde-se com a formação das primeiras cidades (*apud* BOUKHARAEVA, CHIANCA e MARLOIE, 2007, p. 4).

Na África e na China, 40% a 50% da população era constituída de agricultores no início da urbanização desses continentes. Na Europa, durante a Idade Média, a maior parte das pequenas cidades previa espaços destinados ao cultivo de alimentos (BOUKHARAEVA, CHIANCA e MARLOIE, 2007). Posteriormente, na Revolução Industrial, a agricultura urbana se consolida como meio de subsistência no contexto de pobreza e fome enfrentadas por grande parte dos trabalhadores que migraram de áreas rurais às cidades. Como constatam Morán e Aja (2011, p. 2, tradução nossa), “paradoxalmente, para que a vida nos subúrbios da classe trabalhadora seja tolerável, é necessário incorporar um reduto da vida no campo: a possibilidade de cultivar alimentos para o autoconsumo”. Promovidas principalmente por igrejas e associações beneficentes, as hortas também possuíam um caráter político e religioso, pois através desses espaços se buscava controlar hábitos dos trabalhadores.

A partir do século XX, o fomento da agricultura nos espaços urbanos dá-se principalmente nos períodos de guerras nos países centrais. Nesse contexto, havia fortes dificuldades e inseguranças no transporte de alimentos, além de haver a necessidade de destinar embarcações e trens para o envio de mantimentos e armamentos às tropas, tornando essencial a formação de sistemas locais de abastecimento alimentar. A agricultura urbana é estimulada e impulsionada e passa a assumir diferentes caracteres políticos no contexto político-institucional de cada país. Na Alemanha, por exemplo, a agricultura urbana se torna um símbolo da ideologia nazista, permitida somente aos alemães de origem ariana. Já nos Estados Unidos, grupos de mulheres agricultoras incentivados pelo governo posteriormente terão grande influência nos movimentos sufragistas que culminaram no direito ao voto feminino.

Após a II Guerra Mundial, apesar da importância e amplitude das experiências de agricultura urbana na Europa e nos Estados Unidos, esse modelo não se consolida e o transporte de longa distância volta a ter um papel preponderante no abastecimento de alimentos das cidades. É somente a partir da década de 1970 que essas experiências revivem enquanto possibilidade de transformação do espaço diante de um contexto de degradação ambiental e urbana.

É durante essa década que a agricultura urbana surge como movimento político e social, principalmente através da jardinagem de guerrilha na cidade de Nova Iorque. Segundo Baudry (2011), é a convergência da falta de espaços verdes com a multiplicação de lotes ociosos em bairros onde as condições de vida se degradavam rapidamente que criou as condições para o desenvolvimento de projetos de apropriação ilegal do espaço. A jardinagem de guerrilha consistia no lançamento de bombas de sementes, conceito desenvolvido pela artista Liz Christy, em lotes vagos e abandonados como forma de protesto.

Mais recentemente, verificou-se que as práticas de agricultura urbana, em sua maioria, ocorrem como práticas espontâneas da população, ou como práticas financiadas por organizações da sociedade civil e agências multilaterais, e em menor intensidade, fomentadas por políticas públicas. Constata-se que o fomento da agricultura nas cidades tem como principais objetivos a promoção do desenvolvimento local, integração social, melhoria dos hábitos alimentares, educação ambiental e melhoria da qualidade do ambiente urbano.

4. POTENCIALIDADES DA AGRICULTURA URBANA

Alguns problemas enfrentados atualmente enfatizam a necessidade de se pensar sobre a temática da agricultura urbana, como por exemplo: a degradação ambiental, a falta de áreas verdes, a fragilidade e os custos do sistema de produção e distribuição de alimentos para as cidades, a exclusão social, os espaços residuais subutilizados. Além disso, por ser uma prática com pouca ou nenhuma regulamentação nem acompanhamento técnico, apresenta diversos riscos como a contaminação do meio ambiente e dos alimentos, ao se utilizar indevidamente produtos químicos ou águas contaminadas para irrigação.

Do ponto de vista da sustentabilidade ambiental e urbana, a agricultura urbana gera inúmeros benefícios, como maior permeabilidade do solo, conservação e geração de biodiversidade e melhora do microclima. Pode ser associada à infraestrutura verde, constituindo paisagens produtivas que, com a gestão de águas pluviais, também constitui uma importante possibilidade projetual para reduzir o risco de enchentes, a sobrecarga na rede de drenagem pluvial e a poluição difusa das águas.

Essas áreas podem se articular a áreas verdes, equipamentos e espaços públicos educacionais, comunitários e de lazer, contribuindo para a sensibilização e aprendizado da população em torno de questões relativas ao meio ambiente e à alimentação. Além disso, a possibilidade de combinar múltiplas funções nesses espaços e de gerar renda a partir disso, pode permitir a redução dos custos de manutenção relacionados às áreas verdes, além de auxiliar na consolidação e vitalidade desses espaços.

Outra possibilidade importante é a de aproveitamento de resíduos, como lixo orgânico e esgoto doméstico, com o devido tratamento e regulamentação para não oferecer riscos aos produtores ou a contaminação do solo e dos alimentos. Esse aspecto também pode constituir uma importante estratégia para a sustentabilidade e resiliência urbana e ambiental, conscientização e educação ambiental.

Benefícios importantes são gerados também do ponto de vista social. A agricultura urbana pode contribuir na promoção da inclusão social, gerando empregos e renda, e promovendo a autonomia, bem como pode contribuir na criação de espaços que produzem outras sociabilidades, na valorização das práticas e costumes de uma determinada localidade, no acesso a alimentos frescos e mais baratos. A promoção da agricultura urbana deve estar voltada à valorização dos saberes locais, ao empoderamento de grupos mais vulneráveis e à participação social na gestão urbana e ambiental das cidades. Além disso, a agricultura urbana contribui no sentido de pensar a cidade fora da divisão rural-urbano, o que significa gerar novas possibilidades de relações socioespaciais.

Do ponto de vista econômico, pode-se citar o estímulo da economia local, com a criação de empregos, feiras e eventos locais para venda da produção. O uso de terrenos ociosos públicos pode contribuir para diminuir gastos da prefeitura com limpeza e manutenção. Além disso, a agricultura urbana se insere como um importante elemento no desenvolvimento dos sistemas locais alimentares nas cidades,

que geram menos custos de armazenamento e distribuição de alimentos, menos desperdício, possibilitando a valorização de hábitos alimentares regionais.

É necessário destacar que, apesar da relevância e do papel potencial da agricultura urbana na melhora do ambiente urbano e da vida da população de menor renda, esta, enquanto uma política isolada, não pode ser entendida como solução para a superação de desigualdades sociais. Como apontam Brand e Muñoz (2007), a facilidade da agricultura urbana se inserir em diversos contextos, contando com uma flexibilidade argumentativa em função de seus inúmeros benefícios, tem feito muitos governos e agências multilaterais incentivarem essa atividade dentro de uma política neoliberal que delegaria aos mais pobres a gestão da pobreza. Os autores argumentam que enquanto as áreas verdes para os ricos significam bem-estar e lazer, para os pobres, significaria trabalho e esforço, reforçando uma lógica neoliberal camuflada pelo altruísmo ecológico e social, responsabilizando a população pela garantia de direitos básicos como a alimentação.

5. AGRICULTURA URBANA NO BRASIL

O desenvolvimento recente da agricultura urbana no Brasil se deve principalmente à migração da população rural aos centros e periferias urbanas a partir da década de 1940, provocado pela modernização da agricultura. Essa população passa a cultivar alimentos como forma de suprir necessidades essenciais, num contexto de forte exclusão social, violência, pobreza e de condições habitacionais precárias. Os pequenos vazios que separam as casas passam a ser utilizados para o cultivo de alimentos, possibilitando certa autonomia às famílias, amortecendo crises alimentares e permitindo uma reconexão com a natureza (BOUKHARAEVA et al, 2005).

O maior e mais importante estudo no sentido de identificar as práticas de agricultura urbana no Brasil bem como os aspectos legais relacionados, principalmente nas regiões metropolitanas, é o relatório “Panorama da Agricultura Urbana e Periurbana no Brasil”, fruto da cooperação entre a Rede de Intercâmbio de Tecnologias Alternativas - REDE e a FAO/ONU, promovida pelo Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome - MDS e elaborado por Santandreu e Lovo. A pesquisa foi realizada pela REDE com a participação do IPES - Promoción Del Desarrollo Sostenible, parceiro da RUAF Foundation na América Latina. O relatório traça um quadro da agricultura urbana e periurbana no Brasil, apresentando uma breve análise das iniciativas identificadas, aprofundando-se em algumas iniciativas focadas pelo estudo. Por último, conclui apresentando os desafios e potenciais para fomentar a agricultura urbana e periurbana e diretrizes para uma política nacional no Brasil baseados nos resultados na pesquisa.

Foram pesquisadas 11 Regiões Metropolitanas: Belo Horizonte (MG), Curitiba (PR), Porto Alegre (RS), Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP), Brasília (DF), Goiânia (GO), Belém (PA), Fortaleza (CE), Recife (PE) e Salvador (BA). Em todas as Regiões Metropolitanas estudadas se constatou uma intensa e diversa prática de agricultura urbana e periurbana. Inicialmente foram identificadas mais de 600 iniciativas, dentro destas, o estudo se aprofundou em 160 delas, abrangendo 52 municípios, incluindo metrópoles e municípios médios e pequenos.

Na pesquisa, o país é organizado em três regiões: Região Sul-Sudeste, Região Centro-Oeste e Região Norte e Nordeste. Se constatou que a AUP é praticada em todas as regiões, sendo uma realidade de diversos contextos. No entanto, destaca-se a região Sul-Sudeste, que representa 59% das iniciativas registradas. Das experiências posteriormente focadas, 75% se localizam nas capitais das regiões metropolitanas, mostrando como mesmo nas áreas com maiores níveis de urbanização a atividade segue sendo praticada.

Registrou-se 635 iniciativas de agricultura urbana em todo o território brasileiro e o que se observou é que a maior parte delas diversifica suas práticas entre produção vegetal, animal, comercialização, transformação, entre outros, combinando uma ou mais delas. É possível perceber que a maioria das iniciativas estão voltadas para a produção vegetal, combinando também a geração de renda através da comercialização de produtos. Por outro lado, a transformação, que possibilita agregar valor aos produtos, é muito pouco praticada, indicando pouca integração dessa cadeia produtiva no Brasil, um ponto que pode ser explorado em políticas públicas para geração de renda.

Os principais agentes envolvidos na promoção da AUP são o governo federal, prefeituras e estados, sociedade civil, academia e setor privado. Das experiências que foram focadas pelo estudo, observou-se que as promovidas pela sociedade civil eram as mais antigas, com tempo considerável de atividade, como a Horta Comunitária União dos Operários (Porto Alegre) com mais de 23 anos, a Ervateiras do Outeiro (Salvador) com mais de 30 anos e o Núcleo Guaianazes Capital (São Paulo) que possui mais de 20 anos. Em média, as experiências financiadas pelo governo federal possuíam menos de 2 anos e as promovidas por governos municipais, menos de 4 anos, indicando a contribuição governamental recente nessa atividade. Apesar de eventualmente contar com financiamentos, os próprios agricultores urbanos são a principal fonte de recursos da atividade.

Segundo a mesma pesquisa, a agricultura urbana e periurbana é praticada por indivíduos ou organizações formais ou informais, de diversos estratos sociais. Alguns grupos são destacados como as mulheres, desempregados, migrantes rurais, portadores de necessidades especiais, crianças, idosos e comunidades tradicionais, além de integrantes de movimentos sociais urbanos e rurais. Apesar de diversas experiências de agricultura urbana estarem ligadas à associações e grupos, nota-se que há pouca ou nenhuma articulação entre elas.

É difícil calcular a quantidade de pessoas envolvidas nas atividades de agricultura urbana, porém se sabe que os projetos podem incluir desde poucas até milhares de pessoas. Alguns exemplos interessantes são o Centro de Agricultura Urbana de Belém, que presta serviços a cerca de 40 mil famílias que desenvolvem alguma atividade de agricultura urbana, e também a cidade de Curitiba, cujas ações da prefeitura envolvem mais de 30 mil pessoas.

Outra característica relevante da agricultura urbana praticada nas Regiões Metropolitanas brasileiras é a capacidade das organizações sociais que praticam a agricultura urbana de integrar essa atividade à uma agenda de direito à cidade, agroecologia, etc, desenvolvendo ações que reivindicam melhorias nas condições de vida. Essas ações podem incluir a auto organização para melhoria da infraestrut-

tura e segurança comunitária, ou a reivindicação de políticas públicas em torno da agricultura orgânica, por exemplo.

Os desafios para o fortalecimento da agricultura urbana perpassa pela esfera das políticas públicas, como a ausência de políticas, a incerteza do prosseguimento dessas ações e também a ausência de articulação de políticas. Apenas na cidade de Curitiba constatou-se um programa governamental que aglutina a produção, transformação e comercialização de produtos provenientes da agricultura urbana. Outro desafio encontrado se relaciona com a falta de identificação de produtores e até mesmo das políticas nesse setor com a temática da agricultura urbana. As iniciativas apoiadas pelo governo federal geralmente se apresentam como projetos de combate à fome e geração de renda. Os próprios agentes envolvidos, em sua maioria, não se apresentam como agricultores e agricultoras urbanas, o que demonstra que a própria construção de identidade desses atores em torno da agricultura urbana também é frágil.

A falta de recursos e financiamento também é crítica, sendo uma demanda apresentada em todas as regiões. Há grande necessidade por infraestrutura e insumos, além de locais adequados para comercialização, armazenamento e transporte dos produtos. A disponibilidade de água de qualidade também é um desafio de todas as regiões, em alguns locais, o alto custo da água tratada inviabiliza seu uso na produção e, em outros, a população enfrenta a falta de acesso à água tratada e a contaminação das fontes disponíveis. Os produtores e produtoras também reivindicam maior facilidade e menores custos em relação a fiscalizações sanitárias e certificações, bem como o apoio e acompanhamento a médio e longo prazo. Por fim, se soma a falta de acesso à terra e de espaços públicos para produção agrícola.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentro do campo do planejamento urbano, a alimentação não é abordada como uma demanda e um serviço e, como consequência, espaços para cultivo de alimentos não são vistos como infraestruturas necessárias à reprodução da vida nas cidades. As práticas de planejamento urbano baseadas na abordagem técnica e racional do planejamento moderno contribuíram para que a cidade fosse cada vez mais concebida como um lugar sem espaço para práticas de cultivo agrícola, onde as áreas verdes são limitadas e as práticas espontâneas da população não são reconhecidas como formas de produção do espaço.

Apesar de muitas vezes ser tratada como uma “moda” recente, a prática do cultivo agrícola dentro do espaço urbano é extremamente antiga, presente desde as formações das primeiras cidades. O rompimento dessa relação é recente e relacionado principalmente ao aprofundamento da divisão do trabalho entre o meio rural e urbano ocorrido com a industrialização. O meio rural se torna o espaço apropriado e conveniente para a produção de alimentos, consolidando um padrão de abastecimento alimentar no qual os espaços produtivos se localizam a grandes distâncias dos centros de consumo, gerando enormes desperdícios e gastos com transporte, aumentando o custo dos alimentos para as populações urbanas.

A repercussão atual desse tema, como destacam Araújo e Machado (2018), se relaciona a um momento de crise ambiental, econômica, dos espaços urbanos, além do aumento da pobreza e da fome nas cidades. Enquanto política regular, a agricultura urbana poderia ser parte de uma ampla estratégia de geração de renda, promoção da agroecologia, segurança alimentar e nutricional, educação ambiental entre outros. O caráter multifuncional e interdisciplinar da agricultura urbana gera inúmeras possibilidades de criação de espaços na cidade, convergindo paisagismo e espaço público, criando oportunidades de lazer, recreação, educação ambiental e alimentar, além da produção de alimentos in situ. Os espaços produtivos podem se articular a áreas verdes e infraestruturas verdes, oferecendo estratégias para que as cidades sejam mais sustentáveis e com maior qualidade de vida. Enquanto prática espontânea e recorrente da população, oportuniza formas de planejamento e projeto nos quais o reconhecimento e a integração dessas práticas tem um papel central.

Apesar dos obstáculos e da falta de apoio, a agricultura urbana é e sempre foi praticada nas cidades, o que demonstra a urgência dessa atividade ser integrada como um elemento do planejamento e da estruturação do espaço urbano. Como visto, as dificuldades enfrentadas por grupos que praticam a agricultura nas cidades brasileiras são inúmeras - falta de infraestrutura, acesso à terra, assessoria, recursos, entre outros. Entretanto, as experiências são vastas e riquíssimas, agregando centenas de milhares de pessoas, evidenciando a enorme potencialidade existente nessas atividades em todas as regiões do Brasil. Mesmo com pouquíssimo ou nenhum apoio governamental, esses grupos seguem com grande dedicação, com uma enorme capacidade de mobilização de recursos por conta própria.

Dentro do planejamento e da gestão da cidade, é preciso enfrentar a noção de que os espaços livres são dispensáveis, improdutivos e não desenvolvem todo o potencial do solo urbano. Os espaços livres possuem funções essenciais para a dinâmica do espaço urbano, não proporcionando somente amenidades e áreas de “respiro”, mas também possuem o potencial de proporcionar diferentes atividades para a população, possibilitando novas relações e interações no espaço urbano. Além de serviços ecossistêmicos que contribuem para o aumento da qualidade de vida, como a melhora do microclima, da biodiversidade, a drenagem de águas pluviais, os espaços livres também são capazes de gerar produtos que podem ser explorados comercialmente. O potencial produtivo desses espaços pode constituir um forte argumento a favor da implementação de projetos voltados para a agricultura urbana.

A partir da agricultura urbana, diversas outras discussões e políticas podem ser suscitadas: a respeito do desenvolvimento sustentável, da alimentação e nutrição, a apropriação de espaços públicos, os espaços livres na cidade, a participação social na gestão urbana, a importância dos saberes e conhecimentos locais, a educação ambiental. O incentivo à agricultura urbana pode ser apenas o primeiro passo de muitos por uma cidade mais justa e sustentável, através do qual são pensados espaços multifuncionais que beneficiam as pessoas, incorporando, por exemplo a mobilidade do pedestre e do ciclista, infraestrutura verde, áreas de lazer, práticas esportivas e educação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, N.; Casadevante, J. (2014). A desalabarar: agricultura urbana, huertos comunitarios y regulaci3n urbanística. *Hábitat y Sociedad*, n. 7, p. 31-52. Disponível em: <https://revistascientificas.us.es/index.php/HyS/article/view/4489>.

American Planning Association (2007). Policy guide on community and regional food planning. Disponível em: <http://www.planningclimatechange.org/public/file/foodplanning%20guides.pdf>.

Araújo, E., Machado F. (2018). Agricultura urbana e políticas públicas: exigências da cidade contemporânea. IN: J. Rosin, N. Constantino, S. Benini (Org.). *Cidade, resiliência e meio ambiente: Anap*. p. 163-179.

Baudry, S. (2011) Les community gardens de New York City: de la désobéissance civile au développement durable. *Revue Française D'Études Américaines*, v. 129, n. 3, p.73-86.

Brand, P.; Muñoz, E. (2007) Cultivando ciudadanos: agricultura urbana desde una perspectiva política. *Cadernos IPPUR/UFRJ, Rio de Janeiro*, v. XXI, n.1, p.47-70, jan./jul.

Bueno, P. (2019). Panorama geral das perdas e desperdício de alimentos e soluções para o acesso à alimentação. 51p. Trabalho de conclus3o de curso (Graduaç3o em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química. Uberlândia, Brasil.

Boukharaeva, L. et al (2005). Agricultura urbana como um componente do desenvolvimento humano sustentável: Brasil, França e Rússia. *Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília*, v. 22, n. 2, p. 413-425, maio/ago. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8677/4864>.

Boukharaeva, L., Chianca, G., Marloie, M. (2007) *Agricultura urbana como fenômeno universal*. In: *Carvalho, S., Knauss, P. (Org.). Agricultura urbana: dimensões e experiências do Brasil atual. Enda Brasil*. p. 11-30.

Coutinho, M. N. e Costa, H. S. (2011) Agricultura urbana: prática espontânea, política pública e transformaç3o de saberes rurais na cidade. *Geografias*, 7, 81-97.

MORÁN, N.; AJA, A (2011). Historia de los huertos urbanos: de los huertos para pobres a los programas de agricultura urbana ecológica. In: Congreso Estatal de Agricultura Ecológica Urbana y Periurbana, 1, Elche. Atas... Elche: Sociedad Española de Agricultura Ecológica/Agroecología. Disponível em: http://oa.upm.es/12201/1/INVE_MEM_2011_96634.pdf.

MOUGEOT, L. (2000). Agricultura Urbana: Conceito e Definiç3o. *Revista de Agricultura Urbana*. [S.l.]: RUAF, 1. Disponível em: <http://agriculturaurbana.org.br/RAU/AU01/AU1conceito.html>.

Organizaç3o das Naç3es Unidas para a Alimentaç3o e Agricultura (2008). Briefing paper: hunger on the rise. Disponível em: <http://www.fao.org/Newsroom/common/ecg/1000923/en/hungerfigs.pdf>.

Santandreu, A. e Lovo, I. C. (2007). *Panorama da agricultura urbana e periurbana no Brasil e diretrizes políticas para sua promoç3o: identificaç3o e caracterizaç3o de iniciativas de AUP em regi3es metropolitanas brasileiras*. Disponível em: http://www.agriculturaurbana.org.br/textos/panorama_AUP.pdf.

ARTIGO

NEXO ÁGUA- ENERGIA- ALIMENTO E BACIAS URBANIZADAS: ESTUDO DE PLANEJAMENTO INTEGRADO

GOMES, Maria Vitória Ribeiro
(maria.gomes@fau.ufrj.br);

Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROARQ/UFRJ), Brasil

VERÓL, Aline Pires
(alineverol@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROARQ/UFRJ), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Rios urbanos, nexo água-energia-alimento, infraestruturas verdes e azuis, serviços ecossistêmicos, Bacia Hidrográfica do Rio Acari.

RESUMO

Água, energia e alimento figuram como elementos básicos para a sobrevivência das populações, sendo entendido que a situação de vulnerabilidade que afeta diversas regiões brasileiras, principalmente durante o cenário pandêmico, enfatiza a importância de acesso a estes bens. Entretanto, a inexistência de um gerenciamento integrado entre o nexos água-energia-alimento põe em risco a segurança de gerações atuais e futuras, principalmente quando considerado o aumento da população residente em áreas urbanas. Assim, abordagens integradas de planejamento urbano, considerando a provisão de serviços ecossistêmicos para o nexos, têm ganhado maior destaque na literatura, atuando como alternativas capazes de contribuir para a sustentabilidade das cidades. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo compreender a situação atual do comportamento entre o nexos água-energia-alimento em uma bacia hidrográfica densa e consolidada no Rio de Janeiro, Brasil, bem como propor infraestruturas verdes e azuis como estratégia de recuperação da bacia e integração do nexos. Para tal, utiliza-se uma metodologia de identificação, avaliação e análise do nexos água-energia-alimento em escala de bacia. As análises resultam no entendimento de que o processo de urbanização reduziu consideravelmente as sinergias do nexos, resultando também na má qualidade da água e nas inundações que impactam a qualidade de vida e a agricultura urbana local. As medidas de infraestrutura verde e azul foram, então, indicadas como solução, buscando integrar os elementos naturais e o ambiente construído. Possibilidades de redução no consumo de energia elétrica para o tratamento de água e para a climatização residencial foram abordadas, bem como a possibilidade de produção e comercialização de alimentos. No entanto, é reconhecido que as soluções oferecidas implicam somente em ganhos locais, não resolvendo os abastecimentos que ocorrem em escala regional. Por fim, espera-se que as diretrizes oferecidas possam ser discutidas em regiões similares, auxiliando no entendimento da importância do planejamento integrado.

CIDADES E
SUSTENTABILIDADE:
QUALIDADE
E SAÚDE
URBANAS

1. INTRODUÇÃO: O NEXO ÁGUA-ENERGIA-ALIMENTO EM BACIAS URBANIZADAS

Água, energia e alimento figuram como elementos básicos para a sobrevivência das populações, sendo entendido que a situação de vulnerabilidade que afeta diversas regiões brasileiras, principalmente durante o cenário pandêmico, enfatiza a importância de acesso a estes bens. Tendo em vista os decorrentes impactos da urbanização e a previsão de que 66% da população mundial irá residir em áreas urbanas até o ano de 2050 (ONU, 2014), estima-se igualmente um aumento na demanda por água, energia e alimentos. Diante das incertezas administrativas e climáticas, o nexo água-energia-alimento tem se tornado um conceito de destaque na última década para pesquisadores de diferentes áreas, indicando a necessidade de que esforços estejam voltados para considerar simultaneamente os três elementos no planejamento das cidades (BAZILIAN *et al.*, 2011), que têm sido tradicionalmente gerenciados por diferentes setores. Tais considerações ganham ainda mais relevância durante o episódio de crise hídrica que afeta diversas regiões do Brasil, causando impactos tanto na quantidade de água, quanto na produção de energia elétrica. Nesse sentido, entende-se que a tomada de decisão em um dos setores pode desencadear efeitos nos demais (OPEJIN *et al.*, 2019), aumentando riscos de falhas ou de escassez dos recursos.

O rápido processo de alteração das bacias hidrográficas, modificadas para atender as crescentes demandas humanas, tem afetado não somente o sistema hidrológico por meio do aumento de inundações, escassez de água e poluição aquática (AHMAD *et al.*, 2020), como também tem diminuído consideravelmente o fornecimento de serviços ecossistêmicos, essenciais para a subsistência das populações. Principalmente em países em desenvolvimento, fatores como ineficiências infraestruturais; construções informais; e os processos de degradação ambiental também impõem desafios à eficiência e à gestão sustentável dos recursos naturais, pressionando os serviços de esgotamento sanitário e de energia para lidar com tais desafios (LEHMANN, 2018). Assim, é reconhecido como fundamental o papel desempenhado por rios urbanos no fornecimento de serviços ecossistêmicos para a garantia de alimentos, regulação do microclima, mitigação de enchentes e na reserva de água para períodos de seca (BEKCHANOV, RINGLER, MUELLER, 2015). Nesse sentido, observa-se que a relação entre as bacias hidrográficas e o conceito do nexo água-energia-alimento tem ganhado maior interesse na literatura, bem como o conceito de infraestruturas verdes e azuis, que tratam de abordagens mais sustentáveis para o planejamento urbano. Para fins desta pesquisa, o nexo água-energia-alimento e as infraestruturas verdes e azuis serão abordados como conceitos principais.

O primeiro conceito parte do reconhecimento das interconectividades e interdependências entre os três elementos, visando maximizar suas sinergias e melhorar sua eficiência e segurança para as gerações futuras (BAZILIAN *et al.*, 2011; ALBRECHT; CROOTOFF; SCOTT, 2018). Neste caso, as interdependências podem ser exemplificadas uma vez que a energia é necessária para processos de purificação, distribuição e tratamento de água, bem como para processos de produção, armazenamento e transporte de alimentos (AHMAD *et al.*, 2020; CANSINO-LOEZA;

ORTEGA, 2021). Enquanto isso, a água também pode ser utilizada para a produção de energia, bem como para a irrigação de culturas (BAKHSHIANLAMOUKI *et al.*, 2020) que, por sua vez, possibilitam o fornecimento de matéria para os biocombustíveis. Assim, uma abordagem “nexo” é aquela que considera interações holísticas entre setores, com o objetivo de integrar processos de gerenciamento (LEHMANN, 2018).

Já as infraestruturas verdes e azuis, no âmbito do planejamento urbano sustentável, se apresentam como estratégia de enfrentamento aos desafios relacionados às águas urbanas, às mudanças climáticas e à urbanização, passando de uma abordagem centralizada nas soluções de engenharia tradicional para abordagens mais integradas à natureza, de modo a aumentar a resiliência a ameaças ambientais futuras (O’DONNELL *et al.*, 2021). A noção trata da utilização dos corpos hídricos e dos espaços vegetados como sistema de planejamento, considerando a adaptação da natureza em áreas altamente urbanizadas (BACCHIN *et al.*, 2014), por meio de diversas tipologias como parques, jardins, alagados construídos, corredores verdes e agricultura urbana, por exemplo.

Uma série de trabalhos recentes analisaram o nexo água-energia-alimento em bacias hidrográficas, embora uma abordagem conjunta com o conceito de infraestrutura verde e azul tenha sido pouco explorada na literatura. Os trabalhos de Strasser *et al.* (2016) e Mayor *et al.* (2015) elaboram metodologias para avaliação do nexo na escala das bacias hidrográficas, visando melhorar as sinergias e identificar soluções potenciais para melhorar a gestão dos recursos. Bakhshianlamouki *et al.* (2020) realizam um modelo de simulação do nexo para a Bacia do Lago Urmia, no Irã, observando os impactos de uma restauração proposta para o lago, enquanto que Karabulut *et al.* (2015) e Bell, Matthews e Zhang (2016) comentam sobre a relação direta entre os serviços ecossistêmicos e a qualidade da água na promoção de melhorias no nexo. Infraestruturas verdes e azuis são exploradas nos trabalhos de Bellezoni *et al.* (2021), que realizam uma extensa pesquisa bibliográfica a respeito das tipologias que podem positivamente influenciar os aspectos de água, energia e alimento; e de Amaral *et al.* (2021) que estudam as diferentes injustiças ambientais relacionadas ao abastecimento e produção do nexo na macro metrópole de São Paulo.

2. OBJETIVOS

Considerando o processo de urbanização como o maior responsável pela alteração das paisagens naturais, dos ciclos hidrológicos e da produtividade dos ecossistemas, e ainda, o cenário de vulnerabilidade que afeta diversas cidades brasileiras, o presente trabalho tem o objetivo de utilizar como estudo de caso a Bacia Hidrográfica do Rio Acari, localizada na Zona Norte do Rio de Janeiro, para compreender a situação atual do comportamento do nexo entre água, energia e alimento. A escolha do estudo de caso parte de uma pesquisa em andamento, onde diretrizes de projeto com a utilização de infraestruturas verdes e azuis são estudadas em bacias urbanas com alta vulnerabilidade socioambiental. A partir do diagnóstico do presente trabalho, são propostas infraestruturas verdes e azuis como estratégia

de recuperação da bacia e integração do nexu, de modo a melhorar o fornecimento de serviços ecossistêmicos e garantir sua segurança para os moradores locais. Através do estudo, é esperado fornecer um entendimento geral a respeito da importância do desenvolvimento de sistemas integrados no planejamento urbano, visando a valorização dos recursos naturais e a conservação do nexu para as gerações futuras.

3. MÉTODO

Duas etapas guiam a realização deste estudo. Em um primeiro momento, buscou-se analisar, por meio de pesquisa bibliográfica, quais relações poderiam ser estabelecidas entre as infraestruturas verdes e azuis e o nexu água-energia-alimento, uma vez que ambos os conceitos são de origem recente na literatura. Por meio de busca na Base Scopus, a combinação entre as palavras-chaves em inglês (“green and blue infrastructure”) AND (water AND food AND energy AND nexus) resultou em um total de 2 publicações, ambas de 2021. Foi também realizada a busca pela combinação (“water-food-energy nexus”) AND (“river basin”), que resultou em 12 documentos datados de 2016 a 2021, demonstrando uma maior abrangência no tema. Dentre estes, para a segunda etapa do trabalho, optou-se por utilizar a metodologia elaborada por Mayor *et al.* (2015), que propõem uma estrutura para a identificação, avaliação e análise do nexu na escala de bacia, aplicada na Bacia do Rio Duero, Espanha. Segundo os autores, a aplicação desta metodologia de avaliação permite a formulação de políticas para detectar problemas no nexu, avaliar o potencial de melhorias, bem como explorar soluções sustentáveis. A metodologia escolhida será aplicada na Bacia Hidrográfica do Rio Acari, Rio de Janeiro, utilizando infraestruturas verdes e azuis como soluções propostas.

Sendo assim, são consideradas as três etapas definidas por Mayor *et al.* (2015): 1) Identificação, contabilidade e descrição das principais trocas e conflitos entre os três setores, onde serão apresentadas as principais características e desafios da Bacia Hidrográfica do Rio Acari, bem como a compreensão de suas principais relações com o nexu água, energia e alimento; 2) Análise do nível de integração e coordenação das políticas e instituições setoriais, onde um breve diagnóstico de integrações é apresentado, bem como os planos locais; e 3) Discussão sobre estratégias existentes e potenciais para mitigação de conflitos e identificação de soluções, onde são indicadas as soluções de infraestrutura verde e azul que podem melhorar as sinergias e promover serviços ecossistêmicos para a região. Por fim, as considerações finais do trabalho sugerem as boas práticas que podem ser implementadas em bacias similares.

4. ESTUDO DE CASO

A Bacia Hidrográfica do Rio Acari está localizada na Zona Norte do Rio de Janeiro, Brasil, abrangendo aproximadamente 950.851 habitantes que se distribuem em um total de 31 bairros. Possui área de drenagem de 107,35 km², tendo seus rios

distribuídos ao longo de 16 km. De acordo com dados da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (PCRJ, 2021), a região apresentava um caráter rural até meados do século XVII, sendo um importante centro de abastecimento de alimentos para a região. Entretanto, a perda da característica rural se dá com o processo de ocupação e urbanização dos bairros pertencentes aos subúrbios cariocas e fluminenses, estes se solidificando sem planejamento e serviços adequados, o que resultou em uma “paisagem caracterizada principalmente pela ausência de benefícios urbanísticos” (ABREU, 1987). Como consequência de um processo de urbanização sem planejamento, caracteriza-se a Bacia como densa e consolidada, sendo as margens dos rios irregularmente ocupadas por populações de baixa renda, além da baixa predominância de espaços livres. Além de seus problemas socioambientais, destacam-se ainda os problemas crônicos de inundações presentes ao longo de todo o curso, que afetam não apenas as vias estruturantes e os equipamentos da cidade, como também provocam a degradação urbanística e ambiental dos corpos hídricos.

5. RESULTADOS

5.1 ETAPA 1: IDENTIFICAÇÃO, CONTABILIDADE E DESCRIÇÃO DAS PRINCIPAIS TROCAS E CONFLITOS ENTRE OS TRÊS SETORES

Baseado na metodologia de Mayor *et al.* (2015), propõe-se aqui uma breve caracterização da situação atual donexo entre água, energia e alimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Acari, buscando compreender relações que podem ser estabelecidas. Este diagnóstico possibilita a compreensão das vulnerabilidades que podem ser combatidas em um possível cenário de projeto utilizando as infraestruturas verdes e azuis, conforme sugerido na etapa 3.

5.1.1 Água para energia

Ao se considerar a utilização de água para a produção de energia elétrica, destaca-se que a Bacia não é responsável pela produção de energia da região. Ao contrário do cenário brasileiro em geral, que apresenta as hidrelétricas como maior fonte de produção de energia (68%), no Estado do Rio de Janeiro, somente 17,2% da energia elétrica é gerada por fontes hidrelétricas, em um total de 40 empreendimentos que somam produção de cerca de 1,5 GW (COPPETEC, 2014). Assim, a maior parte de energia elétrica no Estado é produzida por termelétricas (82,5%), e o restante por fontes eólicas (0,3%) (COPPETEC, 2014). Por outro lado, Mayor *et al.* (2015) salientam que, considerando as termelétricas, os impactos hídricos se relacionam à descarga de resfriamento de água que volta com temperatura mais alta que o natural, enquanto que as hidrelétricas podem implicar nos distúrbios do regime de fluxo, degradação da qualidade da água e impactos

nos ecossistemas aquáticos. Dessa forma, a inexistência de fontes de produção de energia elétrica na Bacia contribui para a manutenção da qualidade da água, uma vez diminuídos seus os pontos de impacto.

5.1.2 Água para alimento

Ao considerar a produção de alimentos, sabe-se que até o século XIX, a ocupação da Bacia era predominantemente rural, sendo formada por grandes fazendas e engenhos responsáveis pelo cultivo de cana de açúcar, aguardente, além da criação de gado e lavouras diversas (PCRJ, 2021). Com o processo de urbanização da área, o caráter agrícola da Bacia dá espaço a uma ocupação predominantemente industrial e, mais tarde, residencial, passando a depender de regiões vizinhas para a produção e transporte de alimentos. Assim, a utilização da água para o cultivo de alimentos não pode ser considerada como uma demanda atual. Contudo, destacam-se ainda as iniciativas locais de agricultura urbana na região, que abriga hortas localizadas abaixo das linhas de transmissão em Jardim América e Madureira, e a horta comunitária localizada nos fundos do Hospital Ronaldo Gazolla, em Acari. Por conta das inundações que afetam as regiões, algumas das hortas são afetadas com a qualidade da água que as atinge, protagonizando risco à segurança dos alimentos. Ainda, no bairro de Madureira, há o primeiro Centro Municipal de Agroecologia e Produção Orgânica (CEMAPO), que trabalha a possibilidade de implantar e gerir hortas urbanas como forma de reduzir índices de ocupação irregular em terrenos ociosos, a partir de cursos de capacitação para comunidades carentes (PCRJ, 2021). Por sua vez, no Bairro de Irajá, a presença da Central de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro (CEASA-RJ) figura como importante centro responsável pela distribuição de hortigranjeiros e contribuição da política de segurança alimentar e nutricional de todo o estado, contando com espaço de apoio à agricultura familiar.

5.1.3 Energia para água

Quando considerada a utilização de energia elétrica para água, os principais serviços relacionados se concentram em sua captação, transporte, tratamento e distribuição, além da coleta e tratamento de águas residuais (MAYOR *et al.*, 2015). Quanto aos serviços de abastecimento, dados de 2010 do IBGE (PCRJ, 2021) mostram que, para todos os bairros da bacia, a rede de distribuição não atende aproximadamente 2.482 das residências. Destaca-se também que o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos avalia como baixo o índice de segurança hídrica para a área, onde são avaliadas as demandas de retirada estimada e a disponibilidade hídrica (SNIRH/ANA, 2021). Além disso, a região conta com tratamento de esgoto da maioria das residências localizadas na bacia, entretanto, destaca-se a ausência de coleta de 308 das 401.515 residências. Os mesmos dados de 2010 do IBGE indicam que 6507 residências declararam despejar os dejetos diretamente nos corpos hídricos. Como consequência, os Indicadores de Qualidade da Água monitorados em 2018 pela Agência Nacional de Águas, apontam um valor de 1,2 mg/L para o rio Acari, sendo este um dos piores resultados considerando a média

de oxigênio dissolvido (SNIRH/ANA, 2018). Cabe mencionar que de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, as águas doces de classe 4 (navegação e harmonia paisagística) devem possuir nível de oxigênio dissolvido superior a 2,0 mg/L em qualquer amostra. Entende-se que a má qualidade da água impacta diretamente na provisão dos serviços ecossistêmicos e na própria biodiversidade dos corpos hídricos locais. Como consequência do cenário de urbanização e redução das áreas vegetadas, a bacia apresenta focos de inundação ao longo das margens, o que, quando combinado ao lançamento irregular de esgoto sobre as águas, provoca o retorno do mesmo às residências, aumentando o risco de contaminação por doenças de veiculação hídrica.

5.1.4 Energia para alimento

Considerando a urbanização da bacia e a perda de suas características produtoras, entende-se sua situação de dependência pelo abastecimento por regiões vizinhas. Assim, o uso de energia para alimento na bacia não pode ser considerado pelo setor de produção agrícola, mas pode ser contextualizado por meio da utilização de combustíveis para transporte de alimentos. Conforme destacado anteriormente, o abastecimento de alimentos é realizado pela CEASA, localizada na própria bacia, com alimentos produzidos fora da região. Optou-se por não realizar a relação entre alimento para energia, uma vez que a produção de biomassa não é popularizada na cidade.

5.2 ETAPA 2: ANÁLISE DO NÍVEL DE INTEGRAÇÃO E COORDENAÇÃO DAS POLÍTICAS E INSTITUIÇÕES SETORIAIS

De acordo com as relações exploradas entre o nexos água-energia-alimento na Bacia Hidrográfica do Rio Acari, percebe-se que os três elementos se desenvolvem de maneira independente, uma vez que os sistemas que abastecem a área de estudo também são responsáveis pelo abastecimento de toda a região metropolitana do Rio de Janeiro. Portanto, ainda que o gerenciamento compreenda uma escala maior que a da bacia, e que suas relações internas não tenham força, a terceira etapa buscará indicar quais ações podem ser tomadas para melhorar a comunicação entre o nexos na escala da bacia, com foco no provimento de serviços ecossistêmicos.

Ressalta-se que os planos de ações existentes para a bacia contemplam medidas voltadas para a resolução do sistema de drenagem, não tratando, necessariamente, da incorporação de medidas para otimização do nexos água-energia-alimento. Três planos principais incorporam a região da bacia: o Plano Diretor de Manejos de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro – PDMAP (HIDROSTUDIO/FCTH, 2010), que propôs, entre outros aspectos, o desassoreamento, ampliação de calha e implantação de reservatórios de amortecimento; o Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, que propôs a mitigação de inundações por meio de implantação de obras macrodrenagem

(construção de canais, reservatórios, barragens e diques), além de soluções multifuncionais como os parques inundáveis (PDUI/RMRJ,2018); e o Programa Acari/Projeto Rio Vivo, da Prefeitura do Rio de Janeiro, que propôs a implantação de um Corredor Viário-Via Parque Canal Verde, ao longo do Rio Acari, além de ações de recuperação, reflorestamento e preservação ambiental (PCRJ, 2007).

5.3 ETAPA 3: DISCUSSÃO SOBRE ESTRATÉGIAS EXISTENTES E POTENCIAIS PARA MITIGAÇÃO DE CONFLITOS E IDENTIFICAÇÃO DE SOLUÇÕES

Levando em consideração o diagnóstico realizado e os planos existentes para a bacia, que não contemplam ações de otimização donexo água-energia-alimento, a presente etapa tem como objetivo indicar soluções de infraestrutura verde e azul com vistas a melhorar o fornecimento dos serviços ecossistêmicos da região e melhorar as relações entre o nexo na Bacia Hidrográfica do Rio Acari. Sendo assim, é reconhecido que a água se apresenta como um elemento de alta complexidade na região, não apenas pelo comprometimento de sua qualidade devido ao despejo irregular de esgoto, como pela gravidade das inundações que afetam todo o curso da bacia. Dessa forma, além das técnicas propostas nos planos estudados, como os reservatórios do PDMAP (HIDROSTUDIO/FCTH, 2010), infraestruturas verdes e azuis também podem ser utilizadas de forma complementar, de modo a melhorar a qualidade de água, reduzir o consumo de energia durante seu tratamento e mitigar as cheias urbanas.

Tendo em vista as inundações que afetam toda a região, propõe-se a tipologia de parque fluvial como um grande corredor verde urbano responsável por aumentar a resiliência com o aumento de superfície vegetada e permeável (Figura 1). O parque fluvial seria o principal responsável por interconectar cursos hídricos e áreas verdes, bem como os equipamentos públicos já existentes da região. Ganhos de qualidade da água e serviços ecossistêmicos também poderiam ser fornecidos com o restabelecimento de vegetação ripária ao longo do curso. Além disso, nas calçadas e no meio-fio, o uso de canteiros pluviais ou jardins de chuva também pode ser sugerido como estratégia de infiltração e filtragem de águas pluviais, auxiliando igualmente no processo de captura de CO₂ e incentivo à biodiversidade. A utilização de *wetlands* em regiões mais amplas da bacia pode auxiliar no armazenamento de água em dias de chuva e na limpeza das águas, melhorando sua qualidade. Ressalta-se que, ainda que tais medidas sejam sugeridas, a provisão da coleta regular de esgotamento sanitário ainda é essencial para a região, bem como a limpeza e manutenção das redes de drenagem convencional, para que funcionem em conjunto com as propostas sugeridas.

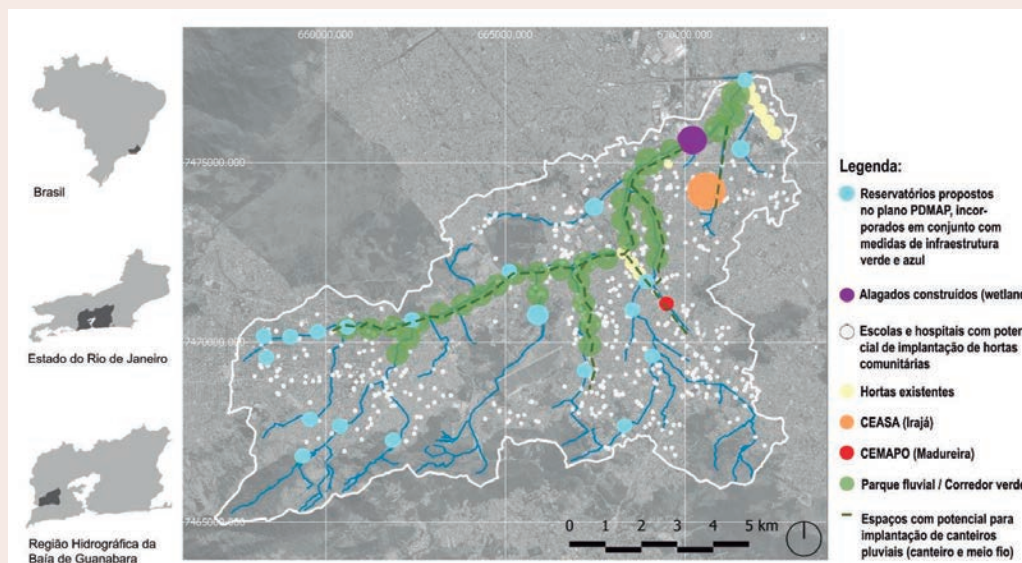


Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Acari e medidas propostas.

Quanto à redução do consumo de energia na bacia, as infraestruturas verdes e azuis podem demonstrar efeitos positivos de eficiência energética, adaptação das cidades frente às mudanças climáticas, e mitigação de ilhas de calor (BELLEZONI *et al.*, 2021). Estes efeitos são majoritariamente vinculados à presença de cobertura vegetal e corpos hídricos no meio urbano, atuando no efeito de resfriamento e evapotranspiração, capazes de reduzir a temperatura local e criar um microclima próprio. Neste caso, uma vez sugerida a implantação de um parque fluvial, este deve contar com arborização e pavimentação permeável, auxiliando na redução do consumo de energia de aparelhos de resfriamento. Na escala do lote, sugere-se a tipologia de telhados verdes para a eficiência energética de residências ou edifícios públicos em situação estrutural regular.

Por sua vez, considerando a produção de alimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Acari, o diagnóstico apresentado na etapa 1 mostra que a produção foi comprometida pelo processo de urbanização. Ao mesmo tempo, focos de agricultura urbana ainda existem na região, localizados principalmente nas faixas de servidão das linhas de transmissão de energia elétrica, o que possibilita aumentar a produção de alimentos na bacia para uso local. Nesse sentido, destaca-se a presença da CEMAPO e do CEASA como centros de apoio ao incentivo da agricultura urbana e familiar que enfatizam a importância da qualidade nutricional e possibilidade de geração de renda para as populações em situação de vulnerabilidade. Deve-se garantir a preservação das hortas já existentes na bacia, evitando a ocupação irregular destes espaços. Novos pontos de agricultura também podem ser incentivados em espaços residuais, priorizando que comunidades carentes possam usufruir das áreas. Além disso, considerando que a densificação da bacia permite menores intervenções nos pavimentos térreos, os edifícios públicos ou privados com programas voltados para atendimento da população (como escolas ou hospitais), poderiam disponibilizar suas coberturas para a implantação de hortas comunitárias ou telhados verdes, de modo a conscientizar a população sobre os serviços ecossistêmicos. No entanto, apesar das tipologias sugeridas, é necessário também

garantir medidas de mitigação das enchentes e de tratamento de esgotos, como as apresentadas anteriormente, garantindo que as hortas existentes não sejam comprometidas pela má qualidade da água nas regiões mais propensas a inundações. Por fim, conforme destacado, o presente artigo faz parte de uma pesquisa em andamento, onde diretrizes de projeto com infraestruturas verdes e azuis são estudadas em bacias urbanas. Cenários como o aqui sugerido serão apresentados para a população local, que poderá opinar sobre seus cenários de preferência e destacar seus anseios para com a Bacia Hidrográfica do Rio Ācari. Esta consulta pública destaca a importância do envolvimento popular nas tomadas de decisão, representando uma oportunidade de aceitação de soluções integradas e sustentáveis para o planejamento urbano.

6. CONCLUSÕES

O presente estudo buscou identificar as atuais relações do nexo água-energia-alimento em uma bacia altamente densificada na Região Metropolitana do Rio Janeiro, apresentando soluções de incentivo à sustentabilidade para as gerações futuras. Medidas de infraestrutura verde e azul foram indicadas como alternativa de projeto, buscando a integração entre os elementos naturais e o ambiente construído. No entanto, considerando apenas a escala da bacia, é reconhecido que a solução oferecida não é capaz de resolver questões como o abastecimento hídrico e elétrico, uma vez que todo o município do Rio de Janeiro depende de regiões vizinhas para o fornecimento. Por sua vez, a possibilidade de redução no consumo de energia para o tratamento hídrico e climatização residencial foi abordada, bem como a possibilidade de produção e comercialização de alimentos, apresentando iniciativas que podem trazer ganhos locais. Neste caso, se ampliada a escala de atuação para além da bacia estudada, tais soluções poderiam gerar ganhos ainda maiores para o Estado, uma vez lembrados os baixos índices de qualidade da água e de segurança hídrica da região. Estes tópicos ganham ainda mais importância tendo em vista a crise hídrica, declarada em junho de 2021, que ameaça o setor elétrico em diversas regiões brasileiras, e ainda, tendo em vista a pandemia de COVID-19, que enfatiza a importância de que todos os brasileiros tenham acesso à água, energia e alimentação.

O estudo da bacia em questão reflete as vulnerabilidades socioambientais de diversas bacias brasileiras que modificaram completamente suas características naturais tendo em vista o processo de urbanização e modernização das cidades, negligenciando as dinâmicas da natureza e os benefícios que a mesma pode oferecer para as populações. Neste caso, assim como observado no estudo de caso, diversas outras bacias apresentam baixa cobertura vegetal, alta densificação e ocupação irregular de populações de baixa renda nas margens dos corpos hídricos, replicando problemas de inundação e poluição das águas ao longo destas regiões. Assim, ressalta-se a importância de que bacias similares não somente implementem soluções sustentáveis que permitam um maior acesso a bens básicos, como garantam que as populações de baixa renda sejam atendidas por serviços de saneamento básico, de modo a evitar a degradação dos corpos hídricos. O incentivo às iniciativas

de agricultura urbana em áreas residuais também deve ser enfatizado visando a segurança alimentar e a oportunidade de geração de renda, bem como o incentivo à educação ambiental. Por fim, espera-se que as diretrizes possam ser debatidas em regiões similares, auxiliando no entendimento da importância do planejamento integrado que garanta o abastecimento de serviços básicos às populações.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, M. (1987). A evolução urbana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: IPLANRIO; Zahar.
- Ahmad, S.; Jia, H.; Chen, Z.; Li, Qian; Xu, C. (2020). Water-energy nexus and energy efficiency: A systematic analysis of urban water systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 134, p. 110381.
- Albrecht, T. R.; Crootof, A.; Scott, C. A. (2018). The Water-Energy-Food Nexus: A systematic review of methods for nexus assessment. *Environmental Research Letters*, v. 13, n. 4, p. 043002.
- Amaral, M. H.; Benites-lazaro, L. L.; Sinisgalli, P.; Alves, H. P. F.; Giatti, L. L. (2021). Environmental injustices on green and blue infrastructure: Urban nexus in a macro-metropolitan territory. *Journal of Cleaner Production*, v. 289, p. 125829.
- Bacchin, T. K.; Ashley, R.; Sijmons, D.; Zevenbergen, C.; Van Timmeren, A. (2014). Green-blue multifunctional infrastructure: an urban landscape system design new approach. 13th International Conference on Urban Drainage. Sarawak, Malaysia, v. 4, p. 1-8.
- Bakhshianlamouki, E.; Masia, S.; Karimi, P.; Zaag, P. V. D.; Susnik, J. (2020). A system dynamics model to quantify the impacts of restoration measures on the water-energy-food nexus in the Urmia lake Basin, Iran. *Science of The Total Environment*, v. 708, p. 134874.
- Bazilian, M.; Rogner, H.; Howells, M.; Hermann, S.; Arent, D.; Gielen, D.; Steduto, P.; Mueller, A.; Komor, P.; Tol, R.; Yumkella, K. (2011). Considering the energy, water and food nexus: Towards an integrated modelling approach. *Energy Policy*, v. 39, n. 12, p. 7896-7906.
- Bell, A.; Matthews, N.; Zhang, W. (2016). Opportunities for improved promotion of ecosystem services in agriculture under the Water-Energy-Food Nexus. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, v. 6, n. 1, p. 183-191.
- Bellezoni, R. A.; Meng, F.; He, P.; Seto, K. C. (2021). Understanding and conceptualizing how urban green and blue infrastructure affects the food, water, and energy nexus: A synthesis of the literature. *Journal of Cleaner Production*, v. 289, p. 125825.
- Bekchanov, M.; Ringler, C.; Mueller, M. (2015). Ecosystem Services in the Water-Energy-Food Nexus. *Change and Adaptation in Socio-Ecological Systems*, v. 2, n. 1.
- Cansino-Loeza, B.; Ponce-Ortega, J. M. (2021). Sustainable assessment of Water-Energy-Food Nexus at regional level through a multi-stakeholder optimization approach. *Journal of Cleaner Production*, v. 290, p. 125194.

COPPETEC – Fundação COPPETEC. (2014). ELABORAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO R3-A - TEMAS TÉCNICOS ESTRATÉGICOS RT-05 - Aproveitamentos Hidrelétricos no Estado do Rio de Janeiro, 2014. Informativo. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mdyy/~edisp/inea0062135.pdf>>.

HIDROSTUDIO/FCTH. (2010). Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro.

Karabulut, A.; Egoh, B. N.; Lanzanova, D.; Grizzetti, B.; Bidoglio, G.; Pagliero, L.; Bouraoui, F.; Aloe, A.; Reynaud, A.; Maes, J.; Vandecasteele, I.; Mubareka, S. (2016). Mapping water provisioning services to support the ecosystem–water–food–energy nexus in the Danube river basin. *Ecosystem Services*, v. 17, p. 278–292.

Lehmann, S. (2018). Implementing the Urban Nexus approach for improved resource-efficiency of developing cities in Southeast-Asia. *City, Culture and Society*, v. 13, p. 46–56.

Mayor, B.; López-Gunn, E.; Villarroya, F. I.; Montero, E. (2015). Application of a water-energy–food nexus framework for the Duero river basin in Spain. *Water International*, v. 40, n. 5–6, p. 791–808.

O’donnell, E. C.; Netusil, N. R.; Chan, F. K. S.; Dolman, N.; Gosling, S. (2021). International Perceptions of Urban Blue-Green Infrastructure: A Comparison across Four Cities. *Water*, v. 13, n. 4, p. 544.

ONU – Organização das Nações Unidas. (2014). Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. Disponível em: <<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf>>.

PCRJ – Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. (2021). Bairros Cariocas. Disponível em: <<https://pcrj.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=7fe1b-0d463e34b3b9ca2fafd50c3df76>>.

PCRJ – Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. (2007). PROGRAMA ACARI PROJETO RIO VIVO.

PDUI/RMRJ – Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. (2018). Governo do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.modelarametropole.com.br/wp-content/uploads/2018/09/Produto-18_Tomo-2-1.pdf>.

Opejin, A. K.; Aggarwal, R. M.; White, D. D.; Jones, J.; Maciejewski, R.; Mascaro, G.; Sarjoughian, H. (2020). A Bibliometric Analysis of Food-Energy-Water Nexus Literature. *Sustainability*, v. 12, n. 3, p. 1112.

SNIRH/ANA – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas. (2018). Indicadores de Qualidade da Água. Disponível em: <<https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=b3d9cbcb-05b466a9cb4c014eba748b3>>.

SNIRH/ANA – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas. (2021). Índice de Segurança Hídrica. Disponível

en:< <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=76eaa4f-324f2404a86784e21d882b6ec>>.

Strasser, L.; Lipponen, A.; Howells, M.; Stec, S.; Bréthaut, C. (2016). A Methodology to Assess the Water Energy Food Ecosystems Nexus in Transboundary River Basins. *Water*, v. 8, n. 2, p. 59.

CIDADES E
SUSTENTABILIDADE:
QUALIDADE
E SAÚDE
URBANAS

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ, códigos de financiamento 001 e; E-26/200.417/2021; E-26/201.404/2021(26079). Agradecemos também a Cátedra UNESCO “Drenagem Urbana em Regiões Costeiras”, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, à qual esta pesquisa está vinculada.

ARTIGO

CIDADES SAUDÁVEIS, AGROECOLOGIA E SOBERANIA ALIMENTAR: (RE)SIGNIFICAÇÃO PARA ENFRENTAMENTO DA COVID19 NAS REGIÕES PERIFÉRICAS DO DFGOMES, MARIA VITÓRIA RIBEIRO

LEMOS, Natália

(lemos.natalia@gmail.com)

*Faculdade de Arquitetura e Urbanismo,
Universidade de Brasília (FAU/UnB), Brasil*

ANDRADE, Liza

(lizamsa@gmail.com)

*Faculdade de Arquitetura e Urbanismo,
Universidade de Brasília (FAU/UnB), Brasil*

BOSSAERTS, Lara

(larabossaerts@homail.com);

*Faculdade de Arquitetura e Urbanismo,
Universidade de Brasília (FAU/UnB), Brasil*

MARTINS, Alice

(aliceregina8@gmail.com)

*Faculdade de Arquitetura e Urbanismo,
Universidade de Brasília (FAU/UnB), Brasil*

PALAVRAS-CHAVE:

Circuito curto de alimento, CSA, sistema alimentar, continuum rural-urbano, planejamento territorial

RESUMO

A necessidade de lidar rapidamente com as mudanças de acesso ao alimento em áreas urbanas periféricas durante pandemias condiciona uma insegurança alimentar. Caso, as cidades fossem saudáveis, em equilíbrio com o sistema alimentar, as perturbações de fome teriam impactos minimizados pelos aspectos socioespaciais. Pela Carta de Ottawa (1986), a cidade saudável enfatiza a função sistêmica da saúde indissociável da política, da visão ecossistêmica transdisciplinar, da complexidade, da participação social e da equidade no território de ação. No urbanismo, a cidade saudável sugere soluções no planejamento territorial e nas condições de sobrevivência humana. O objetivo do trabalho é construir um mapa com as localidades da produção e da distribuição de alimentos agroecológicos pelas Comunidades que Sustentam a Agricultura (CSA) que abastecem o consumo na escala local e regional, pela venda direta do produtor ao consumidor no Distrito Federal - DF. Outro objetivo é constatar se existe uma soberania alimentar das populações das áreas periféricas e periurbanas no enfrentamento a Covid19, pelo modo em que as CSAs se espacializam no território do DF. Os mapas foram executados no *software* livre QGis 2.14.8 - ESSEN que promove visualização, edição e análises de dados vetoriais (*shapes*) georreferenciados, extraídos do banco de dados da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEDUH) no *website* Geoportal-DF e da Rede CSA Brasília. Os resultados analisados a partir dos mapas produzidos revelam que os circuitos curtos não atendem as áreas periféricas e que o rural atende o urbano, transpondo o periurbano. Também apontam que a soberania alimentar não é alcançada pelas populações periféricas e periurbanas por meio das CSAs.

CIDADES E
SUSTENTABILIDADE:
QUALIDADE
E SAÚDE
URBANAS

1. INTRODUÇÃO

A construção de Cidades Saudáveis requer indivíduos comprometidos com a participação social em prol do bem comum. De acordo com Soares et al. (2017), tais cidadãos estão envolvidos no seu contexto de vida e com as determinações sociais de saúde no lugar que habitam, para a prevenção de doenças e melhorias da qualidade vida comunitária, autônoma e solidária previstas pela Lei de 8.142/90, que dispõe sobre a participação da comunidade na gestão do Sistema Único de Saúde (SUS).

As ações em prol da promoção da saúde ganham ênfase com Cidade Saudável à medida que seu planejamento se torna uma demanda. Essa demanda é justificada pela expansão urbana e populacional demarcadas pela extensão física e fragmentada dos assentamentos humanos envoltos em problemas da produção do espaço (demanda por infraestrutura básica de saneamento, equipamentos e serviços, habitação), categorizada pelo planejamento distante da escala local e regional do território.

A *United Nations - UN* (2020) expõe que a produção e distribuição de alimentos poderiam sofrer interrupções na escala global, mas afirma que o alcance mais intenso no período da pandemia está em manter o circuito curto de abastecimento, o qual se pratica por razão de um raio próximo de até 70 km entre áreas produtoras e as comunidades de abastecimento.

As redes globais de produção de alimentos não garantem a soberania alimentar em respostas ao enfrentamento da crise gerada pela pandemia da Covid19. Se prolongada, a crise da pandemia no tempo, rapidamente as redes globais de alimentos proverão pressões sobre as cadeias de suprimentos alimentares e sua complexa rede de interações agrícolas. Segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO/UN* (2020), as redes globais de alimentos devem ser direcionadas por parâmetros de expansão e melhoria dos programas emergenciais de assistência alimentar e de proteção social; apoio aos pequenos agricultores e respectivo aumento de produtividade e comércio de alimentos produzidos, também por comércio eletrônico; manutenção da vida da cadeia alimentar por gargalos de logística; políticas comerciais e tributárias para manter o comércio global aberto; e por fim o gerenciamentos das ramificações macroeconômicas.

De acordo com Brasil (2014), no documento “Guia Alimentar do Ministério da Saúde”, o alimento benéfico na saúde tem nos alimentos *in naturae* minimamente processados a base nutricional promotora de um sistema alimentar social e ambientalmente sustentável. A ameaça de interrupção dos sistemas de alimentos urbanos pela Covid19 evidencia a falta de capacidade adequada para responder a emergência de saúde. A FAO/UN (2020) afirma que o risco maior são os 1,2 bilhões de habitantes em assentamentos informais, embora a perturbação seja global. O desafio está na obrigação de lidar rapidamente com mudanças na disponibilidade e acessibilidade do alimento em áreas urbanas periféricas, que condicionaria uma alimentação insegura e pouco nutritiva pela compra restrita a poucas quantidades em mercados atacadistas periféricos.

No contexto da pandemia da Covid19, tais questões são relevantes ao verificar a necessidade imediata ao enfrentamento das mudanças de acesso ao alimento em áreas urbanas periféricas e condicionantes de insegurança alimentar. Ao adequar a cidade no modo saudável, em equilíbrio com sistema alimentar local-regional, perturbações de fome seriam minimizadas por aspectos socioespaciais. Na direção do sistema alimentar, a agroecologia aborda algumas conexões transitórias à disponibilidade do alimento saudável e sustentável com impacto positivo em aspectos da soberania alimentar. Ao urbanismo, sugere a necessidade de soluções do planejamento territorial direcionadas para a sobrevivência humana por meio dos serviços e ações de saúde.

No grupo dos eventos decorrentes da pandemia da Covid19, diversos estabelecimentos alimentares (restaurantes, padarias, lanchonetes etc.), atacadista e varejistas do gênero alimentício (redes de hipermercados e de atacados) e outros pontos de suprimento alimentar (redes de distribuição no mercado global, regional e local) sofreram interrupções de funcionamento ou limitações de fornecimentos de produtos para preparo de refeições para abastecer o consumo local. Diante disso, soluções de entrega domiciliar das mercadorias, mesmo não previamente existente, passaram a ser adotadas com recursos improvisados conforme as possibilidades momentâneas.

O inusitado fenômeno da pandemia da Covid19, tanto pela sua universalidade como inevitabilidade no contexto social ocasionou drásticas e profundas rupturas nas cadeias de suprimento alimentar, tanto pela insegurança como pela carência de produtos ou recurso para compra destes. Tal fato, demandou socorro e atenção em ações de política pública (programas de aquisição de alimentos), de solidariedade e colaboração. Independente das características e grau de êxito, o conjunto de medidas adaptadas e experimentadas por certo merece registros e análises desde mapeamentos, catalogação, construção de repertórios de intervenções úteis e replicáveis em outros territórios ou contextos a serem identificados.

2. OBJETIVO

O objetivo é mapear as localidades da produção e distribuição alimentar de base agroecológica dos produtores do Distrito Federal - DF associados com as Comunidades que Sustentam a Agricultura (CSA), que abastecem o consumo na escala local e regional, pela venda direta do produtor ao consumidor. Em especial, no cenário pandêmico, busca verificar se tais circuitos curtos por CSA denotam um enfrentamento a Covid19 nas regiões periféricas e periurbanas do DF, também se alcança soberania alimentar das populações em vulnerabilidade alimentar.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi estruturada em duas etapas para produzir alguns mapas em *softwares* específicos de georreferenciamento e processamento de dados espaciais.

lizados. A primeira etapa estrutura o levantamento dos referenciais teóricos das temáticas relacionadas, das bases de dados nos órgãos públicos do DF: a Secretaria da Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural do DF (SEAGRI/DF), a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER/DF), as Centrais de Abastecimento do DF (CEASA/DF) e da Rede CSA Brasília. Também incorporou dados do Núcleo de Estudos, Pesquisa e Extensão em Agroecologia da Universidade de Brasília (NEA/UnB). Nos órgãos públicos, houve uma solicitação pelo portal do Sistema Eletrônico do Serviço de Informações ao Cidadão (e-SIC), pois ele permite pedidos de acesso à informação para órgãos e entidades do Poder Executivo Distrital.

A segunda etapa consistiu na produção dos resultados da pesquisa por meio de mapas. A execução dos mapas foi realizada no *software* QGIS 2.14.8 - ESSEN, um *software* livre que permite visualização, edição e análise de dados georreferenciados (QGIS, 2019). Para as delimitações de análises dos dados, as porções do território foram incorporadas por vetores (*shapes*) georreferenciados do zoneamento territorial do DF. Tais vetores foram extraídos do banco de dados da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEDUH), acessíveis abertamente no *website* GeoPortal - DF.

A partir dos dados da Rede CSA Brasília, inseriu-se as localizações das CSAs por coordenadas geográficas do local da produção e do local de convivência. A inserção das localizações foram espacializadas em SIRGAS 2000, através de um Sistema de Informações Geográficas, processadas no QGIS: as coordenadas geográficas dos pontos foram determinados com uso da ferramenta (*plug-in*) *LatLon Tools*. Essa ferramenta facilita a captura das coordenadas UTM padrão e dos códigos *Plus*, a partir das ferramentas de mapeamento *online* - *Google Earth* e *Google Maps*, uma vez que tem uma flexibilidade de projeção e formato de coordenadas para entrada e saída.

4. CIDADES SAUDÁVEIS, AGROECOLOGIA E SOBERANIA ALIMENTAR NO COMBATE A COVID19 NO ÂMBITO DA ALIMENTAÇÃO

A cidade saudável é associada a um território saudável constituído por formas de promoção da saúde e qualidade de vida tanto pelos cuidados primários apresentados na Declaração de Alma Ata (1978), como pela visão sistêmica da saúde colocada na Carta de Ottawa (1986). Acerca da visão de cidade saudável, Mendes (2000) atenta que o referencial publicado pela Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS) legitima a adoção da cidade saudável diante de análises da situação social (níveis de pobreza e informalidade econômica), instabilidade política, debilidades sociais e insuficiência institucional para as questões. Para a OPAS e a OMS, a cidade saudável é uma política de saúde pela ação governamental e comunitária a fim de fomentar alianças de melhoria da saúde da cidade e do ambiente. Dessa forma, a cidade saudável tem enfoque participativo e intersetorial fundamentada nas redes regionais e locais com vistas

ao intercâmbio de produtos, tecnologia, serviços e informação pela gestão governamental local e com alternativas de gestão pública.

A noção de cidade saudável pode ser atribuída aos autores Duhl (1986) e Mendes (1996). Pelo primeiro autor, trata da cidade que responde efetivamente as necessidades de desenvolvimento das organizações e das pessoas; que seja capacitada para lidar com as crises dos sistemas e seus respectivos membros, que tenha habilidade de modificar para atender exigências emergentes; e que eduque a população para usufruir das vantagens no seu bem-estar. Com o segundo autor, adiciona o entendimento de que corresponde a um projeto estruturante no campo da saúde por ações de atores sociais (governo, sociedade civil e organizações não governamentais), em prol da gestão social transformadora da cidade em espaço da produção social da saúde. Tudo isso tem conversão para cidade saudável, se as tomadas de decisões focarem na saúde como qualidade de vida, ao combinar recursos e compromissos, constantemente verificados em sua execução.

No Brasil, a questão da alimentação e os cenários da pandemia da Covid19 de imediato fecharam os serviços de alimentação preparados para oferta e consumo local (restaurantes, bares, cafés, padarias e congêneres), o funcionamento dos estabelecimentos passou a ser exclusivo por sistemas de entregas domiciliares. Outros estabelecimentos do setor, como hiper e supermercados, mercados e feiras livres operaram durante os períodos críticos com maiores restrições e recomendações sanitárias de prevenção da contaminação viral. As feiras tiveram muitas proibições de funcionamento e medidas sanitárias mais restritivas que aumentaram o distanciamento entre as barracas e entregas domiciliar por *drive-thru* (IICA, 2020).

A diversidade de soluções provisórias e emergenciais buscou minimizar prejuízos materiais e financeiros, perda de colheitas e a manutenção dos sistemas alimentares sob condições básicas e essenciais. O destaque foram as plataformas eletrônicas que conectaram produtores, grupos, associações, cooperativas diretamente com o consumidor. Diante disso, se observamos as ações de enfrentamento a Covid19 no Brasil, verifica-se que essas estabelecem algum diálogo com as ações em prol da cidade saudável. Essas ações trataram das estruturas capacitadas a responder as necessidades alimentares das pessoas. As respostas ocorreram por ação social e governamental, entretanto a ação social foi mais enfática e emergente nas estruturas modificadas para as exigências emergenciais da pandemia e da alimentação, especialmente nas situações de vulnerabilidade alimentar e nutricional.

4.1 AÇÕES PARA A ALIMENTAÇÃO NO DISTRITO FEDERAL NO ENFRENTAMENTO DA COVID19

Ao cenário pandêmico da Covid19, algumas questões são apontadas nos estudos de Canavesi et al. (2020) sobre a atuação da União e do Distrito Federal voltada para o acesso da população a alimentos saudáveis e sustentáveis em 2020, também sobre relação da produção de agricultores locais e a economia local no abastecimento interno de alimentos. No caso do território do DF, as políticas públicas nacionais do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) foram reajustadas na direção de acudir a crise e

operar em nível distrital com êxito. Em nível local, o Programa de Aquisição da Produção da Agricultura/PAPA-DF (SEAGRI, 2020) foi significativo no enfrentamento da crise ao longo dos anos de 2020/21 com a oferta de possibilidades diversificadas para a compra de alimentos.

Para ilustrar o contexto socioeconômico do território do DF, a figura 1 apresenta o mapa do índice de risco Covid19 nas Regiões Administrativas (RAs). Esse mapa foi sistematizado, de modo científico, pela Pesquisa “Ocupações Informais e Direito à Água e Saneamento: mapeamento, dimensionamento e diretrizes para o suprimento hídrico emergencial”, realizada em 2020 pelo Grupo de Pesquisa “Periférico, trabalhos emergentes”, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. A figura 1 destaca a maior expansão do risco Covid19 no centro (Plano Piloto) e nas RAs do seu entorno imediato (áreas na cor vermelho bordô). A situação sobre as RAs predomina em risco Covid19 médio (escala tonal do alaranjado). A questão agrava na relação com as ocupações informais localizadas nessas RAs, uma vez que a distribuição desigual de renda é potencializada pela renda informal e pelas vulnerabilidades socioeconômicas das condições de vida e habitabilidade (saneamento, moradia e alimentação).

Índice de risco COVID-19 nas RA's (março/2021)

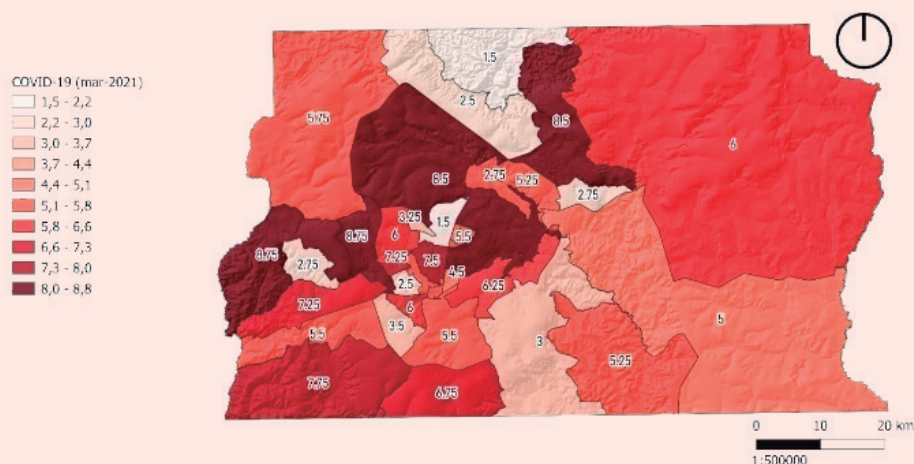


Figura 1. Mapa de Índice de risco Covid19 nas RAs do DF.

Fonte: Vinícius Rezende.

Canavesi et al. (2020) verificaram que a Diretoria de Compras Institucionais da SEAGRI/DF abriu a Chamada Pública nº 001/2020 com seleção de Proposta Técnica de Venda para adquirir cestas de alimentos (frutas, verduras e legumes), produzidos pela agricultura familiar do DF, a fim de atender a emergência das famílias em vulnerabilidade alimentar. Com isso, o Governo do Distrito Federal (GDF) liberou um valor de R\$ 1.999.995,34 para agricultores familiares urbanos e rurais e as respectivas organizações, empreendedores familiares rurais, beneficiários da reforma agrária e comunidades e povos tradicionais. Tal fato expressa a retomada de políticas públicas por formatos emergências com impactos registrados após as respectivas execuções.

Pelo Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional 2012/2015 (CAISAN, 2011), a relação entre insegurança alimentar e renda interfere diretamente nas condições de vida das pessoas, ou seja, as situações de pobreza extrema não são dissociadas das severas situações de insegurança alimentar e nutricional. Na conjuntura da pandemia, tais desigualdades se agravaram, a sociedade organizada por movimentos, redes sociais e instituições protagonizou ações solidárias potentes e abundantes relacionadas com a produção agroecológica.

No DF, algumas iniciativas solidárias combinadas aconteceram com finalidade de atender as necessidades alimentares das populações vulneráveis e aos agricultores que sofreram alguma dificuldade em comercializar suas produções. Alguns exemplos são: o Mutirão do Bem Viver e as duas Cozinhas solidárias do Movimento dos Trabalhadores Sem Teto - MTST, uma em Planaltina e outra em Sol Nascente, na Ceilândia.

5. OS CIRCUITOS CURTOS DE ABASTECIMENTO COM PRODUÇÃO DA AGROECOLOGIA E A SOBERANIA ALIMENTAR

Os circuitos curtos de abastecimento alimentar atendem à demanda de mercados, nos quais produtores e consumidores participem de modo ativo, com poder de decisão e retorno econômico, sem a necessidade de intermediários. As características dos circuitos curtos se dão por aspectos de organização da produção associados às especificidades de um território; menor número de intermediários; predomínio das relações nos mercados regionais e locais; qualidade do alimento por sua origem. Em seu rol de experiências preexistentes à crise da pandemia, por demanda de consumidores conscientes e sensíveis nas questões socioambientais e atentos as questões da saúde e bem-estar, ganharam maior relevância nas articulações e valorizações da cadeia do sistema alimentar conectoras do rural com o urbano.

As produções alimentares agroecológicas são oriundas das pequenas unidades familiares locais, menos intensivas no uso dos recursos naturais e isentas da utilização de insumos químicos. As feiras agroecológicas, os programas de entregas de cestas alimentares e os grupos de consumo responsável, conforme Gonçalves e Mascarenhas (2017), e as cestas das Comunidades que Sustentam a Agricultura (CSA) alinham no espaço os circuitos curtos de produção e abastecimento alimentar.

A produção de alimentos no DF tem um crescimento anual de 34%, Gomes (2017) afirma que aproximadamente são 8.200 toneladas de orgânicos em hortaliças e frutas, a produção ocorre em mais de 200 propriedades cadastradas ou certificadas com selo orgânico, as feiras são por volta de 51 distribuídas no DF, os benefícios atingem entorno de 45 mil pessoas, economicamente são em torno 35 milhões de reais por ano. Em consequência do enfrentamento sanitário a Covid19, o GDF sancionou o Decreto nº 40.529 de 14/03/2020 que suspendeu feiras agrícolas e os efeitos foram diretos na agricultura familiar sustentada pelos circuitos curtos de abastecimentos, logo eles exigiram adaptações rápidas para reduzir as perdas dos produtos.

Dentre esses produtos, a maioria é distribuída por circuitos curtos com as cestas agroecológicas em domicílio através das CSAs. Elas reconectam o urbano e o rural pelo senso de cooperação, comunidade e justiça social com ação de escoamento dos alimentos agroecológicos. Assim, surge o compromisso de não ser somente consumidor, mas ser um coagricultor que contribui no ciclo de valorização da produção local e da sustentabilidade na produção pelo conhecimento do ciclo dos alimentos ao longo do ano, as melhores épocas de oferta e a consciência do lugar de onde vem o alimento.

Notórios durante a pandemia da Covid19 no DF, esses circuitos curtos de abastecimento estabeleceram tele vendas e pontos específicos de entrega como forma de escoar os produtos. As CSAs inseridas na Rede CSA Brasília alteraram os pontos de convivência para pontos de entrega, nisso ocorreu à atuação conjunta dos coagricultores e agricultores. O resultado foi o crescimento da demanda por produtos das CSAs, pois existia uma relação certa de soberania alimentar garantida pela segurança afetiva na entrega e troca de alimentos. Costa (2020) coloca que os produtores orgânicos do DF organizaram 36 locais de distribuição de alimentos comercializados em automóvel ou por entrega domiciliar, os quais tiveram apoio da extensão rural da EMATER, por meio da Associação de Agricultura Ecológica do DF (AGE-DF).

De acordo com a Rede CSA Brasília, em 2020, o total de CSA no DF é 35 comunidades. Cada CSA é única e possui funcionamento específico justificado no perfil das famílias de agricultores e coagricultores, no tipo de produção, no ponto de convivência e na colaboração dos coagricultores. A figura 2 mostra a linha temporal das CSAs na Rede CSA Brasília. Por ela, constata-se que os anos de 2016, 2018 e 2019 foram os anos de maior expansão. Para 2020-21, verifica-se a necessidade de levantamento a fim de constatar uma possível expansão em consequência da Covid19. A Rede atenta para a produção agroecológica planejada e fundamentada na variedade de alimentos, em razão do calendário sazonal de Brasília.

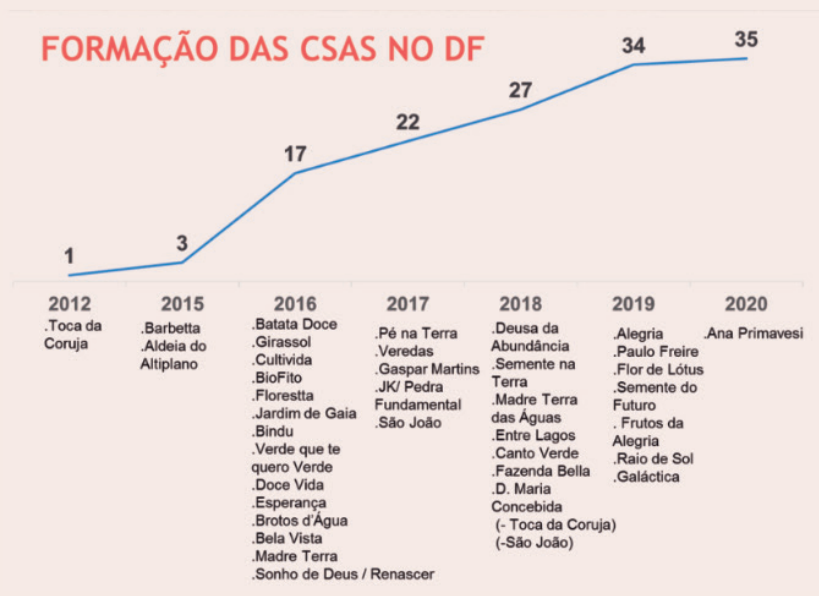


Figura 2. Linha temporal das CSAs em Brasília.

Fonte: Rede CSA Brasília.

Uma questão intrínseca nas cadeias de abastecimento de alimentos, principalmente na visão de sistemas alimentares é a segurança e soberania alimentar. Uma confusão permeia entre os conceitos, pois subentende que a segurança seja aplicada nas relações escalares (local, nacional e mundial) das estratégias que asseguram alimentação permanente à população. Quanto à soberania alimentar, o consenso é que envolve algum grau de segurança e soberania nacionais intimamente interligadas com a comercialização.

Por isso, a definição exata dos conceitos se torna ampla e complexa. Respeitando tais pontos, a pesquisa compreende soberania alimentar quanto às possibilidades em que as pessoas definem seus consumos alimentares em razão da autossuficiência por acessos de entrada dos produtos em mercados, redes comunitárias locais, plantios de subsistência, circuitos de abastecimentos e outros. Portanto, entende que soberania alimentar, na sua forma primária de alcance, não se relaciona com a comercialização, promoção de políticas comerciais, mas sim nos apoios aos acessos diretos a alimentos seguros, saudáveis e sustentáveis com qualidade nutricional para suprir carências alimentares nas situações de vulnerabilidade alimentar.

6. RESULTADOS

No cenário apresentado, a pesquisa examinou a soberania alimentar pelo abastecimento proveniente das CSAs enquanto objeto do circuito curto. Em consideração ao território do DF, a pesquisa integrou as questões de planejamento por meio do zoneamento do uso e ocupação do território, observando a divisão territorial conforme a porção urbana (zona urbana consolidada, zona urbana de uso controlado I e II, zona urbana do conjunto tombado, zona urbana de expansão e qualificação), a rural (zona rural de uso controlado, zona rural de uso diversificado) e a ambiental (macrozona de contenção urbana, lagos e barragens), definidas no Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF (PDOT).

A figura 3 apresenta essas porções no contexto da macrozona urbana, macrozona rural e macrozona de proteção integral com a sobreposição dos locais das CSAs no DF. A análise da localização das CSAs expõe que os locais de produção (pontos de produção) concentram-se na Macrozona Rural do território do DF, em alguns casos nas proximidades dos limites da Macrozona de Proteção Integral. Isso demonstra a necessidade de estabelecer uma relação sistêmica com o meio natural em razão da produção agroecológica direcionada para os produtores que potencializam a reversão de impactos.

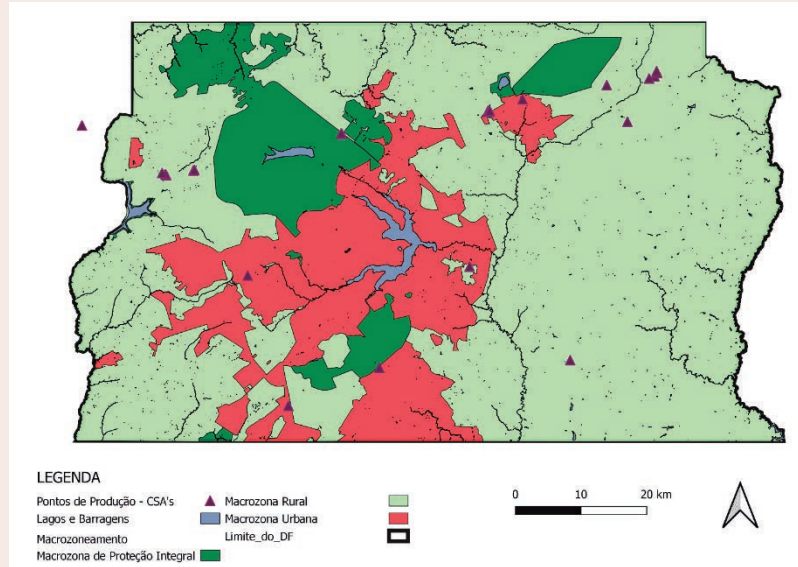


Figura 3. Macrozonas do território do DF e a localização das CSAs.
Fonte: Lara Bossaerts.

A figura 4 aponta os pontos de convivência (locais de entrega e distribuição de alimentos da CSAs) estão concentrados no Plano Piloto (Zona Urbana do Conjunto Tombado), sendo assim, constata-se que os fluxos dos circuitos curtos por CSAs provem das regiões periurbanas e periféricas para o centro urbano.

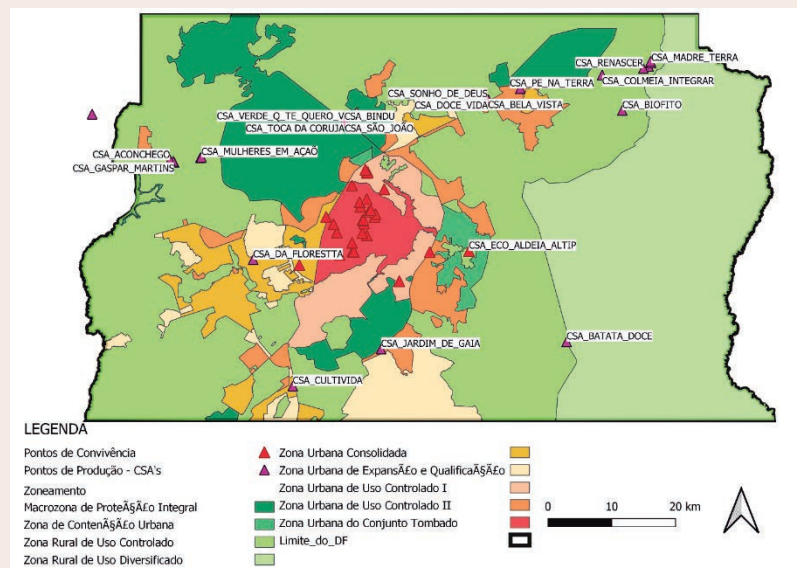


Figura 4. Distribuição do abastecimento alimentar pelas CSAs no macrozoneamento do DF.
Fonte: Lara Bossaerts.

A relação com a soberania alimentar se firma sobre uma contradição no fato de que as CSAs entregam alimentos de alta qualidade nutricional na macrozona urbana do território, região de maior poder econômico, e não se relacionam com as regiões periurbanas e periféricas do território do DF por falta de pontos de convivência. Isso inviabiliza o atendimento das populações em vulnerabilidade alimentar nessas regiões, uma vez que necessitam se deslocar ao Plano Piloto para ter acesso

aos alimentos das CSAs. Torna-se claro que o significado de soberania alimentar em situações de normalidade, tem sua fundamentação justificada e adequada.

Em cenários críticos, todas as etapas estão em processos de reconfiguração, assim sendo, atribuir um (re)significado somente ocorre quando a crise termina. As relações com o território e os acessos alimentares são evidentes nas relações criadas entre produtores e consumidores. Essas relações são irrestritas somente a produção e devem fundamentar os (re)significados, questionando “Soberania alimentar para quem? De que modo? Qual o seu alcance?”. Em muitos aspectos, as incertezas são muitas e diferentes entre si, especialmente para os grupos que estão envolvidos nas etapas do abastecimento alimentar. Portanto, os (re)significados serão fundamentos quando todos os cenários estiverem colocados, a fim de que as análises possam ser estruturadas a partir de toda a complexidade experimentada.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cabe destacar que a análise gerada nesta pesquisa revelou uma necessidade de (re)significação da cidade saudável e da soberania alimentar para enfrentamento da Covid19 nas regiões periféricas do DF, bem como de situações pandêmicas, e em particular pelos agentes da cadeia de abastecimento do sistema alimentar manifesto na cidade. No âmbito territorial, revelou o distanciamento entre as políticas públicas de saúde, o planejamento territorial e os agentes do sistema alimentar para alcançar as regiões e populações em maior vulnerabilidade alimentar. Os resultados alcançados expandem interesses e oportunidades de pesquisas teóricas, práticas e estruturais para desenvolver oportunidades estratégicas da cidade saudável e da soberania alimentar no planejamento territorial urbano, rural e ambiental.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica (2014). Guia alimentar para a população brasileira. Brasília: Ministério da Saúde.

CAISAN - Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional. (2011). Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional: 2012-2015. Brasília: CAISAN. Disponível em: http://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/seguranca_alimentar/caisan/Publicacao/Caisan_Estadual/3Plano_Estadual_DF.pdf.

Canavesi, F.; Laranjeira, N.; Dourado, B.; Abreu, I.; Souto, M.; Santos, L.; Alzate, C.; Pagani, F.. (2020). Relocalização de Sistemas Agroalimentares e Análise da Promoção da Segurança Alimentar e Nutricional em Ações Públicas no Distrito Federal – Brasil. In: Políticas alimentarias para a sustentabilidade. ISBN 978-84-09-21743-4.

Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde. (1986). Carta de Ottawa. In: Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. As cartas da pro-

moção da saúde. Brasília: 2002. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cartas_promocao.pdf.

Conferência Internacional Sobre Cuidados Primários De Saúde (1978). Declaração de Alma-Ata. In: Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. As cartas da promoção da saúde. Brasília: 2002. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cartas_promocao.pdf.

Costa, R.. (2020). Para garantir abastecimento e renda, agricultores criam pontos de *drive-thru* com apoio da Emater. [S. l.]: ASCOM -EMATER - DF, 31 mar. 2020. Disponível em: <http://www.emater.df.gov.br/para-garantir-abastecimento-e-renda-agricultores-criam-pontos-de-drive-thru-com-apoio-da-emater/>.

Duhl, L. J. (1986). The healthy city: its function and its future. Health Prom. p.55-60.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). Cities And Local Governments At The Forefront In Building Inclusive And Resilient Food Systems Key Results From TheFAO Survey “Urban Food Systems And Covid-19”. Rome: FAO.

Gomes, M. (2017). Consumo de orgânicos cresce 34% no DF e movimenta R\$ 35 milhões. Correio Braziliense, 5 jun. 2017. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2017/06/05/internas_economia,600126/cresce-o-consumo-de-organicos.shtml.

Gonçalves, J.; Mascarenhas, T. (2017). As várias faces do sistema alimentar e a experiência da Rede Brasileira de Consumo Responsável. In: Gonçalves, J.; Mascarenhas, T. (Org.). Consumo responsável em ação: tecendo relações solidárias entre o campo e a cidade. São Paulo: Instituto Kairós. p.71-87.

IICA. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. (2020). Ferias libres con servicio drive-thru para venta de frutas y verduras en Brasil. San Jose, Costa Rica.

Mendes, E.V. (1996). Uma agenda para a saúde. São Paulo: HUCITEC.

Mendes, R.. (2000) Cidades saudáveis no Brasil e os processos participativos: os casos de Jundiaí e Maceió. (Doutorado em Saúde Pública). Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública. São Paulo, Brasil.

UNITED NATIONS. (2020). Shared Responsibility, Global Solidarity: responding to the socio-economic impacts of COVID-19. Disponível em: https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/sg_report_socio-economic_impact_of_covid19.pdf

Soares, B. R., Costa, N. M.; Lima, S. C.; Costa, E. M. (2017). Cidades saudáveis: notas introdutórias. In: Soares, B. R. et al. (Org.). Construindo cidades saudáveis: utopias e práticas. Uberlândia: Assis Editora, 2017. (Série Cidades Saudáveis). v.II, p. 21-31.

ARTIGO

CULTURA COMO INSTRUMENTO PARA PROMOÇÃO DE QUALIDADE DE VIDA: UM ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE OEIRAS – PI

SANTOS, Juscimeire Mendes da Silva
(juscimeiremendes.arq@gmail.com)

Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU), Brasil

PESSOA, Thiscianne Moraes
(thisciannempessoa@gmail.com)

Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Cultura; política pública; qualidade de vida; educação; Oeiras - PI.

RESUMO

A pandemia do coronavírus (COVID-19) tem transformado a vida urbana em todo o mundo, sobretudo, impactando negativamente a qualidade de vida. Um dos principais setores afetados pela realidade pandêmica é o cultural, que possui uma relação intrínseca com a qualidade de vida no espaço urbano. Imersa nesse contexto, a presente pesquisa adotou como objeto de análise a cidade de Oeiras - PI. Oeiras, primeira capital do estado do Piauí, possui o título de Patrimônio Cultural Brasileiro, sendo a cidade conhecida por suas manifestações culturais de cunho religioso. Diante da presente pandemia, a cidade não realizou, pelo segundo ano consecutivo, a tradicional Procissão do Fogaréu, evento que ocorreu por mais de 200 anos, atraindo milhares de pessoas para a cidade. Dessa forma, a pesquisa buscou compreender como a pandemia impactou o setor cultural de Oeiras no tocante à qualidade de vida da sua população. A presente investigação foi desenvolvida mediante os métodos indutivos e dedutivos. Inicialmente, buscou-se construir um referencial teórico, tomando como base os seguintes eixos norteadores: cultura, política pública e educação. Após a construção do referencial teórico foi realizada uma pesquisa documental, que possuía como principal objetivo entender a relação entre as manifestações culturais na cidade de Oeiras e a proposição de políticas públicas. A partir dos dados levantados, pôde-se perceber que mesmo com o título de Patrimônio Cultural Brasileiro, o incentivo à cultura, por parte da gestão local, se deu apenas às expressões culturais de cunho religioso, minimizando assim o potencial que a cultura pode possuir como política pública promotora de qualidade de vida. Por fim, a presente pesquisa propõe contribuições à criação de uma política pública local que integre a cultura e educação, constituindo um eixo de transformação da vida urbana, em meio a presente realidade pandêmica.

CIDADES E
SUSTENTABILIDADE:
QUALIDADE
E SAÚDE
URBANAS

1. INTRODUÇÃO

A pandemia do coronavírus (COVID-19) tem transformado a vida urbana em todo mundo, sobretudo impactando negativamente a qualidade de vida. Um dos principais setores afetados pela realidade pandêmica é o cultural, que possui uma relação intrínseca com a qualidade de vida no espaço urbano. Ante esse contexto, faz-se necessária a compreensão de três conceitos basilares para a presente pesquisa, sendo eles: cultura; política pública; e sustentabilidade urbana. Os conceitos serão trabalhados sobre a perspectiva do fomento à qualidade de vida urbana.

A cultura possui duas dimensões fundamentais: a antropológica e a sociológica. A dimensão antropológica, segundo Botelho (2001, p. 74), é produzida por meio da interação social dos sujeitos, “que elaboram seus modos de pensar e sentir, constroem seus valores, manejam suas identidades e diferenças e estabelecem suas rotinas”. Nesse sentido, destaca-se a relação entre a dimensão antropológica da cultura e o pensamento defendido por De Certeau (1994), que a cultura fornece aos sujeitos equilíbrios simbólicos e contratos de compatibilidade.

No que tange à dimensão sociológica da cultura, Botelho (2001, p.74) destaca, que esta, ao contrário da dimensão antropológica não acontece no cotidiano, mas “em âmbito especializado, é uma produção elaborada com a intenção explícita de construir determinados sentidos e alcançar determinado público, através de meios específicos de expressão”. A dimensão sociológica possui uma conexão direta com aquilo que o senso comum defende como o conceito de cultura, que se materializa em uma produção a ser consumida.

Em relação às políticas públicas, Bucci (2002, p. 241) destaca que elas se estabelecem como instrumentos da ação governamental, com o objetivo de orientar os meios que o Estado possui à disposição, “para realização de objetivos socialmente relevantes”. À vista disso, pode-se associar à noção de política pública um caráter prático, que possui sempre como meta o alcance de um objetivo específico.

No que diz respeito à construção de políticas públicas no âmbito cultural, Botelho (2001), assim com Bucci (2002), ressalta o caráter prático e finalístico que as políticas públicas assumem. Esse caráter prático tem feito as políticas públicas alcançarem, prioritariamente, a dimensão sociológica da cultura. Tal fato é extremamente negativo, pois é por meio da dimensão antropológica da cultura que o seu potencial democrático é alcançado, chegando ao cotidiano dos sujeitos que compõem o espaço urbano.

Outro ponto que merece destaque quanto à relação entre políticas públicas e cultura, é o fato das políticas culturais serem pensadas de maneira desconectada das demais políticas que permeiam a gestão do espaço urbano. Para Botelho (2001), as políticas culturais pensadas de tal maneira, nunca conseguiram alcançar o plano cotidiano, portanto, não chegaram à dimensão antropológica da cultura. Faz-se necessário a construção de políticas articuladas entre todas as áreas da administração, pois somente assim pode-se falar no fomento de qualidade de vida no espaço urbano.

Nesse contexto de fomento a qualidade de vida no espaço urbano insere-se o conceito de sustentabilidade urbana. Segundo Silva (2002, p. 7), “a construção de po-

líticas públicas buscando a sustentabilidade urbana implica, portanto, repensar o modelo de desenvolvimento, repensar o desenvolvimento das relações sociais e econômicas na cidade e o papel do direito como propulsor do direito a cidade sustentável”. A busca pela qualidade de vida no espaço urbano passa, dessa forma, pela estruturação do desenvolvimento sustentável das cidades por meio das políticas públicas articuladas. Sobreleva-se que a cidade sustentável é um direito da população, que deve possuir “acesso a condições de vida urbana digna, ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e aos equipamentos e serviços públicos” (SILVA, 2002, p. 9).

Ante aos pontos teóricos apresentados, a presente pesquisa adotou como objeto de análise a cidade de Oeiras – PI. Oeiras, primeira capital do estado, possui o título de Patrimônio Cultural Brasileiro, sendo a cidade conhecida por suas manifestações culturais de cunho religioso (REIS, 2006). A escolha da cidade de Oeiras como objeto de análise se justifica pela forma como as manifestações culturais ocorrem na cidade. As dimensões antropológicas e sociológicas da cultura de fundem de maneira a se tornar elemento identitário para o espaço e para a população.

Diante da presente pandemia, a cidade não realizou, pelo segundo ano consecutivo, a tradicional Procissão do Fogaréu, evento que ocorreu por mais de 200 anos, atraindo milhares de pessoas para a cidade. Esse é apenas um dos exemplos das diversas manifestações culturais oeirenses que deixaram de ocorrer em decorrência do momento vivido. Nesse sentido, surgiu uma importante questão: de que forma a ausência dessas manifestações culturais tradicionais e das manifestações culturais de forma geral impactam na qualidade de vida urbana da população?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Compreender como o impacto causado pela realidade pandêmica no setor cultural pode afetar a qualidade de vida urbana na cidade de Oeiras – PI, que possui o título de Patrimônio Cultural Brasileiro.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O presente estudo possui os seguintes objetivos específicos:

- a. Pesquisar quais políticas públicas foram desenvolvidas pela cidade de Oeiras no âmbito cultural, desde março de 2020 até março de 2021.
- b. Avaliar as políticas públicas culturais desenvolvidas, buscando evidenciar se há a articulação com as demais políticas públicas à desenvolvidas na cidade de Oeiras, desde março de 2020 até março de 2021.
- c. Investigar como tem ocorrido as manifestações culturais na cidade de Oeiras, desde março de 2020 até março de 2021.

3. METODOLOGIA

A pesquisa ocorreu mediante os métodos indutivos e dedutivos. Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica referente aos seguintes temas: cultura, políticas públicas, sustentabilidade urbana e educação. Após a pesquisa bibliográfica, que teve como objetivo a consolidação da filiação teórica do presente trabalho, deu-se início aos procedimentos necessários para efetivação dos objetivos específicos anteriormente explicitados.

O primeiro objetivo desse trabalho visa elencar as políticas públicas desenvolvidas na cidade de Oeiras, no âmbito cultural, desde março de 2020 até março de 2021. Para sua realização foi desenvolvida uma pesquisa documental junto à Secretaria de Cultura e Turismo, da Prefeitura Municipal de Oeiras. Com o objetivo de coletar o maior escopo de informações, nessa etapa, o secretário municipal de cultura e turismo, Stefano Ferreira, foi entrevistado.

O segundo objetivo planeia avaliar criticamente as políticas públicas culturais desenvolvidas pelo município no recorte temporal em estudo. Para alcançar tal avaliação fez-se necessário a compilação dos dados levantados na pesquisa documental, junto à Secretaria de Cultura e Turismo, da Prefeitura Municipal de Oeiras, para que tomando os dados como ponto de partida fosse realizada uma sobreposição de informações. Essa sobreposição de informações teve como objetivo mensurar o que se propõe no campo teórico com o que de fato se implementa no campo prático.

Por fim, o terceiro objetivo propõe uma investigação sobre como tem ocorrido as manifestações culturais na cidade de Oeiras durante o recorte temporal trabalhado. Para execução foi realizada uma pesquisa documental junto aos diversos veículos de comunicação existentes na cidade, buscando notícias e registros de manifestações culturais que ocorreram no período em análise.

4. RESULTADOS

A cultura de um povo é medida através de suas manifestações e identidades culturais transmitidas durante as gerações, esse pensamento é validado por Ramos (2007, p.07), ao afirmar que “deve se relacionar com a comunidade e os acontecimentos locais”, sendo dessa maneira um mecanismo atuante nas políticas sociais de um município. Nesse contexto social de cultura como política pública atuando como promotor na qualidade de vida, o autor Rubin (2008) afirma:

“A cultura, além de ser um campo social específico, transborda tais limites e adquire uma transversalidade que perpassa toda a complexa sociabilidade contemporânea. Por conseguinte, as políticas culturais têm de dar conta do seu campo social específico e dessa transversalidade que faz a cultura permear os mais diferentes campos da sociabilidade atual e interagir cada vez mais com eles.” (RUBIN, 2008, p.50)

A pandemia de coronavírus (COVID-19), afetou especialmente o cenário cultural mundial. No município de Oeiras não foi diferente, e segundo, o atual secretário

de cultura e turismo, Francisco Stefano Ferreira dos Santos (2021), a cidade se tornou vazia, tendo suas manifestações culturais seculares, que como dito anteriormente, fazem parte da identidade e rotina de um povo, interrompidas. Tradições que muitas vezes não são palpáveis, como o patrimônio histórico material, com sua beleza arquitetônica, mas são sentidas e vividas no dia a dia dos oeirenses, como o tradicional “sentar na porta”, um ato cultural do município de estudo, dito pelo secretário, referindo-se às reuniões familiares ou celebrações que são realizadas nas calçadas das casas e que devido ao isolamento social necessário, foram interrompidas.

Essas tradições municipais ocorrem com maior intensidade em determinadas épocas do ano no município, sendo a de maior destaque a Semana Santa, onde segundo o calendário católico, é comemorado a morte e ressurreição de Cristo, um evento que reúne milhares de fieis que vão peregrinar pela cidade em forma de renovação de fé e desde o início da pandemia, segundo a Conferência Nacional dos Bispos Do Brasil (CNBB), estão sendo celebradas de forma simples, cumprindo todas as exigências sanitárias para impedir o avanço da doença. Outro grande momento que reúne pessoas são as festividades de fim de ano, onde os “Filhos de Oeiras”, termo cultural usado pelos oeirenses quando se intitulam oriundos da cidade, retornam às casas dos familiares.

Durante o decorrer do ano alguns eventos musicais, teatrais e de cunho religioso fazem parte do calendário cultural do município. Estes eventos tem grande impacto econômico, porém com a parada repentina do setor, ocorre a dificuldade em dar sequência às manifestações culturais, dando margem dessa forma, para que o setor se reinvente, com novas políticas de inclusão, mesmo diante da pandemia.

A tecnologia se torna uma importante aliada nessa reinvenção que o setor busca. A internet passa a ser palco de apresentações e de conexão do público com artistas, tanto como, professores e alunos, familiares, empresas, uma vez que ajuda a sanar parcialmente a distância física causada pela pandemia. Oeiras, segundo o Secretário Francisco Stefano (2021), trouxe essa tecnologia como alternativa para manter a cultura musical ativa, as *lives*, como são chamados os shows transmitidos via internet, se popularizaram no meio cultural, e ainda segundo o secretário, este espaço com um alcance maior neste momento atende como mais uma medida de apoio, além de vitrine para estes artistas.

Dentro dessa perspectiva econômica, as manifestações culturais não apenas reúnem a população em caminhada de fé, no exemplo da Semana Santa, como também atinge a circulação econômica, primordialmente em épocas de grande circulação de pessoas na cidade, os pequenos e grandes empresários que dependem da circulação de pessoas para que toda a conjuntura social se mantenha.

Devido a parada do setor, e visando ajudar a estes que dependem da cultura como principal fonte de renda, o município implementou medidas para dar apoio financeiro, visto que isolamento social, necessário para o combate desta pandemia, impede que estes possam exercer sua profissão. Esse apoio veio por meio da Lei de Incentivo à Cultura nº 8.313, de 23 de dezembro de 1991, conhecida como Lei Aldir Blanc, que dá subsídios a artistas que vivem da cultura. Para que um número maior

de artistas fosse atendido, o município fez um mapeamento cultural, que infelizmente, segundo o Secretário de Cultura e Turismo (2021), não havia sido feito até o início da realidade pandêmica. Com esses dados a secretaria passou a possuir a possibilidade de distribuir de forma justa este apoio, além de possibilitar futuros investimentos, visto que, ter esta base de dados, facilita o acesso mútuo entre prefeitura e setor cultural. Ainda segundo o Secretário Francisco Stefano (2021), todo o valor da Lei Aldir Blanc foi utilizado no ano de 2020, o que levou à criação e proposta de projetos em execução e a serem cumpridos no ano de 2021.

Ainda segundo o Secretário Francisco Stefano (2021), a implementação desses projetos em diversos setores culturais, visa não apenas a emergência vivida, como também são projetos a ter sua continuidade pós pandemia, por avaliar que o retorno do público pode garantir que essas ações se tornem parte do calendário cultural, tendo nessas políticas públicas a garantia de integração da população com a cultura.

Pensar em políticas públicas voltadas para a cultura, reflete diretamente em como a cidade planeja seu funcionamento auxiliar no dia a dia do oeirense, devido ao poderio econômico que envolve todos os setores, este corresponde a uma parcela que possibilita o lazer. Nessa perspectiva, Coelho (1989, p.45) acredita que “é preciso ajudar as pessoas a matar o tempo com dignidade” - o que a rigor significa ajudá-las a se matarem sem espernear e sem sujar muito o ambiente”. Em concordância com ele, Milanesi (1997, p.14) acredita que “o trabalho cultural é um moto contínuo, que informa, propicia a discussão e cria uma nova informação”, estando dessa forma integrado com as demais políticas sociais do município, sendo um mediador entre estas e a população.

É importante salientar a separação dada entre lazer e distração, termos que se confundem quando não associados à formação, como é duramente criticado por Milanesi (1997) e Coelho (1989). Essa visão de arte apenas como distração pontuada, retoma o pensamento sobre o impacto que a pandemia da COVID-19 teve para a sociedade, é entender como ela funcionava, visto que todo e qualquer evento artístico que a cidade proporciona, envolve os micro e macro empresários, que dependem da economia ativa e rotativa para que possam atingir as metas e proporcionar empregos.

Essa perspectiva de cultura muitas vezes é refletida através da educação do município, que como dito anteriormente, dá vazão a essas manifestações, que em sua maioria, é direcionada aos alunos de escolas públicas e privadas, que fazem com que seja criado um calendário cultural, esse posicionamento é validado por Rubin (2008) ao afirmar que:

“Os professores e comunicadores, inscritos em diversas ambientações e instituições sociais, são os principais tradutores dos momentos de divulgação, transmissão e difusão da cultura, ainda que outros atores e instituições possam realizar tais movimentos de modo secundário. Tais dispositivos são, todos sabemos, vitais para a democratização da cultura.” (RUBIN, 2008, p.51).

O setor educacional de Oeiras, também ganha destaque por suas atuações culturais, segundo o Secretário Francisco Stefano (2021), o “turismo pedagógico”, termo

utilizado por ele, dá à cidade esse reconhecimento, recebendo anualmente, excursões de outros estados, que visam estudos do patrimônio da cidade. A formação educacional, como dito, também é cultura, e no município de Oeiras essa identidade cultural é enraizada desde a formação primária escolar, ocorrendo eventos culturais de formação não apenas das escolas envolvidas, como também interagindo com a população, que disfruta dessas políticas de inclusão ofertadas, em exemplo, a Feira do Livro de Oeiras, o Flor, que possibilita a integração de cultura literária com os jovens e adultos.

Dentro desta perspectiva, Botelho (2001, p.73) acredita que “a vida cultural do indivíduo não se faz apenas através do uso do chamado tempo livre e do dispêndio de dinheiro, mas comporta também atitudes em períodos em que o que domina não parece ser cultural, como o tempo do trabalho, o do transporte, por exemplo.”, dessa maneira é de suma importância a atuação do poder público para que políticas inclusivas sejam realizadas visando a continuidade de atividades tão importantes para a cultura e formação da população.

O impacto causado pela pandemia de Covid -19 reflete a necessidade de as manifestações culturais atenderem toda a população, para promover uma melhor democratização cultural. Botelho (2001, p.82) utiliza deste termo para definir que e a “democratização cultural não é induzir os 100% da população a fazerem determinadas coisas, mas sim oferecer a todos – colocando os meios à disposição – a possibilidade de escolher entre gostar ou não de algumas delas, o que é chamado de democracia cultural”. Essa perspectiva é importante para determinar a qualidade de vida da população, sendo a cultura uma promotora de vivências e tradições que são carregadas de geração à geração, levando a cidade de Oeiras, a um patamar de reconhecimento não apenas por aqueles que a visitam, mas primordialmente por aqueles que rotineiramente fazem parte da história desta.

5. CONSIDERAÇÕES

Com a análise da atual conjuntura cultural social e econômica da cidade de Oeiras, levando em consideração o momento pandêmico que vive o mundo, a cultura sofre com uma pausa abrupta de todas as atividades e movimentos culturais em todas suas ramificações. Dentro desse cenário, a cidade de Oeiras, com toda sua tradição religiosa, por ser um patrimônio material tombado desde 2012 pelo IPHAN, percebe não apenas este, mas todos os setores culturais pararem devido a pandemia de Covid-19, tendo dessa maneira que se reinventar para almejar uma retomada segura de todos os movimentos culturais para toda a população.

É entendido a proporção catastrófica causada às famílias que muito perderam neste cenário, não sendo mensurado as perdas de entes queridos, e neste momento o poder público, com suas políticas inclusivas de amparo àqueles que de forma direta ou indireta atuam em prol da cultura no município, pode dar suporte a estes, promovendo ações para que as tradições culturais possam ter continuidade e prestígio.

Ante a este contexto, destaca-se o “Mecenato Privado”, dispositivo previsto nos artigos 18 e 26 da Lei Federal nº 8,313/1991, que propõe aporte financeiro por doação ou patrocínio para atender movimentos culturais. O “Mecenato Privado” possibilita que os movimentos culturais recebam investimentos de empresas locais, fomentando assim o crescimento cultural e econômico e rompendo com a dependência de financiamentos, exclusivamente, públicos, se apresentando como um caminho possível de suporte e investimentos no setor cultural.

Este período pandêmico revelou além da força cultural do município, que viu suas ruas “vazias”, como dita anteriormente, se reinventar para buscar saídas e dar continuidade a esta rica cultura, e como coloca o atual Secretário de Cultura e Turismo do município, Francisco Stefano Ferreira dos Santos, que reafirma as tradições culturais na cidade como promotoras de qualidade de vida, devido às vivências dos moradores.

Por influência disso, a pesquisa buscou tratar destas questões culturais aliada as políticas que foram adotadas no município durante o período de março de 2020 e março de 2021. Tendo dessa maneira levantado dados, sobre as propostas para a continuidade de projetos que deram certo durante esse período, para que além de se tornarem parte do calendário cultural do município, possam auxiliar em todo os outros setores, promovendo uma qualidade de vida para a população que anseia não apenas pela erradicação desta doença, como uma melhora na rotina.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Botelho, I. (2001). Dimensões da cultura e políticas públicas. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, 15(2), p. 73 - 83.
- Bucci, M. P. D. (2002). Direito administrativo e políticas públicas, São Paulo: Saraiva.
- Coelho, T. (2001). O que é ação cultural. 1ª Reimpressão, 1989. São Paulo: Brasiliense.
- De Certeau, M. de. (1994). A invenção do cotidiano. Petrópolis, Rio de Janeiro, Vozes.
- Milanesi, L. (2003). A Casa da Invenção: Biblioteca, Centro Cultural. 4ª ed. revisada e ampliada. São Paulo: Ateliê Editorial.
- Ramos, L. B. (2007). Centro Cultural: Território privilegiado da ação cultural e informacional na sociedade contemporânea. In: Encontro de Estudos Multidisciplinares em Cultura, 3, Salvador. UFBA 2007: Anais... Salvador: UFBA; Disponível em: <http://www.cult.ufba.br/enecult2007/LucieneBorgesRamos.pdf>.
- Reis, A. de C. C. (2006). História e memória da educação em Oeiras - Piauí. Teresina - PI. 288 p. Dissertação (Mestre em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação do Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal do Piauí.
- Rubim, A. A. C. (2008). Formação em organização da cultura no Brasil. Revista. Observatório Itaú Cultural. São Paulo, n. 6, p.47-55. jul e set. 2008. Disponível em : http://d3nvi1jy4u7zmsc.cloudfront.net/wp-content/uploads/itau_pdf/000991.pdf.
- Santos, F. S. F. dos. (2021). Entrevista com o Secretário de Cultura e Turismo do Município de Oeiras - PI. Entrevista concedida a Juscimeire Mendes da Silva Santos.

Semana Santa: O Significado de cada dia da Celebração Da Paixão, Morte e Ressurreição de Cristo. (2021). CNBB. Disponível em: <https://www.cnbb.org.br/261402-2/>.

Silva, S. T. da. (2002). Políticas públicas e estratégias de sustentabilidade urbana. Series Grandes Eventos – Meio Ambiente. Disponível em: http://www.rcc.gov.pt/SiteCollectionDocuments/SolangeTeles_Politiclas-Pub-Sustentabilidade.pdf.

**CIDADES E
SUSTENTABILIDADE:
QUALIDADE
E SAÚDE
URBANAS**

ARTIGO

MAPEAMENTO COLABORATIVO DIGITAL NA ASSISTÊNCIA MULTIDISCIPLINAR A COMUNIDADES

ROCHA, Heliana Faria Mettig

(helianamettig@ufba.br)

Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

BRITO, Patrícia Lustosa

(patricia.brito@ufba.br)

Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

VIANA, Marcella Sgura

(marcella.sgura@ufba.br)

Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

PEDRASSOLI, Júlio Cesar

(jpedrassoli@ufba.br)

Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

SILVA, Tiago P. C.

(tgparada@gmail.com)

Escola de Enfermagem, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

ANDRADE, Erica Ribeiro

(erica.andrade@ufba.br)

Escola de Belas Artes, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

CARDOSO, Araton Costa

(araton.cardoso@ufrgs.br)

Fundação Estatal Saúde da Família (FESFSUS/BA), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Assessoria técnica, Ambiente construído, Geotecnologias aplicadas, Saúde coletiva.

RESUMO

Diante do distanciamento social provocado pela pandemia do covid-19, as ações de assistência e assessoria técnica em arquitetura, urbanismo e engenharia tem se limitado a atividades remotas de diálogo junto às comunidades, visando identificar e suprir necessidades que são apontadas como prioridades, a exemplo da segurança alimentar, hídrica e de saneamento básico, que compõem aspectos da qualidade do habitar. Neste cenário, a aposta em metodologias de mapeamento colaborativo digital tem demonstrado ser complementar à apreensão sobre as condições de habitabilidade e vulnerabilidade local, que integram as dimensões da saúde, do meio ambiente urbano e do saneamento, nas comunidades em territórios socioambientalmente vulnerabilizados. Analisando a situação de excepcionalidade em atender demandas comunitárias de modo remoto, foi planejada uma atividade de ensino-pesquisa-extensão que integrou conhecimentos da saúde coletiva, do urbanismo, da engenharia cartográfica e do design, estruturados em quatro ciclos temáticos, de modo a proporcionar a difusão e troca de conhecimentos, com o objetivo de convergir conhecimentos relevantes para ações comunitárias no enfrentamento da pandemia, utilizando linguagens compreensíveis para um maior número de pessoas possível. A metodologia envolveu a organização de equipes plurais, com a presença de agentes comunitários de saúde, estudantes de graduação, pós-graduação e professores. Enquanto dados eram registrados diretamente no campo, junto às comunidades, foram realizadas pesquisas e levantamento de informações secundárias. Os conteúdos sobre saúde e ambiente construído foram especializados, analisados e diagramados como infográficos para ampliar a comunicação comunitária, promovendo maior alcance das informações sobre a crise sanitária. Esta experiência possibilitou a difusão de conhecimento, o protagonismo local na escolha de dados relevantes e análise das informações, junto ao apoio técnico científico deste processo. A situação de crise e os desafios cotidianos das pessoas envolvidas, somados ao uso de aplicativos de celular, foram problemas superados pela colaboração entre as equipes, embora, limitantes do processo foram discutidos para futuras adequações.

CIDADES E
SUSTENTABILIDADE:
QUALIDADE
E SAÚDE
URBANAS

1. INTRODUÇÃO

Diante do distanciamento social provocado pela pandemia da COVID-19, as ações de assistência e assessoria técnica em arquitetura, urbanismo e engenharia tem se limitado a atividades remotas de diálogo junto a comunidades, visando identificar e suprir necessidades que são apontadas como prioridades, a exemplo da segurança alimentar, hídrica e de saneamento básico, aspectos que compõem a qualidade do habitar, agora revisitados pelas condicionalidades de uma pandemia de doença infectocontagiosa.

As ações de assistência e assessoria técnica desenvolvidas no âmbito da Residência em Arquitetura, Urbanismo e Engenharia (RAU+E/UFBA), enquanto curso de especialização, são habitualmente realizadas *in loco* por profissionais residentes junto às comunidades e territórios, por meio de técnicas de mapeamento participativas, a exemplo do uso de biomapa, cartografia social, em paralelo ao uso de técnicas de geoprocessamento. No entanto, em tempos de pandemia e crise sanitária, esse acesso tornou-se reduzido, passando a ser mais necessária e relevante do que era antes, a utilização de metodologias complementares para apreensão das condições locais desses territórios.

A situação de excepcionalidade e as contingências impostas pela pandemia provocada pelo SARS-COV-2, em 2020, apresentaram um contexto onde o uso dessas metodologias complementares permitiu sustentar o trabalho de apoio e assistência técnica a comunidades em áreas socioambientalmente vulnerabilizadas. Tornadas vulneráveis por serem invisibilizadas pelas políticas públicas, estas áreas são caracterizadas pela sua vulnerabilidade¹ social e habitacional (Delgado, 2020). As precariedades enfrentadas pelas comunidades são inúmeras, demandando assistência técnica em distintos campos disciplinares, havendo aquelas que, no campo da saúde, são atendidas localmente pela Atenção Primária à Saúde (APS), porta de entrada do Sistema Único de Saúde (SUS) e essencial no contexto da pandemia. Os campos da saúde e do planejamento urbano são interdependentes ao tratar as condições de vulnerabilidade local, que incluem o diagnóstico das precariedades urbanísticas, ambientais, que influenciam na salubridade e habitabilidade no meio ambiente urbano, compondo o que se conhece por “determinação social da saúde” no campo da Saúde Coletiva.

Assim, a aposta em metodologias alternativas às metodologias presenciais se mostra importante para promover uma apreensão prévia sobre os territórios, dividindo essa apreensão com quem mais os conhecem, moradores e líderes de associações locais, assim como, agentes comunitários de saúde². Torna-se relevante ampliar a utilização e a difusão do conhecimento sobre mapeamento colaborativo digital, de forma a transcender a técnica em si e, sobretudo, utilizando o mapeamento como

1 O ambiente construído é apenas uma das dimensões consideradas na construção de um índice de vulnerabilidade local dos bairros de Salvador. Junto a essa dimensão foram considerados também: a dimensão socioeconômica, que nos diz as condições relativas à renda e trabalho da população e a dimensão da saúde, ou seja, a presença de doenças pregressas, quais hipertensão e diabetes (Delgado, 2020).

2 Profissionais do SUS vinculados à política de Atenção Primária à Saúde.

uma metodologia de apreensão e possibilidade de intervenção sobre o território, a partir da troca de informações e dados obtidos por equipes interdisciplinares. A colaboração mútua dos envolvidos no processo de mapeamento colaborativo digital amplia as possibilidades de realização de diagnósticos técnicos-participativos que irão fundamentar propostas projetuais capazes de produzir melhorias das condições de habitar e consequentemente afetar o processo de produção e reprodução da saúde.

Este artigo pretende apresentar um relato de experiência recentemente realizada em Salvador-BA numa articulação entre professores de diferentes institutos da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Foi criada uma composição de componentes curriculares, voltados para graduação e pós-graduação, aberta à comunidade externa, por meio de uma atividade curricular em comunidade e sociedade (ACCS) e curso de extensão, o que possibilitou ampliar a troca de saberes de grupos provenientes de campos de conhecimento distintos, a saber, Cartografia, Saúde Coletiva, Planejamento urbano, Design e Comunicação visual e Educação popular.

O mapeamento colaborativo digital foi abordado como metodologia que permitiu a construção a partir do saber técnico-acadêmico, popular e do mundo do trabalho, visto que agentes comunitários de saúde, que possuem como uma de suas peculiaridades a atuação na mesma, ou próxima, região de moradia, compunham o coletivo que realizava o mapeamento, assim como algumas lideranças comunitárias, que possuíam um saber distinto e que permitiu ampliar a análise dos territórios.

Dada a diversidade de saberes que compõem a experiência, as atividades de ensino-pesquisa-extensão produzidas integraram, de forma interdisciplinar, conhecimentos da saúde coletiva, do urbanismo, da engenharia cartográfica e do design, estruturados em quatro ciclos temáticos, de modo a proporcionar a difusão e troca de conhecimentos, com o objetivo de convergir conhecimentos relevantes para ações entre academia e comunidades no enfrentamento da pandemia, utilizando linguagens compreensíveis para um maior número de pessoas possível.

2. CONTEXTUALIZANDO INTERRELAÇÕES

A pandemia da COVID-19, doença infecciosa causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2), foi reconhecida pela OMS em 11 de março de 2020³ e impactou a dinâmica social de diversos países e seus respectivos sistemas de saúde. No Brasil, a Emergência em Saúde Pública de importância Nacional é reconhecida em fevereiro de 2020 (Brasil, 2020a, 2020b) e em 20 de março é declarado o estado de transmissão comunitária do coronavírus em todo território nacional (Brasil, 2020c). Desde então se vivenciou as contradições e conseqüências de uma condução do enfrentamento da pandemia, cuja fragilidade permite que um estudo recente possa afirmar: “O Brasil se destacou negativamente no contexto mundial das respostas à pandemia de Covid-19” (Werneck et al., 2021, p. 4).

3 Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>. Acesso em 30/06/2021.

Durante o contexto inicial da pandemia, inúmeros grupos, movimentos sociais, academia e sociedade civil organizada se mobilizaram no apoio às comunidades que historicamente sofriam com a escassez de amparo do Estado no âmbito das políticas públicas, situação que se mostrou agravada exatamente pelo caráter excepcional de emergência sanitária global. A partir da identificação dessa necessidade, sob coordenação de um grupo de professores do Departamento de Engenharia de Transportes e Geodésia, da Escola Politécnica da UFBA, e com professores pesquisadores de outras faculdades, como o Instituto de Saúde Coletiva, Arquitetura e Urbanismo, Design, dentre outros, formou-se um grupo chamado GEOCOMBATE Covid-19 BA. Este grupo reuniu estudantes de graduação e pós-graduação, técnicos especialistas, em torno do objetivo de acompanhar, analisar dados e prover informações sobre a situação da disseminação do vírus SARS-COV-2, em 2020, no período em que o governo federal promovia um “apagão de dados no enfrentamento à pandemia de Covid-19” (Abrasco, 2020, *online*).

O GEOCOMBATE também atuou junto ao Comitê Comunitário Virtual de Monitoramento das Ações de Enfrentamento da Covid-19 nos Bairros Populares de Salvador⁴, o que proporcionou o encontro do grupo com lideranças comunitárias, professores e profissionais da saúde, sendo desenvolvidas análises relacionadas aos bairros de Salvador, visando a difusão de conhecimentos de forma transparente para a população e para a tomada de decisões da gestão municipal, por meio de mapeamentos com dados obtidos junto à Secretaria Municipal de Saúde (SMS), Defensoria Pública da Bahia (DEP) e outros órgãos provedores de dados abertos como o IBGE e IPEA, culminando na produção de dados, que foram analisados e difundidos por meio de Notas Técnicas nas mídias digitais e redes sociais, além de eventos acadêmicos e veículos da imprensa.

Nesse ínterim, no âmbito da RAU+E/UFBA, o grupo de estudantes da 4ª edição desta especialização, junto a professores e egressos do curso, se reuniram como MOBILIZA RAU+E⁵ para realizar ações de assistência e assessoria técnica em Arquitetura e Urbanismo, desde o começo da pandemia do COVID-19 em Salvador com o objetivo de contribuir com seu enfrentamento nas áreas mais vulneráveis da cidade de Salvador e RMS. O projeto atuou em parceria com instituições de dentro e fora da UFBA, como os grupos de pesquisa LabHabitar, Lugar Comum e Etnicidades da Faculdade de Arquitetura (FAUFBA) e entidades profissionais, como Instituto de Arquitetos do Brasil (IAB), o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Estado da Bahia (CAU/BA), e com editais promovidos por organizações não-governamentais, como a ONG Habitat Brasil e o CESE. O grupo conseguiu articular, juntamente com mais de 70 grupos e organizações, a elaboração do “Manifesto e Recomendações Coletivas sobre o Direito à Água e Segurança Sanitária em Salvador – BA”, divulgado em junho de 2020, demandas que surgiram com o contato com o Comitê Popular de Enfrentamento ao Covid-19.

4 Disponível em: <https://www.instagram.com/comitecomunitario.covid19/> Acesso em 30/06/2021.

5 O projeto MOBILIZA RAU+E teve início em março de 2020 com o mapeamento de necessidades emergenciais de comunidades e com a visibilização de ações já existentes, facilitando o diálogo entre apoiadores e assistidos.

Nessa ação integrada ao GEOCOMBATE, ambos os grupos confluíram para uma atenção especial às áreas mais vulneráveis, visando ações proativas de verificação do atendimento de serviços básicos de água, esgoto, coleta de lixo, controle de zoonoses, entre outras, o que justifica uma ação multidisciplinar. No entanto, havia dificuldades de comunicação relatadas por grupos sociais que tinham dificuldade de acesso à internet, o que gerou outro manifesto⁶ a favor da disponibilização de Wi-Fi pela municipalidade para viabilizar acesso à informação aos bairros socioambientalmente mais vulneráveis.

Nesse contexto, com o retorno às atividades de ensino no modo remoto no segundo semestre de 2020, foi motivada a continuidade às ações em curso com a realização da experiência de ensino-pesquisa-extensão que se apresenta neste artigo. Os objetivos da proposta eram praticar a escuta sensível no contato com comunidades para elaboração de mapeamentos de caráter emancipatório; promover o protagonismo local por meio da instrumentalização em mapeamento colaborativo; conhecer vulnerabilidades e potencialidades em meio a coexistência de impactos sociais e ambientais recorrentes; traduzir em linguagens gráficas apropriadas de mapeamento cartográfico para comunicação comunitária; produzir e difundir conhecimento nos campos da cartografia, epidemiologia, planejamento urbano e comunicação visual, ampliando o alcance das comunidades e sociedade como um todo.

3. FUNDAMENTAÇÃO HISTÓRICA E TEÓRICA

A população vivendo em áreas urbanas socialmente vulnerabilizadas, em condições precárias de habitabilidade, já vinha crescendo em todo o mundo antes mesmo da pandemia de COVID-19. Estas áreas são tornadas vulneráveis por serem invisibilizadas pelas políticas públicas, sendo caracterizadas pela sua vulnerabilidade social e habitacional. Esses aspectos, assim como o ambiente construído, são dimensões que foram consideradas na construção de um índice de vulnerabilidade local dos bairros de Salvador. Também foram consideradas a dimensão socioeconômica, que inclui as condições relativas à renda e trabalho da população, e a dimensão da saúde, que integra a presença de doenças pregressas, quais sejam, hipertensão e diabetes (Delgado, 2020).

A *United Nations* (UN, 2020) estimou que 24% da população mundial vivia em favelas. O IBGE (2020), por sua vez, estimou para o ano de 2019 um percentual de 5,8% (5,2 milhões) de domicílios localizados em aglomerados subnormais no Brasil e de um percentual de 42% para o município de Salvador. Essas áreas precárias concentram a maior parte das pessoas mais pobres e vulneráveis das cidades e, conseqüentemente, as que precisam de maior atenção do poder público e da sociedade como um todo, inclusive da academia.

6 Carta Aberta do Grupo GeoCombate COVID-19 BA indicando fortemente a disponibilização de internet gratuita para população de áreas vulneráveis enquanto for recomendado o isolamento social devido à pandemia de COVID-19. 2020.

Nesse sentido, inúmeras atividades acadêmicas de extensão e de pesquisa utilizam das técnicas cartográficas para se debruçar sobre esses territórios, com o objetivo de: promover a qualificação de seus moradores por meio de cursos; desenvolver a sensibilidade dos alunos e pesquisadores sobre as carências, demandas e potenciais dessas áreas; contabilizar essa população e torná-la visível nos mapas (Thomson et al., 2020; Brito et al., 2020a) para as ações e políticas públicas; de analisar e compreender suas dinâmicas (Brito et al., 2020b), entre inúmeras outras possibilidades.

Não obstante, o Sistema Único de Saúde, como resultado da atuação do movimento da Reforma Sanitária Brasileira, de onde surge o Campo da Saúde Coletiva, já reconhece o conceito ampliado de saúde⁷, em que as condições socioambientais são determinações do processo saúde-doença. No processo histórico da integração de conceitos da geografia ao campo da saúde (Gondim; Monken, 2018), a Política Nacional de Atenção Básica⁸ - PNAB, uma das mais importantes do SUS, já se organiza a partir do conceito de território como “unidade geográfica única, de construção descentralizada do SUS na execução das ações estratégicas destinadas à vigilância, promoção, prevenção, proteção e recuperação da saúde (...) possibilitando uma ampla visão de cada unidade geográfica e subsidiando a atuação na Atenção Básica” (Brasil, 2017, online).

No que diz respeito a dados geoespaciais coletados nessas áreas com a participação de atores locais, têm-se já consolidadas técnicas de mapeamento participativo, utilizadas há bastante tempo, mesmo que por meio de recursos analógicos, como mapas impressos e maquetes. Essas técnicas utilizam a representação cartográfica de fenômenos e feições físicas como base para o debate e materialização iconográfica de problemas, potenciais, proposições, entre outros aspectos do diagnóstico e planejamento participativo, denominado como “territorialização” (Brasil, 2017).

Com o avanço dos sistemas de informações geográficas, pesquisadores e planejadores incorporaram ferramentas digitais nesse processo, conhecido por PPGIS, de *Public Participation Geographic Information System* (Sieber, 2006). Somente na última década, a popularização da *web 2.0* e dos *smartphones* dotados de receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*), houve espaço para o crescimento de outra forma de interação entre pesquisadores e comunidades locais, o mapeamento colaborativo (See et al. 2016; Panek & Netek, 2019).

Nesse tipo de mapeamento, usuários de aplicativos de mapa podem se tornar também produtores de dados geoespaciais. Na internet, essa colaboração, que pode se dar em tempo real, é realizada por grupos, abertos ou fechados, de pessoas que co-

7 “entendida não apenas como ‘ausência de doença’, senão como ‘bem-estar físico, mental e social’ decorrente de condições de vida saudáveis, isto é, acesso adequado a alimentação, habitação, educação, transporte, lazer, segurança e serviços de saúde bem como emprego e renda compatíveis com o atendimento dessas necessidades” (Teixeira; Souza; Paim, 2008, p. 123).

8 “conjunto de ações de saúde individuais, familiares e coletivas que envolvem promoção, prevenção, proteção, diagnóstico, tratamento, reabilitação, redução de danos, cuidados paliativos e vigilância em saúde, desenvolvida por meio de práticas de cuidado integrado e gestão qualificada, realizada com equipe multiprofissional e dirigida à população em território definido, sobre as quais as equipes assumem responsabilidade sanitária” (Brasil, 2017).

laboram com a elaboração de um mapa de sua comunidade. Essa forma de colaborar ficou conhecida pela sigla VGI, do termo *Volunteered Geographic Information* (Goodchild, 2007), e outros termos, como *Geographic citizen science*, *Geocollaboration*, *Crowdsourcing*, também sejam utilizados, segundo See et al. (2016).

Um grande desafio, no entanto, é a comunicação entre atores com referências e linguagens tão diversas. Na pandemia esse desafio tomou ares dramáticos. Cientistas, em geral, não são capacitados para comunicar-se além dos limites acadêmicos. Acrescenta-se a isso a conjuntura em que ocorre “a minimização da magnitude da pandemia e descrédito nas orientações científicas” (Werneck et al. 2021, p. 05), como um dos principais fatores que tornaram as estratégias de bloqueio à disseminação do SARS-COV-2 indisponíveis.

Nesse contexto, o design tem grande potencial de contribuição, em especial em sua abordagem colaborativa, na qual os profissionais (especialistas) em design participam como mediadores ou facilitadores do processo de design, e não apenas como prestadores de serviço, por exemplo. O designer sai do seu papel tradicional (ou seja, aquele mais comumente conhecido no ambiente mercadológico) e assume um outro papel, o de agente social. Dessa forma, o compartilhamento de conhecimentos metodológicos e técnicos é uma das ações principais, convergindo para uma noção de democratização do design. Os processos colaborativos em design envolvem, além do compartilhamento de conhecimentos específicos, a tomada de decisão horizontal e a transparência na comunicação (ou seja, uma comunicação acessível ao grupo em questão) (Manzini, 2014; Paes; Anastassakis, 2016). Ao traçar um comparativo entre o design industrial e o que seria um design pós-industrial, Nigel Cross (1981), define características para esse novo design. Em seus processos, o design se torna democrático, tangível, inclusivo e descontraído. Quanto aos profissionais, eles se tornam colaborativos, anônimos (aqui tem-se uma clara crítica à questão da autoria em seu sentido mais individual) e participativo.

Finalmente, como amálgama que, enquanto traz coesão, promove movimento ao conjunto de noções apresentadas, tomou-se como base os princípios da Educação Popular enquanto norteadores do encontro entre o saber produzido no âmbito da academia, com o saber produzido no cotidiano na vida da comunidade. Numa roda de conversa, em 1982, Paulo Freire (2007, p.35), teria apontado os princípios que considerava fundamentais aos educadores e às educadoras: “saber ouvir; desmontar a visão mágica; aprender/estar com o outro; assumir a ingenuidade dos educandos(as) e viver pacientemente impaciente”. Conjunto de princípios para uma prática em que o diálogo é o principal instrumento de conquista.

4. A PROPOSTA NO ÂMBITO DO ENSINO-PESQUISA-EXTENSÃO

As atividades de ensino-pesquisa-extensão desenvolvidas foram organizadas através da integração de pelo menos 4 turmas entre disciplinas de pós-graduação de 51 horas, uma Ação Curricular em Comunidade e Sociedade (ACCS) de 68 horas e duas oficinas de caráter extensionistas, uma de 20h com participação de agentes

comunitários de saúde e de endemias e membros de associações, e outra de 68 horas com participação de alunos da Residência AU+E e público externo à UFBA, com um total de 92 inscritos.

As temáticas abordadas foram estruturadas em 4 ciclos, tendo a 5ª como transversal, sendo: 1. Epidemiologia da COVID-19 e organização do sistema de Saúde; 2. Vulnerabilidades ambientais urbanas e sociais nos territórios; 3. Comunicação cartográfica e Mapeamento Colaborativo; 4. Design de peças de comunicação comunitária; 5. Instrumentos de mapeamento, representação e interoperabilidade de plataformas e dados geoespaciais (transversal).

A metodologia utilizada teve caráter multidisciplinar, utilizando design e cartografia para integrar os campos do saber necessários para uma maior compreensão da dinâmica dos estudos no combate à epidemias. A abordagem fundamenta-se no contato com comunidades para a troca de conhecimentos sobre a realidade cotidiana, e a compreensão crítica dos fatores influenciadores das vulnerabilidades ambientais, urbanas e sociais, recorrentes em bairros populares. Durante todo o processo, foram apresentados e experimentados, instrumentos de mapeamento, representação e interoperabilidade de plataformas e dados geoespaciais. O ensino-aprendizagem se deu no formato de ciclo de debates envolvendo os professores participantes, colaboradores e convidados, sessões colaborativas (assembléias virtuais) com representantes comunitários e agentes de saúde, com posterior orientação dos estudantes nas atividades práticas.

Foram utilizados aplicativos de computador e de celular para mapeamento (*Google Street View* e *Mapillary*) e para realização de reuniões virtuais e interações em redes sociais. O material didático englobou tutoriais e uso de aplicativos para mapeamento colaborativo, assim como, elaboração de design de peças de comunicação comunitária (infográficos).

5. EXPERIÊNCIA E DISCUSSÃO

A integração de professores e alunos de diferentes áreas de atuação e formação, bem como de diferentes perfis foi extremamente rica e avaliada como muito positiva por professores e participantes. As reuniões entre os participantes foram em duas modalidades: Assembléia e Grupos de Trabalho (GT). Na modalidade Assembléia, os agentes comunitários e lideranças populares expuseram suas atividades e demandas por conhecimento do território, e alunos e professores da ACCS apresentaram propostas de mapas e instrumentos de mapeamento de suporte a essa atuação. Na modalidade GT, os alunos, professores e membros da comunidade formaram grupos menores de trabalho, onde foram debatidos a eficácia e ajustes necessários dos instrumentos de mapeamento, de mapas e peças de comunicação comunitária elaboradas em conjunto. Como produto final, a turma distribuída em sete GT, produziu sete infográficos sobre os distritos sanitários trabalhados; outros materiais de auxílio às atividades dos agentes comunitários foram também produzidos e distribuídos para os agentes e associações envolvidas (figura 1).

Após a realização do curso os alunos responderam à pesquisa de avaliação contemplando perguntas relacionadas à motivação, dedicação, expectativas e satisfação. Os agentes comunitários de saúde (ACS) e de endemias e membros de associações avaliaram a atividade positivamente e informaram no formulário de avaliação que foi útil ampliar o conhecimento sobre mapeamento e suas aplicações dentro de suas áreas de trabalho, elogiaram a diversificação de pessoas inscritas e atuantes na atividade e, por fim, apreciaram a metodologia do curso.

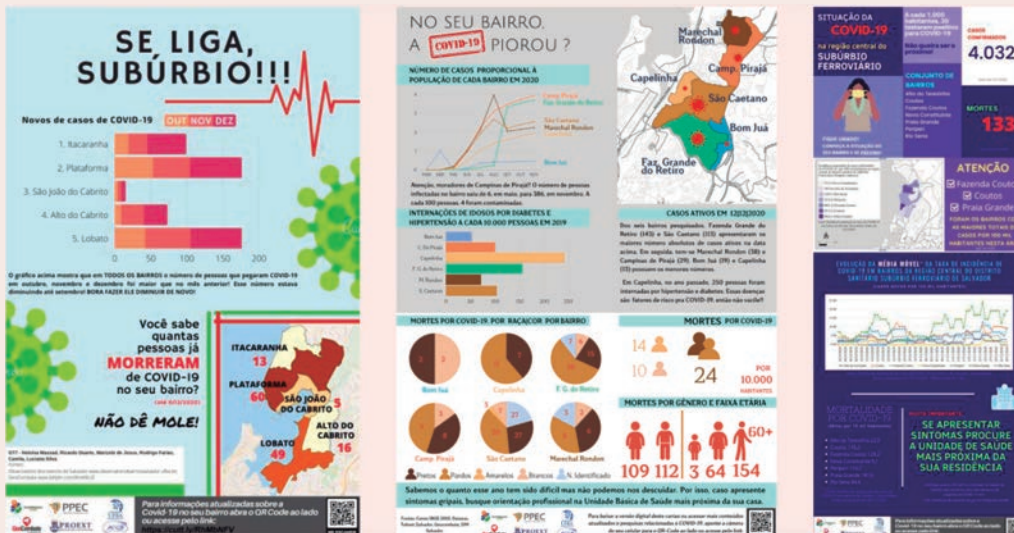


Figura 1. Exemplos de Infográficos produzidos pela turma.

No entanto, apenas 10 dos 20 participantes concluíram a atividade. Destes, três saíram do curso devido a problemas de saúde pessoal ou da família, outros dois por motivos relacionados à violência (horário de deslocamento para casa e roubo de celular), dois não responderam e os demais informaram motivações relacionadas a falta de tempo ou problemas na internet. Dos que concluíram o curso, 2 relataram dificuldades com a internet, tendo sido fundamental a gravação das aulas e disponibilização posterior da mesma. Como crítica construtiva, alguns concluintes apontaram que a carga horária foi pequena para ter maior aprofundamento e melhor aprendizado, além de apontarem dificuldades tecnológicas no uso de equipamentos, como notebook e celular.

Já nas turmas de graduação foram 20 alunos inscritos, 16 da pós-graduação e 36 da extensão, somando 72 inscritos nessas atividades. Destes, nove alunos da graduação trancaram e apenas 20% (quatro alunos) concluíram mais de 50% do curso. Dentre os alunos da pós-graduação 62% (dez alunos) obtiveram frequência superior a 50% e dentre os da extensão foram 38% (14). A alta evasão era esperada por se tratar de um semestre atípico, onde alunos enfrentavam problemas de internet, pessoais e, dada as dificuldades do período, as disciplinas de rendimento não exitoso ou abandonadas não seriam registradas no histórico do aluno, por decisão do Conselho Universitário da UFBA.

Dessa forma do total de 72 inscritos dessas três turmas, um total de 36 alunos responderam ao questionário de avaliação (10 da graduação, 16 da extensão, 10 da

pós-graduação). Na avaliação desses participantes a qualidade dos professores teve em média nota 9,1, didática adotada nota 8,8, conteúdo abordado 8,9 e grau de satisfação 8,7. Quando perguntados sobre qual foi o melhor aspecto do curso as respostas mais frequentes dizem respeito à multidisciplinaridade (mencionada por 28% dos respondentes), tecnologias de mapeamento (28%), conteúdo (22%), discussões de grupo (14%), diversidade de ferramentas (14%), atividades (8%), dedicação, linguagem ou organização dos docentes (8%). Perguntados sobre o aspecto que não foi compatível com a sua expectativa o tema que teve maior frequência foi relativo ao volume de aulas ou atividades (11%) os demais foram mencionados por apenas duas ou uma pessoa apenas, como maior aprofundamento de ferramentas, mais prática de QGIS (análise), dificuldades com o *software* R ou com o ensino remoto. Quanto às sugestões, 22% dos respondentes sugeriram melhorias relacionadas às atividades, sendo elas: melhorar participação de todos os membros nas atividades de equipe e ampliar o tempo das discussões nos GTs, iniciar as discussões no GTs com os ACS e membros de associações nos primeiros ciclos, deixar a data limite de finalização das atividades dos ciclos mais próximos do fim do ciclo, iniciar as atividades práticas de mapeamento antes no curso, reduzir carga horária de atividades assíncronas, definir ferramentas de mapeamento prioritárias para melhor apropriação, ampliar o tempo para elaboração dos infográficos, apresentar essa atividade do infográfico mais cedo no curso e apresentar os passos e demandas para o infográfico de forma mais estruturada. Foi sugerida ainda a redução do número de alunos e a abertura de outro canal de comunicação com os professores além do ambiente virtual Moodle/UFBA.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É previsível que uma proposta desta monta, com o conjunto de “diferenças” que reuniu, (diferentes disciplinas científicas, diferentes tecnologias, diferentes origens de classe social, diferentes visões de mundo, e outras), traria consigo um conjunto de limitações e insuficiências que, de certa forma, já foram expressas. Para isso, a avaliação realizada permitirá os possíveis ajustes para próximas edições, em especial no que diz respeito à ampliação do tempo de interação dos grupos e dos ACS e membros de associações, antecipação das atividades práticas de mapeamento e de elaboração das peças de comunicação, redução do número de ferramentas trabalhadas e do número de participantes buscando preservar ao máximo a diversidade de perfis.

Todavia, tais fragilidades são ínfimas quando se considera o que foi proposto ao enfrentar o desnível abissal de acesso a direitos fundamentais que se reproduz cotidianamente no Brasil, a qual a pandemia apenas expôs as vísceras. Ao finalizar a redação deste artigo se aproxima a 550 mil mortes, estando em curso uma Comissão Parlamentar de Inquérito no Senado Federal que em meio a indícios de corrupção, negacionismo científico e incompetência, tem revelado que boa parte destas poderiam ter sido evitadas (Werneck et al., 2021). Neste estado de coisas é reconhecido que todas(os) implicados (conscientes disso ou não) e, assim, os discretos resultados positivos são mais que suficientes para se reproduzir e aperfei-

çoar essa experiência. Pois, como ensina Paulo Freire (2011, p.114): “Não é, porém, a esperança um cruzar de braços e esperar. Movo-me na esperança enquanto luto e, se luto com esperança, espero”.

Diante do enfoque nas ações de assistência e assessoria técnica, ainda que limitadas a atividades remotas, verificou-se a possibilidade de identificar necessidades apontadas como prioritárias e registradas pelos ACS junto às comunidades. Neste cenário, a aposta no mapeamento colaborativo digital demonstrou ser complementar na assistência multidisciplinar a comunidades, visando a apreensão sobre as condições de habitabilidade e vulnerabilidade local. Possibilita a atuação dos residentes no campo da assistência técnica em arquitetura, urbanismo e engenharia, assim como, no campo da assistência primária à saúde, integrando as dimensões da saúde, meio ambiente urbano e saneamento, ao atender algumas demandas comunitárias de modo remoto.

Assim, a UFBA atuou na viabilização de parte da formação de membros de associações comunitárias, bem como na integração com epidemiologistas, urbanistas e agentes de saúde do SUS, formando redes de colaboração além das ações do GEOCOMBATE e MOBILIZA RAU+E.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrasco. (2020). Nota Técnica Apagão de Dados no enfrentamento à pandemia de Covid-19.
- Brasil. (2017). PORTARIA N° 2.436, DE 21 DE SETEMBRO DE 2017. Política Nacional de Atenção Básica.
- Brasil. (2020a). PORTARIA N° 188, DE 3 DE FEVEREIRO DE 2020.
- Brasil (2020b): LEI N° 13.979, DE 6 DE FEVEREIRO DE 2020.
- Brasil (2020c). PORTARIA N° 454, DE 20 DE MARÇO DE 2020.
- Brito, P.L. et al. (2020a) The Spatial Dimension of COVID-19: The Potential of Earth Observation Data in Support of Slum Communities with Evidence from Brazil. ISPRS Intern. Journal Geo-Information, v.9, p. 557.
- Brito, P. L. (2020b). Nota Técnica 04 - Alertas e Propostas de Ações para a Península de Itapagipe: baseadas em análises espaciais de suporte ao combate à COVID-19. Salvador.
- Cross, N. (1981). The coming of post-industrial design. Design Studies, [S.L.],v.2, n.1, p.3-7, jan.Elsevier BV.
- Delgado, J. P. (2020). Nota Técnica 03 - Avaliação das condições de vulnerabilidade local à COVID-19 e isolamento social na cidade de Salvador, Bahia. Salvador.
- Freire, P. (2007). Pacientes Impacientes. In: Brasil, Ministério da Saúde. Caderno de educação popular e saúde. Brasília: Ministério da Saúde. p. 32-45.
- Freire, P. (2011). Pedagogia do Oprimido. 50 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

- Goodchild, M.F.(2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69, p.211-221.
- Gondim, G.M.; Monken, M.(2018). O Uso do Território na Atenção Primária à Saúde. In: Mendonça, M.H.et al.(Eds.) *Atenção Primária à Saúde no Brasil: conceitos, práticas e pesquisa*. RJ: Fiocruz p.143-175.
- IBGE. (2020). Quase dois terços das favelas estão a menos de dois quilômetros de hospitais. *IBGE Notícias*.
- Manzini, E(2014).*Making Things Happen:social innovation and design*.*Design Issues*.Massach.,p.57-66.
- Paes, L.; Anastassakis, Z. (2016). Reflexões sobre processos colaborativos de design. In: 12° Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Belo Horizonte: Editora Blucher. p. 936-946.
- Panek, J., Netek, R. (2019). Collaborative Mapping and Digital Participation: A Tool for Local Empowerment in Developing Countries. *Information*, 10, p. 255.
- Sieber, R. (2006). Public participation geographic information systems: A literature review and framework. *Annals of the American Association of Geography*, 96(3), 491-507.
- See, L. et al. (2016) Crowdsourcing, Citizen Science or Volunteered Geographic Information? The Current State of Crowdsourced Geographic Information. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 5, 55.
- Teixeira,C.et al(2014).Sistema Único de Saúde (SUS): a difícil construção do sistema universal na sociedade brasileira.In: Almeida-Filho,N; Paim,J.(Org.) *Saúde Coletiva: teoria e prática*.RJ: MedBook, p.121-138.
- Thomson, D.R. et al. (2020). Need for an Integrated Deprived Area “Slum” Mapping System (IDEAMAPS) in Low- and Middle-Income Countries (LMICs). *Soc. Sci.* 9, 80.
- UN-United Nations. (2020). *The Sustainable Development Goals Report*.
- Werneck, G. L.; Bahia, L.; Moreira, J. P. De L.; Scheffer, M. (2021). Mortes Evitáveis por Covid-19 no Brasil.

ARTIGO

TECNOLOGIAS APLICADAS PARA FOMENTO DE SUSTENTABILIDADE, CIRCULARIDADE E RESILIÊNCIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO COM BASE NA LITERATURA INTERNACIONAL

VENTIN, JADI TOSTA IGLESIAS

(jadi.ventin@ufba.br)

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

ALBERTE, ELAINEPINTO VARELA

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

(elaine.varela@ufba.br)

CARNEIRO, ALEX PIRES

(alexpires@ufba.br)

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Resiliência urbana, economia circular, sustentabilidade, ambiente construído, mapeamento sistemático da literatura

RESUMO

Os conceitos de sustentabilidade, circularidade e resiliência urbana são comumente relacionados a ações e estratégias para melhoria do desempenho do ambiente construído. Contudo, pesquisas que relacionam estes temas ainda são um campo em atual exploração. Observa-se ainda o desafio em promover ferramentas e tecnologias que embasem os caminhos para incorporar resiliência e circularidade ao ambiente construído, na busca por moradias decentes, seguras e sustentáveis. Este artigo apresenta um panorama da literatura internacional sobre tecnologias aplicadas ao fomento da circularidade, resiliência e sustentabilidade do ambiente construído. Uma análise a partir de indicadores bibliométricos e cientométricos e de conteúdo foi realizada para identificar as tendências e lacunas do conhecimento. Como resultado, diversas tecnologias são identificadas e categorizadas, observando que os conceitos de circularidade, resiliência e sustentabilidade estão conectados, mas não são substituíveis. Observa-se como tendência de utilização tecnologias de base DSS no sentido top-down e ACV no sentido bottom-up, além de uma grande variedade de bases tecnológicas e aplicabilidades. Espera-se que os resultados contribuam para o direcionamento de novos estudos sobre o tema, de modo a incentivar a utilização de tecnologias para implementação de melhorias em aglomerados urbanos com vistas a fomentar a circularidade e sustentabilidade.

CIDADES E
SUSTENTABILIDADE:
QUALIDADE
E SAÚDE
URBANAS

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção é um dos mais importantes e influentes da economia mundial (YIN et al., 2018). Em contrapartida, a Organização das Nações Unidas (UN ENVIRONMENT, 2018) estima que 40% das emissões globais de CO₂ podem ser atribuídas à indústria da construção, enquanto Ingraio et al. (2018) afirmam que o setor é responsável por 50% de todo o consumo de energia do planeta. Dentro desse contexto, a promoção de cidades inteligentes – comumente conhecidas como *smart cities* – se torna ainda mais importante, pois busca desenvolver soluções tecnológicas para lidar com problemas de grandes cidades (BANSAL; SHRI-VASTAVA; SINGH, 2015). Essas tecnologias podem proporcionar estratégias de urbanização inteligente como monitoramento, tomada de decisões baseada em modelagens de agentes, fusão de dados, aviso de catástrofe e planejamento de segurança (HAN; HAWKEN, 2018; KUMMITHA; CRUTZEN, 2017). Segundo Zhu, Li e Feng (2020) espera-se que a cidade inteligente possa usar a tecnologia da informação para causar impactos sociais, melhorando os serviços da cidade e aprimorando a resiliência, a sustentabilidade e circularidade do ambiente construído.

O significado de sustentabilidade consiste em alcançar o equilíbrio na utilização de recursos naturais de forma a evitar sua decadência ou esgotamento, preservando assim o acesso de futuras gerações (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991). A Economia Circular (EC), por sua vez, se destaca como um modelo produtivo que busca promover a sustentabilidade. Surge como uma solução para harmonizar as ambições de crescimento econômico da sociedade e o meio ambiente, ao buscar a substituição do padrão linear insustentável de produção atual (extrair, transformar e descartar), por um padrão circular, onde almeja-se otimizar e fechar o ciclo de vida dos produtos, a partir do aumento de sua vida útil e de sua reinserção na cadeia produtiva (LIEDER; RASHID, 2017). Por fim, a resiliência pode ser definida como a capacidade existente de um sistema de absorver os efeitos de uma perturbação ou evento, mantendo suas funções principais (SKONDRAS et al., 2020). Estas perturbações podem ter causas naturais ou podem ser consequência da dinâmica linear e insustentável do planeta, como por exemplo o aumento do número de enchentes causadas pelo aquecimento global.

Existe um alinhamento acadêmico de que os conceitos de resiliência, sustentabilidade e circularidade estão conectados, mas não são substituíveis (HASSLER; KOHLER, 2014; SCHAUBROECK, 2020). A sustentabilidade busca reduzir os impactos ambientais, sociais e econômicos negativos que são uma das causas das mudanças climáticas. Há muitas formas de diminuir esses impactos, e uma delas é buscando promover uma maior circularidade dos processos. Por outro lado, a resiliência busca reduzir os efeitos desses impactos no ambiente (BIGOLIN, 2018; SCHÖGGL; STUMPF; BAUMGARTNER, 2020).

Recentes revisões de literatura mostram diversas tecnologias utilizadas para fomentar a sustentabilidade, a circularidade e a resiliência no ambiente construído. Contudo, as associações apresentadas entre tecnologias e estes conceitos são fragmentadas e não demonstram um panorama dos atuais caminhos das pesquisas sobre o tema. A área de conhecimento ainda carece de um mapeamento sistemá-

tico da literatura que avalie as tendências e características de utilização dessas tecnologias dentro do âmbito objeto de análise.

2. METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia utilizada neste estudo tem caráter exploratório e se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica que busca traçar um mapeamento sistemático da literatura, permitindo uma visão ampla de um tema de pesquisa. De acordo com Kitchenham (2007), um mapeamento sistemático é uma ferramenta que possibilita a identificação de grupos de evidências e desertos de evidências e tem potencial para identificar lacunas de pesquisa para realização de estudos primários.

A *string* utilizada na busca tem como base a adaptação do método PICO (*Population, Intervention, Comparison e Outcomes*) proposto por Pai et al. (2004). A questão e termos de pesquisa levaram em consideração 3 dos 4 itens do método: população (P), a intervenção (I) e os efeitos desejados (O). Já que não há uma comparação entre dois métodos específicos, o item *Comparison* não foi utilizado neste estudo (Figura 1). O levantamento utilizou o Scopus como base de dados pela sua representatividade na publicação de artigos científicos sobre o ambiente construído. Esta base de dados foi escolhida devido à sua relevância na divulgação de produções científicas sobre o ambiente construído. A *string* elaborada conta com as palavras-chave obrigatórias “resilience” ou “circular economy”, pois o estudo tem como objetivo filtrar apenas tecnologias que possuam ou um ou os dois temas como aplicação central. Ainda referente aos *Outcomes*, os termos “sustainability” ou “sustainable” precisariam aparecer no título ou no resumo ou nas palavras-chave, visto que estes termos não são mais tão utilizados como palavras-chave nas publicações dos últimos anos. No que se refere a *Intervention*, a *string* possui a obrigatoriedade apenas do termo “technology”. Por fim, quanto à População, o enfoque é no ambiente construído, havendo então um leque de possibilidades que abordam desde itens relacionados a construções até itens relacionados a cidades.

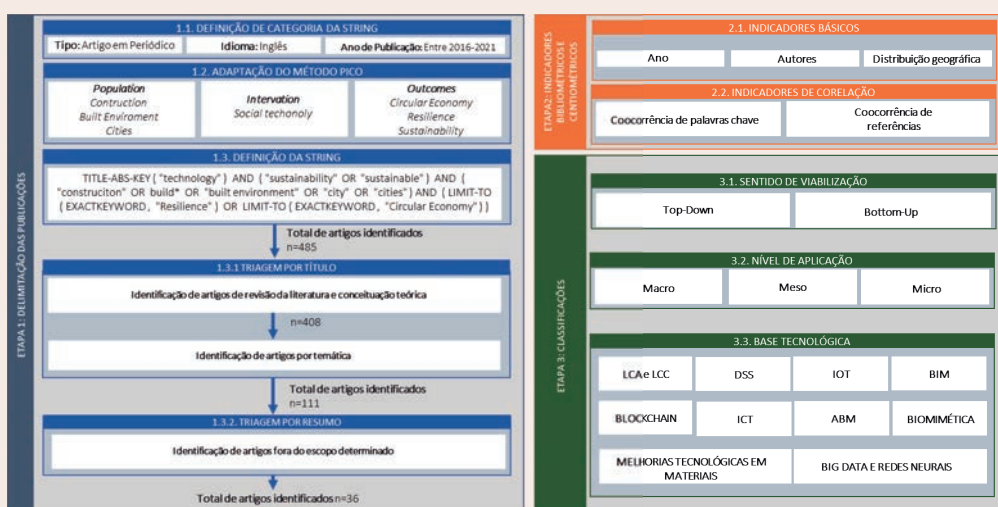


Figura 1. Fluxograma da metodologia utilizada

Utilizando um protocolo baseado na metodologia Prisma (PRISMA, 2020), foram realizados alguns refinamentos automáticos na própria plataforma do Scopus, limitando a amostra em artigos publicados em periódicos no idioma inglês nos últimos 5 anos (2021-2016). Deste modo, a busca inicial da *string* identificou 485 resultados. Seguindo o protocolo adotado, realizaram-se novos filtros utilizando outros critérios de inelegibilidade a partir da leitura dos títulos e resumos. Primeiramente, por meio dos títulos foi realizada a seleção de trabalhos que demonstravam possuir pesquisas conceituais ou de revisão da literatura que não apontassem a utilização de nenhuma tecnologia. Deste filtro, foram removidos 77 trabalhos, caracterizados como revisão da literatura ou proposta conceitual sobre a temática. Posteriormente, ainda utilizando os títulos dos trabalhos, foi possível categorizá-los em áreas temáticas de interesse (gestão das cidades, construção, gestão de desastres, saneamento básico e outros). Em seguida, um segundo filtro foi realizado, identificando apenas os artigos que tinham como objetivo solucionar problemáticas da construção, gestão de cidades ou propostas multidisciplinares. Nesta fase, obteve-se uma amostra de 111 publicações. O terceiro filtro aplicado foi realizado a partir da leitura dos resumos levando em consideração os mesmos critérios anteriores. Das 111 publicações, apenas 36 foram considerados elegíveis.

Na etapa 2 foram aplicados indicadores bibliométricos e centimétricos. As publicações foram categorizadas de acordo com o ano de publicação, distribuição geográfica, quantidade de citações e rede de co-ocorrências de termos em resumo. Para o estudo de dados cientométricos foram realizadas análises através de mapas e gráficos produzidos com o apoio do software VOSviewer®.

Na terceira etapa, os estudos analisados foram classificados por:

- Base tecnológica: nesta classificação agrupam-se os estudos conforme a base tecnológica/metodológica principal utilizada na pesquisa, a partir de semelhanças encontradas nas propostas de ferramenta apresentadas nos artigos.
- Sentido de aplicação: categoriza-se o estudo em função de sua abordagem: top-down (de cima para baixo) ou bottom-up (de baixo para cima). Lieder e Rashid (2016) determina estes dois tipos de abordagens para implementação em larga escala da Economia Circular. O sentido top-down (de cima para baixo) compreende ações da sociedade e do poder público. No âmbito da EC, envolve políticas e legislações específicas, infraestrutura de suporte e consciência social. Por outro lado, o sentido bottom-up (de baixo para cima) abrange ações lideradas pela iniciativa privada. No âmbito da EC, compreende modelos colaborativos de negócio, melhorias em design de produtos e cadeias de suplementos, além de tecnologia da informação.
- Nível de aplicação: Esta classificação envolve a escala de aplicação que a tecnologia se propõe nos estudos (micro, meso ou macro). Segundo Oliveira, Dantas e Soares (2020), a escala micro abrange produtos ou empresas, a escala meso abrange cidades e comunidades, enquanto a escala macro abrange estados, países e setores industriais.

Os dados levantados em todas as fases foram cruzados para que análises mais específicas fossem realizadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O primeiro filtro aplicado à amostra inicial de 485 artigos, correspondeu à avaliação sobre a natureza da pesquisa. Deste filtro, foram removidos cerca de 16% dos trabalhos caracterizados como revisão da literatura ou proposta conceitual sobre a temática. Os 408 artigos restantes foram classificados quanto a área temática (Figura 2). A maior fatia tinha como ponto principal a utilização e tecnologias para gestão de desastres (22% da amostra), pois é o campo de maior interesse para estudos sobre resiliência. A segunda e terceira posição foram ocupadas pelos temas de interesse deste estudo, ou seja, focados nas temáticas de gestão de cidades e construção. Estudos que abrangem múltiplas áreas, aqui classificados como multidisciplinares, também foram incluídos na amostragem final.

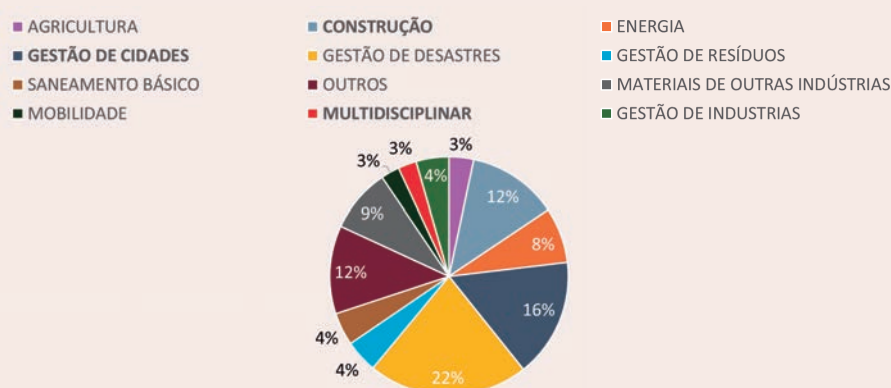


Figura 2. Categorização temática dos artigos identificados

Considerando apenas os artigos que tinham como objetivo solucionar problemáticas da construção, gestão de cidades ou propostas multidisciplinares (total de 111 artigos), destacam-se os estudos voltados a gestão de cidades. Deste total, 58 atuam sobre gestão de cidades, 44 sobre construção e 9 possuem caráter multidisciplinar.

A Figura 3 apresenta a evolução temporal das 36 produções que compõem a amostral final selecionada. Nela, é possível perceber um grande progresso de publicações, especialmente a partir de 2019, demonstrando um aumento do interesse sobre a temática. Considerando que os resultados apontados para o ano 2021 são parciais e levantados até o mês de maio de 2021, é possível inferir que o aumento de publicações será ainda maior que o apresentado.

Quanto a localização das produções (Figura 4), é possível notar que os EUA se destaca em publicações acadêmicas sobre o tema, como é usual observar, visto os diversos investimentos que o país realiza em pesquisa na área tecnológica para a construção civil. Na segunda posição aparece a Itália, onde observa-se que o interesse do país pode ser correlacionado a investimentos públicos realizados na área de resiliência urbana. Ainda sobre a análise de localização das produções, é possível perceber uma distribuição entre os continentes com produções também na Oceania, África e Ásia. A América Latina, por sua vez, possui uma única publicação no Chile.

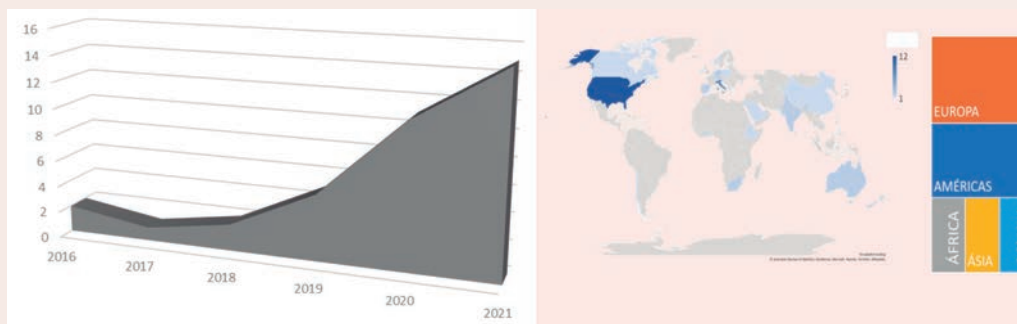


Figura 3 e 4. Produções por ano e produção por país e continente

As Figura 5 e 6 estruturam análises de rede efetuadas através do instrumento de mineração de texto do VOSviewer. A partir do software, foi possível desenvolver redes baseadas no total link strength (TLS), métrica que se baseia na interação entre os nós e a quantidade de conexões entre os elementos objeto de análise.

A figura 5 apresenta a rede de ocorrência de palavras do resumo que se repetem ao menos 2 artigos da amostra final. De um total de 81 termos inicialmente identificados, e com a remoção de palavras sinônimas e termos de menor relevância e ocorrência, a rede final foi composta por uma amostra de 22 palavras-chave (27% do total inicial). Os termos que apareceram significativamente com mais ocorrência foram “*technology*”, “*building*”, “*sustainability*” e “*resilience*”, todas palavras-chave utilizadas na *string*. As palavras “*circular economy*” e “*circularity*”, por sua vez, apareceram em escala menor. Apesar de serem contempladas na *string*, foram palavras mais adotadas em trabalhos que não possuíam natureza aplicada e, portanto, tais artigos foram descartados nos filtros iniciais.

Por fim, a relevância das publicações que compõe a amostra final foi avaliada a partir da quantidade de citações encontradas na plataforma Scopus (Figura 6). Nesta análise, destacam-se os trabalhos de Marjaba e Chidiac (2016), Fregonare et al. (2017) e Serrat-Capedevilla et al. (2019).

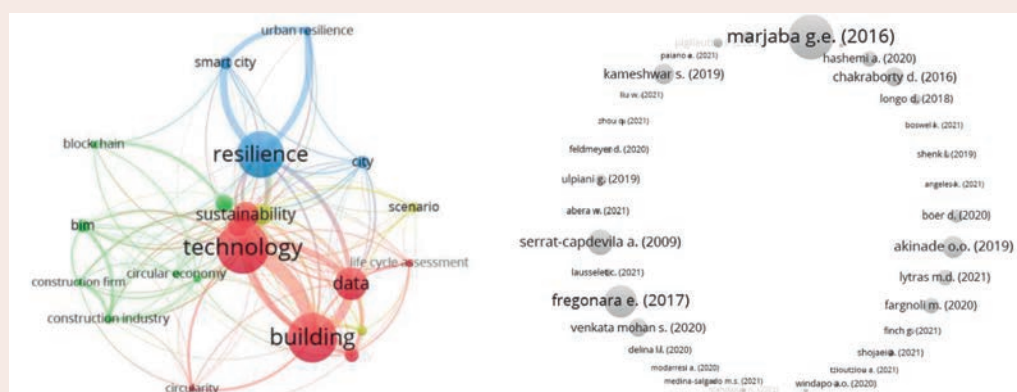


Figura 5 e 6. Palavras-chave mais utilizadas em resumos e artigos mais citados

Após aplicação do último filtro e leitura completa da amostra final, foi realizada a proposição de 10 categorias, agrupando os estudos conforme a base metodológica da ferramenta proposta, podendo um mesmo artigo pertencer a mais de uma categoria. São elas:

Análise do ciclo de vida (ACV) e Life Cycle Cost (LCC): Nesta categoria foram agrupados os estudos que adotaram ACV e/ou LCC como uma das bases tecnológicas principais. O ACV é uma ferramenta que avalia o impacto de produtos no meio ambiente considerando todos os elementos do processo a partir da aquisição de matérias-primas até o descarte (Itskos et al., 2016). Por sua vez, o LCC contabiliza os custos que incorrerá ao longo de seu ciclo de vida, incluindo despesas de capital e despesas operacionais (Kubba, 2012)

Decision Support System (DSS): Nesta categoria se encontram os estudos que utilizaram de forma destacada DSS, sistema informatizado que coleta e analisa dados, sintetizando-os para auxiliar no processo de tomada de decisão de gestores (Li; Liu, 2019);

Internet of things (IoT): Nesta categoria foram agrupados os estudos que enfatizam o uso de tecnologias que utilizam IoT, um sistema computadorizado que relaciona máquinas mecânicas e digitais com a capacidade de transferir dados através de uma rede sem exigir necessariamente interação entre humanos ou entre humano e computador (Paret; Crégo, 2019);

Building Information Modeling (BIM): Nesta categoria foram agrupados os trabalhos que adotaram o BIM como base tecnológica/metodológica principal. O BIM pode ser definido como uma metodologia que representa o processo de desenvolvimento e uso de uma edificação a partir de modelo gerado por computador para simular o planejamento, projeto, construção e operação de uma instalação (Yun, 2019);

Blockchain: Nesta categoria encontram-se as pesquisas que adotaram a tecnologia de registro *blockchain* como uma das tecnologias principais. *Blockchain* pode ser entendida como uma tecnologia de registro de dados criptografados e armazenados como blocos interconectados em uma rede, tendo como características principais a autenticação, descentralização, imutabilidade e confiabilidade dos dados armazenados (Bassam, 2021);

Information and communication technologies (ICTs): Nessa categoria estão os estudos que utilizaram ICTs, tecnologias que permitem o manuseio da informação e facilitam diferentes formas de comunicação entre seres humanos e sistemas eletrônicos (Rondeau et al., 2015);

Agent Based-Model (ABM): Nesta categoria encontram-se as pesquisas que realizaram ABMs, ou seja, modelagens computacionais que tentam capturar complexos processos e fenômenos sociais dentro de um ambiente e suas influências com o objeto de estudo (Chen, 2012);

Biomimética: Nessa categoria se encontram os estudos que adotaram tecnologias novas que têm como premissa o conceito de biomimética, sendo está uma emulação dos modelos, sistemas e elementos da natureza com o propósito de resolver problemas de outras áreas (Thandapani et al., 2018);

Big Data e redes neurais: Nessa categoria se encontram os estudos que adotaram tecnologias para previsão de dados que utilizam banco de dados em larga escala (*Big Data*) e redes neurais como forma de que sejam automatizadas respostas para determinados padrões (Rautenberg; do Carmo, 2019);

Melhorias tecnológicas em materiais: Nessa categoria se encontram os trabalhos que buscam desenvolver tecnologias aplicadas para melhoria dos processos produtivos de matérias primas da construção civil, buscam melhorar a vida útil do produto ou reinserir seus resíduos na cadeia produtiva.

A Figura 7 apresenta o panorama da amostra selecionada por base tecnológica e nível de aplicação dos estudos. Observa-se uma maior concentração de pesquisas desenvolvidas a nível micro com destaque para estudos que realizam ACV e LCC, buscam melhorias tecnológicas em materiais e utilizam *Big Data* e redes neurais. Quanto as publicações em nível meso, há um grande destaque para o uso de DSS, seguido de trabalhos que utilizam ICT e ABM. Também é possível notar que poucas tecnologias são abordadas pensando em uma escala macro, o que configura um deserto de evidências sobre essa ótica.

A Figura 8 correlaciona as bases tecnológicas com o sentido de aplicação do estudo. No sentido *Bottom-Up* há uma grande concentração de trabalhos que realizam ACV e LCC, buscam melhorias tecnológicas em materiais e utilizam *Big Data* e redes neurais. Dentro deste âmbito, nota-se a utilização destas tecnologias principalmente para auxiliar na tomada de decisões de projetos de construções. No sentido *Top-Down* as tecnologias DSS, ICT e ABM se destacam. Nesses casos, as tecnologias são utilizadas como forma de suporte para tomada de decisão de gestores públicos em nível de comunidade ou cidades.

Observa-se aqui que os 3 trabalhos mais citados entre as publicações da amostra final tem em comum a utilização da base tecnológica DSS (Marjaba e Chidiac, 2016; Fregonare et al., 2017 e Serrat-Capedevilla et al., 2019).

O uso de tecnologias alinhadas ao conceito de biomimética, por outro lado, foi observado tanto em aplicações com sentido *Bottom-Up* quanto *Top-Down*. Mohan e Modestra (2020) utilizam os princípios para o desenvolvimento de bioprodutos enquanto Hayes, Desha e Baumeiter (2020) buscam melhorias do setor da construção civil como um todo.

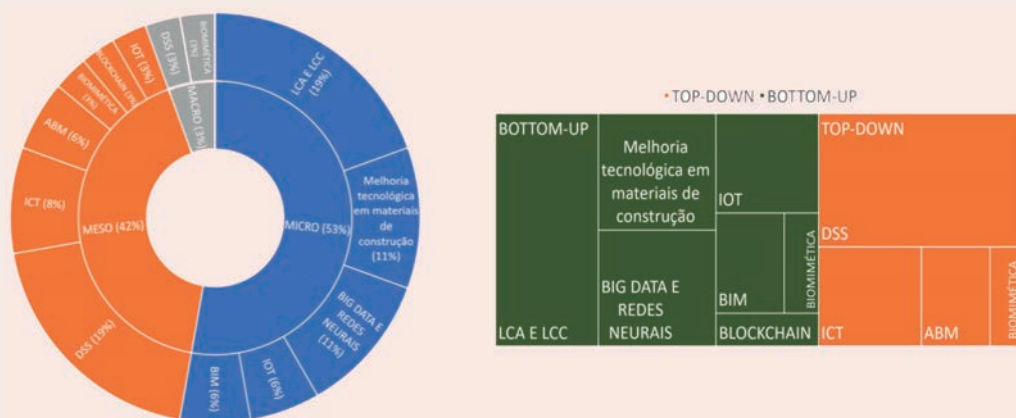


Figura 7 e 8. Tipo de tecnologia por nível de atuação e Bases tecnológicas e sentido de aplicação

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho fornecem uma importante base para a compreensão do atual cenário das pesquisas sobre a utilização de tecnologias para fomento de sustentabilidade, circularidade e resiliência no ambiente construído. Contribui especialmente para a consolidação de uma visão geral das pesquisas na área, atuando como norteador para o desenvolvimento de novos trabalhos sobre o assunto. A curva ascendente de publicações ressalta o aumento do interesse na área de pesquisa nos últimos anos. A relativa distribuição de publicações em todo o mundo, com uniformidade do número de trabalhos publicados por continentes evidencia ainda mais o interesse global na utilização dessas tecnologias com esse propósito, apesar de um relativo deserto de publicação na América Latina. Apenas a categoria denominada biomimética apresenta estudos que adotam tecnologias aplicadas tanto no sentido *bottom-up* quanto *top-down*, situação está provavelmente atribuída ao caráter amplo da categoria proposta.

O estudo também apontou como caminho destacado a utilização de DSS no sentido *top-down*, não apenas como uma das tecnologias mais utilizadas, mas como a tecnologia observada nos estudos com maior número de citações. No sentido *bottom-up* a base metodológica mais consolidada adota as ferramentas ACV e LCC focadas em análises de edificações. Poucos trabalhos que utilizam ICT e ABM no sentido *top-down* e IoT e redes neurais foram identificados, mas se mostram como tendências de pesquisa que carecem de maiores avanços.

Observa-se que há a possibilidade de a amostra final estudada não ter incluído outros trabalhos que dissertem sobre o tema devido às restrições impostas pelas palavras-chave selecionadas na *string* de pesquisa e demais restrições, como o idioma. Contudo, os resultados encontrados são interessantes e trazem valiosas percepções sobre a área. Para trabalhos futuros podem ser levantadas as principais barreiras e limitações para utilização dessas tecnologias e uma análise a partir dos resultados obtidos, além de revisões sistemáticas aprofundadas nos *clusters* identificados e realização de trabalhos primários nos desertos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANSAL, N.; SHRIVASTAVA, V.; SINGH, J. **Smart Urbanization** – Key to Sustainable Cities. Proceedings REAL CORP 2015 Tagungsband, p. 5-7, 2015. Ghent, Belgium. Disponível em: < <http://www.shram.org/uploadFiles/20180110110534.pdf>>. Acessado em: 25 de mai. 2021.

BASSAM, N. E. **Blockchain**. Distributed Renewable Energies for Off-Grid Communities (Second Edition). Empowering a Sustainable, Competitive, and Secure Twenty-First Century. 2021, Pages 447-450

BIGOLIN, M. **Towards evolutionary resilience in the house-building sector: a framework proposal and application to building skin**. 2018. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, UFRGS, Porto Alegre. Acessado em: 02 de jul. 2021.

CHEN, L. **Agent-based modeling in urban and architectural research**: A brief literature review. *Frontiers of Architectural Research*. Volume 1, Issue 2, June 2012, Pages 166-177.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

FREGONARA, E.; GIORDANO, R.; FERRANDO, D. G.; PATTONO, S. **Economic-environmental indicators to support investment decisions**: A focus on the buildings' end-of-life stage. 2017. *Buildings*, 7. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/buildings7030065>>.

HAN, H. HAWKEN, S. **Introduction**: Innovation and identity in next-generation smart cities. *City, Culture and Society*. v. 12, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ccs.2017.12.003>>. Acessado em: 25 de mai. 2021.

HASSLER, U.; KOHLER, N. **Resilience in the built environment**. *Building Research & Information*, v. 42, n. March 2015, p. 119-129, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/263145260_Resilience_in_the_built_environment>. Acessado em: 26 de mai. 2021.

HAYES, S.; DESHA, C.; BAUMEISTER, D. **Learning from nature** - Biomimicry innovation to support infrastructure sustainability and resilience. *Technological Forecasting and Social Change*, 161. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120287>>. Acessado em: 23 de mai. 2021.

INGRAO, C.; MESSINEO, A.; BELTRAMO, R.; YIGITCANLAR, T.; IOPPOLO, G. **How can life cycle thinking support sustainability of buildings?** Investigating life cycle assessment applications for energy efficiency and environmental performance. *Journal of Cleaner Production*, [s. l.], v. 201, p. 556-569, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.080>>. Acessado em: 24 de mai. 2021.

ITSKOS, G., NIKOLOPOULOS, N., KOURKOUMPAS, D.S., KOUTSIANOS, A., VIOLIDAKIS, I., DROSATOS, P., GRAMMELIS, P., 2016. **Energy and the environment**. *Environ. Dev. Basic Princ. Hum. Activit., Environ. Implic.* 363.

KITCHENHAM, B. A. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. Version 2.3, EBSE Technical Report, Keele University and University of Durham, UK, 2007.

KUBBA, S. **Green Design and Building Economics**. *Handbook of Green Building Design and Construction*. 2012, Pages 493-528

KUMMITHA, R. K. R.; CRUTZEN, N. **How do we understand smart cities?** An evolutionary perspective. *Cities*, v.67, p.43-52, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.04.010>>. Acessado em: 26 de mai. 2021.

LI, D.; LIU, S. **Water Quality Early Warnings**. *Water Quality Monitoring and Management. Basis, Technology and Case Studies*. 2019, Pages 199-210

LIEDER, M.; RASHID, A. **Towards circular economy implementation**: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Produc-*

tion. V. 115. p. 36-51. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>>. Acessado em: 23 de mai. 2021.

MARJABA, G.E.; CHIDIAC, S.E. **Sustainability and resiliency metrics for buildings** - Critical review. Building and Environment, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.03.002>>. Acessado em: 22 de mai. 2021.

OLIVEIRA, C. T.; DANTAS, T. E. T.; SOARES, S. R. **Nano and micro level circular economy indicators**: Assisting decision-makers in circularity assessments. Sustainable Production and Consumption, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.spc.2020.11.024>>. Acessado em: 21 de mai. 2021.

PAI, M., MCCULLOCH, M., GORMAN, J. D., PAI, N., ENANORIA, W., KENNEDY, G., THARYAN, P., & COLFORD, J. M. (2004). **Revisões sistemáticas e meta-análises**: Um guia ilustrado, passo a passo. National Medical Journal of India, 17(2), 86-95.

PARET, D. CRÉGO, P. **Definitions and Position**. Wearables, Smart Textiles and Smart Apparel. Smart Textiles and Smart Apparel. 2019, Pages 5-8

PRISMA. **PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases, registers and other sources**. 2020. Disponível em: <http://www.prisma-statement.org/documents/PRISMA_2020_flow_diagram_new_SRs_v2.docx>. Acessado em: 05 de jun. 2021.

RONDEAU, E., LEPAGE, F., GEORGES, J.P., MOREL, G. **Measurements and sustainability**, chapter 3. In: Dastbaz, Pattinson, Akhgar (Eds.), Green information Technology, first ed. Elsevier Book, pp. 29e59. a sustainable approach.2015.

SCHÖGGL, J. P.; STUMPF, L.; BAUMGARTNER, R. J. **The narrative of sustainability and circular economy** - A longitudinal review of two decades of research. Resources, Conservation and Recycling. v.163, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105073>>. Acessado em: 22 de mai. 2021.

SERRAT-CAPDEVILA, A.; BROWNING-ALKEN, A.; LANSEY, K; FINAN, T.; VALDÉS, J. B. **Increasing social-ecological resilience by placing science at the decision table**: The role of the San Pedro Basin (Arizona) decision-support system model. Ecology and Society, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5751/ES-02839-140137>>. Acessado em: 21 de mai. 2021.

SKONDRAS, N. A.; TSESMELIS, D. E.; VASILAKOU, C. G.; KARAVITIS, C. Resilience-Vulnerability Analysis: A Decision-Making Framework for Systems Assessment. Sustainability, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/346109413_ResilienceVulnerability_Analysis_A_Decision-Making_Framework_for_Systems_Assessment>. Acessado em: 04 de jul. 2021.

THANDAPANI, G.; RADHA, E.; JAYASHRI, J.; FLORENCE, J. A. K. ; SUDHA, P. N. **Bioactive metallic surfaces for bone tissue engineering**. Fundamental Biomaterials: Metals. Woodhead Publishing Series in Biomaterials. 2018, Pages 79-110

UN ENVIRONMENT. **Global status report 2018**: towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector. 2018. Disponível em: <ht

[tps://www.worldgbc.org/sites/default/files/2018%20GlobalABC%20Global%20Status%20Report.pdf](https://www.worldgbc.org/sites/default/files/2018%20GlobalABC%20Global%20Status%20Report.pdf)>. Acessado em: 24 de mai. 2021.

VENKATA MOHAN, S.; AMULYA K.; ANNIE MODESTRA, J. **Urban biocycles** – Closing metabolic loops for resilient and regenerative ecosystem: A perspective. 2020. Bioresource Technology, nº306. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123098>>. Acessado em: 26 de mai. 2021.

YIN, B.C.L., LAING, R., LEON, M.; MABON, L. 2018. **An evaluation of sustainable construction perceptions and practices in Singapore**. Sustainable cities and society, 39, 613-620. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.03.024>>. Acessado em: 25 de mai. 2021.

YUN, B. **Design of Underground Structures**. Underground Engineering. Planning, Design, Construction and Operation of the Underground Space. 2019, Pages 47-115

ZHU, S.; LI, D.; FENG, H. **Is smart city resilient? Evidence from China**. Sustainable Cities and Society. v. 50, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101636>>. Acessado em: 27 de mai. 2021.

ARTIGO

O ACESSO À SAÚDE E À QUALIDADE DE VIDA EM ASSENTAMENTOS INFORMAIS URBANOS

LENHART, Tamires

(tamilenhart@hotmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

MIRON, Luciana Inês Gomes

(lumiron@gmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Qualidade de vida, Saúde, Assentamentos informais urbanos, Revisão sistemática de literatura, Indicadores.

RESUMO

A qualidade de vida no ambiente urbano compreende uma série de indicadores, dentre os quais se destaca o acesso da população à infraestrutura, de forma igualitária. Entretanto, grande parcela da população vive de forma precária, sem ter acesso ao básico, para uma sobrevivência digna. O contexto pandêmico vivenciado devido ao surto de covid19 demonstra a importância das pesquisas com temas que aprimorem o acesso à saúde e à qualidade de vida por pessoas em situação de vulnerabilidade. Dessa forma, o objetivo deste artigo é identificar a relação entre o acesso à saúde e à qualidade de vida em assentamentos informais urbanos. Para atingir ao objetivo, uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) foi realizada. A RSL é um método de localização, avaliação, e síntese de resultados encontrados em bases de dados. Foram consultadas as seguintes bases: Portal Periódicos Capes (recuperados 77 artigos, selecionados 11), *Web of Science* (recuperados 11 artigos, selecionados 2), e *Scielo* (recuperados 14 artigos, nenhum selecionado). Os critérios de busca nas bases de dados consistiram em: idioma (português e inglês) e artigos em periódicos com revisão por pares. Foram selecionados os artigos que tivessem dois (ou mais) dos termos de busca: saúde, qualidade de vida e assentamentos. A análise inicial dos artigos foi feita através da leitura dos resumos. A avaliação e síntese foram realizadas através de parâmetros de adequabilidade (alta, média ou baixa), considerando: qualidade de realização do estudo; foco; contexto do estudo e adequabilidade com a questão da RSL. Os 14 artigos avaliados exibiram 99% de adequabilidade alta. Percebeu-se que apesar dos artigos terem distintas metodologias, todos indicavam a existência de uma relação direta entre a saúde e o ambiente construído. Assim as condições dos assentamentos informais urbanos podem aumentar a predisposição às doenças físicas e mentais e, conseqüentemente influenciar a qualidade de vida da população.

CIDADES E
SUSTENTABILIDADE:
QUALIDADE
E SAÚDE
URBANAS

1. QUALIDADE DE VIDA E A SAÚDE

A qualidade de vida é um conceito multidimensional, utilizado como sistema de avaliação (ALMEIDA-BRASIL *et al.*, 2017) de saúde e condições habitacionais. Pode ser utilizado como uma ferramenta de planejamento urbano, permitindo uma distribuição mais igualitária de recursos e políticas públicas. A avaliação da qualidade de vida no ambiente urbano é definida por uma avaliação de distintos aspectos necessários para a construção social igualitária da população dentro do território. Herculano (2000) explana sobre a tentativa de mensurar a qualidade de vida através da distância entre o desejável e o alcançável. Destaca-se uma pesquisa realizada na Suécia em três diferentes anos, focando em nove pontos de mensuração para entender o desenvolvimento e possíveis desigualdades sociais presentes na população ao longo desse período (HERCULANO, 2000). Entre esses pontos de mensuração, destacam-se os pontos: 1) saúde e acesso a cuidados médicos e 6) habitação (HERCULANO, 2000). Além disso, buscando compreender os pontos indicativos que remetem à qualidade de vida, saúde e habitação (HERCULANO, 2000) encontram-se como necessidades básicas e fundamentais para o desenvolvimento humano, sendo que ambos podem estabelecer relações. Segundo (Herculano, 2000, p. 23):

Assim, a “qualidade habitacional: média de pessoas por m_2 domiciliar; quantidade de domicílios ligados às redes de abastecimento de água, de eletricidade, de esgotos, de telefonia; extensões dessas redes e das vias urbanas calçadas...” E a (...) “qualidade da saúde: expectativa de vida; mortalidade infantil; morbidade materna; número de leitos e de médicos à disposição da população; relação de mortes por pacientes hospitalares; quantidade de proteína animal distribuída à população de menos de 15 anos, pela rede pública de ensino e pelas creches...”

A qualidade habitacional é considerada um dos principais indicadores para compreender a qualidade e acesso à saúde no ambiente urbano (GHASEMI *et al.*, 2019). Além disso, pode-se citar ainda a Constituição Federal (1988, art.196, 197, 198, 200 parágrafo VIII), da qual se justifica todo e qualquer esforço em promover estudos para instrumentalizar os conceitos e preceitos para a promoção do acesso a saúde e qualidade de vida no ambiente urbano de forma igualitária para toda a população. Dessa forma, a saúde torna-se fator complexo e causal de melhoria na qualidade de vida das pessoas, não podendo ser separada da enfermidade (COHEN, S. C. *et al.*, 2010). Conforme, (COHEN, *et al.*, (2011, p. 173):

Na agenda social da saúde, está incluída a promoção de ambientes favoráveis à saúde dada pelos indivíduos, que são seus usuários, pelos estilos e condutas de vida, baseados em valores culturais e contextos físicos dos espaços em que habitam e que são determinantes dos níveis de desenvolvimento. Nesses espaços, está incluída a habitação enquanto: (a) refúgio físico, sob o mesmo teto, no qual reside o indivíduo e sua família; (b) entorno caracterizado pelo ambiente físico e psíquico, imediatamente

exterior à casa; (c) comunidade, grupo de indivíduos identificados como vizinhos pelos moradores...

Entende-se a habitação como: o espaço externo, o entorno construído, do qual corresponde à promoção de saúde de forma a fornecer espaços de socialização, ambientes de troca de experiência, bem como locais de higienização e sanitização do ar, através da ventilação e insolação, os espaços abertos, que agregam ao bem estar físico e psicológico (WHO, 1988); o espaço interno, propriamente dita a moradia, habitação e lar, confere ao espaço de troca interpessoal da família, ambientes que devem oferecer conforto ambiental, higiene e segurança aos seus habitantes (WHO, 1988). Assim, os moradores de assentamentos informais são afetados de forma crítica por estarem em situação de vulnerabilidade, impactando de forma negativa sua saúde, desenvolvendo problemas psicológicos, doenças crônicas, infecções, ferimentos e outros problemas associados ao meio de morar (ZANUZDANA, KHAN e KRAEMER, 2013). Os assentamentos precários, os quais também são denominados como assentamentos informais e favelas, caracterizam-se pela localização em áreas de risco, ausência de infraestrutura urbana básica, habitações inseguras e insalubres, e pela insegurança sobre a posse da moradia (IPEA, 2016; UN-HABITAT, 2015).

Dessa forma, o artigo tem como objetivo, identificar a relação entre o acesso à saúde e à qualidade de vida em assentamentos informais urbanos. Do qual, parte-se do pressuposto, de que a utilização dos indicadores de qualidade de vida como ferramenta de planejamento no ambiente urbano, poderia qualificar o acesso à saúde pela população residente de assentamentos informais.

2. METODOLOGIA

A revisão sistemática de literatura (RSL) é um método de localização, avaliação e síntese de resultados encontrados em bases de dados científicas. A RSL é um mecanismo, muito utilizado na área da saúde para entendimento do estado da arte dos distintos campos de estudo. Este mecanismo apresenta-se útil para a tomada de decisões em relação às bases de dados (PETTICREW, 2001). Com a finalidade de atender ao objetivo proposto pelo trabalho, a RSL foi considerada como a técnica mais apropriada para identificar, sumarizar e avaliar os trabalhos encontrados acerca do tema. As etapas utilizadas para desenvolvimento da RSL neste trabalho são baseadas em Khan *et al.*, (2003):

(a) Estruturar uma questão de revisão: “O problema a ser abordado pela revisão deve ser especificado na forma clara, inequívocas e estruturadas, antes de iniciar o processo de revisão” (KHAN *et al.*, 2003, p. 118). Entende-se através do autor que é necessário a definição do problema a ser entendido através da RSL, para que então a questão seja formulada e os termos definidos para a procura nas bases de dados. Destaca-se que a estrutura da RSL, segue a estrutura de uma pesquisa, onde se inicia delimitando o problema (LIMA-COSTA; BARRETO, 2003);

(b) Identificar os trabalhos relevantes: “A busca por estudos deve ser extensa. Os critérios de seleção do estudo devem fluir diretamente das questões da revisão e ser especificados *a priori*. Razões para inclusão e exclusão devem ser registradas” (KHAN *et al.*, 2003, p. 118). Esta etapa é composta pelos critérios determinados a serem aplicados a bases de dados: Portal de Periódicos da Capes, *Web of science* e *Scielo* para a recuperação de artigos de forma sistemática pela revisão.

(c) Avaliar a qualidade dos estudos: “As pesquisas selecionadas, devem ser submetidas a uma avaliação de qualidade mais refinada pelo uso de parâmetros gerais de avaliação crítica e listas de verificação de qualidade baseadas em projeto” (KHAN *et al.*, 2003, p. 118). Neste artigo, serão utilizados os seguintes parâmetros de adequabilidade, para avaliação do estudo: Qualidade de execução do estudo; Foco/Contexto com a questão de revisão; Adequabilidade com a questão de revisão e por fim a Avaliação geral. Os periódicos foram avaliados como adequabilidade: alta, média ou baixa;

(d) Categorizar as referências: “A síntese de dados consiste na tabulação das características, qualidade e efeitos do estudo, bem como no uso de métodos estatísticos para explorar as diferenças entre os estudos e combinar seus efeitos” (KHAN *et al.*, 2003, p. 118). Esta etapa pode ser feita em conjunto com a etapa anterior;

(e) Interpretar os resultados: As questões destacadas em cada uma das quatro etapas anteriores, devem ser atendidas (KHAN *et al.*, 2003, p. 118). Caso as etapas anteriores sejam seguidas rigorosamente, as pesquisas selecionadas devem ser consideradas satisfatórias.

Dessa forma, através dessa técnica buscou-se revisar a literatura acerca da relação entre o acesso à saúde para os moradores de assentamentos informais urbanos e a qualidade de vida. Assim, aplicou-se o Protocolo da RSL (Tabela 1), através do sistema, desenvolvido por Gough, (2007). A tabela é dividida por dois eixos principais: a estrutura da pesquisa e estrutura da revisão sistemática.

Conforme apresentado na tabela 1, os termos de busca foram inseridos nas três bases de dados: Periódicos da Capes, *Web of Science* e *Scielo*. Foram utilizadas ferramentas de filtragem em cada uma das bases, aprimorando a busca. Após a filtragem de artigos e periódicos que possuíssem acesso aberto (*open access*), foram aplicados filtros da revisão por pares. Na busca não foram considerados livros, capítulos de livros ou derivados. O idioma pesquisado restringiu-se ao inglês e ao português. A seleção dos trabalhos aconteceu a partir da leitura dos resumos dos artigos, que apresentassem pelo menos dois termos de busca que cruzassem entre os temas compreendidos na pesquisa – saúde, qualidade de vida e assentamentos informais.

Além disto, os critérios utilizados para avaliação dos resultados derivaram-se de um estudo de Wesz (2020), baseado na metodologia de Gough (2007), na qual a aplicação dos critérios acontece de forma subjetiva pelo pesquisador, os critérios são divididos em categorias de adequabilidade. Estes critérios são importantes ao longo do processo de revisão, por atuarem como a segunda etapa classificatória para as pesquisas encontradas, além dos critérios utilizados na seleção dos periódicos, visto na Tabela 1.

Estrutura da pesquisa	Objetivo da pesquisa	Compreender a relação entre o acesso à saúde e à qualidade de vida em assentamentos informais urbanos
	Contexto da pesquisa	Assentamentos Informais urbanos.
	Problema de pesquisa	Acesso à saúde por moradores de assentamentos informais
Estrutura da Revisão Sistemática	Questão da Revisão Sistemática	Qual aplicação dos indicadores de qualidade de vida para o acesso à saúde para moradores de assentamentos informais?
	Resultados Esperados	Parte-se do pressuposto de que os indicadores de qualidade de vida podem ser uma ferramenta de planejamento para qualificar o acesso à saúde de moradores de assentamentos informais urbanos.
	Critérios de inclusão	Idioma: Inglês, português. Observar os termos de busca no título ou no resumo (pelo menos 2 deles).
	Termos de pesquisa	("Qualidade de vida" OR "Quality of life") AND ("assentamentos informais" OR "informal settlements" OR "favela" OR "slum") AND ("indicadores" OR "indicators") AND ("saúde" OR "health")
	Bases de dados	Periódicos da Capes, <i>Web of Science</i> , <i>Scielo</i>

Tabela 1. Protocolo da RSL.

Fonte: GOUGH, (2007); WESZ,(2020). Adaptado pelas autoras.

3. RESULTADOS

Após a execução do protocolo de RSL para a seleção dos artigos nas bases de dados, a estruturação da tabela 2 foi desenvolvida, conforme (GOUGH, 2007; WESZ, 2020). Nesta tabela, foram sumarizados e categorizados os artigos selecionados. Os níveis de classificação e de adequabilidade dos artigos selecionados foram determinados por alta, média e baixa. Primeiramente, através dos critérios de seleção, os artigos foram salvos no gerenciador de referências Mendeley¹, para leitura sistemática, destacando seus indicadores, conceitos-chave ou termos.

Após esta etapa, foram desenvolvidas tabelas, onde os resultados já categorizados previamente no gerenciador foram sumarizados e avaliados. A tabela 2 categorizou os resultados obtidos através da base de dados do Portal de Periódicos da Capes. A tabela 3 organizou os artigos selecionados na plataforma *Web of Science*.

¹ O Mendeley é um gerenciador de referências, que possibilita um fluxo de trabalho acadêmico contínuo, onde há o armazenamento dos trabalhos, fichamento e citação direta dentro dos softwares de texto e escrita, como o Microsoft Office Word. Disponível em: <https://www.mendeley.com/reference-management/reference-manager>

A estruturação tabela foi desenvolvida conforme. Na plataforma *Scielo*, foram encontrados 14 artigos, no total, previamente recuperados nas outras bases de dados, e trabalhos com outros enfoques de outros temas que utilizaram os termos. Dessa forma, pode-se perceber que na base de dados *Scielo*, se deveria expandir para o idioma espanhol, de forma a testar ou trocar os termos de busca, podendo ser outra forma de recuperar mais resultados.

	Autores	Constructos/ Indicadores	Qualidade de execução do estudo	Adequabili- dade com a questão de revisão	Foco/Con- texto com a questão de revisão	Avaliação geral
1	Santos et. al.	Indicadores territoriais, índice de receptividade	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
2	Juliano, Malleiros, Marques	Acesso a programas de saúde, amostragem aleatória estratificada	ALTA	MÉDIA	ALTA	ALTA
3	Busato, Ferraz e Frank	Percepção do ambiente, saúde ambiental	ALTA	ALTA	MÉDIA	ALTA
4	Drachler et. al.	Indicadores de saúde, equidade em saúde	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
5	Pereira, Vieira	Acesso a infraestrutura, Indicadores de sustentabilidade, SISU, IQA, IDHM	ALTA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA
6	Cohen et. al.	Revisão de literatura - habitação saudável	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
7	Cohen et. al.	Habitação Saudável, articular política, Visão holística	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
8	Brasil et.al.	Características QV, usuários de UBS, condições de saúde, atenção primária de saúde	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
9	Aboderin, Kano, Owii	Saúde nas favelas, sociedade <i>age-friendly</i>	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
10	Zanuddana, Kahn e Kraemer	Qualidade da habitação, satisfação, saúde	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA

...continuação

	Autores	Constructos/ Indicadores	Qualidade de execução do estudo	Adequabili- dade com a questão de revisão	Foco/Con- texto com a questão de revisão	Avaliação geral
11	Ri- chards, O'leary, e Mut- sonwa	QV, assentamentos informais, favelas, pós <i>aparthaide</i>	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
12	Izutsuet. al.	QV, saúde nu- tricional mental e física, áreas faveladas e não faveladas	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA

Tabela 2. Artigos selecionados no Portal de Periódicos da Capes.

Fonte: GOUGH, (2007); WESZ,(2020). Adaptado pelas autoras.

Os resultados recuperados na Plataforma Periódicos da Capes, compreenderam na sua totalidade 77 artigos e após a classificação e sumarização (KHAN *et al.*, 2003), foram selecionados 12 periódicos. Além disso, entre as pesquisas salvas, identificou-se a origem em três distintos países, sendo 96% pesquisas realizadas pelo Brasil e as restantes localizadas entre Índia e África do Sul. No total, a adequabilidade de pesquisa reverteu em alta diante de 99% das pesquisas selecionadas. Os critérios de classificação em adequabilidade considerados foram: qualidade do estudo; adequabilidade à questão de pesquisa; e o foco ou contexto aderido à questão da revisão; sendo que os artigos restantes foram considerados de adequabilidade média. Ademais, entre os resultados, pode-se perceber autores em comum em dois trabalhos (COHEN, 2004; COHEN *et al.*, 2010), permitindo a possibilidade de utilizar a técnica clássica de revisão de literatura (*snowball*), para encontrar mais pesquisas similares, sendo que os dois artigos de mesma autoria foram avaliados com alta adequabilidade.

A partir da mesma estruturação para avaliação dos artigos recuperados através dos critérios de adequabilidade, foram aplicados aos trabalhos selecionados na plataforma *Web of Science* (tabela 3).

	Autores	Constructos/ Indicadores	Qualidade de execução do estudo	Adequabili- dade com a questão de revisão	Foco/Con- texto com a questão de revisão	Avaliação geral
13	Ghasemi et.al.	Saúde, IQV, Percepção do <i>status</i> socioeco- nômico familiar	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
14	Chauduri	Saneamento, habitação, saúde	ALTA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA

Tabela 3. Artigos selecionados na *Web of Science*

Fonte: GOUGH, (2007); WESZ,(2020). Adaptado pelas autoras.

Na plataforma *Web of Science*, recuperou-se 10 artigos no total da busca pelos termos na plataforma, dos quais, 2 foram selecionados, através das etapas e critérios definidos na estruturação da RSL (KHAN *et al.*, 2003). Os dois artigos selecionados tinham origem na Índia e França, um deles com avaliação de alta adequabilidade e o outro avaliado com média adequabilidade. Assim como na plataforma *Scielo*, alguns dos resultados da busca repetiram-se aos artigos encontrados na base de dados dos Periódicos da Capes. Dessa forma, utilizar os mesmos termos tornou-se não eficiente na plataforma *Scielo* e *Web of Science*. Demonstrando que cada plataforma armazena um número base de artigos e bibliotecas como domínio, sendo necessário o entendimento da aplicação dos termos em cada base para compreender a discrepância de resultados total recuperados em cada base.

4. CONCLUSÕES

O artigo teve como objetivo, identificar a relação entre o acesso à saúde e à qualidade de vida em assentamentos informais urbanos. Ao revisar de forma sistemática a bibliografia existente, para entender artigos que compõem o estado da arte acerca dos campos de conhecimento - saúde, assentamentos informais e qualidade de vida. Através da bibliografia selecionada, identificou-se artigos que tratavam de temas como a relação dos indicadores de qualidade de vida para entendimento do acesso a saúde em áreas de assentamentos informais urbanos, (ABODERIN; KANO; VINCENT, 2017; BUSATO; FERRAZ; FRANK, 2015; CHAUDHURI, 2017; COHEN *et al.*, 2010; GHASEMI *et al.*, 2019; IZUTSU *et al.*, 2006; RICHARDS; O'LEARY; MUTSONZIWA, 2007; ZANUZDANA; KHAN; KRAEMER, 2013). Outro tema abordado pelos artigos selecionados seria acerca da habitação como vetor de promoção de saúde no auxílio da construção de políticas públicas, (ALMEIDA-BRASIL *et al.*, 2017; COHEN, S. C. *et al.*, 2007; DRACHLER *et al.*, 2003; JULIANO; MALHEIROS; MARQUES, 2016). Destaca-se que no artigo, conforme COHEN. *et al.* (2007), retrata o estudo acerca do conceito de "habitação saudável" como provedora do controle de disseminação de doenças e promotora de qualidade de vida nos assentamentos informais urbanos. Além disso, foram encontrados artigos que explicam acerca de indicadores de sustentabilidade urbana (PEREIRA; VIEIRA, 2016), em regiões metropolitanas, que abrangem o tema bibliográfico pesquisado, mas não tem foco com a questão de revisão de forma plena. Por fim, destaca-se o artigo acerca da disseminação de dengue por ilhas de calor, habitações precárias, na cidade do Rio de Janeiro pela relação de densidade populacional e territorial correspondentes aos assentamentos informais urbanos através de determinantes territoriais (SANTOS *et al.*, 2020). Nos resultados selecionados para avaliação observou-se (COHEN, S. C. *et al.*, 2007; LE MENACH *et al.*, 2011) dois trabalhos de mesma autoria, abrindo a possibilidade de executar a técnica clássica de revisão narrativa de literatura (*snowball*), para encontrar mais artigos e pesquisas dos pesquisadores. Por fim, os trabalhos de mesma autoria correspondem aos temas da saúde e a habitação em áreas periféricas, no Brasil, relatado anteriormente. Os indicadores de qualidade de vida, na bibliografia, são utilizados como ferramenta e/ou parâmetro para entendimento do acesso a saúde e situação de saúde da população em distintos locais na sociedade e território. Entre os artigos selecionados, os auto-

res Almeida-Brasil *et al.* (2017 p.1712), utilizaram quatro domínios dos indicadores de qualidade de vida, seriam eles:

“Físico” (dor e desconforto físico, dependência de medicação / tratamento, energia e fadiga, mobilidade, sono e repouso, atividades de vida diária e capacidade para o trabalho); “Psicológico” (sentimentos positivos e negativos, espiritualidade / crenças pessoais, aprendizagem / memória / concentração, aceitação da imagem corporal e aparência e autoestima); “Relações sociais” (relações pessoais, atividade sexual e assistência / apoio social); e “meio ambiente” (segurança física, meio físico, recursos financeiros, novas informações / habilidades, recreação e lazer, ambiente domiciliar, saúde e transporte).

Os domínios foram utilizados para relacionar aspectos que fazem parte do conceito de qualidade de vida e relacioná-los a situação de saúde da população. Através da realização da pesquisa, os resultados demonstraram as diferenças de qualidade de vida entre os indivíduos analisados (através do mapeamento do atendimento nas Unidades Básicas de Saúde) na cidade de Belo Horizonte (ALMEIDA-BRASIL *et al.*, 2017). O índice de vulnerabilidade a saúde, relaciona-se a localização e situação das UBS. A idade foi associada a qualidade de vida entre os domínios das relações sociais e ambientais (ALMEIDA-BRASIL *et al.*, 2017). Destaca-se que a pesquisa identificou que a percepção de qualidade de vida é pior em pessoas na faixa etária de 40-59 anos do que em pessoas jovens adultas. Outrossim, ter renda própria associou-se à melhores índices de qualidade de vida geral e em todos os domínios. Entretanto, as classes sociais mais baixas, salientaram os piores índices de qualidade de vida em todos os quatro domínios. Indivíduos com baixa escolaridade, a associação foi mais alta nos domínios psicológicos e ambientais (estes resultados foram observados em outros estudos citados pelos autores ALMEIDA-BRASIL *et al.*, 2017). Percebe-se que os indicadores são utilizados nos campos da saúde, habitação e qualidade de vida como forma de mapeamento da situação e estado de uma população através da percepção dela (ALMEIDA-BRASIL *et al.*, 2017). O levantamento destas percepções através dos indicadores pode estabelecer políticas públicas inclusivas e multidisciplinares, bem como ferramenta para o planejamento urbano, como: espacialização dos serviços de saúde (atenção primária de saúde); acessibilidade aos serviços de saúde, por meio de transporte público (paradas próximas as localidades vulneráveis) (ALMEIDA-BRASIL *et al.*, 2017).

Desta forma, de maneira geral a RSL demonstrou-se uma ferramenta satisfatória, para recuperação de artigos dentro de um campo amplo de assuntos como o pesquisado. Percebeu-se um empecilho durante a pesquisa, quando foram aplicados na base de dados *Scielo* os termos de busca com os filtros utilizados previamente nas plataformas (Periódicos da Capes e *Web of Science*), nenhum trabalho foi selecionado. Dos trabalhos repetiram-se entre essa plataforma e *Web of Science*. Além de terem ampliado a busca para outros assuntos não relacionados aos termos. Assim, acredita-se que seria necessário aplicar mais filtros. Identificou-se que para a continuidade da pesquisa, seria necessário rever a opção de mais um idioma (espanhol) e reagrupar os termos de busca, intercalando-os para então entender o panorama geral, das produções em todas as bases de dados estipuladas pela revisão de literatura.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aboderin, I. Kano, M. Vincent, H.A. (2017) Toward “age-Friendl slums”? Health challenges of older slum dwellers in Nairobi and the applicability of theage-friendly city approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, [s. l.], v. 14, n. 10. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph 14101259>

Almeida-Brasil, C.C. (2017) et al. Qualidade de vida e características associadas: Aplicação do WHOQOL-BREF no contexto da Atençã oPrimária à Saúde. *Ciência e Saúde Coletiva*, [s. l.], v. 22, n. 5, p. 1705-1716. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232017225.20362015>.

Busato, M. A. Ferraz, L. Frank, N. L. P. (2015) Reflexões Sobre A Relação Saúde E Ambiente: A Percepção De Uma Comunidade. *Holos*, [s. l.], v. 6, p. 460. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2015.2145>

Chaudhuri, I. N. (2017) Community Mobilization for Slum Upgrading through Sanitation in Roma Informal Settlements in the Paris Region. *Frontiers in Public Health*, [s. l.], v. 5. Disponível em: <https://doi.org/ 10.3389/ fpubh.2017.00213>

Cohen, C. S. C. et al. (2011) Habitação Saudável como Determinante Social da Saúde: Experiências internacional e nacional. *Rbsp*, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 169-179.

Cohen, C. S. C. (2004) Habitação Saudável como Caminho para a Promoção da Saúde. [s. l.], p. 167.

Cohen, C. S. C. et al. (2007) Habitação saudável e ambientes favoráveis à saúde como estratégia de promoção da saúde. *Ciência e Saúde Coletiva*, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 191-198. Disponível em: <https://doi.org/ 10.1590/S1413-81232007000100022>

Cohen, C S. C. et al. (2010) Indicadores de Vulnerabilidade Física da Habitação em Assentamentos Urbanos Irregulares. *Entac*, [s. l.], n. 1, p. 1-10.

Drachler, M. L. et al. (2003) Proposta de metodologia para selecionar indicadores de desigualdade em saúde visando definir prioridades de políticas públicas no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 461-470. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1413-81232003000200011> Acesso em: 5 dez. 2020.

Ghasemi, S. R. et al. (2019) Health-related quality of life in informal settlements in Kermanshah, Islamic Republic of Iran: Role of poverty and perception of family socioeconomic status. *Eastern Mediterranean Health Journal*, [s. l.], v. 25, n. 11, p. 775-783. Disponível em: <https://doi.org/10.26719/emhj.19.013>

Gough, D. (2007) Weight of evidence: a frame work for the appraisal of the quality and relevance of evidence. In: *Research Papers In Education*. [S. l.: s. n.]. v. 22, p. 213-228.

Herculano, S. C. (2000) a qualidade de vida e seus indicadores. In: EDUFF (org). *Qualidade de Vida e Riscos Ambientais*. Niterói, RJ: [s. n.]. p. 1-30.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Caracterização e tipologia de Assentamentos Precários. Caracterização e tipologia de assentamentos precários : estudos de caso*, [s. l.], p. 540, 2016.

Izutsu, T. et al. (2006) Mental health, quality of life, and nutritional status of adolescents in Dhaka, Bangladesh: Comparison between an urban slum and a non-slum area. *Social Science and Medicine*, [s. l.], v. 63, n. 6, p. 1477-1488. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2006.04.013>

Juliano, E. F. G. A. Malheiros, T. F. Marques, R. C., (2016) The involvement of community leaders in health care, the environment and sanitation in areas of social vulnerability. *Ciência e Saúde Coletiva*, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 789-796. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015213.21862015>. Acesso em: 5 dez. 2020.

Khan, K. S. et al. (2003) Five steps to conducting a systematic review. *Journal of the Royal Society of Medicine*, [s. l.], v. 96, n. 3, p. 118-121. Disponível em: <https://doi.org/10.1258/jrsm.96.3.118>

LE Menach, A. et al. (2011) Travel risk, malaria importation and malaria transmission in Zanzibar. *Scientific Reports*, [s. l.], v. 1, p. 1-7. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/srep00093>

Lima-Costa, M. F. Barreto, S. M., (2003) Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, [s. l.], v. 12, n. 4, p. 189-201, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.5123/s1679-49742003000400003>.

Pereira, F. S. Vieira, I. C. G. (2016) Expansão urbana da Região metropolitana de Belém sob a ótica de um sistema de índices de sustentabilidade. *Revista Ambiente e Água*, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 731-744. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-aqua.1878>

Petticrew, M. (2001) Systematic reviews from astronomy to zoology: myths and misconceptions. *MRC Social and Public Health Sciences Unit, University of Glasgow, Glasgow G12 8RZ*, [s. l.], v. 322, n.

Richards, R. O'leary, B. M. (2007) Kingstone. Measuring quality of life in informal settlements in South Africa. *Social Indicators Research*, [s. l.], v. 81, n. 2, p. 375-388. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11205-006-9014-1>. Acesso em: 5 dez. 2020.

Santos, J. P. C. et al. (2020) A perspective on inhabited urban space: Land use and occupation, heat islands, and precarious urbanization as determinants of territorial receptivity to dengue in the city of Rio de Janeiro. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, [s. l.], v. 17, n. 18, p. 1-20. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph17186537>

UN-HABITAT. (2015) Asentamientos Informales. *Temas Habitat III*, [s. l.], v. 30, n. 11140546, p. 1-18.

WESZ, Josana. (2020) Roteiro: Revisão Sistemática De Literatura. Porto Alegre: [s. n.].

WHO, World Health Organization. (1988) Guidelines For Healthy Housing. Copenhagen: [s. n.].

Zanuzdana, A. Khan, M. Kraemer, A. (2013) Housing Satisfaction Related to Health and Importance of Services in Urban Slums: Evidence from Dhaka, Bangladesh. *Social Indicators Research*, [s. l.], v. 112, n. 1, p. 163-185. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11205-012-0045-5>. Acesso em: 5 dez. 2020.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pelo ensino público e gratuito de qualidade. Ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional (PROPUR), por fornecer ensino humanizado e acolhedor, por oportunizar o desenvolvimento desse estudo e por todo acolhimento durante o período de mestrado. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa durante o período de estudo.

ARTIGO

INVESTIGAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE DENGUE E O AMBIENTE CONSTRUÍDO NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS

BUENO, Laura Machado de Mello¹

(laurab@puc-campinas.edu.br);

*Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
(POSURBARQ PUC Campinas), Brasil*

CEREJO, Lucas Nakamura¹

(lucassnakamura@gmail.com);

*Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
(POSURBARQ PUC Campinas), Brasil*

BUENO, Juliana Cristine Cesere²

(julianacb10@hotmail.com);

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU PUC Campinas), Brasil

NISHIMURA, Leda Cacilda Dias²

(leda_jornalismo@hotmail.com);

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU PUC Campinas), Brasil

SANTOS, Letícia Kerolin dos²

(leticiaakerolin@gmail.com)

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU PUC Campinas), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Dengue, Ambiente construído, Saúde pública, *Aedes aegypti*, Campinas

RESUMO

Pesquisa sobre ambiente construído e saúde realizada desde 2019 tem foco central no papel que a arquitetura e o urbanismo podem ter na redução da proliferação da dengue, cujo vetor *Aedes aegypti*, é bem adaptado ao espaço urbano. O mosquito se beneficia de características e manejo inadequado do espaço construído e infraestrutura nas cidades: edificações com patologias (públicas, privadas, formais e informais), construções inacabadas, terrenos ociosos e a ineficácia do Estado no atendimento a serviços básicos como limpeza pública. A pesquisa envolve alunos de doutorado, Iniciação Científica, com colaboração de pesquisadores de Demografia e Medicina, além da Arquitetura e Urbanismo. O problema é emergente no Brasil e países do Sul Global, pois as mudanças climáticas indicam a ampliação das condições para reprodução do vetor. O contexto da pandemia de covid-19 torna o quadro mais complexo, devido à confusão entre sintomas (sem testagem) pela população atingida, percepção errônea da menor gravidade da dengue, receio de procurar o sistema de saúde e ser contaminado. A redução da disponibilização dos dados epidemiológicos espacializados através dos Departamentos de Vigilância Sanitária (DEVISA) devido à sobrecarga de trabalho, tornou difícil a seleção de áreas com maior incidência da dengue. Foi necessário também revisar protocolos da pesquisa – campo, entrevistas, grupos focais. Estudando Campinas/SP, município com uma das maiores incidências no Brasil (2014 e 2015) e nova epidemia de dengue em 2019, com base nas informações disponíveis dos sites oficiais, selecionou-se os Alertas por bairros e os perímetros com Nebulização a partir de casos positivos de dengue (2019, 2020 e 2021), confrontados com as características socioeconômicas e urbanísticas (IBGE 2010 e Google Maps PRO e Streetview), como fatores relacionados a maior incidência. Desta forma foi possível delimitar, selecionar e descrever e analisar características locais e intra-urbanas relacionadas, passando-se então ao estudo em dimensão espacial da edificação.

CIDADES E
SUSTENTABILIDADE:
QUALIDADE
E SAÚDE
URBANAS

1. INTRODUÇÃO

A dengue, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), é uma das doenças chamadas tropicais pelas condições climáticas em que se manifestam, em áreas quentes e úmidas propiciando a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, que infectado por vírus, contamina as populações humanas. Como fenômeno multicausal, a dengue é potencializada por ambientes urbanos, sendo pertinente o estudo com o foco da arquitetura e do urbanismo (BUENO e JOHANSEN, 2021). Desta forma, diversos estudos sobre a Dengue procuram observar relações entre o ambiente urbano e os focos de dengue no tempo. Há grande presença da dengue em países considerados menos desenvolvidos, regiões em que a urbanização acelerada está muitas vezes aliada à fragilidade do ambiente urbano. As doenças transmitidas pelo mosquito *Aedes Aegypti* se expressam de maneira acentuada a partir de aspectos socioespaciais, tendo as cidades condicionantes muito favoráveis para sua disseminação (ALMEIDA *et al*, 2018; ALMEIDA *et al*, 2020; JOHANSEN, 2018; SILVA *et al*, 2018; OLIVEIRA *et al*, 2019).

O contexto pandêmico, com o surgimento do novo coronavírus, que se espalhou rapidamente em escala global, sendo responsável pela doença COVID-19, resultou em possível subnotificação de outras doenças, como a dengue. Mascarenhas (2020) estudando a ocorrência da dengue e da covid-19 no Nordeste, considerou diversos fatores referentes às políticas de testagem, além da confusão entre os sintomas de ambas as doenças e afirma que a subnotificação percebida pode se mostrar ainda mais potencializada em meio ao contexto da pandemia.

No município de Campinas, se destaca o caso da Dengue, doença responsável por surtos recordes nos anos de 2014, 2015 e 2019, com o último ano registrando 26.310 diagnósticos confirmados da doença, dados que deixaram o município em alerta para uma possível manifestação de um novo surto no ano de 2020. Mas, segundo dados oficiais teriam ocorrido apenas 3.943 casos de dengue diagnosticados, ou seja, uma queda de 85% no número de casos registrados da doença, fator semelhante ao observado na capital de São Paulo, com uma queda de 90% nos casos registrados e da mesma forma no Estado de São Paulo como um todo.

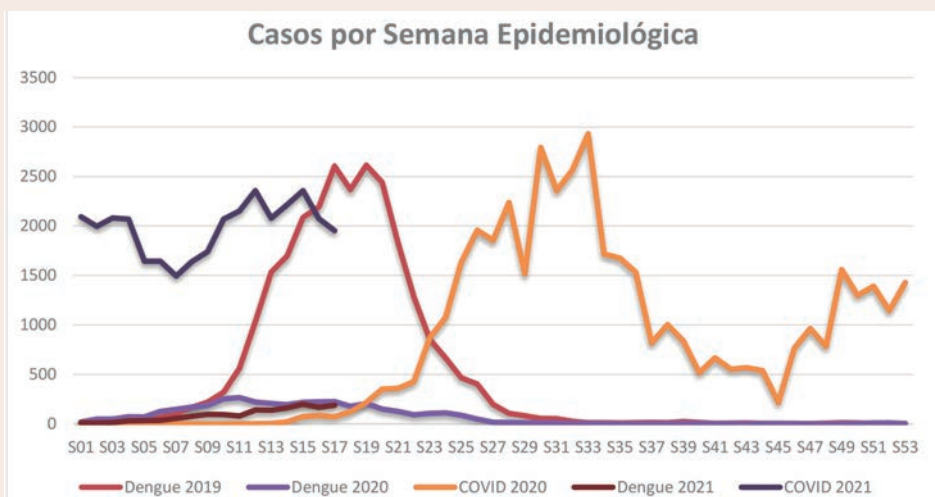


Figura 1. Casos de Dengue e COVID-19 no município de Campinas entre a 1ª semana epidemiológica de 2019 e a 16ª semana epidemiológica de 2021.

Fonte. Boletins epidemiológicos da DEVISA, (Fonte: Elaborado pelos autores).

A mudança abrupta e não prevista nos dados epidemiológicos em relação à Dengue, em nível municipal e estadual, corrobora a hipótese de subnotificação dos casos, situação observada em diferentes estados do Brasil (MASCARENHAS, 2020). Na figura 1, é possível acompanhar os casos de dengue de 2019 a maio de 2021 e da covid-19 desde seu surgimento em Campinas. Percebe-se a queda abrupta da dengue de 2019 para 2020 e 2021, bem como a intensificações e as ondas da covid-19 no município corroborando que a difusão das doenças como Dengue e COVID19 ocorrem predominantemente em espaços urbanos.

2. OBJETIVOS

A pesquisa colaborativa desenvolvida a partir de 2019 visa procurar sistematizar propostas de intervenção no âmbito da arquitetura e urbanismo que possam contribuir para a redução da proliferação da doença. Para tal, propõe-se o estudo mais minucioso de espaços intra-urbanos e das edificações, selecionados com base nos casos confirmados e pesquisa com seus moradores e usuários através de grupos focais, a partir de Campinas, bem como possíveis potencializações das propostas a partir da gestão urbana. A relação da disseminação do *Aedes aegypti* com a qualidade de vida urbana da população é íntima e baseia-se nas condições de urbanização e de planejamento urbano - presença ou não de saneamento básico, coleta de lixo e limpeza pública eficientes e higiene. Por isso, há a necessidade de entender como ocorreu o processo de urbanização e que ocorra a ligação deste movimento com a saúde, para assim procurar prevenir os agravos decorrentes dele (ALMEIDA, 2020).

Devido à pandemia do coronavírus, entretanto, foi necessário rever a estratégia metodológica para seleção das áreas e grupos focais, devido tanto às restrições de mobilidade dos pesquisadores, quanto o acesso aos dados sobre espacialização dos casos confirmados.

O objetivo do artigo é apresentar os resultados, promissores, da nova estratégia encontrada.

3. METODOLOGIA

Em 18 de Março de 2021 foram solicitados à Prefeitura de Campinas através da lei de acesso à informação os dados desagregados sobre ocorrência de dengue no município em anos recentes¹ para uma melhor compreensão da manifestação da doença e delimitação das áreas de estudo no território, em meio a pandemia de COVID-19. Entretanto até o momento, após quatro meses, as informações ainda não foram disponibilizadas devido a possíveis problemas na transição de gestões municipais, associada a sobrecarga de trabalho sofrida pelos técnicos da vigilância epidemiológica que ainda estão lidando com o momento pandêmico, além da possível dificuldade de compatibilização e atualização de dados devido a não realização do censo nacional no ano de 2020. Mesmo os boletins epidemiológicos mensais com dados por Centro de Saúde (CS), foram descontinuados até junho de 2021. Percebeu-se através do site <https://dengue.campinas.sp.gov.br/>, criado em 2019, que algumas ações estavam paradas, os alertas e programação de nebulizações continuavam, disponibilizando-se mapas em pdf de bairros em alerta e programação de nebulização². Assim a equipe elaborou o mapeamento destas informações, relacionando dados socioeconômicos do Censo Demográfico da IBGE de 2010 com a incidência de casos de Dengue nas áreas de abrangência dos Centros de Saúde e também com as ações coordenadas pelo Departamento de Vigilância Sanitária (DEVISA) para o controle e combate a proliferação do mosquito. Desta forma inovadora foi possível identificar áreas de interesse, e posteriormente, desenvolver uma análise na escala intra-urbana, realizada, até o momento, através de ferramentas digitais.

4. RESULTADOS

Os boletins epidemiológicos elaborados pelo Departamento de Vigilância Sanitária (DEVISA) da Prefeitura são as principais formas de comunicação de dados sobre ocorrência da doença, por área de abrangência dos 67 centros de saúde. Porém, sua divulgação, quanto à dengue, foi interrompida no período entre Julho de 2020 e Junho de 2021.

1 Foi utilizada da Lei de Acesso a Informação (Lei nº 12.527 de 18 de Novembro de 2011) para solicitar dados acerca do registro de Dengue no território de Campinas nos anos entre 2007 a 2019, considerando principalmente os últimos grandes surtos de 2014, 2015 e 2019.

2 A nebulização praticada é a aplicação do inseticida CIELO ULV por equipamento costal, através de uma prestadora de serviços site <https://dengue.campinas.sp.gov.br/> (acesso 5/8/21). É efetiva para insetos adultos em voo, considerando-se pouco eficaz devido à característica do *Aedes Aegypti*, cujos ovos podem durar até 10 meses, eclodindo em contato com a água, além disso elimina outros mosquitos, com efeitos sinérgicos (ZARA et al, 2016).

No caso da dengue em Campinas, outra forma de comunicação oficial é o site <https://dengue.campinas.sp.gov.br/>, criado em 2019, que anunciava os bairros em alerta, a programação da aplicação de inseticidas e mostrava, de forma dinâmica, uma quantificação de outras ações vinculadas à redução de criadouros do *Aedes aegypti* (tabela 1). A ação de combate a dengue no município se desenvolve em diferentes campos, envolvendo diferentes setores da administração, além da Saúde, tratando de aspectos importantes como a coleta de resíduos, além do processo de busca ativa para identificação de possíveis criadouros, aplicação de inseticida para nebulização de regiões de maior risco de disseminação e o telamento de caixas d'água. Em nosso acompanhamento, percebeu-se interrupções na divulgação no site e redução drástica de algumas ações. Não houve mais tamponamento ou telagem de caixas d'água, ação que se mostrou de grande importância no ano de 2019. Entre maio e dezembro de 2020 não houve aumento do volume de coleta de cata-treco, ecopontos e retirada de resíduos lançados irregularmente.

Data de registro	Toneladas de Resíduos Operação Cata Treco	Toneladas de Resíduos nos Ecopontos	Toneladas de Resíduos despejados irregularmente	Imóveis localizados nas áreas de maior risco que receberam inseticida	Imóveis visitados para controle de criadouros	Caixas d'água tampadas e/ou teladas
21/03/20	1.157	8.317	8.353	71.579	173.925	46688
02/05/2020	1.423	10.621	10.141	161.871	336.528	-
30/06/2020	1.423	10.621	10.141	161.872	336.528	-
31/12/2020	1.423	10.621	10.141	184.623	707.983	-
30/04/2021	6.457	66.937	33.286	184.623	707.983	-
31/05/2021	6.457	66.937	33.286	279.507	986.072	-

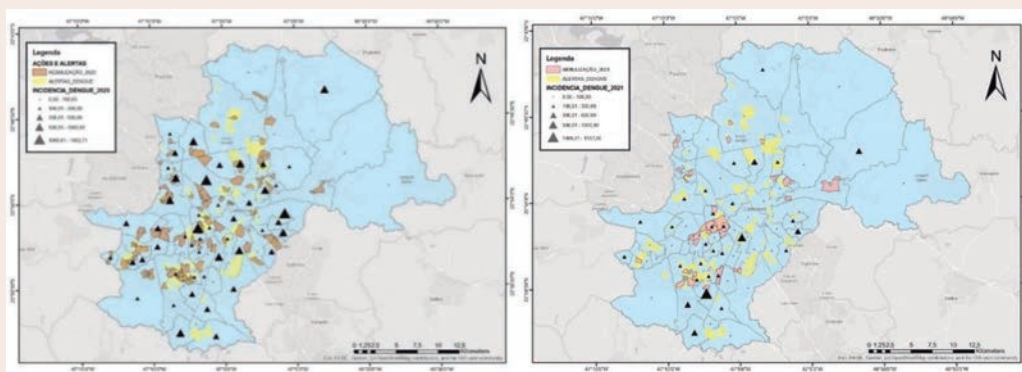
Tabela 1. Dados divulgados pelo Departamento de Vigilância Sanitária sobre o combate a Dengue no município de Campinas.

Fonte: Site de Comunicação da Dengue Campinas, (Fonte: elaborado pelos autores).

Percebe-se, portanto, uma relação entre a gravidade da pandemia do coronavírus e seu impacto na rotina do DEVISA, responsável por produzir informações e análises semanalmente sobre o controle de doenças no município de Campinas, bem como redução das formas de combate à dengue anteriormente praticadas pela Prefeitura. Entretanto o DEVISA manteve a programação e divulgação dos alertas amarelos de risco de dengue (lista de bairros com risco de transmissão) e a programação semanal de aplicação de inseticidas, com mapa das áreas a serem nebulizadas. (tabela 1).

Foi desenvolvida então uma nova estratégia para identificação de locais com interesse para estudo de fatores intra-urbanos e edifícios relacionados à ocorrência da dengue: analisando-se os mapas de alerta e nebulização, percebeu-se que bairros com ações recorrentes e informações e também que nos mapas havia informações - pontos com casos confirmados e perímetros de 200 metros (estimativa de área de vôo do mosquito). Essas informações foram confirmadas por contato telefônico com o DEVISA.

A partir de agosto de 2020, a equipe mapeou os perímetros de alertas de risco de dengue por bairro e dos indicados para nebulização - para 2019 (parcial), 2020 e 2021 entre janeiro de abril. Com nossas análises em andamento e constante acompanhamento dos dados, pudemos nos beneficiar do retorno da disponibilização de boletins do DEVISA, a partir de abril de 2021, que publicou casos confirmados e de incidência por 100 mil habitantes por CS, em abril de 2021, o que foi muito importante para viabilizar os estudos intra-urbanos. (figuras 2 e 3)



Figuras 2 e 3. Comparação entre as áreas de alerta e nebulização e incidência de dengue entre 2020 e 2021.

Fonte: elaborado pelos autores.

Foram selecionados indicadores socioespaciais de renda, acesso a saneamento e número de banheiros no domicílio por setor censitário, de forma a buscar possíveis correlações com as ações de combate ao mosquito no espaço urbano. Assim, foram elaborados mapas indicando alertas e ações de combate a proliferação do mosquito *Aedes Aegypti*, sobrepondo-os aos dados de renda familiar domiciliar com predominância de até três salários mínimos, presença ou não de banheiro de uso exclusivo no domicílio, atendimento domiciliar de coleta de lixo, presença de rede abastecimento de água e coleta de esgotos, bem como aglomerados subnormais, favelas e loteamentos irregulares constantes Plano Municipal de Habitação (PMH).

Entretanto, como os dados do censo demográfico são de 2010 e o PMH foi elaborado em 2011, é necessário cuidado ao estabelecer correlações. Por se tratarem de regiões do município com baixa renda, além de outros indicadores socioeconômicos que representam a precariedade e a possível presença de ocupações irregulares, é compreensível que muitas dessas áreas tenham sofrido mudanças significativas em sua organização e estruturação urbana, além de considerar o contexto de obras urbanas de grande porte no município de Campinas como o novo sistema de transporte coletivo- BRT que cruza o território ligando regiões periféricas com o centro. Os indicadores do censo demográfico de 2010 geraram diversas dúvidas ao longo do processo de mapeamento e análise, pois não indicavam necessariamente relações e padrões claros já estabelecidos pela literatura acerca da proliferação do mosquito e a disseminação da doença. Desta forma, pode-se considerar que o indicador mais pertinente com o objetivo de identificar um perfil socioeconômico com a ocorrência da dengue foi a presença de domicílios com baixa renda, representada na figura 4, uma característica social do território não tão volátil.

Ao se desenvolver o cruzamento de dados de perfil socioeconômico (figura 4) com a incidência dos casos de Dengue, e as ações de controle, como representado pelas figuras 2 e 3, se tornou possível a identificação de áreas de interesse para uma observação e avaliação específica em detalhe na escala intra-urbana.

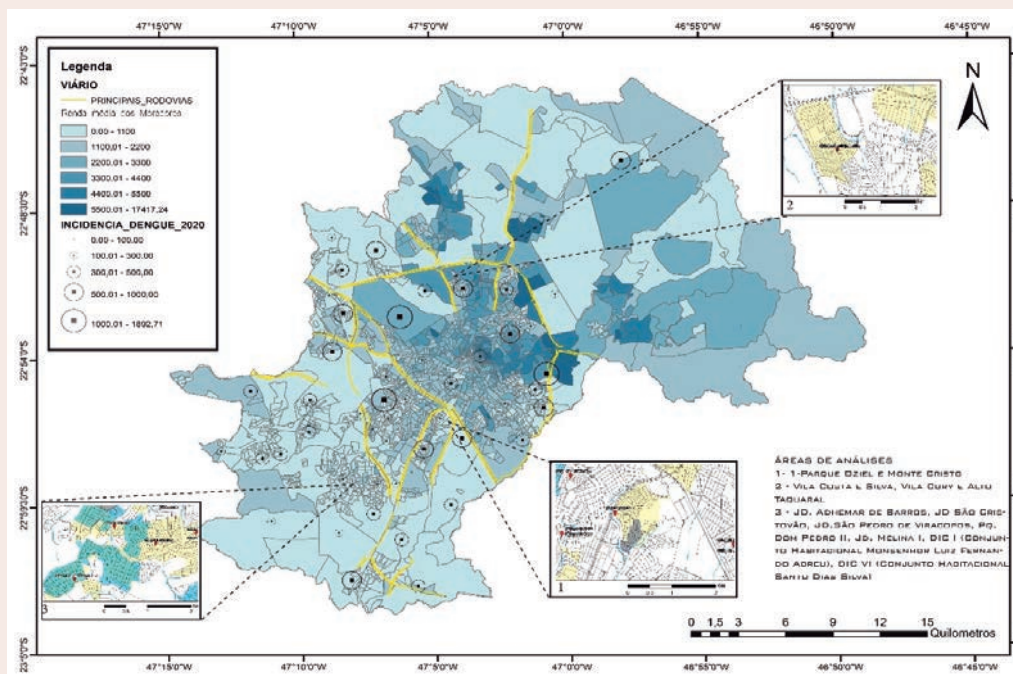


Figura 4. Incidência da Dengue em relação a quantidade de domicílios com baixa renda, com destaque perímetros para análise intra-urbana.

Fonte. Dados do IBGE 2010, dados dos boletins epidemiológicos, elaborado pelos autores.

Têm-se então os alertas e nebulizações indicando – dentro daquela área atendida por determinado CS - onde de fato ocorreram os casos. Nossa hipótese foi então de que provavelmente a maioria dos casos registrados no CS estaria concentrada dentro destes perímetros, que foram analisados através do *Googlemaps Pro* e *Streetview* em todas as vias acessíveis.

Destacaram-se três perímetros (figura 4): 1- Parque Oziel e Monte Cristo, 2- trechos da Vila Costa e Silva, Vila Miguel Vicente Cury e Alto Taquaral e 3 - região dos DICs, que foram então analisadas com foco intra-urbano, considerando-se:

- o Uso do solo – residencial horizontal ou vertical (em função da característica do mosquito de permanecer nos níveis do térreo) ou com presença de galpões ou pontos estratégicos³ de criadouros;
- Edificações - padrão construtivo, presença de telhas de amianto, lajes sem telhado, caixas d´água expostas e sem tampas;
- Presença de lotes ou glebas ociosos que propiciem lançamento de resíduos e criadouros e
- Presença de rede hidrográfica com ocupação nas margens e ou lançamento de resíduos.

Área 1 – Parque Oziel e Monte Cristo tem origem em loteamento ocupado irregularmente nos anos 1990, com regularização e urbanização parciais; predomina uso residencial horizontal autoconstruída com alta densidade construtiva, com edificações em obras ou ampliações. Nota-se telhados de amianto e, sobretudo, lajes com espera para ampliações, com guarda de materiais de construção e caixas d'água que podem promover criadouros (figura 5). Há poucos lotes ociosos, entretanto, vê-se dentro das quadras guarda de resíduos provavelmente para comercialização de recicláveis. A oeste, limita-se com o córrego Taubaté, com presença de casas mais precárias e depósitos irregulares de entulhos, e na outra margem galpões, já fronteiriços à rodovia Santos Dumont. O local, que ainda tem pavimentação parcial e ausência de calçadas, teve alertas e nebulização nas quadras residenciais próximas ao córrego em 2020. Em 2021 houve somente alertas, mas aumento significativo do número de casos: de 100 a 300 para 500 a 1000 casos por 100 mil habitantes.

Área 2 – Trata-se de dois loteamentos residenciais populares horizontais produzidos pela COHAB Campinas entre 1970 e 1972 e um trecho do bairro Alto Taquaral, com residências de alto padrão, com jardins e piscinas e diversos lotes ainda ociosos. As quadras dos dois loteamentos de padrão arquitetônico mais popular (quando inaugurados tinham telhas amianto, atualmente maioria do Costa e Silva tem telhas cerâmicas, com caixas d'água não expostas; amianto mais presente na Vila Cury) tem alta densidade construtiva, com cobertura quase total de quintais e jardins/garagens, as vias encontram-se em bom estado de conservação e não se observam lançamentos de resíduos. Algumas residências apresentam placas de comercialização de matérias de limpeza e recicláveis. No Alto Taquaral, observa-se diversas piscinas, algumas poucas com tonalidade que indicam estarem vazias ou não manutenção. Há condomínio fechados de casas e sobrados de menor área. Nos lotes vagos, maioria murados, observa-se presença de alguns monturos de resíduos/entulhos (Figura 6). Esteve em alerta parcialmente e recebeu nebulização em 2020, com incidência de 500 a 1000 casos. Teve alerta em parte do perímetro em 2021, que foi ampliado para norte da área de abrangência do CS, com redução da incidência para de 300 a 500 casos. A área é circundada por áreas vegetadas do Instituto Agrônomo de Campinas e Parques.

Área 3 – Diversos loteamentos irregulares (anos 1980) bem próximos à pista do Aeroporto de Viracopos - Jd. Adhemar de Barros, Jd. S. Cristóvão, Jd. S. Pedro de Viracopos, Pq. D. Pedro II. Jd. Melina I e conjuntos habitacionais da COHAB Distrito Industrial de Campinas (DIC) I (1982) e IV (1990). Uso do solo predominante é residencial horizontal com atividades de comércio e serviços locais, alguns poucos prédios de quatro pavimentos. Padrão construtivo popular, com misto de telhas amianto e cerâmica, com alta densidade construtiva e cobertura de jardim (garagens) e quintais, caixas d'água expostas, algumas com fechamento precário (figura 7). Nas vias e calçadas (pavimentadas) percebe-se a ausência de serviços rotineiros de limpeza pública. É notável a presença de oficinas e depósito de materiais de construção e recicláveis a céu aberto. Há glebas ociosas entre os loteamentos, com marcas de caminhos de pedestre e inúmeros monturos de resíduos lançados irregularmente, também percebidos juntos a córregos presentes na área. (Figura 8), que é ampla, envolvendo diversos CS, sendo que alguns tiveram baixa incidência e outros aumentaram para mais de 1000 casos por 100 mil habitantes.



Figura 5. Laje descoberta (Parque Oziel)
Foto Leda Nishimura



Figura 6. Alto Taquaral piscina sem tratamento e entulho em lote ocioso.



Figura 7. Área 3 - acúmulo de resíduos em domicílios



Figura 8. Área 3 - acúmulo de resíduos próximo a nascente que deságua no córrego Pium

5. CONCLUSÕES

A contribuição da Arquitetura e do Urbanismo na redução da disseminação da dengue envolve aspectos socioespaciais de escala do ambiente edificado. Os estudos estatísticos municipais e por centro de saúde nos indicam a macro-localização dos problemas, sendo necessário partir então para estudo de recortes específicos representativos, como os destacados na pesquisa.

O modelo tradicional de décadas utilizado para o controle da disseminação de dengue se baseia na realização da chamada busca ativa, a partir de visitas e vistorias, ação prejudicada principalmente pelo contexto pandêmico e prevalentemente reativa. Por outro lado, percebe-se que as ações de comunicação são abrangentes e generalistas, não considerando especificidades das áreas e populações em vulnerabilidade.

A análise através do *Streetview* já mostra as dificuldades derivadas do número alto de imóveis fechados, ociosos, com placas deterioradas de venda e locação, que podem ser pontos de criadouros, mas são inacessíveis, mesmo para nebulização, prejudicando o trabalho da vigilância sanitária. O mesmo foi percebido em lotes ociosos murados, cuja vista aérea mostra monturos de resíduos.

A contribuição quanto a intervenções nas edificações, entretanto, demandará pesquisas e ações experimentais específicas, para compreensão da percepção e compreensão dos moradores quanto aos riscos da dengue e outras doenças transmitidas pelo *Aedes Aegypti*, obras para redução de riscos de criadouros e acesso do mosquito às áreas de uso e convívio, bem como às práticas cotidianas no ambiente familiar e comunitário relacionadas à limpeza do domicílio e áreas públicas, desafio para o desenvolvimento de uma cultura de cidadania e prática solidária ainda muito pouco presente na sociedade brasileira.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, C. A. P.; Silva, R. M. (2018) Análise da ocorrência dos casos de dengue e sua relação com as condições socioambientais em espaços urbanos: Os casos de João Pessoa, Cabedelo e Bayeux, no estado da Paraíba - Brasil. *Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, v. 14, n. 27, p. 56 - 79, 2 mar. 2018.

Almeida, L. S.; Cota, A. L. S.; Rodrigues, D. F. (2020) Saneamento, Arboviroses e Determinantes Ambientais: impactos na saúde urbana. *Ciênc. saúde coletiva*, v. 25, n. 10, p. 3857-3868. Rio de Janeiro, Out. 2020.

Barbosa. G.L. Lage. M. O., Andrade. V. R. Gomes. A. H. A., Quintanilha. J. A. Chiaravalloti-Neto. F. (2019) Influência de pontos estratégicos na dispersão de *Aedes Aegypti* em áreas infestadas. IN *Revista de Saúde Pública*. 2019; 53:29.

Bueno. L. M. M. E Johansen. I. C. (2021) DENGUE: tema para arquitetos e urbanistas? IN ANAIS VI ENANPARQ. Brasília. Maio de 2021

Campinas. Prefeitura Municipal. Secretaria de Habitação. Plano Municipal de Habitação. 2011. Disponível em <http://www.campinas.sp.gov.br/governo/habitacao/plano-habitacao.php>. Acesso em abr.2020.

IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Censo Demográfico, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: mar. 2020.

Johansen, I. C. (2018) Características socioambientais das epidemias de dengue no município de Campinas, Estado de São Paulo, entre 2007 e 2015. Tese (Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Universidade Estadual de Campinas). Campinas/SP.

Mascarenhas, M. D. M. et al. (2018). Ocorrência simultânea de COVID-19 e dengue: o que os dados revelam?. *Cadernos de Saúde Pública* [online]. v. 36, n. 6. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00126520>.

Ministério da Saúde. Diretrizes nacionais para a prevenção e controle de epidemias de dengue. Brasília: Ministério da Saúde; 2009.

Oliveira, K. K. De F.; Caprara, A. (2019). Face social do controle do *Aedes*: em um bairro periférico de Fortaleza, Brasil, as mulheres tomam a palavra. *Ciênc. saúde coletiva*, v. 24, n.8, p.2983-2992, , Rio de Janeiro, Aug. 2019.

Silva, J. C. B.; Machado, C. J. S. (2018). Associações entre dengue e variáveis socioambientais nas capitais do Nordeste Brasileiro por análise de agrupamentos. *Ambient. soc.*, v. 21, São Paulo.

Zara. A.L. S. A.;Santos. M. S.; Oliveira. E.S.F. O; Carvalho. R. G. Coelho. G. E. (2016) Estratégias de controle do *Aedes Aegypti*: um revisão bibliográfica. *Epidemiol. Serv. Saúde*. Brasília, 25(2): 391-404; abr-jun 2016.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da PUC Campinas (bolsas FAPIC/Reitoria e Apoio Pesquisa Carreira Docente), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (Bolsa Doutorado) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Bolsa Produtividade).

INCIDÊNCIA DE EPIDEMIAS SIMULTÂNEAS, DENGUE E COVID-19 EM CAMPINAS/SP

CEREJO, Lucas Nakamura

(lucassnakamura@gmail.com)

*Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
(POSURBARQ PUCCAMP), Brasil*

BUENO, Laura Machado de Mello

(laurab@puc-campinas.edu.br)

*Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
(POSURBARQ PUCCAMP), Brasil*



PALAVRAS-CHAVE:

Ambiente Construído, Meio Urbano, Dengue, COVID-19, Campinas

RESUMO

O cenário contemporâneo da crise sanitária no Brasil atualmente possui um foco no espalhamento e efeitos da pandemia de COVID19 no sistema de saúde, resultando na dificuldade de identificação, busca por atendimento e consequentemente na subnotificação de casos de outras doenças, entre elas a Dengue, cujo vetor *Aedes Aegypti*, adaptado ao ambiente urbano, gera uma disseminação da doença associada principalmente a mobilidade urbana e características do ambiente construído. O contexto pandêmico dificultou a compreensão dos sintomas pela população em geral, impactando ações práticas de busca de criadouros e nebulização do território para o combate à dengue. O município de Campinas, na última década vem registrando recordes nacionais de casos de Dengue (2014, 2015 e 2019), e no ano de 2020, em meio a pandemia, registrou uma queda de 90% nos casos da doença em relação ao último ano, gerando uma preocupação com a possível subnotificação. O objetivo desta pesquisa é analisar a incidência de ambas as doenças no município de Campinas/SP, identificando características e estabelecendo padrões entre a proliferação e o espaço urbano. Baseada em dados e comunicados emitidos pelo Departamento de Vigilância Sanitária (DEVISA) de Campinas sobre ações ativas no território para controle da Dengue (2019-2021), e boletins epidemiológicos das doenças (2019-2021), se buscou elaborar mapeamentos e organização de registros de casos das doenças para identificação das principais áreas afetadas pelas doenças no município e uma análise de características arquitetônicas e urbanas destes locais relacionadas a padrões socioeconômicos que podem ter efeito sobre o maior ou menor espalhamento de ambas as enfermidades. Desta forma, foi possível identificar as áreas de maior concentração de ambas as doenças, relacionando-as com as características socioespaciais e da estrutura urbana de Campinas.

CIDADES E
SUSTENTABILIDADE:
QUALIDADE
E SAÚDE
URBANAS

1. INTRODUÇÃO

O ano de 2020 apresentou inúmeros desafios para o sistema de saúde brasileiro, devido ao contexto pandêmico gerado pela COVID-19, os efeitos da pandemia afetaram países de maneiras diferentes, dentre eles, os países do sul global enfrentaram simultaneamente surtos sazonais de doenças tropicais.

O cenário presente na América do Sul relacionado a disseminação da doença COVID-19, já apresenta uma preocupação maior de pesquisadores com a significativa circulação paralela de doenças transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti*, dentre elas se destacam a Dengue, Zika e Chikungunya (NACHER et al., 2020 & KOTSAKIOZI et al., 2017).

Em 2019, o mundo registrou cerca de 2.3 milhões de casos de dengue, que vem crescendo em um ritmo alarmante e se espalhando em regiões do sul global que nunca haviam registrado surtos (LORENZ, 2020).

De acordo com Mendonça (2009; 2010) e Tauil (2001), as condições existentes nas cidades representam um risco para a saúde da população, uma vez que a saúde é um produto social, influenciada diretamente pelo espaço urbano, tornando-os vulneráveis a surtos de doenças contagiosas, até mesmo predispondo a doenças causadas por vetores que têm sua presença relacionada às características ambientais existentes no local, como as arboviroses.

Campinas está localizada a 95 km da capital do Estado e, se apresenta como o principal município da Região Metropolitana de Campinas (RMC), tanto em área, quanto em volume populacional, com cerca de 1.2 milhões de habitantes (IBGE, 2020).

No ano de 2019, Campinas passou pela sua 3ª maior epidemia de dengue em um período de cinco anos, contabilizando 26.310 casos da doença, seguido dos surtos de 2015, com 65.634 casos (quando teve a maior incidência por 100000 habitantes de todos os municípios brasileiros com mais de 1 milhão de habitantes) e de 2014, com 42.109 casos. (DEVISA, 2020) Nos anos citados, o município registrou o maior número de casos em comparação a todos os outros 5.570 municípios do Brasil (BRASIL, 2020).

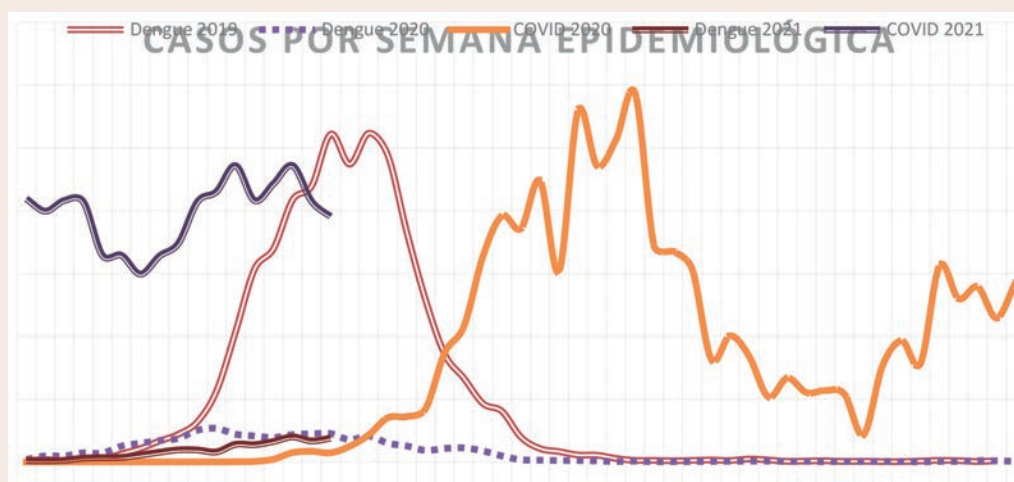


Figura 1. Casos de Dengue e COVID-19 por semana epidemiológica entre Janeiro de 2019 a Abril de 2021 no município de Campinas/SP.

Os dados referentes aos casos registrados de ambas as doenças Dengue e COVID-19 no município, nos anos de 2019, 2020 e 2021, segundo a figura 1, apresentam semelhanças entre o crescimento de casos até o pico nos anos de 2019 para a dengue, seguindo a sazonalidade e periodicidade de surtos estabelecida pela literatura, referente principalmente a um aumento na pluviosidade local, assim como, constatada a mudança da variante do vírus da dengue em circulação, sendo esta responsável pelo 3º maior surto histórico da doença no município, com o pico de contágios de COVID-19 no ano de 2020 registrando semanas epidemiológicas com mais de 2.500 casos.

Considerando o ano de 2020, era esperada a seqüência do surto de 2019, considerando os fatores de aumento da precipitação e o espalhamento da mesma variante, porém, os dados sobre a COVID se sobressaltam crescendo por um longo período, até iniciar uma queda acentuada a partir da 35ª semana epidemiológica no ano de 2020. Ambas as doenças apresentam alto grau de contágio considerando o município de Campinas, o que pode apontar para uma possível subnotificação de casos de dengue no ano de 2020, e subseqüentemente no ano de 2021, fenômeno observado e relatado para diversas outras doenças.

No caso da dengue, os sintomas da doença muitas vezes se confundem com os de variantes da COVID-19 que circulam no Brasil, além disso, a busca ativa e diagnósticos foram limitados pelo processo de isolamento e distanciamento social, indicando assim, uma possível supressão de casos de dengue, que não foram devidamente acompanhados ou registrados.

De acordo com Johansen (2018), estudando a dengue, Campinas é altamente favorável à entrada de novas epidemias e, em escala mais ampla, pode inclusive potencializar a entrada e subsequente disseminação dessas doenças emergentes para outras localidades do território nacional. Isso ocorre pelo fato de o município de Campinas apresentar alta mobilidade populacional, tanto com outros municípios da região metropolitana da qual é sede, quanto de outras regiões metropolitanas como São Paulo, a cerca de 100 km de distância. Sendo polo educacional nacional, o município recebe estudantes de outras localidades. O mesmo raciocínio pode ser feito em relação à COVID-19.

2. OBJETIVO

A difusão das doenças como a Dengue e a COVID-19 ocorrem predominantemente no meio urbano, tendo como referências principais pela literatura, a presença marcante da dengue em países do sul global, considerados menos desenvolvidos, havendo um destaque para regiões em que a urbanização acelerada está muitas vezes aliada à fragilidade do ambiente urbano, desta forma, as doenças tropicais¹ transmitidas pelo mosquito *Aedes Aegypti* se expressam de maneira significativa

1 Doenças chamadas tropicais são determinadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como doenças que se manifestam especialmente nos trópicos, esta designação também se refere as condições climáticas em que se manifestam de áreas quentes e úmidas.

e relacionada com características socioespaciais, favorecendo sua disseminação, enquanto a COVID-19 apresenta indicativos de maior disseminação em locais sem saneamento básico, comumente marcados por aglomeração e baixos índices de organização social, além da falta de instrução e de equipamento de segurança adequado, como máscaras e álcool gel.

Diante deste cenário, a pesquisa buscou abordar a distribuição territorial intra-urbana da disseminação destas doenças e o meio urbano, considerando as características do espaço construído, além das regiões mais afetadas por sua incidência, relacionando-se aos diferentes aspectos construtivos e do meio urbano que possam favorecer o aumento do número de casos, utilizando dados a partir de boletins epidemiológicos oficiais por Centro de Saúde do município.

3. METODOLOGIA

Em 18 de Março de 2021, foram solicitados à Prefeitura de Campinas através da lei de acesso à informação os dados agregados sobre ocorrência de Dengue e COVID-19 no município em anos recentes² para uma melhor compreensão da manifestação da doença no território em meio a pandemia de COVID-19. Entretanto até o momento, após quatro meses, as informações ainda não foram disponibilizadas devido a possíveis problemas na transição de gestões municipais, associada a sobrecarga de trabalho sofrida pelos técnicos da vigilância epidemiológica que ainda estão lidando com o momento pandêmico, além da possível dificuldade de compatibilização e atualização de dados devido a não realização do censo demográfico no ano de 2020.

O município de Campinas se divide em diferentes parcelas de território para verificação de características socioespaciais e definição de processos administrativos, entre eles, as áreas de abrangência dos Centros de Saúde são um dos principais dados explorados por esta pesquisa, para compreender e possivelmente espacializar a disseminação das doenças no meio urbano.

Uma das principais práticas de comunicação utilizadas pelo poder público durante a pandemia da COVID-19 foi a divulgação dos dados agregados por semana epidemiológica, tanto de Dengue quanto da COVID, destacando que os dados são compilados e organizados pelo Departamento de Vigilância Sanitária (DEVISA), trazendo consigo, dados sobre casos, incidência e letalidade divididos por Centro de Saúde no município.

Desta forma, foi desenvolvido um banco de dados utilizando dos dados publicados através dos boletins epidemiológicos disponibilizados no Portal de comunicação

² Foi utilizada a Lei de Acesso à Informação (Lei nº 12.527 de 18 de Novembro de 2011) para solicitar dados acerca do registro de Dengue e COVID-19 no território de Campinas nos anos entre 2007 a 2021 (Dengue) e 2020-2021 (COVID-19), considerando principalmente os últimos grandes surtos de Dengue nos anos de 2014, 2015 e 2019.

da Dengue no município³, referente a todo o ano de 2019, 2020 e parte do ano de 2021, e dados dos boletins epidemiológicos semanais disponibilizados no Portal de comunicação da COVID-19 do município⁴, entre Março de 2020 e Abril de 2021.

Os dados oficiais coletados foram organizados por Centro de Saúde, para calcular a Incidência⁵ das doenças a partir dos dados de população abrangida, apesar de sabermos que os dados simples de casos dependem em grande parte das políticas de testagem e busca ativa para a identificação, considerando também, a possível subnotificação de casos proveniente da população que não buscou atendimento hospitalar para sua testagem.

Os gráficos e mapeamentos foram então comparados e cruzados, buscando-se os centros de saúde com maiores índices de incidência das doenças e relacionando-os com características socioespaciais destes locais através das análises de PERA (2016)⁶, em decorrência da não disponibilidade de dados mais recentes devido à não realização de novo censo demográfico pelo IBGE previsto para 2020.

4. RESULTADOS

Durante o processo de análise, foi perceptível uma mudança no método de comunicação de ambos os portais, da Dengue e da COVID-19 possivelmente associada a troca de gestão municipal entre os anos de 2020 e 2021, apesar de certa continuidade da coalização política⁷. No caso da comunicação sobre o novo coronavírus os boletins epidemiológicos disponibilizados até 30 de Dezembro de 2020, traziam consigo uma espacialização apresentada na figura 2, a análise aprofundada dos dados de incidência e mortalidade e uma representação clara da disseminação da doença pelas diferentes áreas de abrangência dos Centros de Saúde.

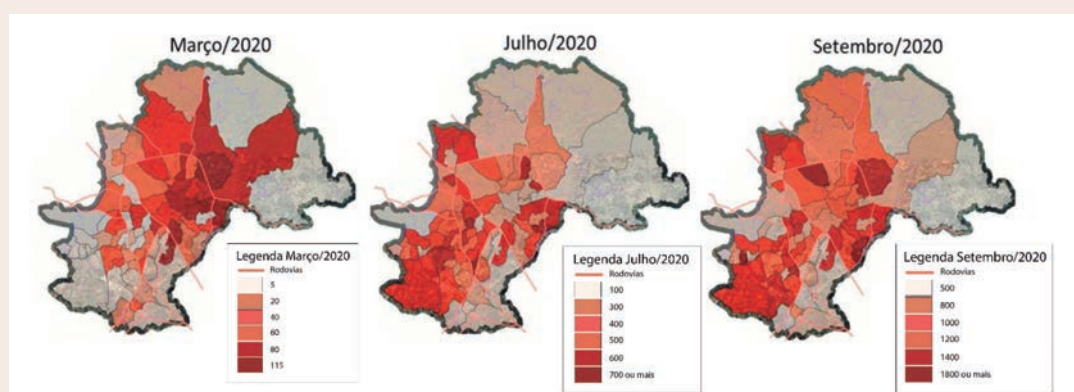


Figura 02. Incidência de COVID-19 por semana epidemiológica nos meses de Março, Julho e Setembro de 2020 por área de abrangência de Centro de Saúde no município de Campinas/SP.

Fonte: Boletins Epidemiológicos do município de Campinas

7 O atual prefeito Dário Saadi, médico, foi secretário municipal de Esportes e Lazer de Campinas de 2015 a 2020 e o atual vice-prefeito Wandão, foi chefe de gabinete do prefeito anterior, tendo sido apoiado por ele na campanha eleitoral.

A partir de Janeiro de 2021 os dados de incidência da doença compilados em boletins epidemiológicos pararam de trazer a indicação dos centros de saúde em que os casos foram registrados, apresentando apenas dados gerais e focados na ocupação de leitos de UTI.

No caso da dengue, a gestão anterior já havia parado de disponibilizar os dados municipais, tendo publicado apenas boletins epidemiológicos em Junho de 2020 e posteriormente, já na atual administração, em Junho de 2021, havendo uma lacuna de comunicação entre estes dois períodos através do principal portal da dengue do município.

Considerando a situação de dificuldade a acesso aos dados, foi realizado um contato com o Departamento de Vigilância Sanitária (DEVISA) e houve novamente uma solicitação pelos dados da dengue para 2020 e da COVID-19 no ano de 2021 e sua distribuição pelos diferentes centros de saúde do município, pedido que foi respondido com o envio de um link de banco de dados para verificação dos dados em um sistema aberto online para a organização dos bancos de dados e representação gráfica do acompanhamento de casos no município de Campinas.

A partir dos dados de registro de abrangência dos Centros de Saúde e da incidência de ambas as doenças, foi possível perceber relações, através da figura 3, assim como a falta delas em algumas relações do município que poderiam indicar caminhos para o desenvolvimento de observações na escala intra-urbana. Da Silva, Dal Bianco e Bueno (2021) haviam constatado entre março e junho de 2020 o avanço da doença, antes concentrada apenas no centro e bairros nobres de Campinas, para diversos bairros próximos. Analisando-se os dados de todo o ano de 2020, já se constata a distribuição mais intensa distante do centro.

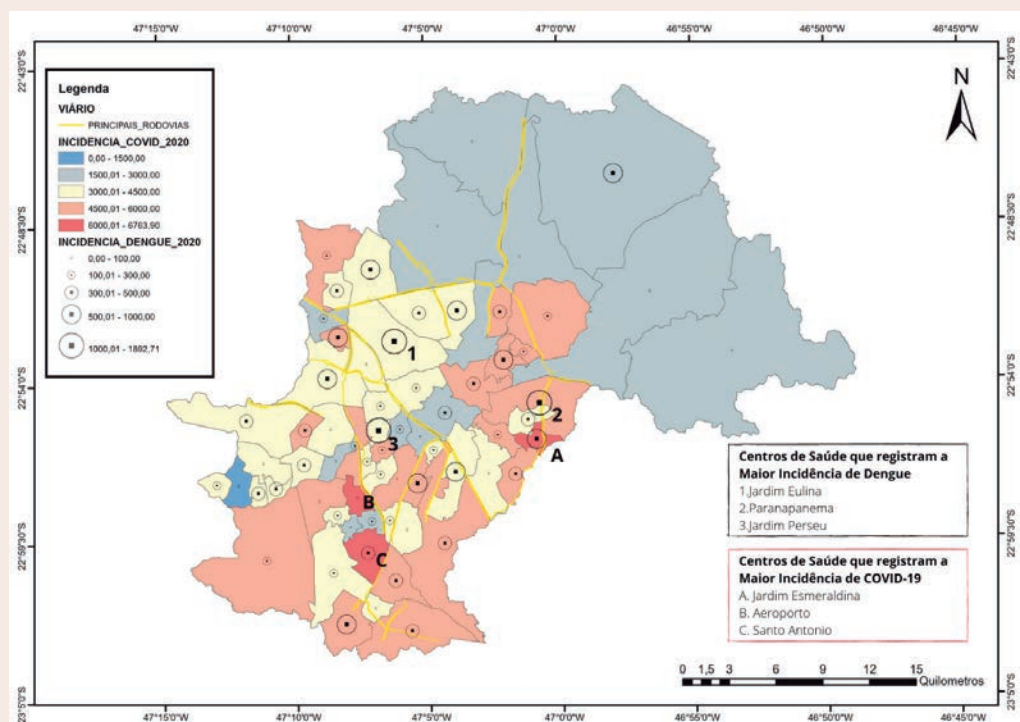


Figura 03. Mapa de Incidência Simultânea de Dengue e COVID-19 no período entre Março de 2020 a Dezembro de 2020 por abrangência de Centro de Saúde

no município de Campinas/SP.

Fonte: Dados da Dengue, Boletim epidemiológico de 2020, 06 de Janeiro de 2020, dados da COVID-19, Boletim epidemiológico de 30 de Dezembro de 2021, elaborado pelos autores.

Os dados de incidência da Dengue no ano de 2020 apontam para uma distribuição proporcional por todo o território, apesar da diminuição registrada de 80% dos casos de dengue em relação ao surto do ano anterior em 2019, com exceção da Região Norte, área com a menor densidade populacional apresentando a tipologia de chácaras, não havendo um único epicentro de maior incidência, sendo possível destacar os Centros de Saúde das regiões Jardim Eulina, Parapananema e Jardim Perseu como focos de interesse para uma investigação com o maior número de casos de Dengue, considerando sua dinâmica como regiões urbanas periféricas predominantemente residenciais em direção a expansão do município.

Da mesma forma, os casos de COVID-19 em 2020 foram registrados proporcionalmente em cerca de metade dos centros de saúde municipais, apenas com o destaque para os centros de saúde Jardim Esmeraldina, Aeroporto Viracopos e Santo Antônio como áreas que registraram o maior número de casos, novamente áreas consideradas em regiões periféricas com alto trânsito de pessoas, sendo a região do Aeroporto Viracopos e do Bairro Santo Antônio áreas com grandes terminais de transporte municipal de ônibus e com uma grande densidade populacional, enquanto o Jardim Esmeraldina se caracteriza como uma área de transição, entre os municípios de Campinas e de Sousas, possuindo um grande trânsito de pessoas.

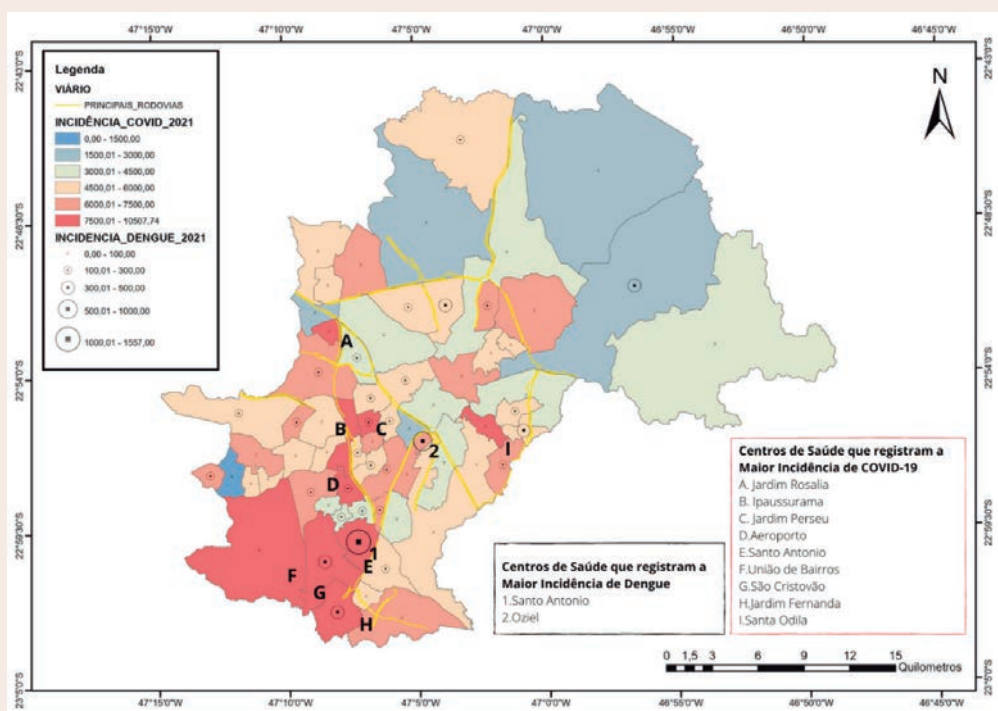


Figura 04. Mapa de Incidência Simultânea de Dengue e COVID-19 no período entre Janeiro de 2021 a Junho de 2021 por abrangência de Centro de Saúde

no município de Campinas/SP.

Fonte: Dados da Dengue, Boletim epidemiológico, 16 de Junho de 2021, dados da COVID-19 fornecidos pela DEVISA, 02 de Agosto de 2021, elaborado pelos autores.

Ao realizar a reprodução dos dados de incidência de Dengue e COVID-19 no ano de 2021 por Centro de Saúde, na forma da figura 4, são perceptíveis as diferenças na disseminação territorial de ambas as doenças, se tornando mais clara a concentração de casos em áreas específicas do município, justamente aqueles setores censitários apontados por Pera (2016) com maior concentração de indicadores socioeconômicos menos favorecidos.

Sobre os casos de Dengue, foi possível constatar a maior incidência nas regiões do Santo Antônio e do Parque Oziel, bairros periféricos, conhecidos pela grande densidade populacional, grande dependência do transporte municipal e a presença de terminais e estações de ônibus.

Nota-se através de diferentes pesquisas, uma atuação generalista do governo municipal de Campinas, ao definir políticas públicas muitas vezes insuficientes diante dos graves problemas de saúde pública registrados. As ações de isolamento social foram implementadas sem levar em consideração a discrepância das condições socioeconômicas e de habitação de grande parte da população. A associação clara entre as condições de vulnerabilidade social e taxas de infecção e letalidade de doenças estabelecida pela literatura é apenas ressaltada em momentos emergenciais como crises, surtos e epidemias, sendo possível indicar que este grupo fragilizado se encontra exposto a maior quantidade de vetores e situações de risco para a infecção, tanto pela Dengue quanto pela COVID, e que ao mesmo tempo, são a população menos consciente, instruída e assistida no processo de lidar com ambas, sendo possível constatar uma duração maior das chamadas “Ondas de infecção”, que no caso da Dengue é condicionada à Sazonalidade do mosquito, mas no caso da COVID-19 é condicionada a adoção de medidas de enfrentamento e isolamento efetivas diferenciadas territorialmente (BUENO *et al*, 2021) e vacinação.

No caso da doença do novo coronavírus, é possível destacar a concentração dos casos direcionada a região Sul e Sudeste após um ano de disseminação das doenças, podemos destacar que esta região concentra áreas de expansão periféricas do município, com a presença de um grande terminal de transporte coletivo na forma do Terminal Ouro Verde, e a recente instalação de estações do BRT, contribuindo para direcionar cada vez mais o fluxo de pessoas que dependem do deslocamento pendular entre a região e o centro da cidade.

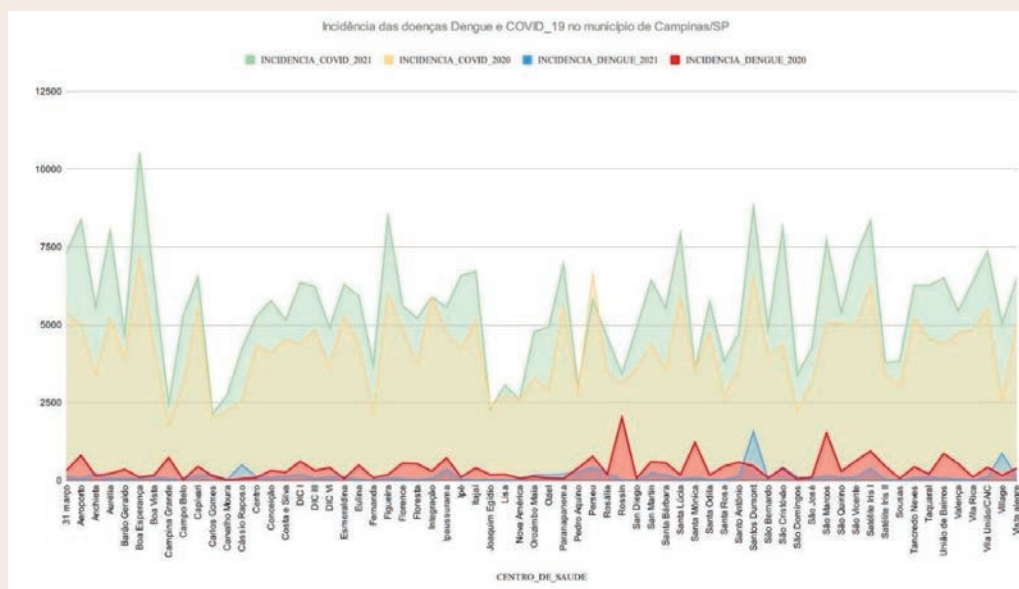


Figura 05. Gráfico de número de casos das doenças Dengue e COVID-19 dos anos de 2020 e 2021 por área de abrangência de Centro de Saúde no município de Campinas/SP.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir do banco de dados de incidência dos casos das doenças, foi possível a organização de um gráfico representativo na figura 5, para a verificação da ocorrência proporcional e/ou simultânea das doenças, possibilitando identificar áreas de interesse para a análise e verificação na escala intra-urbana.

Alguns dos pontos de destaque são o Centro de Saúde Boa Esperança, que teve uma das maiores incidências de COVID-19 e proporcionalmente, uma das menores incidências de Dengue em ambos os anos de 2020 e 2021, sendo uma região próxima ao centro municipal contando com um alto fluxo de pessoas, enquanto podemos destacar a região do Campina Grande, uma região periférica, distante da região central e com baixo trânsito de pessoas, a região apresentou uma baixa incidência de COVID em ambos os anos, e uma incidência média de Dengue no ano de 2020.

5. CONCLUSÕES

A pesquisa sobre doenças durante o contexto pandêmico apresenta inúmeros desafios, entre eles, a não consolidação ou apresentação de maneira clara dos dados, assim como a falta completa de dados que deveriam ser publicados semanalmente considerando doenças com agravo de notificação obrigatória como a Dengue e a COVID-19. Os dados oficiais apresentam aspectos complexos, organização confusa e durante o processo de análise, foi percebida uma mudança na política de divulgação e comunicação de dados públicos sobre ambas as doenças, relacionada a troca de gestão municipal, criando lacunas de divulgação de dados sobre a Dengue pelo período de 12 meses, e a redução dos dados divulgados da COVID-19 por um período de 6 meses.

O modelo de comunicação utilizado pelos órgãos municipais, estaduais e federais se apresenta de forma simplificada ou generalista para doenças complexas, não considerando sua espacialização ou sua progressão no território. No caso da dengue, observa-se que o cunho tradicional de realização de campanhas de informação e orientação da população para o combate e controle da dengue foi descontinuado em meio a pandemia de COVID-19, ao mesmo tempo que em ações de busca ativa e visitas de técnicos às residências se tornaram atividades restritas com as orientações de isolamento e distanciamento.

As práticas de comunicação e educação relacionadas à saúde pública, principalmente no contexto da dengue, não se diferenciam de ações hegemônicas. Caracterizam-se por uma modelagem centralizada, vertical e unidirecional, seguindo um processo costumeiro de que as informações estão concentradas e devem ser difundidas, partindo da noção de que os técnicos detêm o conhecimento e que o sistema deve apenas comunicar a população em geral. (OLIVEIRA, 2014).

É possível traçar um paralelo com o processo de comunicação da COVID, considerando a diminuição das ações de comunicação ao longo do tempo, em diferentes âmbitos, passando a sensação errônea de que a doença não apresentava um momento de surto, fato que resultou na segunda onda ocorrida entre Março e Abril de 2021, concomitante com o período de sazonalidade da Dengue, sendo assim, possivelmente causa para uma subnotificação e diminuição da investigação e controle da Dengue em diversos municípios, entre eles, Campinas cujo histórico recente apresenta a suscetibilidade do território aos surtos da doença.

Por fim, é possível destacar a percepção de uma relação ainda não claramente estabelecida entre a disseminação de ambas as doenças no espaço urbano, considerando a grande circulação de pessoas, podendo se manifestar em áreas centrais assim como áreas periféricas, porém, ao se observar a progressão das doenças até Junho de 2021, é possível indicar a doença da COVID se concentrou em áreas com alta densidade populacional e proporcionalmente com baixa renda, representadas na região Sul e parcialmente Sudeste do município. Estes estudos portanto indicam a necessidade de diferenciação territorial tanto da comunicação das informações, quanto nas ações de prevenção e controle, pois a uniformização leva a comportamentos errôneos em determinadas áreas, seja de desconsideração ao uso de máscaras ou distanciamento físico no caso do uso de transporte coletivo nos bairros mais periféricos, como o aumento do uso de embalagens descartáveis (devido à pandemia) sem os devidos cuidados de descarte pela população mais afluyente, ampliando risco de novos criadouros, no caso da dengue.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUENO, L. M. M.; DA SILVA, C. M.; DAL BIANCO, H. B. (2021) Acompanhando a proliferação da Dengue e da COVID-19 e as respostas oficiais e sociais. Anais VI-E-NANPARQ. Maio de 2021.

JOHANSEN, I. C. Características socioambientais das epidemias de dengue no município de Campinas, Estado de São Paulo, entre 2007 e 2015. Tese (Doutorado).

Programa de Pós-graduação em Demografia. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Universidade Estadual de Campinas. Campinas/SP, 2018.

KOTSAKIOZI, P. *et al.* (2017) Tracking the return of *Aedes aegypti* to Brazil, the major vector of the dengue, chikungunya and Zika viruses. *PLoS Negl Trop Dis*, v.11, n.7: e0005653, 20p, July 2017.

LORENZ, C.; AZEVEDO, T. S.; NETO, F. C. (2020). COVID-19 and dengue fever: A dangerous combination for the health system in Brazil. *Travel Medicine and Infectious Disease*. v. 35. University of São Paulo (USP), Sao Paulo, Brazil. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101659>. Acesso em 17 set. 2020.

MENDONÇA, F. A.; VEIGA E SOUZA, A.; DUTRA, D. A. (2009). Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. *Sociedade & Natureza*. v.21 n.3, p. 257-269, 2009.

NACHER, M. *et al.* Simultaneous dengue and COVID-19 epidemics: Difficult days ahead? *PLoS Negl Trop Dis* 14(8): e0008426. Abdallah M. Samy, Faculty of Science, Ain Shams University (ASU), EGYPT. 2020. Disponível em <<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008426>>.

OLIVEIRA, L. G.; LYRA, D. G. G.; BARRIO, J. B. M. (2014). Os Três Momentos Pedagógicos no estudo da Dengue para a Educação de Jovens e Adultos: um diálogo possível. 9f. Goiás. 2014. Disponível em: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/3194/3004>. Acesso em 11 set. 2020

PERA, C. K. L. (2016). Processo contemporâneo de expansão urbana: legislação urbanística e lógicas de produção do espaço urbano - Estudo da Região Metropolitana de Campinas. Dissertação (Mestrado em urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2016.

TAUIL, P. L. (2001). Urbanização e ecologia do dengue. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, RJ, v. 17, p. 99-102, 2001.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) e com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

ARTIGO

O MESMO ESPAÇO, OUTROS USOS: UM OLHAR SOBRE A MORADIA NA PANDEMIA DA SARS COV 2

ALBUQUERQUE, Alexandre

(alexandre_carlos_@hotmail.com)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

FRANÇA, Jéssica Árisla

(jessica.arisla@academico.ufpb.br)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

COSTA, Angelina

(angelinadlcosta@yahoo.com.br)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

COSTA, Rayssa Alves

(rayssacostaarquitetura@gmail.com)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

PEREIRA, Miss Lene

(misslene3@gmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Brasil

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

SOBREIRA, Ingrid Lorrana Ferreira

(iferreirasibreira@gmail.com)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Moradia; Pandemia SARS COV 2; Estresse ambiental; Saúde; Ambiente Construído.

RESUMO

As práticas familiares e o uso do espaço da casa são aspectos fortemente relacionados a fatores individuais, sociais e culturais, assim como a dimensão espacial da habitação, que sofreu mudanças significativas no período pandêmico, em que questões sanitárias são evidenciadas, bem como conflitos internos aos espaços domésticos até então pormenorizados, agora, postos exacerbados. Condições inadequadas para determinadas atividades desenvolvidas nas residências, influenciam e impactam negativamente a vida de seus usuários. A moradia que antes era local de acolhimento e repouso, na pandemia da SARS COV 2, assume atividades de trabalho, de estudo e de lazer, elevando os níveis de estresse associados ao *ambiente-usuário*. Objetivou-se, com a pesquisa, identificar fatores estressores e comportamentos associados na moradia, a partir de um estudo de caso direto. A pesquisa exploratória que ocorreu em sala de aula virtual, através da disciplina Relação Pessoa – Ambiente, oferecida pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba (PPGAU-UFPB), tratou o estresse ambiental, aplicado a um apartamento de 57m² através observação *in loco* de uso e mapeamentos centrados na pessoa, com abordagem comparativa de usos dos espaços antes e durante a pandemia. No estudo foram identificados os membros da família, suas atividades cotidianas e suas relações com cada espaço durante todo o dia, num intervalo de uma semana. Além disso foi respondido, em uma oficina prática, questionário *on line* por 30 alunos, para os quais foi apresentado o estudo de caso; buscando-se conhecer os fatores estressores e a realidade de mudanças ocorridas nos seus próprios ambientes domésticos. Os dados mostraram que parte significativa realizou mudanças e adaptações em suas moradias, como a criação de ambientes de transição ou para trabalho em *Home Office*, buscando a diminuição do estresse ambiental, o que lhes proporcionou uma melhor vivência interna nos espaços em tempos de isolamento social.

CIDADES E
SUSTENTABILIDADE:
QUALIDADE
E SAÚDE
URBANAS

1. INTRODUÇÃO

Significativas transformações ocorreram nas moradias brasileiras desde o período colonial até os dias atuais no que diz respeito à organização espacial interna dos ambientes, bem como, às práticas e atividades desenvolvidas na residência. A valorização do espaço de intimidade destinada à família se apresenta na moradia no início século XX (Donato, 2005), passando a diminuir espaços destinados a receber em função também da necessidade de práticas de salubridade, possivelmente, em decorrência das epidemias de gripe, varíola e tuberculose que assolavam o país.

Embora significativas mudanças no ambiente da moradia, tenham ocorrido no final do século XIX e início do século XX, é no século XXI em que se evidenciam transformações mais aceleradas. O século da tecnologia e da globalização enaltece a necessidade de “modernizar” ambiente, práticas e relações no interior da residência. A contemporaneidade evidencia que a qualidade de vida na forma de morar é marcada pelas dinâmicas e jornadas de trabalho que, por sua vez, passaram a constituir um nicho em crescente ascensão no mercado imobiliário brasileiro considerando-o na concepção de novos projetos de moradia.

Para Rifano (2006), o aumento do valor do metro quadrado somado ao baixo poder de compra da população atual tem contribuído para a construção e aquisição de moradias cada vez menores, tendo-se ainda, agregado a isso, as extensas jornadas de trabalho praticadas pela população brasileira (Vasconcelos, 2011). Nesse sentido, destaca-se a tipologia vertical na forma de morar onde a máxima é ter espaços menores constituídos por unidades de apartamentos praticamente com função de dormitório e descanso, com número significativo de famílias usufruindo de infraestrutura coletiva.

O mercado imobiliário brasileiro tem investido cada vez mais em unidades mínimas de moradia e espaços integrados usando conceitos de flats, lofts e apartamentos sociais como novas propostas de moradia para o “homem contemporâneo”. A ideia de praticidade virou poder de venda para atrair pessoas que trabalham em tempo integral e que levam uma vida agitada e com pouco tempo para cuidar da casa. Outrossim, a jornada de trabalho e suas dinâmicas têm influenciado diretamente os hábitos e os desenhos das diferentes formas de morar da atualidade.

1.1 MORADIA E O ISOLAMENTO SOCIAL.

Segundo a ONU-Habitat (2020), com a pandemia da COVID-19 a moradia brasileira passa a se ressignificar e a potencializar problemas históricos no ambiente interno e nas cidades do Brasil de forma geral. “A habitação é agora amplamente reconhecida como uma das principais defesas contra a Covid-19, com residentes em todo o mundo sendo instruídos a ficarem em casa [...]” ONU-Habitat (2020). A Organização Mundial da Saúde (OMS) divulgou diversas recomendações com o objetivo de controlar a disseminação da doença, dentre elas: a de se criar um

espaço de higienização antes de usar os demais espaços da moradia, praticar o distanciamento e o isolamento social entre pessoas, e, principalmente, ficar em casa.

No Brasil, a pandemia foi decretada no dia 11 de março de 2020 (OPAS/OMS Brasil, 2020). Em 13 de março de 2020, o Governo do Estado da Paraíba por meio do Decreto Estadual nº 40.122, declarava a situação de emergência e o estado de calamidade pública, criando o Comitê de Gestão de Crise que, em 20 de março de 2020, publicou, no Decreto Estadual nº 40.134, as primeiras medidas de suspensão de atividades, circulação e a instalação do isolamento social, como tentativa para evitar um colapso estrutural na saúde e promover o achatamento da curva de contágio da doença. Desde então, o processo de isolamento social tem causado impactos significativos na vida da população paraibana.

Com a prática de uso integral da moradia, através do isolamento social, condicionantes naturais e espaços que priorizem estratégias de conforto e questões sanitárias passaram a ressignificar a relação com os espaços internos. A prática de viver em pequenas moradias com espaços integrados têm trazido, para essa condição de uso integral, algumas discussões quanto as necessidades físicas de adaptação de espaços como inclusão de barreiras arquitetônicas que permitam a privacidade do uso dos ambientes, o controle do ruído, visto toda a família está reclusa e utilizando a moradia ao mesmo tempo, a readequação das novas atribuições e aquisição de objetos para atividades de trabalho.

1.2 ESTRESSE AMBIENTAL

A palavra estresse é originária do inglês, *stress*, e teve suas primeiras utilizações na física, ao se referir à deformação que os corpos sofriam ao serem submetidos a uma força externa, sendo também um termo muito relacionado com a palavra tensão, Elali (2011). Segundo Cofer e Appley (*apud* Lazarus, 1984, p. 01) o termo estresse é um conceito que deriva nas ciências naturais, do movimento, do resultado de um estímulo externo sobre um corpo, o estresse é proveniente da relação do indivíduo com o ambiente, sendo uma associação de causa e consequência. Na fisiologia, por exemplo, foi definido o estresse “como um distúrbio homeostático, e explicitaram que, quando um estressor aparece, o corpo tende a emitir uma resposta adaptativa, como uma tentativa de restaurar seu equilíbrio” (ELALI, 2011, p. 191), podendo-se perceber que as consequências geradas pela tensão recebida no corpo podem ser positivas, provocando esse equilíbrio, ou negativas, desencadeando dificuldades para o organismo.

De acordo com Lazarus (1984) na psicologia, a definição mais comum de estresse é a de que ele é um estímulo, proveniente de eventos que venham a colidir com a pessoa, e esse estímulo mobiliza o organismo que o recebe a lutar, adaptar-se e sobreviver, devido a um conjunto de reações que o corpo desenvolve quando confronta uma situação que exige esse esforço de adaptação. Esses estímulos podem vir de grandes acontecimentos, sejam mais gerais, como grandes catástrofes ambientais, ou pessoais, como o acúmulo de pequenas tensões do dia a dia.

1.2.1 Elementos de influência ambiental

No livro *Temas Básicos em Psicologia Ambiental* (2011) das pesquisadoras Gleice A. Elali e Sylvia Cavalcante, são destacados os seis elementos ambientais principais que influenciam no nosso estar físico e psicológico, sendo eles; O som, a luz, a textura, a cor, o aroma e o espaço. Na aplicabilidade da pesquisa, tanto no estudo de caso, como nas entrevistas semiestruturadas, foram considerados todas os influenciadores, se destacando durante o estudo, o som, a luz e o espaço.

O som é considerado um dos elementos com maior potencial estressor, segundo as autoras, a tarefa do ouvir – apesar de ser exclusiva do sistema auditivo –, também é sentida pelo corpo, que acaba tendo essa capacidade de escutar e de absorver as frequências sonoras, os quais podem provocar diferenças sensações. Nesse sentido, podemos considerar que o som exerce uma influência inconsciente sobre nós, sobre nosso humor, comportamento e sensações, que variam desde respostas positivas (como relaxamento, bom humor, alto grau de concentração e entre outros) até respostas negativas (como estresse, cansaço e menor grau de concentração).

A incidência de luz natural é responsável pela regulação do sistema fisiológico do ser humano, como o ciclo circadiano, influenciando na produção de melatonina, que é a reguladora do sono, por exemplo. Nesse artigo destacamos também a influência da luz artificial, que em períodos de isolamento, se tornou ainda mais presente nos ambientes da moradia.

O espaço é o elemento de maior intensidade no estudo, é nele que estão inseridos todos os outros elementos, indo além das sensações táteis, visuais, olfativas e auditivas, entre outros. No estudo de caso, presente neste artigo, observa-se como características dos ambientes da moradia influenciam diretamente na saúde mental dos moradores. Espaços bem organizados, articulados e compatíveis com as funções necessárias reduzem significativamente a presença de estresse por parte dos usuários. Portanto, a relação dos elementos citados acima no espaço da moradia, podem exercer sobre nós uma influência positiva ou negativa na qualidade de vida.

1.2.2 Estressores ambientais

Os ambientes contêm diversas características que são capazes de ser percebidas e captadas por uma pessoa. Quando essas características físicas aliadas a condições psicossociais não são favoráveis, configuramos elementos estressores. Os estressores são percebidos como ameaçadores, pois quando são identificados por um indivíduo, este intui não ser capaz de administrar com seus recursos a situação. Ainda assim, podemos dizer que os estressores se relacionam com as reações emocionais, cognitivas e comportamentais, e também com as reações fisiológicas, ou seja, o sistema nervoso central, incluindo assim os músculos, frequência cardíaca, pressão sanguínea, etc. Por isso, o ambiente está diretamente ligado a sensação de bem-estar, uma vez que as características do espaço influem nas respostas emocionais e biológicas do indivíduo.

Para Gapell, há 4 tipos principais de estressores ambientais, que são a *perda de controle*, *perda autorregulação*, *perda da privacidade* e a *perda do contato social*. Na perda de controle, o indivíduo tem o seu bem-estar afetado por não ter o poder de decisão sobre o ambiente nem controle de algum fator ambiental. Já a perda da autorregulação é percebida como incômoda à medida que as pessoas tendem a escolher espaços que lhes forneçam interações favoráveis, ou seja, é preferível lugares que suportem a regulação do bem-estar, pois em geral são nesses lugares onde as pessoas tem reações afetivas. No caso do contato social, quando o indivíduo é privado dessa interação ele perde duas funções positivas, a primeira é a distração positiva que colabora para restringir pensamentos estressantes e negativos, e a segunda é o suporte social que vai conferir tranquilidade e conforto entre pessoas na mesma situação. E por fim, a perda da privacidade é perturbadora pois o conforto emocional é proporcionado quando há um maior controle sobre as interações sociais.

2. OBJETIVOS

Dito isso, este estudo tem por objetivo identificar e apontar as modificações e/ou adaptações feitas pelas pessoas no período de isolamento social - mais precisamente no período da Pandemia da Sars-cov-2, que compreende ao intervalo do ano de 2020 até o momento atual (2021) - através de um estudo de caso de uma família que reside em um apartamento na cidade de João Pessoa/PB, bem como relacionar e analisar essas informações com as definições teóricas existentes sobre estresse ambiental e seus fatores de influências no intuito de fomentar a importância de um espaço saudável e confortável para a garantia da saúde do corpo e da mente.

3. ASPECTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS

O artigo promove o estudo de caso do apartamento 302 (João Pessoa/PB - Brasil), que possui uma área privativa de 57 m², identificando os ambientes, as atividades e os usos através da observação participante, entrevistas e mapeamentos centrados nos usuários, produzidos em três intervalos de tempo, manhã (07h às 13h), tarde (13h às 18h) e noite (18h às 23h), com abordagem comparativa dos usos dos espaços, antes e durante a pandemia. Além disso, foram feitas perguntas para uma turma de 30 pessoas, através de uma oficina em sala virtual, acerca das modificações e adaptações feitas nas moradias durante a pandemia, após serem apresentados ao estudo de caso do que aconteceu no apartamento 302.

3.1 MÉTODOS

A *observação direta sistematizada*, através da observação participante reconhecida, foi utilizada para identificação e usos dos espaços do estudo de caso, pro-

movendo os primeiros levantamentos, diagramas e registros fotográficos junto às entrevistas que permitiram o desenvolvimento dos quadros de atividades.

Os quadros de atividades, por sua vez, seguiram os três intervalos de tempo pré-definidos (manhã, tarde e noite), relacionando as principais práticas diárias desenvolvidas pelos usuários (Jéssica, Iago e Caíque) e o tempo necessário para executá-las. O estudo ainda contou com a captação das narrativas e relatos dos usuários através das entrevistas semiestruturadas que trouxeram a oralidade, Portelli (2010), para retratar as experiências dos usuários e identificar alguns estressores.

O estudo de caso utilizou como método os *mapas comportamentais*, desenvolvendo a análise da Pessoa - ambiente¹, em que o ambiente físico-espacial que nos cerca, influencia o nosso comportamento e gera ações nos usuários, seja de modo consciente ou inconsciente. Segundo Del Rio (1990, p. 97) “Pode-se dizer que o ambiente sugere, facilita, inibe ou define comportamentos, ou seja, que ele age como dinamizador (positivo ou negativo)”. A produção de mapas comportamentais teve como objetivo principal identificar como as mudanças de usos dos ambientes internos da moradia afetaram os usuários (individualmente e em grupo), e como, por sua vez, os moradores afetaram estes ambientes.

Após a identificação das apropriações e dos novos usos que surgiram durante a pandemia no apartamento 302, observou-se a execução de adaptações como estratégias para mitigar as problemáticas e minimizar o estresse ambiental, proporcionado pelas novas atividades introduzidas na moradia durante o isolamento social. Sendo produzido o *mapa de adaptação* que apresenta as reformas, alterações e introdução de equipamentos na habitação.

Por fim, foi aplicado questionário *on line*, respondido por 30 voluntários, através da oficina prática a fim de entender os fatores estressores e a realidade de mudanças ocorridas nos ambientes domésticos dos participantes. As principais questões aplicadas foram: O que mais te causa estresse (na moradia) durante o período da pandemia? O que você adquiriu ou quais espaços adaptou nesse período de pandemia?

4. ESTUDO DE CASO: APARTAMENTO 302, RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR EM JOÃO PESSOA/PB

4.1 IDENTIFICANDO O AMBIENTE E SEUS USUÁRIOS

O apartamento 302 encontra-se no terceiro andar de um residencial multifamiliar, localizado no bairro do José Américo em João Pessoa-PB, apresenta apenas uma

¹ Termo utilizado por Del Rio (1990), como a relação ao comportamento ambiental, em que o autor deixa claro que o ambiente influencia nas ações da pessoa e vice-versa.

entrada conectada ao corredor do edifício e possui área privativa de 57m². A planta é subdividida em três setores (figura 1); 1 - Setor social (21,40 m²), que corresponde a sala de estar e jantar integradas; 2 - Setor de serviços em que se encontram a cozinha e a área de serviço e o 3- Setor íntimo que compreende aos quartos e banheiros do imóvel. Moram na residência três (03) pessoas e dois (02) animais de estimação. A família é constituída por Jéssica (29 anos), Iago (28 anos), Caíque (09 anos), filho do casal, além de uma gata (Tangerina) e um cachorro (Sivuca).

Antes da pandemia, o apartamento representava para a família, um local adequado para suas necessidades, com parte considera de suas necessidades fora da habitação. Com a chegada da pandemia e a introdução do isolamento social, as adaptações dos espaços se tornaram premências inevitáveis, uma vez que, os ambientes adaptaram-se para uma diversidade de atividades, que passaram a acontecer em vários horários do dia. As aulas remotas e o *home-office* se tornaram práticas prioritárias, e os espaços como as salas, os quartos e cozinha assumiram essas novas funções. Esses usos dinamizaram o significado do morar do apartamento durante a pandemia, e refletiram no aumento do estresse ambiental de seus usuários.

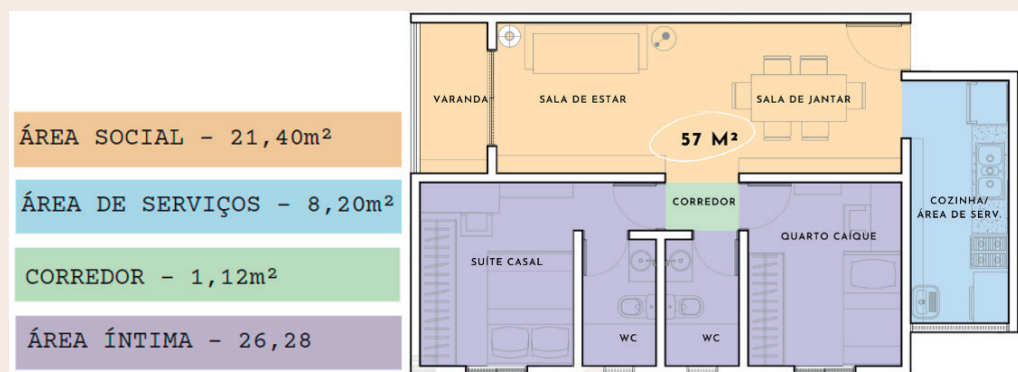


Figura 1. Planta de setorização apt. 302.

Fonte: Desenvolvido pelos pesquisadores (2021).

O estudo de caso foi desenvolvido em um período de cinco dias, compreendidos entre o dia 26 de abril de 2021 (segunda-feira) até o dia 30 de abril de 2021 (sexta-feira), sendo traçados os perfis dos usuários e definidos os intervalos de tempo de atuação das observações e elaboração dos mapas comportamentais em três períodos pré-definidos, manhã (07h às 13h), tarde (13h às 18h) e noite (18h às 23h).

4.2 ANÁLISE COMPARATIVA (ANTES E DURANTE A PANDEMIA)

Para uma análise comparativa das transformações do modo de habitar no apartamento, foram desenvolvidos mapas comportamentais subdivididos em mapas de uso do espaço, antes e durante a pandemia. O foco do mapeamento é identificar as mudanças nas relações de uso dos espaços e das atividades desenvolvidas pelos moradores com a introdução do isolamento social. Destaca-se, que a produção dos

mapas comportamentais antes da pandemia foi feita através de relatos, roteiros e registros fotográficos dos moradores do apartamento.

4.2.1 Intervalo 01: 07h às 13h (manhã)

Durante o período da manhã, o apartamento não apresentava nenhuma atividade desenvolvida por seus moradores. Antes das 07h da manhã a família deixava o apartamento e se direcionava às atividades externas (trabalho e escola), incluindo as refeições (café da manhã e almoço) que eram feitas fora da habitação (figura 2), neste horário apenas os dois animais domésticos permaneciam na habitação. Com o isolamento social, as práticas, que antes eram externas à residência, passaram a se desenvolver nos ambientes da moradia. A sala de jantar passou a desempenhar a função de escritório e a mesa das refeições adaptou-se para receber os equipamentos. Nesse horário, a moradora “Jéssica” desenvolve atividades *home-office*, ao mesmo tempo, que prepara refeições na cozinha. O quarto do filho, desempenha a função de sala de aula remota e na suíte do casal, o morador “Iago” desenvolve as práticas laborais da rádio e do jornal que trabalha.

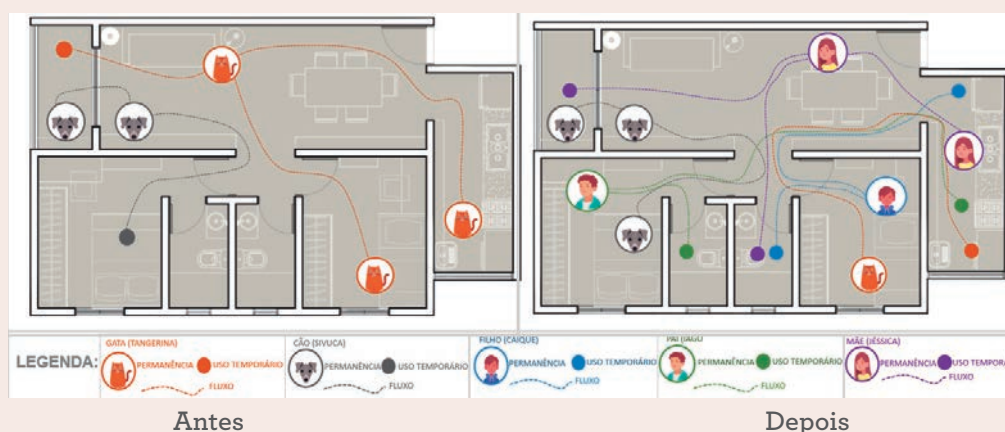


Figura 2. No mapa à esquerda observa-se a ausência de moradores na edificação durante o intervalo 01 (manhã). No mapa à direita, observa-se a alteração do modo de habitar, durante a pandemia.

Fonte: Desenvolvido pelos pesquisadores (2021).

Quanto aos animais, observa-se que antes da pandemia a gata apresentava intensa circulação nos ambientes sociais. Já, depois da pandemia, observa-se no mapa comportamental (Figura 2) uma diminuição significativa. Espaços de permanência como a sala e cozinha, passaram a ter novas atividades e os animais buscaram ocupar espaços mais tranquilos, como os quartos.

4.2.2 Intervalo 02 - 13h às 18h (tarde)

Antes da pandemia, no intervalo da tarde, os ambientes das salas e quartos concentravam os principais usos. Caíque (filho), nesse período, utilizava os ambientes da sala e do seu quarto, enquanto sua mãe estava em *home-office* na suíte apre-

sentando o controle do espaço, principalmente dos ruídos através do isolamento do ambiente. Depois da pandemia, o espaço se modificou incluindo, também, a permanência do pai na residência, ocasionando na relocação da mãe para uso da sala de jantar.

As entrevistas, a observação e a análise comparativa dos mapas comportamentais, apontam o intervalo 02, como o período do dia em que a ausência de controle do espaço, incluindo como principais estressores o som da televisão, por exemplo, e os ruídos de outras atividades, elevam, significativamente, os níveis de estresse ambiental da usuária Jéssica. As salas que, durante a pandemia, pelo período da manhã tinham uso exclusivo da moradora passa, no período da tarde, a desempenhar outras funções. Os mapas comportamentais (figura 3), destacam que o filho do casal passou a circular neste ambiente, alternando entre as salas de jantar, estar e o quarto, ao mesmo tempo que a usuária está em aula remota na mesa de jantar. A perda e controle de privacidade influenciam diretamente nos comportamentos dos moradores.

A possibilidade de controlar a privacidade do espaço influencia, diretamente, nos níveis de estresse apresentados na relação usuário e ambiente. O simples fato de fechar a porta e regular a circulação, o contato, o som, a luz e a temperatura auxiliam na qualidade de uso desses espaços dentro da unidade habitacional.

Destaca-se ainda, que os mapas comportamentais do intervalo 2 (Figura 3) sinalizam a diminuição da circulação e das permanências dos animais no setor social, e o aumento da procura por locais com menor fluxo na residência.

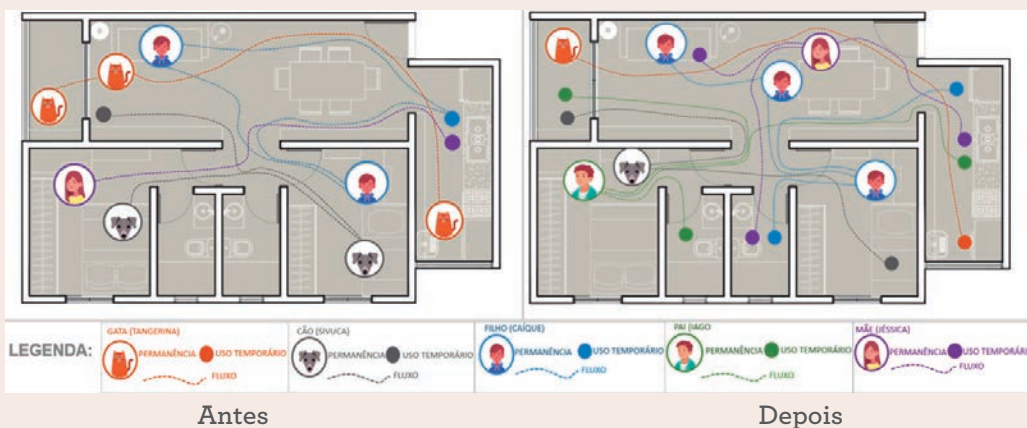


Figura 3. No mapa à esquerda (antes da pandemia) observa-se que apenas dois moradores (Caíque e Jéssica) utilizavam os ambientes do apartamento, apresentando um melhor controle do espaço do home-office que se encontrava em ambiente isolado (suíte), durante o intervalo 02 (tarde). No Mapa à direita, observa-se que, com o isolamento social, o usuário Iago, passou a desempenhar as atividades de estudo no ambiente da suíte e a usuária Jéssica foi relocada para a sala de jantar.

Fonte: Desenvolvido pelos pesquisadores (2021).

4.2.3 Intervalo 03 - 18h às 23h (noite)

O apartamento 302, antes da pandemia, possuía os ambientes do setor social (salas) e de serviço (cozinha) com os maiores usos. A residência tornava-se um espaço de acolhimento e descanso que tinha como área utilizada pelos três moradores (Caíque, Iago e Jéssica) as salas e cozinha de maneira intensificada. O intervalo 03, através da sistematização de informações, continuou apresentando relações de sociabilidade, interações e lazer durante a pandemia, contudo, observa-se uma diminuição no tempo e nas práticas dessas atividades. Destaca-se ainda que a usuária Jéssica aproveita o espaço da suíte, durante o intervalo da noite, para desenvolver atividades que necessitam de maior concentração (aulas de Inglês, trabalhos e leituras), enquanto os demais usuários se destinam à área social da moradia.

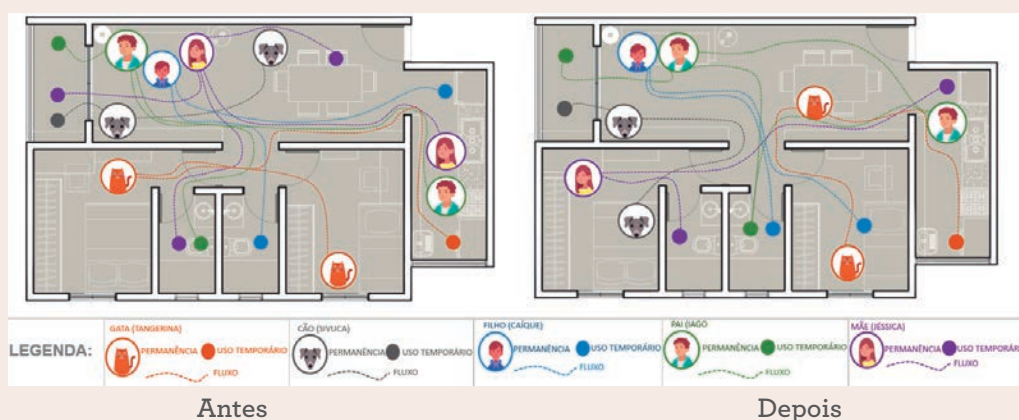


Figura 4. No mapa à esquerda (antes da pandemia) observa-se a presença de todos os usuários no setor social e de serviços, durante o intervalo 03. No Mapa à direita, durante a pandemia, observa-se que a usuária Jéssica passa a utilizar a suíte para atividades de home-office que exigem maiores concentrações, interligando o controle do espaço às atividades e níveis de estresse.

Fonte: Desenvolvido pelos pesquisadores (2021).

Durante a pandemia, o apartamento sofreu alterações significativas nos seus ambientes, a principal delas refere-se ao home office. As práticas laborais, tradicionalmente externas, passaram a acontecer na moradia, contribuindo com o aumento de atividades e o uso adaptado de espaços. As atividades referentes, não só as rotinas de trabalho, mas também incluídas as aulas remotas, modificaram toda a lógica de apropriação dos ambientes. Essas novas práticas, associadas a ausência de espaços adequados e isolados, foram os fatores mais relevantes para o aumento dos estressores ambientais identificados no estudo de caso.

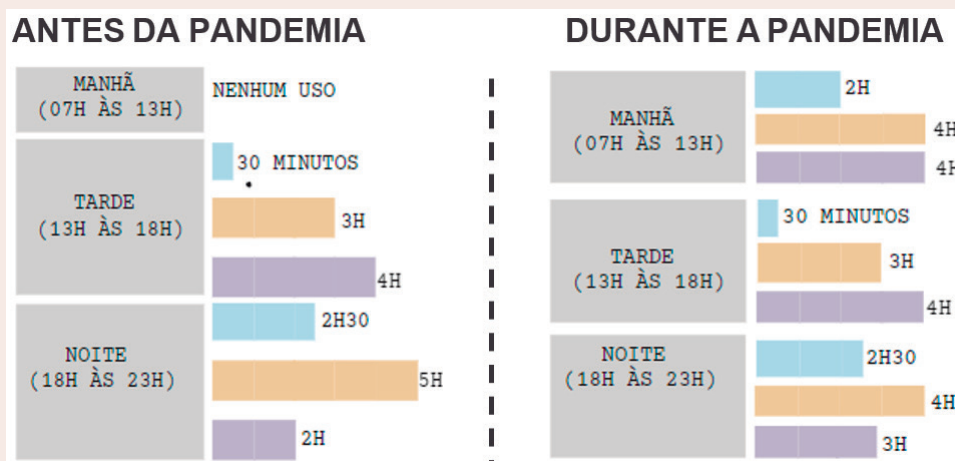


Figura 5. Os Gráficos trazem a relação entre os setores do apartamento - as barras em azul (setor de serviços), amarelo (setor social) e lilás (setor íntimo) e o tempo de permanência dos usuários que, de forma comparativa, antes e durante a pandemia, sistematizam as modificações de usos com a chegada do isolamento social.

Fonte: Desenvolvido pelos pesquisadores (2021).

No intervalo 01 - 07h às 13h (figura 2), destaca-se que durante a pandemia o apartamento 302, passou a ter uso dos três setores (social, serviços e íntimo). No período da tarde (13h às 18h), ocorreu a manutenção de horas de uso de cada um dos setores, contudo, observa-se nos mapas comportamentais uma maior dinamização das atividades praticadas e o aumento de usuários nos mesmos espaços, durante a pandemia. Já no turno da noite (18h às 23h), o setor de serviços manteve a média de 2h30 de uso, o setor social perdeu 1h de uso, em relação ao mesmo período, antes da pandemia, e o setor íntimo aumentou a média de 2h para 3h de uso.

Quando comparamos os respectivos gráficos (figura 5) com os mapas comportamentais (figuras 02, 03 e 04), observamos que durante a pandemia a diminuição das atividades de lazer e o aumento das atividades laborais de home-office e aulas, diminuíram ou modificaram os usos no setor social e aumentaram o uso dos espaços íntimos (quartos). Essa perspectiva, por conseguinte, alterou a função destes espaços, entendidos, antes, como ambientes de acolhimento e dormitórios que, durante a pandemia, se adaptaram para receber as atividades de escritório, aumentando o tempo de trabalho e intensificando os estressores ambientais.

Quanto as movimentações dos animais nos espaços do apartamento 302, observou-se a modificação na circulação e nos espaços de permanências. A procura por ambientes com menor fluxo proporcionou o uso dos quartos de maneira intensa pela gata (Tangerina) e pelo cachorro (Sivuca). Portanto, o aumento do uso do setor íntimo pelos animais, o controle de ruídos, temperatura e iluminação, que esses espaços proporcionaram para os moradores, associados as atividades diárias de cuidados com os animais, a exemplo de caminhadas regulares e troca de afetos, agiram diretamente com atenuantes do estresse ambiental, melhorando os níveis de controle emocional dos usuários.

4.3 ADAPTANDO O AMBIENTE

Durante o estudo, observou-se algumas adaptações que aconteceram no apartamento 302, durante a pandemia, como estratégia para mitigar as problemáticas e minimizar o estresse ambiental proporcionado pelas novas atividades introduzidas nas moradias, com o isolamento social. Serviços de pintura, eletricidade, instalações luminotécnicas, disposição de jardins verticais e hortas, a compra de equipamentos de informática, mobiliários e introdução de áreas de transição, fizeram parte das modificações necessárias.



Figura 6. Planta de identificação das adaptações executadas no apartamento 302 durante a pandemia.

A criação da área de transição, na entrada do apartamento, para higienização de objetos e dos usuários quando chegassem na residência, foi a primeira delas. Em sequência, vieram a pintura e manutenção dos revestimentos, a modificação das tomadas de uma seção por tomadas triplas, evitando a passagem de extensões entre os ambientes e facilitando o usos dos notebooks pelos ambientes do apartamento, o aumento de plafons e spots auxiliando na iluminação geral e diminuindo as áreas de sombra na sala, a compra de mobiliários ergonômicos (cadeiras de escritório e sofá), além de equipamentos de informática (mouses e mousepads, teclados, tv e impressora), foram algumas das principais adaptações que a residência passou.

Destaca-se, ainda, que uma das intervenções que agiu diretamente com a diminuição do estresse ambiental para a família foi a criação do jardim vertical (localizado na varanda do apartamento) e a introdução de uma pequena horta na Cozinha/Área de serviço. Segundo o estudo de Marcus e Sachs (2014) a escolha de um cenário natural para se retirar quando estressados representa a escolha de mais de dois terços das pessoas. Esses espaços podem diminuir significativamente a pressão arterial e a taxa de pulsação, controlando variações de estresse e elevando o humor. Para o morador Iago, o espaço da varanda torna-se um refúgio da rotina diária que ocorre no apartamento, “ Às vezes ir até a varanda fazer um alongamento, respirar fundo, ou até mesmo regar as plantas, melhora significativamente a produção do dia.”

O enriquecimento ambiental ocasionado não só pela introdução de jardim vertical no espaço da varanda, como também a introdução de uma horta vertical na cozinha, passaram a auxiliar não só as práticas de cocção, como também, promoveram novas experiências sensitivas e conexões, através da memória, com espaços externos a residência, como relata a moradora Jéssica “O cheiro da Erva-cidreira e da manjerona que agora exala pela cozinha e chega a sala com o vento, me faz lembrar o jardim da minha avó”. Essas pequenas áreas verdes (verticalizadas) foram essenciais para aliviar a sensação de enclausuramento da família, após horas de atividades em um mesmo local.

Não apenas sendo algo específico do apartamento em questão, foi observado em pesquisa aplicada a um grupo de 30 pessoas em sala virtual, que a presença de mudanças e adaptações na moradia durante a pandemia foi recorrente na maioria das casas. Ao serem questionados acerca dos maiores causadores de estresse em suas moradias, os participantes responderam que são o barulho(45%), o calor(35%), a falta de privacidade(32%) e a falta de espaço(37%). Já sobre as adaptações realizadas no espaço para diminuir os níveis de estresse, os itens adquiridos em maior quantidade pelos participantes foram plantas (46%), adaptação de espaço para *home office*(43%) e compra de equipamentos de escritório(33%).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o início da pandemia do Sars-CoV-2 e a introdução do isolamento social a vida cotidiana das pessoas foi transformada, impactando não apenas o individual de cada pessoa, mas também a relação de cada um com os espaços os quais ocupam. A frequência do uso da moradia neste momento reforçou e reafirmou os conceitos e estudos sobre Psicologia Ambiental e suas influências nos ambientes, sendo debatidos e explanados a importância dos ambientes saudáveis e confortáveis para os usos. Foi neste ambiente de morar que ocorreram as maiores modificações, para além do desejo de reformar a casa, trocar os móveis, comprar eletrodomésticos, mudar a cor das paredes e iniciar a tão sonhada horta, as adaptações que aconteceram nas moradias dos brasileiros abordaram, em sua maioria, os novos usos que foram incorporados a esses espaços durante o isolamento, incluindo o home-office.

Este trabalho constata que a ausência de ambientes na habitação que permitam além da ergonomia adequada, o controle do espaço, a autorregulação e privacidade relaciona-se ao aumento do estresse ambiental de seus usuários, provocando como resposta para essas tensões, as adaptações. Em uma tentativa de melhorar a vivência doméstica, para garantir a execução das atividades externas nos ambientes domiciliares e principalmente garantir bem-estar físico e mental das pessoas, confirmando a evolução dos ambientes em períodos de crise sanitária.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cavalcanti, S., & Elali, G. (Orgs.). (2011). *Temas básicos em psicologia ambiental*. Petrópolis, RJ: Vozes.
- Del Rio, V. (1955). *Introdução ao desenho Urbano no processo do planejamento*. 1. Ed. São Paulo: Pini.
- Donato, Hernani. (2005) *História de usos e costumes do Brasil*. São Paulo: Melhoramentos.
- Lazarus, R.S.; Folkman, S. (1984). *Stress, Appraisal and Coping*. Nova York: Springer.
- Lemos, Carlos A. C. (1979) *Arquitetura brasileira*. São Paulo: Melhoramentos. Ed. Da Universidade de São Paulo.
- Marcus, C. C.; Sachs, N. A. (2014). *Therapeutic Landscapes: An Evidence-Based Approach to Designing Healing Gardens and Restorative Outdoor Spaces*. New Jersey (EUA): John Wiley & Sons.
- Moser, G. (2018). *Psicologia ambiental: as relações do ser humano com o seu ambiente*. (trad. L. Cacaís & I. Günther). (original 2009).
- ONU- Habitat. (2020). *Plano de resposta à COVID-19: por um futuro urbano melhor*.
- Portelli, Alessandro. (2010). *Ensaio de história oral*. São Paulo: Letra e Voz.
- Vasconcelos, Claudia Queiroz de. (2011) *Análise da funcionalidade e de ergonomia em habitações compactas*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- Veríssimo, Francisco Salvador; Bittar, William Seba Mallmann. (1999). *500 anos da casa no Brasil: as transformações da arquitetura e da utilização do espaço de moradia*. Rio de Janeiro: Ediouro

ARTIGO

APEGO DO IDOSO AO LUGAR: EXPERIÊNCIA ACADÊMICA DE RELAÇÃO PESSOA-AMBIENTE

RODRIGUES, Gabriela V.

(gabrielvargasrodrigues@hotmail.com)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

AZEVEDO, Viviane R. de

(vivianeazevedo.arq@gmail.com)

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Brasil

COSTA, Angelina

(angelinadiasleaocosta@gmail.com)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

DIAS, Liêssa de P.

(liessa_dias@hotmail.com)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

DUARTE, Imara

(imara.duarte@gmail.com)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

FÉLIX, Lilian L.

(lilianlfelix@hotmail.com)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

GUERRA, Luis G.

(luisg.guerra@outlook.com)

Faculdade Boa Viagem (UNIFBV), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Apego ao lugar, Idoso, Acessibilidade, Ambiente construído, COVID-19

RESUMO

Este artigo relata a experiência de oficina temática ocorrida em disciplina de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo com foco na relação pessoa-ambiente. O apego ao lugar, bem como questões teóricas e conceituais acerca de pessoa idosa e acessibilidade, que foram investigadas por meio de revisão de literatura, e abordadas a partir da ótica do idoso em relação a espaços de vivência. Objetivou-se levantar e analisar as percepções físico-espaciais e simbólicas de idosos frequentadores de uma associação, a fim de discutir o impacto da pandemia do COVID-19 em sua relação com aquele ambiente construído. Para levantar os impactos da pandemia na vivência dos idosos na referida associação, foram administradas entrevistas semiestruturadas. Os depoimentos dos idosos foram analisados considerando os conceitos propostos inicialmente, em cenários antes e durante a pandemia, revelando o impacto psicológico devido a alterações no uso do ambiente construído. Os resultados revelaram que os idosos têm forte apego ao lugar, e houve mudanças significativas causadas pela pandemia quanto à fruição do ambiente, por exemplo a impossibilidade de socialização, convívio e lazer dos associados.

CIDADES E
SUSTENTABILIDADE:
QUALIDADE
E SAÚDE
URBANAS

1. INTRODUÇÃO

A população idosa mundial tem aumentado significativamente, demandando maior empenho dos atores sociais, e com isso, confronta os valores e compromissos da sociedade contemporânea com os direitos humanos perante os ideais capitalistas (Mendonça, Abigailil, Pereira, Yuste, & Ribeiro, 2021). Entendendo o envelhecimento como o processo de perda gradativa da acuidade perceptiva e cognitiva inerente aos humanos (Brasil, 2006), faz-se necessário buscar soluções para melhorar a qualidade de vida desta população, tendo em vista sua importância social e cultural. Destaca-se neste aspecto, fatores que influenciam esta melhoria como a qualificação do ambiente físico e a preservação dos círculos sociais e aspectos afetivos (Elali & Medeiros, 2011; Who, 2005).

Enquanto indivíduos dotados de percepção espacial, evidencia-se os vínculos criados com os ambientes, em uma inter-relação intrínseca, onde molda-se e é moldado de acordo com espaços experienciados. Conforme Cavalcante e Mourão (2017) as perguntas “Quem somos?” e “onde nós estamos?” se complementam. À vista disso, as pessoas possuem a necessidade de estarem situadas, por isso, qualificam e estruturam seus espaços, dotando-os de significados de acordo com o tempo, o que pode ser entendido como lugar (Tuan, 2011). Fugindo das abstrações objetivistas, o lugar assume um significado subjetivo, estando diretamente atrelado às relações entre pessoas e espaços.

Tais relações influenciam diretamente o conforto ambiental, seja ele material ou subjetivo, e distinguem-se das demais relações, seja com objetos ou outras pessoas, sucedendo ao apego ao lugar (Giuliani, 2003). Este tipo de vínculo, além de dinâmico em relação ao tempo, pode ser entendido através de três dimensões: funcional, simbólica e relacional (Cavalcante & Mourão, 2017).

Apego ao lugar remete a espaços que permitem a identificação pessoal e a possibilidade de se expressar em grupo social (Macedo, Oliveira, Günther, Alves, & Nóbrega, 2008). Com base nessa perspectiva foi realizado um estudo com idosos freqüentadores da Associação dos Aposentados, Pensionistas e Empregados da CHESF (Companhia Hidrelétrica do São Francisco) e FACHESF (Fundação Chesf de Assistência e Seguridade Social) (APOSCHESF) em Paulo Afonso, na Bahia. Esta instituição tem oferecido apoio administrativo e jurídico, e disponibilizado de espaço de lazer para que os seus associados possam confraternizar, contudo, devido a pandemia, as atividades foram suspensas, impossibilitando o convívio diário.

Tendo em vista o apego ao lugar e as conseqüências do isolamento causado pela pandemia do COVID-19, objetivou-se relatar as percepções físico-espaciais e simbólicas de idosos tomando-se como estudo de caso os freqüentadores de uma associação, a APOSCHESF; a fim de discutir o impacto da pandemia do COVID-19 na relação com aquele ambiente construído.

2. OBJETIVO

Objetivou-se relatar percepções físico-espaciais e simbólicas de idosos frequentadores de uma associação, a fim de discutir o impacto da pandemia do COVID-19 em sua relação com aquele ambiente construído, através de uma experiência acadêmica.

3. CONCEITOS E A ASSOCIAÇÃO

Destacam-se as temáticas da pessoa idosa, o apego ao lugar e a acessibilidade por meio de uma breve revisão de literatura. Essas temáticas foram abordadas no contexto ao lugar da Associação APOSCHESF, ambiente ao qual os idosos participantes da pesquisa são associados.

3.1 IDOSO

Atualmente, o grupo etário de idosos (60 anos ou mais) corresponde a 14,66% da população brasileira e tende a aumentar esse percentual nos próximos anos (IBGE, 2021). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) (2008) o mundo está envelhecendo rapidamente e o número de pessoas com 60 anos ou mais corresponderá a 22% da população mundial em 2050, o que significa que haverá mais idoso que crianças na população.

Entende-se como idoso aquele que vive o processo de envelhecimento, dinâmico e progressivo, no qual ocorrem modificações, tanto morfológicas, funcionais e bioquímicas, como psicológicas. Este processo caracteriza-se pela perda progressiva das capacidades de adaptação do indivíduo ao meio ambiente, ocasionando maior vulnerabilidade e maior incidência de processos patológicos (Netto, 2004).

As alterações que ocorrem durante a velhice acarretam degenerações fisiológicas e anatômicas, tais como perda de memória, diminuição da capacidade de locomoção, perda de massa óssea, diminuição de massa muscular, degeneração da estrutura ocular, entre outros (Dorneles, Vielmo, Bins Ely, 2020; Nascimento, 2011). Esses fatores aumentam o risco de agravamento de doenças e ocorrências de acidentes domésticos.

Para diminuir ou retardar tais ocorrências podem ser realizadas intervenções, tais como estimular os idosos a um estilo de vida mais ativo (Nascimento, 2011). Um exemplo é a medida difundida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) que defende o envelhecimento ativo em seu Guia Global: Cidade Amiga do Idoso. Este declara que “os idosos, em particular, precisam de ambientes que os apoiem e capacitem, para compensar as alterações físicas e sociais decorrentes do envelhecimento” (OMS, 2008, p. 9).

Neste contexto, correlacionou-se a pessoa idosa, considerando suas características biopsicossociais com o lugar da Associação (APOSCHESF) os quais serão elucidados a seguir.

3.2 APEGO AO LUGAR

É investigado por disciplinas interessadas em analisar as relações entre o homem e o ambiente (físico), o Apego ao lugar trata-se de um conceito complexo e multifacetado, também conhecido como vínculo ao lugar ou *place attachment*. A essência da sua interpretação encontra-se na relação das percepções físico-espaciais e simbólicas atribuídas por um sujeito ou grupo de pessoas sobre um ambiente construído (Elali & Medeiros, 2011).

Essa interpretação, por muitas vezes, esbarra na teoria do apego. Análogo aos laços afetivos que existem entre as pessoas, o apego ao lugar caracteriza-se, dentre outros fatores, pelos sentimentos gerados na relação entre o indivíduo e o ambiente construído. Desta forma, é possível notar diversas similaridades entre a noção de apego ao lugar e a teoria do apego, no entanto, é importante observar que o primeiro se trata de uma abordagem específica e diferenciada quanto às outras formas de apego (Giuliani, 2004). Correlato a este entendimento, Speller (2005) enfatiza que, se de um lado, a teoria do apego busca por padrões de comportamento e vinculação, no contraponto, o apego ao lugar se alicerça nas particularidades dos laços afetivos que há entre diferentes grupos e etnias, e em diferentes momentos da vida.

Segundo Elali e Medeiros (2011), a noção de apego ao lugar pode ser realizada a partir da seguinte tríade dimensional: funcional, simbólica e relacional. No que tange à dimensão funcional, destaca-se o papel do espaço físico enquanto elemento que interfere diretamente no comportamento daqueles que usufruem o ambiente construído (Hidalgo & Hernandez, 2011), podendo gerar tanto uma relação de bem-estar quanto de consternação, a depender dos fatores envolvidos (Twigger-Ross & Uzzell, 1996).

A dimensão simbólica relaciona-se ao conteúdo simbólico e/ou afetivo, sobretudo, “ao conteúdo simbólico de origem sociocultural e individual que atua como intermediário no relacionamento pessoa-ambiente, influenciando o modo como cada indivíduo e/ou grupo compreende e age frente às diferentes situações em que se encontra” (Elali & Medeiros, 2011, p. 55). E, por fim, a dimensão relacional fundamenta-se na ligação dinâmica entre o envolvimento social cotidiano e as características do ambiente construído por meio do qual, a partir da conexão cognitiva e afetiva existente entre pessoa e ambiente, vem contribuir na construção da identidade pessoal e comunitária do cidadão. Nesse sentido, “o sentimento de comunidade surge a partir do momento que a pessoa se percebe como pertencente a um grupo e a um lugar específico, entendendo que há uma relação única entre ambos” (Elali & Medeiros, 2011, p. 56).

Destarte, a partir desta tríade dimensional, foi possível construir uma aproximação entre a noção de apego ao lugar e as percepções físico-espaciais-simbólicas relatadas pelos idosos sobre o lugar estudado.

3.3 ACESSIBILIDADE

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na NBR 9050 define o termo acessibilidade, como “possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação” (ABNT, 2020, p. 16). A este conceito se aplica uma ampla possibilidade de tratar os fundamentos técnicos da acessibilidade, focamos então em uma abordagem específica ao ambiente construído, em particular a relação do usuário idoso com o ambiente. Os idosos fazem parte do grupo de pessoas com mobilidade reduzida que sofrem pela dificuldade de locomoção e movimentação. Em termos gerais a acessibilidade deve proporcionar a condição de acesso dessas pessoas aos locais assim como garantir a utilização dos ambientes e o manuseio dos objetos. Toda locomoção e movimentação devem ser realizadas de forma autônoma, com segurança, sem que seja necessária a interferência de outras pessoas (Brasil, 2006).

Considerando a importância da acessibilidade para inclusão social desse grupo Dorneles, Viêlmo e Bins Ely (2020) abordam os problemas comuns às pessoas idosas que são responsáveis pela causa de suas restrições e correlacionam com os aspectos e soluções que arquitetura pode proporcionar aos ambientes para melhorar a qualidade de vida dessas pessoas durante a utilização dos espaços. Destacam-se como principais necessidades espaciais: Iluminação adequada, campo de visão livre, caminhos definidos, desníveis em cores diferentes do passeio, legibilidade nas sinalizações, estudo dos ruídos nos ambientes, rampas e escadas com patamares de descanso, área de circulação sem obstáculos, ventilação, sombreamento e temperatura estáveis nas áreas de estar.

Apesar de todos os critérios técnicos estabelecidos nas normas de acessibilidade serem atribuídos ao ambiente é importante destacar que segundo Duarte e Cohen (2018) o espaço só será considerado totalmente acessível no momento em que for apto a produzir a impressão de acolhimento aos seus utilizadores. Desenvolvendo o conceito de Acessibilidade Emocional como a “Capacidade do Lugar de acolher seus visitantes, de gerar afeto, de despertar a sensação de fazer parte do ambiente e de se reconhecer como pessoa bem-vinda”. Considerando então que acessibilidade física não seria suficiente para promover a empatia espacial e uma experiência agradável com o ambiente, sendo necessário considerar os aspectos emocionais para plena acessibilidade do espaço. A partir das observações realizadas foi possível identificar na Associação uma preocupação com usuário idoso, através da aplicação de aspectos da acessibilidade espacial, com a utilização de rampas, piso tátil, barra de apoio, rebaixamento das calçadas e sinalização de vagas reservadas para veículos que conduzam ou sejam conduzidos por pessoas com deficiência.

3.4 A ASSOCIAÇÃO

A Associação dos Aposentados, pensionistas e empregados da CHESF e FACHESF (APOSCHESF), fundada em 1985, atua defendendo e assessorando os direitos dos seus associados, além de promover socialização e “coleguismo” dos mesmos. Em Paulo Afonso, na Bahia, a Associação foi inaugurada em junho de 1989 e ocupa, desde então, um prédio cedido pela Companhia Hidroelétrica do Vale do São Francisco localizado no centro da cidade, próximo a instituições bancárias e praças. O edifício possui cerca de 200m² e conta com salões de jogos e convivência, salas administrativas e banheiros, atende mais de 900 associados (APOSCHESF, 2021). A filial se destaca pela participação diária dos sócios nas atividades de lazer. Após o início da pandemia do COVID-19, as atividades diárias foram suspensas, limitando o acesso aos atendimentos administrativos previamente agendados.



Figura 1. APOSCHESF, 2021.

4. METODOLOGIA

4.1 SENSIBILIZAÇÃO – FILME UP

Como parte introdutória da oficina foi realizada uma sensibilização com a turma a fim de aproximar os participantes à temática da pessoa idosa. Para tanto, foi apresentado em forma de vídeo uma edição do filme UP - Altas Aventuras, lançado em 2009 (Riviera & Docter, 2009). A edição, realizada pelos autores do presente trabalho, explicita trechos que destacam as mudanças na capacidade de mobilidade com o avanço da idade, alterações físicas e psicológicas e o apego ao lugar. Esses trechos introduzem os principais temas a serem tratados durante a oficina, além de ambientar quanto à realidade do idoso.

4.2 ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS

Nesta pesquisa, foi utilizada a entrevista semiestruturada, por meio da qual o “entrevistado tem a liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção que considere adequada” (Michel, 2009, p. 68-69). A entrevista foi roteirizada, a fim de compreender alguns temas específicos.

Com o roteiro semiestruturado adotado, pretendeu-se obter informações sobre sentimentos, percepções e comportamento ambiental dos usuários, com foco nos atributos positivos e negativos do ambiente que fossem relevantes do ponto de vista do entrevistado e que favorecessem a apropriação e a vivência do local. Entre os tópicos perguntados, incluem-se: definição da pandemia; e definição da Associação antes e durante a pandemia. O roteiro da entrevista se encontra na Tabela 1.

Nome
Idade
Tempo de Associado
Qual o espaço/atividade que você mais gosta na Associação? Descreva a Associação em três palavras/ sentimentos.
Qual a motivação de fazer parte da Associação e partilhar vivências com os outros idosos?
Defina a COVID-19 em 3 palavras; Defina a APOSCHEF ANTES da pandemia; Defina a APOSCHEF DURANTE a pandemia;

Tabela 1. Perguntas feitas para os Associados.

Foram entrevistados seis aposentados e uma funcionária da associação (com idade média de 65,25 anos), com o intuito de entender quais as percepções físico-espaciais e simbólicas, a fim de discutir o impacto da pandemia do COVID-19 em sua relação com aquele ambiente construído.

Os depoimentos dos idosos foram analisados em conjunto, correlacionando os dados das diferentes perspectivas. Para tratamento dos dados das perguntas abertas, utilizou-se a técnica de Análise de Conteúdo que consiste em três etapas: pré-análise; exploração do material e tratamento dos resultados; inferência e interpretação (Bardin, 2011). Em seguida foi utilizado o método heurístico de análise denominada “nuvem de palavras”, para avaliação dos adjetivos apontados pelos respondentes provenientes das perguntas abertas. Na visualização da nuvem de palavras, cada palavra apresenta um tamanho de acordo com a relevância e a quantidade de vezes em que ela foi apontada.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A entrevista foi elaborada de modo a permitir a caracterização da percepção dos idosos em relação à referida associação, através de perguntas envolvendo o tempo de associado, o espaço/atividade que mais gosta, os sentimentos em relação à Associação, motivação de fazer parte do grupo, definição da pandemia e referen-

tes ao convívio antes e durante a pandemia. As entrevistas foram realizadas presencialmente e por ligação telefônica. As entrevistas permitiram a aproximação do pesquisador com os entrevistados e auxiliou o entendimento da relação dos aposentados com o lugar. Os espaços mais citados como preferidos foram o salão social, a atividade de jogar sinuca, biblioteca, participar na área administrativa e sala de jogos.

As nuvens de palavras (figuras 2 e 3) ilustram os sentimentos que o lugar provoca e as motivações para se freqüentar a Associação, respectivamente. Ambas elucidam sentimentos provocados nos usuários em relação ao lugar. Indicando que o ambiente construído atua como ferramenta de linguagem e que “a arquitetura elabora e comunica idéias do confronto carnal do homem com o mundo por meio de emoções plásticas” (Pallasmaa, 2011, p. 43).

Os sentimentos elucidados por idosos foram Apoio, satisfação e valorização; Companheirismo, participação e aprendizado; União, pertencimento e amigos; Encontro dos que fizeram a CHESF; Apoio aos associados; Companheirismo, participação e aprendizado; Já foi melhor; e Integração, amigos e alegria. E as motivações quanto freqüentar o lugar foram: Além do apoio, o reencontro com os ex-chesfianos; Preencher o tempo com novos aprendizados; Encontro com os amigos; Para ter na sociedade uma representação e cuidar dos seus interesses; Ter uma consideração com os amigos; Preencher o tempo com novos aprendizados, evitando distanciamento próprio a idade; Reuniões, encontro com os amigos, animação para os aposentados; e Por unir os aposentados, mata a saudade dos amigos, tem informações como plano de saúde, previdência. Enfim, um lazer.



Figura 2. Sentimentos sobre o lugar



Figura 3. Motivações para freqüentar o lugar

Atentando para as perguntas referentes à pandemia, foram realizadas nuvens de palavras (figuras 4, 5 e 6) para melhor ilustrar os sentimentos provocados e as mudanças do ambiente construído antes e durante a pandemia. A imagem 4 se refere às respostas dos idosos quanto à definição da pandemia, onde observamos que os sentimentos de isolamento / distanciamento, medo, saudade e insegurança foram comuns.

Quanto à definição da pandemia pelos associados, as respostas foram: Medo, perdas e distanciamento; Distanciamento, difícil, saudade; Casa, higiene e álcool; Cas-

tigo divino do céu; Vírus, aglomerações e transmissões; Distanciamento, saúde, solidão; Tristeza, raiva e medo; e Tristeza, ansiedade e insegurança.

CIDADES E
SUSTENTABILIDADE:
QUALIDADE
E SAÚDE
URBANAS



Figura 4. Definição da pandemia por Associados.

Resultado semelhante nas respostas também foi encontrado quanto às perguntas: “Defina a Associação antes e durante a pandemia”. Onde, na Figura 5, as definições positivas de descoberta, descanso, alegria, relaxamento foram levantados por idosos. E na figura 6 definições negativas referentes ao cenário durante a pandemia como: distanciamento / isolamento / afastamento e medo / tristeza / solidão.

Quanto às perguntas sobre definições em relação da associação antes da pandemia as respostas foram: Encontro, palestras e conversas; Incerteza, angústia e descobertas; Nosso, patrimônio e encontro; Lazer, ginástica e leitura; Reunião, palestras e lazer; Incerteza, angústia e descobertas; Festa, animação e diversão; e Alegria, diversão e encontro. E com relação a definição dos espaços durante a pandemia: Esperança, agendamentos, fugidinhas; Distanciamento, comunicação, saúde; Afastamento, cuidado e proteção; Agendamento, atendimento e quarentena; Fechamento, aglomeração e atendimento; Distanciamento, comunicação e saúdes; inutilizado, esperança e cuidado; e Tristeza, medo e insegurança.



Figura 5. Definição da Associação antes da pandemia por Associados.

Figura 6. Definição da Associação durante a da pandemia por Associados.

Durante o desenvolvimento da oficina proposta em sala de aula, foi possível discutir as percepções dos Associados com os conceitos de Apego ao Lugar e Acessibilidade sobre o espaço da Associação. Os associados assimilam ao espaço físico

da associação a sentimentos como socialização, lazer e apoio, o que se aproxima às dimensões funcional, simbólica e relacional propostas por Elali & Medeiros (2011)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da realização do estudo, evidenciou-se que a qualidade do ambiente percebido afeta diretamente as percepções, sensações e comportamento dos usuários. Que, por meio das entrevistas foi possível verificar que houve significativas mudanças causadas pela pandemia quanto à utilização do espaço, a exemplo da impossibilidade de socialização, convívio e lazer dos associados, de modo presencial. Os depoimentos dos idosos foram analisados em conjunto, correlacionando os dados das diferentes perspectivas.

Evidenciamos a importância da didática com a experiência acadêmica proposta de oficinas temáticas, que envolveram a questão social, juntamente com os conceitos teóricos que permitiram a aproximação de estudos de usuários e ambientes construídos, apesar do momento de isolamento social devido à pandemia do COVID-19.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2020). NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2020.

Associação dos aposentados da CHESF (APOSCHESF) (2021). Histórico. Disponível na internet por <https://www.aposchesf.com.br/sobre-nos/historico/>. Acesso em 07 abr. 2021.

Bardin, L. (2011). *Análise do Conteúdo*. São Paulo: Almedina.

Brasil. (2006). Programa brasileiro de acessibilidade urbana. Brasil Acessível: Caderno 2. Ministério Das Cidades. Brasília. Disponível em: https://www.sinaldetransito.com.br/normas/programa_brasileiro_de_acessibilidade_urbana.pdf. Acesso em: 04 abr. 2021.

Cavalcante, S.; Mourão, A. R. T. (2017). Identidade de Lugar. IN: Cavalcante, S.; Elali, G. A. (orgs). *Temas Básicos em Psicologia Ambiental*. pp. 172-178. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017. P. 172-178

Dorneles, V. G.; Viêlmo, G.; Bins Ely, V. H. M. (2020). Envelhecimento e arquitetura: As necessidades espaciais dos idosos em espaços abertos. *Revista de arquitetura, cidade e contemporaneidade*, Pelotas, v.4, n.13, out.

Duarte, C. R. S.; Cohen, R. (2018). Acessibilidade Emocional. In: VII Encontro Nacional de Ergonomia do Ambiente Construído, v.4, n.2, p.6-10, 2018. *Anais... Fortaleza: Blucher Design Proceedings*.

Elali, G. Z.; Medeiros, S. T. F. (2011). Apego ao lugar (vínculo ao lugar – Place attachment). IN: Cavalcante, S.; Elali, G.A. (orgs). Temas básicos em Psicologia Ambiental. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011. P. 53-62.

Giuliani, M. V. (2003). Theory of attachment and place attachment. In M. Bonnes, T. Lee, and M. Bonaiuto (Eds.), Psychological theories for environmental issues (pp. 137-170). Aldershot: Ashgate.

Giuliani, M.V. (2004). O lugar do apego nas relações pessoa-ambiente. In: Tassara, E.; Rabinovich, E.; Guedes, M.C. (orgs.). Psicologia e ambiente. São Paulo: Educ.

Hidalgo, M.; Hernandez, B. (2011). Place Attachment: Conceptual and Empirical Questions. *Journal of Environmental Psychology*, 21, p. 273-281.

Ibge (2021). Projeção da população. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>>.

Macedo, D., Oliveira, C. V., Günther, I. D. A., Alves, S. M., & Nóbrega, T. S. (2008). O lugar do afeto, o afeto pelo lugar: o que dizem os idosos?. *Psicologia: Teoria e pesquisa*, 24(4), 441-449.

Mendonça, J. M. B. D., Abigailil, A. P. D. C., Pereira, P. A. P., Yuste, A., & Ribeiro, J. H. D. S. (2021). O sentido do envelhecer para o idoso dependente. *Ciência & Saúde Coletiva*, 26, 57-65.

Michel, M. H. (2009). Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas. São Paulo: Atlas.

Nascimento, M. S. (2011). Idosos, seu processo de envelhecimento e suas fragilidades: um desafio para toda equipe. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Medicina. Núcleo de Educação em Saúde Coletiva. Formiga. 51f. Monografia (Especialização em Atenção Básica em Saúde da Família).

Netto, F. L. M. (2004). Aspectos biológicos e fisiológicos do envelhecimento humano e suas implicações na saúde do idoso. *Rev. Pensar a Prática* 7: p. 75-84.

Organização Mundial de Saúde. (2008). Guia Global: Cidade Amiga do idoso. Geneva: WHO. 67 p.

Pallasmaa, J. (2011). Os olhos da pele: a arquitetura e os sentidos. Porto Alegre: Bokman.

Riviera, J. (Produtor) & Docter, P. (Diretor). (2009). *Up* [Motion Picture]. Estados Unidos: *Disney/Pixar*.

Speller, G.M. (2005). A importância da vinculação ao lugar. In: Soczka, L. (org). Contextos humanos e Psicologia Ambiental. Lisboa: Calouste Gulbenkian, p. 133-167.

Tuan, Y. F. (2011). Espaço, tempo, lugar: um arcabouço humanista. *Geograficidade*, 1(1), 4-15.

Twigger-Ross, C.L.; Uzzell, D.L. (1996). Place and Identify Process. *Journal of Environmental Psychology*, 16, p. 205-220.

World Health Organization. (2005). Envelhecimento ativo: uma política de saúde.

NOVOS TERRITÓRIOS DOMÉSTICOS EM TEMPOS PANDÊMICOS, UM ESTUDO COM ÊNFASE NA CRIANÇA

ARAÚJO, José Alberto C. de

(araujoalberto.arq@gmail.com)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

MEDEIROS, Thuany Guedes

(guedes.thuany@gmail.com)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

DINIZ, Yane Almeida

(yanediniz@gmail.com);

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

FEITOSA, Ana Rosa S. N.

(ananegreiros@ufpi.edu.br)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

SCHMIDLIN, Flávio

(flavio.schmidlin@yahoo.com.br)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

DUARTE, Imara A.M.

(imara.duarte@gmail.com)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

COSTA, Angelina Dias Leão

(angelinadlcosta@yahoo.com.br)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Criança, território, territorialidade, apropriação espacial, COVID-19

RESUMO

A dinâmica imposta pela situação sanitária ocasionada pela pandemia do Sars-CoV-2 influenciou diretamente no cotidiano familiar. Neste cenário, as crianças também sofreram diversas mudanças em sua rotina. O fechamento de escolas, creches e áreas de lazer, até a reorganização e adaptação de espaços trouxe à tona desafios para se conviver com o público infantil em ambientes confinados. Apesar da escassez de estudos sob esta ótica, pode-se afirmar que pandemia da COVID-19 afetou crianças de formas multifacetadas.

Este trabalho é pautado na reflexão e nos questionamentos sobre a relação pessoa-ambiente em períodos de confinamento, mais especificamente a relação entre as crianças e suas moradias. A pesquisa de caráter exploratório foi desenvolvida no âmbito da disciplina Relação Pessoa-Ambiente, ofertada no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, vinculado à Universidade Federal da Paraíba. Objetivou-se refletir acerca da percepção infantil sobre a casa em tempos de pandemia. A metodologia utilizada buscou correlacionar a dimensão CRIANÇA/CASA e foi construída a partir da tríade (imagem, percepção e representação), sendo feito o uso do desenho como expressão imagética do ambiente do ponto de vista infantil, desenvolvidos por oito crianças com idade entre quatro e nove anos.

Inicia-se o estudo com a conceituação de território e territorialidade, a partir das palavras de autores de referência no tema, perpassando o conceito de territorialidade de criança, para então aproximar com discussões relacionadas à dimensão analisada neste trabalho. Território, territorialidade e apropriação do espaço conduzem a interpretação dos desenhos infantis postos sob análise. Os resultados obtidos apontam uma resignificação do lar enquanto espaço construído por adultos, mas que também é apropriado por crianças.

Observou-se no público analisado que a casa, por vezes, não é mais vista como local de abrigo e acolhimento, mas como o local sob o qual se recolhe e se realiza atividades possíveis ao confinamento.

CIDADES E
SUSTENTABILIDADE:
QUALIDADE
E SAÚDE
URBANAS

1. INTRODUÇÃO

A casa é tida como abrigo e palco de descobertas da infância. Nas palavras de Winnicott (1966) a casa é um lugar onde o mundo do ser humano se inicia, enquanto para Bachelard(1957), em se tratando de poéticas espaciais, é na casa que o homem (a mulher e a criança) estabelece suas raízes no mundo em sua humanidade. Pautado na interdisciplinaridade entre conceitos da psicologia ambiental, com pitadas de filosofia e psicanálise, este artigo disserta sobre as relações estabelecidas entre a criança e a casa no contexto de pandemia.

Ao pensar a casa como palco do espetáculo da infância, a criança é ator principal da observação experimental desenvolvida neste trabalho, na qual se coloca como desafio o desenho desse cenário. Sob o contexto de pandemia, busca-se analisar através da noção de território e territorialidade a percepção da criança sobre sua casa sob as lentes analíticas desses conceitos com o auxílio de desenhos como expressão imagética do ambiente e relatos pessoais de oito crianças de quatro a nove anos de idade.

O trabalho estrutura-se com um primeiro momento de apreensão dos temas amplos, definidos a partir de autores de referência na psicologia ambiente; para em seguida refinar a pesquisa estabelecendo as relações entre os aportes conceituais e o nosso sujeito, a criança. Compreendidos os termos, serão observadas, à luz desta conceituação, as expressões imagéticas do ambiente, desenhadas pelas crianças, para finalmente se estabelecer as relações pontuadas entre casa e criança no contexto da pandemia, no período compreendido entre março de 2020 e maio de 2021. Acredita-se que, através dessa exploração, foi possível apreender indícios do que há de relevante na casa, enquanto território e espaço de apropriação infantil.

2. TERRITÓRIO

Em uma abordagem geográfica, ao tratar-se da relação da criança com o espaço em que está inserida refere-se a um espaço apropriado e usado por um ator social, isto é, um território (SANTOS e SILVEIRA, 2001). No entanto, neste trabalho faz-se uso de uma abordagem mais aproximada da psicologia ambiental, na qual os territórios são tratados como “recortes espaciais diferenciados onde se conjugam identidades e diferenças” (MOREIRA, 2006 *apud* HIGUCHI e THEODOROVITZ, 2018, p.232). Percebe-se a inserção de outras nuances, para além da questão espacial, à noção de território. Ao adicionarem-se termos como “identidades” e “diferenças”, agregam-se fatores mais subjetivos e diretamente ligados ao sujeito, à pessoa em relação ao ambiente. Nesses ordenamentos territoriais, “ao mesmo tempo em que se delimitam os usos sociais ali possíveis, o senso de apropriação e o apego ao lugar vão se constituindo” (HIGUCHI e THEODOROVITZ, 2018, p.228).

Kuhnen *et al.* (2010) traçam o ciclo entre o indivíduo e a construção do território. Essa construção se inicia com a permissão de controle ambiental, ou seja, a possibilidade que o sujeito tem de alterar o espaço em que está inserido. Com essa possibilidade em mãos, o indivíduo é capaz de adicionar sua identidade, ou a do

seu grupo, ao lugar – trata-se de um comportamento territorial de personalização do lugar – transformando tal espaço em território. O território, então, passa a ter papel regulador das interações sociais e fortalece o sentimento de pertencimento ao lugar. “A personalização também é freqüentemente associada à territorialidade. O ato de personalizar define um espaço territorial por meio de marcas pessoais, que indicam pertencimento” (KUHNNEN, *et al.* 2010, p.539). Conseqüentemente, há elevação da autoestima, aumento de satisfação e promoção de bem-estar do indivíduo, em um processo que se retroalimenta, conforme a figura 1.

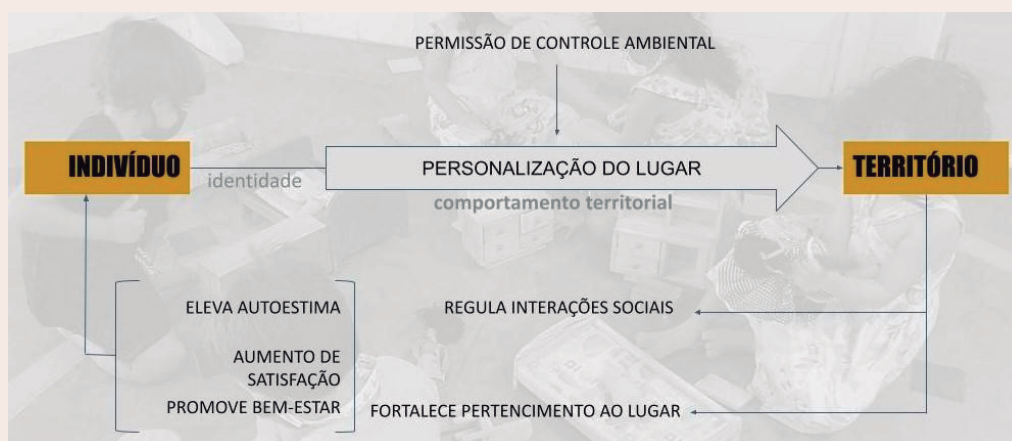


Figura 1. Esquema dos efeitos do indivíduo ao território na personalização do lugar, baseado em Kuhnen *et al.* (2010).

2.1 TERRITORIALIDADE

A territorialidade é um conceito que surge na etologia tradicional¹, mas que também é utilizado para estudo e compreensão das relações humanas. Em sentido estrito, a territorialidade é entendida como uma necessidade inata, visto que o monopólio sobre o território atende três necessidades básicas do ser humano: identidade, autonomia e segurança (ARDREY, 1966). Essa territorialidade implica também “um sentimento de posse relativa a um determinado espaço individual ou grupal, quer ele esteja vinculado ou não à propriedade (oficial, jurídica) do mesmo” (ELALI, 2009, p. 7). Ou seja, pode não haver de fato uma posse do local reconhecida oficialmente, mas há uma posse subjetiva, relativa ao aspecto emocional (sentimento) do indivíduo ou grupo.

De acordo com Elali (2009), a territorialidade humana tem como característica uma relação bidirecional entre comportamento e ambiente físico. Na medida em que se estabelecem espaços físicos para uso e ocupação, o comportamento sofre influência direta dos mesmos espaços com o quais se relaciona e se interage (ELALI, 2009). Outro fato suscitado pela autora, diz respeito à existência e uso de “marcadores culturalmente reconhecidos”, que servem como vestígios ou indícios para

1 Etologia: especialidade da biologia que estuda o comportamento animal. A etologia tradicional tem como objeto de estudo o comportamento das espécies.

demarcação de locais e sua definição de alcance físico. Os estudos que versam acerca dessas questões consideram o tempo de ocupação de determinado local e corroboram que o reconhecimento da territorialidade orienta o comportamento de outros indivíduos que se movimentam pela área (MARTINEZ-TORVISCO, 1998; ELALI, 2009).

2.2 APROPRIAÇÃO DO ESPAÇO

No âmbito do comportamento socioespacial, é uma prática comum aos indivíduos apropriar-se de espaços de maneiras variadas, de modo a relacionar-se com o ambiente no qual estão inseridos, desenvolvendo assim ligações afetivas ou relações de poder (ELALI, 2009).

“Por meio de mecanismos de regulação e controle, o homem organiza o espaço ao seu redor [...]. O ambiente [...] é, sobretudo, uma projeção do próprio homem, um reflexo de seu existir no mundo. [...] na medida em que transforma o ambiente para adequá-lo às suas necessidades, o homem constrói, naturalmente, identidades de lugar. [...] uma compreensão positiva [...] do ambiente [...] pode derivar em apego ao lugar. [...] O apego ao lugar, então, testemunha a apropriação do espaço” (KUHNNEN, *et al.* 2010, pp.540-541).

A Apropriação do Espaço é uma noção que se relaciona diretamente à territorialidade. Trata-se da identificação e apego do indivíduo – ao ambiente e a liberdade para interferir no mesmo, deixando nele a sua “marca pessoal” (ELALI, 2009) – e abrange dois componentes inter-relacionados entre si: simbólico, identificar-se com o local; e ação-transformação, possibilidade de personalizar os ambientes (POL, 1992 *apud* ELALI, 2009). Sobre essa ação-transformação, KUHNNEN (2010) salienta que

“[...] quando as possibilidades de alteração das características físicas do espaço construído são reduzidas, o indivíduo lança mão de estratégias de enfrentamento da realidade adversa, com vistas a minimizar possíveis desequilíbrios na relação homem-ambiente e prejuízos psicológicos” (KUHNNEN *et al.* 2010, p. 541).

Quanto maior é a diferença entre a identidade pessoal do indivíduo e o meio físico em que está inserido, maior será o esforço de enfrentamento dele a essa realidade, cabendo-lhe ativar um maior número de defesas a essa situação. “Essas defesas dizem respeito a ajustamentos e flexibilizações de comportamento frente às exigências do meio, com o objetivo de abrandar o efeito de elementos estressores” (KUHNNEN *et al.* 2010, p. 541). Quando não há uma ampla possibilidade de controle do ambiente, cabe ao indivíduo tentar se adaptar ao meio, como forma de reduzir o nível de estresse que a falta de identificação com o espaço poderia ocasionar.

No entanto, há momentos em que o indivíduo não consegue se adaptar o suficiente para transpor os aspectos negativos da falta de identificação com o lugar, cau-

sando estresse físico e psicológico e, por vezes, alterações de conduta. O bem-estar do indivíduo está, portanto, diretamente ligado à construção de seus territórios, à personalização do lugar em que está inserido, à relação pessoa-ambiente (KUH-NEN *et al.*, 2010).

2.3 PRIVACIDADE

Nos estudos de psicologia ambiental, a privacidade é um conceito universal pautado em três aspectos que se correlacionam: a pessoa, suas interações e o espaço. Trata-se de um artifício de controle em que o indivíduo regula sua exposição e interação com o ambiente. Nessa lógica, “a territorialidade pode ser entendida como sendo o elemento-chave para regular as interações sociais e a apropriação do espaço. [...] como um mecanismo para atingir o grau de privacidade desejado” (KUH-NEN *et al.* 2010, p. 541).

A construção de territórios é também um processo regulatório pelo qual cada pessoa torna-se mais ou menos acessível e aberta a outros, de modo que o espaço pessoal e o comportamento territorial são mecanismos de fronteira interpessoal usados para se alcançar níveis desejados de privacidade. Ou seja, um processo de controle da fronteira interpessoal por meio do qual uma pessoa ou grupo regula sua interação com outras pessoas.

Para alcançar os níveis de privacidade desejados, o indivíduo lança mão de alguns mecanismos comportamentais que podem ser: verbais, através da comunicação verbal e suas características lingüísticas; não-verbais, usando da linguagem corporal; ambientais, com o uso de vestuário e adorno, a limitação do seu espaço pessoal e a construção de território; e, culturais, com seus costumes, normas e estilos de comportamento que regulam o contato entre pessoas e grupos (ALTMAN, 1975).

3. TERRITORIALIDADE DE CRIANÇA

Ao estabelecer diálogos entre estudiosos da infância e suas relações com o ambiente, Parente (2009) coloca em evidência algumas considerações a respeito da casa. De acordo com a autora, enquanto para Bachelard (1957), a casa é analisada como um espaço que, por excelência, cria as raízes do homem no mundo, para Winnicott(1966) a casa é o lugar onde o mundo do ser humano se inicia. Desta forma, a casa é um universo em miniatura, que se traduz nos braços da mãe suficientemente boa que sustenta o bebê, no brinquedo predileto que tem valor de objeto transicional, na segurança da rotina que traz a confiança no mundo, ou em tantos outros detalhes necessários para que a constituição psique-corpo² se desenrole. De acordo com Parente (2009), ambos os autores pensam a casa como um espaço primordial para que a conquista de aspectos fundamentais da existência humana possa ocorrer.

2 Relação síncrona entre corpo e mente, com base nos estudos de Jung (1971).

Com efeito, a casa é, à primeira vista, um objeto rigidamente geométrico, o que implica na sua análise racional. Sua realidade inicial é visível e tangível. É feita de sólidos bem talhados, de vigas bem encaixadas. A linha reta predomina. O fio de prumo deixou-lhe a marca de sua sabedoria, de seu equilíbrio. “Tal objeto geométrico deveria resistir a metáforas que acolhem o corpo humano, a alma humana. Mas a transposição para o humano ocorre de imediato, assim que encaramos a casa como um espaço de conforto e intimidade, como um espaço que deve condensar e defender a intimidade. Abre-se então, fora de toda racionalidade, o campo do onirismo” (BACHELARD, 1957, p. 64).

Segundo Vasconcellos (2006), as crianças criam sua própria territorialidade na medida em que se apropriam dos espaços que foram para elas planejados ou não. Os espaços de apartamento, casa, rua, quintal, escola ou quaisquer outros em que a criança utilize consistem em lugares transformados em territórios.

Há uma diferença entre o território das crianças e o território para as crianças, pois as crianças criam sua própria territorialidade na medida em que se apropriam dos espaços que foram para elas planejados ou não (VASCONCELLOS, 2006). O quartinho projetado pelos pais, por profissional da arquitetura ou *design* de interiores, para ser o lugar da brincadeira das crianças pode, ou não, efetivamente cumprir com o seu objetivo final. A criança pode se apropriar do espaço e fazê-lo, portanto, seu território, ou pode simplesmente deixá-lo de lado e apropriar-se da sala de estar da casa, marcando-a com seus brinquedos a sua ocupação, por exemplo.

4. A CRIANÇA E A CASA EM PANDEMIA

O experimento aqui exposto suscita um questionamento inicial “qual seria o significado da casa para as crianças?” De maneira imediata, pode-se relacionar a casa como um local de proteção, privacidade e restauração do estresse, o espaço como um refúgio em meio ao caos social e sanitário no qual a sociedade está passando. Porém, a pandemia trouxe um impacto na vida de todos, e as crianças, seres humanos em período de formação física e mental, sentem de maneira acentuada as mudanças no seu território. Os ambientes que possuíam funções determinadas em cada momento do seu dia são agora os espaços em que se realizam múltiplas tarefas, por maiores períodos de permanência, o que pode afetar as percepções para com esses locais.

De acordo com Campos (fala verbal, in DELABRIDA, 2021), alguns impactos negativos podem surgir em consequência da mudança repentina das rotinas das crianças, tais como indicativos de ansiedade, impaciência, intolerância, desgaste emocional. O sofrimento pode ser causado em virtude das transformações dos espaços freqüentados, como supracitado, pela permanência em longos períodos nestes locais, ou por espaços desconfortáveis e inadequados. Além disso, as crianças também são afetadas pelas alterações de humor de todos dentro de uma residência. A psicóloga também pontua a necessidade de pesquisas para análises de índices de impactos pós-traumáticos que determinadas situações podem causar.

Alguns dos referidos problemas são citados por Delabrida (2021), quais sejam: o excesso de tempo que as crianças passam conectadas a ambientes virtuais – seja assistindo televisão, utilizando *tablets*, celulares, ou computadores com atividades relacionadas ao entretenimento; assim como em função das obrigações escolares vinculadas ao ensino à distância (EAD).

Outra questão é a da produtividade que por vezes continua sendo exigida às crianças, que devido às alterações nas rotinas podem apresentar ‘dificuldade de foco’, causando impasses para concretização dos afazeres. Segundo Barros (fala verbal, in DELABRIDA, 2021) é necessária uma maior compreensão acerca desse aspecto, pois o excesso de atividades irá sobrecarregar a todos da família, incluindo os adultos responsáveis, em especial as mães. Barros (2021) acrescenta que o tédio e o ócio também são importantes no processo de desenvolvimento das crianças e é fundamental atualizar as rotinas de maneira compatível.

Em sua palestra, Barros (2021) trata do tema “promovendo o bem-estar das crianças no ambiente domiciliar”. A psicóloga ressalta que “estar confinado” permitiria outras possibilidades de aproximação, portanto, seria este um momento de maior apoio familiar, de fortalecimento de vínculos, uma oportunidade de conversas sinceras para tentar explicar a situação e promover o desenvolvimento da resiliência nas crianças, uma busca de compreensão e equilíbrio entre os familiares. Pode-se aqui relacionar essa resiliência ao esforço de enfrentamento do indivíduo em meio ambientes estressores, abordado por Kuhnen (2010).

Para promover a saúde emocional das crianças e da família uma das alternativas é a de tornar as crianças pertencentes a estes ambientes – nas palavras de Elali (2009), apropriar-se do espaço – buscando propiciar atividades simples e incluí-las, tais como na participação da organização da casa ou no processo de produção da alimentação, desenvolvendo atualizações nas rotinas, porém sem uma extrema rigidez, as quais se adequam às identidades dos familiares, às classes sociais; enfim, às situações diversas de cada núcleo familiar.

Ao pensar a casa enquanto espaço de criação e imaginação infantil, coloca-se este objeto como território das crianças, ainda que não tenha sido planejada para tal finalidade, a casa torna-se campo de manifestação da territorialidade da criança e espaço a ser por ela explorado. Quando possível, um rearranjo espacial pode ser realizado para proporcionar melhores condições. Ao considerar que a casa é um espaço ergonomicamente e esteticamente pensado para adultos, reavaliar os ambientes às necessidades das crianças é substancial; permitir que a criança, como indivíduo, possa personalizar o lugar conforme sua identidade é uma forma de aumentar o seu bem-estar e diminuir os elementos estressores relacionados à falta de identificação com o lugar (ARDREY, 1966).

Os espaços devem permitir o desenvolvimento da autonomia da criança ampliando suas capacidades e estimulando, através das experiências de apropriação do espaço, a memória, o raciocínio, o equilíbrio e a coordenação. Estas podem ser auxiliadas por meio de objetos, equipamentos, brinquedos e através da experimentação, criação e movimentação do corpo no espaço.

4.1 TERRITORIALIDADE INFANTIL / MAPAS AFETIVOS

O exercício com mapas afetivos desenvolvidos por crianças de idade entre quatro e nove anos nos apresenta os reflexos da pandemia na relação estabelecida entre a casa e as crianças. Entende-se por mapas afetivos “imagens ou representações assentadas em sinais emotivos ou expressivos, elaborados a partir de recursos imagéticos [...]”. Eles são indicadores das estratégias de ação e avaliação dos níveis de apropriação (pertencer ou não pertencer a um lugar), apego (vinculação incondicional a um lugar) e de identidade social urbana (conjunto de valores, representações, atitudes que tomam parte da identidade do indivíduo no lugar). Como sínteses dos afetos, eles também apontam o nível de implicação do indivíduo no lugar [...]” (BOMFIM, 2003, *apud* BOMFIM, 2008, p. 64).

Foi sugerido que um grupo de cinco crianças entre quatro e cinco anos de idade, em ambiente escolar, representasse através de desenhos suas casas a partir da indicação dos respectivos ambientes: sala, quarto, cozinha e banheiro, bem como as atividades desenvolvidas nesses locais, na tentativa de mapear o território e a territorialidade a partir da análise das representações espaciais desenhadas. Ademais, fez-se a mesma solicitação para mais três crianças, entre sete e nove anos de idade. Vale ressaltar que essa foi uma limitação da pesquisa, devido às restrições da pandemia, apenas houve acesso às crianças sob responsabilidade dos colegas do curso de Pós-Graduação.

As figuras trazidas pelas crianças revelam em si alguns aspectos relacionados à territorialidade em comum, e, mais estreitamente, à chamada territorialidade de criança, que por muitas vezes se revela em um território fora dos direcionados às crianças. Percebe-se nos desenhos produzidos que em alguns ambientes há a representação de pessoas, o que poderia indicar uma noção de pertencimento ao lugar, o “eu existo”. Na figura 2, observa-se a criança como sujeito atuante no espaço em comum, o qual ocupa lugares da casa exercendo suas funções no banheiro ou à mesa.

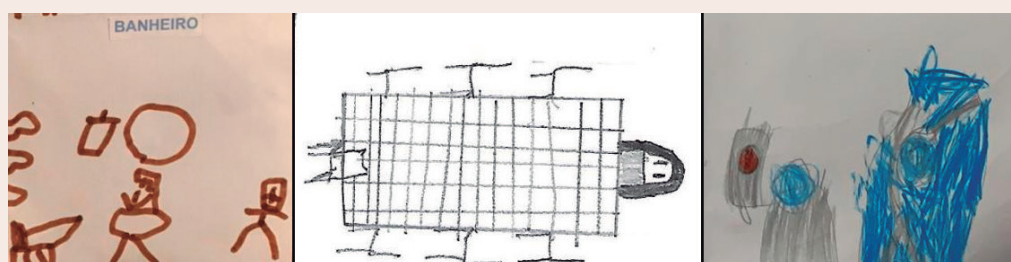


Figura 2. “Eu existo”: pessoas representadas. Recortes dos mapas afetivos das crianças (2021).

Noções de delimitação de território, ou privacidade, podem ser intuídas pelas portas representadas nos desenhos. Assim como o controle espacial, que pode ser observado pela representação precisa de alguns elementos, a exemplo de janelas e armários altos inacessíveis às crianças, conforme é apresetado na figura 3. Nos desenhos, a criança percebe os limites do espaço que se encerra imaginando barreiras que podem ser ou não ultrapassadas dada a condição infante.

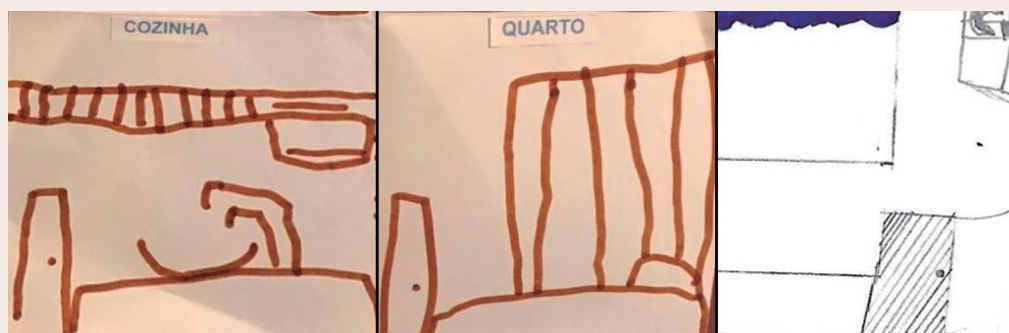


Figura 3. Privacidade: portas representadas. Recortes dos mapas afetivos das crianças (2021).

Ademais, vê-se que alguns espaços são desenhados com mais cores, muitas vezes com representações mais lúdicas, que remetem ao apego da criança ao lugar, às territorialidades definidas pelas crianças, seja na sala de estar ou em seu próprio quarto. Assim como esperado, o uso da tecnologia aparece em todos os desenhos (figura 4), através da televisão a criança parece tentar conectar-se com o mundo fora de casa, as interações sociais interrompidas pela pandemia acabam dando lugar às interações virtuais. É simbólico como a criança percebe o objeto de interação virtual em toda sua potencialidade, em cores e expressões que representam um possível apego pelas relações estabelecidas em tempos de pandemia através deles.

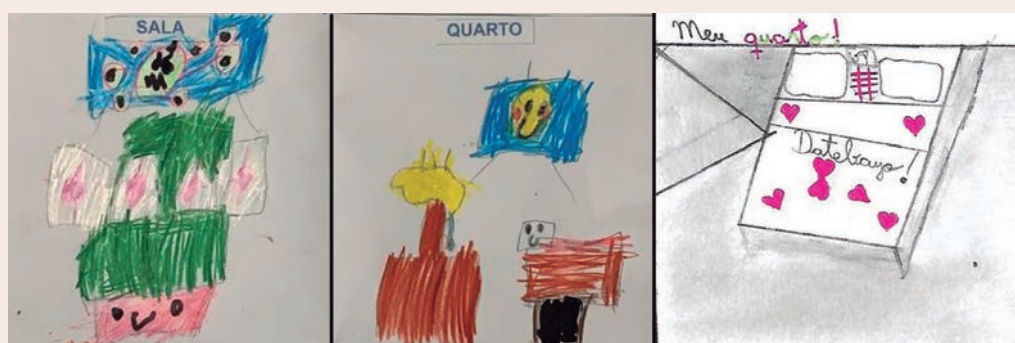


Figura 4. Tecnologias: televisão, jogo. Recortes dos mapas afetivos das crianças (2021).

Percebe-se por esse pequeno recorte apresentado, que os conceitos relacionados à territorialidade estão impregnados no dia-a-dia não só dos adultos, mas também das crianças, que por muitas vezes não são vistas como indivíduos merecedores e, assim como os adultos, com necessidade inata de pertencer ao lugar, de constituir territorialidades próprias. Os desenhos apresentados corroboram o que é suscitado por Lynch (1960, pp. 139-140) ao apontar que as imagens constituem “um corpo de crédito ou um conjunto de hábitos” concebido como “um organizador de fatos e possibilidades”; mais que isso, “a imagem ambiental pode ir mais longe e atuar como um organizador de atividades”.

5. CONCLUSÕES

O experimento pautado a partir de questionamentos sobre a relação da casa com a criança em tempos de pandemia apresentou conceitos necessários à reflexão. Ao explorar as noções de território e territorialidade, pertencimento, apropriação do espaço e privacidade, entende-se, sob a perspectiva da criança, que o espaço construído por adultos a ela também pertence e deste, o infante se apropria, fazendo-se personagem ativo na construção do cenário da vida real.

Tomada a casa como palco, percebe-se através da observação de desenhos feitos por crianças, alinhando-os com os conceitos explanados, que a situação pandêmica ressignificou a percepção do lar pelos pequenos. Observa-se este fato de relevância quando a criança passa a conceber a casa não mais como local de abrigo e acolhimento, mas como o local sob o qual se recolhe e realiza atividades possíveis ao confinamento, atividades estas destacadas através dos desenhos pelo uso de telas, como possíveis janelas que as conectam com o mundo externo.

Acreditando ser a casa como porto seguro e templo do acolhimento, colo materno e ponto de partida das relações da pessoa com o mundo, torna-se necessária a atenção nas trocas estabelecidas entre a casa com o início do viver e as influências do morar sobre a percepção e compreensão inicial que as crianças têm do universo em constante expansão da infância até a vida adulta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altman, I. (1975). *The environment and social behavior*. Monterey, California: Brooks / Cole.

Ardrey, R. (1966). *The Territorial Imperative: A Personal Inquiry into the Animal Origins of Property and Nations*. New York: Atheneum, 6th ed.

Bachelard, G. (1957). *A poética do espaço*. São Paulo: Martins Fontes.

Barros, W. (2021). Promovendo o bem-estar das crianças no ambiente domiciliar [S. l.]: Associação Brasileira de Psicologia Ambiental e Relações Pessoa-Ambiente (ABRAPA), 19 mai. 2021. 1 vídeo (1h:10min:15s). [Webinar]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=c_UWuS-yiIg. Acesso em: 20 mai. 2021. Mediação de Zenith Delabrida e participação de Camila Bolzan Campos.

Bonfim, Z. A. C. (2008). Afetividade e Ambiente Urbano: uma proposta metodológica pelos mapas afetivos. In: Pinheiro, J.Q.; Günther, H. (Org.). *Métodos de pesquisa nos estudos pessoa-ambiente*. Casa do Psicólogo. p. 253-280.

Campos, C. B. (2021). Promovendo o bem-estar das crianças no ambiente domiciliar [S. l.]: Associação Brasileira de Psicologia Ambiental e Relações Pessoa-Ambiente (ABRAPA), 19 mai. 2021. 1 vídeo (1h:10min:15s). [Webinar]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=c_UWuS-yiIg. Acesso em: 20 mai. 2021. Mediação de Zenith Delabrida e participação de Winnie Barros.

Delabrida, Z. (2021). A Psicologia Ambiental na Pandemia: e as crianças. [S. l.]: Associação Brasileira de Psicologia Ambiental e Relações Pessoa-Ambiente (ABRAPA), 19 mai. 2021. 1 vídeo (1h:10min:15s). [Webinar]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=c_UWuS-yiIg. Acesso em: 20 mai. 2021.

Elali, G. A. (2009). Relações entre comportamento humano e ambiência: uma reflexão com base na psicologia ambiental. In: Anais do Colóquio Internacional Ambiências compartilhadas: cultura, corpo e linguagem. Rio de Janeiro, 2009, p. 1-17. Disponível em: https://0501.nccdn.net/4_2/000/000/071/260/Artigo-GLEICE-ELALI-FULL.pdf. Acesso em: mai. 2021.

Higuchi, M.; Theodorovitz, I. (2018). Territorialidades. In: Cavalcante, S.; Elali, G.(org.). Psicologia ambiental: conceitos para a leitura da relação pessoa-ambiente. Vozes. p. 228-236.

JUNG, C. G. (1971). A natureza da Psique. In: Obras completas. Petrópolis: Vozes, 2000. v. 8/2.

Kuhnen, A. *et al.* (2010). A importância da organização dos ambientes para a saúde humana. IN: *Psicol. Soc.*, Florianópolis, v.22, n.3, p. 538-547. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-71822010000300014>. Acesso em: 11 mai. 2021.

Parente, A.A.F.(2009). A casa e o holding: conversas entre Bachelard e Winnicott. In: *Nat. hum.*, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 73-100, jun. 2009. Disponível em http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-24302009000100004&lng=pt&nrm=iso. Acesso em abr. 2021.

Martinez-Torvisco, J. (1998). Espacio personal y ecología del pequeno grupo. In: J. I Aragonés; M. Américo, M. (Orgs). *Psicología Ambiental*. Madrid: Ediciones Pirámide. p. 101-122.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. (2001). O Brasil. Território e Sociedade no início do século XXI. Rio de Janeiro, Record.

Vasconcellos, T. de. (2006). Criança do lugar e lugar de criança. In: 29^a Reunião Anual da Anped. Reuniões Científicas. GT07 - Educação de crianças de 0 a 6 anos. Disponível em: <http://29reuniao.anped.org.br/trabalhos/trabalho/GT07-2482-Int.pdf> Acesso: mai. 2020.

Winnicott, D.W. (1966). *Tudo começa em casa*. São Paulo: Ubu editora.

6



SESSÃO TEMÁTICA 6

EDIFICAÇÕES: ESTRATÉGIAS DE PROJETO E HIS



ARTIGO

USO DE ALGORITMOS EVOLUTIVOS PARA OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE ENVOLTÓRIAS DE EDIFICAÇÕES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

BENINCÁ, Letiane

(benincalf@gmail.com)

Faculdade Meridional (IMED), Brasil

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Espanha

GLITZENHIRN, Claudia

(claudiaglitzenhirn@gmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

PASSUELLO, Ana

(ana.passuello@ufrgs.br)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

BARROSO, José Maria González

(jose.m.gonzalez@upc.edu)

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Espanha

SANCHEZ, Eva Crespo

(eva.crespo@upc.edu)

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Espanha



PALAVRAS-CHAVE:

Algoritmo evolutivo, Otimização, Envoltória, Eficiência energética, Simulação energética

RESUMO

A envoltória das edificações tem grande influência em seu consumo energético. Analisar e projetar a envoltória externa de um edifício requer a tomada de decisão de muitas variáveis, sejam elas construtivas, de desenho ou referentes ao clima. Os algoritmos evolutivos como na biologia, fazem o cruzamento de vários parâmetros construtivos ou de design, na busca de maximizar ou minimizar um ou mais objetivos específicos, e assim encontrar a melhor solução para os objetivos especificados. Aliados a softwares de simulação energética, são capazes de realizar um grande número de simulações simultâneas, diminuindo o tempo de trabalho do tomador de decisão e reduzindo a necessidade de equipamentos caros e robustos. Com os algoritmos evolutivos é possível fazer a avaliação de muitas variáveis ao mesmo tempo, auxiliando a decisão final do projeto, o que poderia ser extremamente exaustivo se feito de forma prescritiva ou uma simulação por vez. Neste sentido, este artigo busca revisar e fazer uma análise crítica dos métodos utilizados para otimização da eficiência energética de edifícios, considerando parâmetros de sua envoltória que tenham sido avaliados com algoritmos genéticos. Esta revisão destaca os principais métodos, softwares e algoritmos utilizados para a simulação energética de edificações, levando em consideração as variáveis da envoltória que podem auxiliar na redução dos seus consumos energéticos e, conseqüentemente, diminuição dos impactos ambientais associados a edifícios.

1. INTRODUÇÃO

Com a crise de energia mundial, vivenciada nos anos 70, criou-se a necessidade de melhorar e adequar o padrão energético das edificações. Como resultado, novas leis e normativas sobre a temática foram criadas para minimizar os impactos energéticos das edificações. Desde então, os projetistas e construtores tiveram que se adaptar a essa nova realidade, buscando formas de edificar com maior eficiência energética (KHEIRI, 2018). A construção de um edifício requer estudo inicial e análise de múltiplas variáveis para que possa ser edificado com um desempenho energético adequado. São inúmeras as variáveis construtivas, climáticas e de design que influenciam no seu projeto.

Por isso, os métodos de otimização para o cruzamento dessas características vêm sendo aprimorados e largamente estudados nos últimos anos, como se pode exemplificar nos artigos de revisão sobre o tema de K. Parvin, et al. (2021), F. Kheiri (2018), X. Shi (2016), Y. Huang e J. Niu (2016), A. Nguyen, et al. (2014) e S. Attia, et al. (2013). Esta revisão sistemática da literatura (RSL) pretende avaliar as publicações que otimizam a envolvente de edificações com a finalidade de buscar a eficiência energética.

2. OBJETIVO

O principal objetivo deste estudo é identificar as produções que contribuam para a discussão da melhoria das envoltórias, utilizando algoritmos evolutivos (AE) como ferramenta de otimização das variáveis construtivas. Como objetivos secundários, elenca-se encontrar os principais softwares de simulação, otimização, as tipologias construtivas e quais as variáveis da envolvente são mais utilizadas na literatura.

O presente artigo de RSL tem como foco principal responder à seguinte pergunta: “Quais os algoritmos evolutivos mais utilizados na literatura para a otimização da eficiência energética, com foco na envoltória da edificação, e como são aplicados?”

3. MÉTODO

A fim de encontrar as premissas indicadas nos objetivos deste artigo, buscou-se por produções nas bases de dados, ScienceDirect e Scopus. Inicialmente foram delimitadas as palavras-chave, conforme a Tabela 1, posteriormente utilizadas para a formação da *string* de pesquisa.

Palavras-chave
Optimisation/Optimization/Optimize/Optimizing
Genetic Algorithm
Evolutionary Algorithm
Building Envelope
Building Energy Performance
Energy Efficiency

Tabela 1. Palavras-chave utilizadas para formação das strings de pesquisa.

A partir das palavras-chave, foi elaborada a *string* geral de busca das produções com abordagem da otimização, da envoltória da edificação, dos algoritmos evolutivos e, especificamente, dos algoritmos genéticos, e da eficiência energética. Para utilização na base de dados Scopus se utilizou a palavra-chave booleana na forma (“optim*”) para encontrar todas as possíveis terminações da palavra. Na base de dados ScienceDirect as palavras foram elencadas como mostra a Tabela 2.

String de busca	<p>(“optimization OR optimisation OR optimize OR optimizing”) AND (“genetic algorithm” OR “evolutionary algorithms”) AND (“building envelope”) AND (“building energy performance”) AND (“energy efficiency”)</p>
-----------------	--

Tabela 2. String de busca

Os critérios de inclusão utilizados para a avaliação dos trabalhos foram: publicados em *journals*, publicações em espanhol, inglês ou português e utilização de algum algoritmo. Como critério de exclusão a não utilização de AE. Como retorno das buscas realizadas nas bases de dados, a Tabela 3 apresenta os resultados finais de cada base.

ScienceDirect	Scopus	Total
195 (40%)	229 (60%)	424 (100%)

Tabela 3. Produções totais identificadas e filtradas na busca pelas bases de dados

No processo de seleção e identificação dos artigos, o *software* livre, desenvolvido pela Universidade Federal de São Carlos, StArt v. 2.3.4.2 foi utilizada como ferramenta de organização do conhecimento, fazendo o ajuste das publicações duplicadas. Foram identificados 487 trabalhos no total; destes, 63 eram duplicados, finalizando em 424 publicações para avaliação. Inicialmente, na fase de seleção, foi realizada a leitura dos *abstracts*, 155 artigos foram desqualificados a partir do critério de exclusão de utilização de algoritmo. Os 269 trabalhos restantes passaram para a fase de extração, com uma leitura quantitativa em busca das palavras-chave, resultando em um total de 104 trabalhos para análise, sendo 3 publicações de revisão bibliográfica sobre o tema.

Da amostra total, foi possível evidenciar que a *string* designada foi bastante genérica, visto que, nos resultados de busca, foram encontrados diferentes tipos de

investigação com o uso de algoritmos, sendo que os que não eram AE foram descartados, como por exemplo os métodos de controle *Artificial neural networks* e os algoritmos baseados em população do tipo *Swarm intelligence*.

Com as 101 pesquisas selecionadas e analisadas, foi elaborada uma matriz para a análise quantitativa das produções desenvolvidas. Na análise de dados da matriz, se considerou o ano de publicação, o *journal*, o autor principal, a tipologia construtiva analisada, o local de inserção do estudo(s) de caso(s), o(s) *software(s)* de simulação e de otimização, o(s) objetivo(s) da otimização, o tamanho da população e o número de gerações da otimização, assim como, as variáveis da envoltória otimizadas.

4. ANÁLISE DA AMOSTRA FINAL DE PRODUÇÕES

Como resultado das análises das publicações bibliográficas, os 3 artigos de revisão bibliográfica sobre o tema citam, evidenciam e apresentam a evolução da otimização energética em edificações. Attia et al. (2013), são os primeiros autores a avaliar o assunto, fazendo a revisão de 165 publicações sobre a otimização de edificações buscando o consumo nulo. No mesmo artigo, realizaram 28 entrevistas com especialistas (acadêmicos e do mercado) em otimização, com a intenção de verificar as ferramentas, as principais lacunas e as potencialidades.

Evidenciam que, na maioria dos casos, os modelos estudados são geometricamente simplificados, para otimizar o *software* de análise e diminuir o tempo de máquina requerido, assim como o tempo de simulação, que é reduzido a períodos específicos. Apresenta que nos últimos 10 anos houve um aumento na utilização de AE, do tipo algoritmos genéticos (AG) na otimização de edifícios, sendo o *Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II* (NSGA-II) o mais replicado nos estudos analisados, assim como o *software* MATLAB o mais utilizado nas pesquisas, em paralelo com o *software* de simulação EnergyPlus (ATTIA et al., 2013).

Huang e Niu (2016), fazem uma revisão histórica, da atualidade e dos potenciais da otimização do desempenho, com foco nas envoltórias. No artigo, discorrem sobre a evolução e a utilização da otimização computacional na simulação dos vários parâmetros que influenciam no desempenho da envoltória. Citam que os primeiros preceitos de otimização da envoltória, foram lançados em 1992, com o artigo publicado por Sullivan et al, aplicando uma análise de regressão como algoritmo de otimização.

Sobre a utilização de AE, os autores explicam que é uma pesquisa estocástica, inspirada na evolução biológica, na qual a função principal é selecionar os indivíduos de alto desempenho e fazer a reprodução destes com base nos parâmetros pré-definidos. O processo usual de um AE é a seleção, o cruzamento e a mutação. Inicialmente, é gerada uma população aleatória, depois são selecionados os melhores indivíduos, que serão escolhidos como os pais e, a partir deste ponto, serão realizados os cruzamentos e mutações necessárias para chegar ao objetivo determinado.

Como primeira publicação, utilizando AE, os autores citam a pesquisa de Coley e Schukat, de 2002, na qual são analisadas 5 variáveis para minimizar o consumo anual de energia de um modelo térmico simplificado (HUANG; NIU, 2016).

Como conclusão da revisão, evidenciam a lacuna de estudo, até então, relacionada à falta de estudos com foco no conforto térmico e o padrão de uso dos usuários. Da mesma forma, demonstram a predominância em estudos com somente um objetivo e normalmente sobre o consumo de energia. A maioria dos artigos analisa problemas mais complexos, relacionados à envoltória das edificações, no qual os profissionais tendem a utilizar AE. Por último, corroboram que o *software* de otimização MATLAB é mais utilizado nas pesquisas (HUANG; NIU, 2016).

K. Parvin et al. (2021), apresentam uma série de publicações relacionadas a controladores inteligentes e algoritmos de otimização para a gestão de energia na construção para alcançar os objetivos do desenvolvimento sustentável e trazem uma análise sobre a operação, o controle e a otimização do sistema de gestão de energia nas edificações. Neste sentido, evidencia os grupos de métodos de controle do sistema de gestão de energia de edificações como métodos inteligentes: métodos de aprendizagem (*learning methods*), que seriam *Fuzzy system*, *Neural network* e *Hybrid methods*.

Para as técnicas de otimização, os autores dividem os métodos em matemática exata (modelos lineares e não lineares) e os métodos aproximados, onde se enquadram os AG. Estes estão divididos em heurísticos, metaheurísticos e inteligência artificial. Dentro do método metaheurístico estão os algoritmos baseados em população, que se dividem em AE (AG e evolução diferencial) e *Swarm intelligence* (*particle swarm*, *ant colony*, *artificial bee colony* e *harmony search* (PARVIN et al., 2021).

Existem outras revisões sobre otimização, que não foram delimitadas pela *string* desta RSL, como a de Nguyen, Reiter e Rigo (2014), que fazem uma revisão sobre os métodos de otimização aplicados à análise de desempenho de edificações, apresentam dados que corroboram com as demais investigações, demonstrando que os *softwares* de simulação e otimização mais utilizados são o EnergyPlus e MATLAB. Assim como, a maioria das publicações analisadas utilizam o AE como método de avaliação do desempenho da edificação.

Os autores apresentam uma série de razões para corroborar com o uso dos algoritmos genéticos em otimização de eficiência energética. A capacidade de suportar variáveis contínuas, discretas ou ambas; avaliação simultânea de um número de indivíduos em uma população, permitindo simulações paralelas, sendo ideal para resolver problemas multi-objetivo; e robusto no tratamento de descontinuidade (NGUYEN; REITER; RIGO, 2014).

Kheiri (2018) foca sua revisão em publicações que analisam a geometria e envoltória da edificação. Como as publicações já citadas, o autor evidencia o uso das ferramentas de simulação EnergyPlus e MATLAB, como de otimização, sendo as mais utilizadas na busca de soluções de eficiência energética para os tópicos analisados. Como conclusão, o autor indica que existem vários métodos e ferramentas

e que a decisão de qual utilizar vai depender da natureza do problema a resolver e das características do método de otimização.

Para a otimização da forma e/ou da envoltória, o autor cita os principais critérios que devem ser considerados na seleção do método: Robustez, os algoritmos devem funcionar para faixas de valores aceitáveis; Eficiência, métodos de otimização que tenham tempo computacional razoável; Precisão, ter a capacidade de otimizar dentro da faixa de precisão, sem arredondamentos excessivos; Variáveis, o número de variáveis analisada vai impactar diretamente na seleção da técnica de otimização; Multi-objetivo ou com somente um objetivo, neste caso, existe a restrição de ferramentas que são utilizadas para cada caso; Otimização local ou global, depende da escolha do algoritmo; Variáveis discretas (ex. sombras) e contínuas (ex. área), devem ser levadas em consideração, porque algumas ferramentas não comportam determinadas características e a Etapa do edifício, observar o momento da edificação, assim podendo ter mais detalhamento das propriedades utilizadas ou que serão utilizadas (KHEIRI, 2018).

Shi et al. (2016), analisam a otimização da eficiência energética a partir da perspectiva dos arquitetos em 116 artigos publicados até o ano de publicação e, também, demonstram que as ferramentas mais utilizadas são o EnergyPlus e MATLAB, assim como a predominância do uso de AG nas otimizações. Evidenciam que a maioria (66,4%) dos estudos são aplicados em modelos simplificados ou hipotéticos e os que são aplicados a estudos de caso reais, na maioria são voltados a ações de *retrofit*.

Os autores concluem que, da visão dos arquitetos, ainda existe espaço para a melhoria dos métodos, assim como o desenvolvimento de softwares mais amigáveis, que se encaixem no fluxo de trabalho dos projetos (fases iniciais e pós-obra), especificando quais os melhores algoritmos para o estudo da eficiência energética e o melhoramento das técnicas de pós-processamento (SHI et al., 2016).

Como foco desta RSL, foram elencadas as publicações que investigam a melhoria da envoltória da edificação de forma objetiva, relacionado ou não com outros sistemas da edificação. Neste sentido, fica explícita a evolução do tema, durante os anos, visto que a partir do ano 2018 existe um maior número de artigos publicados, sendo 16 em 2018; 19 em 2019, 22 em 2020 e 13 até meados de 2021.

As revistas que publicaram os estudos relacionados nesta RSL foram *Energy and Buildings* (18,3%), *Applied Energy* (13,5%) e *Energy* (10,6%). Os demais trabalhos analisados foram publicados nas seguintes revistas: *Journal of Building Engineering* (7,7%), *Energies* (6,7%), *Sustainable Cities and Society* (5,7%), *Automation in Construction* (4,8%), *Building and Environment* (4,8%), *Journal of Cleaner Production* (4,8%), *Solar Energy* (2,8%), *Sustainability* (2,8%), *Building Simulation* (1,9%), *Energy for Sustainable Development* (1,9%), *Renewable Energy* (1,9%); as demais tinham apenas uma publicação.

Os principais autores do assunto são F. Ascione, com 34 publicações encontradas antes do refinamento do estudo e com 12 trabalhos selecionados para esta revisão; na sequência estão os autores I. García Kerdan, com 4 trabalhos selecionados, R.

Ruiz, M. com a autoria de 3 artigos e C. Baglivo, F. Harkouss, F. Shadram, Hamdy, R. Wang, C. F. Bandera, S. Yigit, X. Chen e Y. Lin com 2 publicações cada.

Pode-se verificar que a maioria das investigações estão focadas no setor residencial (59%), sendo que 37% avaliam edifícios multifamiliares e 22% residências unifamiliares. Dos restantes, 25% têm foco em edificações comerciais, 10% universitários e 6% em escolares. Dos estudos de caso, verificou-se que modelos hipotéticos e/ou simplificados para uma melhor análise dos resultados são utilizados com maior frequência (43%); na sequência, edifícios reais (28%) foram utilizados como modelo e, por fim, em 27% dos casos, os estudos de caso se deram com ações de retrofit. As localizações mais frequentes analisadas foram na China (22%), Itália (22%), França (7%), Espanha (7%), nos EUA (6%), no Irã (5%), na Turquia (5%) e no Reino Unido (5%).

Dos trabalhos analisados, entende-se que o *EnergyPlus* é um *software* de simulação amplamente utilizado, presente em 66% dos trabalhos; *DesignBuilder* (11%) e TRNSYS (8%) aparecem na sequência, como demonstrado na Figura 1.

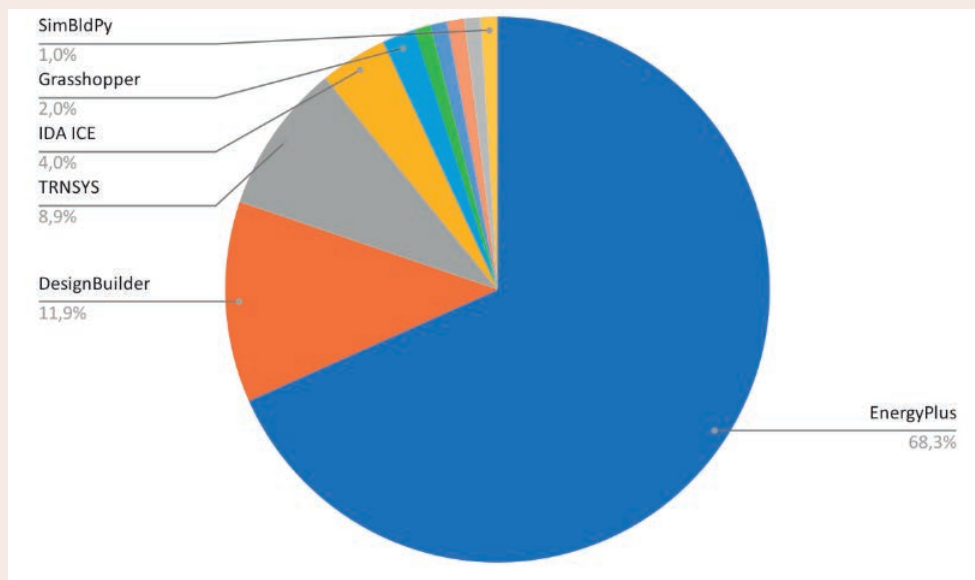


Figura 1. Representatividade dos *softwares* de simulação utilizados nas publicações avaliadas.

Em relação aos *softwares* em que a otimização foi realizada, o MATLAB foi o mais recorrente, seguido do Python e Octopus. Em muitos casos, Python, JEplus e JEplus + EA foram utilizados simultaneamente, como mostra a Figura 2.

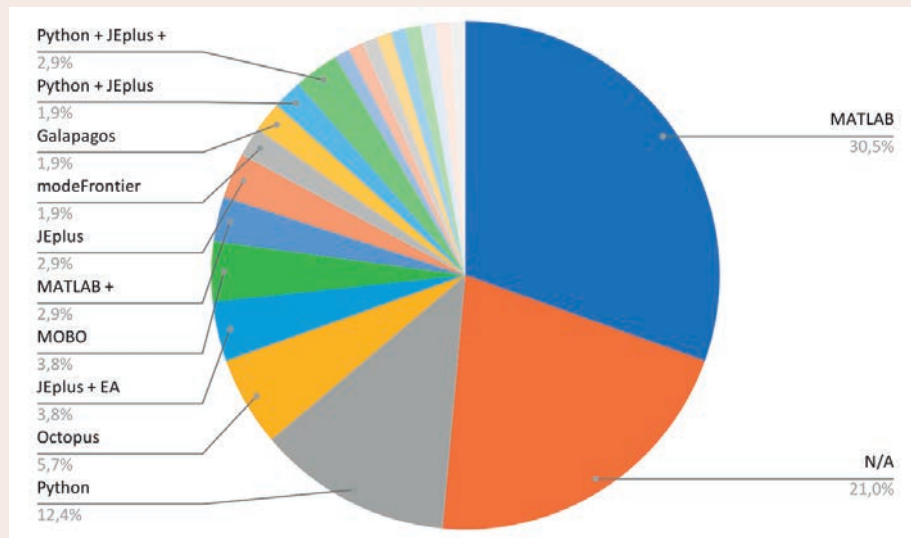


Figura 2. Representatividade dos softwares de otimização utilizados nos trabalhos analisados.

Da amostra analisada, foram evidenciadas as principais variáveis de desenho e desempenho da edificação. Na maioria dos casos, eram analisados a envoltória e algum sistema como: ar condicionado, aquecimento de água, sistemas de energia renováveis (fotovoltaicos e eólico), materiais de troca de fase e propriedades específicas dos sistemas construtivos. A Figura 3 apresenta as variáveis analisadas com foco na envoltória da edificação.

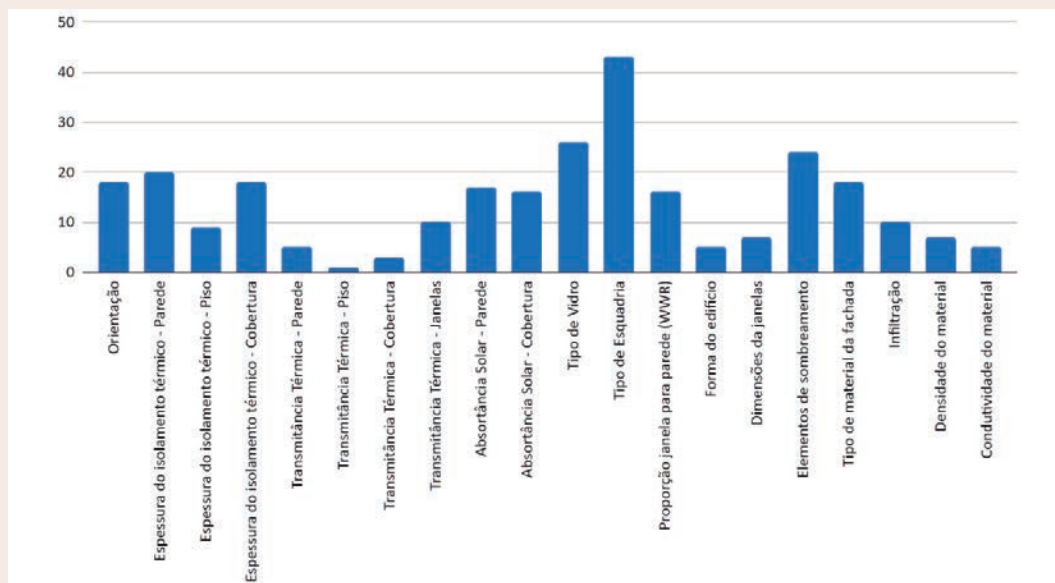


Figura 3. Variáveis analisadas com foco na envoltória da edificação.

O algoritmo genético NSGA-II é utilizado como método de otimização em 55,3% dos estudos analisados. Soma-se a esta porcentagem estudos com a utilização de variantes do NSGA-II, como o aNSGA-II, e estudos em que o NSGA-II foi utilizado simultaneamente com outros AG, resultando em 65%. Segundo Attia (2013), o NSGA-II encontra relações de compensação entre o consumo energético, os custos

de investimento ou o conforto térmico das edificações. A Tabela 4 indica os demais algoritmos utilizados nos 101 trabalhos analisados e elenca os autores.

AE	AUTORES
NSGA-II	B. Chen, et al. (2021); Y.-H. Lin, et al. (2021); X.Cao, et al. (2021); Y. Schwartz, et al. (2021); R. Wang, et al.(2021; 2020); U. Acar, et al. (2021); S.Naji, et al. (2021); J. Zhao e Y. Du (2020); F. Rosso, et al. (2020); C. Carpino, et al. (2020); J.Forde, et al. (2020); X. Wang, et al. (2020); S. Chaturvedi, et al. (2020); S. Yigit (2020); R. Guo (2020); R. Aghamolaei e M. R. Ghanni (2020); E. Markarian e F. Fazelpour (2019); S. A. Sharif e A. Hammad (2019); X. Chen, et al. (2019; 2016); F. Ascione, et al. (2019a; 2019b; 2017a; 2016); I. García Kerdan et al. (2019; 2017a; 2016; 2015); E.Jalilzadehazhari, et al.(2019); S. Zuhaib, et al. (2019); P. Shen, et al. (2019); T.Hong, et al. (2019); F. Harkouss, et al. (2018; 2018a); K. Chen, et al. (2018); D. Yang, et al. (2018); Y. Lin e W. Yang (2018); K. Grygierek e J. Ferdyn-Grygierek (2018); C. F. Bandera, et al. (2018); Y. Cascone, et al. (2018); R. Lapisa, et al. (2018); S. Gou, et al. (2018); M.-D. Yang, et al.(2017); G. R. Ruiz e C. F. Bandera (2017); G. Pernigotto, et al. (2017); F. Gilles, et al. (2017); S. K. Pal, et al. (2017); T. Niemelä, et al. (2017); G. R. Ruiz, et al. (2017; 2016); M.H.Wu, et al. (2016); S. Chardon, et al. (2016); M. Wu, et al. (2016); T. Méndez Echenagucia, et al. (2015); M. Rahmani, et al. (2015) e P. Penna, et al. (2015)
Variante NSGA-II	F. Ascione, et al. (2015a; 2015b; 2017a; 2018)
aNSGA-II	A. Ciardiello, et al. (2020)
NSGA-II, MOGA e MOPSO	B. Chegari, et al. (2021) e B.Si, et al. (2019)
NSGA-II, MOPSO, MOEA/D, and NSGA-III	H. Son e C. Kim (2018)
NSGA-II, MOPSO, MOGA e MODE	K. Li, et al. (2017)
SPEA-2 e HypE	D. Zhuang, et al. (2021) e F. Shadram, et al. (2020)
SPEA-2	L. Zhu, et al. (2020); F. Shadram e J. Mukkavaara (2019); Z. Li, et al. (2020) e K. Javanroodi, et al. (2019);
PR_GA	M. Hamdy, et al. (2011)
PR_GA_RF	M. Hamdy e G. M. Mauro (2017)
CMA-ES e HDE	E. Vettorazzi, et al. (2021)
hybrid evolutionary algorithm	A. Figueiredo, et al. (2020)
MOGA	F. Salata, et al.(2020) e F. Ascione, et al. (2019c; 2019d)
MOGA - II	C. Baglivo, et al. (2014) e C. Baglivo e Congedo (2015)
GA (Não especificado)	Y. Ke, et al. (2021); R. Foroughi et al. (2021); A. Albatayneh (2021); Foroughi, et al. (2021); S. Lu, et al. (2020); Y.Fang e S. Cho (2019); K. Jeong, et al. (2019); A. Keshtkarbanaeemoghadam, et al. (2018); Y. Li e Y. Rezgui (2017); F. Bre, et al. (2016) e J. Mao et al.(2016)
GA default MATLAB	P. Saikia, et al. (2020); S. N. Al-Saadi, et al. (2020); S. Chang, et al. (2020); A. Mohammadzadeh e M. Kavacic (2020); P. Jie et al. (2018); F. Ascione, et al. (2017b; 2017c; 2017d); S. Yigit e B. Ozorhon (2018); K. Y. Lin, et al. (2018) e J. Ferdyn-Grygierek e K. Grygierek (2017).

Tabela 4. Autores e respectivos algoritmos genéticos utilizados nos estudos

Da implementação do AE, detectou-se uma grande variedade no número de indivíduos (população) e no número de gerações. Verificou-se, aqui, a inexistência de um padrão em relação à implementação do algoritmo, visto que 23% dos artigos selecionados não especificaram ou mencionaram o tamanho da população e 30% dos artigos não especificaram ou mencionaram o número de gerações utilizados.

Dos trabalhos analisados e dos AE utilizados, evidenciou-se a relevante presença de otimização multi-objetivo (sendo a principal *keyword* encontrada na amostra de artigos). Os principais objetivos para otimização encontrados nos trabalhos foram a minimização da demanda energética, presente em 61% dos trabalhos, e maximização do conforto térmico (32%).

Ainda, objetivos como a maximização do desempenho energético, minimização das emissões de dióxido de carbono (CO₂), maximização da luz solar e maximização do conforto para ocupantes foram recorrentes. Análises financeiras, como *Life Cycle Cost* (LCC), foram encontradas em 40% dos trabalhos. A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) se fez presente em 8% dos estudos.

A análise de aspectos ambientais, com vistas à sustentabilidade, foi encontrada em 7% dos trabalhos. A exergia foi analisada em 3% dos trabalhos. Outros aspectos analisados, porém, com baixa recorrência, foram o conforto visual, a minimização do ganho de calor interno, a ventilação e a renovação energética da edificação.

5. CONCLUSÕES

Esta RSL analisou 104 artigos a fim de encontrar os aspectos mais frequentes na literatura para a otimização da eficiência energética com foco na envoltória da edificação. Evidenciou-se e corroborou com os prévios artigos de revisão sobre o tema que o algoritmo genético NSGA-II é o método mais utilizado. A simulação energética se dá, na maioria dos casos, com o *software* EnergyPlus. A otimização, por sua vez, ocorre, com maior frequência, por meio de *softwares* como MATLAB, JEplus e a linguagem de programação Python.

Em relação aos estudos de caso, a utilização de modelos hipotéticos e/ou simplificados, os estudos em edificações reais ou casos de *retrofit* foram encontrados em números similares; os modelos hipotéticos ou simplificados, porém, são mais recorrentes. Das análises, aspectos financeiros, como LCC, e ambientais.

Por fim, verificou-se que os objetivos de otimização mais frequentes são a minimização da demanda energética e a maximização do conforto térmico, uma das lacunas citadas que veio a ser mais pesquisada nos últimos anos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Attia, S. et al. (2013). Assessing gaps and needs for integrating building performance optimization tools in net zero energy buildings design. **Energy & Buildings**, v. 60, p. 110–124. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.01.016>>.

Huang, Y.; Niu, J. L. (2016). Optimal building envelope design based on simulated performance: History, current status and new potentials. **Energy and Buildings**, v. 117, p. 387–398. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.09.025>>.

Kheiri, F. (2018). A review on optimization methods applied in energy-efficient building geometry and envelope design. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 92, n. May 2017, p. 897–920. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.080>>.

Nguyen, A. T.; Reiter, S.; Rigo, P. (2014). A review on simulation-based optimization methods applied to building performance analysis. **Applied Energy**, v. 113, p. 1043–1058. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.08.061>>.

Parvin, K. et al. (2021). Intelligent Controllers and Optimization Algorithms for Building Energy Management towards Achieving Sustainable Development: Challenges and Prospects. **IEEE Access**, v. 9, p. 41577–41602.

Shi, X. et al. (2016). A review on building energy efficient design optimization from the perspective of architects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 65, p. 872–884. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.050>>.

ARTIGO

DESEMPENHO ENERGÉTICO DE UM EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS A PARTIR DE DIFERENTES SOLUÇÕES DE FACHADAS ENVIDRAÇADAS

SCHMALFUSS, Ludimila Mallmann

(ludimila.engcivil@hotmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

RUIVO, Roseana Bonotto

(roseanabonotto@hotmail.com)

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil

PASSUELLO, Ana

(ana.passuello@ufrgs.br)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

CORREA, Celina Maria Britto

(celinab.sul@terra.com.br)

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil

CUNHA, Eduardo Grala da

(eduardogralacunha@yahoo.com.br)

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Desempenho energético, fachadas envidraçadas, eficiência energética, simulação computacional, energia operacional.

RESUMO

A utilização de fachadas envidraçadas em edifícios de escritórios é prática consolidada no Brasil, impactando diretamente no consumo energético da edificação. Uma importante alternativa na busca por edificações mais sustentáveis e eficientes energeticamente é a escolha adequada do tipo de fachada, a fim de equilibrar o consumo de energia para climatização e iluminação artificial. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é analisar, através de simulação computacional no software *EnergyPlus*, o desempenho energético de diferentes tipologias de fachadas envidraçadas em um edifício de escritórios situado no grupo climático 5 (GCL-05), de acordo com Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C). O edifício, chamado de Caso Referência, com fachada semi-cortina (peitoril em alvenaria + revestimento de vidro absorvente cinza), foi comparado a mesma tipologia com vidro do tipo *low-e* (CA) e a uma fachada cortina tradicional (CB). Os resultados demonstraram que alterar o tipo de vidro de uma fachada semi-cortina, CA, proporcionou uma redução no consumo para climatização de 20,63% quando comparado ao Caso Referência, sendo capaz de melhorar o desempenho energético final do edifício em 3,18%, considerando climatização e iluminação de forma integrada. Já o CB, com fachada cortina tradicional, aumentou significativamente o consumo para ar-condicionado, 27,10% quando comparado ao Caso Referência, todavia, ofereceu uma economia de 7,59% quando combinado climatização e iluminação artificial, uma vez que a maior área envidraçada favoreceu o acesso a luz natural. Portanto, quando observado do ponto de vista da eficiência energética, a fachada cortina apresentou desempenho energético superior, demonstrando ser a solução construtiva mais eficiente energeticamente, dentre os casos analisados. Assim, este trabalho busca contribuir para a escolha de estratégias arquitetônicas que buscam a racionalização de energia operacional, visando a sustentabilidade do ambiente construído.

1. INTRODUÇÃO

Os edifícios, juntamente com o setor da construção civil são responsáveis por 36% do consumo final global de energia e por quase 40% do total das emissões diretas e indiretas de dióxido de carbono (CO₂) (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2019).

Além disso, o aumento da população mundial representa uma maior demanda de edificações e, conseqüentemente, do consumo energético, deixando nítida a necessidade de alternativas que visem minimizar o consumo energético das edificações. Pereira *et al.* (2017) ainda estimam um aumento na demanda de eletricidade na ordem de 200% no Brasil até o ano 2050. Portanto, os edifícios apresentam potencial de redução do consumo de energia por meio da eficiência energética, aliada à escolha de materiais de reduzido impacto ambiental.

No contexto climático brasileiro, devido às diversas zonas climáticas, cada região exige soluções construtivas específicas. O desconhecimento sobre essas especificidades vem sendo responsável pela construção de edifícios com baixo desempenho térmico e, por consequência, elevado consumo de energia, pois a adoção de soluções idênticas ou semelhantes para todo o país provoca consumo desnecessário de energia elétrica (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Para Meusel (2016), uma das maneiras de se alcançar edifícios mais eficientes ocorre pela inserção de conceitos de eficiência energética durante as etapas iniciais do processo de projeto. Essas, estão diretamente relacionadas ao consumo energético das edificações, pois, segundo Marcondes (2010), 22% do consumo total de uma edificação está associado à definição do envelope.

Tais dados, confirmam-se com o estudo de Huang e Niu (2015), que cerca de 80% dos estudos apresentados na literatura assinalam que a otimização do envelope construtivo está relacionada à redução do consumo energético da edificação.

Dessa forma, edificações com fachadas de grandes áreas envidraçadas tem se consolidado como um estilo da arquitetura contemporânea de escritórios brasileiros. Estes elementos podem contribuir para o aumento significativo da carga térmica interna da edificação, contribuindo para o desconforto, elevando assim o consumo com climatização artificial e conseqüentemente aumentando o seu consumo energético na fase operacional. Nesse sentido, estudos como os de Andreis; Besen; Westphal (2014), Oliveira e Marques (2017), Brugnera *et al.* (2019), demonstraram a importância da escolha adequada do tipo de vidro, assim como, da tipologia da fachada como uma forma de fomentar o desempenho energético dos edifícios.

Nesse contexto, a análise do consumo de energia de uma edificação deve ser considerada tão importante quanto qualquer outro processo, no projeto ou na construção. Alternativas para redução do consumo são fundamentais para se atingir o equilíbrio energético em edifícios, cabendo aos arquitetos e demais projetistas a concepção de projetos mais eficientes, que busquem o conforto do usuário e o uso racional de energia.

Assim, com este estudo pretende-se auxiliar os projetistas na tomada de decisão do processo de projeto, no que diz respeito a escolha do tipo de fachada para edificações comerciais mais eficientes energeticamente, que traga menos impactos ambientais negativos, levando em consideração sua fase operacional.

2. OBJETIVO

O principal objetivo deste trabalho é analisar, através de simulação computacional, o desempenho energético de diferentes tipologias de fachadas envidraçadas em um edifício de escritórios situado no grupo climático 5 (GCL-05), de acordo com a INI-C (BRASIL, 2021), levando em consideração sua fase operacional.

3. MÉTODO

O estudo adotou como método de análise a simulação computacional dinâmica. Os softwares utilizados foram o *SketchUp Make 17*, com plugin *Euclid* versão 0.9.3 para modelagem e simulação, no software *EnergyPlus 8.7.0* (USDOE,2019).

O trabalho foi desenvolvido em um processo de quatro etapas principais: i) definição do objeto de estudo (Caso Referência); ii) modelagem, configurações e simulação computacional do Caso Referência, com fachada semi-cortina (peitoril em alvenaria + revestimento de vidro absorvente cinza), e Casos com fachadas de mesma tipologia com vidro do tipo *low-e* (CA) e a uma fachada cortina tradicional (CB); iii) análise de resultados de desempenho termoenergético e iv) conclusões.

3.1 DEFINIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO (CASO REFERÊNCIA)

Foi definido como objeto deste estudo um edifício de fachada envidraçada representativo da arquitetura corporativa. O mesmo, apresenta planta livre e 11 pavimentos sendo constituído por dois volumes principais, uma base com fechamento de painéis de concreto e o corpo do edifício composto por uma fachada semi-cortina (peitoril em alvenaria + revestimento de vidro). Assim, a partir da definição do objeto de estudo, iniciou-se a configuração do modelo computacional desse edifício, que serviu como Caso Referência para as simulações computacionais de desempenho termoenergético. Para as simulações foi utilizado o arquivo climático da região de estudo desenvolvido por Leitzke *et al.* (2018).

3.2 MODELAGEM, CONFIGURAÇÕES E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DO CASO REFERÊNCIA E CASOS CA E CB

A edificação foi dividida em 63 zonas térmicas, sendo separadas em zonas de uso transitório e zonas de uso permanente, consideradas espaços de permanência contínua, destinada a escritórios.

Em relação aos casos CA e CB, considerando que dentre as vantagens das fachadas envidraçadas estão o maior acesso a luz do dia, a transparência e a integração com o ambiente externo, o CA manteve todas as características presentes no Caso Referência, substituindo o vidro absorvente cinza existente por um vidro de baixa emissividade, *low-e*. A escolha por esse vidro se deu por favorecer o aproveitamento lumínico ao mesmo tempo em que limita as transferências de calor pela baixa emissividade da face interna. Assim, o CA, buscou compreender se apenas o uso de um vidro mais eficiente é capaz de equilibrar o acesso à luz do dia com menor consumo energético. Já no CB, é proposta a extensão da área de vidro da fachada do Caso Referência, eliminando seu peitoril. Essa escolha foi pautada pelo seu uso recorrente em edificações de escritórios, possibilitando uma discussão sobre o impacto da ausência do peitoril interno, observando se há vantagem no aproveitamento da luz natural, no sentido de potencializá-la e qual a sua interferência na carga térmica da edificação.

A Figura 1, apresenta o modelo tridimensional e cortes esquemáticos do Caso Referência e dos casos CA e CB, em que foram configuradas a localização do edifício, a orientação solar, as características construtivas, além dos padrões de uso e ocupação, equipamentos, sistemas de iluminação e ventilação.

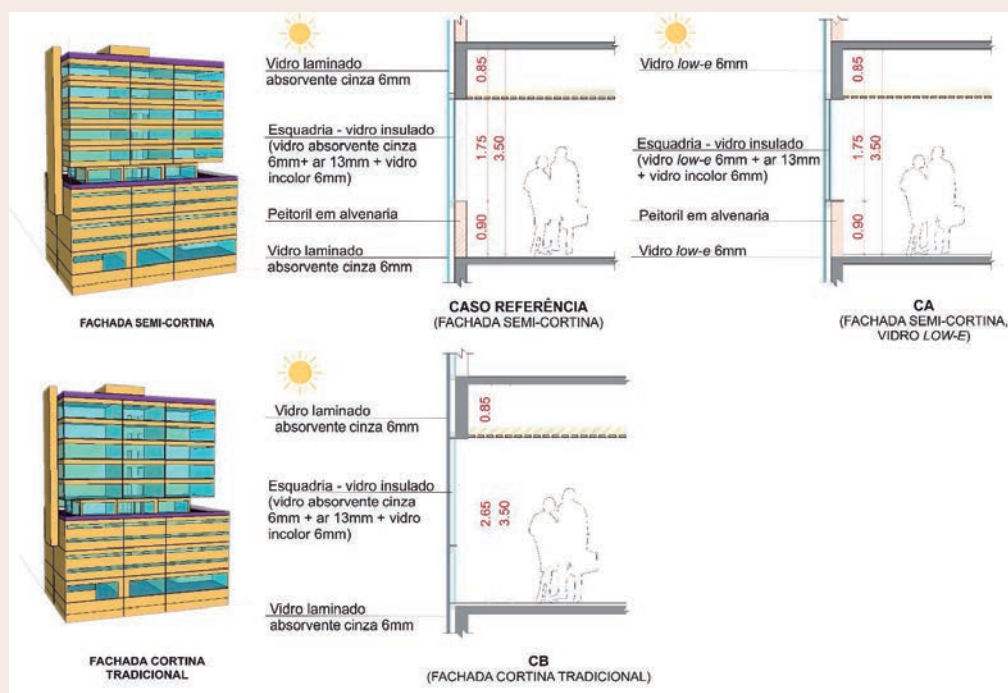


Figura 1. Modelos tridimensionais e cortes esquemáticos do Caso Referência e dos Casos CA e CB.

3.2.1 Configuração do envelope construtivo

As características construtivas do edifício, são apresentadas na Tabela 1. Para configuração dos casos com fachada semi-cortina (Caso Referência e CA), foi utilizado o campo *Surface Control: Movable Insulation* que permite considerar a resistência do ar que ocorre entre a superfície translúcida da fachada e o peitoril de alvenaria. Para isso, um elemento chamado de “vidro translúcido”, correspondente ao mesmo vidro existente na fachada, porém com a sua condutividade térmica alterada foi configurado com o intuito de representar o efeito estufa que ocorre nesta tipologia.

	Material	e	λ	ρ	c	U
		(m)	W/(m.K)	kg/m ³	J/(kg.K)	W/(m ² .K)
Paredes (Base do edifício)	Revestimento - placas de concreto	0,040	1,750	2200,000	1000,000	2,120
	Parede equivalente de alvenaria	0,290	0,900	451,500	920,000	
	Reboco interno	0,025	0,150	2000,000	1000,000	
Paredes (Corpo do edifício/ fachada semi-cortina)	Reboco externo	0,025	0,150	2000,000	1000,000	2,560
	Parede equivalente de alvenaria	0,160	0,900	784,640	920,000	
	Reboco interno	0,025	0,150	2000,000	1000,000	
Cobertura	Telha de fibrocimento	0,007	0,950	1900,000	840,000	0,3770
	Ar	ver nota ¹				
	Laje de concreto	0,100	1,750	2200,000	1000,000	
	Reboco	0,025	0,150	2000,000	1000,000	
	Lã de vidro	0,100	0,045	50,000	700,000	
Forro - perfis de alumínio	0,015	230,000	2700,000	880,000		
Janelas (Caso Referência e CB)	Caixilhos de alumínio	ver tabela ²				-
	Vidro absorvente cinza + ar 13mm+ vidro incolor					
Janelas (CA)	Caixilhos de alumínio	ver tabela ²				-
	Vidro low-e + ar 13mm+ vidro incolor					
Pisos	Piso cerâmico	0,012	0,900	1600,000	920,000	4,146
	Argamassa de assentamento	0,010	1,150	2000,000	1000,000	
	Laje de concreto	0,100	1,750	2200,000	1000,000	

* e - espessura (m)

* λ - condutividade térmica (W/mK)

* ρ - peso específico aparente (kg/m³)

* c - calor específico (J/kgK)

* U - transmitância térmica total (W/m²K)

* C - capacidade térmica total (kJ/m²K)

Nota 1: Resistência térmica do ar (R_{ar}) com direção do fluxo de calor descendente = 0,21

Tabela 1. Propriedades térmicas dos materiais construtivos.

Fonte: Adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005.

Para determinar as propriedades térmicas e ópticas dos vidros usados para o Caso Referência e Casos CA e CB, este estudo utilizou dados da biblioteca de vidros no programa WINDOW 7.7. (LBNL, 2021).

	V1	V2	V3	V4	V5
Espessura (mm)	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Transmitância à radiação solar (incidência normal)	0,493	0,769	0,259	0,493	0,259
Refletância à radiação solar na face 1	0,06	0,074	0,381	0,06	0,381
Refletância à radiação solar na face 2	0,063	0,073	0,054	0,063	0,054
Transmitância à radiação solar no espectro visível	0,437	0,892	0,688	0,437	0,688
Refletância à radiação visível na face 1	0,058	0,084	0,071	0,058	0,071
Refletância à radiação visível na face 2	0,062	0,083	0,045	0,062	0,045
Emissividade em ondas longas na face 1	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840
Emissividade em ondas longas na face 2	0,840	0,840	0,020	0,840	0,020
Condutividade (W/m.K)	0,68	0,68	1,000	0,503	0,511

V1 = Vidro laminado absorvente cinza (Ref. 2150 - LBNL, 2021); V2 = Vidro laminado incolor (Ref. 3068 - LBNL, 2021); V3= Vidro *low-e* (Ref. 3457 - LBNL, 2021); V4 = vidro V1 com condutividade térmica alterada; V5 = vidro V3 com condutividade térmica alterada.

Tabela 2. Parâmetros óticos dos vidros.

Fonte: LBNL (2021).

Desse modo, as esquadrias do Caso Referência e CB, ambos com vidro absorvente cinza + vidro incolor, apresentaram valores de transmitância visível valor igual a 39,0%, enquanto para o CA (vidro *low-e* + vidro incolor) foi de 61,6%.

3.2.2 Configuração do sistema de iluminação, padrão de ocupação, equipamentos e sistema de climatização

A agenda de funcionamento do edifício foi estabelecida durante os dias da semana das 8h às 12h e das 13h30min às 18h, já aos sábados foi configurada para o funcionamento das 8h às 12h.

Com o intuito de avaliar o impacto que a inclusão de uma segunda camada de vidro no consumo de energia para iluminação, foi configurado um sistema de iluminação dimerizável, sendo essa a única forma de considerar a influência da iluminação natural no desempenho termoenergético da edificação no *software EnergyPlus*. Assim, esse sistema foi configurado para acionar a iluminação artificial, quando a iluminância mínima a ser mantida em edifícios de escritórios de 500 lux, conforme a NBR 8995-1 (ABNT, 2013), não for atingida somente com luz natural. Os sensores de luz natural foram posicionados no eixo central de cada zona térmica. Para configuração das cargas internas foram utilizados os valores de 8,70 W/m², 10 m²/pessoa e 15,00 W/m² referentes à iluminação artificial, ocupação e equipamentos, respectivamente, conforme tabelas A.1 e B.III.3 da INI-C.

Para a configuração do sistema de climatização nas zonas térmicas de uso permanente, foi utilizado um sistema de ventilação híbrido, ou seja, que alterna ventilação natural e sistemas de climatização artificial (CBE, 2017). O funcionamento da ventilação híbrida foi definido de acordo com critérios de conforto adaptativo estabelecidos pela ASHRAE 55 (2013). No que diz respeito ao sistema de climatização artificial foram configurados condicionadores de ar de ciclo reverso do tipo *Variable Refrigerant Flow* (VRF), nível A, com capacidade ≥ 19 e < 40 kW, e valores de coeficiente de performance de 4,28W/W para resfriamento e aquecimento respectivamente, segundo a tabela 7.4 da INI-C. O *setpoint* foi definido como 20°C e 24°C, para aquecimento e resfriamento respectivamente.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Este trabalho buscou compreender a influência de diferentes tipologias de fachadas envidraçadas, no desempenho energético de um edifício de escritórios situado no grupo climático 5 (GCL-05), de acordo com a INI-C, levando em consideração sua fase operacional. Assim, a partir dos dados de saída da simulação computacional realizada no *software EnergyPlus*, obteve-se o diagnóstico de desempenho energético por usos finais de sistemas de condicionamento de ar, iluminação artificial e equipamentos, Caso Referência e dos Casos CA e CB, conforme valores observados na Figura 2.

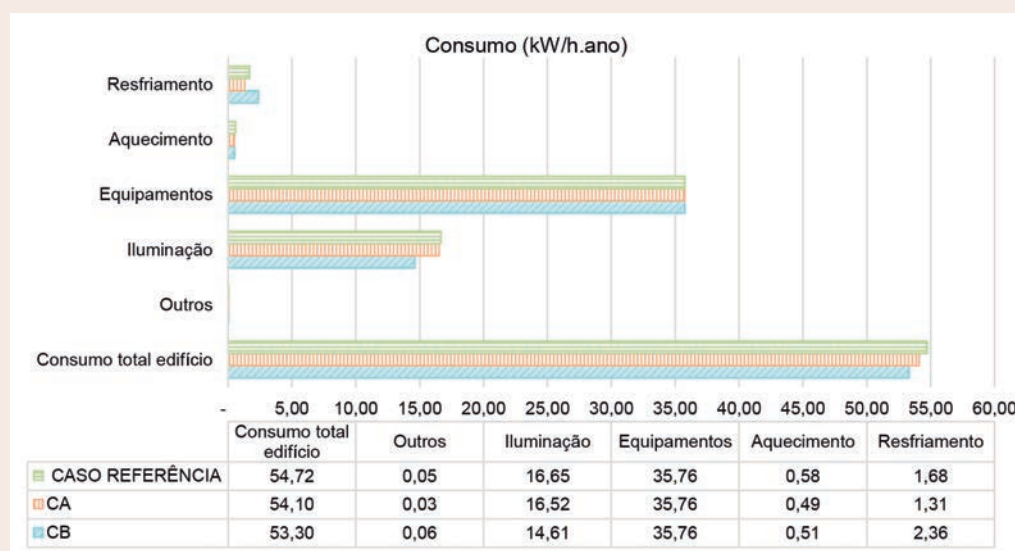


Figura 2. Gráfico de consumo energético em kWh/m².ano.

Observou-se que, o consumo total do Caso Referência, CA e CB foram de 54,72 kWh/m².ano, 54,10 kWh/m².ano e 53,30 kWh/m².ano, respectivamente. Quando analisadas as três soluções construtivas, a principal diferença se mostrou principalmente no consumo para iluminação artificial, devido as diferentes tipologias de fachadas envidraçadas (semi-cortina e cortina tradicional) e a diferença na transmitância visível entre a combinação dos vidros insulados (absorvente cinza + incolor) e (*low-e* + incolor), 39,0% e 61,6% respectivamente.

O consumo para equipamentos se manteve constante, 35,76 kWh/m²ano, por apresentar a mesma configuração, não sofrendo influência da solução construtiva. O mesmo, impactou o consumo do edifício em 65,35%, 66,09% e 67,09% para os Casos Base, CA e CB, consecutivamente.

Em seguida destacou-se o consumo de iluminação artificial, com 16,65 kWh/m²ano, 16,52 kWh/m²ano e 14,61 kWh/m²ano para os Casos Base, CA e CB, respectivamente, correspondendo a uma parcela significativa do consumo energético do edifício, na ordem de 30,44%, 30,53% e 27,40%, o que demonstra a importância da escolha adequada do sistema construtivo de forma a propiciar o acesso adequado a luz natural e assim, minimizar consumo de energia para iluminação artificial.

Os resultados do consumo para iluminação do edifício demonstraram que, no que diz respeito ao desempenho lumínico, os Casos CA e CB, apresentaram vantagem em relação ao Caso Referência, propiciando uma redução no consumo energético de 0,81% e 12,29%, respectivamente. Assim, foi possível observar que o CB, apresentou o maior benefício em termos de iluminação em função do seu maior PAF, o que favoreceu o acesso a luz natural e conseqüentemente a redução do consumo de energia para iluminação artificial. Além disso, o tipo de vidro influenciou diretamente o consumo de energia para iluminação artificial. Esse fato pode ser comprovado quando observados os resultados dos casos com fachada semi-cortina, em que o CA representou uma economia de energia para iluminação, quando comparado ao Caso Referência, em função da maior transmitância visível do vidro *low-e*.

No que diz respeito à climatização artificial, o aumento no consumo aponta a interferência dos componentes construtivos no desempenho energético do edifício. O Caso Referência apresentou um consumo para aquecimento de 0,58 kWh/m².ano e 1,68 kWh/m².ano para resfriamento, representando 4,13% do consumo total da edificação. Já para o CA, o consumo de aquecimento foi de 0,49 kWh/m².ano e de resfriamento igual a 1,31 kWh/m².ano, representando 3,31% do consumo total do edifício, enquanto o CB, o consumo para aquecimento foi de 0,51 kWh/m²ano e resfriamento de 2,36 kWh/m²ano, equivalendo a 5,39% do consumo total.

Os resultados da Figura 3, demonstram que quando comparados com o Caso Referência, o CA apresentou uma redução no consumo de energia para climatização artificial de 20,63%, enquanto o CB apresentou um acréscimo neste consumo de 27,10%. Em relação ao CA isso aconteceu, uma vez que o vidro *low-e* apresenta baixa emissividade, o que limita as trocas térmicas entre os ambientes interno e externo, reduzindo conseqüentemente a necessidade de condicionamento artificial. Já no CB, a maior área envidraçada favoreceu o aumento do consumo para resfriamento da edificação. Tais resultados confirmam com os estudos de Andreis; Besen; Westphal (2014), que assinalam que a escolha do vidro influencia diretamente no desempenho energético das edificações.

Neste sentido, quando analisado do ponto de vista da climatização artificial, os resultados demonstraram que a utilização de uma fachada semi-cortina se mostrou mais vantajosa do que uma fachada cortina tradicional devido ao menor percentual de abertura. Por outro lado, a fachada cortina tradicional favoreceu o aumento da carga térmica para resfriamento da edificação, uma vez que apresenta maior

transparência a radiação solar e conseqüentemente maior transmitância térmica, elevando dessa forma, o consumo para condicionamento artificial no edifício.

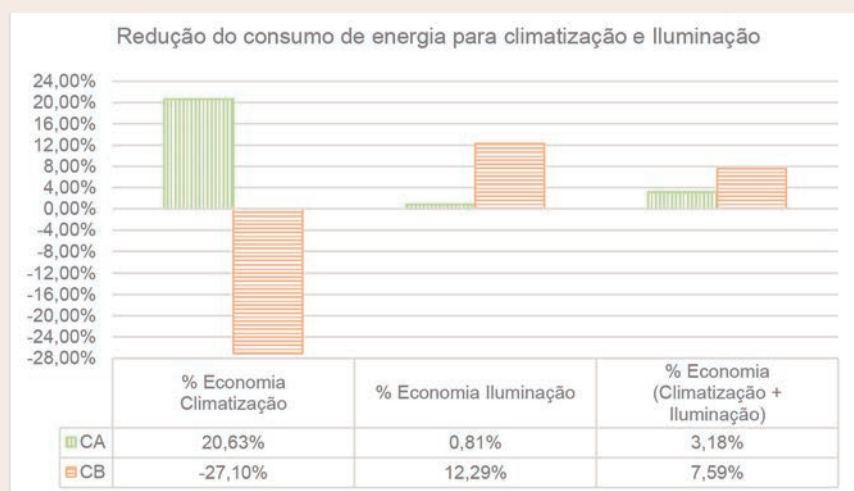


Figura 3. Gráfico da economia do consumo energético.

Diante disso, quando se fala em sustentabilidade e eficiência energética a análise do desempenho energético global do edifício é fundamental para a escolha adequada de um sistema construtivo. Desse modo, foram avaliados os dados de iluminação e climatização artificial de forma integrada, como forma de determinar o caso que apresenta maior acesso a luz natural e menor consumo de energia para ar-condicionado.

Assim, foi possível identificar que o CB, com fachada cortina tradicional, se mostrou o mais vantajoso por apresentar o melhor desempenho energético global, propiciando uma economia de energia de 7,59%, em comparação ao Caso Referência, quando combinados os resultados de iluminação e climatização artificial. É importante destacar, que esse sistema fomentou o consumo para ar-condicionado em 27,10%, no entanto a economia de energia

para iluminação na ordem de 12,29% foi capaz de compensar esse aumento no consumo. No que diz respeito ao CA, os resultados foram próximos ao Case Base, ainda assim, apenas a substituição do vidro foi capaz propiciar uma economia de energia de 3,18%.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho buscou avaliar o impacto de diferentes tipologias de fachadas envidraçadas, no desempenho energético de um edifício de escritórios, considerando o grupo climático 5 (GCL-05) da INI-C, durante a fase operacional da edificação. Os resultados foram comparados com um Caso Referência com fachada semi-cortina.

No que se refere a climatização artificial, o CA apresentou melhor desempenho energético em relação aos casos CA e CB, sendo a melhor alternativa para minimizar

problemas de superaquecimento comuns em fachadas envidraçadas. No entanto, analisar o edifício como um todo é imprescindível quando se busca a eficiência energética em edificações, neste sentido, o CB, com fachada cortina tradicional se mostrou a alternativa mais vantajosa por apresentar o melhor desempenho energético global, favorecendo a redução do consumo de energia em 7,59%, quando comparada ao Caso Referência. Isso aconteceu, pois embora essa tipologia construtiva proporcionou o acréscimo do consumo para condicionamento artificial, a redução no consumo para iluminação artificial foi capaz de reverter esse aumento no consumo final.

Além disso, observou-se que a escolha do tipo de vidro pode impactar significativamente o consumo de energia nas edificações, uma vez que influencia nas transferências de calor e no acesso a luz natural para o ambiente interno, impactando diretamente as demandas de climatização e iluminação artificial.

Assim, a principal contribuição deste trabalho diz respeito a importância da análise do edifício como um todo, na busca por edifícios mais sustentáveis e eficientes energeticamente. Sugere-se para trabalhos futuros, estender essa pesquisa a outras tipologias de fachadas, combinando a análise energética a de desempenho lumínico, e avaliação dos impactos ambientais de diferentes soluções de envoltória.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHRAE - AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERANT AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. **ASHRAE Standard 55** - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta, USA: 2013.

ANDREIS, C.; BESEN, P.; WESTPHAL, F. S. Desempenho energético de fachadas envidraçadas em climas brasileiros. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Avanços no desempenho das construções - pesquisa, inovação e capacitação profissional, 2017, Maceió. **Anais [...]** Maceió, 2014, p. 926-935, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15220-2**: Desempenho térmico de edificações - Parte 2: Métodos de cálculo de transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, RJ, 2005a.

_____. **NBR ISO/CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, RJ, 2013.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, Inmetro. **Portaria nº 42, de 24 de fevereiro de 2021. Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C)**. Diário Oficial da União, Brasília - DF, 2021.

BRUGNERA, R. R.; MATEUS, R.; ROSSIGNOLO, J. A.; CHVATAL, K. M. S. Escritórios de planta livre: o impacto de diferentes soluções de fachada na eficiência energética. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, RS, v. 19, n. 3, p. 295-315, jul./set. 2019.

CBE - CENTER FOR THE BUILT ENVIRONMENT. About mixed-mode. Disponível em: < <https://cbe.berkeley.edu/mixedmode/index.html> >. Acesso em: 13 mar. 2020.

HUANG, Y.; NIU, J. L. Optimal building envelope design based on simulated performance: History, current status and new potentials. **Energy and Buildings**, v. 117, p. 387-398, apr. 2016.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global Energy & CO2 Status Report 2019.** Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-energy-co2-status-report-2019>. Acesso em: 20 mar. 2021.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura.** 3.ed., Rio de Janeiro, RJ: Eletrobras/PROCEL/PROCEL Edifica, 2014.

LBNL Windows & Daylighting Software: WINDOW Version 7.7, Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL). 2021. Disponível em: <https://windows.lbl.gov/software-release-window-7707>. Acesso em: 03 mar. 2021.

LEITZKE, R.K.; FREITAS, J.R.; BELTRAME, C.M.; SEIXAS, J.N.; MACIEL, T.S.; CUNHA, E.G.; RHEIGANTZ, P.A. Optimization of the Traditional Method for Creating a Weather Simulation File: The Pelotas.epw Case. **Journal of Civil Engineering and Architecture**. v. 12, 2018.

MARCONDES, M. P. **Soluções Projetuais de Fachadas para Edifícios de Escritórios com Ventilação Natural em São Paulo.** Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2010.

MEUSEL, M. D. Z. VON. **Investigação da simulação computacional de desempenho energético integrada às etapas iniciais do processo de projeto.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2016.

OLIVEIRA, L. DE; HELENA, T.; MARQUES, T. Building Envelope Energy Performance of High-Rise Office buildings in São Paulo city, Brazil. **Procedia Environmental Sciences**, v. 38, p. 821-829, 2017.

PEREIRA, E. B. *et al.* **Atlas Brasileiro de Energia Solar.** 2. ed. São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: http://sonda.ccst.inpe.br/publicacoes/atlas_solar.html. Acesso em: 3 mar. 2020.

USDOE. DEPARTMENT OF ENERGY USA. EnergyPlus Version 8.7 Documentation: Input Output Reference - The Encyclopedic Reference to EnergyPlus Input and Output. San Francisco, CA: NREL, 2019. Disponível em: https://energyplus.net/sites/all/modules/custom/nrel_custom/pdfs/pdfs_v8.7.0/InputOutputReference.pdf. Acesso em: 20 abr. 2020.

ARTIGO

O DESEMPENHO ENERGÉTICO DAS ENVOLTÓRIAS NAS EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES EM VITÓRIA-ES

BILÓ BRUNELLI, Lucas

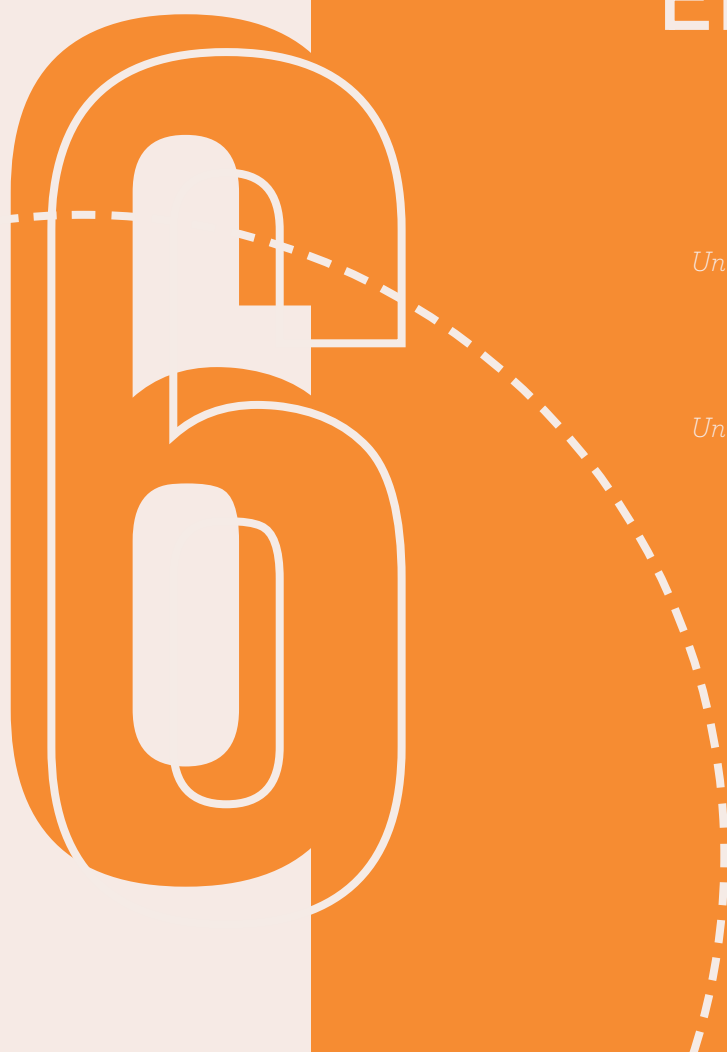
(lucasbbrunelli96@gmail.com)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

APARECIDA NICO RODRIGUES, Edna

(edna.rodrigues@ufes.br)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Desempenho energético, envoltória, edificações residenciais, materiais sustentáveis.

RESUMO

Em 1950, apenas 30% da população mundial vivia em áreas urbanas, uma proporção que cresceu para 55% em 2018, e para 2050, a expectativa é de que 68% da população mundial seja urbana. Um dos principais componentes das cidades, as edificações têm sido responsáveis por grande parte dos problemas ambientais atualmente, isso devido à energia que alimenta os edifícios e as atividades desenvolvidas dentro deles. O objetivo desta pesquisa foi avaliar de forma comparativa a influência de 3 diferentes sistemas de envoltórias - fachada em emboço pintado e sem sombreador (usual); fachada com revestimento cerâmico com sombreador (de uso eventual); e fachada ventilada com sombreador (raramente utilizado) - no desempenho energético de uma edificação na cidade de Vitória-ES, quando comparado com os valores de referência indicados pelo PBE Edifica (2017) em Graus Hora de Resfriamento (GHR) e Consumo Relativo de Refrigeração (CR) para esta cidade. A metodologia foi definida a partir de 4 etapas: 1) Avaliação do crescimento imobiliário na Região Metropolitana da Grande Vitória - RMGV; 2) Definição e caracterização da tipologia selecionada para estudo de caso no bairro de maior crescimento; 3) Simulação computacional; e 4) Análise dos resultados. Observou-se que a fachada ventilada apresentou os melhores resultados com uma diminuição que chegou a 12658,92 graus-horas de resfriamento e 125,02 kW/h a menos ao longo de todo ano.

1. INTRODUÇÃO

O mundo está se tornando cada vez mais urbanizado. Em 1950, apenas 30% da população mundial vivia em áreas urbanas, uma proporção que cresceu para 55% em 2018, e para 2050, a expectativa é de que 68% da população mundial seja urbana (UNITED NATIONS, 2018). Estima-se, que poderá haver um aumento de 2,5 bilhões de pessoas nas cidades até 2050, devido a isso, é fundamental criar cidades de baixo carbono, resilientes e habitáveis. As cidades não apenas contribuem para as mudanças climáticas globais emitindo a maioria dos gases de efeito estufa, mas também são particularmente vulneráveis aos efeitos das alterações climáticas e do clima extremo (KAMMEN; SUNTER, 2016).

Além dos problemas oriundos das mudanças climáticas, perto da metade dos habitantes urbanos do mundo residem em cidades com menos de 500.000 habitantes, enquanto cerca de um em cada oito vive em 33 megacidades com mais de 10 milhões de habitantes. A expectativa é de que até 2030, o mundo terá 43 megacidades, sendo a maioria delas em países em desenvolvimento (UNITED NATIONS, 2018b). Nestas circunstâncias, reduzir o consumo de energia e as emissões de carbono provenientes dos edifícios é um aspecto de extrema importância para o desenvolvimento sustentável das novas edificações que serão construídas para suprir esta acelerada urbanização (PAN; PAN, 2018).

Com relação a emissão de gases causadores do efeito estufa, o setor da construção civil deve ser o principal alvo para mitigação na emissão desses gases, tendo em vista que esse setor representa 36% do uso final de energia e 39% das emissões de dióxido de carbono (CO₂) relacionadas a energia e processos em 2018 (GLOBAL ALLIANCE FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION, 2019). Neste contexto, os edifícios se apresentam como um elemento crítico para um futuro de baixo carbono, e um desafio global para a integração com o desenvolvimento sustentável (FLORESLARSEN; FILIPPÍN; BAREA, 2019).

Sendo um dos principais componentes das cidades, as edificações têm sido responsáveis por grande parte dos problemas ambientais atualmente, isso devido à energia que alimenta os edifícios e as atividades desenvolvidas dentro deles. Estima-se, que a indústria da construção civil é responsável por consumir mais de 32% dos recursos naturais do planeta, 25% da água, 40% da energia, gerar mais de 25% dos resíduos sólidos e emitir cerca de 35% do total dos gases de efeito estufa globalmente (YEHEYIS *et al.*, 2013; SOUST-VERDAGUER; LLATAS; GARCÍA-MARTÍNEZ, 2017). O valor absoluto do consumo de energia do setor de construção era, em 2010, em torno de 23,7 PWh, e de acordo com o cenário de referência da Agência Internacional de Energia, pode chegar a 38,4 PWh em 2040 (INTERNATIONAL..., 2013).

Ainda em 2012, o setor da construção civil foi classificado como o maior consumidor de energia, representando cerca de 30 a 40% do consumo mundial (UNITED NATIONS, 2018), sendo que aproximadamente 80% do consumo energético ocorre ao longo da vida útil das edificações. No Brasil, apenas o setor residencial é responsável por 21,5% do consumo energético, ficando atrás somente do setor industrial, que representa 31,8% do consumo total de energia (BALANÇO..., 2018). A maior

parte do aumento deste consumo de energia é proveniente dos edifícios, e está associado a atividades do setor econômico terciário e usuários residenciais. Com o crescimento populacional, a demanda por energia e por novos edifícios está aumentando cada vez mais (ZUO; ZHAO, 2014; SANTAMOURIS, 2016).

Estima-se que em 2010, os edifícios representavam 32% do uso total de energia global (32,4 PWh), dos quais 24% eram provenientes de edifícios residenciais (24,2 PWh) e 8% de edifícios comerciais (8,2 PWh). Dados sobre o uso de energia global demonstram um aumento generalizado em inúmeros países, no entanto, nos países em desenvolvimento esse crescimento é ainda mais impactante, com um aumento médio anual de 2,2% na última década (INTERNATIONAL..., 2015). Avaliando as tendências globais do consumo de energia, o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (2014) relatou que, em comparação aos níveis de 2010, a demanda de energia apenas para aquecimento e resfriamento de edifícios residenciais e comerciais – considerando as prováveis mudanças climáticas – pode chegar até 2050 a 179 e 183%, respectivamente.

O crescimento da população, a necessidade do aumento dos níveis de conforto, a popularização dos equipamentos dependentes de energia e, principalmente, o desenvolvimento do setor da construção, indicam que a tendência ascendente na procura de energia continuará crescendo. Com isso, torna-se fundamental o desenvolvimento de ações efetivas que auxiliem na efficientização do consumo energético e na solução dos problemas climáticos, haja vista que o setor energético é responsável por mais da metade das emissões mundiais de CO₂ (INTERNATIONAL..., 2015).

Sendo assim, o aumento da eficiência energética das edificações pode ser considerado também como uma estratégia primordial na mitigação dos impactos ambientais provenientes da ação do dióxido de carbono. Neste contexto, a melhoria no desempenho energético das edificações é uma das formas mais simples, imediatas e econômicas para reduzir o consumo de energia de um país através da adoção de práticas sustentáveis (ZHANG, *et al.*, 2015).

Além disso, Lamberts, Dutra e Pereira (2014), enfatizam a necessidade da implementação de práticas sustentáveis e soluções efetivas nas edificações, considerando as peculiaridades locais, possibilitando a construção de edifícios energeticamente eficientes. Caso contrário, até 2035 a demanda global por energia poderá crescer mais de um terço em comparação com o nível de consumo atual, e a maior parcela deste aumento será proveniente de países em desenvolvimento (INTERNATIONAL..., 2015).

2. OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar de forma comparativa a influência de 3 diferentes sistemas de envoltórias no desempenho energético de uma edificação na cidade de Vitória-ES, quando comparado com os valores de referência indicados pelo PBE Edifica (2017) em Graus Hora de Resfriamento (GHR) e Consumo Relativo de Refrigeração (CR) para esta cidade.

3. MÉTODO

A metodologia foi definida a partir de 4 etapas: 1) Avaliação do crescimento imobiliário na Região Metropolitana da Grande Vitória – RMGV; 2) Definição e caracterização da tipologia selecionada para estudo de caso no bairro de maior crescimento; 3) Simulação computacional; e 4) Análise dos resultados.

3.1 CRESCIMENTO IMOBILIÁRIO ENTRE 2002 A 2017 NA RMGV

Na primeira etapa, foi realizado o levantamento dos empreendimentos entregues entre janeiro de 2002 (período de construção após o denominado “Apagão” de 2001) e julho de 2017 (ano do último censo) nas cidades de Vitória, Vila Velha, Serra, Cariacica e Viana, utilizando como base os censos imobiliários fornecidos pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Espírito Santo (SINDICATO..., 2017). Ressalta-se que o recorte a partir de 2002 foi estabelecido considerando que a crise energética de 2001 poderia ter alavancado um processo de busca de soluções mais eficientes para as edificações, visto o perceptível desequilíbrio nacional entre produção, distribuição e demanda energética.

As tipologias analisadas foram os empreendimentos residenciais multifamiliares, comerciais (salas comerciais com ou sem pavimento de lojas) e mistos (residenciais com salas e/ou lojas), com área construída superior a 800m². Foram excluídos os empreendimentos hoteleiros, *shoppings centers*, e empreendimentos não comercializáveis, como sedes de empresas ou edifícios públicos (SINDICATO..., 2017). Com base neste levantamento, contabilizou-se o número de empreendimentos entregues entre 2002 e 2017 na RMGV sendo selecionado o bairro que apresentou o maior número de empreendimentos construídos nesse período entre as cinco cidades.

3.1.1 Empreendimentos construídos e entregues na RMGV no período analisado

A pesquisa contabilizou um total de 525 empreendimentos construídos e entregues entre os anos de 2002 e 2017, dos quais, 14 foram em Cariacica, 244 em Vitória, 189 em Vila Velha e 78 na Serra. Na cidade de Vitória, destacam-se os bairros de Jardim Camburi com 98 empreendimentos – o de maior número de empreendimentos na RMGV –, seguido por Jardim da Penha e Praia do Canto com 42 e 34 empreendimentos, respectivamente. Em Vila Velha, cidade com o segundo maior número de empreendimentos, a Praia da Costa apresentou 95 empreendimentos – o segundo bairro com maior número de empreendimentos –, seguida por Itapuã com 37 e Praia de Itaparica com 35. Na cidade da Serra, os bairros de Laranjeiras com 14 empreendimentos e Colina de Laranjeiras com 13, foram os bairros que se destacaram. Já Cariacica, apresentou os resultados mais modestos, tendo o bairro de Campo Grande com 6 empreendimentos construídos e Santa Bárbara com 4

(Figura 1). Ressalta-se, que a cidade de Viana não aparece nos gráficos devido ao fato de ter sido contabilizado apenas um empreendimento dentro dos critérios de seleção estabelecidos.



Figura 1. Levantamento imobiliário na Região Metropolitana da Grande Vitória entre os anos de 2002 a 2017.

3.2 DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA ADOTADA NO BAIRRO DE MAIOR DESTAQUE

Como demonstrado anteriormente, Jardim Camburi foi o bairro com maior crescimento imobiliário na RMGV entre os anos de 2002 e 2017. Com isso, selecionou-se uma tipologia dentro das que foram levantadas para ser utilizada como estudo de caso. Os dados levantados apontaram uma padronização construtiva encontrada nos empreendimentos entregues nos últimos anos na região de estudo. A tipologia arquitetônica escolhida para avaliação é uma edificação residencial multifamiliar, composta por 10 pavimentos e 54 unidades habitacionais. O pavimento tipo da edificação (Figura 2) é composto por seis unidades com dois dormitórios cada, sendo um suíte. Possui uma circulação horizontal que divide o plano em dois

lados. Todas as unidades internas são compostas de sala, cozinha, área de serviço, área técnica, varanda, dois banheiros e dois quartos.



Figura 2. Planta baixa pavimento tipo e apartamento analisado.

Fonte: Os autores, 2021.

Quanto à envoltória da edificação, suas aberturas e fechamentos translúcidos foram dispostos em três fachadas diferentes. Nos ambientes de longa permanência como salas e dormitórios, as janelas foram padronizadas em 1,2m x 1,2m x 1,1m (largura x altura x peitoril), compostas por quadros em alumínio e panos de vidro incolor, e nenhuma das aberturas nas fachadas possuem elementos sombreadores para proteção solar. Quanto ao revestimento externo, sua composição é basicamente reboco e pintura clara, e para cobertura foram usadas telhas de fibrocimento embutidas pelas platibandas. As lajes dos pavimentos foram executadas em concreto protendido. As paredes são compostas de bloco estrutural, seu acabamento interno é em reboco com gesso e na parte externa possui reboco paulista e pintura.

3.3 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Para a realização das simulações, utilizou-se o software EnergyPlus (ENERGYPLUS, 2019) e foi adotado o apartamento tipo 01, localizado no quinto pavimento da edificação (Figura 3) como estudo de caso. Essa localização em altura foi definida para que o resultado da simulação não sofresse interferência da cobertura ou do piso no térreo, ficando assim numa situação de maior repetição na edificação.

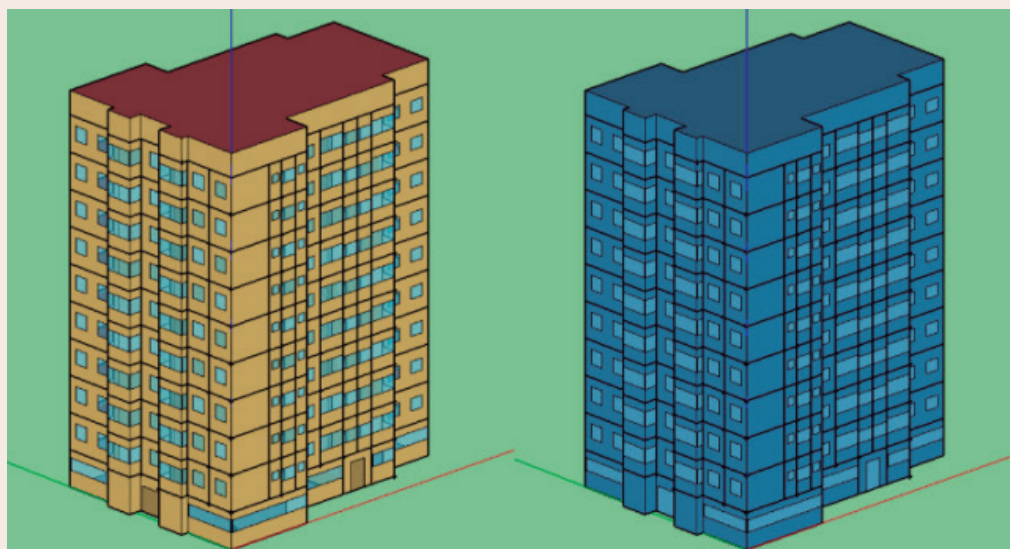


Figura 3. Volumetria do edifício modelado no Sketchup com a extensão do Open Studio.

Para a inserção dos dados climáticos, foi utilizado como base os dados da ASHRAE 55 adaptado para as condicionantes da realidade brasileira e para cidade de Vitória - ES, desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Já o cronograma de ocupação do apartamento (Tabela 1 e 2) foi definido com base nas recomendações estabelecidas pelo Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (2012).

Padrão de ocupação - DIAS DE SEMANA																								
Ambiente	Horário (horas) e Ocupação (%)																							
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Dormitórios	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%
Sala	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	100%	50%	50%	0%	0%

Tabela 1. Padrão de ocupação nas áreas de permanência prolongada para os dias de semana.

Padrão de ocupação - FINAIS DE SEMANA																								
Ambiente	Horário (horas) e Ocupação (%)																							
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Dormitórios	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%
Sala	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	75%	0%	75%	50%	50%	50%	25%	25%	50%	50%	0%	0%

Tabela 2. Padrão de ocupação nas áreas de permanência nos finais de semana.

Os dados referentes aos materiais utilizados na edificação foram inseridos seguindo os padrões de valores apresentados na Tabela 3. A edificação em estudo possui paredes compostas de blocos de concreto estrutural, sendo o interior com acabamento de reboco em argamassa de gesso e o exterior argamassa de emboço e pintura (Figura 4).

Parâmetros dos materiais						
Materiais	Espessura equivalente (cm)	Condutividade térmica (W/m.K)	Densidade equivalente (Kg/m ³)	Calor específico (KJ/Kg.K)	Resistência térmica (M ² .KW)	Absorbância (α)
Gesso	2.00	0.35	750.00	0.84	-	-
Bloco de concreto	9.00	1.75	2400.00	1.00	-	-
Argamassa de emboço pintada	2.50	1.15	2000.00	1.00	-	0.45 (areia)
Laje plana pós tensionada	18.00	1.75	2200.00	1.00	-	-
Telha de fibrocimento	0.70	0.95	1900.00	0.84	-	0.65
Esquadrias	Esquadrias em alumínio e vidro translúcido 3mm para janelas e 6mm para portas,					

Tabela 3. Parâmetros dos materiais construtivos para simulações.

Fonte: Adaptado pelos autores de ABNT (2005b); Dornelles (2008); Ordenes *et al.* (2003).

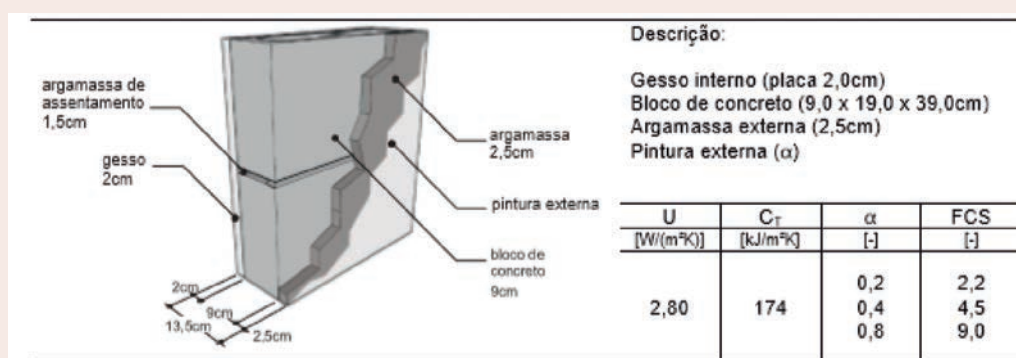


Figura 4. Propriedade dos materiais de composição das paredes da edificação.

Fonte: Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia- INMETRO (2013).

Quanto ao uso de equipamentos utilizados no apartamento (Tabela 4), baseou-se nos dados do PROCELINFO (2017). Para as simulações considerou-se que todos os equipamentos tiveram consumo constante durante todo o ano. Sendo assim, os equipamentos consomem em média 86,0 kWh, 100,6 kWh e 162,7 kWh para consumo mínimo, médio e máximo respectivamente.

EQUIPAMENTO	POTENCIA (W)*	DIAS ESTIMADOS DE USO / MÊS*	MÉDIA DE UTILIZAÇÃO POR DIA (HORAS)			CONSUMO MÉDIO MENSAL (KWH)		
			MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO
Geladeira	79,00	30,00	24,00	24,00	24,00	56,88	56,88	56,88
Freezer vertical/horizontal	66,04	30,00	0,00	0,00	24,00	-	-	47,55
TV em cores - 40"	83,00	30,00	2,50	3,75	5,00	6,23	9,34	12,45
Aparelho de som	110,00	20,00	1,50	2,25	3,00	3,30	4,95	6,60
Ferro elétrico	600,00	12,00	0,50	0,75	1,00	3,60	5,40	7,20
Lavadora de roupas	146,67	12,00	0,50	0,75	1,00	0,88	1,32	1,76
Computador	63,00	30,00	4,00	6,00	8,00	7,56	11,34	15,12
Forno micro-ondas	1.398,00	30,00	0,17	0,25	0,33	6,99	10,49	13,98
Liquidificador	213,33	15,00	0,13	0,19	0,25	0,40	0,60	0,80
Batedeira	150,00	8,00	0,17	0,25	0,33	0,20	0,30	0,40
TOTAL CONSUMO MENSAL DOS EQUIPAMENTOS (KWH)						86,04	100,61	162,74

Tabela 4. Consumo mensal dos equipamentos por faixa de consumo.

Fonte: Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia- INMETRO (2013).

Para informações referentes à geolocalização do modelo, não foi adotado uma localização real para a edificação no bairro de Jardim Camburi. Por se tratar de um modelo de tipologia, foram realizadas simulações orbitando o mesmo para as orientações Norte, Sul, Leste e Oeste. Os dados obtidos com as simulações referentes à eficiência energética da tipologia arquitetônica adotada foram comparados com os dados apresentados na Tabela 5 para a região de Vitória, segundo o PBE Edifica (2017). Por se tratar de uma tipologia residencial, para efeito de simulação, foram considerados todos os dias do ano como ocupados.

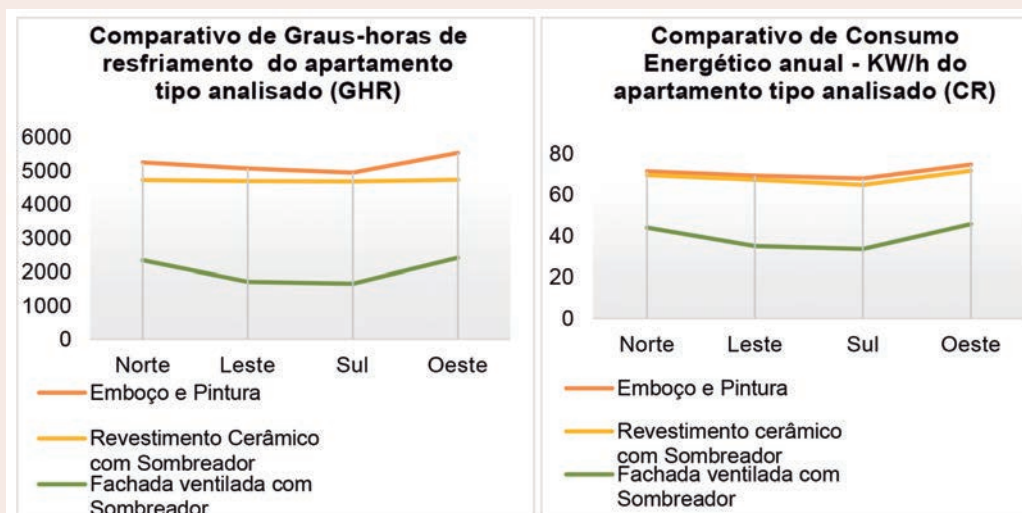
Eficiência	EqNum	GHR (horas)		CR (kWh/m ² .ano)	
A	5,00	GHR ≤ 1847,60		CR ≤ 35,13	
B	4,00	1848	< GHR ≤ 3895,27	35,126	< CR ≤ 53,58
C	3,00	3895	< GHR ≤ 5404,81	53,578	< CR ≤ 75,24
D	2,00	5405	< GHR ≤ 7255,43	75,241	< CR ≤ 92,94
E	1,00	7255	< GHR	92,938	< CR

Tabela 5. Valores de referência de GHR e CR para a cidade de Vitória (ES).

Fonte: PBE Edifica, 2021.

4. RESULTADOS

Analisando os dados apresentados nos Gráficos 1 e 2 e Tabela 6, é notório o melhor desempenho energético para o uso de fachada ventilada e sombreadores. Além disso, vale ressaltar, o melhor desempenho das fachadas Sul e Leste em todas as simulações realizadas. Os valores comparados de todas as simulações realizadas seguem apresentados nos Gráficos 1 e 2, e, na Tabela 6, onde foram compilados os valores para as três situações analisadas considerando os graus-horas de resfriamento e o consumo relativo de refrigeração.



Gráficos 1 e 2. Comparativo de GHR (Graus-Horas de Resfriamento) e CR (Consumo Energético) do apartamento analisado.

	Orientação da Fachada Principal	Graus-horas de resfriamento - GHR	Graus-horas de resfriamento - GHR	Graus-horas de resfriamento - GHR
Apartamento tipo 1	Norte	5.224,17	4722.83	2340.65
Apartamento tipo 1	Leste	5.064,83	4696.00	1704.23
Apartamento tipo 1	Sul	4.945,67	4681.50	1651.46
Apartamento tipo 1	Oeste	5.533,83	4732.83	2413.24

	Orientação da Fachada Principal	Consumo energético anual - KW/h	Consumo energético anual - KW/h	Consumo energético anual - KW/h
Apartamento tipo 1	Norte	71,35	69,54	43,89
Apartamento tipo 1	Sul	69,25	67,32	35,02
Apartamento tipo 1	Leste	67,89	64,78	33,56
Apartamento tipo 1	Oeste	74,67	71,67	45,67

 Fachada em emboço pintado e sem sombreador	 Fachada em revestimento cerâmico com sombreador	 Fachada ventilada com sombreador
--	---	---

Tabela 6. Comparativo de GHR e CR do pavimento tipo para todos os padrões construtivos analisados.

Após a compilação de todos os resultados, observou-se que com o uso da fachada ventilada houve uma grande melhoria no desempenho energético da edificação em todas as orientações analisadas. Quando comparada com a fachada em revestimento cerâmico com sombreador – que obteve o segundo melhor desempenho –, houve uma melhoria de 2382,18 graus-horas de resfriamento e uma diminuição de 25,65 kW/h em consumo energético anual apenas para a fachada norte. Já em relação à fachada em emboço pintado e sem sombreador – que apresentou o pior desempenho –, a diferença foi ainda mais significativa, 2883,52 graus-horas de resfriamento a menos, e uma diminuição no consumo energético anual de 27,46 kW/h, isso apenas para a fachada Norte.

Considerando o somatório das quatro orientações, a diferença entre a fachada em emboço pintado sem sombreador e a fachada ventilada com sombreador foi de 12658,92 graus-horas de resfriamento e 125,02 kW/h a menos ao longo de todo ano. Essa diferença se justifica uma vez que o sistema de fachada ventilada pro-

picia a formação de uma câmara que garante ventilação contínua por toda superfície revestida com esse sistema. A radiação solar direta na edificação é refletida ou absorvida pela lâmina externa e produz o aquecimento do ar interno na câmara, que ao reduzir sua densidade, gera movimento ascendente que dissipa a energia acumulada no sistema, liberando o ar quente e evitando o aquecimento do interno da edificação. Além da contribuição para o ponto de vista energético, a fachada ventilada proporciona um aumento no isolamento acústico, menor manutenção dos sistemas estruturais e de vedação, pois evita a ação direta dos agentes atmosféricos. Quando combinado a esse sistema o dimensionamento e a definição de sombreadores adequados para cada orientação de fachada, o desempenho energético apresenta ainda melhores resultados, tendo em vista que os ambientes internos não receberiam insolação direta nas horas e estações mais críticas do ano.

5. CONCLUSÕES

O crescimento no setor residencial na RMGV, de acordo com o levantamento realizado, revela o estabelecimento de um processo de padronização tipológica, onde é possível notar que as construtoras e incorporadas, em casos específicos, repetem o mesmo padrão em diferentes lotes urbanos, desconsiderando as orientações dos terrenos e as características do entorno na qual o edifício será inserido, resultando na construção de edifícios energeticamente ineficientes. Destaca-se, ainda, que novas técnicas construtivas, como o sistema de fachada ventilada, já usada em larga escala no mundo, mas ainda pouco difundidas no Brasil, demonstraram viabilidade como uma estratégia projetual para melhorar o desempenho energético e consequentemente o conforto da edificação, além de contribuir para a redução de emissões de CO₂ na atmosfera. Quanto à adoção do uso de sombreadores é perceptível a melhora do desempenho energético do apartamento analisado, reafirmando a urgência de agregar novos mecanismos que possam contribuir com a eficiência energética das edificações. Também foi observado que a aplicabilidade de conceitos da arquitetura sustentável com foco na eficiência energética, alinhada ao uso de *softwares* de simulações ficou evidenciada e se demonstra como uma medida para retomada da arquitetura projetada levando em consideração o meio no qual está inserida. O uso de *softwares* específicos também se mostrou eficiente como instrumento de auxílio nas fases iniciais do projeto arquitetônico, sendo possível, por meio das simulações realizadas com o emprego dos mesmos, identificar fatores que contribuirão para o melhor desempenho energético do edifício ao longo de sua vida útil, causando menor impacto ao Planeta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, Empresa de Pesquisa Energética, 2018. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-ben>.

FLORES-LARSEN, S.; FILIPPÍN, C.; BAREA, G. Impact of climate change on energy use and bioclimatic design of residential buildings in the 21st century in Argentina. *Energy and Buildings*, vol. 184, p. 216-229. 2019.

GLOBAL ALLIANCE FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION, Alliance for Buildings and Construction 2018. Disponível em: < <https://globalabc.org/>>.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA – INMETRO. Portaria nº 50, de 01 de fevereiro de 2013. Anexo geral V: Catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros. 2013. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtosPBE/regulamentos/AnexoV.pdf>>.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Energy and climate change, 2015**. Disponível em:<<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf>>.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Energy and climate change, 2015*. Disponível em:<<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf>>.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. *World Energy Outlook 2013*. Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2013.pdf>>.

KAMMEN, D. M.; SUNTER, D. A. City-integrated renewable energy for urban sustainability. **Science**, v. 352, n. 6288, p. 922–928, 2016.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. *Eficiência energética na Arquitetura*. 2ª Ed. ProLivros, São paulo, 2014.

PAN, W.; PAN, M. A dialectical system framework of zero carbon emission building policy for high-rise high-density cities: Perspectives from Hong Kong. **Science Direct**, v. 205, p. 1–13, 2018.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO SINDUSCON. *Censo Imobiliário*. Disponível em: <<http://www.sinduscon-es.com.br/v2/cgi-bin/conteudo.asp?menu2=55>>.

SOUST-VERDAGUER, B.; LLATAS, C.; GARCÍA-MARTÍNEZ, A. Critical review of bim-based LCA method to buildings. *Energy and Buildings*, v. 136, p. 110–120, fev. 2017.

UNITED NATIONS. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. Disponível em:< <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>>.

UNITED NATIONS. *Population Facts*. Department of Economic and Social Affairs Population Division – 2018b. Disponível em: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-PopFacts_2018-1.pdf>.

YEHEYIS, M. et al. An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. **Clean Technology Environment Policy**, v. 15, p. 81–91, 2013.

ZHANG, Y., et al. Comparisons of inverse modeling approaches for predicting building energy performance. **Building and Environment**, v. 86, p. 177-190, 2015.

SESSÃO 6
EDIFICAÇÕES:
ESTRATÉGIAS
DE PROJETO
E HIS

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento dos Profissionais de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro para realização desta pesquisa.

ARTIGO

ANÁLISE DE SISTEMAS DE COBERTURAS E TERRAÇO CAPIXABA EM REGIÃO QUENTE E ÚMIDA NO MUNICÍPIO DE CASTELO - ES

SASSO-FERRÃO, Arianne Louzada
(ariane.ferrao@edu.ufes.br)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

NICO-RODRIGUES, Edna Aparecida
(edna.rodrigues@ufes.br)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Ático ventilado, habitações, consumo energético, simulação computacional, cobertura flutuante

RESUMO

Diante das emergências relacionadas à sustentabilidade, ao consumo energético e à produção de gases de efeito estufa, intrínseca à produção de energia, e da crescente demanda energética do setor da construção civil em todo o mundo, sobretudo na fase de uso das edificações; este trabalho tem por objetivo analisar comparativamente o desempenho térmico proporcionado por sistemas de coberturas em edificações residenciais unifamiliares, localizadas na cidade de Castelo (ES), onde o uso do sistema “terraço capixaba” é usual, reconhecido e expandido em todo o estado, desde a década de 1960. A metodologia foi desenvolvida em 3 etapas: 1º. Caracterização da cidade de Castelo; 2º. Levantamento e caracterização das coberturas das edificações residenciais unifamiliares do recorte amostral; 3º. Análise das temperaturas operativas máximas e mínimas, e das cargas térmicas geradas com utilização de diferentes tipos de coberturas sobre o mesmo modelo de unidades habitacionais (UH). Os resultados apresentam os tipos de coberturas mais frequentes no recorte amostral, as diferenças de temperaturas operativas máximas e mínimas em três ambientes de permanência prolongada (APP) de uma unidade habitacional unifamiliar (UHU), e as diferenças de cargas térmicas obtidas dos APPs considerando a utilização de coberturas de telhas cerâmicas sobre laje e do TC. Verificou-se com os resultados que os sistemas de cobertura TC, além da redução das temperaturas operativas, podem reduzir em até 45% as cargas térmica geradas anualmente por APPs, mesmo sem as camadas de isolamento indicadas para zona bioclimática 8, e que a utilização de melhores técnicas, como a do TC, pode colaborar para redução do consumo energético em regiões de climas quentes.

1. INTRODUÇÃO

Desde a crise do petróleo, em 1970, e mais atualmente com as mudanças climáticas apontadas pelos relatórios do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), o papel do setor da construção tem recebido destaque (WASSOUF, 2014), haja vista a incapacidade planetária de continuar produzindo e ofertando energia de forma proporcional ao crescimento progressivo da demanda dos padrões atuais: o relacionamento circular entre produção de energia e emissão de gases de efeito estufa (GEE), mudanças climáticas (NOBRE et al., 2020) e a grande demanda energética do setor.

Em todo o mundo é consumido anualmente, um total de 13.760 Mtep¹ de energia (VAN DEN BROM, 2020). No Brasil, os dados do Balanço Energético Nacional (BEN) ano base 2020, apontaram consumo no setor residencial de 26,1% do consumo total de energia (EPE, 2020). Em 2014, pesquisas registraram que na Europa o consumo de energia decorrente do uso das edificações foi responsável pela maior parte das emissões de CO₂, e a energia necessária para construção, manutenção e uso das edificações representou 40% do total do consumo (WASSOUF, 2014). Embora os valores de consumo de energia em edifícios apresentem reduções desde a última década, as habitações ainda são responsáveis por 25% do consumo final no continente europeu (VAN DEN BROM, 2020).

Desde 2013, estudos mais específicos têm apontado cenários que contemplam edificações sustentáveis por meio de sistemas autossuficientes energeticamente, com utilização de novos materiais, estruturas adaptáveis às condições do ambiente e às preferências do consumidor (EPE, 2016).

O PROCEL Edifica, em 2013, estimava economia entre 30% para construções existentes submetidas a retrofit e aproximadamente 50% para novas edificações, ao se utilizar tecnologias sustentáveis desde a concepção do projeto. Para análise do impacto energético futuro das edificações no Brasil são considerados diversos aspectos como a Zona Bioclimática (ZB), entorno construído e planejamento urbano, padrões de hábitos de consumo de energia, equipamentos instalados e eficiência energéticas dos mesmos, e a arquitetura (EPE, 2016).

Ramos e Aires (2020) demonstraram por experimentação que a ventilação de coberturas é uma estratégia possível para resfriamento passivo, capaz de induzir a ventilação mesmo quando ventos atmosféricos não estão disponíveis. Concluem que a utilização de coberturas ventiladas em regiões com alta radiação solar pode ser considerada uma solução apropriada para melhoria de desempenho térmico na estação do verão.

Desde a década de 1960, no Estado do Espírito Santo, a técnica construtiva adaptada às condições ambientais e de grande aceitação junto à população é a do terraço capixaba (TC) (figura 1). Manifestação da construção popular, amplamente adotada no Estado, ele é caracterizado pela suspensão da cobertura, possibilitando que o pé-direito sobre a laje proporcione um espaço adicional para os mais diversos

1 Mtoe/Mtep - Megatoneladas de petróleo equivalente.

usos, tais como: serviços, recreação, lavanderia, refeições, encontro, entre outros, conforme apontados por Singnorelli (1989) e Aljeus *et al.* (2016). No TC, os beirais permanecem abertos, sem forração, e praticamente sem contato com vedações verticais, somente com peitoris e a estrutura de sustentação da cobertura. Este sistema assemelha aos telhados flutuantes (Figura 2).



Figura 1. Terraço capixaba. Vista da R. Vieira da Cunha, Bairro de Vila Isabel, Castelo-ES.

Fonte: Autores.

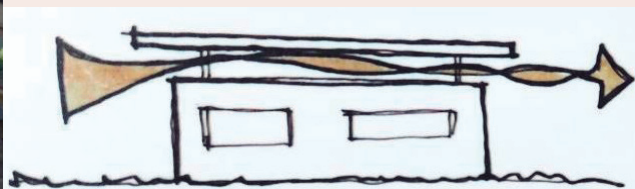


Figura 2. Telhado flutuante.

Fonte: Gurgel, 2012

Embora haja indícios de influências moura e ibérica é difícil precisar a origem, ou mesmo a primeira utilização deste sistema construtivo no Brasil. O que se pode afirmar é que a disseminação no Estado do Espírito Santo ocorreu de forma popular, e, principalmente, pela popularização e acesso a novos materiais de construção como lajes pré-moldadas (ALJEUS *et al.*, 2016), e posteriormente a estruturas metálicas. O reconhecimento e expansão deste sistema construtivo no Estado possibilitaria menor consumo de energia e sustentabilidade para o edifício.

2. OBJETIVO

A pesquisa propõe avaliar e comparar o desempenho térmico de sistemas de coberturas (SC) em edificações residenciais unifamiliares, localizadas na cidade de Castelo (ES), onde o uso do TC é usual.

3. MÉTODO

Os procedimentos metodológicos foram divididos em três etapas: 1º. Caracterização da cidade de Castelo e recorte amostral; 2º. Levantamento de edificações residenciais e características construtivas dos SC; 3º. Análise das temperaturas operativas (TO) e cargas térmicas geradas com uso de diferentes tipos de coberturas das unidades habitacionais por simulação de modelos termo energéticos.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE DE CASTELO E RECORTE AMOSTRAL

O município de Castelo está localizado em Zona Bioclimática 8 (ZB8) (ABNT, 2005), em região dos Mares de Morros Florestados, ao sul do estado do Espírito Santo (AB'SÁBER, 2003). Castelo não possui estação meteorológica. Segundo dados levantados na década de 1990, pelo INCAPER², as temperaturas médias mínimas da área urbana de Castelo apresentam-se entre 11,8 e 18°C no mês mais frio do ano, enquanto as médias máximas são de 30,7 e 34,0°C no mês mais quente (GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 1999).

Para amostragem das unidades habitacionais foi escolhido o bairro de Vila Isabel (Figura 3), predominantemente residencial, interligado à região central da sede do município, e um dos primeiros bairros da cidade, definido desde o período de emancipação, cujas ruas já eram listadas entre as principais da cidade desde 1932 (CASAGRANDE e BARBIEIRO, 2012; VIEIRA, 2004).



Figura 3. Recorte amostral.

Fonte: Autores adaptado de Google Earth e Google MyMaps, 2021

Os logradouros que serviram de pontos de observação foram: Av. Ministro Ararípe (1); R. Maria Ortiz (2); R. Vieira da Cunha (3); Pç. Mário Lima (4); R. Moura (5); R. Cel. João Freitas (6); R. Carlos Silva (7); R. Nice Rangel Soares (8); R. Domingos Martins (9); Travessa Pires Martins (10); R. Antônio Rangel (11).

2 Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, antiga EMATER-ES.

3.2 LEVANTAMENTO DAS EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS E CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DOS SC

O levantamento das características construtivas dos SC deu-se por meio de observação e conferência complementar com apoio do *Google Maps*, nos casos em que não era possível definir visualmente o tipo de superfícies externas do SC (Tabela 1).

 UHU 1 - Esquina Leste/Sul Pç. Mário Lima	 UHU 2 - Fachada Oeste Pç. Mário Lima	 UHU 3 - Esquina Leste/Sul R. Moura
 UHU 4 - Fachada Norte R. Maria Ortiz	 UHU 5 e 6 - Fachada Norte R. Cel. João Freitas	 UHU 7 - Fachada Sul R. Vieira da Cunha
 UHU 8 - Fachada Norte R. Moura	 UHU 9 - Fachada Oeste R. Moura	 UHU 10 - Fachada Leste R. Nice Rangel Soares
 UHU 11 - Fachada Oeste R. Domingos Martins	 UHU 12 - Fachada Oeste R. Domingos Martins	

Tabela 1. UHUs existentes no recorte amostral, demonstrando os tipos mais comuns de coberturas.

Fonte: Autores e Google Maps

3.3 ANÁLISE DOS SC POR SIMULAÇÃO TERMO ENERGÉTICA

Para análise foram adotados os procedimentos normativos de simulação da NBR 15575-5/2021 (ABNT, 2021) a fim de avaliar as cargas térmicas acumuladas por APPs, com base no modelo de referência proposto pela norma. Os parâmetros de abertura de janelas considerado foi de 50%, sem desconto dos caixilhos, e as cargas térmicas computam as cargas produzidas por todos os APPs da UHU ao longo do ano.

Serviu de modelo para o estudo a edificação apresentada como UHU 1 na Tabela 1, construída, possivelmente, entre 1930/40 com SC constituído por cobertura de telhas francesas (Figura 4 e 5). Esta UHU passou por reforma no início dos anos 2000 e atualmente possui TC, como apresentado na Tabela 1. Deste modelo foram consideradas as características geométricas e arquitetônicas, com exceção da veneziana 60x80 que ventilava a cobertura original, preferindo-se no estudo comparar os tipos

de cobertura que obtiveram maior ocorrência no levantamento das edificações residenciais atuais (Tabela 3). Desta forma foram definidos os modelos reais com cobertura de telhas cerâmicas (MC) e com TC (MT) a serem comparados. (Figuras 6 e 7).

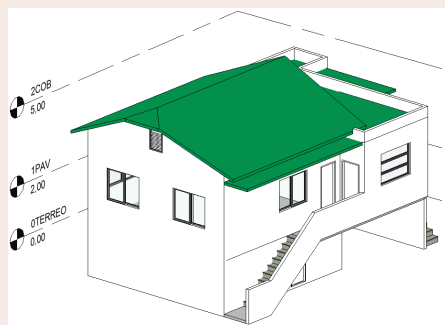


Figura 4. Modelo 3D original



Figura 5. Planta baixa original

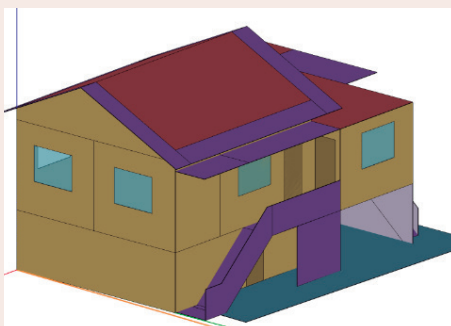


Figura 6. Modelo termo energético UHU - MC

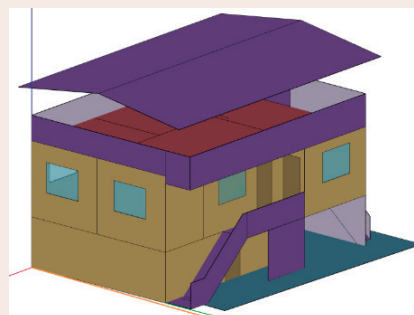


Figura 7. Modelo termo energético UHU - MT

MC corresponde ao modelo com telhas do tipo francesa, sobre laje de concreto armado, nas áreas de dormitórios e sala de estar; as áreas de serviço, sanitário, cozinha e sala de jantar, e depósitos possuem laje de concreto armado, sem cobertura de telhas. O MT, modelo com TC é composto por telhas trapezoidais de zinco, na mesma geometria executada na UHU cobrindo todos os APP da UHU.

O procedimento de simulação é realizado por modelagem em *SketchUp* e processamento *Energy+* utilizando o software *OpenStudio*, com utilização de arquivo epw de Alegre - ES (WMO Station 868280), e as informações de saída analisadas são *Zone Operative Temperature* e *DistrictCooling: Facility*; considera-se o período anual e a leitura horária de dados.

Como Castelo não possui arquivos climáticos, foram utilizados os dados da cidade de Alegre (WMO Station 868280), que apontam: 1.216h/ano com temperaturas de bulbo seco acima de 28,9°C; 3.315h/ano com temperaturas acima de 23,5°C; umidade relativa média abaixo de 70% apenas em 4 meses do ano; média de temperatura de vento superior a 27,9° C em todos os meses do ano; média mais alta de velocidade de ventos ocorre entre 15 h e 16 h alcançando 3,5 m/s, enquanto que, nos horários da madrugada, não ultrapassa 1m/s. Os ventos predominantes são de direção Norte e, a morfologia do território impõe-se como barreira para a ventilação natural.

Alegre e Castelo pertencem à mesma ZB, mesmo domínio morfológico, e possuem condições climáticas de umidade, temperaturas do ar e precipitação, indicados por dados do INCAPER, muito semelhantes (GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 1999).

A análise entre os modelos foi efetuada de forma comparativa sendo o MC referência para os dados de MT.

Foram analisados três ambientes: cozinha e sala de jantar (COZ), sala de estar (Sala) e quarto três (Q3), por serem ambientes de longa permanência e gerarem cargas térmicas relevantes para o período de verão. As características dos materiais utilizados para a simulação energética estão descritas na Tabela 2.

Elemento	Condutividade térmica W/(m.K)	Calor específico J/(kg.K)	Absortância à radiação solar (relação inteiro)	Emissividade de onda longa	Massa específica (kg/m ³)
Paredes	1,75	1.000,00	0,58	0,90	1.350,00
Pisos	1,75	1.000,00	0,25	0,90	2.200,00
Coberturas	Condutividade térmica W/(m.K)	Calor específico J/(kg.K)	Absortância à radiação solar	Emissividade de onda longa	Massa específica (kg/m ³)
MC					
Telhas cerâmica 10 mm de espessura	0,90	920,00	0,80	0,90	1.500,00
Laje 100 mm de espessura	1,75	1.000,00	0,80	0,90	2.200,00
MT					
Telhas metálica 6mm de espessura	55	460	0,25	0,25	7.800,00
Laje 100 mm de espessura	1,75	1.000,00	0,80	0,90	2.200,00
Composição MC e MT – Isolamento térmico de coberturas para ZB8					
Elemento	Resistência térmica (m ² .K)/W	Absortância à radiação solar	Emissividade de onda longa		
Isolamento Térmico	0,00	0,00	0,00		
Composição MC e MT – Elemento transparente					
Elemento	Fator solar	Transmitância térmica	Percentual		
Transparentes	0,87	5,70	12,83 (COZ); 14,28 (Sala) e 30,50 (Q3)		
Composição MC e MT – Percentual de aberturas para ventilação					
Elemento	Percentual de abertura para ventilação (Pv,app)				
Abertura de ventilação	50% da área de elementos transparentes por ambiente				

Tabela 2. Propriedades térmicas para modelos energéticos.

Fonte: NBR 15575-1 (2021a).

Para a simulação, MC e MT, consideram-se os valores horários anuais da TO máxima e mínima, nos ambientes analisados, por serem valores que mais importam às condições climáticas da estação verão e indicam as alterações de temperatura mínima na condição de inverno. Comparam-se os dados de carga térmica gerados pelas simulações de ambos os modelos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A compilação dos dados dos sistemas de cobertura das 11 ruas do bairro de Vila Isabel resultou na Tabela 3.

Logradouro	Tipo de Cobertura			
	UHU com cobertura de telhas visíveis sem ventilação de ático	UHU com coberturas de telhas visíveis, com ático ventilado por meio de aberturas	UHU com cobertura ventilada por meio de terraço capixaba.	UHU com laje de concreto
Av. Ministro Ararípe	2	0	3	0
R. Maria Ortiz	4	0	7	1
R. Vieira da Cunha	15	0	7	0
Pç. Mário Lima	1	0	1	0
R. Moura	15	4	14	1
R. Cel. João Freitas	10	1	11	2
R. Carlos Silva	10	1	6	1
R. Nice Rangel Soares	2	0	5	0
R. Domingos Martins	4	2	7	0
Travessa Pires Martins	1	0	4	0
R. Antônio Rangel	0	0	3	1
Total	64	8	68	6

Tabela 3. Compilação de dados de cobertura do recorte amostral

Os resultados destacados em vermelho demonstram o domínio das coberturas com telhas visíveis, de uma ou mais águas sem ventilação, e das coberturas do tipo TC, como os dois tipos de coberturas mais recorrentes no recorte amostral.

Os dados das simulações apresentaram significativa diferença quanto à TO (Tabela 4) e cargas térmicas (Figura 3).

Ambiente	COZ		Sala		Q3	
	TO máxima	TO mínima	TO máxima	TO mínima	TO máxima	TO mínima
MC	29,3°C	15,9°C	31,5°C	16,2°C	30,7°C	13,9°C
MT	27,7°C	15,8°C	28,8°C	15,5°C	28,9°C	13,7°C

Tabela 4. Resultados de TO simulados em MC e MT

Observa-se a redução da TO máxima em todos os ambientes do MT, quando comparados ao MC, com diferença entre 0,7°C a 2,73°C (Sala). Diferentemente, as TO mínimas apresentaram-se maiores no MT em relação ao MC, sendo muito próximas, ou um pouco mais baixas, variações que não ultrapassaram a 0,33°C. A exceção é o APP Sala, que apresentou redução da TO mínima de 0,72°C. A análise das TO mínimas deste mesmo ambiente indicou que ambientes com maiores áreas, com cobertura de telhas cerâmicas sem ventilação do ático, podem apresentar maiores reduções na TO mínima, quando substituídas por cobertura tipo TC. E que, de maneira geral, ocorre maior redução de TO máxima, que aumento de TO mínima, indicando melhor resposta para climas quentes, do que para regiões que precisam ganhar calor em períodos frios. Contudo, análise mais minuciosa dos horários em que ocorrem as alterações deve ser sobreposta a este resultado.

Destaca-se que, durante a análise, foi possível perceber que o APP Sala, que possui maior área de recobrimento com telha cerâmica, apresentou a maior TO máxima da UHU no modelo MC, mesmo sendo o APP COZ um ambiente inicialmente sem qualquer tipo de telhamento, apenas com cobertura em laje de concreto armado. Entretanto, para o MT o ambiente que apresentou a maior TO máxima foi Q3 (28,90°C), no qual a área correspondente às vedações verticais externas foi de 237,45% e as áreas de elementos transparentes foi de 30,50% da área do piso, as maiores porcentagens da UHU devido a área reduzida do APP (5,9m²). O que permite inferir que o TC apresenta-se como estratégia eficiente para redução da transferência de calor pela cobertura, podendo colaborar na redução do consumo de energia com uso de condicionamento artificial especialmente quando associado a outras estratégias como o bom dimensionamento de janelas e outras aberturas, haja vista a condição do APP COZ, o qual recebe sol oeste em grande área de paredes, e incide em movimento na laje, por meio do vão do peitoril durante à tarde. Este APP possui a maior quantidade de aberturas da UHU, favorecendo a ventilação cruzada com aberturas em boa posição para entrada de vento, desde o modelo MC, e a condição de temperatura foi melhorada com o TC. O resultado da associação dessas estratégias indica, que, do ponto de vista do desempenho térmico atual de edifícios brasileiros, o uso do edifício poderá ocorrer com menores exigências, quanto aos recursos naturais correlacionados à energia.

Desta forma, observa-se a versatilidade da tipologia TC, enquanto estratégia bioclimática, quando associado a outras estratégias passivas aplicáveis ao ambiente construído.

Quanto às cargas térmicas geradas, é expressiva a diferença entre MC e MT. As reduções de cargas térmicas para resfriamento aproximam-se de 50% nos meses mais

quentes do ano, exceção para o mês de março, em que o percentual de redução aproxima-se de 41%, considerando as cargas dos APP (Figura 3).

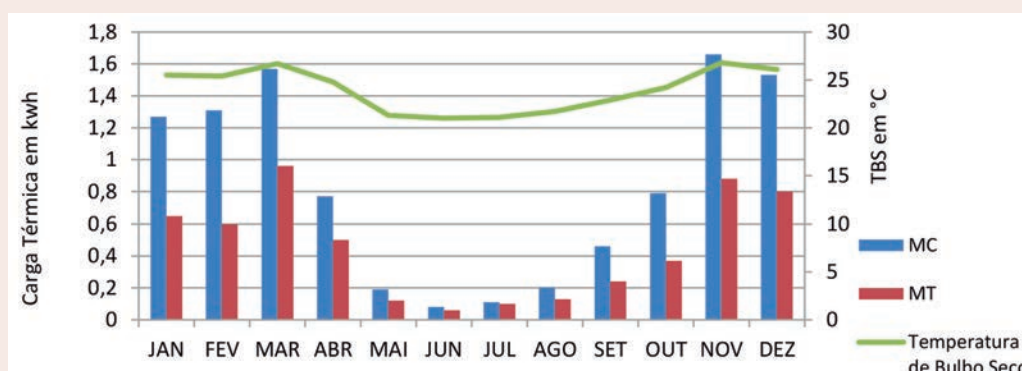


Figura 3. Comparativo de cargas térmicas mensais MC x MT

Deve-se destacar que, seguindo a prática corrente no recorte amostral, o TC foi simulado com telha de zinco sem camada de isolamento junto às telhas, ou junto ao piso da laje, e, mesmo assim, a redução das cargas térmicas nos APPs é significativa. Entretanto, não foram avaliadas as condições térmicas ao nível de piso do TC, que, a critério do usuário, pode assumir os mais diversos usos. E, considerando que existe a possibilidade de funcionamento com características similares as de um APP, este é um ponto que demanda outras investigações, especialmente nas regiões mais quentes, haja vista o fenômeno da radiação que ocorre por meio das telhas da cobertura, e a abertura das vedações verticais, permitindo troca constante de calor pelo ar, produzindo condição de grande similaridade entre ar interno e ar externo.

5. CONCLUSÕES

As análises comparativas permitem mensurar o que diversos autores, ao longo dos anos, preconizam sobre a utilização de coberturas ventiladas, semelhantes às do TC utilizadas no Espírito Santo. As análises comprovaram a efetiva melhoria ocasionada por este SC, tanto na redução de temperaturas operativas nos ambientes de longa permanência, quanto na redução de cargas térmicas (até 45%), mesmo em regiões desfavorecidas pela condição natural de ventos.

Todavia, são necessárias informações sobrepostas entre as reduções alcançadas e as horas de uso dos APPs para ratificar o potencial de economia de energia nas UHUs e sua utilização como incremento de estratégias mais sustentáveis no uso de edifícios. É preciso verificar se as reduções ocorrem enquanto os APPs estão individualmente ocupados, o que realmente representaria um resultado significativo para o desempenho de edifícios, economia de energia e sustentabilidade.

Esta análise permitiria obter resultados relativos ao nível de desempenho obtido com a utilização de TCs, e a repetição do método com as informações sobrepostas em outros estudos poderão apontar, ou não, a repetição de bons resultados, ou destacar questões críticas a serem tratadas.

Em relação às mudanças climáticas, é necessário investigar com outros estudos quais seriam os benefícios desta estratégia diante dos cenários futuros, de forma especial em regiões quentes e úmidas, devido a associação dos limites fisiológicos humanos, temperatura de bulbo úmido e a ventilação local, a fim de analisar se o TC poderia ser indicado como estratégia passiva para as austeridades climáticas futuras.

Outros estudos são necessários para verificar a viabilidade da utilização desta estratégia em zonas bioclimáticas mais frias. Para regiões frias e úmidas, em particular, é necessário investigar questões relativas à umidade e condição de ventos, haja vista a possibilidade de condensação sob as telhas durante o resfriamento dos elementos da cobertura, o que poderia reduzir a durabilidade dos componentes do sistema.

Além disso, os resultados obtidos com isolamento tanto da camada de telhas como da camada de piso do TC, deve ser considerado em outros estudos, para todos os climas brasileiros.

Também são necessários outros estudos sobre a geometria de beirais e disposição de suas aberturas laterais em relação à orientação e incidência solar; e verificar os resultados acústicos desse SC no ambiente construído.

Diante da abrangência desta tipologia de SC e da possibilidade de ocorrência de APPs nos TCs, novas investigações devem ser realizadas a fim de apoiar estudos sobre as necessidades qualitativas mínimas de desempenho de edificações com recintos em TC, ou especificamente destes recintos, uma vez que ambientes em TC são, por natureza, não herméticos, e estão inseridos entre camadas do SC das envoltórias atualmente consideradas nas análises de desempenho térmico.

Faz-se necessário investigar a possibilidade de um dilema entre desempenho e conforto térmicos, quando da utilização por tempo prolongado dos recintos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ab'Sáber, A. (2003) Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. 7ª edição. São Paulo: Ateliê Editorial.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2005). NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, ABNT.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2021). NBR 15575-1: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais - SV-VIE. Rio de Janeiro, ABNT.

ALJEUS, A.; HASSE, G.; KOGURE, L. (2016). O terraço inteligente - Uma invenção popular boa para nosso clima. Disponível em <<http://www.morrodomoreno.com.br/>

site_2016/materias/o-terraco-inteligente-uma-invencao-popular-boa-para-nosso-clima.html>

VAN DEN BROM, P. (2020) Energy in dwelling: A comparison between theory and practice. Rotterdam: Architecture and the Built Environment.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (2016). Nota Técnica 13/15: Demanda de energia: 2050. Rio de Janeiro: EPE.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (2020). Balanço Energético Nacional 2020: Ano base 2019. Rio de Janeiro: EPE, 2020. Disponível em <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-528/BEN2020_sp.pdf>.

CASAGRANDE, A. D.; BARBIEIRO, M. H. M. (2012). Castelo: Da pré-história ao início do século XX. 2ª edição. Castelo: Gráfica Impresso.

ESPÍRITO SANTO (Estado). (1999). Clima dos Municípios. Incaper - Coordenação de Meteorologia. A. F. CERQUEIRA, H. N. FEITOZA, L. R. FEITOZA e W. R. LOSS. Disponível em: <<https://meteorologia.incaper.es.gov.br/clima-dos-municipios>>.

NOBRE, C. A.; SOARES, W.; QUEIROZ, M. (2020). Notas de aula da disciplina mudanças climáticas (PMAB 5093). Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Vitória. UFES.

RAMOS, J. AIRES, L. (2020). The effect of a naturally ventilated roof on the thermal behaviour of a building under mediterranean summer conditions. Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, 2020: 508-519.

SIGNORELLI, C. (1990). Terraço Capixaba: Novo componente da arquitetura tropical. Vitória: UFES. p. 99. Trabalho de conclusão de curso de arquitetura e urbanismo - UFES.

VIEIRA, José Eugênio. (2004). Castello: Origem, emancipação e desenvolvimento - 1702 a 2004. 1ª edição. Augustinho Pereira do Nascimento.

WASSOUF, M. (2014) Da casa passiva à Norma Passivhaus: A arquitetura passiva em climas quentes. 1ª edição. Barcelona; Gustavo Gili.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

ARTIGO

AMBIENTES UNIVERSITÁRIOS EFICIENTES: ESTUDO DO IMPACTO ENERGÉTICO- ECONÔMICO DA IMPLEMENTAÇÃO DE BRISES-SOLEIS NO EDIFÍCIO JORGE MACHADO MOREIRA

TORRES, Thiago
(thiagotorres@ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ / FAU / UFRJ), Brasil

BRASILEIRO, Alice
(alicebrasileiro@ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasil

SILVOSO, Marcos Martinez
(silvoso@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ / FAU / UFRJ), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Eficiência Energética, Brise-Soleil, Conforto Higrotérmico, Edifício Jorge Machado Moreira

RESUMO

A requalificação dos espaços edificados, visando também o conforto higrotérmico e um gasto energético eficiente, possui grande destaque nas atuais discussões acerca da mitigação dos impactos ambientais. Nesse contexto, a reformulação dos aspectos físicos e materiais da envoltória possuem relevância para a otimização do desempenho termo-energético. Este artigo, assim sendo, apresenta o estudo de uma sala de aula do Edifício JMM/FAU/UFRJ, localizado na Cidade Universitária no Rio de Janeiro. Vale salientar que o conforto térmico é um aspecto essencial para a melhoria do espaço pedagógico, uma vez que a manutenção da situação de conforto coopera para um melhor rendimento dos discentes. A pesquisa desenvolvida verificou o impacto ocasionado pela implementação do sistema de proteção solar originalmente proposto para a fachada noroeste - porém nunca executado, bem como definir em quanto tempo a incorporação deste sistema é pago a partir da economia gerada pela diminuição da carga térmica no ambiente. O estudo foi realizado em três etapas: caracterização do estudo de caso; realização de simulações com o software DesignBuilder em dois cenários, com e sem brise, para quantificar a carga térmica e horas de conforto/desconforto em cada contexto; por fim, cálculo do custo financeiro do consumo energético de cada cenário de modo a definir o "Payback" da proposta. A partir das análises foi possível constatar que a implantação dos brises gerou um aumento das horas de conforto, conseqüentemente influenciando na diminuição do consumo de ar-condicionado, gerando economia no consumo energético da sala de aula. Apesar de a simulação realizada ratificar o entendimento científico de que os edifícios localizados no Rio de Janeiro, em algum período do ano, demandam sistemas ativos de refrigeração para o conforto higrotérmico, também foi possível constatar que, com o projeto adequado, é possível ampliar o número de horas em conforto atendidas exclusivamente pelos sistemas passivos.

1. INTRODUÇÃO

A temática ambiental tem, cada vez mais, incentivado discussões acerca do futuro do planeta como as Conferências da Organização das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente – a partir de 1972, as Convenções do Clima e a Agenda 21 internacional – a partir de 1992; e, no âmbito nacional, a Agenda 21 Brasileira – a partir de 1996 e a Agenda Ambiental da Administração Pública (A3P) – a partir de 1999. Este último, em especial, se apresenta como um projeto lançado pelo Ministério do Meio Ambiente a fim de estimular práticas socioambientais na gestão dos órgãos públicos que minimizaria – ou eliminaria – o desperdício de recursos naturais além do uso racional e eficiente dos bens públicos (BRASIL, 2017), adequando o comportamento do consumo do Governo seguindo os ideais da Agenda Ambiental Nacional. Entendendo que vivemos num período econômico conturbado para o sistema público federal, principalmente para as Instituições de Ensino Superior – quando parte dos repasses de verbas para investimento e custeio são contingenciados – toda e qualquer ação sustentável que gere economia é de suma importância.

Apesar do incentivo a essa economia, é percebido que inúmeros ambientes públicos dotam de condicionadores de ar para climatizar e iluminação artificial para proporcionar o conforto e bem-estar para os usuários. Entendem-se que esses dispositivos auxiliam na viabilização do conforto para os usuários. Contudo, dados do Balanço Energético Nacional (EPE, 2020), o consumo de energia elétrica por edificações públicas refere-se a 8,5%; valor numérico relativamente baixo quando comparado com o setor industrial que consome cerca de 36% da energia elétrica produzida no país. Isto, porém, refere-se a uma alta despesa com relação ao gasto com energia elétrica. A adoção de novas estratégias que possam associar o aproveitamento da iluminação e ventilação natural aos dispositivos eficazes de iluminação artificial e sistemas eficazes de ar-condicionado podem ajudar a reverter essa situação que promove um gasto excessivo de energia no país. É importante salientar que, ao aderir a essas novas estratégias, as edificações públicas federais, por força de Instrução Normativa (BRASIL, 2014) devem atingir nível de eficiência energética “A” (BRASIL, 2013) nos sistemas de iluminação artificial, bem como o de condicionamento de ar, além de não poder ter rebaixado o nível de eficiência da própria envoltória.

O uso racional e eficiente da energia elétrica em aparelhos e edificações ajudam a retardar novos impactos ambientais, uma vez que um alto consumo energético exige uma expansão da oferta, ocasionando alguma perda para o meio ambiente. Além disso, também por meio da eficiência, existe também um retorno financeiro com a economia de energia. No âmbito da administração pública, a temática da eficiência energética aparece fortemente nas Instituições de Ensino Superior, seja sobre o meio acadêmico, formando profissionais mais qualificados a disseminar boas práticas, seja sobre a gestão operacional da instituição, incorporando princípios e condutas de sustentabilidade que poderão servir de modelo para a sociedade (TAUCHEN e BRANDLI, 2006).

Nessas instituições, para a formação de futuros profissionais mais bem capacitados, é necessária a criação de um espaço confortável de sala de aula para que se contribua num melhor rendimento dos discentes. Influenciam no conforto dos

alunos os aspectos físicos do ambiente, desde iluminação, cores, até temperatura; sendo a climatização dos espaços pedagógicos um aspecto importante para a melhoria da aprendizagem na manutenção dos indivíduos em situação de conforto higrotérmico. A literatura clássica discute conforto higrotérmico através de um balanceamento equilibrado em que organismos geram e perdem energia influenciados pelo meio em que vivem (OLGYAY, 1998; RIVERO, 1985). No âmbito mais técnico, a American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) define conforto térmico como “[...] condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico [...]” (ASHRAE, 2013, p. 5); a NBR 16401-2 (ABNT, 2008) define como “[...] o estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico e a temperatura do corpo como um todo [...]”. Percebe-se então que esse simples balanceamento pode satisfazer o conforto do usuário.

Por outro lado, para a gestão operacional nas Instituições de Ensino Superior, essas detêm o poder de sistematizar programas que visem uma conscientização maior dos usuários ou mesmo incorporando práticas sustentáveis. Tendo como exemplo a mais antiga instituição de ensino superior - a Universidade Federal do Rio de Janeiro - pode-se destacar um programa de conscientização como o “Essa conta é de todos” que visava o incentivo ao uso racional da energia elétrica dentro dos ambientes universitários (UFRJ, 2017). Foram veiculadas mensagens aos usuários dos edifícios para que adaptassem seu modo de viver, visando um uso mais racional e com menos desperdício dentro dos campi universitários. Já um exemplo de práticas sustentáveis pela gestão operacional da UFRJ pode ser visto pela substituição das lâmpadas fluorescentes para as de LED. A UFRJ iniciou o projeto pelas áreas comuns do Centro de Tecnologia, como também em outros centros. Além de reduzir o consumo energético e, conseqüentemente o gasto com eletricidade, houve também uma redução nos gastos com manutenção e trocas de lâmpadas. De forma preliminar, foram divulgados breves resultados como a redução de 59% da potência instalada e com os gastos a ela atribuídos (FUNDO VERDE, 2018).

2. OBJETIVO

Esta pesquisa tem o objetivo de verificar a quantidade de horas de conforto que a implantação de um sistema de brises-soleis - originalmente proposto pelo arquiteto criador - consegue gerar em uma sala de aula voltada para a fachada noroeste no Edifício Jorge Machado Moreira - ícone carioca do Movimento Moderno. Além disso, um objetivo secundário visa descobrir em quanto tempo a incorporação desse sistema é paga por meio da economia de energia gerada pela diminuição da carga térmica no ambiente.

3. MÉTODO

A metodologia traçada para a elaboração dessa pesquisa se dividiu em 3 etapas: primeiramente a caracterização do estudo de caso, seguido do dimensionamento da carga térmica e horas de conforto e, por fim, o cálculo de custo energético e payback.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O estudo se debruçou sobre uma sala de aula do bloco A do edifício Jorge Machado Moreira (Figura 1). Construído no final da década de 1950 e ocupado em 1961, o arquiteto concebe um novo exemplar da Arquitetura Carioca Moderna para abrigar a futura sede da Faculdade Nacional de Arquitetura da então Universidade do Brasil que, além de ser premiado na IV Bienal de São Paulo, seguia o racionalismo construtivo, destacando sua forma de projetar por meio da modulação e padronização dos elementos.

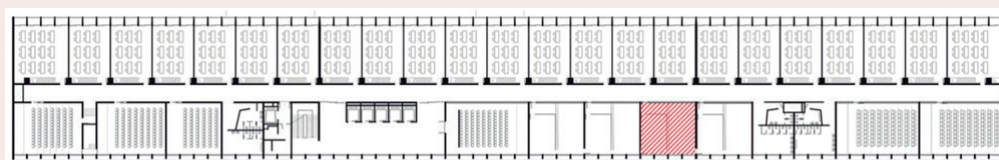


Figura 1. Planta Baixa do pavimento tipo do bloco A do Edifício JMM. Sala analisada destacada em vermelho.

Por se tratar de uma obra Moderna, a modulação acontece na totalidade do objeto e, por isso, o estudo decide focar em um exemplo de sala voltada para a fachada noroeste. A modulação contribuiu para que os ambientes fossem providos de espaços amplos, com grandes panos de vidros – que favoreceriam a iluminação – sendo também dotados de ventilação cruzada, que auxiliaria no conforto higrotérmico do ambiente. Além do pé-direito de 4m, a sala em questão possui dimensões de 9m por 9,60m, sendo esta última a dimensão da parede voltada para o exterior. A envoltória dessa sala contém, aproximadamente, 38m² de área, sendo mais de 50% formados por elemento translucido das janelas. Por conta disso, essa fachada foi projetada para receber brises móveis mesclados entre parte horizontal e parte vertical. Além da forma dos brises, as cores e os materiais foram definidos em um estudo (SÁ, 1951) feito pelo engenheiro Paulo Accioly Sá, a pedido do departamento de obras públicas brasileiro - responsável pela construção da Cidade Universitária - que requisitava alguns ensaios técnicos que fornecessem dados e parâmetros a fim de proporcionar a melhor implantação e construção das edificações no, então, futuro terreno. A partir desse conteúdo, o responsável técnico pela construção da Cidade Universitária – o arquiteto Jorge Machado Moreira – se utiliza desses dados para melhor detalhar os novos espaços da sede da FNA, atualmente chamado edifício JMM.

3.2 DIMENSIONAMENTO DA CARGA TÉRMICA E HORAS DE CONFORTO

Por definição, carga térmica pode ser entendida como a porção de calor retirado - ou colocado - em um espaço para que sejam propiciadas condições desejadas de temperatura e umidade (CORBELLA e YANNAS, 2009). Para melhor entendimento, foi necessário calcular a carga térmica incidida no ambiente.

Cabe lembrar que, de acordo com a NBR 16401-1 (ABNT, 2008), existe a indicação da necessidade de se calcular a carga térmica via software de computador.

Para isso foi criada a edificação e destacado o objeto de estudo (Figura 2a), juntamente com os dois cenários para investigação usando o software DesignBuilder (v6.1.8.021) – software que avalia energeticamente as variáveis compostas de uma edificação. No primeiro cenário (Figura 2b), foi modelada a sala de aula nos moldes atuais – não contendo nenhum tipo de proteção à insolação que incide sobre a fachada noroeste. No segundo cenário (Figura 2c) a modelagem da mesma sala teve o acréscimo de brises, tais quais aqueles projetados originalmente pelo arquiteto criador. Cabe salientar que, por se tratar de um estudo de simulação, certos detalhes construtivos precisam ser padronizados para a simplificação do modelo.

Em paralelo à simulação dos dois cenários, houve uma outra simulação para designar numericamente quantas horas de conforto e desconforto o ambiente comporta para cada situação. Foi necessário que o software simulasse um período de um ano para que, a partir desse dado levantado, fossem indicadas as horas de desconforto de ambos os ambientes durante o período de funcionamento da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

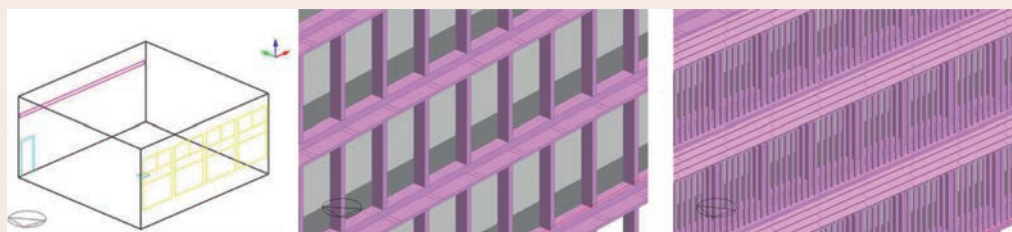


Figura 2a, 2b, 2c. Modelo do ambiente analisado e Comparativo entre o cenário 1 (sem brise) e o cenário 2 (com brise).

A determinação do horário de funcionamento foi considerada para que, posteriormente, fossem apenas aceitas as respectivas horas de conforto e desconforto durante o período em questão. Para o horário de uso foi definido 10 horas diárias, iniciando a partir de 8h e finalizando às 18h, durante todo o mês, e por 10 meses por ano (março a dezembro). A definição desse horário também é julgada importante para a abordagem dos valores a serem considerados para a tarifa energética.

3.3 CONSUMO ENERGÉTICO

Por fim, entendendo a quantidade de carga térmica exigida para manter o ambiente confortável nas horas de desconforto, foi analisado o custo energético do consumo de ar-condicionado durante o período de um ano (ano base 2018¹). Para isso foram analisadas as contas de energia elétrica do ano de 2018 a fim de se estabelecer o valor nominal do custo de energia de cada mês. Ao fim do estudo foram analisados e comparados os custos, tanto da implantação dos brises – baseados nas informações originais – quanto no consumo eficiente de ar-condicionado para os ambientes nos horários críticos – horários de desconforto.

1 Relatórios mais recentes disponibilizados pela Administração Central da UFRJ.

3.4 INVESTIGAÇÃO

Utilizando o software DesignBuilder, foi modelado integralmente o edifício JMM conforme a construção encontra-se nos dias de hoje. Todos os atributos dos materiais e seus componentes foram devidamente inseridos. Para cada ambiente interno foi atribuído uma zona térmica e especificado uma sala de aula como objeto de estudo, nesse caso a sala 420. Apesar de especificar apenas uma sala de aula, foi necessário incluir também os mesmos parâmetros para as demais salas no software pois no cálculo existe a interferência de uma zona para com a outra. O mesmo arquivo com o modelo construído foi base para um outro arquivo similar, em que houve a inserção dos brises instalados na fachada noroeste.

Após a modelagem, foi feita a simulação para designação da carga térmica do ambiente para ambos os cenários, seguindo a metodologia especificada pela a NBR 16401-1 (ABNT, 2008). O cálculo foi realizado utilizando-se o arquivo climático EPW (EnergyPlus Weather File) para a cidade do Rio de Janeiro com registros do aeroporto Antônio Carlos Jobim - Galeão. A base de cálculo analisou um período de um ano - janeiro a dezembro - registrando o maior valor de carga térmica incidida no ambiente. Nesse caso vale utilizar a referência anual para que se determine o valor máximo de carga térmica. Os valores, expressos em kJ/h, foram convertidos posteriormente para a unidade BTU - *British Thermal Unit* para melhor compreensão (Tabela 01).

<i>Cenários</i>	<i>Carga Térmica (kJ/h)</i>	<i>BTU</i>
Cenário 1 - sem brise	58.140	55.106
Cenário 2 - com brise	47.628	45.142

Tabela 1. Comparativo de Carga térmica e BTU.

Comparando-se os dois cenários é possível constatar que houve uma queda substancial da carga térmica - 9.964 BTU em valores absolutos, representando uma diminuição de 18,08%. Tais dados se refletem, por consequência, na diminuição de BTUs necessários para o resfriamento do ambiente, a fim de gerar conforto para o usuário.

Posteriormente foram pesquisados os modelos de condicionadores de ar existentes no mercado que pudessem atender aos resultados obtidos para o equilíbrio da carga térmica. Vale salientar que o sistema adotado para o estudo foi de modelo "split" uma vez que a Instituição adota este sistema atualmente em suas instalações. Entende-se também que existem inúmeros sistemas mais eficazes - porém com alto investimento inicial comparados ao sistema escolhido - o que poderia tornar inviável a sua implementação devido às baixas verbas que as instituições públicas federais atualmente recebem. Nesse sentido foi optado pela marca Elgin com nível de eficiência energética "A" (BRASIL, 2013) para ambos os cenários. Para o cenário 1 - sem brise - optou-se por utilizar 2 equipamentos de 30.000 BTUs cada e para o cenário 2 - com brise - adotou-se 2 equipamentos de 24.000 BTUs cada. Na tabela 02 é apresentado um comparativo entre as características de cada modelo.

<i>Cenário</i>	<i>Modelo</i>	<i>BTU (cada)</i>	<i>BTU total</i>	<i>Potência Elétrica</i>	<i>Classificação Procel</i>
1 – sem brise	Eco Power	30.000	60.000	2.576W	A
2 – com brise	Eco Power	24.000	48.000	2.033W	A

Tabela 2. Comparativo de equipamentos de Ar-Condicionado para cada cenário.

Paralelamente, para gerar resultados que determinassem as horas de conforto e desconforto no ambiente, cada cenário foi simulado também utilizando o arquivo climático EPW (EnergyPlus Weather File) para a cidade do Rio de Janeiro, com registros do aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim - GALEÃO. Nessa simulação foram contabilizadas e utilizadas, dentre todas as temperaturas possíveis de obtenção, principalmente as temperaturas operativas – temperatura dentro dos ambientes – e as temperaturas externas ao ambiente, dentre as 8760 horas do ano.

Para melhor entendimento de um estado confortável, é preciso entender que um corpo humano, em condições de repouso, consegue suportar temperaturas distintas àquelas registradas no ambiente externo gerando, com isso, índices adaptativos que variam entre regiões e localidades específicas (PEREIRA e ASSIS, 2010). Também segundo as autoras, as medições em ambientes internos de edificações não climatizadas podem ser ampliadas a fim de se encontrar tanto a temperatura neutra como a faixa aceitável para conforto.

Sendo assim, antes de garantir a temperatura neutra para cada hora, foi necessário tabelar todas as horas operativas dentro de um arquivo Excel® (Tabela 3 e 4). Conforme fora explicitado, o funcionamento do ambiente acontece em horários e dias letivos que diminuem a quantidade de horas operativas do ambiente, reduzindo de 8760 para 3360 horas. Após essa tabulação, cada temperatura operativa por faixa de hora foi transformada em uma temperatura neutra – seguindo as conclusões definidas por Pereira e Assis (2010). Na sequência, ainda seguindo as conclusões das autoras, foi realizada uma nova equação a fim de determinar a amplitude para conforto de cada hora. Após essa determinação, foram tabuladas e somadas essas horas de conforto de cada dia a fim de quantificar o total geral para cada momento.

A partir desses dados, foi necessário separá-los mês a mês para que se pudesse calcular o consumo energético pelo acionamento do ar-condicionado para as horas de desconforto. O consumo energético de cada mês foi quantificado em valores monetários para os dois cenários: o uso do ar-condicionado nos ambientes com e sem brises. Cabe lembrar que existem custos diferentes para a tarifação a depender do horário: o período de Ponta, entre 17h30min e 20h30min, quando há um alto consumo energético e por isso o valor da taxa pode custar o triplo da tarifação normal; e o período de Fora Ponta, que compreende o restante das horas citadas. Entendendo que o horário de funcionamento da unidade é até as 18h e, conseqüentemente, para períodos de utilização de energia elétrica nos últimos 30 minutos a tarifação seria de Ponta, foi desconsiderada essa diferenciação a fim de facilitar os cálculos. Sendo assim, todo o consumo mensal foi especificado pela tarifação Fora Ponta.

Por fim, externamente ao uso do programa de simulação, foi necessário realizar um orçamento com empresas fornecedoras de proteções contra insolação a fim

de determinar um preço médio para a instalação dos brises. Para a cotação foi detalhada a especificação dos brises que melhor representassem o original proposto pelo arquiteto criador. Incorporando as tecnologias atuais nas especificações que datam mais de 60 anos, a solução mais indicada foi o modelo Brise Asa de Avião 350 mm da marca Refax, com acionamento manual e instalação das aletas conjugando horizontal e vertical entre os módulos. Esse módulo é definido pelo espaçamento do intercolúnio que acontece nos pavimentos tipos. A aquisição e o valor da mão-de-obra resultaram num montante de R\$ 600,00 o m².

4. RESULTADOS

Após esse período de sistematização dos dados na fase de investigação, foi possível mensurar cada cenário e compará-los a fim de gerar quadros que expusessem as diferenças entre eles. Para melhor percepção, foram realizados dois gráficos para cada situação: o primeiro expõe a quantidade total de horas de conforto e desconforto no universo de funcionamento da sala de aula (Gráfico 1a), enquanto o segundo gráfico explicita essas mesmas horas para cada mês letivo (Gráfico 1b). O mesmo procedimento foi realizado para a segunda situação (Gráfico 2a e 2b).

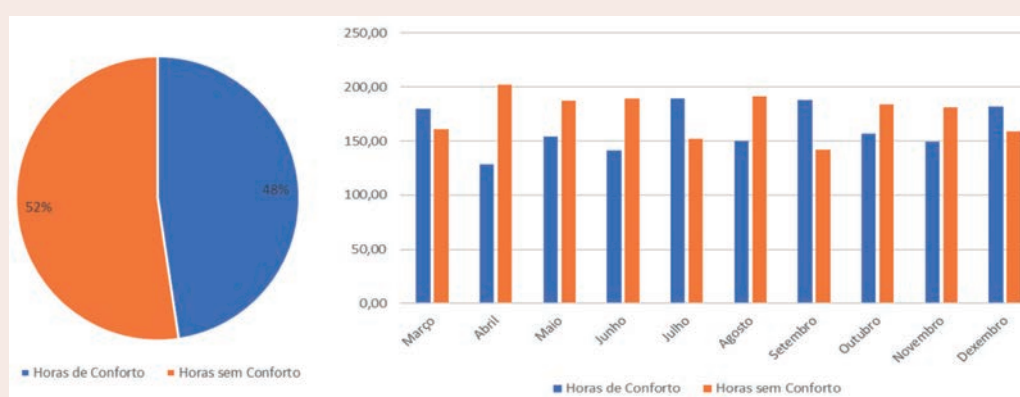


Gráfico 1a e 1b. Gráfico de horas de conforto e desconforto - Cenário 1 (Sem Brise)

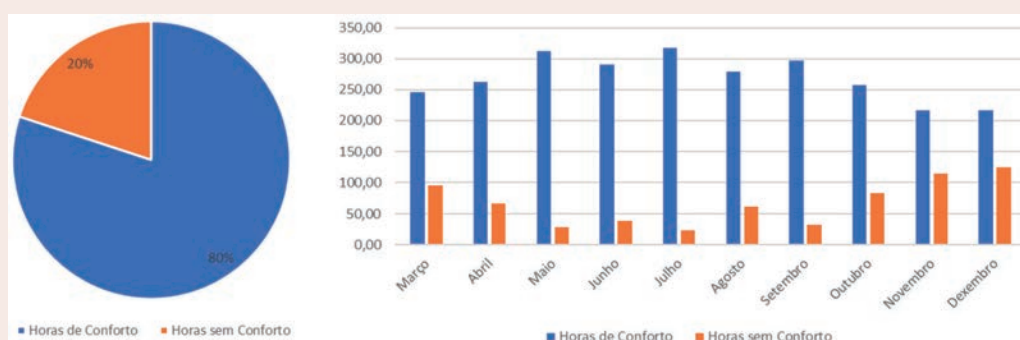


Gráfico 2a e 2b. Gráfico de horas de conforto e desconforto - Cenário 2 (Com Brise)

Diante do exposto, pode-se perceber que a presença dos brises melhoram em mais de 30% na quantidade de horas de conforto no conjunto total das horas de funcio-

namento. A melhora é bastante significativa nos meses entre maio e setembro. Essa melhora é refletida no consumo mensal de energia elétrica.

Mês	Potência Instalada (Ar-Condicionado)	Horas de Desconforto	Consumo Total	Tarifa/kWh (2018)	Custo Total
Março	5,152 kWh	161,00	829,472 kWh	R\$ 0,35	R\$ 290,32
Abril	5,152 kWh	202,00	1040,704 kWh	R\$ 0,38	R\$ 395,47
Maio	5,152 kWh	187,00	963,424 kWh	R\$ 0,38	R\$ 366,10
Junho	5,152 kWh	189,00	973,728 kWh	R\$ 0,43	R\$ 418,70
Julho	5,152 kWh	152,00	783,104 kWh	R\$ 0,45	R\$ 352,40
Agosto	5,152 kWh	191,00	984,032 kWh	R\$ 0,43	R\$ 423,13
Setembro	5,152 kWh	142,00	731,584 kWh	R\$ 0,44	R\$ 321,90
Outubro	5,152 kWh	215,00	1107,68 kWh	R\$ 0,43	R\$ 476,30
Novembro	5,152 kWh	181,00	932,512 kWh	R\$ 0,41	R\$ 382,33
Dezembro	5,152 kWh	159,00	819,168 kWh	R\$ 0,38	R\$ 311,28
TOTAL		1779,00	9165,408 kWh		R\$ 3.737,93

Tabela 3. Tabela de Consumo energético e custo total mensal – Cenário 1 (Sem Brise)

Mês	Potência Instalada (Ar-Condicionado)	Horas de Desconforto	Consumo Total	Tarifa/kWh (2018)	Custo Total
Março	4,066 kWh	95,00	386,27 kWh	R\$ 0,35	R\$ 135,19
Abril	4,066 kWh	67,00	272,422 kWh	R\$ 0,38	R\$ 103,52
Maio	4,066 kWh	29,00	117,914 kWh	R\$ 0,38	R\$ 44,81
Junho	4,066 kWh	39,00	158,574 kWh	R\$ 0,43	R\$ 68,19
Julho	4,066 kWh	23,00	93,518 kWh	R\$ 0,45	R\$ 42,08
Agosto	4,066 kWh	62,00	252,092 kWh	R\$ 0,43	R\$ 108,40
Setembro	4,066 kWh	33,00	134,178 kWh	R\$ 0,44	R\$ 59,04
Outubro	4,066 kWh	84,00	341,544 kWh	R\$ 0,43	R\$ 146,86
Novembro	4,066 kWh	114,00	463,524 kWh	R\$ 0,41	R\$ 190,04
Dezembro	4,066 kWh	125,00	508,25 kWh	R\$ 0,38	R\$ 193,14
TOTAL		671,00	2728,286 kWh		R\$ 1.091,27

Tabela 4. Tabela de Consumo energético e custo total mensal – Cenário 2 (Com Brise)

O consumo energético também explicita que haveria uma redução de 70% na quantidade total de kWh gasta para manter o ambiente confortável para os usuários. Essa redução permitiria uma economia de mais de R\$ 2.646,00 por ambiente/ano.

A partir desse dado, consegue-se criar uma comparação para a mesma sala, indicando os custos iniciais para a incorporação dos condicionadores de ar tanto para o cenário 1 quanto para o cenário 2, bem como a incorporação dos brises para o cenário 2. Assim sendo, aos valores do primeiro ano para cada cenário estão incorporados esses custos iniciais bem como o consumo energético gasto para cada ambiente. Ainda nesse primeiro ano de simulação, foram utilizados os valores re-

ferentes a tarifas do ano de 2018 da conta de energia. Para os anos seguintes, foi indexado ao valor tarifário original de ano base 2018 – a taxa de aumento de 10% ao ano (ILUMINA, 2017) referente à média de aumento do custo de energia elétrica ao ano entre os anos de 1995 e 2015, de modo que o custo energético não se apresente estagnado e, por sua vez, influencie o estudo.

Cenários	Custo Inicial Total	1 Ano	2 Anos	3 Anos	7 Anos	11 Anos
1 – Sem brise	R\$ 9.244,44	R\$ 12.982,37	R\$ 17.094,09	R\$ 21.616,99	R\$ 44.706,82	R\$ 78.512,65
2 – Com brise	R\$ 31.784,16	R\$ 32.875,43	R\$ 34.075,83	R\$ 35.396,27	R\$ 42.137,23	R\$ 52.006,67
Diferença	R\$ 22.539,72	R\$ 19.893,06	R\$ 16.981,74	R\$ 13.779,28	-R\$ 2.569,59	-R\$ 26.505,98

Tabela 5. Payback do sistema de Brises

Como é possível perceber na tabela 5, o consumo energético diminuiu mais de R\$ 2.600,00, considerando a aquisição dos aparelhos de ar-condicionado e o investimento nos brises. O cálculo de payback mostra que em menos de 7 anos de investimento o valor do consumo acaba compensando, gerando economia para a instituição a ponto de, após 11 anos, o próprio investimento ter sido pago pelo retorno financeiro.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O entendimento acerca da implantação de brises em uma edificação moderna que sedia a administração central da mais antiga universidade pública do país perpassa desde parâmetros históricos, que se referem à leitura de um patrimônio tombado, até vieses econômicos que podem referir-se ao volume de investimento público repassados para a Educação. Diante do pouco repasse dessas verbas federais para instituições de ensino superior, há de se entender que um investimento – quando bem planejado e implantado – tem grandes chances de gerar economia futura que poderá ser reinvestida na própria instituição.

Considerando 11 anos para a compensação pela implantação de um programa de redução de consumo de energia, é possível que esse payback consiga ser viável em datas ainda mais próximas às atuais devido aos constantes aumentos sofridos pela tarifação de energia. Cabe lembrar que todo o estudo foi realizado considerando apenas uma sala de aula dentre um universo de 66 ambientes que se voltam para a fachada noroeste e que possuem características específicas, principalmente em relação à dimensão da envoltória para esses ambientes.

A pesquisa, aqui exposta, apresenta mais do que tabelas com números e comparativos de valores; ela apresenta uma discussão sobre a realidade educacional vivenciada atualmente. Em tese, a implantação dos brises pode gerar discussões tanto econômicas, pela eficiência energética, quanto históricas, por meio da leitura de edifícios tombados. Essas colocações também são de suma importância, porém, há de levar em consideração que a eficiência de ambientes educacionais é

prover educação de qualidade, priorizando efetivamente sua estrutura física, a fim de criar ambientes propícios e confortáveis para os estudantes.

Por fim, cabe ressaltar que o estudo pode mostrar que um bom investimento a longo prazo pode gerar não apenas a implantação de sistema de proteção solar e consequentemente o aumento das horas de conforto e a redução do uso de condicionadores de ar, como também no foco de metas ambientais na redução de consumo energético por instituições públicas federais. Redução de consumo implica em economia que resulta em investimento. O ciclo da sustentabilidade se mantém ativado e impulsionando novos estudos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Society Of Heating, Refrigerating And Air Conditioning Engineers (ASHRAE). (2013) ANSI/ASHRAE Standard 55-2010: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Disponível em: <http://arco-hvac.ir/wp-content/uploads/2015/11/ASHRAE-55-2010.pdf>

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2008) ABNT NBR 16401-1: Instalações de ar-condicionado: sistemas centrais e unitários: Parte 1: projetos das instalações. Rio de Janeiro: ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1983) ABNT NBR 5858: Condicionador de ar doméstico. Rio de Janeiro: ABNT.

Brasil. (2013). Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas. Brasília.

Brasil. (2014). Ministério do Orçamento, Planejamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. Instrução Normativa N° 2. Brasília.

Brasil. (2017). MMA - Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. A3P - Agenda Ambiental na Administração Pública. 5 Edição. Brasília. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p/>

Corbella, O; Yannas, S. (2009). Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental. Rio de Janeiro: Revan.

EPE. (2020). Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2020: Ano base 2019. Rio de Janeiro

Fundo Verde. (2018). Instalação de lâmpadas LED nas áreas comuns do CT, UFRJ. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://fundoverde.ufrj.br/index.php/pt/projetos/projetos-fundo-verde/energia/instalacao-de-lampadas-led-nas-areas-comuns-do-ct>.

ILUMINA. (2017). Instituto de Desenvolvimento Estratégico do Setor Elétrico. A quem interessar possa - Estudo. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.ilumina.org.br/a-quem-interessar-possa-estudo/>.

Olgay, V. (1998). *Arquitectura y Clima: Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas*. Barcelona: Gustavo Gili.

Pereira, I. M.; Assis, E. S. (2010). Avaliação de modelos de índices adaptativos para uso no projeto arquitetônico bioclimático. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 31-51

Rivero, R. (1985). *Arquitetura e Clima: acondicionamento térmico natural*. Porto Alegre: D.C. Luzzatto.

Tauchen, J.; Brandli, L. L. (2006). A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. *Gestão & Produção*, São Carlos, v.13, n.3, p.503-515

UFRJ. (2017). *Essa Conta é de Todos*, Rio de Janeiro. Disponível em <https://ufrj.br/portal-antigo/essa-conta-e-de-todos/>.

Sá, P. A. (1951). *Estudos de Iluminamento Natural para a Cidade Universitária da Universidade do Brasil*. Instituto Nacional de Tecnologia. Rio de Janeiro.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

ARTIGO

ANÁLISE DE COMPORTAMENTO TÉRMICO DE MORADIA PRECÁRIA REVESTIDA COM EMBALAGENS TETRAPAK®

SEBBEN, Thaíse

(thaisesebben@gmail.com)

Faculdade Meridional (IMED), Brasil

SILVA, Thaísa Leal da

(thaisa.silva@imed.edu.br)

Faculdade Meridional (IMED), Brasil

CUNHA, Eduardo Grala da

(eduardogralacunha@yahoo.com.br)

Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Desempenho Térmico, Moradia Precária, TetraPak®, Sensores Data Logger.

RESUMO

Atualmente, a construção de moradias provisórias em condições construtivas precárias tem surgido como uma das consequências relacionadas às crises socioeconômicas de países em desenvolvimento como o Brasil por exemplo, e a falta de recursos financeiros para adquirir uma habitação regular é uma realidade. O objetivo deste trabalho é verificar o desempenho térmico de uma moradia provisória construída com materiais de reaproveitamento que utiliza as embalagens TetraPak® como revestimento interno da estrutura, técnica aplicada pelo Projeto Brasil Sem Frestas, no município de Passo Fundo - RS. Para isso, foram coletados os dados dos condicionantes climáticos do ambiente interno e externo por meio da instalação de sensores de temperatura e umidade relativa do ar em uma moradia precária da ocupação Bela Vista, em Passo Fundo. Os sensores internos da marca Onset Hobo Data Logger, foram instalados a uma altura de 0,10 m e 1,70 m do piso, conforme parâmetros da normativa ASHRAE 55 (2017), e a colocação de sensor externo Elitech Data Logger a uma altura de 3 m do solo natural, para coleta dos dados que servem como comparativos de análise. A verificação ocorreu durante o período de sete dias entre os dias 27 de junho e 03 de julho de 2021, sob condições climáticas mais extremas do inverno regional. Como resultado, observou-se a precariedade construtiva do modelo e a falta de inércia térmica da estrutura que permite uma maior transmissão de calor entre as superfícies, sem o devido isolamento para manter o ambiente aquecido por mais tempo. Assim, identificou-se como principal característica a vulnerabilidade da moradia que se torna suscetível às intempéries ambientais, mesmo com o isolamento das frestas das paredes e cobertura com as embalagens cartonadas.

1. INTRODUÇÃO

Os processos de ocupação irregular do território urbano e as condições de vulnerabilidade das moradias são reflexos de um contexto socioeconômico que afeta as camadas mais pobres da sociedade, e que leva os indivíduos a buscarem por alternativas de adaptação de modo a suprir as necessidades de conforto, mesmo que de forma temporária.

Para Ramalhete (2020), mesmo em condições inadequadas de habitabilidade, essas moradias são o reflexo das necessidades dos moradores, em um processo de adaptação, utilizando materiais disponíveis no local devido à facilidade de acesso.

É neste contexto que Fayazy e Lizarralde (2013) definem o conceito de resiliência como a capacidade de adaptabilidade dos indivíduos com a moradia frente às dinâmicas sociais, históricas, econômicas, políticas e também ambientais, e o limitado acesso aos recursos materiais e imateriais a que estão disponíveis. De acordo com os autores, a necessidade de possuir um abrigo possibilita o desenvolvimento de soluções e recursos alternativos, visto que da condição de efemeridade podem se tornar moradias de uso prolongado (FAYAZY E LIZARRALDE,2013).

A desigualdade socioeconômica no Brasil e o processo já histórico de ocupações irregulares e moradias informais tem despertado a preocupação de especialistas de diversos campos da ciência e da política, devido às condições insalubres de moradia, face à crise sanitária causada pelo novo coronavírus (SARS-Cov-2) desde o ano de 2020, já que se tratam de ambientes onde as condições de moradia são inadequadas, condições estas que refletem na qualidade de vida dos moradores e expõem os indivíduos a vários riscos relacionados à saúde, ao conforto e à segurança (IBGE,2020a;IBGE, 2020b).

Os últimos dados publicados pela Fundação João Pinheiro (FJP) a nível de Brasil mostram que em 2019, o percentual sobre o Déficit Habitacional somava o montante de 8% (aproximadamente 5.880 milhões de moradias), números que tendem a ter maior variabilidade após o levantamento do próximo Censo 2021 ainda a ser realizado (FJP, 2021).

De acordo com o levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) através da análise dos indicadores sociais publicados no relatório de Síntese de Indicadores Sociais (SIS), existem cinco características para se considerar uma moradia em condições inadequadas de habitabilidade, que são elas: a ausência de banheiro de uso exclusivo, paredes externas construídas com materiais não duráveis, adensamento excessivo, ônus excessivo com aluguel e a ausência de documento que comprove a propriedade, e ou ao menos uma inadequação nas condições de moradia (IBGE, 2020b).

Dentre essas características, o fator de maior destaque deste trabalho envolve as moradias que utilizam materiais não duráveis como envoltório, como paredes de taipa não revestidas, o uso de madeira de reaproveitamento e outros materiais para paredes externas.

É devido a essas condições de habitabilidade que existe um projeto social sem fins lucrativos localizado no município de Passo Fundo – RS, o Brasil Sem Frestas (BSF) que utiliza as embalagens cartonadas comumente comercializadas com produtos alimentícios – embalagens Tetra Pak®- empregando-as como material de revestimento interno em paredes e forro em habitações de madeira. A maioria destas habitações possuem frestas nas vedações devido aos materiais de reaproveitamento utilizados, como a madeira, telhas e esquadrias. As embalagens que seriam descartadas em lixões são reaproveitadas como material de revestimento, criando uma barreira de isolamento das frestas decorrentes da precariedade da estrutura (BSF, 2020).

Essa técnica simples de revestimento visa minimizar os efeitos do desconforto térmico no ambiente interno, principalmente em decorrência do frio do inverno regional, quando as temperaturas podem atingir marcas negativas.

Na literatura científica, encontram-se alguns trabalhos de pesquisa sobre conforto térmico em moradias consideradas de uso provisório, como a realizada por Thapa *et al.* (2019) no Nepal, que analisou seis diferentes tipologias de abrigos emergenciais construídos pós terremoto de 2015 construídos com telhas de zinco, lonas, palha, tecidos e polietileno celular, visando minimizar os efeitos do desconforto térmico com o frio. De acordo com o estudo, os sensores de temperatura e umidade instalados no ambiente interno das habitações demonstraram uma maior perda de calor das superfícies no período da noite, principalmente pela superfície do piso. Além disso, identificou-se que as estruturas construídas são vulneráveis às mudanças de temperatura do meio externo, chegando a temperaturas inferiores a 11°C em mais de 50% das horas a noite, temperatura considerada como referência para avaliar os níveis de conforto térmico (THAPA *et al.*, 2019).

De um modo geral, observa-se que o problema de desconforto térmico está relacionado à precariedade construtiva das habitações que da condição de provisoriiedade, acabam por vezes sendo utilizadas por tempo indeterminado, visto uma condição socioeconômica que não permite adquirir uma moradia adequada e a consequente necessidade de adaptação.

É o que mostra uma pesquisa desenvolvida por Nicol *et al.* (2020) em ambientes naturalmente controlados. De acordo com os autores, há uma tendência no comportamento térmico interno à medida em que há variabilidade das temperaturas externas. Os ambientes que variam conforme as condições climáticas externas tendem a buscar por alternativas de adaptação térmica, variável à medida em que cada indivíduo entende como adequada, seja por meio do controle de aberturas para ventilação nos períodos mais quentes e ou pelo uso de roupas para aquecer o corpo no frio (NICOL *et al.*, 2020).

Baseado neste conceito de conforto adaptativo que a instrução normativa ASHRAE 55 (2017) entende que conforto térmico é expresso por uma avaliação subjetiva de aceitabilidade do indivíduo frente as condições térmicas do ambiente, variável de pessoa para pessoa, relacionado aos fatores ambientais, fatores individuais (ASHRAE55, 2017). De acordo com a normativa, essas avaliações podem ser feitas por aparelhos sensíveis aos condicionantes climáticos como forma de representar o uso e ocupação do espaço, método utilizado nesta pesquisa para a coleta de

informações sobre temperatura e umidade interna e externa, durante um período considerado como típico de inverno (ASHRAE55, 2017).

2. OBJETIVO

É neste contexto que o presente trabalho pretende analisar o comportamento térmico de uma moradia precária revestida com embalagens TetraPak® sob a influência de baixas temperaturas de inverno.

3. METODOLOGIA

Nesta seção será apresentado o método utilizado na presente pesquisa. Inicialmente, foram realizadas visitas para o reconhecimento do local, levantamento das dimensões, identificação dos materiais empregados e registros fotográficos do objeto de estudo denominado Modelo Base.

Na segunda etapa, foram instalados os sensores de registro de temperatura e umidade do ambiente interno e externo. Os aparelhos utilizados para registrar os dados de temperatura e umidade do ambiente interno são do modelo Datalogger Onset HOBO®, específicos para ambientes internos, com amplitude de temperatura de registro entre -20 e 70 °C e umidade 100%. As medições das condições térmicas externas foram registradas pelo sensor modelo Datalogger Elitech® RC-4HC, com amplitude de registro entre -40° a 85°C de temperatura e 99% de limite de umidade do ar, instalados de acordo com os parâmetros estabelecidos na ASHRAE55 (2017).

Por fim, na terceira etapa, foi possível avaliar os resultados do comportamento térmico da edificação frente às condições climáticas externas para um período de dias típicos de inverno de baixas temperaturas.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA

Sobre o contexto climático, Passo Fundo - RS possui Clima Temperado do tipo Subtropical com 17,70°C de temperatura média no ano, chuvas bem distribuídas e orientação dos ventos predominantemente à Nordeste, com velocidade entre 2 até 6 m/s. (INMET, 2010; PROJETEEE, 2021).

Dados de registro sobre a umidade relativa do ar mostram grande variabilidade para o mês de dezembro (alto verão), com média mensal de 67,1% de umidade relativa, e menor variabilidade no mês de junho (inverno mais rigoroso), porém em maior concentração com média de 85,5% no mês referido (INMET, 2010; PROJETEEE, 2021).

Sobre as temperaturas, as condições térmicas mais críticas para o frio acontecem no mês de junho, com temperatura média de bulbo seco na casa de 12°C e de bulbo úmido com média de 10,4°C. Já no verão, as temperaturas mais altas acontecem

no mês de janeiro, com média de 21,4°C e 17,9°C, bulbo seco e bulbo úmido respectivamente, sendo possível afirmar que essas médias de temperaturas no verão podem representar condições ideais de conforto, considerando a faixa de temperatura entendida como zona de conforto para ambientes naturalmente ventilados apontados na ASHRAE 55 (2017) (INMET, 2010; PROJETEEEE, 2021).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO MODELO BASE

A área de estudo foi delimitada a uma ocupação irregular dentro do território urbano de Passo Fundo - RS, que atualmente abriga cerca de 150 famílias, denominada ocupação Bela Vista. Estas famílias vivem em habitações desprovidas de infraestrutura básica, como o abastecimento de água, esgotamento sanitário adequado e instalações elétricas regulares.

A habitação escolhida para análise possui semelhanças construtivas com as demais moradias instaladas na Ocupação no que se refere as dimensões, materiais empregados e número de moradores por área construída.

Na Figura 1, é possível observar algumas características do ambiente interno da edificação. A casa possui dimensões de 5,30 x 5,30m (área total de 28,09m²), um pé direito de 2,50m (altura média), e 0,30m de afastamento do piso interno de madeira com o solo natural.

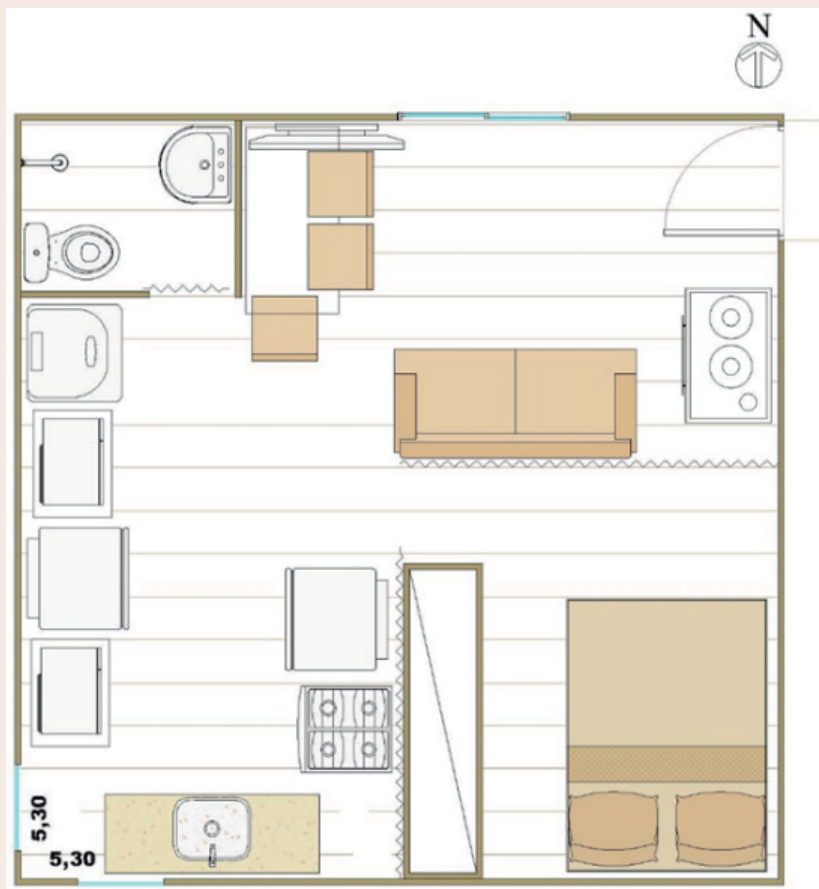


Figura 1. Planta baixa do Modelo Base

Observa-se pela disposição do mobiliário na Figura 1, que a moradia possui paredes divisórias somente para o banheiro - divisória também construída de madeira - já que o único espaço destinado à área íntima é separado por um armário de roupas.

Sua fachada principal está voltada à orientação Norte, com uma janela principal de vidro e ferro com sistema de abertura de correr, servindo de abertura principal para iluminar e ventilar o espaço interno, conforme mostra a Figura 2. Além desta janela, há uma porta de acesso de madeira simples na parede lateral esquerda da foto.



Figura 2. Fachada principal do Modelo Base.



Figura 3. Vista do ambiente interno.

Na área da cozinha estão instaladas duas outras janelas que não possuem mecanismo de controle de abertura adequado, visto serem feitas manualmente como uma moldura de madeira e fechamento em acrílico transparente

Nota-se na Figura 3 o isolamento das paredes e do forro com as embalagens, ao mesmo tempo que demonstra as frestas no piso, decorrentes do uso de madeira não aparelhada.

Sobre as características do revestimento cartonado, o processo de instalação é facilitado pela montagem de um quadro modulado feito com ripas de madeira de 0,015 m de espessura, com largura de 0,30m e altura de 1,10m onde as embalagens são unidas, costuradas e grampeadas nesta moldura, visando facilitar as instalações tanto em paredes como no forro das casas (BSF, 2020).

3.3 MEDIÇÕES NO LOCAL

As instalações dos aparelhos seguem os parâmetros normativos estabelecidos na ASHRAE 55 (2017), que define as medidas de 0,10m, 1,10m e 1,70m no nível do piso em locais onde os ocupantes passam a maior parte do tempo em pé.

Antes de iniciar o experimento no local, foi realizada a calibração dos três aparelhos durante o período de 24hs em um ambiente controlado, com precisão observada de 0,2 para temperatura e 1% para os registros de umidade, desvio padrão aceito pelos parâmetros na norma referida, que estabelece os limites de $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ para temperatura e $\pm 5\%$ para umidade (ASHRAE 55, 2017).

Os fatores ambientais analisados envolvem a coleta de temperatura assimétrica do ambiente interno, pelos aparelhos instalados na altura de 0,10m do piso e outro a uma altura de 1,70m do piso, conforme mostra a Figura 4.



Figura 4. Sensor interno.



Figura 5. Sensor externo.

A Figura 4 mostra a localização dos aparelhos internos instalados no ambiente de maior permanência pelos moradores, neste caso na sala e cozinha, entre a janela principal e a porta de acesso à moradia, local onde não havia interferência de equipamentos elétricos. Já para a medição externa, o aparelho foi colocado dentro de uma caixa plástica branca perfurada (Figura 5), permitindo assim a ventilação do espaço interior e a proteção contra a radiação solar direta. Além disso, o aparelho de medição externo possui uma ponteira metálica, que possibilita registrar os dados de mais precisamente, desde que o aparelho esteja conectado e protegido, conforme as recomendações do fabricante.

O período de coleta de dados foi iniciado a partir do dia 27/06/2021, às 00hs:23min até o dia 03/07/2021 às 15hs:23min, em que todos os aparelhos foram calibrados para registrar os dados a cada hora, durante 24 horas por sete dias consecutivos.

O recorte temporal determinado para análise seguiu as previsões meteorológicas de uma onda de frio mais intensa para o período do inverno, com temperaturas próximas a zero grau.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Durante o período da madrugada do dia 27/06 havia condições de tempo seco e temperaturas mais amenas, fato que se transformou ao longo do dia em decorrência de fortes chuvas e a queda gradual da temperatura.

A partir do segundo dia, houve um declínio progressivo das temperaturas e a umidade relativa do ar passou a variar conforme a estabilidade das condições climáticas de temperaturas mais elevadas durante o dia devido ao aquecimento solar, comparado com as baixas temperaturas que ocorrem à noite. Observa-se que nos dias mais frios (28, 29 e 30/07) há uma baixa amplitude térmica ao longo do dia devido às condições climáticas de céu encoberto por nuvens e baixa capacidade de aquecimento solar nas superfícies.

4.1 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS

A Tabela 1 descreve a variação das temperaturas mínimas, máximas e médias registradas pelos sensores internos e externo no período.

	Fatores Climáticos	27/06	28/06	29/06	30/06	01/07	02/07	03/07	Média
Sensor Externo (A)	Temperatura mínima °C	6,2	2,1	0,6	2,7	3,8	4,9	1,8	3,1
	Temperatura máxima °C	16,8	8,3	7,5	8,6	15,2	18,9	17,7	13,3
	Temperatura média °C	10,1	4,6	3,3	4,9	8,9	10,4	8,0	7,2
Sensor interno 0,10m (B)	Temperatura mínima °C	9,1	4,3	2,0	2,7	4,0	4,6	6,9	4,8
	Temperatura máxima °C	18,3	9,5	7,5	8,6	10,3	14,6	16,1	12,1
	Temperatura média °C	12,4	6,8	3,3	5,0	6,7	9,2	11,0	7,8
Sensor interno 1,70m (C)	Temperatura mínima °C	9,0	4,1	2,0	3,9	4,4	6,7	3,8	4,8
	Temperatura máxima °C	18,2	12,4	11,0	12,9	15,5	20,0	17,6	15,3
	Temperatura média °C	12,7	7,7	6,1	7,1	9,4	11,9	9,0	9,1

Tabela 1. Dados registrados de temperatura do ar dos sensores externo (A) e internos (B e C).

Nos dias 28, 29 e 30 de junho foram registradas as temperaturas mais baixas da semana analisada, com pequena amplitude térmica visto a pequena elevação das temperaturas durante os dias decorrentes, como demonstrado nos dados na Tabela 1.

Na Figura 6 abaixo é possível observar a amplitude térmica verificada no período considerado mais crítico dos dias 28, 29 e 30/06.

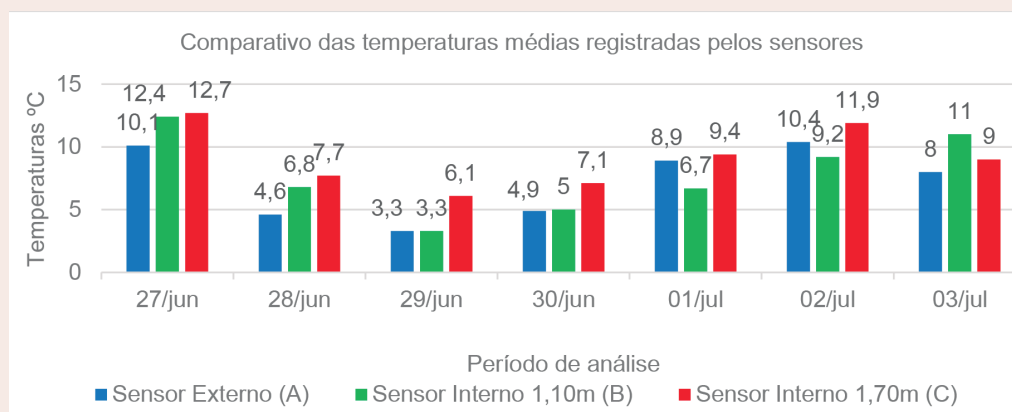


Figura 6. Gráfico comparativo das temperaturas.

Nestes três dias, observou-se que os picos de temperaturas foram registrados pelo sensor interno C (1,70m) apresentou uma maior diferença entre as mínimas e as máximas temperaturas. Esse fato pode estar relacionado com o próprio uso e ocupação da habitação pelos moradores e a utilização de um mecanismo para aquecimento do ambiente interno como o fogão a lenha.

É importante observar que nos dias subsequentes a este período crítico, as temperaturas externas passaram a ter uma elevação gradativa e uma relação de maior proximidade das temperaturas com os dados registrados pelo sensor C (1,70m). Esse denominador está relacionado com a baixa inércia térmica da estrutura, já que as temperaturas seguem a variação das condições climáticas externas, demonstrando a impossibilidade de manter o calor incidido em suas superfícies e pelo uso do ambiente interno devido aos fechamentos opacos leves (LAMBERTS, *et al.*, 2016).

Uma das principais características da embalagem é a sua baixa emissividade em virtude do alumínio presente em sua composição (apenas de 5%), o que representa uma diminuição na transferência de calor para a superfície adjacente, atingindo desempenhos satisfatórios quando submetidos a altas temperaturas, quando avaliados em modelos laboratoriais (SANTOS, 2019). Neste estudo de caso, a diferença térmica com média de 2°C apresentada entre o meio externo (sensor A) e o ambiente interno (sensor C) pode estar relacionada ao isolamento das frestas e, o isolamento com o revestimento cartonado pode significar uma melhoria na sensação de desconforto térmico com as baixas temperaturas.

4.2 RESULTADOS DA UMIDADE RELATIVA DO AR

A Tabela 2 mostra os valores mínimos, máximos e médios dos percentuais da umidade relativa do ar registradas nos sensores internos B e C e a comparação com a umidade relativa do ar externa (sensor A).

	Fatores Climáticos	27/06	28/06	29/06	30/06	01/07	02/07	03/07	Média
Sensor Externo (A)	Umidade relativa mínima %	66,3	46,3	45,7	55,5	50,8	38,5	53,0	50,9
	Umidade relativa máxima %	84,5	84,1	80,6	82,7	83,0	83,1	80,7	82,7
	Umidade relativa média %	75,4	65,2	63,1	69,1	66,9	60,8	66,8	66,7
Sensor Interno 0,10m (B)	Umidade relativa mínima %	78,9	59,6	57,8	65,9	55,8	54,6	54,8	61,0
	Umidade relativa máxima %	87,3	84,0	82,3	84,6	86,5	85,8	81,7	84,6
	Umidade relativa média %	83,1	71,8	70,0	75,2	71,1	70,2	68,2	72,8
Sensor Interno 1,70m (C)	Umidade relativa mínima %	69,5	49,5	48,9	58,7	54,0	41,7	56,2	54,0
	Umidade relativa máxima %	87,7	87,3	83,8	85,9	86,2	86,3	83,9	85,9
	Umidade relativa média %	78,6	68,4	66,3	72,3	70,1	64,0	70,0	70,0

Tabela 2. Dados registrados de umidade relativa do ar dos sensores externo (A) e internos (B e C)

De um modo geral, os valores médios da umidade relativa registrados por todos os sensores apresentaram índices muito próximos entre si. Ressalta-se, porém, o fato de que os valores mínimos médios registrados pelo sensor B (0,10m) ainda são maiores se comparados com os dados de A e C.

Na Figura 7 é possível identificar esta ligeira sobreposição de valores médios do sensor B (0,10m) com os demais aparelhos, característica que se manteve ao longo dos dias.

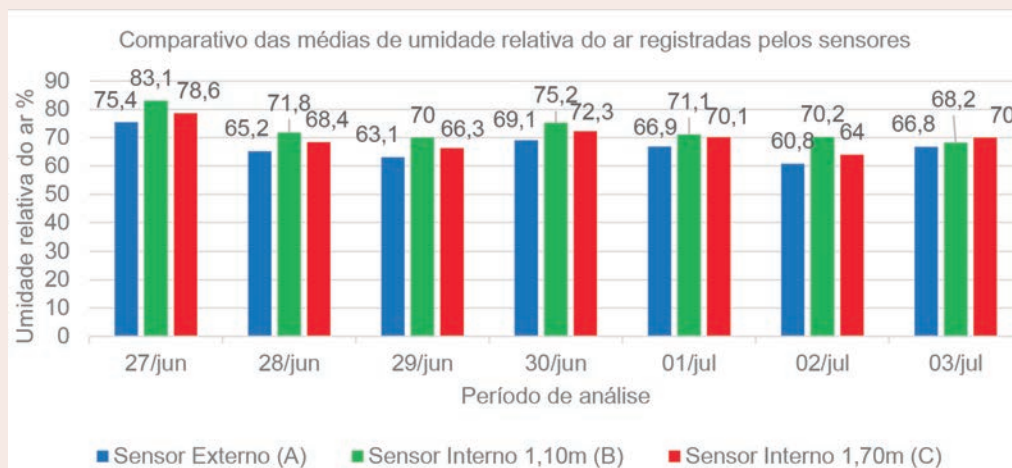


Figura 7. Gráfico comparativo da umidade relativa do ar.

Esta maior variabilidade do sensor B pode estar relacionada à proximidade deste sensor do piso interno de madeira que possui frestas próximas ao solo natural, mesmo com a elevação do piso interno a 0,30m do solo.

Conforme descreve Lamberts *et al.* (2016), a alta concentração de umidade pode acentuar a sensação de desconforto térmico para o frio no inverno, bem como na sensação de abafamento em clima de calor. Segundo os autores, a umidade influencia na amplitude térmica, assim como a temperatura influencia na quantidade de vapor de água do ar (LAMBERTS *et al.*, 2016).

Neste sentido, as formas de adaptações dos moradores passam pela estratégia de utilizar tapetes no piso (Figura 3), buscando minimizar a sensação de desconforto térmico com o frio oriunda do piso.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho verificou o comportamento térmico de uma moradia precária revestida internamente com embalagens cartonadas utilizando sensores de registro de temperatura e umidade, instalados no ambiente interno e externo em um estudo de caso.

De um modo geral, os resultados apontados nas medições das temperaturas demonstram a vulnerabilidade da moradia quanto ao seu desempenho térmico devido a uma estrutura leve tanto das paredes como da cobertura que não permitem isolar de forma efetiva e retardar a transmitância entre superfícies conforme a variação das temperaturas externas.

Notam-se períodos de aquecimento do ambiente interno e temperaturas mais altas durante o dia à medida que as temperaturas externas também se elevam, característico de ambientes naturalmente ventilados, demonstrando uma linearidade das temperaturas entre os ambientes.

Ainda, observa-se uma proximidade dos índices de umidade relativa do ar entre ambientes interno e externo, porém em maior concentração registrada no sensor B (0,10m), condição esta que pode proporcionar uma sensação de desconforto térmico quando em contato com a superfície do piso.

Dada a complexidade das condições socioeconômicas e a conseqüente precariedade habitacional dessas famílias, este trabalho possui um caráter social delimitado à abordagem do conforto térmico da moradia que utiliza embalagens TetraPak® como material isolante. Este levantamento inicial sobre o comportamento térmico de uma moradia precária dará subsídios para pesquisas posteriores que serão realizadas no período do verão para fins de análise de desempenho em condições térmicas de calor.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ashrae55. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Standard 55. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers, 2017.

BSF. Projeto Brasil Sem Frestas. Passo Fundo, 2010. Disponível em: <<http://caixa-deleite-brasilsemfrestas.blogspot.com/p/sobre.html>>. Disponível em <https://pt-br.facebook.com/brasilsemfrestas/>

Fayazi, Mahmood; Lizarralde, Gonzalo. The role of low-cost housing in the path from vulnerability to resilience. *Archnet-IJAR*, v. 7, n. 3, p. 146-167, 2013. DOI: 10.26687/archnet-ijar.v7i3.56.

Fundação João Pinheiro. Déficit habitacional. Metodologia do déficit habitacional e da inadequação de domicílios no Brasil 2016-2019. Fundação João Pinheiro. Centro de Estatística e Informações, p. 76, 2021.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas. Disponível em: <<https://clima.inmet.gov.br/NormaisClimatologicas/1981-2010>>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Aglomerados Subnormais 2019: Classificação preliminar e informações de saúde para o enfrentamento à Covid-19. Notas Técnicas. Rio De Janeiro, 2020a. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101717_notas_tecnicas.pdf>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Síntese de indicadores sociais. Uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro, 2020b. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101760.pdf>

Lamberts, R., Dutra, L., Pereira, F.O.R. Eficiência Energética na Arquitetura. 3º edição. 2014. 382p. Disponível em <https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf>.

Lamberts,R; Ghisi, E.; Abreu, A.L.P.; Carlo, J.C.; Batista, J.O.; Marinoski, D.L.; Naranjo, A.; Duarte, V.C.P.; Desempenho Térmico de Edificações. Florianópolis, 2016. Dispo-

nível em <https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ApostilaECV5161_v2016.pdf>.

Nicol, Fergus; Bahadur Rijal, Hom; imagawa, Hikaru; Thapa, Rita. The range and shape of thermal comfort and resilience. *Energy and Buildings*, [S. l.], v. 224, p. 110277, 2020. DOI: 10.1016/j.enbuild.2020.110277. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110277>>.

Ramalhete, I. M. (2020). *Modelo de Habitação Adaptativa a Custos Reduzidos: Proposta de um modelo de base para o projeto de arquitectura de habitação adaptativa para os países em desenvolvimento*. Tese de Doutoramento em Arquitectura, Tecnologia e Gestão da Construção. Faculdade de arquitectura. Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal.

Thapa, Rita; Rijal, Hom Bahadur; Shukuya, Masanori; Imagawa, Hikaru. Study on the wintry thermal improvement of makeshift shelters built after Nepal earthquake 2015. *Energy and Buildings*, [S. l.], v. 199, p. 62-71, 2019. DOI: 10.1016/j.enbuild.2019.06.031. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.06.031>>.

ARTIGO

ANÁLISE DE DESEMPENHO
TÉRMICO EM CONTÊINER
PARA A REGIÃO SUL,
RELACIONANDO
DIRETRIZES OS
PROGRAMAS CLIMATE
CONSULTANT (ASHRAE 55)
COM O ENERGY PLUS



PIANA, Cinthya Nara
(cinthyanp@hotmail.com)
Faculdade Meridional (IMED), Brasil

RIBEIRO, Lauro André¹
(lauro.ribeiro@imed.edu.br)
Faculdade Meridional (IMED), Brasil

SILVA, Thaísa Leal da
(thaisa.silva@imed.edu.br)
Faculdade Meridional (IMED), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Contêiner, Conforto Térmico, EnergyPlus, Climate Consultant, ASHRAE 55.

RESUMO

A construção civil vem buscando se reinventar levando em conta os impactos ambientais que podem ser causados pelo setor, sobretudo com processo construtivo convencional. Este trabalho tem como ponto de partida a crescente utilização de contêineres na construção civil, bem como o reconhecimento de suas potencialidades e desafios de aplicação. O sentido de revisitar a utilização desse material na construção civil é buscar soluções para os problemas que o contêiner apresenta, sobretudo quanto à eficiência térmica em conjunto com a melhora da habitabilidade em residências, considerando uma maior popularização desse sistema construtivo no Brasil. Como objetivo da pesquisa, busca-se averiguar as estratégias projetuais de conforto térmico mais aptas à implantação de contêineres na região sul (definidas pela ASHRAE 55), relacionando com a verificação do desempenho térmico em edificações através das simulações computacionais. Quanto ao método empregado, foram utilizados dois programas: O Climate Consultant 6.0, que determina quais as estratégias projetuais devem ser utilizadas no alcance do desempenho térmico, baseado na Ashrae 55, de acordo com o local adotado; juntamente com o EnergyPlus 8.7.0, que valida a eficácia destas estratégias na edificação residencial em contêiner, gerando o percentual anual de horas em conforto. Por conseguinte, busca-se contribuir com o aperfeiçoamento dos projetos residenciais utilizando contêineres, visando a redução dos resíduos construtivos se comparado ao sistema construtivo convencional e, de forma estratégica, alcançar um maior nível de desempenho térmico da edificação em estudo ao clima local.

1. INTRODUÇÃO

A ascendente necessidade de dirimir os impactos da degradação do meio ambiente gerada pela construção civil, juntamente com a difusão dos conceitos de desenvolvimento sustentável levaram este setor a buscar edificações com melhorias no desempenho ambiental (VILHENA, 2007). Visto que estas preocupações ambientais são transversais a toda a sociedade, o setor da construção civil também possui contribuição significativa nestes impactos (RAMOS, 2021). Para Vilhena (2007), o incentivo à minimização de impactos negativos ao meio ambiente fomenta a busca e utilização adequada de materiais alternativos, a exemplo da promoção do uso de contêineres como moradia.

Autores como Antoniassi e Zadorosny (2021), Bastos et al. (2019), Elrayies (2017) têm demonstrado as potencialidades sustentáveis da utilização deste artefato na construção civil, sobretudo como moradias temporárias ou de emergência, não descartando sua durabilidade para uso a longo prazo.

Considerando o alto índice de energia incorporada¹ do metal que compõe os contêineres, Norris (2015) salienta o fato de as casas de contêineres são constantemente relacionadas a uma forma sustentável de construir, apesar de consumirem muita energia na sua fabricação. O aço que o compõe é um material com alto consumo energético em sua produção, considerando a preservação do meio ambiente, a utilização de materiais com tão alta energia incorporada. Para a sua consciente utilização, há que se comparar sob viés da análise de ciclo de vida de toda a edificação, analisando os impactos da extração e produção dos insumos, geração de resíduos, consumo de energia, possibilidade de reuso, agilidade na entrega, etc. em comparação a métodos tradicionais de construção no Brasil. Entender sobre o material e suas potencialidades e desafios é de suma importância para uma aplicação adequada e um resultado construtivo satisfatório.

Desse modo, foi selecionado o modelo de contêiner *High Cube 40 pés*, a ser utilizado na construção de uma edificação para moradia pois este modelo possui maior altura interna para adequar-se a uma residência. Abaixo, a partir de uma revisão de literatura, é possível compreender, resumidamente, quais são as vantagens e desafios quando se busca utilizá-lo na construção civil. Analisando suas características físicas, é possível verificar diversas potencialidades frente aos desafios da utilização de contêineres como moradia, dentre as principais: Rapidez na execução da obra, redução na produção de resíduos, facilidade de transporte da edificação e modularidade. Como desvantagens principais temos a utilização de mão de obra especializada, a avaliação das restrições legais, sobretudo quanto à impossibilidade de se reutilizar o contêiner residual do transporte marítimo e, principalmente a alta condutibilidade térmica do envoltório metálico (SILVA et al., 2018; ROMANO et al., 2014; DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2020). Salienta-se a importância de se buscar estratégias para solucionar as deficiências encontra-

1 Quantidade de gasto energético empregado em todo o processo produtivo de um determinado material ou objeto, seja ele um tijolo ou até uma casa inteira. Leva em conta, principalmente, as emissões atmosféricas de CO₂ e os efeitos de outras transmissões à atmosfera (BRAGANÇA et al., 2011).

das, principalmente, conforme Occhi e Almeida (2016), os quais afirmam que o isolamento térmico se mostra indispensável, pois é composto por um material com alta condutibilidade térmica, o qual influencia significativamente na sensação de conforto no interior da residência. Por tal perspectiva, essa característica precisa ser adaptada ao clima local para que não sejam dispendidos grandes gastos energia para a climatização artificial.

Assim, o objetivo deste artigo é verificar como se dará o desempenho térmico final desta edificação bem como testar estratégias para seu aperfeiçoamento. Visto que, o aço puro não é comumente utilizado nas edificações brasileiras, sobretudo nas construções vernaculares. Este compõe um desafio de análise para o seu desempenho térmico sendo utilizado como edificação de moradia. A necessidade de verificação das estratégias mais adequadas para inserção deste material ao clima e a grande dimensão do território brasileiro, direcionou o estudo a elencar uma zona bioclimática - ZB2 (ABNT, 2005) - e a cidade para aplicação do estudo juntamente com adoção de parâmetros climáticos (Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O estado de conforto térmico é entendido pela ASHRAE (2017) como o estado da mente que expressa satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda, e se define quando o balanço de todas as trocas de calor que um corpo é submetido é nulo, fazendo com que a temperatura da pele e o suor se mantenham dentro de certos limites. Bittencourt (2015) também salienta que a variabilidade e duração, por curtos períodos de tempo, de condições desconfortáveis, parece não constituir um grave distúrbio para a maioria das pessoas, graças à flexibilidade do sistema fisiológico humano, bem como, considera que o conforto noturno tende a ser mais preponderante ao conforto diurno, pois, indivíduos com sono profundo e sossegado toleram melhor eventuais condições desfavoráveis de calor diurnas (BITTENCOURT, 2015). As condições de conforto térmico são, portanto, produto de uma série de variáveis e, para avaliar as condições, o indivíduo deve estar vestido adequadamente e ausentes problemas de saúde e aclimatação (FROTA, 2003). O clima da região também é preponderante, pois é a partir das variáveis climáticas de conforto térmico e demais variáveis (vestimenta, atividade desenvolvida, etc.) que são desenvolvidos estudos para determinar os graus de conforto térmico. A ASHRAE 55 (2017) considera que, para os climas mais quentes da América do Norte (visto que é uma norma criada nos EUA), a temperatura considerada ótima é de 25°C, podendo variar entre 23°C e 27°C (FROTA, 2003).

Ao relacionar o conforto térmico com edificações em contêiner, temos algumas publicações que abordam análises de desempenho térmico e, conseqüentemente, o conforto térmico ao usuário. As possibilidades de estudo aumentam, sobretudo, considerando a quantidade de zonas climáticas distintas que o Brasil apresenta e a diferentes possibilidades para a composição e compartimentação da edificação. Como alguns exemplos de pesquisas em abordagens similares, é possível citar: Viana et al. (2019); Costa (2015); Souza et al. (2021); Carbonari (2015); Buges et al. (2014).

3. MÉTODO

O presente artigo se forma com natureza quantitativa por considerar resultados de conforto térmico gerados pelos programas selecionados: Estratégias projetuais geradas pelo *Climate Consultant 6.0* a partir dos dados de condicionantes climáticas para Passo Fundo-RS; e o teste destas estratégias através da simulação da edificação no *EnergyPlus 8.7.0*.

Na primeira etapa deste estudo, foram inseridos os dados climáticos mais recentes (2004 a 2018) no aplicativo *Climate Consultant 6.0*, pois este foi desenvolvido para auxiliar no entendimento do clima local, das informações climáticas juntamente com o respectivo impacto na forma construída. Resultando em uma lista de diretrizes projetuais com base no clima local e no Modelo Adaptativo de conforto da ASHRAE Standart 55 (2010), ilustrando como cada diretriz se aplica em residências e o respectivo percentual de horas anuais em conforto que contempla (MILNE et al., 2009).

Muitas das estratégias geradas pelo programa *Climate Consultant 6.0* podem ser usadas simultaneamente, outras, porém, podem entrar em conflito umas com as outras, cabendo ao projetista o discernimento e a priorização destas conforme resultados percentuais de horas em conforto (MILNE et al., 2009). Na etapa posterior, a partir das diretrizes geradas no *Climate Consultant 6.0*, foi modelada a simulação através do software *EnergyPlus 8.7.0*, um software de simulação de carga térmica e análise energética, desenvolvido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos, a partir de dois outros softwares, o BLAST e o DOE-2. Este programa foi adotado em virtude da sua difusão internacional e por possibilitar simulações confiáveis de diversas tipologias arquitetônicas, avaliando não só a carga térmica da edificação, mas também prevendo o consumo de energia do sistema de climatização (MELO et al., 2021).

Para as simulações no programa *EnergyPlus 8.7.0* foram modeladas duas zonas térmicas (dois ambientes) separando a área de estar do banheiro respeitando as dimensões do modelo de contêiner High Cube 40'. Os resultados apresentados são referentes apenas aos percentuais de conforto em horas anuais da zona térmica correspondente à área de Permanência Prolongada (Estar).

A tipologia da pesquisa se mostrou aplicada, pois buscou-se, através da análise dos resultados obtidos, buscar as melhores estratégias projetuais de ventilação em iluminação natural que possam ser utilizadas para novas residências em contêiner em locais com as mesmas características climáticas. Quanto ao método empregado, a pesquisa é bibliográfica e complementada com simulações, buscando contribuir para a melhor compreensão do assunto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme os dados de entrada que foram inseridos no programa *Climate Consultant 6.0*, pode-se observar que é possível alcançar o conforto em 20% das horas

anuais utilizando apenas o Conforto Adaptativo. Através destes mesmos parâmetros de entrada, foi gerada, através do *Climate Consultant 6.0*, a lista de diretrizes projetuais adequadas ao clima local juntamente com a respectiva porcentagem de horas em conforto que contemplaria até resultar 100% das horas do ano (8760 horas), conforme é possível observar na Tabela 1.

	PORCENTUAL HORAS/ANO	ESTRATÉGIA SUGERIDA
	18,7%	1.Conforto - Modelo ASHRAE 55 Standard (1641 horas)
	13,6%	2.Proteção Solar das Janelas (1189 horas)
	1,8%	3.Aлта Massa Térmica (161 horas)
	20,2%	7.Ventilação de Conforto Adaptativo (1767 horas)
	40,7%	9.Ganho de Calor Interno (3561 horas)
	21,4%	11.Ganho Solar Passivo de Alta Massa (1876 horas)
	0,2%	12.Proteção contra o Vento em Espaços Abertos (16 horas)
	14,6%	14.Somente desumidificação (1281 horas)
	4,6%	15.Resfriamento, adicione desumidificação se necessário (402 horas)
	13,2%	16.Aquecimento, adicione desumidificação se necessário (1158 horas)
Total	100%	Horas em Conforto utilizando as estratégias selecionadas (8760 horas)

Tabela 1. Principais diretrizes projetuais para Passo Fundo-RS

A partir da seleção das estratégias da Carta Psicrométrica, como resultado final do *Climate Consultant 6.0*, temos a lista das principais diretrizes de projeto para complementar a compreensão das estratégias (Tabela 3). Com isso, foi possível selecionar as diretrizes projetuais que foram testadas no projeto através da simulação com o *EnergyPlus 8.7.0*, priorizando a utilização daquelas que são passíveis de representação no programa e, principalmente, utilizando a ventilação e iluminação natural. As estratégias contempladas na simulação foram destacadas em cinza na Tabela 2 e listadas de acordo com cada simulação.

1	Características tradicionais de “ <i>passive homes</i> ” de climas temperados são construção leve com laje em nível, paredes elétricas e espaços externos sombreados.
2	Boa ventilação natural pode reduzir ou eliminar o uso de ar condicionado em climas quentes, sendo que as janelas precisam ser bem sombreadas e orientadas para as brisas predominantes.
3	Este é um dos climas mais confortáveis, sendo necessário proteger do sol para evitar superaquecimento em dias quentes, usar aberturas para as brisas de verão e ganho solar passivo no inverno.
4	O ganho de calor através das luzes, pessoas e equipamentos reduz muito a necessidade de aquecimento, sendo necessário manter a construção bem isolada (para diminuir a temperatura do Ponto de Equilíbrio).
5	Telas e pátios fornecem conforto por resfriamento passivo em climas quentes e evitam insetos.

Continua...

6	Para uso do aquecimento solar passivo, recomenda-se posicionar a maior área envidraçada para norte, maximizando a exposição ao sol de inverno. Usar projeções para dar sombra total no verão.
7	Telhados de baixa inclinação e com grandes beirais funcionam bem em climas temperados.
8	Utilizar vidros duplos de alto desempenho e baixa transmitância na fachada oeste, norte e leste. Porém, duplos de maior transmitância na fachada sul para ganho de aquecimento solar passivo.
9	A planta baixa longa e estreita da construção pode ajudar a maximizar a ventilação cruzada em climas temperados quentes e úmidos.
10	“Passive Homes” em locais quentes e úmidos utilizam mansardas e janelas altas operáveis protegidas por saliências profundas e varandas.
11	Para facilitar a ventilação cruzada, posicionar as aberturas de portas e janelas nos lados opostos da edificação, com aberturas maiores voltadas para cima, se possível.
12	Beirais de janela (projetados conforme a latitude da edificação) ou guarda-sóis operáveis (toldos que se estendem no verão) podem reduzir ou eliminar o consumo de ar condicionado.
13	Para capturar a ventilação natural, a direção do vento pode ser de até 45 graus em relação à edificação.
14	Reduzir a temperatura de conforto do termostato à noite pode economizar energia com aquecimento.
15	Os espaços externos que são ensolarados e protegidos contra o vento podem estender as áreas de estar em climas frios (solários sazonais, pátios fechados ou varandas).
16	Ladrilhos, ardósia, ou mesmo uma lareira revestida de pedra fornecem superfície de massa suficiente para armazenar ganho de calor solar durante o dia e resfriamento noturno no verão.
17	Organizar a planta baixa de modo a permitir que o sol adentre ao ambiente durante o dia em espaços em que o uso que coincida com a orientação solar.
18	Espaços externos cobertos e sombreados (varandas) orientados para as brisas predominantes podem estender a vida e as áreas de trabalho em climas quentes e úmidos.
19	Usar vegetação (árvores, muros verdes) especialmente para oeste a fim de minimizar o ganho de calor (se as chuvas de verão apoiarem o crescimento das plantas).
20	Em dias quentes, os ventiladores de teto ou o movimento do ar interno podem fazer com que o ambiente pareça até 2,8° C mais ameno, portanto, menos ar condicionado é necessário

Tabela 2. Vinte principais diretrizes projetuais (Passo Fundo-RS) no *Climate Consultant 6.0*

4.1 SIMULAÇÃO NO ENERGYPLUS 8.7.0 – MODELO INICIAL

Antes de iniciar os testes das estratégias, os resultados serão registrados considerando a simulação do modelo contêiner inicial, dividido em 2 zonas térmicas (separando o banheiro). Nesta simulação utilizou-se divisórias internas em *dry-wall*, forro de gesso e inserção de somente uma janela mínima para o banheiro e uma abertura envidraçada na mesma posição da porta metálica utilizada para transportar mercadorias com vidro simples 3mm (Tabela 4).

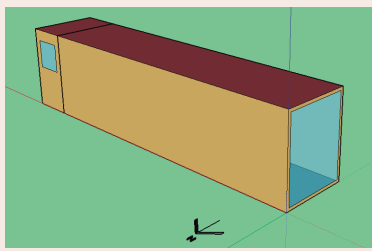
Conforto	34,86%	
Frio	44,02%	
Calor	21,12%	

Tabela 3. Resultado inicial percentual de horas anuais de conforto interno do contêiner inicial

4.2 TESTE DAS ESTRATÉGIAS 2 E 13

4.3 A partir do modelo inicial, realizou-se a modelagem e simulação das estratégias 2 e 13. Estas estratégias projetuais consistem em inserir janelas em ambos os lados longitudinais do contêiner de maneira a facilitar a ventilação cruzada, inicialmente sem utilização de sombreamento destas aberturas e em diferentes formatos conforme a Tabela 5 abaixo.

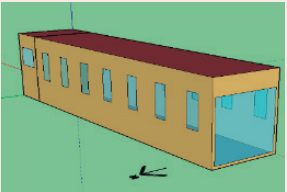
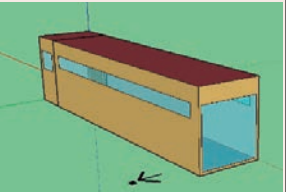
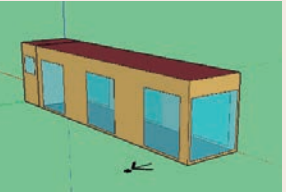
	Janelas Verticais	Janelas Horizontais	Pele de vidro
			
Conforto	35,95%	36,07%	35,79%
Frio	45,84%	46,04%	48,00%
Calor	18,21%	17,89%	16,21%

Tabela 4. Resultado percentual de horas anuais de conforto interno do contêiner (estratégia 2 e 13)

A partir destes dados, pode-se selecionar como melhor estratégia testada na tipologia da residência, a priori, a disposições de Janelas horizontais, sobretudo, quando não se utiliza sombreamento. Em seguida, elas serão novamente testadas, utilizando sombreamento.

4.4 TESTE DAS ESTRATÉGIAS 3, 12 E 17

4.5 Utilizando as mesmas modelagens da edificação e disposições de janelas, inseriu-se o sombreamento sobre as áreas envidraçadas, dimensionados horizontalmente de acordo com a orientação solar (Tabela 6).

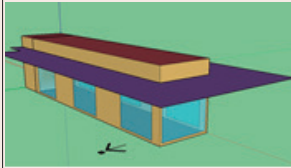
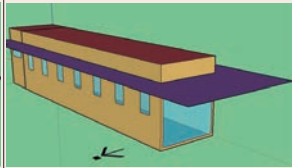
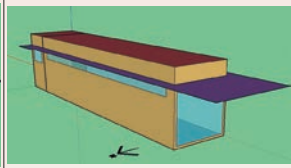
	Janelas Verticais	Janelas Horizontais	Pele de vidro
			
Conforto	37,59%	36,94%	37,88%
Frio	45,91%	45,92%	47,75%
Calor	16,50%	17,13%	14,37%

Tabela 5. Resultado percentual de horas anuais de conforto interno do contêiner (sombreamento)

4.6 Após a inserção do sombreamento, houve uma melhoria no percentual anual de conforto no interior da edificação. A modelagem com janelas em pele de vidro se destacou como a melhor opção entre as três tipologias, apresentando o percentual de conforto de 37,88% das horas anuais, mostrando-se mais adequada que as janelas horizontais em conjunto com sombreamento horizontal.

4.7 TESTE DA ESTRATÉGIA 6

4.8 Após selecionar a tipologia com melhores resultado das estratégias anteriores - pele de vidro e sombreamento horizontal - utilizou-se essa tipologia para testar diferentes percentuais de aberturas: somente na face norte da edificação (mantendo a porta a Leste); ampliando o tamanho da face envidraçada à Norte, obtendo os resultados da Tabela 7.

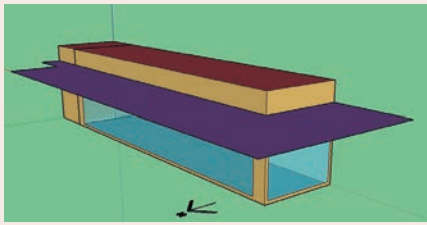
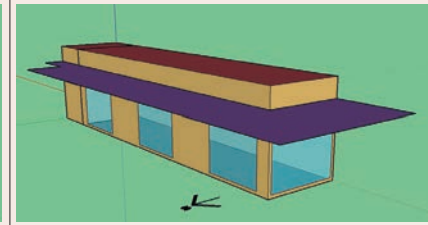
	Pele de Vidro Norte	Vidro Inteiro Norte
		
Conforto	36,97%	36,61%
Frio	46,04%	46,84%
Calor	16,99%	16,61%

Tabela 6. - Resultado percentual de horas anuais de conforto interno do contêiner (aberturas para norte)

4.9 Concluindo os testes com as maiores áreas envidraçadas, depreende-se, que as esquadrias segmentadas obtiveram o melhor percentual de conforto. Somado a esse resultado, essa disposição se torna vantajosa por exigir menor reforço estrutural para abertura dos vãos para esquadrias em comparação ao vidro inteiro na fachada norte.

4.9.1 Teste da Estratégia 8

Dando seguimento nos testes, ao perceber que o melhor resultado de conforto em horas anuais se mostrou através da modelagem de aberturas em pele de vidro em ambos os lados da edificação (norte e sul), inseriu-se a estes os vidros duplos de baixa transmitância (CB3E/ABIVIDRO, 2015). Para isso, nas janelas à norte e leste utilizou-se o vidro CEBRACE COOL-LITE STB 420 8mm duplo e nas janelas ao sul, vidro duplo simples 3mm (Tabela 8).

Resultados Contêiner Inicial (sem estratégia)			Resultados Contêiner com a Melhor Estratégia Testada (vidro 8mm duplo)		
Conforto	Frio	Calor	Conforto	Frio	Calor
34,86%	44,02%	21,12%	38,69%	43,68%	17,64%

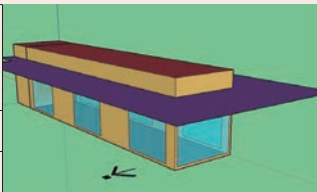


Tabela 7. - Resultado percentual de horas anuais de conforto interno do contêiner (aberturas para norte)

Por fim, ao inserir esquadrias de vidro duplo 8mm na fachada norte, obtém-se o melhor resultado dentre os testes realizados: 38,69% das horas anuais em conforto interno à edificação. Mostrando as melhorias na habitabilidade que são obtidas através de estratégias simples de projeto.

4.9.2 Análises das simulações

Ao modelar a edificação no programa *EnergyPlus 8.7.0*, é imprescindível que se informe os dados referentes a ganhos de calor através das luzes, pessoas e equipamentos, considerando agendas de ocupação conforme as normas vigentes no Brasil. Sendo assim, a estratégia número 4 foi considerada em todas as simulações, sem mudanças nas características da envoltória original do contêiner. A planta baixa longa e estreita sugerida pela estratégia 9 é característica inerente ao formato original dos contêineres, não sendo necessário alterações em formato na residência. As demais estratégias que exigem grandes modificações arquitetônicas ou que contemplam a participação do usuário para a utilização não foram consideradas neste estudo (a exemplo do ganho de calor interno que pode ser obtido através de ar condicionado, lareiras ou aquecedores).

Conforme verificado, para a realização das simulações foram utilizadas algumas das estratégias projetuais sugeridas pelo *Climate Consultant 6.0* que contemplam principalmente a orientação e aberturas de iluminação e ventilação. Desse modo,

alcançou-se uma melhoria no conforto de 3,83% das horas anuais sem estratégias de isolamento ou condicionamento artificial. Esse aumento, apesar de pequeno, representa 335 horas a mais no ano em que o usuário estará em conforto.

Através das simulações e resultados é possível perceber que a melhora no conforto interno não se mostrou tão significativa quanto a estimada inicialmente pelo Climate Consultant 6.0, em termos percentuais. Desse modo, podemos depreender que serão necessários outros testes para aproximar ao máximo dos 100% de horas em conforto no interior da edificação. Do mesmo modo, sugere-se que as demais estratégias que não foram contempladas nestas simulações, sejam analisadas em simulações e estudos posteriores complementares.

5. CONCLUSÕES

A sustentabilidade se inicia com propostas práticas e, muitas vezes, simples do nosso cotidiano, no entanto, somente com pesquisas mais profundas é possível analisar se a solução proposta é realmente sustentável. Com a adaptação do contêiner para utilização como moradia, sua estrutura metálica contribui na redução de etapas construtivas e, conseqüentemente, diminui o consumo de insumos como: água, areia, brita, cimento, madeira, energia dentre outros, remetendo a aspectos de redução do tempo, custo da construção, impactos ambientais e sociais. No entanto, pode haver aumento de energia empregada/incorporada, tanto na produção do material do contêiner como na sua ocupação devido ao baixo desempenho térmico.

Por objetivo, esta pesquisa buscou avaliar o desempenho térmico da edificação construída a partir de apenas um contêiner para avaliar estratégias através de simulação computacional de melhoria do conforto dos ocupantes. O estudo trouxe resultados, ainda que iniciais, que corroboram estratégias de posicionamento da edificação em relação à trajetória solar, bem como, aberturas para ventilação e insolação adequadas ao clima local. Por se tratar de um material de baixa inércia térmica, a utilização de apenas estratégias de insolação e ventilação naturais apresentou melhoras pouco significativas no desempenho térmico, reiterando a necessidade de novos testes e análises com a inclusão de materiais isolantes.

Também é possível depreender que, após devidamente aperfeiçoada a inércia térmica da edificação, são imprescindíveis novos estudos para a aferição do consumo energético quando utilizado sistema de condicionamento artificial, visando uma melhoria ainda mais significativa do caráter sustentável da edificação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005). NBR 15220: desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: ABNT.

Antoniassi, Renan, E Lincon Zadorosny. “Investigação Comparativa Entre Os Métodos De Construção Padrões E Os Métodos Em Contêiner”. *Anais Do Fórum De Iniciação Científica Do UNIFUNEC*, no. 11 (março 11, 2021). Disponível em <https://seer.unifunec.edu.br/index.php/forum/article/view/4912>.

ASHRAE, American Society Of Heating, Refrigerating And Air-Conditioning Engineers (2017). ANSI/ASHRAE Standard 55: thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta.

Bastos, Charles Lourenço de; Rodrigues, Douglas Fernandes; Oliveira, Kaique Matias Alves; Silva, Rosenair Cesário da; Passos Filho, Walter Francisco dos. A Utilização de Contêineres como Módulos Pré-Fabricados na Construção Civil. 7-Jun-2019 Disponível em <http://repositorio.aee.edu.br/jspui/handle/aee/1555>

Bragança, L.; Mateus, R.; Gouveia, M. (2011). Construção sustentável: o novo paradigma do setor da construção. Artigo em ata de conferência. C-TAC - comunicações a conferências nacionais. Universidade do Minho. Disponível em <http://hdl.handle.net/1822/15466>.

Bittencourt, L. (2015). Introdução à ventilação natural. Maceió: EDUFAL.

Buges, Nathalya Luciano, Luis Fernando Angerosa Stumpo, Fernando Henrique Fiirst Dos Santos Porto, Veronica López, and Wagner Augusto Andreasi. A Eficiência Energética De Contêiner Adaptado Como Residência Nos Diversos Climas Do Brasil. XV Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído, 2014. Disponível em https://www.academia.edu/16795748/A_EFICI%C3%8ANCIA_ENERG%C3%89TICA_DE_CONT%C3%8AINER_ADAPTADO_COMO_RESID%C3%8ANCIA_NOS_DIVERSOS_CLIMAS_DO_BRASIL?auto=citations&from=cover_page.

Carbonari, L. T. (2015). Reutilização De Contêineres Iso Na Arquitetura: Aspectos Projetuais, Construtivos E Normativos Do Desempenho Térmico Em Edificações No Sul Do Brasil. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal De Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa De Pós-Graduação Em Arquitetura E Urbanismo, Florianópolis. Disponível Em [Https://Repositorio.Ufsc.Br/Xmlui/Handle/123456789/156881](https://Repositorio.Ufsc.Br/Xmlui/Handle/123456789/156881).

CB3E/ABIVIDRO, Catálogo de propriedades térmicas e óticas de vidros comercializados no Brasil (2015). Disponível em https://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/catalogo-propriedades-vidros-comercializados-brasil-13032015_v2.pdf.

Costa, Debora Cristina Rosa Faria da. Contêineres metálicos para canteiros de obras: análise experimental de desempenho térmico e melhorias na transferência de calor pela envoltória [dissertação]. São Paulo: University of São Paulo, Escola Politécnica; 2015. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-03052016-164750/en.php>.

Elrayies, G. M. (2017) Thermal Performance Assessment of Shipping Container Architecture in Hot and Humid Climates. *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology*. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/319403965_Thermal_Performance_Assessment_of_Shipping_Container_Architecture_in_Hot_and_Humid_Climates.

- Frota, A. B. (2003). Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo. São Paulo: Estúdio Nobel.
- Melo, Ana Paula; Westphal, Fernando Simon; Matos, Michele. Apostila Do Curso Básico Do Programa Energyplus. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LABEEE. (2021) Disponível em https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV4202_Apostila_EnergyPlus_o.pdf.
- Milne, M.; Liggett, R.; Benson, A.; Bhattacharya, Y. (2009). Climate Consultant 4.0 Develops Design Guidelines for Each Unique Climate. UCLA Department of Architecture and Urban Design. Disponível em <http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu/papers/ASES09-Milne.pdf>.
- Diário Oficial da União. Norma Regulamentadora 18. PORTARIA Nº 3.733, DE 10 DE FEVEREIRO DE 2020. Seção 1. ISSN 1677-7042. Disponível em <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=11/02/2020&jornal=515&pagina=21>.
- Norris, B. (2015). Build your own shipping contêiner home: the beginner's guide. Published of United States of America: Lunchbox Architect.
- Occhi, T.; Almeida, C. C. O. de. (2016). Construções em contêineres: soluções sustentáveis para isolamentos. 5º SICS (Seminário Internacional de Construções Sustentáveis). Disponível em https://www.imed.edu.br/Uploads/5_SICS_paper_86.pdf.
- Ramos, R. M. da S. (2021). Sustentabilidade na Construção Civil Coberturas “Verdes” – Estratégias de Prevenção e Segurança Contra Incêndios. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Instituto superior de engenharia de Lisboa. Disponível em <http://hdl.handle.net/10400.21/13150>.
- Romano, L.; De paris, S. R.; Neuenfeldt Jr., Á. L. (2014). Retrofit de contêineres na construção civil. Labor e Engenho. Disponível em <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/labore/article/view/225>.
- Silva, P.; Silva, W. L. L. da C.; Junior, I. B.; Monteiro, V. L. (2018). A viabilidade na utilização de contêineres como casa de interesse social. V CIMATech - Tecnologia para a Redução das Desigualdades. 2018. Disponível em <https://publicacao.cimatech.com.br/index.php/cimatech/article/view/74>.
- Souza, Paula Cristina de; Halmeman, Maria Cristina R.; Zavatin, Daiane Cristina Pereira; Nascimento, Glacielle A. Papait do. Análise do Desempenho Térmico de Containers com e sem Tratamento. A Construção Civil; em uma perspectiva econômica, ambiental e social. 2021. Disponível em <https://downloads.editoracientifica.org/articles/210203147.pdf>
- Viana, Françoise Santana; Souza, Henor Artur De; Gomes, Adriano Pinto. Residência em contêiner: comparativo de estratégias para a melhoria do desempenho térmico. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 10, p. e019011, 2019. Disponível em <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8652794>.
- Vilhena, J. M. (2007). Diretrizes para a sustentabilidade das edificações. Gestão & Tecnologia de Projetos. Disponível em <http://www.periodicos.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50905>.

ARTIGO

PROJETO PROINFÂNCIA: USO DE ESTRATÉGIAS COM VEGETAÇÃO PARA ADEQUAÇÕES DA TEMPERATURA AMBIENTE NA ZONA BIOCLIMÁTICA 2

KUMMER, Débora Cristiele

(arqdeborakummer@gmail.com)

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil

CAS, Larissa Vasconcellos da

(larissadacas@gmail.com)

Prefeitura Municipal de Santa Maria, Brasil

SCHERER, Minéia Johann

(mineiaarq@gmail.com)

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Proinfância, Estratégias Bioclimáticas, Vegetação.

RESUMO

Desde 2007, o Governo Federal, através do Programa Proinfância, promove a construção e melhorias na infraestrutura física de creches e escolas no Brasil, visando garantir o acesso de crianças à educação. Contudo, os projetos arquitetônicos seguem padrões a serem executados em todo o território nacional, sem considerar particularidades locais, especialmente no que tange à adaptação ao clima. Sabe-se que, com o uso de estratégias bioclimáticas, é possível obter melhoras no microclima local, nas condições de desempenho térmico das edificações e da temperatura ambiente. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar uma escola com o projeto arquitetônico padrão Tipo B, no município de Santa Maria/RS (Zona Bioclimática 2), e propor soluções para melhor adaptação ao clima, com o uso das vegetações *Wisteria floribunda* e *zoysia japonica*. A metodologia consiste em revisão bibliográfica e estudo de caso, com a avaliação das estratégias bioclimáticas recomendadas, do memorial descritivo do Projeto Proinfância Tipo B, da localização, implantação, zoneamento e aspectos de controle de temperatura incorporados, ou não, ao projeto arquitetônico e paisagístico. E a partir dos resultados obtidos avaliar melhorias e adequações da edificação em seu contexto climático aspirando melhorias na temperatura ambiente com ênfase na utilização de estratégias passivas com o uso de vegetação, bem como, a insolação e a ventilação natural. As recomendações na Zona Bioclimática 2 são: inércia térmica para aquecimento/resfriamento, ventilação natural, aquecimento solar passivo, sombreamento e resfriamento evaporativo. Para a aplicabilidade destas estratégias na edificação, propõem-se o uso de cobertura verde, cortinas verdes caducifólias ao Leste-Oeste, paisagismo com forração de grama, árvores frondosas e caducifólias e, ambientação dos solários com vegetação de pequeno porte. Dessa forma, foi possível inferir que, embora os projetos disponibilizados pelo governo sejam padronizados para todo o Brasil, é necessário que os mesmos sejam flexibilizados possibilitando, assim, fazer adaptações de baixo custo, de acordo com a zona bioclimática de inserção do mesmo.

1. INTRODUÇÃO

O Ministério da Educação, através do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), criou o Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil (Proinfância), instituída pela Resolução nº 6, de 24 de abril de 2007 (BRASIL, 2007). Que tem como objetivo a universalização da educação infantil no Brasil, ou seja, garantir o acesso de crianças a creches e escolas por meio construção de novos projetos, assim como, aprimorar a infraestrutura física escolar já existente.

Esse programa disponibiliza projetos padrões que em parceria com as prefeituras municipais podem ser implantados em todo território nacional. Os projetos disponíveis são classificados por tipos, conforme a capacidade de atendimento de crianças e dimensões do terreno, tais como “Tipo 1”, “Tipo 2”, “Tipo B” e “Tipo C”, sendo denominado “Tipo A” quando o projeto é elaborado pelo proponente (FNDE, 2021). Com ênfase no projeto padrão “Tipo B” o mesmo propõe uma escola infantil para creche e pré-escola no mesmo espaço físico, com capacidade para o atendimento de 224 crianças em dois turnos (matutino e vespertino) ou 112 em período integral.

De acordo com o memorial descritivo, o partido arquitetônico adotado foi baseado nas necessidades de desenvolvimento da criança, tanto no aspecto físico, psicológico, como no intelectual e social. Foi levado em consideração também a grande diversidade do país, com ênfase aos aspectos ambientais, geográficos e climáticos. Além de questões referentes à densidade demográfica, aos recursos socioeconômicos e o contexto cultural de cada região. Isso de modo a propiciar ambientes com conceitos inclusivos, aliando as características dos ambientes internos e externos (volumetria, formas, materiais, cores, texturas) com as práticas pedagógicas, culturais e sociais (FNDE, 2013).

De modo geral, nota-se que o projeto foi pensado para se adaptar a diferentes situações, porém, sabe-se que o partido arquitetônico de um projeto inclui um programa de necessidades aliado ao contexto urbano e a realidade local, bem como, as peculiaridades de cada terreno. Logo, a ideia de ter um projeto padrão para todo o país se torna ineficaz principalmente em relação ao clima em que está inserido, visto que, o Brasil possui um vasto território com acentuadas variações climáticas.

Conforme a ABNT NBR 15220-3 (2005), o Brasil pode ser dividido em oito diferentes zonas bioclimáticas onde cada qual possui um conjunto de recomendações técnico-construtivas específicas. Com destaque para a zona bioclimática 2, através da plataforma Projeteee (2021), obteve-se os dados e informações referente as estratégias bioclimáticas indicadas para melhorar a eficiência dos edifícios, proporcionar uma redução da demanda energética e maior conforto aos seus usuários. Sendo assim, as estratégias recomendadas são:

Inércia térmica para aquecimento e resfriamento: Uma edificação com inércia térmica proporcionará uma diminuição das amplitudes térmicas internas e um atraso térmico no fluxo de calor devido a sua alta capacidade de armazenar calor, fazendo com que o pico de temperatura interna apresente uma defasagem e um

amortecimento em relação ao externo. De fato, componentes de alta inércia térmica funcionam como uma espécie de bateria térmica: Durante o verão absorvem o calor, mantendo a edificação confortável; no inverno, se bem orientado, pode armazenar o calor para liberá-lo à noite, ajudando a edificação a permanecer aquecida.

Ventilação natural: Sistemas passivos de ventilação fundamentam-se em diferenças de pressão para deslocar o ar fresco através dos edifícios. Há dois tipos principais de ventilação passiva: a ventilação cruzada e a ventilação por efeito chaminé. A primeira possibilita a retirada do calor através da aceleração das trocas por convecção, contribuindo para a melhoria da sensação térmica dentro da edificação devido ao incremento dos níveis de evaporação. Já no efeito chaminé, o ar mais frio e denso exerce pressão positiva, e o ar mais quente e menos denso, exerce baixa pressão e tende a subir criando correntes de convecção. É preciso posicionar as aberturas em zonas de pressão oposta para que ocorra uma ventilação natural eficiente.

Aquecimento solar passivo: É um mecanismo que consiste na utilização da radiação solar direta para aquecimento ambiental da edificação, podendo ser direto ou indireto. No aquecimento solar direto, a radiação solar de inverno é admitida diretamente no ambiente através das aberturas ou superfícies envidraçadas, obtendo uma resposta imediata de aquecimento. Devido ao efeito estufa, a radiação, ao passar pelas superfícies envidraçadas, é absorvida e refletida pelas superfícies internas na forma de onda longa, permanecendo no interior da edificação.

Sombreamento: Consiste em uma técnica primordial para se reduzir ganhos solares através do envelope da edificação. Um projeto adequado de uma proteção solar deve impedir os ganhos solares nas épocas mais quentes, do dia e do ano, sem obstruí-los no inverno e sem prejudicar a iluminação natural através das aberturas. Torna-se imprescindível que o projetista domine a geometria solar de inverno e verão em relação ao lugar de implantação do edifício, pois dependendo da localização do edifício a própria sombra provocada por áreas construídas ou massas de vegetação vizinhas pode minimizar a necessidade de sombreamento em certas fachadas.

Resfriamento evaporativo: O resfriamento evaporativo fundamenta-se no processo de evaporação da água, a qual retira calor do ambiente ou do material sobre o qual a evaporação acontece. O grau de resfriamento é determinado pela velocidade da evaporação quanto mais rápido o processo da evaporação maior a queda de temperatura. A taxa de evaporação em um espaço aberto será mais rápida quanto maior a área superficial da água e a velocidade do ar e menor for a umidade relativa do ar. Quanto mais seco for o clima maior será a aplicabilidade de tais sistemas. Quando o ar se torna saturado, o processo de evaporação cessa e, conseqüentemente, ocorre a queda de temperatura.

Um meio para empregar essas estratégias bioclimáticas nas edificações é fazer uso de diferentes aplicações com vegetação. Scherer (2014), destaca que o emprego de componentes naturais em arquitetura vem sendo explorado como uma forma de minimizar os impactos ao ambiente local, de integrar o meio construído ao meio natural e de aumentar a área vegetada nas cidades. Dessa forma, dentre as princi-

país estratégias vegetadas utilizadas destacam-se as coberturas verdes e os jardins verticais, sendo brevemente descritos a seguir.

Cobertura Verde: É uma combinação de diferentes camadas de apoio que fornecem condições para o crescimento da vegetação em um telhado plano ou inclinado. Tem como benefícios a gestão da água, redução do ruído, mitigação do efeito de ilhas de calor urbano, aumento da biodiversidade, desempenho térmico aprimorado e eficiência energética. De acordo com o tipo de uso, fatores de construção e requisitos de manutenção, os telhados verdes são divididos em três grandes grupos: extensivos, semi-intensivos e intensivos (RAJI; TENPIERIK; DOBBELSTEEN, 2014).

Sobre os jardins verticais, considerando que existem diferentes denominações, neste trabalho, assim como, nos trabalhos de Sharp et al. (2008), Pérez (2010) e Scherer (2014) adotou-se a distinção de três tipos: parede verde tradicional, cortina verde, e parede viva.

Parede Verde Tradicional: São sistemas extensivos marcados pela presença de espécies trepadeiras auto-aderentes que são capazes de se fixar diretamente nas alvenarias, por meio de raízes adventícias ou gavinhas ramificadas, formando um revestimento que remete a uma pele verde na edificação (SCHERER, 2014).

Cortina Verde: Se caracteriza pelo plantio e desenvolvimento de uma vegetação trepadeira, com auxílio de suportes, posicionada em frente e afastada das superfícies verticais das edificações [...] proporciona sombra e atua como um dispositivo de controle solar em arquitetura (SCHERER, 2014).

Parede Viva: Em geral, faz uso de módulos especiais para o desenvolvimento das plantas, sendo constituídos por painéis geotêxteis, vasos ou blocos com cavidades para o substrato, não havendo contato da raiz da planta com o solo na base da edificação (SCHERER, 2014).

Além das coberturas verdes e jardins verticais cabe destacar ainda os jardins, os quais podem ser desenvolvidos tanto em ambientes internos quanto externos.

Jardins Externos: Possibilita a utilização de plantas de diversas espécies e portes, que oferecem a maioria dos benefícios fornecidos por outros conceitos de vegetação para a macroescala, como a mitigação do efeito de ilha de calor urbana, maior diversidade e remoção de poluentes do ar, bem como, a gestão da água da chuva e melhoria estética visual (RAJI; TENPIERIK; DOBBELSTEEN, 2014).

Jardins Internos: geralmente equipados com vasos de plantas ou grandes árvores em substratos de solo espesso a depender das dimensões do projeto arquitetônico. Dentre suas principais funções destaca-se a melhoria da qualidade e umidade relativa do ar, nas condições de conforto, saúde e produtividade do ser humano (RAJI; TENPIERIK; DOBBELSTEEN, 2014).

Diferentes autores já vêm discutindo e apresentam uma ampla gama de contribuições positivas com o uso da vegetação integrada ao ambiente construído. Para Mascaró e Mascaró (2009), a vegetação atua sobre os elementos climáticos em microclimas urbanos, contribuindo para o controle da radiação solar, temperatura e

umidade do ar, ação dos ventos e da chuva e para amenizar a poluição do ar. Além disso, a vegetação absorve gás carbônico para efetuar o processo de fotossíntese, liberando oxigênio e auxiliando na purificação do ar (IZARD; GUYOT, 1983).

Entretanto, um dos efeitos mais evidentes do uso da vegetação está na redução da temperatura do ar através do processo de evapotranspiração, também chamado resfriamento evaporativo: a energia do sol é absorvida pela planta, resultando na perda de calor na atmosfera e na umidificação do ambiente. Ademais, o sombreamento causado pela vegetação diminui as temperaturas superficiais dos pavimentos e fachadas das edificações, uma vez que intercepta grande parte da radiação solar incidente (LYLE, 1994; MASCARÓ; MASCARÓ, 2005).

2. OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho é realizar um estudo de caso em uma escola padrão Tipo B, EMEI Proinfância Cipriano da Rocha, que está inserida no município de Santa Maria/RS, na zona bioclimática 2. Isso na perspectiva de avaliar como estão, e se estão sendo utilizados os recursos naturais da insolação e da ventilação, assim como estratégias bioclimáticas no projeto arquitetônico e paisagístico existente. E a partir dos resultados obtidos, avaliar possíveis melhorias e adequações na edificação conforme seu contexto climático visando, principalmente, a qualidade da temperatura ambiente com ênfase na utilização de estratégias passivas as quais fazem uso de vegetação, insolação e a ventilação características do município.

3. METODOLOGIA

A metodologia consiste em revisão bibliográfica, em especial, do memorial descritivo do Projeto Proinfância (Tipo B) de 2013, e das recomendações para a zona bioclimática 2. Assim como, na análise sobre a localização, implantação, zoneamento e aspectos de controle da temperatura ambiente incorporados, ou não, ao projeto arquitetônico e paisagístico. Posteriormente, fez-se um levantamento das estratégias bioclimáticas recomendadas para a zona bioclimática 2, e a avaliação da aplicabilidade dessas estratégias com o uso das vegetações *Wisteria floribunda* e *zoysia japonica*. no referido projeto arquitetônico.

3.1 LOCALIZAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DA EMEI CIPRIANO DA ROCHA

A EMEI Proinfância Cipriano da Rocha se localiza no município de Santa Maria/RS (Zona Bioclimática 2), e está implantada em um bairro residencial com edificações no entorno de pequeno porte que se restringem a um pavimento. Além disso, sua implantação se dá em uma quadra onde três de suas fachadas estão voltadas para a rua, com exceção apenas da fachada leste, que faz divisa com uma

reserva de 707,39 m² destinada a área institucional do bairro. O terreno possui um desvio de 18° em relação ao norte geográfico, contudo, para fins de análise irá se considerar as orientações do Manual RTQ-C (2016), o qual sugere que para edifícios comerciais, de serviço ou públicos inclinações de 0 a 45,0° e de 315,1° a 360,0° a orientação geográfica a ser adotada para análise de insolação nas fachadas é a norte. Com isso, a implantação da edificação se dá em um lote de 3.856,37m² com inclinação de 1,5%, destaca-se que o memorial descritivo indica terrenos com dimensões de 40,00m de largura e 70,00m de profundidade, ou seja, uma área de 2.800m², com uma declividade máxima de 3%, a área construída do projeto padrão tipo B é de 1.237,09 m² (FNDE, 2013).

3.2 ZONEAMENTO DA EDIFICAÇÃO

De modo a compreender a disposição da escola no terreno, apresenta-se na Figura 1 a implantação associada ao zoneamento da edificação. O projeto arquitetônico é dividido em oito setores, sendo: 1) Administrativo; 2) Serviço, 3) Multiuso; 4) Pedagógico (separado em duas áreas: creches I e II; creche III e pré-escola); 5) Pátio/refeitório, 6) Anfiteatro, 7) Parque infantil; 8) Estacionamento. Já em termos volumétricos são cinco blocos distintos: Bloco 1 - Administração, Bloco 2 - Multiuso e Educacional, Bloco 3 - Pátio Coberto e Refeitório, Bloco 4 - Serviço, Bloco 5 - Educacional.

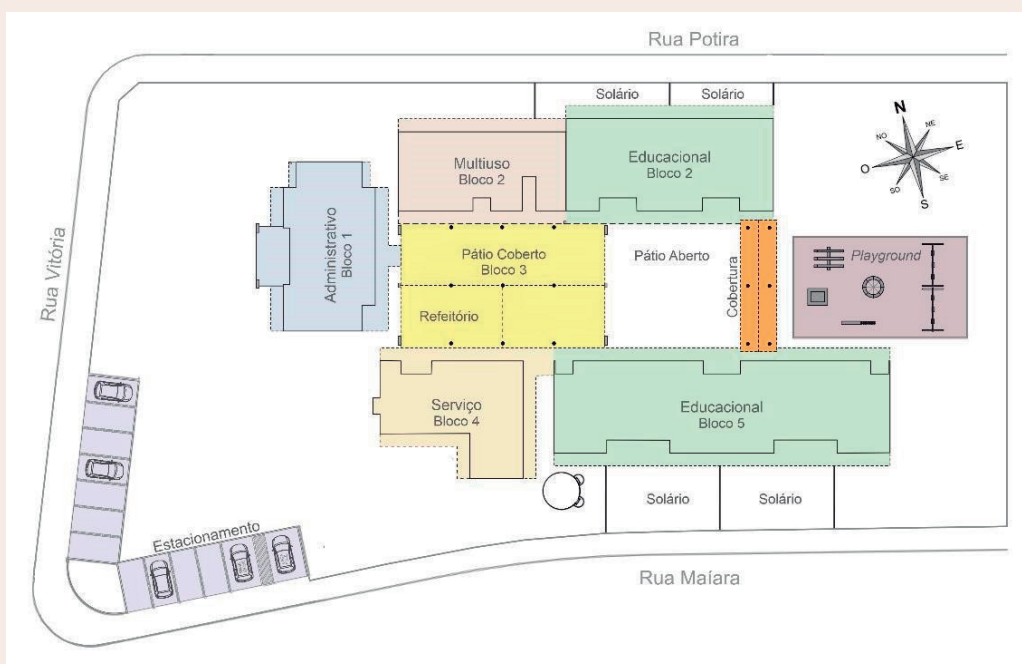


Figura 1. Implantação e Zoneamento da EMEI Proinfância padrão Tipo B Cipriano da Rocha, adaptado de FNDE (2013).

Referente aos aspectos de conforto ambiental incorporados ao projeto arquitetônico, irá se analisar a volumetria, as vedações externas, as coberturas, os beirais, a proteção solar das fachadas, a ventilação cruzada e os solários. Nesse sentido, a

forma em “U” adotada para a disposição dos volumes em torno de um pátio central é comumente utilizada em edifícios escolares. Isso porque possibilita maior convívio social e integração com o espaço físico, além de criar um ambiente aberto/ coberto que permite ventilação cruzada nos diferentes ambientes.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO E PAISAGÍSTICO

Torna-se importante o conhecimento da planta baixa das escolas padrão tipo B (Figura 2) de forma a relacionar a implantação e zoneamento da EMEI Cipriano da Rocha com a disposição dos ambientes em função da ênfase dada no memorial descritivo para a ventilação cruzada nas salas de aula, bem como, a incidência solar da edificação como um todo e, em especial, dos solários, adjacentes às salas de aula.

Conforme memorial descritivo, os volumes são estruturalmente independentes utilizando a padronização modular em estrutura de concreto armado e as paredes externas são executadas com tijolos cerâmicos de seis furos 19x19x10cm. Já o acabamento externo se dá tanto por pintura acrílica na cor branco gelo, quanto por revestimento cerâmico 10x10, nas cores vermelho, azul escuro e amarelo, como pode-se observar na Figura 03.

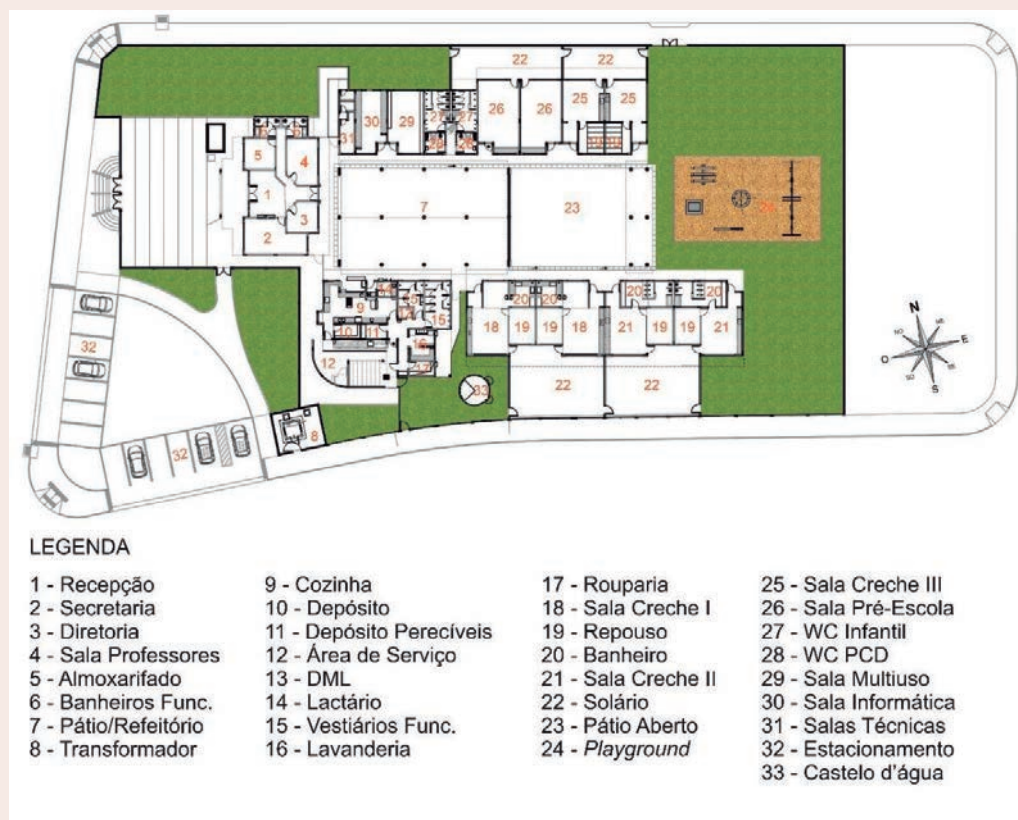


Figura 2. Planta Baixa Projeto Proinfância Tipo B, adaptado de FNDE (2013).

A cobertura dos blocos administrativo, pedagógicos, de serviços, e multiuso é uma laje pré-moldada de 10cm altura, com tesouras e demais peças do telhado em madeira e telhas de barro cozidas, tipo colonial com inclinação de 35%. Já a cobertura do pátio central/refeitório é feita por meio de tesouras metálicas e telhas de barro cozidas, tipo colonial também com inclinação de 35%. Os beirais, por sua vez, possuem uma projeção de 1,20 metros de largura na maior parte das coberturas, isso visando proteger as aberturas e as fachadas da insolação direta.



Figura 3. Fachada frontal do projeto padrão Tipo B, FNDE (2013).

As áreas externas não ganham destaque no projeto para complementar o entorno da edificação, o memorial descritivo destaca que é custeado pelo programa apenas forração de grama (sendo indicado a grama esmeralda ou batatais) para terrenos de dimensões de até 40,00m x 70,00m, o excedente deve ser custeado pelo próprio requerente.

3.4 ANÁLISE DA INSOLAÇÃO NAS FACHADAS

De modo a verificar a eficiência dos beirais, realizou-se a simulação de uma fachada hipotética com as dimensões indicadas no projeto arquitetônico Tipo B. A simulação de sombreamento foi realizada no *software* SketchUp (2021), sendo esse já reconhecido como uma ferramenta para análise de sombreamento. Assim, primeiramente, fez-se o georreferenciamento no programa inserindo-se a latitude e a longitude da cidade de Santa Maria/RS, sendo respectivamente -29,68 e 53,80, em seguida, ajustou-se o fuso horário o qual é na maior parte do Brasil, e no estado do Rio Grande do Sul UTC - 03:00.

Posteriormente, com a elaboração de um modelo simples de fachada a qual possui 3 metros de altura, projeção do beiral 1,20 metros e aberturas no alinhamento superior de 2,10m de altura realizou-se a simulação de sombreamento para as fachadas norte, sul, leste e oeste. Considerando o solstício de inverno no dia 21 de junho e o solstício de verão 21 de dezembro, para os horários de 10:00 e 16:00 horas, o resultado pode ser analisado na Tabela 1.

Solstício		Inverno 21/06	Verão 21/12
Fachada	Hora	Insolação	Insolação
Norte	10:00 h	Ensolarada	Sombreada
	16:00 h	Ensolarada	Sombreada
Sul	10:00 h	Sombreada	Sombreada
	16:00 h	Sombreada	Sombreada
Leste	10:00 h	Ensolarada	Ensolarada
	16:00 h	Sombreada	Sombreada
Oeste	10:00 h	Sombreada	Sombreada
	16:00 h	Ensolarada	Ensolarada

Tabela 1. Análise da insolação nas fachadas EMEI Cipriano da Rocha.

Salienta-se que a zona bioclimática 2 apresenta estações bem definidas com grande amplitude térmica entre as estações de inverno e verão. No período do solstício de inverno é desejável receber insolação nas fachadas e no verão é necessário proteger as mesmas da insolação direta. Desse modo, as análises demonstraram que os beiras de 1,20 metros atendem satisfatoriamente a fachada norte a qual recebe insolação no inverno quando o sol está mais baixo na linha do horizonte, e é sombreada no verão quando o sol está mais alto.

Já as fachadas leste e oeste recebem insolação no solstício de inverno sendo isso desejado, contudo, recebem insolação também no solstício de verão período o qual se faz necessário o sombreamento das fachadas devido a exposição a altas temperaturas. E por fim, a fachada sul que se mantém sombreada em ambos os solstícios, sendo essa a que recebe a menor insolação no hemisfério sul.

4. RESULTADOS

As estratégias bioclimáticas recomendadas para a zona bioclimática 2 pela plataforma Projeteee, e que serão aplicadas ao projeto arquitetônico da EMEI Cipriano da Rocha são: (1) inércia térmica para aquecimento, (2) ventilação natural, (3) aquecimento solar passivo, (4) sombreamento, (5) resfriamento evaporativo e (6) inércia térmica para resfriamento. Com o intuito de atender estas estratégias, procurou-se fazer uso de soluções com vegetação - coberturas verdes, cortinas verde e paisagismo, como pode-se observar na Tabela 2.

Estratégia	Soluções
Inércia Térmica Aquecimento	Incidência solar no outono e inverno (cortina verde caducifólia)
Ventilação Natural	Implantação, pátio interno e ventilação cruzada
Aquecimento Solar Passivo	Incidência solar no outono e inverno (cortina verde caducifólia)
Sombreamento	Implantação e proteção solar (cortina verde primavera e verão)
Resfriamento Evaporativo	Uso da vegetação para amenizar o micro clima local
Inércia Térmica Resfriamento	Cobertura verde

Tabela 2. Estratégias bioclimáticas relacionadas as soluções verdes na EMEI Cipriano da Rocha

4.1 COBERTURA

Considerando as estratégias recomendadas, para a cobertura dos blocos (Administrativo, Multiuso e Educacional, Serviço e Educacional) utilizou-se o telhado verde intensivo (Figura 4) sugerido pelo Manual - A (2014), que indica uma laje maciça de 10cm, seguido de uma camada de 40 cm de altura de terra argilosa, e a vegetação, atingindo assim uma transmitância de 0,96 [W/(m²k)]. Por se tratar de um prédio público, entende-se a necessidade de visar pela baixa manutenção, por isso um tipo de vegetação recomendado para a cobertura verde é a grama *Zoysia japonica* (grama esmeralda), que não exige poda frequente e prefere lugares com insolação direta (YAMASAKI, 2017).

Destaca-se, que a cobertura verde auxilia no resfriamento evaporativo e contribui para a edificação atender a transmitância térmica recomendada pelo Manual - A (2014), para edificações comerciais, de serviço ou públicas. Além disso, cabe destacar que a substituição da atual cobertura por telhado verde além de aumentar a área vegetada para a captação de CO₂, principal gás responsável pelo efeito estufa, ainda deixaria de emitir quantidade significativa do mesmo devido ao processo de fabricação das telhas de barro as quais demandam o processo de queima para secagem, e o transporte desse material da produção até o consumidor final, acrescido a isso não seria necessário o uso da madeira que estrutura a cobertura atual.

4.2 IMPLANTAÇÃO E PAISAGISMO

É possível observar que a implantação da EMEI Cipriano da Rocha atende as recomendações de insolação para o município de Santa Maria/RS, onde para maior conforto ambiental e minimização da carga térmica é de modo que as maiores áreas de fachadas fiquem voltadas ao sentido norte-sul. No entanto, observa-se que os solários das creches I e II ficaram voltadas ao sul (Figura 4) perdendo sua eficiência, bem como, a fachada desses ambientes de permanência prolongada, que receberão pouca incidência solar. Tratando-se de um projeto padrão, entende-se que a disposição ideal em planta baixa seria de modo que todas as salas de aula es-

tivessem para a mesma orientação, pois assim, independentemente da orientação sempre haverá salas de aula menos favorecidas quanto a orientação solar.

Para o paisagismo, propõem-se além de plantar grama nas áreas não edificadas, um cinturão verde com árvores ao leste, bem como, árvores distribuídas ao oeste, em especial, junto ao estacionamento isso de modo a colaborar com o sombreamento tanto do *playground* ao leste, quanto dos veículos ao oeste, além de ambas as fachadas. Assim, para a zona bioclimática 2 se faz necessário um bom sombreamento com árvores caducifólias de copas frondosas para amenizar as temperaturas no período de verão, e permitir a passagem dos raios solares no inverno.

Além disso, cabe tornar os solários menos áridos com a inserção de vegetações de pequeno porte e incentivar o contato das crianças com a natureza a partir da disposição de hortas colaborativas externas. Assim, independentemente, da zona bioclimática o paisagismo é essencial para criar um microclima local e imprescindível para humanizar e tornar mais convidativo os espaços, principalmente, tratando-se de um equipamento destinado ao público infantil o qual dispõem de *playground* e áreas abertas de lazer.



Figura 4. Adaptações propostas para o projeto arquitetônico e paisagístico da EMEI Cipriano da Rocha na Zona Bioclimática 2, adaptado de FNDE (2013).

4.3 INSOLAÇÃO NAS FACHADAS

Sobre a incidência solar nas fachadas, observou-se que a fachada norte é protegida satisfatoriamente pelo beiral de 1,20 m, havendo necessidade de sombreamento somente no solstício de verão nas fachadas leste e oeste, as quais em implantação são as que possuem menor área de fachada. Para tal, de modo a proteger no verão e propiciar aquecimento do inverno recomenda-se o uso de cortinas verdes com vegetação caducifólia.

Com isso, propõem-se a aplicação dessas cortinas onde há ambientes de permanência prolongada nas fachadas leste e oeste, conforme Figura 4. Sendo então, na fachada leste a sala da creche II e a sala da creche III, enquanto que ao oeste tem-se a sala da secretaria, e embora não seja de permanência prolongada, entende-se ser importante o uso da cortina verde também na sala do almoxarifado para minimizar a temperatura ambiente e preservar os materiais ali estocados.

Devido a amplitude térmica da zona bioclimática 2, sendo necessário ora proteger ora expor as fachadas a insolação, é recomendado o uso de vegetações caducifólias. Segundo Scherer (2014), que realizou um estudo com dados climatológicos do município de Santa Maria/RS, para o clima subtropical da região sul do país, uma das trepadeiras caducifólias indicadas é a *Wisteria floribunda* (Glicínia), pois essa apresenta boa correlação entre as estações climáticas e o grau de fechamento de sua folhagem.

4.4 VENTILAÇÃO NATURAL

Com relação à ventilação da edificação, Almeida (2018), salienta que é importante que as janelas estejam posicionadas de forma a captar os ventos dominantes da região. Quanto mais próximo de 90° o ângulo de incidência dos ventos dominantes na superfície da janela, mais favorável será a ventilação naquele ambiente. Contudo, não é possível no município de Santa Maria/RS dispor as áreas de maior fachada de modo a conciliar a melhor orientação solar e a melhor ventilação já que a insolação se dá no sentido norte-sul e os ventos predominantes na região são leste (E) e sudeste (SE). Porém, com o volume em “U”, com sua abertura voltada ao leste, permite-se boa ventilação aos ambientes, principalmente ao pátio interno e ao volume da administração.

Quanto a ventilação cruzada nos ambientes, tem-se como princípio básico para que isso ocorra a necessidade de aberturas em lados opostos o que de fato fica evidenciado na sala multiuso, nas salas da pré-escola e nas salas da creche I com janelas dispostas em fachadas distintas. As salas da creche II apresentam em seu lado oposto à janela, o banheiro, ficando condicionada a abertura da porta desse ambiente ou da porta principal de acesso para a circulação de ar. Já as salas da creche III possuem o repouso na parede oposta à janela, ocorrendo a circulação do ar somente se a porta deste ambiente ou do acesso principal estiver aberta. Entende-se essa uma questão de adequação do projeto arquitetônico de modo a permitir ventilação cruzada em todos os ambientes e, principalmente, nas salas de aula.

5. CONCLUSÕES

O Programa Proinfância é um importante meio para o desenvolvimento da educação no Brasil. Contudo, é de extrema importância a flexibilização do mesmo visando adaptações do projeto arquitetônico de acordo com sua zona bioclimática. Constatou-se que alterações no projeto a nível de planta baixa, possibilitaria um maior desempenho da edificação como, por exemplo, manter todas as salas de

aula na mesma orientação e ajustar as salas das creches II e creche III, visando a ventilação cruzada nesses ambientes.

Considerando que a edificação analisada se localiza na zona bioclimática 2, e as recomendações são: (1) inércia térmica para aquecimento (2) inércia térmica para resfriamento (3) ventilação natural, (4) aquecimento solar passivo, (5) sombreamento e (6) resfriamento evaporativo. Aspirando a aplicação dessas estratégias, na EMEI Cipriano da Rocha com o uso de vegetação utilizou-se, então, de cobertura verde, cortinas verdes caducifólias nas fachadas leste e oeste, paisagismo com forração de grama, árvores frondosas e caducifólias, ambientação dos solários com o uso de vegetação de pequeno porte e a sugestão da implantação de hortas colaborativas.

Destaca-se que o uso da vegetação incorporada ao projeto arquitetônico é um meio eficiente tanto para melhorar o microclima local quanto a temperatura ambiente da edificação. Por conseguinte, os projetos padrões podem vir a se adequar a zona bioclimática de sua inserção sendo possível fazer adaptações de baixo custo, em especial, com o uso de vegetação. Contudo, ressalta-se a importância de trabalhar as estratégias recomendadas para cada região em fase de projeto, sendo assim, é necessária uma maior flexibilização para se fazer essas adaptações de modo a ter edificações mais eficientes as quais proporcionam menor demanda energética, posteriormente, e maior qualidade e conforto aos seus usuários.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, M. B. C. (2018). Uma análise da implantação e da funcionalidade dos projetos padrão do FNDE: A experiência das escolas infantis tipo “b” do PROINFÂNCIA em Natal/RN. 233f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/25664>.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005). NBR 15220: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, RJ.

Brasil (2007). Resolução nº 6, de 24 de abril de 2007. Estabelece as orientações e diretrizes para execução e assistência financeira suplementar ao Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil - PROINFÂNCIA. FNDE, Poder Executivo, Brasília, DF.

FNDE (2021). Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil (Proinfância). Brasília, DF. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/index.php/programas/proinfancia>.

FNDE (2013). Projeto Proinfância - Tipo B. 2013. Memorial Descritivo. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/index.php/programas/proinfancia/eixos-de-atuacao/projetos-arquiteticospara-construcao/item/4816-tipo-b>.

Izard, J.; Guyot, A. (1983). *Arquitetura bioclimática*. México D.F: G. Gili,

Lyle, J. T. (1994). Regenerative design for sustainable development. New York: John Wiley & Sons.

Manual - A (2014). Diretrizes para obtenção de classificação nível A para edificações comerciais, de serviço e públicas. Santa Catarina, SC. Disponível em: <http://pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Manual-A.pdf>.

Manual RTQ-C (2016). Manual para Aplicação do RTQ-C: comercial, de serviço e público. 4. ed. Santa Catarina, jun. 2016. Disponível em: http://pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/manualv02_1.pdf.

Mascaró, L.; Mascaró, J. (2005). Vegetação Urbana. Porto Alegre: Mais Quatro Editora.

Mascaró, L.; Mascaró, J. (2009). Ambiência Urbana. Porto Alegre: Mais Quatro Editora.

Pérez, G. (2010). Façanes vegetades: estudi del seu potencial com a sistema pas-siud'estalvi d'energia, en clima mediterrani continental. Tese (doutorado). Programme Doctorado Àmbits de Recerca de la Construcció i l'Energia a l'Arquitectura. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Espanha.

Projeteer (2021). Projetando Edificações Energeticamente Eficientes. Santa Catarina. Disponível em: <http://projeteer.mma.gov.br/>.

Raji, B.; Tempierik, M. J.; Dobbelsteen, A. (2015). The impact of greening systems on Building energy performance: a literature review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Amsterdã, v. 45, p. 610-623.

Scherer, M. J. (2014). Cortinas Verdes na arquitetura: desempenho no controle solar e na eficiência energética de edificações. Tese (Doutorado em Arquitetura). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/109023>.

Sharp, R. et al (2008). Introduction to Green Walls: Technology, Benefits & Design. In: Green Roofs for Healthy Cities. Disponível em: http://www.greenroofs.net/components/com_lms/flash/Green%20Walls%20Intro%20908b.pdf.

SketchUp (2021): Software de projetos 3D. Disponível em: <https://www.sketchup.com/pt-BR>.

Yamasaki, G. (2017). Grama Esmeralda (Zoysia japonica). Cultivando. Disponível em: <https://www.cultivando.com.br/grama-esmeralda-zoysia-japonica/>.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de mestrado.

ARTIGO

AVALIAÇÃO DAS SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS DA CASA POPULAR EFICIENTE DA UFSM A PARTIR DA APO

ULIANA, Daniéli

(daniuliana95@gmail.com)

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil

VAGHETTI, Marcos Alberto Oss

(marcos.vaghetti@ufsm.br)

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil

DOS SANTOS, Taís Carvalho

(taiscarvalhoec@gmail.com)

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Casa Popular Eficiente, Sustentabilidade, Avaliação Pós Ocupação

RESUMO

A Casa Popular Eficiente (CPE) da UFSM é um protótipo de residência baseada no interesse social e foi construída com a premissa de buscar materiais e soluções ecologicamente sustentáveis para serem implementados com baixo custo financeiro e menor impacto ambiental possível, devido ao aproveitamento dos recursos naturais disponíveis. Nesse sentido, a moradia possui um viés holístico no sentido ambiental. O trabalho tem como objetivo analisar as soluções sustentáveis implementadas na CPE da UFSM, tais como: brise vegetal, sistema de calefação e ventilação cruzada, a partir das constatações de conforto térmico obtidas na Avaliação Pós Ocupação (APO). Como metodologia, o trabalho será elaborado a partir de estudos já realizados na CPE, bem como estudos sobre o assunto em anais, teses e dissertações. Os resultados da pesquisa foram obtidos a partir da APO na CPE, onde foi possível a avaliação in loco, coleta de dados, observação do comportamento das soluções sustentáveis, entre outras possibilidades, dando ênfase aos aspectos ligados ao conforto térmico. A partir da APO foi possível identificar que tais sistemas se mostram eficazes: o brise vegetal e o sistema de calefação propicia aos usuários o conforto térmico, pois, contribui para a amenizar a temperatura em dias quentes, bem como, aquecer a casa nos dias frios, respectivamente. A ventilação cruzada, por sua vez, contribui para a circulação interna de correntes de ar possibilitando adequada ventilação para os ambientes, contribuindo também com os demais experimentos da estabilidade na temperatura interna da casa, principalmente nos dias quentes. A CPE possibilita uma alternativa sustentável para moradias de interesse social, onde os sistemas estão interligados entre si, que por vezes, dependem dos fenômenos naturais para se obter o máximo de aproveitamento.

1. INTRODUÇÃO

Conforme Visintainer, Cardoso e Vaghetti (s/d) a construção civil no Brasil está em fase de ascensão em virtude da valorização imobiliária e incentivos criados a partir dos programas do governo federal, como a construção de casas populares, que têm como objetivo mitigar os problemas relacionados ao déficit habitacional. Para os autores, pequena quantidade desses projetos são objetos de estudo para criar habitações com viés ecológico. Apesar dos grandes avanços tecnológicos nesse mercado, ainda são encontrados problemas no que se refere aos altos custos na construção, tornando-se inacessíveis e conseqüentemente de difícil popularização.

Paralelamente aos aspectos positivos, a indústria da construção civil é responsável por sérios danos ambientais e pelo consumo excessivo de materiais. O volume atual de matéria-prima exigida pela indústria coloca em risco a extinção das fontes naturais, compromete os serviços ambientais, a capacidade de armazenamento dos sumidouros e eleva os níveis de contaminação (PERIM, 2014, p.32)

Para Visintainer, Cardoso e Vaghetti (s/d) a construção de moradias que contemplem baixo custo e as questões ambientais, é possível a partir da busca por materiais sustentáveis que visem reutilizar/aproveitar elementos naturais e renováveis.

A construção sustentável pode ser entendida como a edificação cujo processo de projeto objetiva a eficiência da utilização dos recursos naturais (ventilação, iluminação natural, pluviosidade, implantação no terreno entre outros) para minimizar gastos com energia e conseqüente poluição, aumentando a qualidade de vida do ser humano dentro do espaço edificado (PERIM, 2014, p.34)

O trabalho tem como objetivo analisar as soluções sustentáveis implementadas na CPE da UFSM, tais como: brise vegetal, sistema de calefação e ventilação cruzada, a partir das constatações de conforto térmico obtidas na Avaliação Pós Ocupação (APO). Como metodologia, o trabalho será elaborado a partir de estudos (teses, dissertações e anais de eventos) já realizados na CPE, e da Avaliação Pós Ocupação.

1.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA CASA POPULAR EFICIENTE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

A Casa Popular Eficiente localiza-se no Centro de Eventos da Universidade Federal de Santa Maria. Esse protótipo foi construído com o intuito de buscar materiais e soluções ecologicamente sustentáveis e com baixo custo financeiro, além de criar alternativas que viessem a reduzir os impactos ambientais em virtude do aproveitamento dos recursos naturais disponibilizados. Inaugurada em 2013, a Casa Popular Eficiente possui materiais e experimentos em análise que são de suma importância para serem introduzidos em futuras construções. Além disso, ela possui uma posição geográfica estratégica no sentido de captar o máximo de energia solar possível.

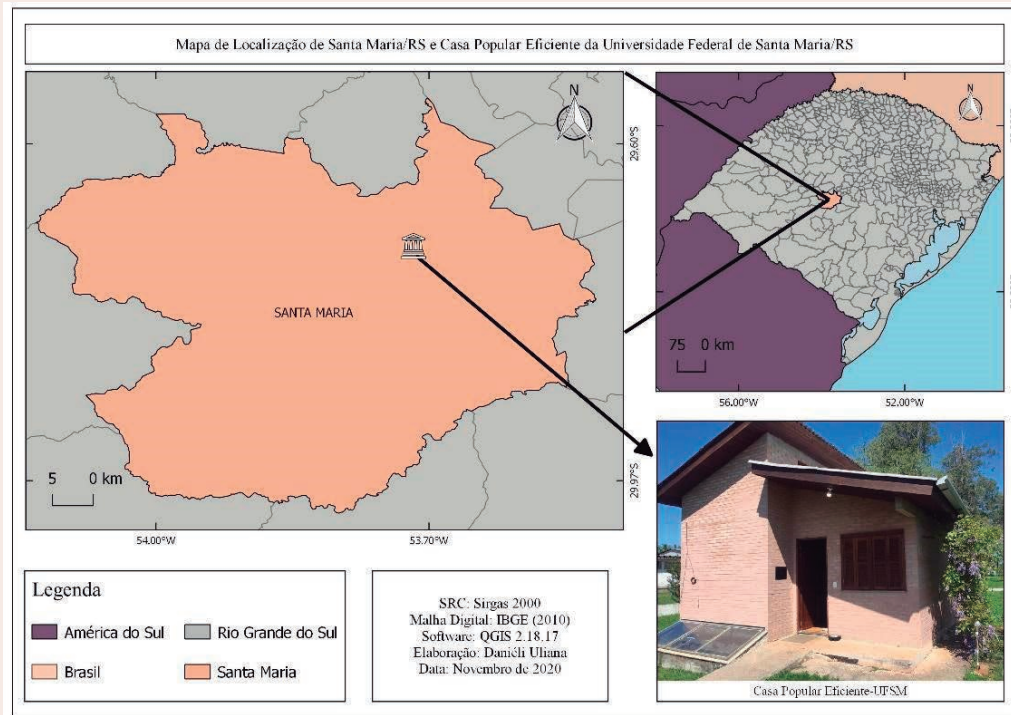


Figura 1. Localização da Casa Popular Eficiente da Universidade Federal de Santa Maria.

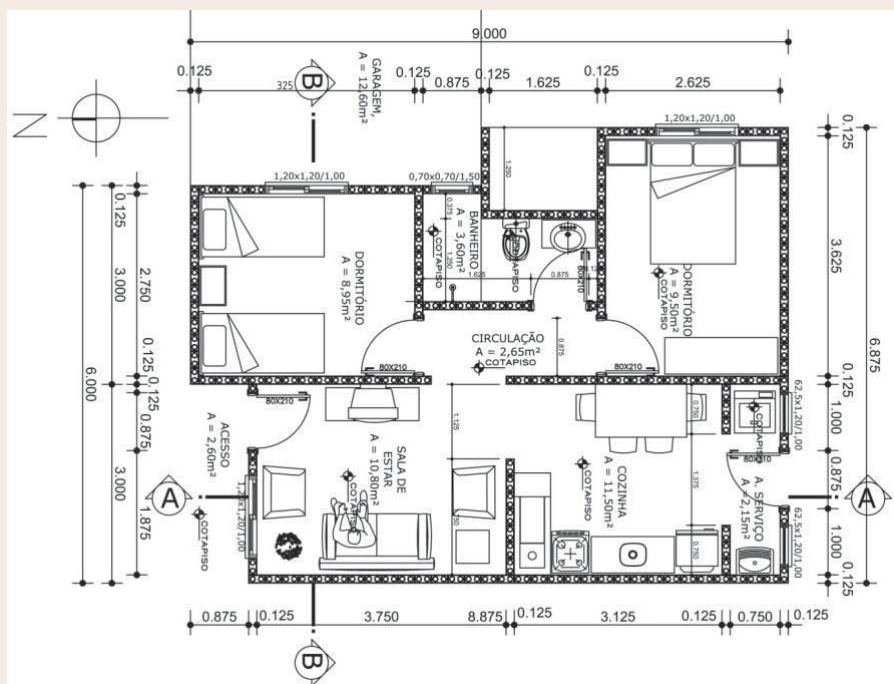


Figura 2. Planta e cortes da Casa Popular Eficiente da Universidade Federal de Santa Maria.

2. METODOLOGIA

Inicialmente foi feito um levantamento bibliográfico em livros, anais, artigos, teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso, além de sites com a temática em estudo, com o intuito de propiciar o embasamento teórico-metodológico. Na sequência serão apresentados dados dos estudos realizados na Casa Popular Eficiente no que se refere ao brise Vegetal, calefação natural e ventilação cruzada, além do comportamento desses experimentos no viés do conforto térmico, obtidos a partir dos trabalhos já realizados no protótipo por Friedrich (2008)- Dissertação de mestrado, Fensterseifer (2018)- Trabalho de Conclusão de Curso e Santos et. al. (2015)- artigo em evento, e da Avaliação Pós Ocupação.

A Avaliação Pós Ocupação vem sendo executada a partir do ponto de vista dos usuários, e baseia-se nos estudos de Abiko e Ornstein (2002) que organizou a avaliação em quatro subáreas: Avaliação dos aspectos funcionais, éticos e construtivos e avaliação do conforto ambiental. No que tange aos aspectos funcionais, foi feito um estudo comparativo entre os dados coletados junto aos técnicos envolvidos na construção do protótipo e dados coletados junto aos usuários, bem como a avaliação in loco, registros fotográficos, coletas diárias de dados e automatização dos diversos sistemas do protótipo.

A respeito dos aspectos construtivos, tem sido feito um monitoramento e avaliação das técnicas construtivas utilizadas e possíveis patologias surgidas. Para isso, são vistoriadas estrutura de fundação, superestrutura, cobertura, vedações, instalações hidrossanitárias e elétricas.

Quanto aos aspectos éticos, os moradores que residiram ou residem na casa devem estar atrelados às áreas abrangentes no Grupo de Pesquisa e Estudo em Tecnologias Sustentáveis (GEPETECS) e possuir conhecimento mínimo das áreas abrangentes no projeto de Avaliação Pós Ocupação. A Casa Popular Eficiente vem sendo utilizada pelos moradores desde 2016, sendo que estes também são alunos da instituição. As respostas obtidas para os experimentos em estudo foram obtidas a partir da Avaliação Pós Ocupação, esta que tem como objetivo observar, analisar e avaliar todos os métodos e técnicas presentes na CPE, de modo a considerar a satisfação do usuário e a funcionalidade da materialidade e dos experimentos (térmico, acústico e visual). Além disso, todo morador deve estar ciente de possíveis riscos e desconfortos como: arrombamento do protótipo, trânsito de pessoas no interior da residência em horários e datas estabelecidas, incêndio e demais riscos que uma moradia comum pode proporcionar ao morador. Pensando nisso, a CPE foi construída com trancas e grades nas aberturas e futuramente será construída uma cerca delimitando a área do projeto para proporcionar mais privacidade aos voluntários.

E por fim, quanto ao conforto ambiental, consiste em uma avaliação in loco, tendo ênfase em aspectos como a iluminação natural, artificial, acústica bem como o funcionamento dos equipamentos instalados e demais projetos que funcionam em conjunto.

3. PONDERAÇÃO DOS RESULTADOS

3.1 SISTEMA DE CALEFAÇÃO

No âmbito de conforto térmico, priorizando baixo custo e o uso de recursos naturais como a energia solar, adotou-se, na CPE, o sistema de calefação natural também conhecido como sistema solar passivo de aquecimento de ar (SSPAA), que se caracteriza por armazenar a radiação solar em espaços isolados termicamente da moradia a qual irá influenciar, sendo esta utilizada para o aquecimento do ar; o fluxo de calor acontece por convecção ocorrendo a constante movimentação do ar. Adotaram-se duas tipologias para a realização do experimento, sendo a primeira com fechamento superior de esquadrias de alumínio e vidro simples e a segunda com fechamento de vidros duplos (FRIEDRICH, 2018).

O SSPAA consiste basicamente na construção de um coletor solar na fachada da CPE, com a instalação de lona dupla sobre o chão de terra e a execução do contrapiso acrescentando-se duas fiadas de tijolos às partes laterais e frontal do coletor a fim de deixá-lo no mesmo nível que o piso interno do dormitório, uma vez que os dutos seriam instalados no local, além disso foi executada uma camada de argamassa e impermeabilização com isopor e papelão, formando uma camada de isolamento térmico, para que a troca térmica com o exterior seja mínima. Construíram-se quatro orifícios para retorno do ar aquecido no coletor solar ao ambiente interno, sendo a soma da área destes orifícios correspondente à área do duto de entrada de ar frio no coletor solar. Preenchido com basalto, o coletor primeiramente foi fechado com esquadria de alumínio e vidro incolor de 4 mm sendo impermeabilizado garantindo a estanqueidade do mesmo, como pode ser visto na Figura 04. É válido ressaltar que no dormitório existe um ralo pelo qual o ar frio, sendo mais denso, se desloca para locais mais próximos do chão, no caso, uma tubulação de concreto que o conduz até o início do coletor solar. Posteriormente realizou-se o experimento com vidros duplos (FRIEDRICH, 2018).

As medições ocorreram in loco em dias reais de inverno em Santa Maria, feitas através de 7 sensores de temperatura, onde 3 estavam localizados em alturas diferente dentro do coletor solar, 1 sensor dentro do quarto no local de transição entre saída do condutor e entrada de ar quente no dormitório, 1 sensor no centro do dormitório e outro no ralo de coleta de ar frio a uma altura de 0,50 cm de profundidade e, por fim, 1 sensor na parte externa localizado na aba do telhado, protegido da radiação solar direta. Para medir o volume de ar aquecido entrando no dormitório em determinado período de tempo, posicionou-se estrategicamente o equipamento Indoor Climate Analyser, que possui alta sensibilidade, no ponto onde sai o ar aquecido do coletor e entra no dormitório, sendo de grande importância, pois associados aos dados de temperatura, pode-se verificar a quantidade de carga térmica que entra no dormitório em determinado período de tempo e a resposta na temperatura ambiente (FRIEDRICH, 2018).

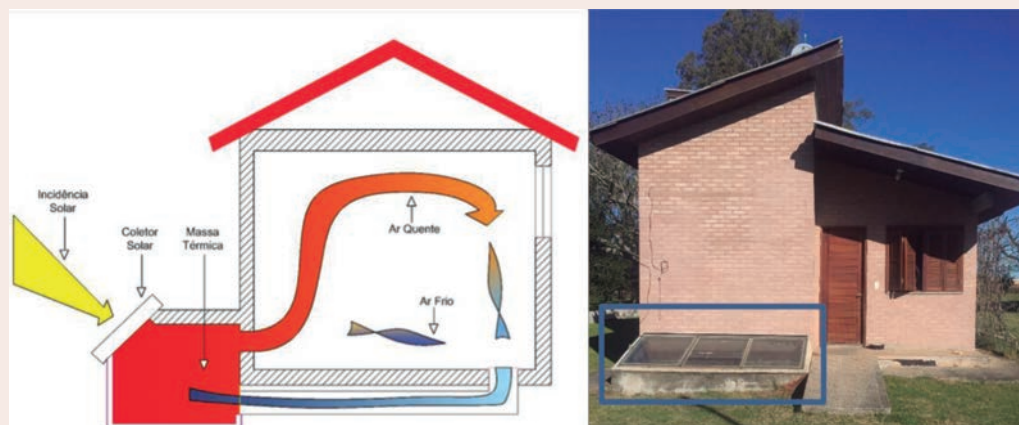


Figura 03. Sistema Solar Passivo de Aquecimento de ar através do ganho isolado de calor na Casa Popular Eficiente da UFSM.

Fonte: Friedrich, 2018.

De acordo com estudos de Friedrich (2018), a construção do protótipo teve início em janeiro de 2017. No piso do dormitório há um ralo, o qual é o ponto de partida do experimento. O ar frio é mais denso se desloca para regiões mais próximas ao chão por meio dos movimentos de convecção natural (diferença de pressão e temperatura), esse ralo será o responsável pelo deslocamento do ar. Ainda, na parede que liga o experimento ao quarto, foram feitos quatro orifício que correspondem à área do duto de entrada de ar quente. Este ar, que foi aquecido no percurso realizado dentro do coletor solar, volta ao dormitório com elevada carga térmica, aumentando a temperatura no interior do dormitório.

O experimento teve como resultados: I) a viabilidade solar recebida, disponível na zona bioclimática brasileira 2, é suficiente para o aquecimento e armazenamento de calor no coletor, mas a sua transmissão de calor por convecção natural não é suficiente para insuflar toda a carga térmica e deixar a temperatura confortável no inverno; II) o rendimento do sistema solar em função da radiação que incide diretamente com o fechamento do vidro duplo (50,43%) é superior em 11,38% ao rendimento com o sistema de fechamento de vidro simples (39,05%), isso porque a capacidade dos vidros duplos de reter calor, reduz a troca térmica com o meio externo; III) embora o coletor solar chegue a elevadas temperaturas, o calor insuflado no painel foi insuficiente à carga térmica de calefação, e apesar das temperaturas internas do dormitório serem superiores à temperatura externa, estão abaixo do conforto, 18°C, em diversos horários dos dias; IV) a incidência solar nesta zona bioclimática é suficiente para a inserção de um sistema passivo de aquecimento de ar através do sol (FRIEDRICH, 2018).

Na Avaliação Pós Ocupação da Casa Popular Eficiente em relação ao Sistema Solar Passivo de Aquecimento de ar através do ganho isolado de calor pode-se perceber a compatibilidade dos resultados encontrados a partir do experimento com o que ocorre na prática. Durante os períodos de verão, veranico ou quentes, ainda que fora da estação predominante, pode-se sentir que o dormitório fica muito aquecido, com temperaturas acima do ambiente externo. No inverno ou dias de temperaturas menores, ainda que em outra estação, o quarto também fica frio, ao menos que durante o dia faça sol, assim, apenas no final da tarde o dormitório es-

tará com temperatura consideravelmente confortável. Portanto, o sistema pode vir a ser eficaz no inverno quando tenha presença de sol, já no verão não é eficiente, pois a temperatura do quarto aumenta e torna-se extremamente fora dos padrões de conforto para o corpo humano. É notória a necessidade de se projetar um brise horizontal, por exemplo, pensando no controle dessa incidência na estação de verão, eliminando o sobreaquecimento.

3.2 BRISE VEGETAL

Externamente, foi construído um brise vegetal, visto que é um dispositivo arquitetônico que visa impedir a incidência direta de radiação solar no interior de moradias, mostrou-se como uma solução condizente, além de ser mais eficiente que um brise similar de alumínio, por exemplo, pois além de não acumular energia solar, ainda consome no processo de fotossíntese e é renovado constantemente não necessitando de pinturas. Após intensa pesquisa visando o baixo custo e instalação doméstica, definiu-se a inserção da cortina verde de *Wisteria floribunda* (Glicínia). A parede estruturada mede 8 m de comprimento e 3m de altura, recebendo radiação no período da tarde, sendo que os meses com maior incidência solar é o período de novembro a março. A glicínia foi escolhida por seu Potencial de Transmissão Solar ser baixo, 7% no verão, já no inverno ela não é tão adequada, pois dificulta a incidência dos raios. Essa planta caducifólia possui boa adaptação às variações climáticas a curto e longo prazo além de ter baixo custo e ser fácil de encontrar no comércio local. E por fim, ela necessita da incidência de raios solares diretos para seu desenvolvimento e tem fácil adaptação na região sul, a qual está inserida a Casa Popular Eficiente (FENSTERSEIFER, 2018).

A cortina verde foi instalada em agosto de 2017 na fachada oeste, onde cinco mudas foram plantadas em vasos com perfurações ao fundo, tendo uma camada primordial de 30 cm de brita, seguida de manta geotêxtil, substrato e as mudas, que foram enterrados entre a calçada e o muro da casa em vez de apoiados no solo, para que não fosse barrada a radiação causando alteração nos resultados, estes foram locados a 30 cm de distância um do outro. Para os tutores nas quais as trepadeiras se apoiaram, usou-se ripas de madeira tipo Cedrinho aparafusadas na lateral externa da calçada e outra na base do telhado, em cada uma das ripas foram fixados ganchos a fim de permitir o transpasse da corda elástica com camada dupla. A aplicação das ripas foi pensando no uso mínimo da estrutura da casa, dando ênfase ao cuidado, para não causar danos à Casa Popular Eficiente (CPE) e ainda assim, conseguir mensurar a potencial eficiência do brise na amenização da temperatura na parede irradiada, no decorrer do experimento exigiu-se atenção ao crescimento das trepadeiras, bem como monitoramento térmico, climatológico, fotográfico e termo fotográfico (FENSTERSEIFER, 2018).

No estudo do Trabalho de Conclusão de Curso – TCC de Fensterseifer (2018), foram monitorados os dados a partir das variáveis climáticas: a) radiação solar; b) precipitação; c) velocidade do vento; d) umidade relativa do ar; e) temperatura. Quanto à temperatura foi monitorada a temperatura ambiente, da fachada, interna e externamente. As variáveis de radiação, precipitação, velocidade do vento, umidade e temperatura ambiente foram disponibilizadas pelo Instituto Nacional

de Meteorologia. As medições foram realizadas por um período de no mínimo seis dias consecutivos, sempre iniciando às 16h e repetindo às 17 h. Durante o experimento foram avaliados 8 pontos na parede, os termômetros utilizados foram o Termo- higrômetro digital e um termômetro infravermelho com mira laser. Foram quatro medições: novembro e dezembro de 2017, final de janeiro e meados de março.

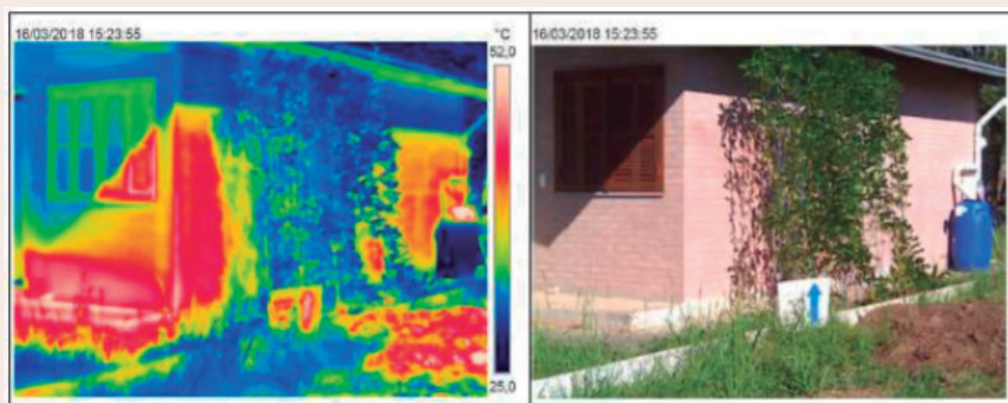


Figura 4. Monitoramento Termográfico em Temperatura Ambiente, 35,9°C.

Fonte: Fensterseifer, 2018.

Na Figura 04, verifica-se que nas laterais externas do brise as temperaturas são maiores do que das dos pontos protegidos. A variação da sombra pode ser notada no período de janeiro e março, sendo que no primeiro os raios incidem diretamente na parede, pois o Sol encontra-se a sudoeste (Solstício de Verão) e no mês de março os raios irradiados na posição noroeste (Equinócio de Outono), com uma variação de 23° no ângulo de incidência. A região em amarelo, entre a área sombreada e a área exposta, registra o efeito de borda brise vegetal, onde as temperaturas amenas e mais altas realizam troca de calor, buscando o equilíbrio térmico. Nas regiões em que há falhas no brise a temperatura não possui valores tão elevados se comparados às temperaturas na fachada desprotegida, isso porque a sombra não é fixa e tem sua dinâmica em toda a parede. Nos dois primeiros períodos de avaliação, as glicínias estavam em fase de crescimento e o lado interno da parede no primeiro período teve uma variação de 0,7 °C e no segundo, de 2,4 °C. No início de fevereiro a diferença de temperatura entre a fachada protegida e a temperatura ambiente externa variou 11,2 °C. Em março, após a evolução das plantas, essa variação baixou para 5,2 °C. Assim, o sombreamento proporcionado pelo brise vegetal foi fator determinante. No dia 17 de março de 2018, às 11h, 16h e 17h foram medidas as temperaturas com a finalidade de avaliar o comportamento da mesma ao longo do dia, foi possível concluir que os pontos atrás do brise ou região central, apresenta menores temperaturas enquanto que as áreas mais próximas da borda têm médias mais altas, além de fatores geográficos, a troca de calor entre a própria parede que tende a buscar o equilíbrio térmico, é responsável por essas variações de temperatura também (FENSTERSEIFER, 2018).

A partir da experiência relatada pelos moradores da Casa Popular Eficiente, na Avaliação Pós Ocupação (APO), pode-se constatar um alinhamento entre os resultados teóricos obtidos experimentalmente e práticos obtidos pelo uso dos cô-

modos. No verão, tendo em vista a presença do brise na parede externa da sala, notou-se um maior conforto térmico na cozinha onde os raios incidiam diretamente na parede. Por fim, com os dados coletados no experimento e a aplicabilidade dos mesmos foi possível confirmar a eficácia do sistema de brise vegetal de baixo custo para residências, comprovando, a eficiência e importância de uma barreira com brise vegetal para a radiação solar em edificações urbanas já que esse sistema não acumula, nem libera calor.

3.3 VENTILAÇÃO CRUZADA

A ventilação cruzada e natural surge como uma alternativa para o uso de ventilações artificiais como ventiladores e ar condicionados, evitando um aumento de consumo de energia elétrica e conseqüentemente de custos. Além disso, reduz danos ao meio ambiente, visto que o aparelho de ar condicionado utiliza-se de hidroclorofluorcarbono - o HCFC, substância que possui alto potencial de destruição da camada de ozônio e de aquecimento global. Pensando nisso, optou-se pelo uso da ventilação cruzada e natural no protótipo, conforme Figura 05. Considerando que a moradia está localizada em região de extremos quanto à temperatura, foi projetado aberturas que permitem uma melhor circulação de ar pelos cômodos no verão e, no inverno, essas aberturas podem ser fechadas obstruindo as trocas de ar e mantendo o ambiente aquecido (SANTOS et. al. 2015).

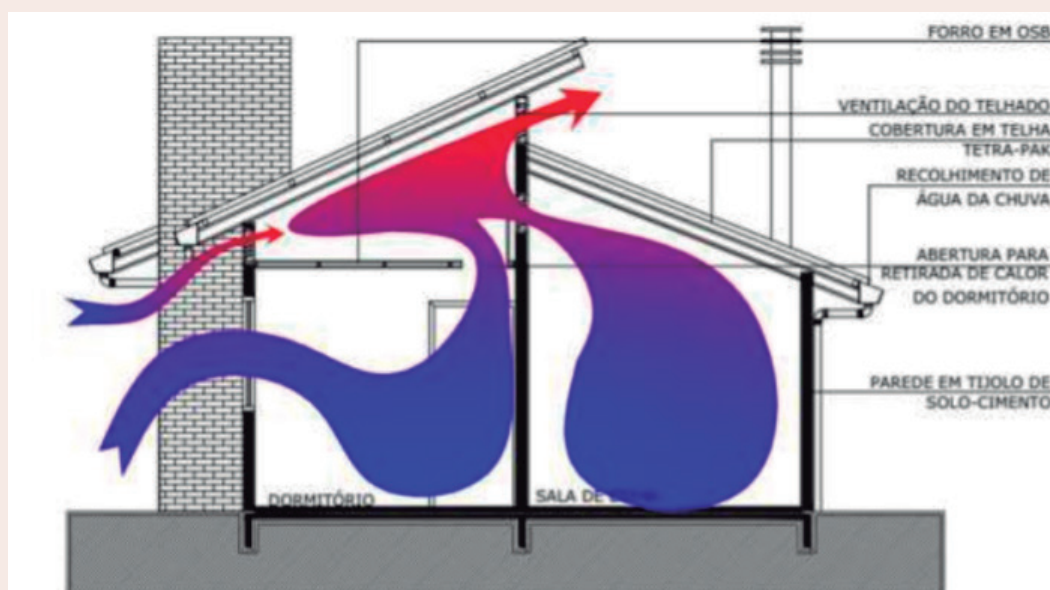


Figura 05. Ventilação cruzada e natural da Casa Popular Eficiente da UFSM.

Elaboração: Vaghetti, 2019

As temperaturas internas e externas do protótipo foram monitoradas através do aparelho de medição de temperatura Hobo Data Logger (HDL). Instalou-se 10 aparelhos, sendo dois por ambiente interno e mais dois externamente. O HDL coletou dados por 90 dias com CPE desocupada, com intervalo de 30 minutos por medição, esta se deu entre 21 de Dezembro de 2013 e 21 de Março de 2014. As medições

foram divididas em dois períodos sendo o primeiro com aberturas totalmente fechadas e o segundo com as aberturas totalmente abertas, avaliando a influência do sistema de ventilação sobre as variáveis térmicas do protótipo. Os registradores internos foram instalados a 1,2 metros do piso (SANTOS et. al. 2015).

Os sensores externos foram postos abaixo do beiral, protegidos da radiação solar direta. Destacou-se em ambos os períodos três dias consecutivos com temperaturas mais elevadas, sendo realizadas as análises a partir dos dados coletados no terceiro dia de cada período. Assim, no período em que as aberturas de ventilação estavam fechadas foram considerados os dias 22, 23 e 24 de janeiro de 2014, sendo analisados o comportamento e o desempenho térmico no dia 24. Quando o sistema de ventilação esteve aberto foi considerado o período de 5, 6 e 7 de fevereiro de 2014, sendo analisado apenas o comportamento térmico considerando o dia 7 (SANTOS et. al. 2015).

Conforme o trabalho de Santos et.al (2015), a análise do comportamento térmico foi feita a partir da comparação entre valores de temperaturas externas e internas e do amortecimento térmico da edificação, constatou-se uma maior amplitude térmica das temperaturas externas no segundo período com a casa aberta, o que se resultou na maior amplitude das temperaturas internas, sendo intensificado pela abertura de ventilação ser permanente nesses dias, resultando em um menor amortecimento das variações externas. No final do primeiro período, com a casa fechada, notou-se uma entrada de frente fria, o que fez a temperatura interna dos ambientes decaírem no último dia considerado desse período. A radiação solar interfere visivelmente, nos dois períodos. Para o primeiro período de casa fechada o dia adotado é 24 de janeiro que apresentou temperatura máxima de 37,66 °C e mínima de 24,21 °C. Para o período com ventilação aberta é adotado o dia 07 de fevereiro, com temperatura máxima de 39,90 °C e mínima de 24,02 °C. Nos dois períodos o dia crítico é precedido por dois dias com temperaturas semelhantes. Considerando os dois períodos, constatou-se que a sala de estar e cozinha foram os locais com menor amortecimento e maior temperatura interna, causado, essencialmente, pela radiação solar e posicionamento nos quadrantes norte e oeste. Em paralelo, verificou-se que o dormitório do fundo teve menor temperatura interna e maior amortecimento, devido à posição geográfica com paredes externas voltadas para sul e leste.

É imprescindível o controle da ventilação uma vez que em todos os ambientes a amplitude térmica é maior, com menor amortecimento. O amortecimento térmico médio do protótipo no período quente analisado é de 65,07 %, com ventilação fechada, o que indica um amortecimento alto das variações de temperaturas externas para uma edificação de interesse social. Com ventilação aberta todo o dia esse valor baixa para 48,50 %. No que se refere à ventilação, obtiveram-se valores percentuais de ventilação de 8,34% para os dormitórios e de 8,83% para o ambiente composto por sala, cozinha e lavanderia, valores superiores aos recomendados pela norma, cumprindo os requisitos do método simplificado. A sala de estar mostrou-se o ambiente mais desfavorável com 2,17°C, como temperatura máxima e então menor diferença de temperatura em relação à temperatura externa, sendo então o ambiente considerado para a avaliação de desempenho, conforme estabelecido pela norma. Dessa forma a edificação atinge desempenho de nível intermediário.

Com a ventilação fechada, obteve-se um amortecimento térmico médio da edificação de 65,07%, a abertura do sistema de ventilação durante todo o dia acarretou um aumento na amplitude térmica interna, com menor amortecimento térmico da edificação, com média de 48,50%. Reafirmando que é indelével o controle das entradas de ar (SANTOS et. al. 2015).

Em se tratando da APO, relatou-se um alinhamento dos resultados experimentais da ventilação cruzada com as experiências sensoriais dos moradores, sendo de expressiva importância o fechamento das aberturas em períodos ou dias mais frio ou abertura das entradas de ar em períodos ou dias quentes, para maior conforto dentro da CPE.

4. CONCLUSÕES

A partir da APO foi possível identificar que tais sistemas se mostram eficazes: o brise vegetal, o sistema de calefação e a ventilação cruzada. O brise vegetal e o sistema de calefação propicia aos usuários o conforto térmico, pois, contribui para a amenizar a temperatura em dias quentes, bem como, aquecer a casa nos dias frios, respectivamente. A ventilação cruzada, por sua vez, contribui para a circulação interna de correntes de ar possibilitando adequada ventilação para os ambientes, contribuindo também com os demais experimentos na estabilidade da temperatura interna da casa, principalmente nos dias quentes. A CPE possibilita uma alternativa sustentável para moradias de interesse social, onde os sistemas estão interligados entre si, que por vezes, dependem dos fenômenos naturais para se obter o máximo de aproveitamento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arantes, B. (2012) Conforto térmico em edificações de interesse social – Um estudo de caso. 2012. 99f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Campus de Bauru, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Bauru.

Fensterseifer, Paula (2018) Avaliação térmica de brise vegetal em casa popular. Trabalho de Conclusão do Curso (Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental). Universidade Federal de Santa Maria. UFSM. Santa Maria/RS. 2018 .62p.

Friedrich, L. F. (2018) Viabilidade de aplicação de sistema solar passivo de aquecimento de ar através de ganho isolado de calor para a zona bioclimática 2 brasileira. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/RS. 2018. 91p.

Ornstein, Sheila.W. (2017) Avaliação pós-ocupação (APO) no Brasil, 30 anos: o que há de novo? Revista Projetar. v.2.n.2. p.7-12.

Perim, A.A.S. (2014) Sustentabilidade na habitação de interesse social: uma proposta para o município de Ouro Branco- MG. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em tecnologias para o desenvolvimento sustentável). Universidade Federal de São João Del Rei. Ouro Branco/MG. 119p.

Santos, J.C.P.dos.; Vaghetti, M.A.O.; Soares, R.M.D.; Schley, A.R.C.; Garlet, L.; Machado, R.M.e.S. (2015) Avaliação térmica da casa popular eficiente no período de verão. In: EuroElecs. Vol.1 Guimarães-Portugal.

Vaghetti, M. A. O.; Santos, J. C. P.; Carissimi, E. (2015). Casa popular eficiente: uma proposta de moradia de baixo custo e sustentável. In: Encontro Latino- Americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 1, Guimarães. Euro-ELECS 2015: Anais... Guimarães: Euro-ELECS. Disponível em: <http://civil.uminho.pt/euroelecs2015/files/EuroELECS_2015Proceedings_Vol3.pdf> . Acesso em: 12 dez. 2018.

Visintainer, M.R.M.; Cardoso, L.A.; Vaghetti, M.A.O. (s/d) Casa popular eficiente: sustentabilidade social, econômica e ambiental. Disponível em: <<https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/434/2020/08/Casa-popular-eficiente-sustentabilidade-social-economica-e-ambiental.pdf>> Acesso em: julho de 2021.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

ARTIGO

AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS APLICADAS AS CERTIFICAÇÕES AQUA-HQE E GBC BRASIL CASA

ZAMBELLI, Mariane

(mariane.zambelli@aluno.ufop.edu.br)

Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Brasil

ALVES, Leonardo

(leonardo.alves1@aluno.ufop.edu.brmar)

Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Brasil

WEBA, Luciana

(luciana.weba@aluno.ufop.edu.br)

Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Brasil

FONTES, Wanna

(wanna.fontes@ufop.edu.br)

Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Certificação Ambiental, Construção Sustentável, AQUA-HQE, GBC Brasil Casa.

RESUMO

Diante das atuais necessidades de equilíbrio ecológico, desenvolvimento econômico sustentável e com mais responsabilidade social, a adoção do “Tripé da Sustentabilidade” (*Triple Bottle Line*) tem ganhado força e se estendido para as práticas inerentes a construção civil. Neste contexto, as certificações visam promover e avaliar as práticas sustentáveis de uma edificação, desde a sua concepção, construção e durante toda a sua operação. Grande parte dos estudos desenvolvidos relacionados as certificações abrangem a avaliação no que tange, principalmente, aos seus aspectos ambientais; contudo entende-se a importância de avaliar estes aspectos junto aos sociais e econômicos. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre duas certificações, que foram adaptadas para o contexto brasileiro, a AQUA - HQE para edifícios residenciais em construção e GBC Brasil Casa, a fim de avaliar o enfoque dado por elas em cada aspecto do tripé da sustentabilidade. E, por meio de uma pesquisa exploratória, onde o método de pesquisa utilizado foi o documental em fontes de informação primárias, houve a identificação dos critérios de avaliação das certificações adaptadas, GBC Brasil Casa e AQUA-HQE, assim como os aspectos social, ambiental e econômico por elas contemplados. Os resultados revelam que apesar das diferenças de critérios na avaliação entre as certificações, as duas possuem direcionamentos sociais, ambientais e econômicos similares. Adicionalmente, nos dois casos estudados, a maior atenção das categorias é direcionada para a saúde e bem-estar dos usuários, seguido pela redução dos impactos ambientais e por último as questões econômicas.

1. INTRODUÇÃO

A Construção Civil é uma importante atividade que traz benefícios, não apenas de caráter econômico, mas também no âmbito social, contribuindo para o contínuo desenvolvimento do país. Por outro lado, este setor também é responsável pela transformação do meio ambiente natural em construído e por gerar impactos ambientais em toda as etapas de sua cadeia produtiva; iniciadas desde a extração da matéria-prima até o descarte de materiais, após o seu ciclo de vida.

Em 1994, o empresário britânico John Elkington criou o termo “tripé da sustentabilidade” (*triple botton line*) para os três aspectos fundamentais: social, ambiental e financeiro, os quais devem interagir, de forma holística, para satisfazer o conceito (VERDEGHAIA, 2021). Neste sentido, as vantagens relacionadas a construção sustentável também abordam estes três aspectos por meio da eficiência econômica, prudência ecológica e justiça social (DARDENGO, 2017; SILVA, 2021; Goh, *et al*, 2021).

Dentro deste contexto, insere-se as certificações de sustentabilidade para edifícios, que consistem em promover e avaliar as práticas sustentáveis de uma edificação, desde a sua concepção, construção e durante toda a sua operação. Estas certificações também têm por intuito reduzir os impactos ambientais e sociais, promover saúde e bem-estar, benefícios econômicos e inclusão social (DARDENGO, 2017).

De acordo com Foladori (2002), o aspecto social do desenvolvimento sustentável está atrelado as mudanças técnicas que contribuem para ampliar a qualidade de vida e equidade, com redução da pobreza e melhorias no desenvolvimento humano. Bueno (2010) pontua a eficiência dos transportes e melhorias na utilização do terreno como fatores de destaque no âmbito social. Enquanto o aspecto ambiental, está fundamentado no desempenho ambiental das construções e na preocupação com o meio ambiente. E, isto engloba a eficiência energética; a melhor gestão da água, matérias-primas e insumos; redução da poluição atmosférica, acústica, no lançamento de efluentes líquidos e na geração de resíduos; além de ações preventivas ou corretivas que possam interferir no desempenho da edificação (BUENO, 2010; Sajan *et al*, 2017). No que tange ao aspecto econômico, segundo Kats (2009), as construções economicamente sustentáveis visam, de forma sucinta, a redução de custos a longo prazo em grande parte devido à infraestrutura, como por exemplo, o tratamento de água e utilização de águas pluviais, redução de consumo de energia, em razão ao aproveitamento de luz natural e utilização de fontes renováveis.

Apoiado nos conceitos e aspectos supracitados, o presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre duas certificações que foram adaptadas para o contexto brasileiro, a AQUA – HQE para edifícios residenciais em construção e GBC Brasil Casa, bem como avaliar o enfoque dado por elas em cada aspecto do tripé da sustentabilidade (ambiental, social e econômico).

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho consistiu em uma pesquisa primária do tipo exploratória, onde o método de pesquisa foi o documental (revisão bibliográfica), se utilizando dos Referenciais Técnicos e de documentos disponíveis nos sites da Fundação Vanzolini, para o caso da certificação AQUA-HQE, e do Green Building Council Brasil, para a certificação GBC Brasil Casa. A partir desses documentos foi elaborado um quadro contendo as categorias utilizadas para a avaliação dos empreendimentos e um breve resumo sobre os aspectos abordados em cada uma. Com isto, foi executada uma análise qualitativa, com a finalidade de identificar os pilares da sustentabilidade presentes (social, econômico e/ou ambiental) em cada categoria. Dispondo dessa análise foi elaborado um gráfico no qual permitiu a visualização da representatividade de cada pilar nas categorias de avaliação das certificações.

Para a classificação no âmbito social foram analisados os critérios que visam promover boas práticas sociais para projeto, obra e operação, bem como oferecer saúde, bem-estar, conforto, qualidade para o ambiente e acessibilidade. Para a questão econômica foi avaliado fatores que proporcionam redução de custos tanto durante a execução da obra, quanto para o consumidor final por meio da redução de desperdício de materiais, uso eficiente de água, energia, luz e ventilação, além da qualidade de vida e promoção da saúde. Os créditos que atendem ao quesito ambiental são aqueles que propõem ações mitigadoras para os impactos ambientais além de garantir o desempenho ambiental das edificações. Para tanto, apresentam soluções para: reduzir a poluição, os efeitos de ilha de calor, a quantidade de resíduos sólidos e a utilização de recursos naturais, incluindo também a análise ambiental dos materiais utilizados. Por fim, foi realizada a análise e discussão dos dados obtidos nos quadros e gráficos, sobre o enfoque que as certificações AQUA - HQE e GBC Brasil Casa dão para os aspectos ambientais, sociais e econômicos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O crescimento dos grandes centros urbanos no Brasil aumentou os desafios econômicos, sociais e ambientais para os governos, assim como para a ampla sociedade. Desta forma, a sustentabilidade tornou-se uma premissa no mercado da construção civil, principalmente para as construtoras e incorporadoras que buscam um diferencial competitivo ao desenvolver habitações sociais cada vez mais sustentáveis, de modo a atender a demanda crescente pelos selos e certificações que fornecem mais credibilidade para os seus empreendimentos. E, dentre as certificações ambientais adotadas têm-se a GBC Brasil Casa e a AQUA HQE, que serão apresentadas a seguir.

3.1 GBC BRASIL CASA

A GBC Brasil Casa consiste em uma adaptação da certificação americana LEED para o contexto brasileiro. Foi lançada no Brasil em 2014 pelo Green Building Council Brasil e seu referencial foi elaborado por diversos especialistas e contou com mais de 200 voluntários para sua revisão (BENITE, 2017).

Para a elaboração da primeira versão e definição dos critérios de certificação aplicáveis à realidade e pluralidade brasileira, foram selecionados 09 projetos pilotos, localizados em diferentes estados e construídos com diferentes tipologias e materiais de construção, incluindo *light steel frame*, *wood frame*, estrutura mista, poliestireno expandido, bloco cerâmico e alvenaria estrutural (GBC BRASIL CASA, 2019). Atualmente, a versão é composta por dois Guias de Certificação os quais abordam critérios de sustentabilidade para as residências unifamiliares – Certificação GBC Brasil Casa, e Multifamiliares – Certificação GBC Brasil Condomínio (GBC BRASIL CASA, 2019).

A certificação GBC Brasil Casa tem como estratégia favorecer transformações na construção civil através dos seguintes objetivos: mitigação dos impactos da mudança climática; melhoraria da saúde humana e bem estar do ocupante; proteção e restauração de recursos hídricos; proteção e restauração da biodiversidade e os serviços ecossistêmicos; desenvolvimento da economia verde; aumento da comunicação e educação, contribuindo para o aumento da equidade social, justiça ambiental, saúde comunitária e qualidade de vida (GBC BRASIL CASA, 2019). E, visando alcançar esses objetivos, o referencial GBC Casa é composto de requisitos obrigatórios (pré-requisitos) e de créditos distribuídos em 8 categorias, sendo estas: (I) implantação, (II) uso racional da água, (III) energia e atmosfera, (IV) materiais e recursos, (V) qualidade ambiental interna, (VI) requisitos sociais, (VII) inovação e projeto, (VIII) créditos regionais. Onde cada uma possui um máximo de pontos a serem alcançados e a pontuação máxima geral que é possível obter são 110 pontos. Os níveis de Certificação variam de: verde (40 a 49 pontos); prata (50 a 59 pontos); ouro (60 a 79 pontos) e platina (80 a 110 pontos) (GBC BRASIL CASA, 2019).

A certificação GBC Brasil Casa promete uma média de redução para o contexto brasileiro de 40% no consumo de água, 30% no consumo de energia, 35% de emissão de CO² e 65% na geração de resíduos (GBC BRASIL, 2021a). De acordo com o GBC Brasil, a certificação gera benefícios que envolvem incentivos fiscais e também aspectos como redução dos custos operacionais ao longo do ciclo de vida da edificação, qualidade da edificação e desempenho técnico.

3.2 AQUA HQE

A certificação AQUA é definida como um processo de gestão de projeto objetivando a qualidade ambiental de um empreendimento novo ou envolvendo uma reabilitação (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021). O processo irá avaliar o desempenho ambiental da construção através de sua natureza arquitetônica e técnica, bem como pela gestão (GRÜNBERG et al., 2014). Atualmente existem as certificações

AQUA-HQE para edifícios em construção, edifícios em operação e para bairros e loteamentos. Apesar do AQUA-HQE possuir identidade e reconhecimento internacional, seu processo de certificação é independente dos órgãos franceses, passando por auditorias presenciais que transcorrem exclusivamente no Brasil.

A AQUA - HQE - Edifícios em construção inclui edifícios residenciais e não residenciais, abrangendo as fases de projeto e construção. Para obter a certificação deve ser implantado o Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) para assegurar o controle total da edificação nas fases de pré-projeto, projeto e execução e definir a qualidade ambiental desejada.

Outro referencial a ser adotado é a Qualidade Ambiental do Empreendimento (QAE), que tem por objetivo avaliar o desempenho técnico e arquitetônico da edificação, possuindo 14 categorias de avaliação, que são desmembradas em 38 subcategorias, onde são descritas as exigências a serem cumpridas em cada uma, bem como os indicadores de desempenho.

A certificação AQUA- HQE traz benefícios para os empreendedores, usuários, sociedade e meio ambiente. Os empreendimentos apresentam um grande diferencial com a comprovação de QAE Alta além do reconhecimento internacional da certificação, o que acarreta no aumento da velocidade de vendas ou locação e na manutenção do valor do patrimônio ao longo do tempo (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2015).

Por sua vez, os usuários contam com a economia direta no consumo de água e energia, além de menores despesas gerais e melhores condições de conforto e saúde. Já a sociedade e meio ambiente se beneficiam com a menor demanda sobre as infraestruturas urbanas e de recursos hídricos, redução da poluição e emissão de gases do efeito estufa, baixo impacto na vizinhança, melhor qualidade de vida e condições de saúde nas edificações, aproveitamento da infraestrutura local, gestão eficiente de resíduos sólidos, entre outros (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2015).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apoiado nos conceitos sobre os aspectos ambientais, econômicos e sociais da edificação, foi realizada uma análise das categorias utilizadas para avaliação e obtenção dos selos AQUA - HQE e GBC Brasil Casa, de forma a identificar a aplicabilidade do “tripé da sustentabilidade” nessas certificações. As categorias que estiverem marcadas com um X nas colunas “Ambiental” e/ou “Social” e/ou “Econômico” é porque contemplam esses respectivos aspectos. A Tabela 1 indica os aspectos sociais, ambientais e econômicos analisados nas categorias de avaliação da certificação GBC Brasil Casa.

GBC Brasil Casa		Tripé da Sustentabilidade		
Categoria	Aspectos avaliados	Ambiental	Social	Econômico
Implantação	Os créditos desta sessão levam em consideração as preocupações ambientais relacionadas à seleção do terreno, administração da atividade de construção, orientação do projeto, conexão com a cidade previamente desenvolvida e redução dos impactos ambientais. Esses créditos visam promover: seleção e desenvolvimento do terreno, paisagismo sustentável, gestão de águas pluviais, redução dos efeitos de ilha de calor e saúde e bem-estar.	X	X	
GBC Brasil Casa		Tripé da Sustentabilidade		
Categoria	Aspectos avaliados	Ambiental	Social	Econômico
Uso Eficiente da Água	Esta categoria aborda temas ambientais relacionados ao consumo interno e especificação de equipamentos, medição, setorização e sistemas de irrigação, visando reduzir o consumo interno de água, monitoramento do consumo, saúde e bem-estar.	X	X	X
Energia e Atmosfera	Critérios relacionados ao desempenho energético residencial, como qualidade das instalações elétricas, iluminação, envoltória, equipamentos eletroeletrônicos e energia passiva e renovável. Os créditos visam promover: desempenho energético, utilização de energias renováveis, saúde e bem-estar.	X	X	X
Materiais e Recursos	Esta categoria de créditos aborda as preocupações ambientais relacionadas à seleção de materiais, disposição de resíduos e redução de geração de resíduos. Os créditos visam promover: seleção de materiais sustentáveis, práticas de redução de resíduos, saúde e bem-estar.	X	X	X
Qualidade Ambiental Interna	Os créditos relacionados com Qualidade Ambiental Interna incentivam construtores e projetistas a evitarem a poluição do ar e a melhorarem a qualidade e conforto dos ambientes. Os créditos visam promover: melhorias de ventilação, controle de partículas contaminantes, saúde e bem-estar.	X	X	X
Requisitos Sociais	Esta categoria aborda questões de legalidade e qualidade do projeto e obra, acessibilidade universal e boas práticas sociais para projeto, obra e operação.		X	
Inovação e Projeto	Esta categoria incentiva: o projeto integrado e planejado; o gerenciamento da qualidade visando durabilidade; a realização do manual do usuário; inovação nas práticas de sustentabilidade; obtenção de desempenho exemplar nas outras categorias; participação de um profissional credenciado, que possui conhecimentos na área de sustentabilidade e gestão integrada de projetos, para otimizar os processos.	X	X	X
Créditos Regionais	Esta categoria leva em consideração a localização geográfica da construção, onde são escolhidos um grupo de créditos a serem atendidos de acordo com as particularidades de cada região.	X		

Tabela 1. Análise dos aspectos sociais, ambientais e econômicos das categorias avaliadas na certificação GBC Brasil Casa

Fonte: Adaptado de GBC BRASIL, 2021b

Portanto, pode-se observar que no GBC Brasil Casa, das 8 categorias há 7 categorias que abrangem nitidamente questões ambientais, 7 categorias com cunho social e 5 econômico. Apesar da categoria “Inovação e Projeto” não estar diretamente enquadrada em nenhum dos três aspectos, ela contribui para a adoção de estratégias sustentáveis, que podem ser ambientais e/ou sociais e/ou econômicas.

A Tabela 2 indica os aspectos sociais, ambientais e econômicos analisados nas categorias de avaliação da certificação do AQUA-HQE.

AQUA - HQE		Tripé da Sustentabilidade		
Categorias	Aspectos Avaliados	Ambiental	Social	Econômico
Edifício e seu entorno	Analisa o local do empreendimento, bem como o impacto do empreendimento no meio circundante. Avalia questões como: redes disponíveis, limitações referentes à conservação/manutenção/serviços, aos riscos de inundação e de difusão de poluentes, aos ecossistemas e à biodiversidade; acesso da vizinhança ao sol, à luz, às vistas, à tranquilidade do ambiente, à saúde e mobilidade urbana.	X	X	
Escolha Integrada de Produtos, sistemas e processos construtivos	Avalia a escolha de produtos, sistemas e processos levando em conta os aspectos: qualidade e desempenho técnico no uso, qualidade técnica da construção, facilidade de acesso, impacto ambiental e sanitário, qualidade arquitetônica e aspecto social. Não são considerados aspectos econômicos pois o referencial considera que este ponto deve ser tratado de forma global no Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE).	X	X	
Canteiro de Obras	Avalia a adoção de medidas para minimizar os diferentes impactos ambientais e incômodos causados no canteiro de obras além de consideração de aspectos sociais.	X	X	
Gestão de energia	Avalia as alternativas para limitar os consumos de energia durante a fase de uso e operação do edifício e, assim, limitar o esgotamento dos recursos energéticos não renováveis e as emissões de poluentes atmosféricos e de resíduos radioativos.	X	X	X
Gestão de água	Avalia as estratégias para redução do consumo de água potável, gerenciamento das águas pluviais no terreno de maneira sustentável e escoamento das águas servidas minimizando seu impacto no meio ambiente.	X		X
Gestão de resíduo de uso e operação do edifício	Avalia a otimização da valorização dos resíduos de uso e operação do edifício e a qualidade do sistema de gerenciamento dos resíduos de uso e operação do edifício;	X		X

Continua...

AQUA - HQE		Tripé da Sustentabilidade		
Categorias	Aspectos Avaliados	Ambiental	Social	Econômico
Manutenção e Conservação	Trata-se de garantir que os desempenhos ambientais previstos nas fases de pré-projeto e projeto tenham de se estender na fase de uso e operação.	X		
Conforto hidrotérmico	Esta categoria está estruturada de modo a distinguir respostas em termos de conforto de inverno e em termos de conforto de verão.		X	X
Conforto acústico	Avalia as disposições arquitetônicas e qualidade acústica da edificação		X	
Conforto visual	Avalia o contexto visual externo, otimização da iluminação natural e iluminação artificial confortável.		X	X
Conforto olfativo	Avalia o controle de fontes de odores desagradáveis e a implantação de dispositivos de tratamento de odores.		X	

AQUA - HQE		Tripé da Sustentabilidade		
Categorias	Aspectos Avaliados	Ambiental	Social	Econômico
Qualidade dos Espaços	Avalia o risco sanitário ainda não concretizado, mas cuja importância tenha sido reconhecida. Para isso agrupa duas categorias distintas: campos eletromagnéticos e, de outro, as condições de higiene.		X	
Qualidade do ar (interior do edifício)	Avalia a Garantia de ventilação eficaz e o controle das fontes de poluição interna		X	
Qualidade da água (interior do edifício)	Avalia a qualidade da concepção da rede interna (tubulações e reservatórios), controle de temperatura na rede interna (a fim de limitar o risco de legioneloses), controle dos tratamentos e qualidade da água nas áreas de banho		X	

Tabela 2. Análise dos aspectos sociais, ambientais e econômicos das categorias avaliadas na certificação AQUA - HQE

Fonte: Adaptado de Fundação Vanzolini, 2016

Em suma, a certificação AQUA-HQE possui ao todo 14 categorias, destas, 7 categorias abrangem questões ambientais, 11 categorias com cunho social e 5 econômico. Com isto, pode-se perceber que as duas certificações analisadas englobam os três pilares da sustentabilidade. O fator econômico é o de menor representatividade, enquanto o social e ambiental são incluídos em mais categorias.

Ao avaliar o aspecto econômico das certificações, é possível observar que na certificação GBC Brasil Casa este fator está presente em 26% das categorias; são elas: “Uso Eficiente da Água”, “Energia e Atmosfera”, “Materiais e Recursos”, “Qualidade

Ambiental Interna” e “Inovação e Projeto”, onde é realizada a avaliação de estratégias para a redução de custos por meio da redução do consumo de água, eletricidade, gestão de resíduos; além da redução de despesas relacionados ao condicionamento mecânico, em virtude do natural, e relacionadas a saúde, em virtude do maior conforto ambiental. Adicionalmente, em “Energia e Atmosfera” é abordado sobre qualidade das instalações elétricas, com objetivo de dimensionar os sistemas para trabalharem de forma mais econômica e segura.

No AQUA-HQE, o órgão certificador aponta que o aspecto econômico não é avaliado de forma direta nos 14 critérios presentes no referencial de QAE, pois infere-se que este aspecto deve ser tratado de forma global no SGE. Entretanto, mesmo com essa consideração, pode-se perceber que ele está presente nas categorias de “Gestão de Energia” e “Gestão de Água”, “Gestão de resíduo de uso e operação do edifício”, “Conforto hidrotérmico” e “Conforto visual” compartilhando assim dos mesmos objetivos da GBC Brasil Casa no que tange ao consumo.

Contudo, semelhante a certificação GBC Brasil, a AQUA-HQE possui categorias que abordam o consumo e, conseqüentemente, os gastos de forma intrínseca, como “Gestão de Energia”, “Gestão de Água”, “Gestão de resíduo de uso e operação do edifício”, “Conforto hidrotérmico” e “Conforto visual”, totalizando 35,7% das categorias.

O aspecto social está presente em 87,5% das categorias do GBC Brasil Casa, pois em 7 delas nota-se a preocupação com a saúde e bem-estar dos usuários. Na categoria de “Implantação” são observados fatores como: priorização de pedestres em relação a veículos para possibilitar a prática diária de exercícios físicos; melhorar a qualidade do ar no local; conforto térmico dos ocupantes com a redução do efeito da ilha de calor; e promoção da interação homem-natureza.

Na categoria de “Uso Eficiente de Água” é contemplada a qualidade e a segurança da água, com a finalidade de minimizar os riscos relacionados à saúde dos ocupantes. Em “Energia e Atmosfera” são pontuadas estratégias energéticas para promover o conforto ambiental, como térmico, acústico e luminoso, bem como para proteção da saúde humana contra choques elétricos. Em “Materiais e Recursos” a saúde e bem-estar dos ocupantes é propiciada por meio da adoção de produtos ambientalmente preferíveis, que possibilitem a melhora da qualidade do ar do empreendimento. Já na categoria “Qualidade Ambiental Interna” há o ponto de promoção da satisfação ao usuário quanto ao ambiente, acústica, temperatura, iluminação e qualidade do ar. Em “Inovação e Projeto” com toda a gestão do projeto, impactando diretamente nos três pilares da sustentabilidade.

Por fim, no GBC Brasil Casa há uma categoria exclusiva para a questão social, denominada “Requisitos Sociais” que possui a finalidade da inclusão social. Há um critério obrigatório de “Legalidade e Qualidade”, com a finalidade de incentivar a escolha de empresas construtoras e fornecedores de materiais e serviços que atendam aos quesitos de legalidade, formalidade e qualidade, visando melhorar a qualidade de toda a cadeia da construção. Os demais créditos dessa categoria destinam-se a acessibilidade universal e capacitação profissional.

Na certificação AQUA-HQE, 78,6% das categorias avaliam o aspecto social, tendo critérios específicos para a avaliação do conforto e qualidade; porém, diferente do GBC Brasil Casa, não há uma categoria exclusiva para as questões sociais. Além desses fatores, tem a categoria “Escolha Integrada de Produtos, sistemas e processos construtivos”, a qual contém como critérios a escolha de produtos visando a limitar os impactos da edificação na saúde humana e os impactos socioambientais da edificação. Outra categoria com cunho social da AQUA - HQE é a “Canteiro de Obras”.

O aspecto ambiental está incorporado em 87,5% das categorias do GBC Brasil Casa e em 50% do AQUA-HQE. No GBC Brasil Casa possui este aspecto nas categorias: “Implantação”, “Uso Eficiente da Água”, “Energia e Atmosfera”, “Materiais e Recursos”, “Qualidade Ambiental Interna”, “Inovação e Projeto” e “Créditos Regionais”. Já no AQUA - HQE as categorias são: “Edifício e seu entorno”, “Escolha Integrada de Produtos, sistemas e processos construtivos”, “Canteiro de Obras”, “Gestão de energia”, “Gestão de água”, “Gestão de resíduo de uso e operação do edifício” e “Manutenção e Conservação”.

Em ambas as certificações, essas categorias têm o objetivo atenuar os impactos ambientais dos empreendimentos mediante critérios que avaliam a emissão de poluentes na atmosfera, utilização de produtos e técnicas construtivas sustentáveis, limitação do uso de recursos naturais como água e energia, gestão de águas pluviais, gestão dos resíduos sólidos. Vale ressaltar que no GBC Brasil Casa há um indicador obrigatório referente a utilização de madeira legalizada e um critério facultativo de Redução de Ilha de Calor.

O desempenho mínimo esperado para conseguir a certificação AQUA - HQE são 3 categorias no nível “melhores práticas”, 4 categorias no nível “boas práticas” e 7 categorias no nível “base”, totalizando 14 pontos. Com isto, pode ser que um dos “pilares” da sustentabilidade receba maior direcionamento que outro durante a elaboração da edificação.

No GBC Brasil Casa as categorias possuem requisitos obrigatórios e facultativos, sendo que os critérios facultativos possuem pesos diferentes. Isto implica que não é preciso atender a todos os requisitos informados na certificação, ficando a cargo do empreendedor definir quais critérios facultativos irá adotar para atingir a pontuação exigida pela categoria. Adicionalmente, os critérios possuem diferentes pesos, sendo assim, a certificação atribui maior peso aos créditos de avaliação com aspectos ambientais, seguindo pelos aspectos sociais e por último, o econômico.

Apesar da Certificação GBC Brasil apresentar a porcentagem de 37% no quesito social, 37% ambiental e 26% econômico e a Certificação AQUA-HQE apresentar a porcentagem de 30% no quesito social, 48% no ambiental e 22% econômico, caberá ao empreendedor do projeto avaliar quais créditos irá adotar para obter a certificação que almeja. Portanto, a edificação pode tender com maior intensidade para certos critérios.

5. CONCLUSÃO

A partir do estudo realizado foi possível observar que o fator econômico é que possui menor enfoque na avaliação das categorias quando comparado aos demais. O principal objetivo econômico das duas categorias é proporcionar economia de custos relacionados aos serviços de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica e água, bem como a gestão de resíduos e manutenção e operação do edifício. Desta forma, a GBC Brasil Casa e a AQUA-HQE apresentaram a mesma perspectiva em relação ao tema. Porém, existem limitações da metodologia, pois não é considerado o custo de implantação e o *payback* das soluções tecnológicas e construtivas implantadas para gerar economia de recursos/custos, como um sistema de geração de energia fotovoltaico ou um sistema de reaproveitamento de águas pluviais.

Contudo, é inegável que as certificações agregam valor aos empreendimentos, tornando essas edificações com portfólio atrativo para o mercado, podendo impulsionar maior velocidade de vendas, e na manutenção do valor do patrimônio.

O aspecto social foi o fator mais presente em ambas as certificações e ao mesmo tempo o de maior disparidade, pois apesar de apresentarem objetivos em comum, como o conforto, bem-estar e saúde dos usuários e sociedade vizinha, eles são apresentados de formas diferentes. Na certificação AQUA-HQE é dada uma atenção maior para o conforto e qualidade do ar e da água nas edificações, apresentando categorias direcionadas para avaliação desses fatores.

Por sua vez, na certificação GBC Brasil Casa as questões de conforto e qualidade interna do ambiente estão dentro de uma única categoria, denominada “Qualidade Ambiental Interna”. Que apresenta critérios como “Desempenho mínimo do Ambiente Interno” e “Desempenho Térmico”, sendo assim, o empreendedor poderá escolher quais critérios adotar para alcançar a pontuação. O GBC Brasil Casa tem como diferencial a categoria “Requisitos Sociais”, que estimula a inclusão social, acessibilidade universal, legalidade e qualidade do projeto e obra e boas práticas sociais para projeto, obra e operação.

O aspecto ambiental, também muito presente nas duas certificações, é abordado de forma semelhante. Possuem como propósitos comuns avaliar a emissão de poluentes na atmosfera, utilização de produtos e técnicas construtivas sustentáveis, limitação do uso de recursos naturais, gestão de águas pluviais e de resíduos sólidos. Os pontos divergentes é que o GBC Brasil Casa direciona critérios para utilização obrigatória de Madeira Legalizada e para Redução de Ilha de Calor. Já no AQUA-HQE há a preocupação com o impacto ambiental do canteiro de obras.

Assim sendo, pode-se observar que apesar das diferenças de critérios de avaliação entre as certificações GBC Brasil Casa e AQUA-HQE, as duas possuem vertentes similares no que diz respeito aos enfoques sociais, ambientais e econômicos, porém a certificação AQUA-HQE possui uma menor diferença entre os valores de seus percentuais em comparação aos da GBC Brasil.

Um ponto controverso identificado é que apesar da sociedade acreditar que as certificações são de cunho ambiental, nos dois casos estudados, a maior atenção

das categorias é direcionada para a saúde e bem-estar dos usuários, seguido pela redução dos impactos ambientais e por último as questões econômicas. Todavia este trabalho apenas analisou o tripé da sustentabilidade em relação as categorias de avaliação, sem levar em consideração os pesos atribuídos a cada critério das subcategorias no GBC Brasil Casa. Com isso, é uma sugestão para estudos futuros verificar além das categorias, considerando também os pesos de cada subcategoria.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENITE, A. Certificação GBC Casa – Um mundo melhor começa em nossa casa. Green Building Council Brasil. 2017.

BUENO, C. Avaliação de desempenho ambiental de edificações habitacionais: análise comparativa dos sistemas de certificação no contexto brasileiro. Tese (Mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP. São Carlos, p. 123. 2010.

DARDENGO, B. C. Vantagens e impactos de certificações ambientais para a construção civil. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola Politécnica, UFRJ. Rio de Janeiro, p. 93. 2017

FOLADORI, Guillermo. Avanços e Limites da Sustentabilidade Social. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba, n. 102, p. 103 – 113, jan/jun. 2002.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. Benefícios, 2015. Disponível em: < <https://vanzolini.org.br/aqua/beneficios/> Acesso em: 06 de jun. 2021.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. Guia prático do referencial de avaliação da qualidade ambiental do edifício. Guias e Ferramentas. 2016.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. Certificação AQUA-HQE, 2021.

GBC – GREEN BUILDING COUNCIL BRAZIL. O que são as certificações ambientais e qual a sua importância? 2020. Disponível em: < <https://www.gbcbrazil.org.br/o-que-sao-as-certificacoes-ambientais-e-qual-a-sua-importancia/> Acesso em: 22 maio. 2021.

GBC BRASIL CASA. Guia prático porque e como certificar seu projeto. Green Building Council Brasil. 2019. Disponível em: < <https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-casa/documentos/> Acesso em: 07 de jun. 2021.

GBC BRASIL. Certificação GBC Brasil Casa: Compreenda o GBC Casa, c2021a. Disponível em: <<https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-casa/>> Acesso em 08 de jun. 2021.

GBC BRASIL CASA. Checklist Projeto e Obra – GBC Brasil Casa. Green Building Council Brasil. 2021b.

GOH, C.S.; CHONG, H.; JACK, L.; FARIS, A.F. M. Revisiting triple bottom line within the context of sustainable construction: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, V.252, 10 Abril 2020.

GRÜNBERG, P.R.M.; MEDEIROS, M. H. F.; TAVARES, S. F. Certificação ambiental de habitações: comparação entre LEED para casa, Processo AQUA e Selo Casa Azul. *Ambiente e Sociedade*, São Paulo, v. 17, n. 2 n, p. 195-214, abr-jun. 2014.

JOHN, V. M.; SILVA, V. G. da; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. *ANTAC – Encontro Nacional e Encontro Latino Americano Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis*. Canela, RS. 10 p. abr. 2001.

KATS, G. Tornando nosso ambiente construído mais sustentável. Island Press. Versão brasileira distribuída por: Secovi – SP. 2010.

RÓMERO, A. M; REIS, B. L. Eficiência energética em edifícios. 1 ed. Barueri – São Paulo: Manole, p.208, 2012.

SAJAN, M. P., SHALIJ, P. R., RAMESH, A., & BIJU AUGUSTINE, P. (2017). Lean manufacturing practices in Indian manufacturing SMEs and their effect on sustainability performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 28(6), 772-793.

SILVA; J. T. O Bem Viver e perspectivas para o design sustentável. *DATJournal*, v6, n1, 2021.

VERDEGHAIA. O “tripé da sustentabilidade” e a evolução empresarial, 2021. Disponível em: < <https://www.verdeghaia.com.br/tripe-da-sustentabilidade/> > Acesso em: 11.jul.2021.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasil (CNPq) pelo apoio financeiro. Os autores também agradecem ao Departamento de Engenharia Urbana (DEURB), Departamento de Engenharia civil (DECIV), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PROPEC), a Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PROPPI-UFOP) e a Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) pelo apoio para realização e apresentação desta pesquisa.

ARTIGO

CONTRIBUIÇÃO DO LEED E SELO CASA AZUL + CAIXA PARA ATINGIR OS ODS NO BRASIL

POSTAY, Renata

(rpostay@gmail.com)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil

KERN, Andrea Parisi

(apkern@unisinobr)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Sustentabilidade, LEED, Selo Casa Azul, ODS

RESUMO

A construção civil se destaca pela importância no desenvolvimento sustentável tanto pelos impactos negativos que gera como pelo potencial de melhoria que apresenta, convergindo assim aos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas. A avaliação de sustentabilidade tem como objetivo medir sistematicamente o desempenho dos edifícios sob vários aspectos e pode ser realizada por meio de sistemas de avaliação, dentre os quais as certificações ambientais. As certificações fornecem orientação para projeto e produção de edifícios a partir de critérios de sustentabilidade a empreendedores, projetistas e construtores, englobando diferentes fases da edificação. O *Leadership in Energy & Environmental Design* (LEED), caracteriza-se por ser um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações, com presença em mais de 160 países, incluindo o Brasil. O Selo Casa Azul + Caixa, primeiro sistema de certificação brasileiro, é um instrumento de classificação socioambiental de projetos de empreendimentos habitacionais, que busca reconhecer soluções mais eficientes aplicadas à construção, ao uso, à ocupação e à manutenção das edificações. Assim, o presente trabalho tem como objetivo correlacionar a contribuição das certificações LEED e Selo Casa Azul + Caixa para a obtenção dos ODS no Brasil. O trabalho foi realizado segundo as etapas: (1) identificação dos ODS e respectivas metas que se relacionam com as certificações ambientais; (2) análise dos indicadores das duas certificações e correlação destes com os objetivos/ metas identificadas na etapa anterior; (3) análise da contribuição das certificações LEED e Selo Casa Azul para a alcance dos ODS. Como resultado, identificou-se que dos 17 objetivos, 10 objetivos e 17 metas (do total de 169 metas) têm correlação com as certificações ambientais quanto ao aspecto da sustentabilidade ambiental, indicando que o uso de certificações ambientais pode ser uma ferramenta para busca do desenvolvimento sustentável.

1. INTRODUÇÃO

No ano de 2015, representantes dos 193 Estados-membros da Organização das Nações Unidas (ONU) se reuniram na Assembleia Geral da ONU e elaboraram o documento “Transformando o Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”. Um guia tido como um plano de ação global para todas as pessoas e o planeta, que foi coletivamente criado para colocar o mundo em um caminho mais sustentável e resiliente até 2030 e indica 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que podem ser visualizados na Tabela 1 (PNUD,2021).

Os ODS são tidos como o núcleo da Agenda e se subdividem em 169 metas. São objetivos e metas claras, para que todos os países adotem de acordo com suas próprias prioridades e atuem no espírito de uma parceria global que orienta as escolhas necessárias para melhorar a vida das pessoas, agora e no futuro. Os Objetivos mesclam, de forma equilibrada, as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental (PNUD,2021).

Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares			Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles
Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável			Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis
Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades			Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis
Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos			Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos
Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas			Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável
Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos			Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade
Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos			Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis

...continuação

Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos			Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável
Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação			

Tabela 1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Fonte: PNUD (2021)

A construção civil tem papel relevante no desenvolvimento sustentável, como um dos maiores setores industriais em termos de valor e emprego, além de absorver recursos naturais em grande escala, com consequentes impactos nas condições econômicas, sociais e no meio ambiente (ISO, 2011). Na década de 2010, em todo o mundo, é crescente o interesse pela sustentabilidade e por pesquisas no tema, o que ocasionou um crescimento das medidas de sustentabilidade, geralmente expressas como indicadores, sistemas de indicadores e sistemas de avaliação de sustentabilidade (ROGMANS; GHUNAIM, 2016; LI *et al.*, 2017).

Os sistemas de indicadores e os sistemas de avaliação têm como objetivo avaliar sistematicamente o desempenho dos edifícios de vários aspectos (WU *et al.*, 2018). Os sistemas de avaliação ambiental de edificações têm sua definição como um sistema de alocação de pontos a um número determinado de parâmetros que resulta em uma escala dos impactos ambientais, sendo esquemas abrangentes de avaliação ambiental (ALI; NSAIRAT, 2009). Como sistema de avaliação ambiental tem-se as certificações ambientais, que têm como vantagem o fato de fornecerem orientação para projeto e para a produção de edifícios com critérios de sustentabilidade a empreendedores, projetistas e construtores, pois englobam diferentes fases da edificação, mesmo que a maioria destes sistemas seja mais adequada para avaliar edifícios novos ou projetos, ou seja, trabalham no plano do desempenho potencial (FASTOFSKI; GONZÁLEZ; KERN, 2017).

Como os principais sistemas de certificação ambiental de edificações a nível internacional tem-se: *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM) do Reino Unido, *Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency* (CASBEE) do Japão, *Sustainable Building Tool* (SBTOOL) da *International Initiative for a Sustainable Built Environment* (iiSBE), Green Star da Austrália, *Haute Qualité Environnementale* (HQE) da França e *Leadership in Energy & Environmental Design* (LEED) dos Estados Unidos da América, Processo Alta Qualidade Ambiental - HQE (AQUA-HQE) desenvolvido a partir da certificação HQE, Procel Edifica e Selo Casa Azul + Caixa do Brasil. A Tabela 2 apresenta a comparação entre as certificações mencionadas anteriormente com as categorias presentes em cada uma delas, onde demonstra a preocupação geral, nas certificações avaliadas, quanto aos aspectos de conforto, materiais e recursos (CANAZARO, 2017).

O LEED caracteriza-se por ser um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações, com presença em mais de 160 países, incluindo o Brasil.

Desenvolvido para fomentar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, tendo como foco a sustentabilidade. Possui adesão voluntária e é estruturada em categorias, que possuem pré-requisitos, ou seja, ações obrigatórias para alcançar a certificação e créditos sugeridos focados em performance de desempenho, os quais geram uma pontuação para a edificação. Com total de 110 pontos possíveis em todas as tipologias que orientam a classificação do projeto, certificação que pode ser obtida em 4 níveis de gradação (GBCB, 2021). O LEED está com impacto global crescente, com mais de 20% dos projetos certificados em países fora dos Estados Unidos. Isso reforça a importância da incorporação de créditos selecionados através de pontos de prioridade regional ou caminhos alternativos de conformidade. A partir da versão 2009 introduz pontos de prioridade regional a fim de que os desenvolvedores também abordem as preocupações locais (WU *et al.*, 2018).

Estudo realizado na fase de operação de um edifício de escritórios certificado LEED, apresenta que os princípios de sustentabilidade propostos, em sua maioria, são percebidos pelos usuários da edificação. Os usuários declararam que a certificação ambiental ajuda na melhoria do ambiente de trabalho e que, na comparação com outra edificação não certificada, a certificada é a que demonstra maior percentual de satisfação (KERN *et al.*, 2016). Uma fragilidade da certificação LEED, que tem seu foco na fase de projeto e execução, o fato de não haver renovação da certificação ao longo da fase de operação da edificação, não sendo considerado o desempenho efetivo dos critérios durante a fase de uso da edificação (ANTONIOLLI, 2015).

Categorias	Sistemas de certificação								
	BREEAM	CASBEE	SBTOOL	GREEN STAR	HQE	LEED	AQUA-HQE *	PROCEL EDIFICA *	CASA AZUL*
Conforto/Qualidade amb.	x	x	x	x	x	x	x		x
Materiais/ Recursos	x	x	x	x	x	x	x		x
Energia	x	x		x		x	x	x	x
Água	x			x		x	x		x
Uso do solo/ Terrenos	x			x		x	x		x
Impactos meio amb./ Emissões			x	x	x		x		
Transporte			x	x		x			x
Saúde	x				x		x		
Inovação				x		x			
Aspectos regionais						x			x
Gerenciamento				x			x		
Poluição	x						x		
Ecologia				x			x		x
Aspectos econômicos	x		x						
Práticas Sociais *									x

* Incluído pelas autoras

Tabela 2. Comparativo de sistemas de certificação

Fonte: Adaptado de Canazaro (2017, p. 27)

Primeiro sistema de certificação brasileiro, o Selo Casa Azul Caixa, é um instrumento de classificação socioambiental de projetos de empreendimentos habitacionais, que busca reconhecer soluções mais eficientes aplicadas à construção, ao uso, à ocupação e à manutenção das edificações. Desenvolvido para a realidade da construção nacional, busca um equilíbrio entre proteção ambiental, justiça social e viabilidade econômica (JOHN; PRADO, 2010). Teve sua versão inicial no ano de 2009 e que foi atualizado em 2020, passando a denominação Selo Casa Azul + Caixa. O Selo possui adesão voluntária e é estruturado em 6 categorias, além da categoria bônus, compostas por 49 critérios de avaliação, somados à pontuação bônus, que orientam a classificação do projeto, sendo que pode ser obtida a certificação em 4 níveis de gradação (CAIXA, 2021).

Em análise da aplicação do Selo em sete empreendimentos habitacionais verticais, Fastofski (2014) verificou este como um sistema viável de implantação e com relativa facilidade de aplicação. Quanto à aplicação de alguns critérios há certa dificuldade de interpretação tendo em vista a subjetividade conferida pelo indicador. Também, sugere-se a inclusão de ponderação entre os critérios, com a atribuição de diferentes níveis de significância entre estes e entre as categorias propostas (FASTOFSKI; GONZÁLEZ; KERN, 2017).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo geral: correlacionar a contribuição das certificações LEED e Selo Casa Azul + Caixa para a obtenção dos ODS no Brasil. Tendo como objetivos específicos: identificar os ODS e respectivas metas que se relacionam às certificações ambientais; relacionar os indicadores do LEED e Selo Casa Azul com as metas de desenvolvimento sustentável.

2. METODOLOGIA

A metodologia do estudo se organizou segundo as etapas:

- (1) Dentre os 17 ODS, identificou-se os objetivos que se relacionam com o escopo das certificações ambientais, ou seja, objetivos com potencial de alcance por meio das certificações. Para a seleção dos ODS foram ponderados os seguintes aspectos:
 - Considerou-se o aspecto ambiental da sustentabilidade;
 - A escolha não foi realizada prevendo um uso/ tipologia específica de edificação, nem mesmo fez-se a diferenciação de edificação de propriedade pública ou privada;
 - As metas foram previamente analisadas para a melhor compreensão do que contempla o objetivo em questão.

Com a seleção dos objetivos, relacionou-se os mesmos com as categorias (identificadas na Tabela 2) presentes nas certificações ambientais. A partir dos objetivos selecionados, determinou-se as metas destes que têm aderência às certificações.

- (2) Analisou-se os indicadores de duas certificações, sendo elas:

- LEED - LEED v4 para BD+C: Nova Construção e Grandes Reformas. A certificação LEED foi escolhida devido a sua relevância global e presença no Brasil, já a tipologia foi selecionada pela abrangência e por se tratar de obras novas. O objeto de pesquisa deste estudo não se aplica a design de interiores, edifícios existentes, nem bairros, que são as demais tipologias LEED.
- Selo Casa Azul + Caixa: elencado por ser o primeiro selo brasileiro e por recente atualização. Assim, a inclusão do Selo no estudo é a possibilidade de crescimento de aplicação deste.

Relacionando os indicadores das duas certificações com os objetivos/ metas identificadas na etapa anterior. Vale destacar que a correlação não significa que o indicador contempla a meta na íntegra, mas sim que contribui para o alcance dela.

(3) Analisou-se a contribuição das certificações LEED e Selo Casa Azul + Caixa para o alcance dos ODS.

3. RESULTADOS

Na etapa 1 verificou-se que dos 17 ODS 10 deles se relacionam aos escopos das certificações ambientais, sendo eles: 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13 e 15, os quais estão destacados na Tabela 1.

Com a seleção destes 10 objetivos, os mesmos foram relacionados as categorias das certificações ambientais conforme Figura 1, onde visualiza-se que todos os objetivos se relacionam a, pelo menos, uma categoria.

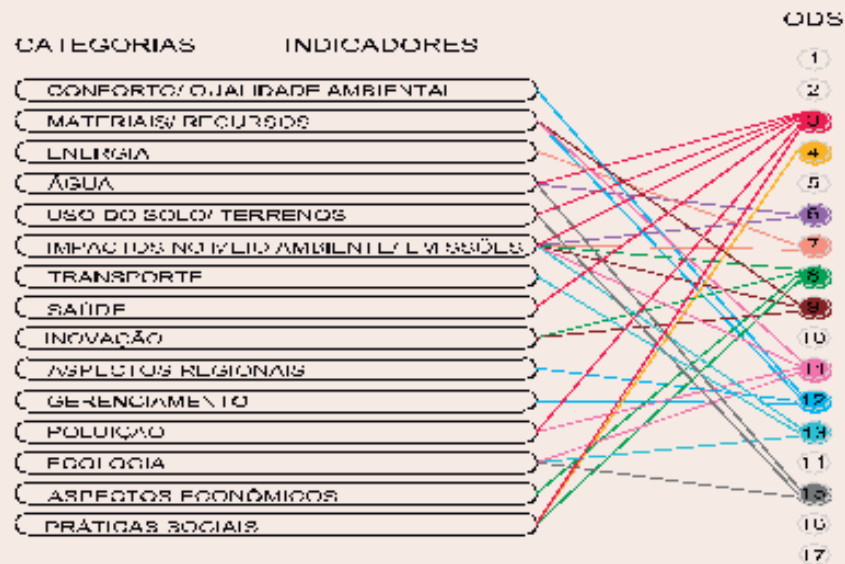


Figura 1. Relação entre os ODS e as categorias das certificações ambientais.

A partir dos 10 objetivos selecionados, foram determinadas as metas destes que tem aderência às certificações, assim, totalizando 17 metas apresentadas na Tabela 3.

Na etapa 2, os indicadores da certificação LEED - LEED v4 para BD+C: Nova Construção e Grandes Reformas e Selo Casa Azul + Caixa foram relacionados com as metas identificadas na etapa anterior, conforme pode ser visualizado, respectivamente na Figura 2 e Figura 3.

Tanto na Figura 2 como na Figura 3 estão identificados todos os 17 ODS, inclusive os não selecionados na etapa 1. Já as metas, estão marcadas dentro dos círculos coloridos apenas as selecionadas para análise em função da quantidade total de metas totalizar 169.

ODS	Meta	
3	3.9	Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo
4	4.4	Até 2030, aumentar substancialmente o número de jovens e adultos que tenham habilidades relevantes, inclusive competências técnicas e profissionais, para emprego, trabalho decente e empreendedorismo
6	6.3	Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente
	6.4	Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água
7	7.2	Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global
	7.3	Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética
8	8.2	Atingir níveis mais elevados de produtividade das economias por meio da diversificação, modernização tecnológica e inovação, inclusive por meio de um foco em setores de alto valor agregado e dos setores intensivos em mão de obra
	8.3	Promover políticas orientadas para o desenvolvimento que apoiem as atividades produtivas, geração de emprego decente, empreendedorismo, criatividade e inovação, e incentivar a formalização e o crescimento das micro, pequenas e médias empresas, inclusive por meio do acesso a serviços financeiros
	8.4	Melhorar progressivamente, até 2030, a eficiência dos recursos globais no consumo e na produção, e empenhar-se para dissociar o crescimento econômico da degradação amb., de acordo com o Plano Decenal de Programas sobre Produção e Consumo Sustentáveis, com os países desenvolvidos assumindo a liderança
9	9.4	Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades
11	11.6	Até 2030, reduzir o impacto amb. negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros

Continua...

ODS	Meta	
12	12.2	Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais
	12.5	Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso
	12.7	Promover práticas de compras públicas sustentáveis, de acordo com as políticas e prioridades nacionais
13	13.3	Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima
15	15.3	Até 2030, combater a desertificação, restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações, e lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo
	15.5	Tomar medidas urgentes e significativas para reduzir a degradação de habitat naturais, deter a perda de biodiversidade e, até 2020, proteger e evitar a extinção de espécies ameaçadas

Tabela 3. Metas dos ODS que se relacionam as certificações ambientais

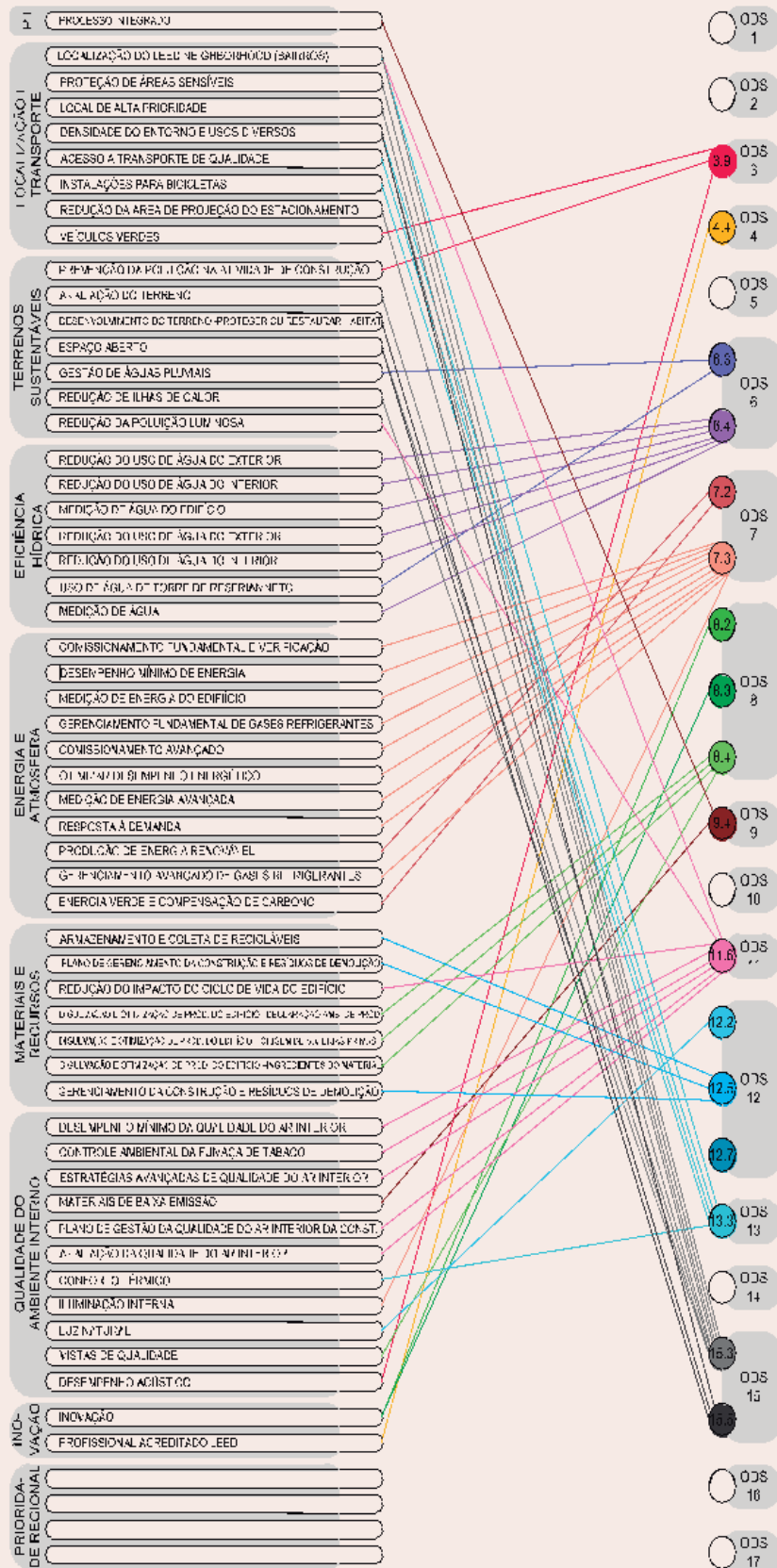
Fonte: PNUD (2021)

LEED v4 BD+C

CATEGORIAS

INDICADORES

ODS



SESSÃO 6
EDIFICAÇÕES:
ESTRATÉGIAS
DE PROJETO
E HIS

Figura 2. Relação entre os indicadores LEED e as metas dos ODS

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

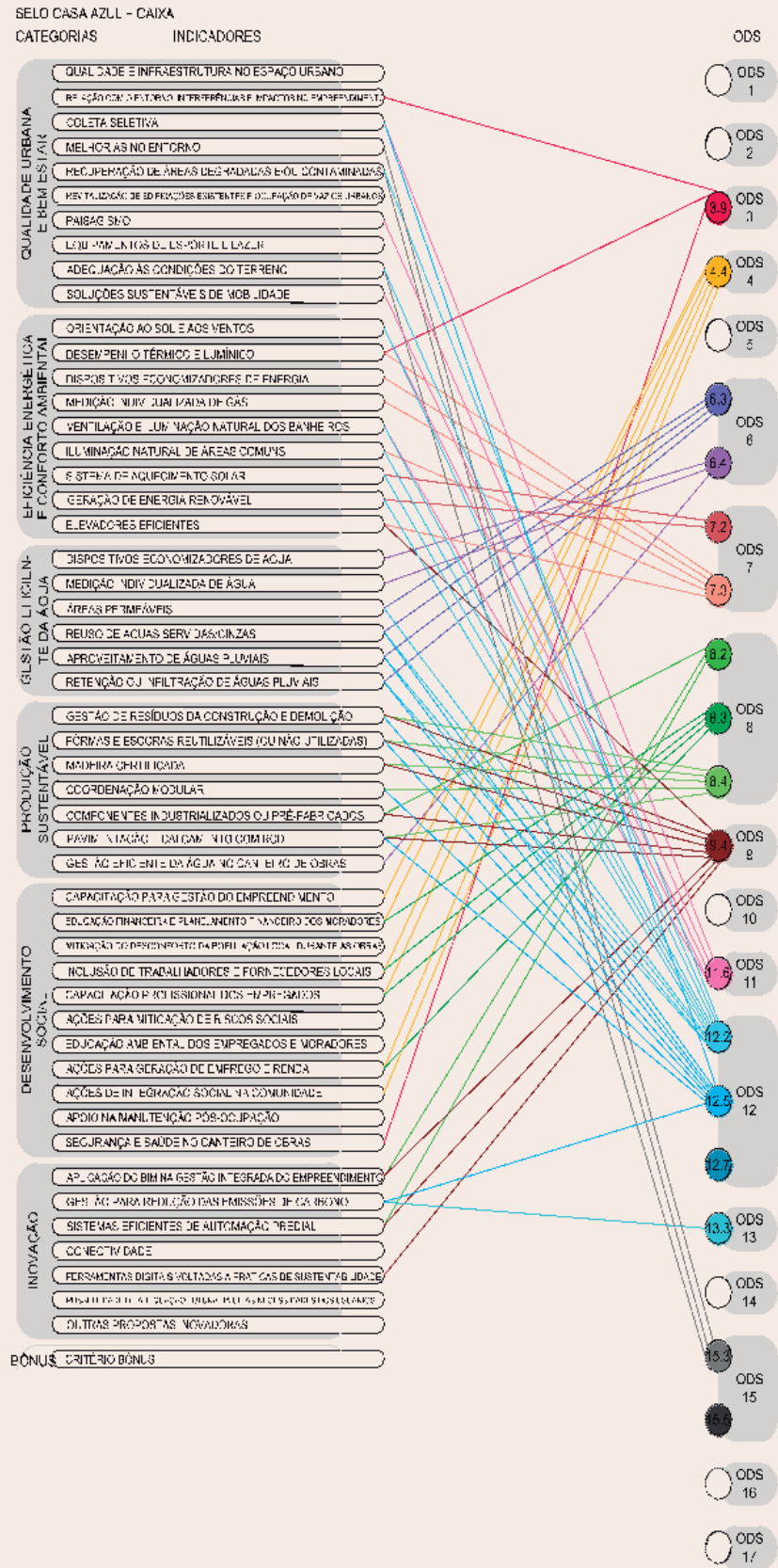


Figura 3. Relação entre os indicadores Selo Casa Azul + Caixa e as metas dos ODS

Importante destacar que nenhum dos 10 objetivos teve todas as suas metas identificadas como com aderência às certificações ambientais, o que demonstra que as certificações podem contribuir parcialmente para o alcance de tais objetivos.

Em função do escopo deste estudo não ser específico a edificação de propriedade pública ou privada, conforme identificado na metodologia, optou-se em manter a meta 12.7 como relacionada a certificações ambientais. Meta que se refere a práticas de compras públicas sustentáveis, que seria aplicável no caso de obras públicas.

A partir das etapas 1 e 2, pode-se observar que os 10 ODS selecionados na etapa 1 tem relação com as categorias das certificações LEED e Selo casa Azul, ficando sem conexão apenas a categoria Prioridade Regional (LEED) e Bônus (Selo Casa Azul) pois elas têm seus critérios especificados de acordo com o projeto a ser certificado. Quanto às metas dos ODS, observa-se que todas se relacionam a pelo menos um indicador tanto na certificação LEED (Figura 2) como no Selo Casa Azul (Figura 3), exceto, a meta de número 12.7. Meta que não apresentou correspondência com nenhum indicador devido a ser específica a compras públicas sustentáveis e nenhuma das certificações analisadas é restrita a obras públicas.

Na relação entre os indicadores LEED e as metas dos ODS todos os indicadores tiveram correspondência a pelo menos uma meta. Já na relação entre Selo Casa Azul + Caixa e as metas dos ODS 9 indicadores não obtiveram correspondências, sendo: 2 indicadores da categoria Qualidade Urbana e Bem-Estar, 4 da categoria Desenvolvimento Social e 3 da categoria Inovação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se as duas certificações ambientais analisadas, observou-se que tanto a certificação LEED v4 para BD+C: Nova Construção e Grandes Reformas como o Selo Casa Azul + Caixa contribuem para atingir os ODS no Brasil. O que sugere que o uso de certificações ambientais pode ser uma ferramenta para busca do desenvolvimento sustentável.

Identificou-se que 10 dos 17 ODS tem aderência às certificações ambientais, tanto com as categorias como seus indicadores. Destes 10 objetivos, nenhum obteve todas as metas selecionadas, o que indica que ainda pode aumentar a correlação entre ODS e certificações. Quanto às metas, 17 das 169 foram destacadas como com correlação ao escopo das certificações ambientais. Dada a importância dos ODS no panorama de plano global, as certificações têm um papel importante para o alcance dos objetivos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, H. H.; Nsairat, S. F. Al. (2009). Developing a green building assessment tool for developing countries – Case of Jordan. *Building and Environment*, v. 44, p. 1053-1064.
- Antoniolli, C. B. (2015). Pós-ocupação de prédio comercial com certificação ambiental: análise de critérios adotados e o papel do usuário. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Brasil.
- CAIXA (2021). Guia Selo Casa Azul + Caixa. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_casa_azul/guia-selo-casa-azul-caixa.pdf. Acesso em: 15 jun. 2021.
- Canazaro, C. C. (2017). Análise de sistema de certificação ambiental de prédio ao longo do tempo a partir dos conceitos eco-eficiência e eco-eficácia. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Brasil.
- Fastofski, D. C. (2014). Análise da aplicação do Selo Casa Azul em empreendimentos habitacionais verticais em Caxias do Sul, RS. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Brasil.
- Fastofski, D. C.; González, M. A. S.; Kern, A. P. (2017). Sustainability analysis of housing developments through the Brazilian environmental rating system Selo Casa Azul. *Habitat International*, v. 67, p. 44-53.
- GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL (2021). Construindo um futuro sustentável. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/>. Acesso em: 7 jan. 2021.
- INTERNATIONAL STANDARD (ISO). ISO 21929-1: Sustainability in building construction – Sustainability indicators – Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings. Geneva: ISO, 2011.
- John, V. M.; Prado, R. T. A. (2010). Boas práticas para habitação mais sustentável. São Paulo: Páginas e Letras – Editora e Gráfica.
- Kern, A. P.; Antonioli, C. B.; Wander, P. R.; Mancio, M.; González, M. A. S. (2016). Energy and water consumption during the post-occupancy phase and the users' perception of a commercial building certified by Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). *Journal of Cleaner Production*, v. 133, p. 826-834.
- Li, Y.; Chen, X.; Wang, X.; Xu, Y.; Chen, P. (2017). A review of studies on green building assessment methods by comparative analysis. *Energy and Buildings*, v. 146, p. 152-159.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (2021). Plataforma Agenda 2030. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br/sobre/>. Acessado em: 20 mar 2021

Rogmans, T.; Ghunaim, M. (2016). A framework for evaluating sustainability indicators in the real estate industry. *Ecological Indicators*, v. 66, p. 603-611.

Wu, P.; Song, Y.; Wang, J.; Wang, X.; Zhao, X.; He, Q. (2018). Regional Variations of Credits Obtained by LEED 2009 Certified Green Buildings-A Country Level Analysis. *Sustainability*, v. 10, n. 20, p. 1-18.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE REABILITAÇÃO DE PRÉDIOS VERTICAIS ESTRUTURADOS EM CONCRETO ARMADO PARA USO HABITACIONAL EM CENTROS URBANOS

ZULIANI DA SILVA, Luiz Gustavo

(zuliani@uri.edu.br);

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil

KERN, Andrea Parisi

(apkern@unisinobr);

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Reabilitação, Indicadores, Método, Sustentabilidade.

RESUMO

Inúmeros acontecimentos relacionados a desabamentos de edifícios tem ocorrido no Brasil, faz-se necessário, e urgente, que medidas sejam tomadas pelos entes envolvidos, com relação à segurança estrutural, manutenção e vistorias frequentes nas edificações. O poder público, através dos planos diretores, pode adotar medidas de isenções de taxas, incentivar o uso da infraestrutura existente, recuperar espaços degradados que servem para promover a delinquência, diminuir risco de incêndios, uma vez que, é preciso mensurar, também, o valor econômico de vidas perdidas. Surge, assim, a importância de pesquisas no âmbito da reabilitação predial em função da grande presença de imóveis vazios, abandonados ou em estado precário nas áreas urbanas, pois a reabilitação predial configura-se como área a ser explorada pela construção civil brasileira. Este estudo tem como objetivo propor um método de avaliação de reabilitação de edifícios verticais estruturados em concreto armado para fins habitacionais. A pesquisa analisou os métodos existentes e os principais indicadores para tomada de decisão adotados em outros países, especialmente os europeus, adaptando os indicadores de acordo com a legislação brasileira, definindo os elementos funcionais, ponderações, critérios de avaliação, a fim de analisar e comparar os custos e o impacto de demolir para reconstruir em detrimento de reabilitar e, por fim, propor indicadores para tomada de decisão quanto à viabilidade de reabilitação. O trabalho proposto é parte do desenvolvimento da tese de doutorado, os resultados não foram finalizados, portanto, este artigo apresenta o desenvolvimento do Método de Avaliação de Reabilitação de Edifícios Verticais de Concreto Armado para uso Habitacional (MAREV-CAH), pois a reabilitação em detrimento da construção de novas unidades tem impacto positivo nos alicerces da sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Inúmeros acontecimentos relacionados a desabamentos de edifícios tem ocorrido no Brasil, um exemplo é o desabamento do edifício Liberdade, prédio de 20 (vinte) andares na cidade do Rio de Janeiro, que vitimou 17 pessoas, ocasionando a queda de um prédio adjacente de dez andares (REIS, 2012). Outro exemplo foi o prédio Wilton Paes de Almeida, no Largo do Paissandu, Centro de São Paulo/SP, que deixou 7 (sete) moradores mortos e 2 (dois) desaparecidos (INCÊNDIO, 2019). Mais recentemente o desmoronamento do Edifício Andrea no centro de Fortaleza/CE, construído há mais de 37 anos, e que desabou em outubro de 2019 deixando 9 (nove) mortos, de acordo com o laudo pericial a falta de manutenção, sobrecarga no pavimento da cobertura e falhas na reforma foram algumas das causas do desabamento (MENDONÇA, 2020).

Faz-se necessário, e urgente, que medidas sejam tomadas pelos entes envolvidos, com relação à segurança estrutural, manutenção e vistorias frequentes nas edificações, especialmente em centros urbanos, pois, se edifícios abandonados continuarem se deteriorando, sem medidas urgentes, a questão não é saber se irão desabar, mas quando isso irá ocorrer, pois o processo de envelhecimento é natural, e medidas de controle ou mitigação são necessárias para garantir a vida útil das edificações e, principalmente, a segurança dos usuários e do entorno.

O poder público, através dos planos diretores, pode intervir, adotando medidas de isenções de taxas, incentivando o uso da infraestrutura existente, recuperando espaços degradados que servem para promover a delinquência, diminuindo risco de incêndios, uma vez que, é preciso mensurar, também o valor econômico de vidas perdidas.

No que se refere à reforma urbana, está na própria Constituição Federal a resposta para este problema, principal marco da redemocratização e da transformação das relações político-sociais no país. Foi, através de uma dessas atitudes, que cidadãos foram signatários da Emenda Constitucional de Iniciativa Popular pela Reforma Urbana, resultando nos artigos 182 e 183 da norma maior do país, intitulados “Da Política Urbana”.

Em outros países da América do Norte e da Europa essa prática já existe há muito mais tempo. Segundo Shay e Syal (2001), aproximadamente sete bilhões de dólares foram investidos em reabilitação de edifícios no centro de New Jersey no ano de 1996, sendo uma das primeiras cidades americanas a adotar um código de obras específico para reabilitação. Em países europeus, a reabilitação de edifícios já representa cerca de 40% do segmento produtivo do setor da construção civil (EURO-CONSTRUCT, 2018).

Face ao exposto, a reabilitação predial configura-se como área a ser explorada pela construção civil no Brasil. Surge, assim, a importância de pesquisas no âmbito da reabilitação predial em função da grande presença de imóveis vazios, abandonados ou em estado precário nas áreas urbanas. Portanto, este artigo busca abordar os principais problemas decorrentes desta prática, as soluções implementadas em outros países e suas consequências, buscando criar um modelo específico para o

caso brasileiro, pois a reabilitação em detrimento da construção de novas unidades tem impacto positivo nos alicerces da sustentabilidade.

2. OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo elaborar um método de avaliação de viabilidade de reabilitação de edifícios verticais estruturados em concreto armado para fins habitacionais em centros urbanos brasileiros.

3. METODOLOGIA

A pesquisa realizou-se através de três etapas norteadoras, as quais correspondem aos objetivos do trabalho: (1) analisar os métodos existentes e verificar os principais indicadores para tomada de decisão; (2) adaptar os indicadores para o caso brasileiro; (3) propor indicadores para tomada de decisão quanto à viabilidade de reabilitação.

Na primeira etapa, através da revisão da literatura, buscou-se conhecer os vários conceitos existentes sobre o assunto para formar uma base teórica-empírica consistente, a fim de direcionar para o tema aqui proposto, ou seja, a reabilitação de edifícios estruturados em concreto armado para uso habitacional. Durante esta etapa, optou-se por uma pesquisa mais aprofundada com relação aos métodos de avaliação utilizados no Brasil e em outros países, especialmente europeus, ou seja, selecionar os métodos mais relevantes adotados e verificar como os mesmos tomam decisão quanto ao processo de reabilitação, avaliando também, quais são os indicadores sociais, econômicos e ambientais que são abordados nos diversos métodos de reabilitação de edifícios, a fim de, a partir destas referências, definir os princípios a serem adotados na elaboração do modelo de avaliação.

Na segunda etapa, definiu-se os indicadores adotados para o estudo proposto para reabilitação de prédios verticais de concreto armado para uso habitacionais em centros urbanos. Para, a partir da análise dos principais métodos adotados, principalmente em países europeus, elaborar um método capaz de proporcionar aos profissionais da área uma ferramenta de avaliação de reabilitação.

Para atingir esse objetivo foram definidos os elementos funcionais e as ponderações que fazem parte do método desenvolvido. Por exemplo, os métodos *Energy Performance Indoor Environmental Quality and Retrofit* (EPIQR) e *Tool for Selecting Office Building Upgrading Solution* (TOBUS), desenvolvidos por vários especialistas da União Europeia, relacionam os principais elementos funcionais que devem ser avaliados, assim como suas ponderações para a avaliação global. Tais ponderações são, geralmente, determinadas a partir do percentual da estrutura de custos dos elementos funcionais em relação ao custo total de uma obra nova.

Os elementos funcionais devem ser caracterizados pela gravidade das manifestações patológicas existentes, portanto, fez-se necessário visitas *in loco*, registros fotográficos nos edifícios selecionados e que fizeram parte do projeto, aplicação de entrevistas e questionários com empresários e responsáveis técnicos por atividades de reabilitação. Essa etapa foi importante para definir o roteiro para elaborar o modelo de avaliação, definindo os critérios de avaliação, como por exemplo: a gravidade, extensão e complexidade necessárias nas intervenções de conservação e garantia de desempenho, segundo as normas vigentes no país, foi possível também, definir, com base em outros métodos, a fórmula de cálculo a ser adotada para definir o nível de reabilitação necessário.

Na última etapa, após toda revisão da literatura e aprofundamento sobre o assunto, elaborou-se indicadores para auxiliar os profissionais da área na tomada de decisão quanto à viabilidade de reabilitar uma edificação. Através de uma ferramenta com indicadores que compõe o escopo do projeto e que possa ser adaptada para realidade local, ou seja, para ser utilizado na avaliação de prédios verticais de concreto armado para uso habitacionais em centros urbanos, ora denominado de Método de Avaliação de Reabilitação de Edifícios Verticais de Concreto Armado para uso Habitacional (MAREV-CAH), pois o mesmo ainda se encontra em construção, como parte da tese de doutorado.

4. RESULTADOS

Após uma ampla revisão bibliográfica a respeito de métodos de avaliação desenvolvidos em outros países e no Brasil, tomou-se como referência, para a elaboração do método proposto, o padrão holandês NEN 2767, o Método de Avaliação das Necessidades de Reabilitação (MANR) e Método de Avaliação do Estado de Conservação de Imóveis (MAEC), além de avaliar o REAB-IFES, desenvolvido por Oliveira (2013) e que averiguou as necessidades de reabilitação de prédios da Universidade Federal de Goiás (UFG), tendo por base o MANR.

Os métodos, em geral, tomam por base outros métodos existentes na sua concepção. O MANR é uma evolução de outros métodos portugueses e também apoiado em métodos internacionais, no qual foi estabelecido um conjunto de procedimentos para estabelecer as necessidades de reabilitação de todas as partes constitutivas de um edifício, sem considerar o número de unidades que o compõem ou atividade desenvolvida. O MAEC permite determinar, de forma dinâmica, o estado de conservação de edifícios para efeito de atualização de rendas e a existência de infraestruturas básicas, identifica as manifestações patológicas nos imóveis e o grau de ocorrência nos elementos construtivos (VILHENA, 2011).

A escolha desses métodos deu-se em razão da viabilidade de adequá-los a realidade da pesquisa, ou seja, para implementação em edifícios verticais estruturados em concreto armado para uso habitacional, já que os mesmos utilizam critério de classificação quanto a gravidades das manifestações patológicas e dos elementos funcionais, bem como em relação ao desempenho dos elementos. Vários outros métodos abordam tais questões, porém, na defesa de tese de Vilhena (2011) foram

realizados comparativos com vários outros métodos a fim de aperfeiçoar o MAEC e essas considerações, bem como as de Oliveira (2013) na implementação do REA-B-IFES e a norma holandesa NEN 2767, foram muito importantes para elaborar o MAREV-CAH.

Com relação aos indicadores adotados, o método proposto aborda principalmente os critérios técnicos, econômicos e sociais como forma de apoiar os responsáveis pela tomada de decisão quanto à intervenção de reabilitação, definindo as prioridades através de indicadores de viabilidade, uma vez que, há necessidade imediata de pensar no desenvolvimento sustentável, ou seja, com o objetivo de evitar o esgotamento dos recursos naturais, faz-se necessários que os mesmos sejam gastos conforme sua capacidade de renovação.

Pode-se, também, destacar que a construção civil possui papel relevante com relação aos critérios mencionados, pois tem atuação direta nas questões ambientais, econômicas e sociais. Considerando as questões ambientais, aproximadamente 50% de toda matéria prima extraída da crosta terrestre tem destino na construção e, cerca de 1/3 das emissões dos gases de efeito de estufa são oriundos da atividade da construção civil, além de que, a maior fonte de resíduos tem origem nas atividades de construção e demolição. Conforme a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) (2020) a quantidade de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) coletados no país, cresceu em todas as regiões, um aumento de 34,9% em uma década, passando de cerca de 33,0 milhões de toneladas em 2010 para 44,5 milhões de toneladas, as regiões com maior quantidade coletada em toneladas por ano foram a Sudeste e Sul.

Em termos absolutos de coleta *per capita*, destaca-se a região Centro-oeste com o maior volume coletado nas duas décadas de análise, quando analisado em termos relativos a região Nordeste é a que apresenta as maiores elevações, 45,4% e 54,0%, de coleta total (t/ano) e coleta *per capita* (kg/hab/ano), respectivamente. Já, na região Sudeste, o aumento foi de 25,0% na coleta total e a região Norte apresentou a segunda maior variação em relação a coleta *per capita*, elevando em 38,3% a quantidade kg/hab/ano na última década. Essa informação é muito importante para justificar a necessidade de políticas públicas voltadas para a reabilitação de edificações em detrimento da desconstrução para construir unidades novas, uma vez que, é preciso analisar o volume de resíduos gerados na desconstrução dessas unidades e o destino dado aos mesmos.

No campo econômico, a indústria da construção civil tem papel primordial nos resultados macroeconômicos do país, conforme dados apresentados pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) (2021), com base nos indicadores do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), quando a indústria da construção civil vai mal, a economia como um todo se comporta da mesma maneira, depois da crise econômica enfrentada pelo Brasil, a partir do ano de 2014, só em 2019 a construção civil esboçou uma reação, porém a pandemia da Covid-19, que vem assolando o mundo, fez com que os indicadores de crescimento retomassem os anos de crise. Na última década, somente em 2010 a construção civil ultrapassou o crescimento em 2 (dois) dígitos, atingindo 13,1% de crescimento.

Para o Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE) (2020) o setor da construção civil amarga resultados negativos desde 2014 principalmente pela Operação Lava Jato, iniciada em março daquele ano, onde as principais empreiteiras do país estavam envolvidas nas investigações e apresentaram recuos em suas atividades. Os dados apresentados estabelecem a necessidade de esforço ainda maior por parte dos governantes em adotar medidas que alterem o cenário e permitam a retomada do crescimento.

A construção civil representa grande peso na economia brasileira. Dados da CBIC (2021) demonstram que, entre 2011 e 2014, a participação do setor no PIB nacional superou a casa dos 6%, porém, de lá para cá, conforme salientado pelo DIEESE (2020), foram anos seguidos de queda. As projeções iniciais para 2021 eram de recuperação ao patamar de 2018, mas nas últimas atualizações as expectativas são de aproximadamente 2,5%.

Esses dados refletem no nível social, segundo dados da CBIC (2021) referentes ao novo CAGED/SEPT-ME, a construção civil criou 135.083 novas vagas com carteira assinada em todo o país até abril de 2021, resultado da diferença entre 1.596.760 admissões e 1.491.512 desligamentos, porém, maior que o saldo de todo o ano de 2020, que foi de 105.248 novos postos de trabalho. O estoque de empregos no Brasil em 2020 foi de aproximadamente 39,4 milhões e a construção civil representa 5,8% do total de vagas, já em 2021, houve um pequeno crescimento, já que o estoque de empregos nacional foi em torno de 40,3 milhões e a representatividade da construção civil ficou em 6,0%.

Em virtude do cenário que a construção civil representa, a reabilitação de edifícios, como princípio de sustentabilidade, assume papel fundamental na valorização das construções existentes, contribuindo para a conservação de recursos ambientais, geração de emprego e aumento na participação do PIB nacional.

4.1 CRIAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO

Para atender o objetivo deste trabalho faz-se necessário adotar uma sequência de estruturação, inicialmente é preciso salientar que o método proposto se aplica a edificações verticais estruturadas em concreto armado para uso habitacional no Brasil, cujo objetivo principal está em avaliar o estado de conservação dos edifícios, a fim de identificar as necessidades e prioridades no processo de reabilitação. A avaliação é obtida pelo método de inspeção visual e as ponderações consideradas através de estimativas de custos de reabilitações realizadas em São Paulo/SP com financiamento da CAIXA.

O trabalho de Vilhena (2011) foi fundamental para embasar várias decisões relacionadas a elaboração do MAREV-CAH, uma vez que, em sua tese de doutorado, o autor supracitado, a fim de aperfeiçoar o MAEC, fez um profundo comparativo entre vários métodos, tais informações foram relevantes para, juntamente com a normatização brasileira, definir o enquadramento e âmbito, instrumentos de aplicação, a metodologia de avaliação e a fórmula de cálculo a serem empregadas no método proposto neste trabalho.

4.2 DELIMITAÇÃO DOS ELEMENTOS FUNCIONAIS E PONDERAÇÕES

Os elementos funcionais representam os itens a serem avaliados na inspeção e foram definidos com base em um amplo estudo dos principais métodos adotados nos países europeus, principalmente o MAEC, MCH, MEXREB, MANR, e pelo método brasileiro REAB-IFES, com base em orçamentos de obras de reabilitação executadas no país e, também, quanto a legislação em vigor, adotando as exigências das normas brasileiras.

Vilhena (2011) fez uma comparação entre 8 (oito) métodos envolvendo várias decomposições, há métodos que fazem essa separação em 1, 2, 3, 4 ou até 5 partes, na pesquisa o autor chegou à conclusão que a decomposição que mais se sobressaiu foi com 3 (três) partes, onde estrutura e fundações formam uma parte, a segunda é composta pelos elementos internos e externos e a terceira parte engloba as instalações.

A cada elemento funcional é atribuída uma ponderação segundo a importância do mesmo na avaliação global da edificação, o REAB-IFES selecionou cinco obras executadas ou em andamento até o ano de 2012 para definir as ponderações, edifícios com pelo menos 2 (dois) pavimentos, todos de concreto armado e áreas entre 1.500 e 3.500 m², dos orçamentos obteve-se a média geral de ponderação relativa para cada elemento funcional, através da extração das médias aritméticas simples dos elementos funcionais em relação ao custo total de uma obra nova, essa configuração também foi adotada em outros métodos europeus, como o MANR, NEN e o EPIQR/TOBUS, por exemplo.

O presente trabalho busca adotar uma metodologia diferente da comentada anteriormente, pois está sendo efetuado um levantamento de orçamentos de obras reabilitadas no Brasil, das quais serão retiradas as informações para definir a decomposição dos elementos funcionais e as ponderações para compor as partes do edifício.

4.3 DECISÃO QUANTO AOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Embora a NBR 15575 de 2013 (Norma de Desempenho - ND) não se aplique a reforma ou retrofit, é importante observar algumas exigências funcionais dos usuários, a ND aborda, dentre as exigências funcionais, aspectos relacionados à segurança, habitabilidade e sustentabilidade. Porém, devido a necessidade de que a inspeção seja rápida e com o menor custo possível, não serão abordadas pelo método as exigências funcionais que necessitam de ensaios laboratoriais, simulações computacionais ou medição com equipamentos *in loco*.

Dentro de uma lógica de que o método adote, assim como a maioria dos métodos existentes, a análise sensorial ou inspeção visual como forma de avaliação, caso esta não seja suficiente para detectar problemas mais sérios que requeiram a necessidade de contratação adicional de profissional especialista ou de serviços técnicos com ensaios e avaliações específicas, é possível sugerir um aprofundamento

no diagnóstico na etapa de conclusões e recomendações, inserindo a necessidade de análise mais detalhada e específica das irregularidades, atendendo, desta forma, o que está preconizado no item 5.3.6 da NBR 16747.

Dentre as exigências de segurança faz-se importante destacar, na inspeção visual, a estabilidade do edifício, item abordado na Parte 2 da ND quanto aos requisitos para os sistemas estruturais, outra exigência quanto à segurança é abordada no item 8, Parte 1, ou seja, segurança contra incêndio, cabe destacar que, em razão de muitas edificações antigas não se adequarem as novas legislações, poderão ser necessárias alterações na estrutura para atender essa exigência. Outra exigência está relacionada a segurança no uso e operação, item 9, Parte 1, principalmente aqueles relacionados a agentes agressivos, como proteção contra queimaduras, bem como pontos e bordas cortantes, tais exigências são fundamentais para proporcionar proteção física e psicológica aos usuários.

Com relação as exigências de habitabilidade, item 4.3 da Parte 1 da ND, fatores como estanqueidade, saúde, higiene e qualidade do ar, bem como a acessibilidade podem ser identificados pela avaliação visual. Já, itens como desempenho térmico, acústico e lumínico requerem a necessidade de equipamentos de medição ou simulação computacional, o que não é abordado no método proposto.

Por fim, dentre as exigências de sustentabilidade, descritas no item 4.4, Parte 1 da ND, fatores como durabilidade e manutenibilidade podem ser atendidos pelo método, já, quanto aos impactos ambientais, requer análises mais aprofundadas, dessa forma, dentro do modelo proposto, aspectos de conservação, reparo e limpeza deverão ser abordados na avaliação.

No caso das anomalias de conservação, por serem oriundas do envelhecimento natural dos elementos construtivos que não passaram por intervenções de manutenção/conservação, levando a diminuição do nível de desempenho inicial do elemento. Já, quanto às anomalias de desempenho, resultado de um descompasso entre o nível de desempenho inicial e o pretendido, devem ser inseridas no relatório que irá definir o nível de gravidade e, definir a extensão e complexidade da intervenção de reabilitação.

Após a definição dos elementos funcionais e das ponderações, para avaliar o estado de conservação de cada um, é necessário definir quais critérios adotar, dos métodos analisados o REAB-IFES fez uma adaptação do MANR. Já, Vilhena (2011), faz uma comparação entre 8 (oito) métodos, buscando aperfeiçoar o MAEC, destas análises e avaliações optou-se por adotar uma metodologia própria com base na literatura estudada e nas normativas brasileiras, segundo o MANR é necessário avaliar 3 (três) fatores dentro de uma sequência, inicialmente pela gravidade, que no método supracitado pode ser ligeira, média ou grave, na sequência é indicada a extensão, que pode ser localizada, média, extensa ou total e a complexidade da intervenção necessária para reparar essa anomalia, classificada em simples, média ou difícil. Após, definem-se o índice e o nível de reabilitação de cada edifício.

4.3.1 Gravidade das anomalias e falhas

Com relação a gravidade, no presente método optou-se por adotar, conforme uma das recomendações do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE) (2012) e da ABNT (2020), a metodologia de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT) que tem origem na teoria da decisão econômica elaborada por Kepner e Tregoe (1980). Essa metodologia, adaptada para a construção civil, possibilita definir critérios de avaliação, no caso específico do método proposta são adotados os critérios de gravidade sugeridos por Gomide, Fagundes Neto e Gullo (2014) e considerada em virtude do nível de desempenho atualmente exigido.

Assim, ao analisar cada elemento funcional, deve-se verificar a existência da gravidade das anomalias e falhas conforme os parâmetros adotados para o método e apresentados na tabela 1, já, se o elemento funcional não existir na edificação em análise o avaliador deverá inserir a informação de “não se aplica”. Uma vez que, a gravidade é avaliada segundo o nível de desempenho, no caso de ausência de anomalia deve-se registrar que nenhum trabalho se faz necessário do ponto de vista da conservação e do desempenho.

Sem gravidade	Pouco grave	Grave	Muito grave	Extremamente grave
Ausência de anomalias, depreciação mobiliária.	Incômodo aos usuários, degradação da edificação.	Insalubridade aos usuários, deterioração elevada da edificação.	Risco de ferimentos aos usuários, avaria não recuperável na edificação.	Risco à vida dos usuários, colapso da edificação.

Tabela 1. Critério de avaliação da gravidade das anomalias e falhas

Pedro, Vilhena e Paiva (2011) exaltam que esse critério é considerado fundamental para verificar o estado de conservação do prédio, uma vez que, indica as anomalias e falhas que os elementos funcionais sofreram e a forma que foram afetados em comparação a satisfação das exigências funcionais quanto ao desempenho que lhe é atribuído, e, também, as intervenções necessárias para sua correção.

4.3.2 Extensão das anomalias e falhas

Conhecida a gravidade das anomalias e falhas, caso se encontre entre pouco grave a extremamente grave, deve-se especificar a extensão da intervenção de reabilitação, o que permite compreender, dentre os elementos funcionais, qual a dimensão do edifício é afetada pelas anomalias e falhas, segundo o esforço necessário para recuperá-los. Para definir tais critérios, buscou-se adaptar o preconizado na norma holandesa NEN 2767-1:2017, conforme pode ser observado na tabela 2. Tais critérios definem, aproximadamente, o percentual que o elemento funcional foi afetado pelas anomalias e falhas detectadas.

Pontual	Localizada	Média	Frequente	Generalizada
< 2%	2 a 10%	10 a 30%	30 a 70%	> 70%

Tabela 2. Critério de avaliação da extensão das anomalias e falhas

4.3.3 Complexidade da intervenção de reabilitação

A complexidade da intervenção necessária para reabilitar uma edificação está associada ao grau de dificuldade que a operação exige. Pedro, Vilhena e Paiva (2011) definiram 3 critérios, apresentados na tabela 3, tais intervenções podem ser simples, médias ou difíceis de executar, calculadas em razão do percentual de custos relacionados a execução de uma obra nova. Dificuldades como acesso aos locais de manutenção, a segurança e proteção dos trabalhadores e usuários da edificação.

Simple	Média	Difícil
0,4	0,8	1,2

Tabela 3. Critério de avaliação da complexidade da intervenção de reabilitação

Define-se como simples os trabalhos realizados em uma única operação e com a intervenção de apenas uma especialidade, como: limpeza, pintura ou reabilitação superficial, ou que requeiram demolição ou remoção sem reconstrução. Média são aquelas que necessitam da intervenção de várias especialidades, com demolição ou remoção de elementos funcionais para proceder à intervenção e sua posterior reconstrução. Já, a intervenção considerada difícil é aquela que necessita de trabalhos tecnicamente complexos, em que o estado do elemento funcional justifica a demolição ou remoção, e a sua posterior reconstrução.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa tem por objetivo, a partir da análise dos métodos existentes e os principais indicadores para tomada de decisão adotados em outros países, especialmente os europeus, definir um método próprio de acordo com a legislação brasileira, estabelecendo os elementos funcionais, ponderações, critérios de avaliação, a fim de analisar e comparar os custos e o impacto de demolir para reconstruir em detrimento de reabilitar. O trabalho aqui apresentado ainda está em construção, pois faz parte do desenvolvimento da tese de doutorado. Assim, os resultados não foram finalizados, portanto, este artigo apresenta o desenvolvimento do Método de Avaliação de Reabilitação de Edifícios Verticais de Concreto Armado para uso Habitacional, ora denominado de MAREV-CAH. Na sequência será definida fórmula de cálculo e a aplicação de um projeto piloto em edificações no centro histórico de Porto Alegre/RS para os ajustes necessários.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

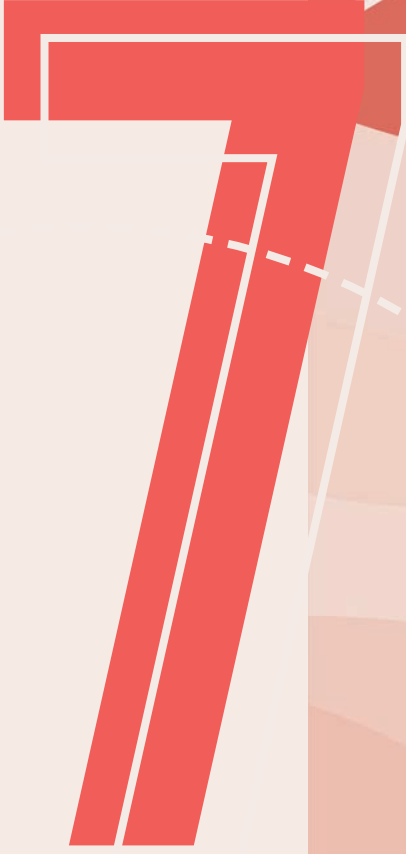
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). (2020). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020. ABRELPE, 2020.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2013). ABNT NBR 15575: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2020). ABNT NBR 16747: Inspeção predial - Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). (2021). PIB e Construção Civil: Informações sobre o PIB Brasil e da Construção Civil de acordo com os dados oficiais divulgados pelo IBGE. CBIC.
- Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE). (2020). A construção civil e os trabalhadores: panorama dos anos recentes. DIEESE: Estudos e Pesquisas, n. 95, jul. 2020.
- Euroconstruct. 86th Euroconstruct Conference – Summary report. Paris, France, 2018.
- Gomide, T. L. F.; Fagundes Neto, J. C. P; Gullo, M. A. (2014). Inspeção Predial Total: diretrizes e laudos no enfoque da qualidade total e da engenharia diagnóstica. 2. ed. São Paulo: Pini.
- Incêndio e desabamento do prédio no Largo do Paissandu completam um ano; veja o que se sabe sobre o caso. G1 SP, São Paulo, 01 de maio de 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2019/05/01/incendio-e-desabamento-do-predio-no-largo-do-paissandu-completa-um-ano-veja-o-que-se-sabe-sobre-o-caso.ghtml>>.
- Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE). (2012). Norma de Inspeção Predial Nacional. São Paulo: IBAPE.
- Kepner, C. H.; Tregoe, B. B. (1980). O administrador Racional: uma abordagem sistemática à solução de problema e tomada de decisão. 2. ed. São Paulo: Atlas.
- Mendonça, L. (2020). Engenheiros e pedreiro são indiciados por desabamento do Edifício Andrea, em Fortaleza. Estadão, São Paulo, 30 jan.
- NEN (2017), NEN 2767 Conditiemeting van bouw- en installatiedelen – Deel 1: Methodiek (Condition Assessment of Building and Installation Components – Part 1: Methodology), NEN, Delft (in Dutch).
- Oliveira, M. A. (2013). Método de avaliação de necessidades e prioridades de reabilitação de edifícios de Instituições Federais de Ensino Superior. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

Pedro, J. B.; Vilhena, A. J. D. S. M.; Paiva. (2011). Método de avaliação das necessidades de reabilitação: Desenvolvimento e aplicação. Revista Engenharia Civil, Guimarães, n. 39, p. 5-21.

Reis, J. (2012). Desabamento do edifício liberdade. UOL Notícias. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2012/04/03/quatro-paredes-estruturais-foram-derrubadas-no-edificio-liberdade-diz-pf.htm>>.

Shay, C.; Syal, M. (2001). Implementing a building rehabilitation code in Michigan. Michigan: Construction Management Program; Michigan State University.

Vilhena, A. J. D. S. M. (2011). Método de avaliação do estado de conservação de edifícios: Análise e contributos para o seu aperfeiçoamento e alargamento do âmbito. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.



SESSÃO TEMÁTICA 7

CIDADES E SUSTENTABILIDADE: RESILIÊNCIA, MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE



ARTIGO

MAPEAMENTO DAS VIAS CALMAS DE CAMPO GRANDE (MS). SÃO ESTRUTURAS CICLOVIÁRIAS SUSTENTÁVEIS E INTELIGENTES?

DUARTE, Kamila de Aguiar

(kamiladeaguiarduarte@gmail.com)

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

JESUS-LOPES, José Carlos de

(jose.lobes@ufms.br)

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

BOTTON, Gabriella Zanoto

(gabizanotobotton@gmail.com)

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

PINHEIRO, Lara Kamila Silva

(lara_kamila1@hotmail.com)

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

VASCONCELOS, Alexandre Meira de

(Alexandre.meira@ufms.br)

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Sustentabilidade. Gestão Urbana Sustentável. Cidades Sustentáveis e inteligentes. Agenda 2030. Mudanças Climáticas.

RESUMO

O crescente aumento populacional, nos centros urbanos, traz à tona alguns desafios, aos gestores públicos e à sociedade, a exemplo da mobilidade urbana. Dados oficiais mostram que Campo Grande, capital do Mato Grosso do Sul, tem enfrentado problemas no trânsito oriundos do excedente de veículos, potencialmente poluidores, trafegando na cidade. As bicicletas são um tipo de modal alternativo, quando alinhados à integração inteligente de ciclovias, podem atuar como um mecanismo facilitador do deslocamento, além de contribuir com a mitigação das emergências climáticas. Surge então a proposta das vias calmas sustentáveis e inteligentes. Trata-se de vias estratégicas, na qual se reduz a velocidade máxima permitida, no intuito de promover uma convivência harmoniosa sustentável, mais limpa e inteligente entre os modais. Questiona-se sobre a situação atual das ciclovias construídas, em Campo Grande (MS), se as mesmas atuam como solução de mobilidade sustentável e inteligente. O objetivo geral deste estudo é analisar a situação atual das ciclovias construídas, em Campo Grande (MS), se as mesmas atuam como solução de mobilidade sustentável e inteligente. Trata-se de um ensaio teórico, um estudo exploratório e descritivo. Os dados secundários, sobre o número de veículos, acidentes e sobre estrutura viária de Campo Grande, serão tratados de forma mista. O *software* Iramuteq será aplicado na categorização dos dados levantados no corpus textual. Resultados iniciais evidenciam as fragilidades do poder público em lidar com o aumento populacional e em desenhar políticas públicas que construam vias calmas mais sustentáveis e inteligentes. A cidade ainda está distante da percepção de ser mais sustentável e segura, como mecanismos de mitigação da emergência climática. Espera-se que os resultados, a serem ainda finalizados, possam contribuir para o debate de segurança e mobilidade urbana com a comunidade científica internacional e que os autores possam conhecer boas práticas de gestões públicas mais sustentáveis e inteligentes, à sugerir melhorias contínuas aos tomadores de decisões públicas

CIDADES
E SUSTENTABILIDADE:
RESILIÊNCIA,
MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE

1. INTRODUÇÃO

A sociedade global vem enfrentando um crescimento urbano desordenado e desigual. A Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), estima que o rápido crescimento populacional urbano implicará em cerca de 60% da população mundial, residindo nas cidades, em 2030. Este fenômeno pertence às categorias dos desafios dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), para o atendimento das dimensões da sustentabilidade (VEIGA, 2020). O fenômeno da expansão demográfica tende a potencializar as situações-problemas inerentes aos ambientes urbanos (VIDA; JESUS-LOPES, 2020), já vigentes, somadas às que virão a ser criadas, em função das crescentes demandas em relação à mobilidade urbana e às questões ligadas à urbanidade (BOTTON; *et al.*, 2020).

Os grandes centros urbanos que experimentam a expansão e a densidade demográfica já vivenciam tal desafio refletido no aumento da frota de veículos automotores, que transitam nas vias públicas, como é o caso da cidade de Campo Grande, capital do Estado de Mato Grosso do Sul. De acordo com o Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN, 2021), em 2021, a capital apresenta uma frota de, aproximadamente, 612.000 veículos emplacados. Ainda de acordo com o mesmo departamento, esses veículos são tipificados como: automóvel; caminhão; caminhão trator; caminhonete; camioneta; chassi plataforma; ciclomotor; microônibus; motocicleta; motoneta; ônibus; quadriciclo; reboque; semirreboque; *side-car*; trator-esteira; trator com rodas; triciclo e outros.

Diante desse fenômeno, que se associa a aspectos sociais, econômicos e ambientais, há de se considerar que a urbanidade traz consigo desafios, que impactam diretamente na qualidade de vida das pessoas, residentes em centros urbanos, gerando uma necessidade de criação de alternativas inteligentes no gerenciamento do trânsito (FLORENTINO, 2016). Esta busca deve ser embasada no conceito de Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015), em que se procura de uma forma geral, definir estratégias dentro de uma visão conjunta das questões: sociais, econômicas e ambientais. Tal como sugerem Mossin *et al.* (2018), somente através de estudos holísticos torna-se possível o desenvolvimento de projetos eficientes, capazes de ajudar a reduzir e neutralizar os impactos ambientais do uso excessivo de veículos automotores, tráfego, resíduos, poluição sonora e luminosa em áreas urbanas.

Para Florentino (2016), o aumento crescente dos congestionamentos, da poluição atmosférica e do estresse urbano, tem recolocado a bicicleta como uma alternativa de modal atraente para muitas pessoas nas grandes metrópoles, que, frente a esse cenário complexo, vêm implantando alternativas de mobilidade inteligente e sustentável, com o intuito de melhorar a fluidez, a segurança no trânsito e um ar mais limpo para se respirar. Em uma cidade de topografia amena como Campo Grande (MS), o incentivo ao uso da modal bicicleta pode ajudar a diminuir a dependência do transporte motorizado. As pesquisas de Chapadeiro (2011) mostram que os principais obstáculos para a utilização de bicicletas como meio de transporte, costumam ser a insegurança e a falta de infraestrutura cicloviária. Para o mesmo autor, dificilmente, o não uso contínuo da bicicleta como meio de transporte se dá pela antipatia ao modal.

Dados levantados por Martins (2020) trazem informações apresentadas pela Prefeitura Municipal de Campo Grande/MS. A cidade tem, aproximadamente, 86,36 quilômetros de extensão de infraestrutura cicloviária, sendo que deste total 67,38 km são de ciclovias, 17,14 km são de ciclofaixas e 1,84 km são de calçadas compartilhadas. Ainda de acordo com a pesquisa do autor, as ciclovias da cidade apresentam diversos trechos de desconexão e infraestruturas totalmente isoladas das demais. Tal condição, diminui sua eficácia e segurança e deve ser levado em consideração no planejamento da instalação de novas infraestruturas. O autor aponta ainda que as ciclofaixas estão, predominantemente, instaladas de modo inadequado em vias rápidas ou arteriais, o que acarreta grande risco para os ciclistas.

Segundo Ferraz (2017), os caminhos sinalizam a necessidade de priorizar políticas públicas e normas oficiais para amenizar os problemas mais prementes, como desestimular o tráfego de veículos motorizados individuais, em determinados locais e horários, bem como promover o uso de veículos coletivos de qualidade e de outros modais mais humanizados. Nesse mesmo sentido, surge um novo tipo de arranjo urbano para a circulação de ciclistas, a criação de ciclorrotas, com atributos que configurem uma rota ciclável, como já foi implantada em grandes metrópoles brasileiras, como Curitiba e Rio de Janeiro. A Prefeitura Municipal de Curitiba (2020) coloca que a Via Calma, modelo de ciclorrota implantado, tornou-se de fato, uma oportunidade de grande valia para resgatar na vida urbana, o respeito e a divisão de espaço no trânsito, pelo fato da mesma tratar-se de uma via compartilhada, com velocidade reduzida.

Nessa perspectiva, tem-se a seguinte questão de pesquisa: a malha cicloviária de Campo Grande/MS configura rotas cicláveis, que apresentam estruturas Inteligentes e Sustentáveis? Assim, o objetivo geral deste estudo é, analisar como a implantação de alternativas inovadoras em ciclomobilidade podem trazer para a cidade, um novo cenário, que contribui no enfrentamento dos desafios do tráfego urbano. Os resultados esperados, além de uma proposição para reflexões sobre o tema na área acadêmica, poderão colaborar no direcionamento aos gestores e atores públicos, a fim de promover a ciência e corroborar para construção dos novos saberes, em torno da mobilidade urbana sustentável e a oportunidade estratégica de se construir centros urbanos à luz das proposições mais sustentáveis (VEIGA, 2020), a fim de cooperar para o alcance da Agenda 2030 (ONU, 2015).

Para tanto, esta pesquisa está estruturada em cinco seções. A primeira introduz a contextualização da problemática, a motivação e o objetivo geral. A explicação sobre o método utilizado para o alcance dos objetivos é dada logo a seguir. Na terceira seção é apresentado o referencial teórico, que sustenta as reflexões sobre a anunciação da problemática da pesquisa. Posteriormente, são apresentados os resultados que trazem as reflexões propostas, bem como as discussões que se podem realizar, a partir deles. Finaliza-se com as considerações finais seguidos dos agradecimentos aos apoios recebidos e das referências.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta escrita científica foi elaborada de acordo com as normas da ABNT (2018). O processo da pesquisa segue aqueles ensinados por Gil (2017) e Marconi e Lakatos (2018). Trata-se de um ensaio teórico (MENEGUETTI, 2011; SOARES; PICOLLI; CASAGRANDE, 2018), elaborada pelo método de pesquisa denominado revisão sistemática (KITCHENHAM, 2004; HALLINGER E CHATPINYAKOOP, 2019), com enfoque Meta Analítico (BERWANGER, 2007; MARIANO; ROCHA, 2017). Os dados coletados são, exclusivamente, secundários e foram tratadas com as técnicas mistas de análises (GIL, 2017; MARCONI; LAKATOS, 2018). Conforme ensinam Mariano e Rocha (2017), a preparação da pesquisa ocorre em duas etapas, que de forma combinada e sequencial, têm o propósito de evidenciar uma problemática em específico, podendo não contar com um método unificado. De acordo com Gil (2017), as interfaces do levantamento bibliográfico possibilitam a cobertura de uma grande quantidade de dados.

O levantamento bibliográfico foi realizado através da Plataforma *Scopus*, considerada uma das maiores bases de dados multidisciplinares, em número de trabalhos e de relevância para o meio acadêmico (VIDA; JESUS-LOPES, 2020), também considerada uma das maiores bases de dados multidisciplinares. Posteriormente, os artigos foram selecionados, por meio da *string* de busca: (*cycle OR bike) AND (congestion OR bottling) AND mobilite*. Considerou-se a ocorrência dos termos no título, resumo e palavras-chave. Optou-se por priorizar artigos mais recentes, em uma janela temporal de 2011 a 2020. Ademais, segmentou-se a pesquisa nas áreas de estudo: Ciências Sociais; Ciência ambiental; Ciência da Computação; Energia; Engenharia; Economia, Econometria e Finanças; Negócios, Gestão e Contabilidade; e multidisciplinar. Por fim, tratou-se apenas os artigos publicados em periódicos.

O corpus textual foi composto pelos resumos dos 184 artigos selecionados, que foram codificados, configurados e organizados em um único arquivo, incluindo a correção ortográfica. De acordo com as regras para o uso do *software* de análise de conteúdo (CAMARGO; JUSTO, 2013). A técnica de análise de conteúdo foi aplicada, a partir da codificação do corpus textual, em um arquivo único (BARDIN, 2011), com apoio do *software* Iramuteq (Interface de R pour lês Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires) para o devido levantamento de indicadores (quantitativos e qualitativos). Partindo do ponto de vista quantitativo, mediu-se a frequência de palavras, assim como as técnicas léxico métricas mais avançadas, como a Classificação Hierárquica Descendente (CHD), que é apresentada neste artigo, na qual utiliza-se da lexicometria ou estatística textual dos vocábulos presentes no corpus (SOUSA; et al, 2020).

3. CONCEITOS TEÓRICOS E ANÁLISE DE LITERATURA

Nesta seção, será apresentada a análise dos resultados e discussão da literatura, concebida após a aplicação da metodologia descrita acima. Ainda como, posteriormente, será descrita a mobilidade urbana sustentável já implantada em capitais como Curitiba, São Paulo e Rio de Janeiro, a fim de analisar seus aspectos eficientes e fragilidades. Por fim, será apresentado o panorama de viabilidade de investimento em vias cicláveis, em Campo Grande (MS).

3.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo a seção metodológica, através dos resumos de artigos científicos correspondentes à temática de estruturas cicloviárias sustentáveis, obteve-se o total de 184 segmentos textuais. A ferramenta disponibilizou um total de 43.345 ocorrências, sendo 2.208 palavras identificadas apenas uma vez, no corpus textual (hápax), o que representa 5,09% das ocorrências. Para a elaboração do dendrograma, descrito na Figura 1, foram utilizadas as seguintes ordens de palavras: Verbo, Advérbio, Substantivo Comum e Adjetivo. Como resultado de tal segmentação, a CHD, classificou 4 clusters de palavras, acoplando 32%; 21.4%; 15.2% e 31.4% do corpus textual, respectivamente.

Para atingir uma melhor visualização das classes, elaborou-se um organograma com a lista de palavras de cada classe geradas a partir do teste qui-quadrado. Nele manifesta-se a separação das palavras, apresentadas em conjunto, quando em vocábulos semelhantes entre si, bem como segregadas quando o conteúdo difere das outras classes. A seguir, estão descritas, operacionalizadas e exemplificadas cada uma dessas classes emergidas na (CHD).

A proposta, evidenciada pela cor vermelha, demonstra o caráter de urgência, em torno dos atores e gestores públicos na formulação de políticas públicas (SECCHI, 2019) voltadas estrategicamente para prover projetos públicos e de parcerias, assim como desenvolver estratégias inclusivas para promover a mobilidade urbana mais inteligente e segura, utilizando-se levantamento de pesquisa e análise de dados para tomada de decisão acerca de uma infraestrutura favorável a todos os usuários. Tais diretrizes de gestão pública municipal ficaram evidentes nos resultados da pesquisa de Vida (2020).

O trânsito, evidenciado pela cor azul, congrega as abordagens intrínsecas à mobilidade frente à urbanização, a fim de elucidar as problemáticas acerca do trânsito, tais como a poluição, as mudanças climáticas, os congestionamentos e tráfego urbano, os acidentes de trânsito, assim como, a segurança e os perigos advindos de um planejamento precário, fatores estes que colocam em risco a vida humana. Este arranjo evidencia que a urbanização crescente e desordenada vem provocando fenômenos caóticos, uma vez que as demandas de transporte de pessoas e cargas não são bem planejadas para o eficaz atendimento.

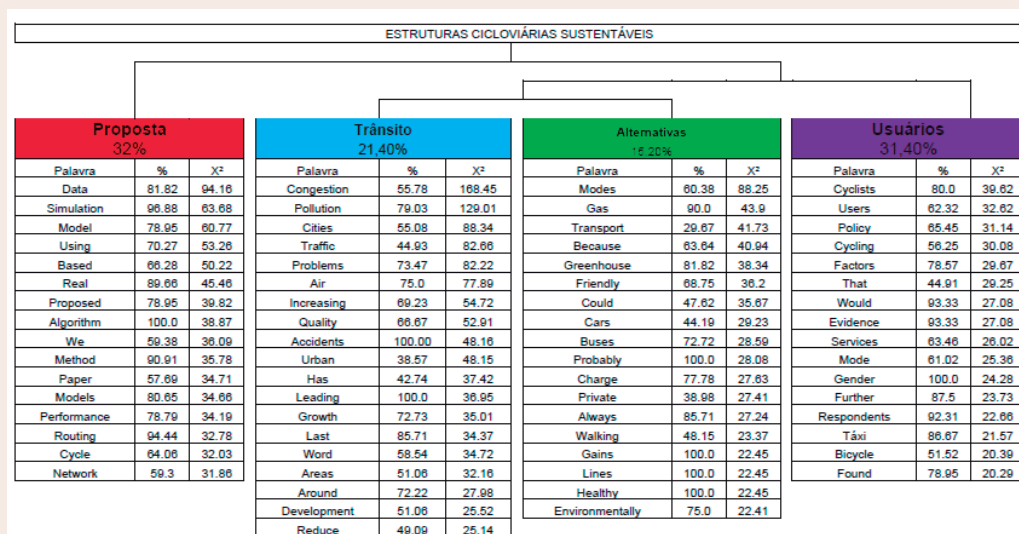


Figura 1. Classificação Hierárquica Descendente (CDH).

Em consonância, as alternativas, descritas na cor verde, explicitam a proximidade entre fatores intrínsecos à mobilidade urbana, como forma de estratégias confrontantes com as problemáticas levantadas, que buscam verificar como a ciclomobilidade pode contribuir favoravelmente para questões ambientais e sociais, além de identificar os desafios intrínsecos à mobilidade urbana empregados na questão de infraestrutura. Tal efeito pontua, potenciais participações na mudança do cenário sustentável global, capazes de apoiar tomadas de decisões públicas e sociais acerca de cidades e comunidades sustentáveis, consumo responsável e ação contra a mudança global do clima.

Neste contexto, os usuários, apontados na cor roxa, apresentam conceitos como ciclistas, serviços, fatores e avanços, nos quais visam a adoção de ferramentas com o intuito de tornar as vias mais cicláveis para os usuários da modal bicicleta. Esta proposta contribui, para um trânsito mais inteligente e sustentável, capaz de reduzir os impactos negativos decorrentes do aumento da população urbana e contribuir positivamente para que sejam alcançados os desafios apontados na Agenda 2030 (ONU, 2015). Tais paradigmas são evidenciados pelas perspectivas das 17 ODS, em específico, os 9º, 11º e 13º ODS.

Na Figura 2, estão descritos os resultados da AFC, representados em um plano cartesiano, no qual é possível realizar associação do texto entre as palavras, levando em consideração a frequência de incidência de palavras e as classes. Nela observa-se que, as palavras de todas as classes se apresentam num segmento centralizado, que se expande para pontos periféricos. Ainda apresenta, uma mesclagem entre as classes de cor verde e azul, evidenciando em um primeiro momento, a integração entre os usuários das vias e sua sujeição às problemáticas enfrentadas no trânsito, seguidos pelas alternativas que visam tornar o tráfego mais seguro e sustentável nos centros urbanos. Esses resultados estão embasados em pesquisas, que garantam melhorias para os usuários das vias (cor roxa) e contribuam para um trânsito inteligente e sustentável, como evidenciam as pesquisas de Florentino *et al.* (2016), Mossin *et al.* (2018) e Chapadeiro (2011).

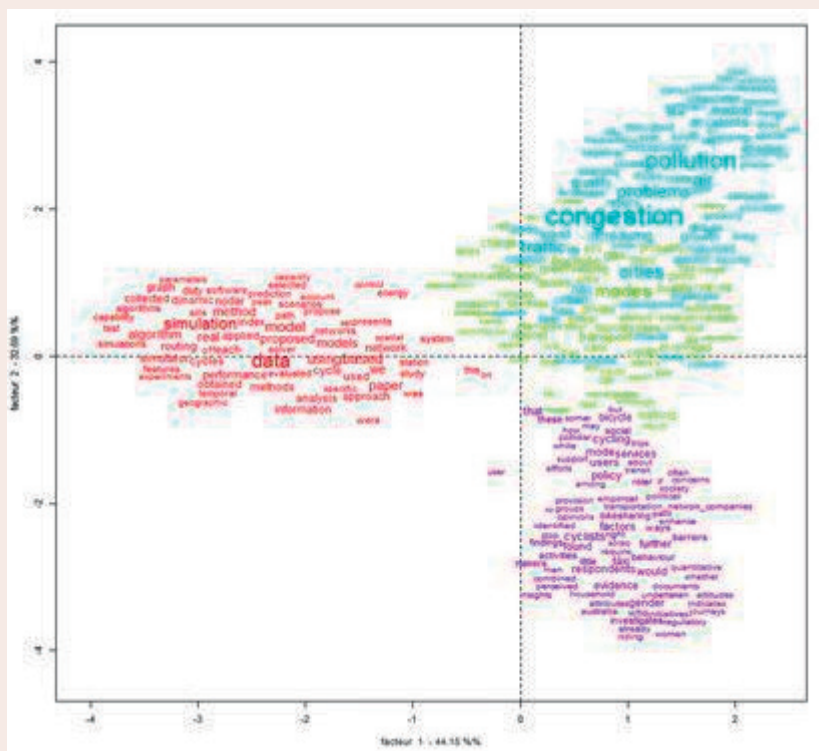


Figura 2. Análise Fatorial Confirmatória (AFC).

No quadrante inferior à direita, fica evidenciada a classe roxa, em que explica aspectos da figura do usuário, no que se refere à sociedade, identificação e redes de transporte, para propiciar o desenvolvimento dos atores na gestão pública referente à mobilidade sustentável. Esses apontamentos aproximam-se positivamente dos estudos de Mossin *et al.* (2018), por evidenciar a complexidade do desafio urbano, ressaltando que não podem ser resolvidos por um único ator, mas pela interação de vários agentes gerando respostas eficientes às necessidades dos cidadãos.

No quadrante superior à direita, estão evidenciadas as questões inerentes à problemática da infraestrutura e alternativas de inovações das vias, de forma mesclada, demonstrando os paradigmas acerca das iniciativas de mobilidade urbana sustentável, propiciando aspectos de inovação, que visam soluções para os problemas advindos do trânsito. A esquerda, em ambos os quadrantes, inferior e superior, mais uma vez fica evidenciada a classe vermelha, em que explica os aspectos metodológicos, no que se refere a pesquisa, aplicabilidade e os métodos para propiciar o desenvolvimento dos atores na gestão da mobilidade sustentável.

Este resultado, em consonância com os estudos de Ferraz (2017), aponta para a necessidade de identificar políticas públicas (SECCHI, 2019) de mobilidade que, ao serem implantadas, ajudem na fluidez do tráfego de veículos nas cidades. Diante do exposto, há de se considerar que os aspectos intrínsecos a mobilidade urbana sustentável, voltados aos paradigmas da diminuição dos congestionamentos e à redução de emissão de gases poluentes, estão ligados aos fatores de proposta, trânsito, alternativas e usuários. Assim, como apontado pela pesquisa do IPPUC (CURITIBA, 2015), é por meio de pesquisas, com usuários do modal, que se consolidam projetos públicos, para superar, de maneira eficiente, os desafios em torno

da mobilidade urbana e promover o desenvolvimento local, à luz da Agenda 2030 (ONU, 2015).

3.2 ALTERNATIVAS DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

Para minimizar os aspectos negativos e apresentar alternativas sustentáveis, é necessário aperfeiçoar e incentivar as opções de meios não motorizados como ciclismo. Para o atingimento desta preposição; ou seja, políticas públicas voltadas às implementações, desenvolvimento da mobilidade urbana sustentável e humanização do tráfego, passaram a ser construídas e adaptadas, através de vias compartilhadas (vias lentas), ciclovias, ciclofaixas, ciclofaixas sobre a calçada, ciclorrota e passeio compartilhado (IPPUC, 2018).

Nos entendimentos de Fuganti e Goettems (2016), a Prefeitura Municipal de Curitiba, pensando na parte da população, que enxerga a bicicleta como um meio de transporte, criou a Via Calma e a Área Calma. Diminuindo a velocidade permitida nas áreas centrais da cidade, que antes eram de 60km/ para 30km/h, nas vias calmas. Considera-se uma alternativa inovadora no cenário de estruturas cicloviárias, além dos modelos tradicionais comuns como ciclovias e ciclofaixas. Sob essa perspectiva, o principal intuito desse modelo de pista é tornar no trânsito, um ambiente seguro e harmônico para o convívio entre pedestres, ciclistas e veículos automotores.

Como se vê, este novo arranjo, tem sido capaz de reduzir, simultaneamente, a quantidade de acidentes, a emissão de poluentes e o fluxo caótico de carros. Assim, esse modelo de via ciclável, assegura o propósito de um tráfego motorizado, onde a circulação de bicicletas pode-se dar de forma segura (CHAPADEIRO, 2011). A proposta de vias compartilhadas, foi idealizada para trazer novas opções no contexto da mobilidade, resgate do trânsito humanizado e priorização do ciclista (FERRAZ, 2012).

Conforme Ferraz, (2012), em Curitiba, os ciclistas transitam à direita da via sobre área demarcada, em linha tracejada, e a velocidade máxima permitida para carros e motos é baixa, harmonizando o trânsito e facilitando o deslocamento intermodal. Há de se esclarecer que, a ideia da ciclorrota de Curitiba difere da concepção usada pelo Rio de Janeiro e São Paulo, já que, nas capitais carioca e paulista, a implementação de suas vias cicláveis, se dá através de pictogramas de bicicleta pintados no chão (MIRANDA; MOREIRA, 2017).

Assim, enquanto na capital paranaense, a organização de uma ciclorrota se dá, principalmente, com o uso de vias de tráfego local, em São Paulo e no Rio de Janeiro foram implantadas ciclorrotas, em vias coletoras, inclusive em vias com transporte coletivo em baixa frequência, sem a necessidade de criar infraestrutura especial aos ciclistas. Porém, ambos os modelos se mostraram capazes de incentivar o uso sustentável, inteligente e, principalmente, seguro da bicicleta, como meio de transporte.

3.3 MOBILIDADE EM CAMPO GRANDE/MS

Apesar da bicicleta ser um meio de transporte de baixo custo, leve, silencioso, versátil e não poluente, seu potencial ainda não é aproveitado, na maior parte das cidades brasileiras (SILVA, 2012). Em Campo Grande, apesar das condições topográficas serem favoráveis à utilização de bicicletas, a cidade ainda apresenta baixa utilização deste modal de transporte, conforme os dados trazidos no Diário Oficial de Campo Grande (DIOGRANDE, 2015). Segundo a pesquisa, a explicação pode estar na quantidade de ciclovias implantadas e a ineficiência da estrutura existente em interligar os bairros com a região central.

Embora, Campo Grande (MS) possua, aproximadamente, 86 quilômetros de extensão de ciclovias ou ciclofaixas, destacados no Mapa 1, Martins (2020), explica em sua pesquisa, que essas vias ainda apresentam diversos problemas, em relação ao seu uso. Conforme o mesmo autor, além da falta de interligação entre elas, identifica-se ainda falhas na pavimentação, insuficiência de sinalização, cruzamentos perigosos com logradouros, entre outros. A ausência de uma infraestrutura própria ou a falta da adoção de técnicas de acalmia de tráfego resultam na percepção de insegurança, oferecida pela infraestrutura, e, conseqüentemente, a não utilização frequente do modal, tornando evidente a necessidade de implementação de modelos de ação, que promovam a utilização dos espaços urbanos pelos diferentes utilizadores.



Mapa 1. Infraestrutura cicloviária e terminais de transporte de Campo Grande/MS.

Ainda segundo Martins (2020), a determinação do perfil e visão do ciclista proporciona base de dados para os planejadores urbanos definirem políticas e diretrizes de apoio a bicicleta. Para tanto, torna-se fundamental saber para quem se está

projetando, levando em consideração as particularidades de cada ciclista e cada possível rota a ser planejada pelos gestores públicos. Diante desta perspectiva, a elaboração de Planos Integrados de Transporte, com o objetivo de integrar o desenvolvimento de uma rede destinada aos ciclistas revela-se essencial à promoção do uso deste modo de transporte.

O Decreto nº 12.681 de 9 de julho de 2015, aprova o Plano Diretor de transporte e Mobilidade Urbana do Município de Campo Grande (MS), que coloca a mobilidade como um atributo da cidade que se relaciona à facilidade de deslocamento das pessoas e bens, bem como o acesso por todos à infraestrutura, aos equipamentos e aos serviços urbanos, através de modos de transporte diversos (DIOGRANDE, 2015). Para priorizar a intermodalidade, especialmente para os deslocamentos a pé, por bicicleta e pelo transporte coletivo, são propostas, pelo referido Plano Diretor, as seguintes diretrizes:

- ✓ Priorizar a circulação não-motorizada no Centro, com a ampliação das áreas úteis de calçadas e calçadões, e com a implantação de ciclovias/ciclofaixas e bicicletários; e
- ✓ Implantar medidas para reduzir o número absoluto de acidentes, óbitos e grau de severidades no trânsito.

Ademais, no entendimento de Silva (2012), a utilização das bicicletas, como meio de transporte nas cidades, proporciona uma igualdade na apropriação do espaço urbano destinado à circulação, reduzindo assim a necessidade de ampliação do sistema rodoviário, com menos custos para a cidade. A partir desta prática, há de se libertar, mais espaços públicos destinados ao lazer e ao transporte, por vida de um modal não poluente, aumentando a qualidade de vida dos habitantes na promoção da saúde, bem como tráfego mais calmo, agradável, limpo e seguro. O estudo da implantação de uma via calma, na cidade de Campo Grande (MS), vem como uma estratégia de continuidade a projetos de complementação da rede cicloviária, de forma a atender às diversas regiões da cidade, através da adoção de ferramentas capazes de transformar a capital em uma cidade cada vez mais inteligente e sustentável. A partir desta construção potencializar-se-á, a redução dos impactos negativos decorrentes do aumento da população urbana, como bem enseja a Agenda 2030 (ONU, 2015).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar como a implantação de novas alternativas de mobilidade sustentável se faz urgente, frente a realidade de expansão demográfica nos centros urbanos. Em decorrência dos procedimentos metodológicos empregados e das técnicas de tratamentos de dados coletados, permitiu-se considerar que o termo bicicleta e mobilidade relacionam-se com a implantação dos arranjos sustentáveis, como as ciclorrotas, reconhecidas como ferramentas de fomento ao uso da modal bicicleta de forma cotidiana, influenciando na diminuição de transporte individual em veículos motorizados.

Assim, tais pressupostos colaboram para superar as problemáticas apontadas pela Agenda 2030, tais quais os 9º, 11º e 13º ODS, que tratam dos aspectos de infraestrutura, comunidades sustentáveis e ação contra a mudança climática. A análise realizada, através do *software* Iramuteq, permitiu a reflexão sobre o planejamento urbano e os desafios dos gestores públicos e da sociedade acerca da ciclomobilidade nas vias dos centros urbanos.

Através da organização do CHD, foi possível considerar que há uma correlação entre os métodos e modelos de implementação de propostas de mobilidade sustentável, das quais são tangíveis diretamente aos aspectos da infraestrutura, inerentes às ferramentas capazes de favorecer os usuários das vias, em seus diversos paradigmas. Nesse contexto, ficou evidenciado o pioneirismo da cidade de Curitiba, na busca por implementar, estrategicamente, as vias calmas e seus aparatos, na busca por solucionar as problemáticas emergidas pelo aumento crescente da frota de veículos motorizados, bem como, da expansão demográfica.

Evidenciou-se também que, a inserção das ciclorrotas está relacionada à implementação de modelos inovadores com a utilização de ferramentas de pesquisas gerais acerca de ambiente e usuário, que visam mensurar o valor público e social, que foi entregue em cada iniciativa. Foi visto, também, que é interessante instituir coordenações de construtos de governanças, em especial, modelos de governanças públicas, para que os gestores públicos possam desenhar políticas públicas, mais eficientes e que os objetivos propostos sejam eficazmente alcançados. A partir da compreensão de modelos de ciclorrotas, já implementados em outros centros urbanos, como Curitiba, São Paulo e Rio de Janeiro, evidencia-se que Campo Grande (MS) conta com uma estrutura cicloviária precária e desconexa, que não é capaz de promover o uso de veículos mais limpos e humanizados.

Para os próximos estudos são sugeridas atenções relativas às ampliações da margem de estudo desta capital, bem como verificar publicação em outras bases de dados, o que possibilitará uma visão mais abrangente sobre as vias cicláveis, dentro do escopo do delineamento deste ensaio teórico, a fim de emoldurar medidas mais eficazes, responsáveis e inteligentes, que possam ser executadas para atingir os parâmetros de uma cidade menos poluente e mais segura. Por fim, no que concerne aos desafios a serem superados, elencados na Agenda 2030, espera-se que este trabalho possa contribuir para o incremento do conhecimento científico, acerca das reflexões e das construções da mobilidade sustentável.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 6023** – Informação e documentação – Referências – Elaboração. 2. ed. Rio de Janeiro, 2018.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BERWANGER, O.; *et al.* Como avaliar criticamente revisões sistemáticas e metanálises? **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 19, n. 4, p. 475-480. 2007.

BOTTON, G. Z. *et al.* As ferramentas tecnológicas das cidades inteligentes voltadas para a redução dos acidentes de trânsito. Um Ensaio Teórico sobre Campo Grande (MS). In: **Anais...** IV Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN), v. 4, n. 1. 2020.

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: um software gratuito para análises textuais. **Temas em Psicologia**, v.21, n. 2, [s.p]. 2013.

CHAPADEIRO, Fernando Camargo. **Limites e potencialidades do planejamento cicloviário**: um estudo sobre a participação cidadã. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Universidade de Brasília. Brasília, 2011.

CURITIBA, Prefeitura Municipal. (2015). **IPPUC lança plano para reduzir emissão de gases de efeito estufa. Curitiba**. Disponível em: <http://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/ippuc-lanca-plano-para-reduzir-emissao-de-gases-de-efeito-estufa/35671>. Acesso em: jun. 2021.

_____. (2020). **Via Calma**. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/via-calma/1861>. Acesso em: jun. 2021

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO/ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL (DETRAN-MS). **Frota de Veículos 2021**. Disponível em: <http://www.paineis.detrans.ms.gov.br/veiculos.html>. Acesso em: jul. 2021.

DIOGRANDE - PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO GRANDE OU MATO GROSSO DO SUL. **Lei Complementar no Lei 12.681**, de 9 de julho de 2015. Institui o Decreto Plano Diretor de Transporte e Mobilidade Urbana do Município de Campo Grande (MS). Campo Grande (MS), 2015.

FERRAZ, Ingrid Steil; *et al.* Avaliação do uso da primeira Via Calma em Curitiba/PR para ciclomobilidade. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 9, p. 341-353. 2017.

FLORENTINO, R.; *et al.* Os caminhos dos ciclistas em Brasília. In: ANDRADE, Victor; *et al.* **Mobilidade por bicicleta no Brasil**. Rio de Janeiro: PROURB/UFRJ, 2016.

FUGANTI, Geon Toledo.; GOETTEMS, Christopher Gillies. **Estudo de caso: Estrutura cicloviária das vias calma**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR). Curitiba, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

HALLINGER, P.; CHATPINYAKOOP, C. A bibliometric review gives research in higher education for sustainable development, 1998-2018. **Sustainability**, v.11, n.8, p. 2401. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA - IPPUC (2018). **Plano de Estrutura Cicloviária**: Curitiba, 2018. Disponível em: http://www.ippuc.org.br/visualizar.php?doc=http://admsite2013.ippuc.org.br/arquivos/documentos/D327/D327_029_BR.pdf. Acesso em: jul. 2021.

KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. **Keele University**, v. 33, n. 2004, p. 1-26. 2004.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa:** planejamento e execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 8. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2018.

MARIANO, A. M.; ROCHA, M. S. Revisão da literatura: apresentação de uma abordagem integradora. *In: AEDEM International Conference*, p. 427-442. 2017.

MARTINS, Guilherme Pires Veiga. **Mobilidade Urbana por Bicicleta:** Aplicação do Índice de Desenvolvimento da Estrutura Cicloviária (IDECiclo) na Cidade de Campo Grande/MS. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Geografia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). Campo Grande (MS), 2020.

MENEGUETTI, F. K. O que é ensaio-teórico? **Revista Administração Contemporânea**, v. 15, n. 2, p. 320-332. 2011.

MIRANDA, A. C. de M.; MOREIRA, H. J. (2017). Ciclorrota, alternativa para uso da bicicleta em vias calmas nas metrópoles. *In: Associação de Ciclistas do Alto Iguaçu* - Cicloiguaçu. Curitiba-PR, 2014.

MOSSIN, Natalie; *et al.* **An architecture guide to the UN 17 Sustainable Development Goals.** KADK, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **17 Objetivos para Transformar o Nosso Mundo** (ODS). 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: jun. 2021.

_____. **Transformando nosso mundo:** Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. (2016). Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/post-2015/materiais/transformando-nosso-mundo--a-agenda-2030-para-odesenvolvimento.html>. Acesso em: jul. 2021.

SECCHI, Leonardo. **Políticas públicas:** conceitos, casos práticos, questões de concursos. 3. São Paulo Cengage Learning Brasil, 2019.

SILVA, Ricardo Jorge Perdigão da. **Mobilidade Urbana:** A bicicleta como meio de transporte diário. Dissertação (Mestrado em Design Industrial) - Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia (FEUP). Porto, Portugal, 2012.

SOARES, S. V.; PICOLLI, I. R. A.; CASAGRANDE, J. L. Pesquisa Bibliográfica, Pesquisa Bibliométrica, Artigo de Revisão e Ensaio Teórico em Administração e Contabilidade. **Revista RAEP**, v. 19, n. 2, p. 308-339. 2018.

SOUSA, Yuri Sá Oliveira et al. O uso do software Iramuteq na análise de dados de entrevistas. **Revista Pesquisas e Práticas Psicossociais**, v. 15, n. 2, p. 1-19. 2020.

VEIGA, José Eli da. Saúde e Sustentabilidade. **Estudos Avançados**, 34 (99). 2020. DOI:10.1590/s0103-4014.2020.3499.018.

VIDA, Emanuelle Teixeira. **Cidades Sustentáveis e Inteligentes:** Um Olhar Sobre a Condição da Cidade de Campo Grande (MS). (Dissertação). Mestrado Profissional em Eficiência Energética e Sustentabilidade (PPGEES). Faculdades de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo e Geografia (FAENG). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande (MS), 2020.

_____; JESUS-LOPES, José Carlos de. Cidades Sustentáveis e Inteligentes: Uma análise sistemática da produção científica recente. **Revista E-Locução**, v. 17, n. 9. 2020.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se o apoio recebido da CAPES/MEC, combinado com os apoios estrutural e científico da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

ARTIGO

AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS DE ÔNIBUS A PARTIR DA PERSPECTIVA DO PASSAGEIRO DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19: ESTUDO DE CASO NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE, BRASIL

LEICHTER, Michelle

(leichterzanettini.m@gmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

TIMM, Janaine F. G.

(janainetimm@hotmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

DALMORO, Júlia M.

(dalmorojuliamartini@outlook.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

KLAS, Juliana

(juliana.klas@ufrgs.com)

PASSUELLO, Ana

(ana.passuello@ufrgs.br)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Sustentabilidade. Gestão Urbana Sustentável. Cidades Sustentáveis e inteligentes. Agenda 2030. Mudanças Climáticas.

RESUMO

O crescente aumento populacional, nos centros urbanos, traz à tona alguns desafios, aos gestores públicos e à sociedade, a exemplo da mobilidade urbana. Dados oficiais mostram que Campo Grande, capital do Mato Grosso do Sul, tem enfrentado problemas no trânsito oriundos do excedente de veículos, potencialmente poluidores, trafegando na cidade. As bicicletas são um tipo de modal alternativo, quando alinhados à integração inteligente de ciclovias, podem atuar como um mecanismo facilitador do deslocamento, além de contribuir com a mitigação das emergências climáticas. Surge então a proposta das vias calmas sustentáveis e inteligentes. Trata-se de vias estratégicas, na qual se reduz a velocidade máxima permitida, no intuito de promover uma convivência harmoniosa sustentável, mais limpa e inteligente entre os modais. Questiona-se sobre a situação atual das ciclovias construídas, em Campo Grande (MS), se as mesmas atuam como solução de mobilidade sustentável e inteligente. O objetivo geral deste estudo é analisar a situação atual das ciclovias construídas, em Campo Grande (MS), se as mesmas atuam como solução de mobilidade sustentável e inteligente. Trata-se de um ensaio teórico, um estudo exploratório e descritivo. Os dados secundários, sobre o número de veículos, acidentes e sobre estrutura viária de Campo Grande, serão tratados de forma mista. O *software* Iramuteq será aplicado na categorização dos dados levantados no corpus textual. Resultados iniciais evidenciam as fragilidades do poder público em lidar com o aumento populacional e em desenhar políticas públicas que construam vias calmas mais sustentáveis e inteligentes. A cidade ainda está distante da percepção de ser mais sustentável e segura, como mecanismos de mitigação da emergência climática. Espera-se que os resultados, a serem ainda finalizados, possam contribuir para o debate de segurança e mobilidade urbana com a comunidade científica internacional e que os autores possam conhecer boas práticas de gestões públicas mais sustentáveis e inteligentes, à sugerir melhorias contínuas aos tomadores de decisões públicas

CIDADES
E SUSTENTABILIDADE:
RESILIÊNCIA,
MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE

1. INTRODUÇÃO

O transporte público nas cidades compreende 28% das viagens realizadas no Brasil, tendo papel essencial na redução do congestionamento do tráfego e diminuição da emissão de poluentes, com taxas 8 vezes menores que um automóvel particular (NTU, 2021). A legislação recente estimula os investimentos em transporte urbano sustentável e decreta a obrigatoriedade na elaboração de planos de mobilidade a partir de 20 mil habitantes (BRASIL, 2012). Outrossim, a Constituição Federal Brasileira cita o transporte como serviço essencial (BRASIL, 1988).

No entanto, apesar da sua importância no alcance do desenvolvimento sustentável, o sistema de transporte público no Brasil é caracterizado pela maioria dos usuários como um serviço de má qualidade, envolvendo superlotação, falta de infraestrutura e investimentos (DA SILVA et. al, 2018). Outros estudos também apontam que no Brasil há uma tendência da substituição desse modo de transporte (BARCELOS et. al., 2017) e o transporte individual motorizado como redirecionamento a essa evasão (XAVIER, 2020). Contudo, cidades como Bogotá, Nova York, Paris e Berlim, cientes do aumento das emissões de gases causadores do efeito estufa, estão redirecionando espaços de vias para uso do transporte ativo por bicicletas e a pé (LE QUÉRÉ et. al., 2020).

Em Porto Alegre, o sistema de transporte coletivo por ônibus apresenta sinais de colapso (GOMES, 2019). Tal crise transborda na estrutura de mobilidade da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), visto que há movimentos pendulares de trabalhadores, estudantes e pessoas em busca de comércio e serviço. A RMPA conta com 4.032.062 habitantes (CARRION et. al., 2014) e o fluxo diário de passageiros por ônibus em 2018 era de 888.000 passageiros, ver Figura 1. Porém, verifica-se redução de 10% no número de passageiros de ônibus entre 2003 à 2017 (PORTO ALEGRE, 2018). A solução encontrada pelas empresas foi a diminuição da frota juntamente com o aumento do preço da passagem, gerando insatisfação dos usuários e diversos protestos (GOMES, 2019).

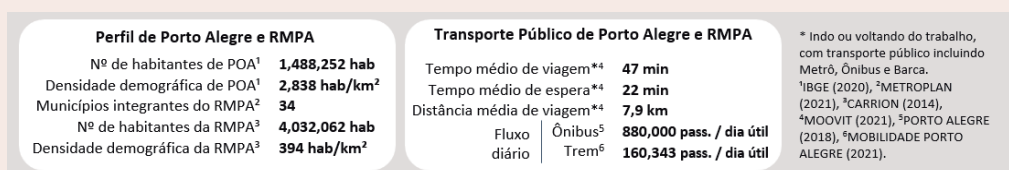


Figura 1. Perfil da cidade de Porto Alegre e da RMPA e do seu sistema de transporte público.

Com a COVID-19 sendo declarada pandêmica em 11/03/2020 pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2020), o isolamento social se tornou medida preventiva, alterando a vida de milhões de pessoas e afetando negativamente a economia global (IBN-MOHAMMED et al., 2020). Dentre os setores afetados, o de transporte é o mais atingido pela COVID-19 devido às restrições em grande escala nas atividades de mobilidade e aviação (IEA, 2020). No Brasil, o transporte público também reportou queda na demanda, em virtude de medidas para garantir o isolamento (atingiu índice de 62% em março de 2020) (INLOCO, 2021). Tal realidade afeta

a viabilidade e qualidade do serviço, visto que a receita do sistema é composta, principalmente, pela tarifa paga pelos passageiros (DE SOUZA, 2020). Além disso, Le Quéré et. al (2020) apontam que o transporte de superfície é responsável por quase metade da redução das emissões durante o confinamento, tendo reduzido 36% em 7 de abril de 2020 e tornando-se a maior contribuição para a mudança total de emissões.

Tais mudanças significativas ocorreram em um curto período de tempo e espera-se que os efeitos do trabalho remoto na mobilidade e consumo de combustíveis fósseis sejam duradouros (KANDA e KIVIMAA, 2020). Ademais, na retomada das atividades no pós-pandemia, as pessoas podem desenvolver uma postura negativa em relação aos modos de transporte compartilhados, por medo de serem infectados pelo vírus ao usar esses modais (DE HAAS et al., 2020). Dessa forma, há a necessidade de avaliar o comportamento dos usuários para propor estratégias para a retomada da confiança no transporte público e promover a mobilidade sustentável (ORRO et al., 2020).

Neste contexto, o isolamento social em consequência da pandemia foi revelador na verificação da representatividade do transporte nos impactos ambientais de uma cidade, e também como um possível caminho para a redução desses impactos e a melhoria social e econômica. Por isso, o objetivo desse artigo é investigar os efeitos gerados pela pandemia nos deslocamentos através do transporte público na RMPA e obter uma visão do usuário quanto à prestação de serviço, visando preencher lacunas que possibilitem uma maior adesão desse modal no contexto pós-pandêmico.

2. MÉTODO

O método empregado no presente trabalho é composto por três etapas ilustradas na Figura 2: (i) desenvolvimento e aplicação de questionário sobre o transporte público e a pandemia; (ii) compilação dos resultados; (iii) discussão dos resultados com a literatura. Na primeira etapa ocorre o desenvolvimento do questionário. Inicialmente propõe-se a estrutura do mesmo, composto de quatro partes: (i) 5 perguntas sobre o perfil do respondente (setor de trabalho/estudo, idade, gênero, renda média familiar, escolaridade); (ii) aborda os padrões de deslocamento antes da pandemia através de 4 perguntas; (iii) investiga os impactos da pandemia no deslocamento por meio de 5 perguntas; (iv) através de 3 perguntas apresenta as perspectivas futuras sobre a mobilidade urbana pela perspectiva do usuário que define a relevância das características do transporte, avalia tais características no sistema atual de transporte e aponta quais mudanças são necessárias. As características empregadas nessa parte são baseadas no estudo de Da Silva et al. (2018).

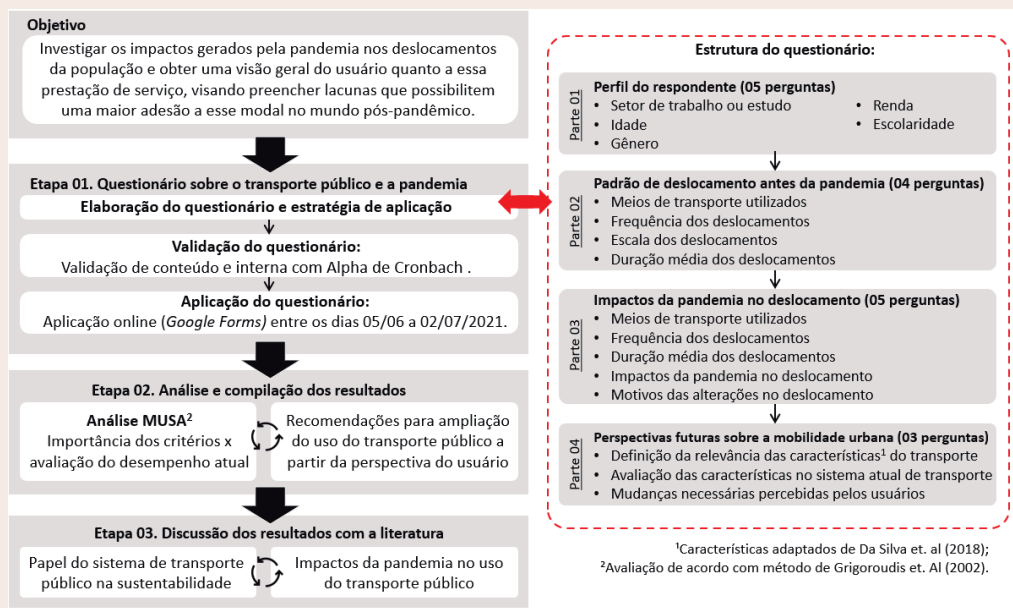


Figura 2. Diagrama do método empregado na presente pesquisa.

No questionário utilizou-se o método estatístico inferencial, visa obter informações sobre uma população a partir de uma amostra, e análise estatística descritiva, consiste em organizar, resumir e apresentar dados numéricos. A validação de conteúdo ocorreu através da apresentação do questionário para colegas do grupo de pesquisa visando identificar ajustes. Para avaliar a consistência interna calculou-se o coeficiente Alfa de Cronbach através do software Free Statistics (WESSA, 2017). Os resultados estão entre 0,84 e 0,86, indicando boa consistência interna.

O questionário foi aplicado de forma online com o Google Forms entre os dias 05/06 a 02/07/2021. A divulgação da pesquisa ocorreu pelas redes sociais, envio de e-mails e mensagens para contatos dos autores. O tempo médio de resposta foi de 7 minutos. O tamanho da amostra, mínimo de 385 pessoas, foi calculado por meio de calculadora de amostra disponível em plataforma online (SURVEY MONKEY, 2021). O cálculo considera o número de usuários do transporte público na RMPA de 4.032.062, ver Figura 1, com nível de confiança de 95% e margem de erro de 5%.

Na segunda etapa, ocorre uma avaliação dos resultados obtidos em cada parte do questionário e realiza-se a compilação dos dados encontrados na parte 4 do questionário através do Método de Análise de Satisfação Multicritério (MUSA). O principal objetivo desse método é a agregação de julgamentos individuais em uma função de valor coletivo assumindo que a satisfação global do usuário depende de um conjunto de n critérios que representam dimensões características de serviço. Nesse sentido, Grigoroudis et. al, (2002) ressalta o uso de regressão ordinal para alcançar resultados ainda mais satisfatórios, no entanto tal estratégia não foi utilizada na presente análise, e se apresenta como limitação e oportunidade em trabalhos futuros.

Na terceira etapa são comparados os resultados do presente estudo com estudos similares sobre as temáticas referentes ao papel do sistema de transporte público na sustentabilidade e os impactos provocados pela pandemia nesse sistema.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

SESSÃO 7
CIDADES
E SUSTENTABILIDADE:
RESILIÊNCIA,
MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE

Foram obtidas 547 respostas a partir de uma amostra aleatória por conveniência, das quais 73 foram excluídas por estarem fora do perfil. Por conseguinte, são consideradas as 474 respostas daqueles que são residentes da RMPA usuários de transporte público. O número de respostas obtidas satisfaz a amostra necessária (385 pessoas).

3.1 PARTE 01: PERFIL DOS RESPONDENTES

Os resultados do perfil do respondente (Figura 3) indicam que os meios utilizados para divulgação do questionário atingiram de forma mais incisiva alguns públicos predominantemente jovens e em processo de formação na graduação. Tal configuração representa uma limitação do estudo.

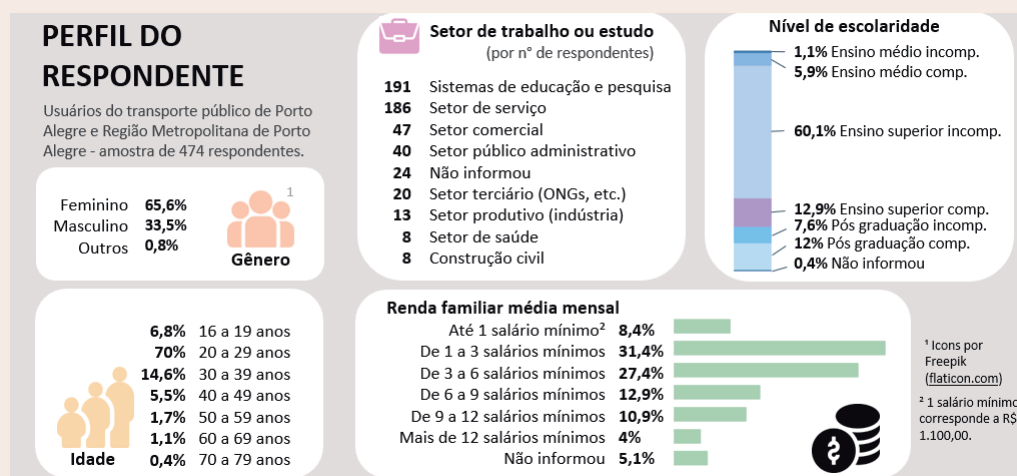


Figura 3. Diagrama síntese do perfil dos usuários respondentes do transporte público da RMPA.

Identifica-se que 65,5% dos respondentes se identificam com o gênero feminino, 33,5% com o masculino e 0,8% com outros. A faixa etária predominante é dos 20 aos 29 anos com 70%, seguida dos 30 a 39 anos (14,6%) e as demais faixas representando 15,4% somadas. No quesito nível de escolaridade há predomínio daqueles com ensino superior incompleto (60,1%), seguida pelo ensino superior completo (12,9%) e pós graduação completa (12%). Os demais níveis estão ilustrados na Figura 3. Na avaliação da renda familiar média mensal observa-se que 31,4% contam com 1 a 3 salários mínimos (SM); 27,4% de 3 a 6 SM; 12,9% de 6 a 9 SM; 10,9% de 9 a 12 SM; 8,4% com até 1 SM; e 4% com mais de 12 SM. Por fim, são analisadas informações sobre o setor de trabalho ou estudo do respondente. Dentre as respostas há destaque para os sistemas de educação e pesquisa (191 respostas), seguida de setor de serviços (186 respostas), setor comercial (47 respostas) e setor público administrativo (40 respostas). Os demais setores estão ilustrados na Figura 3.

3.2 PARTE 02: PADRÃO DE DESLOCAMENTO ANTES DA PANDEMIA

Na segunda parte do questionário são investigados os padrões de deslocamento antes da pandemia. Nesse sentido, identifica-se que os respondentes utilizam diferentes modais para viabilizar os seus deslocamentos e que há predomínio da utilização de ônibus e lotações (98,1%), seguida de aplicativos de deslocamento (81,9%) e a pé (71,5%), ver Figura 4.

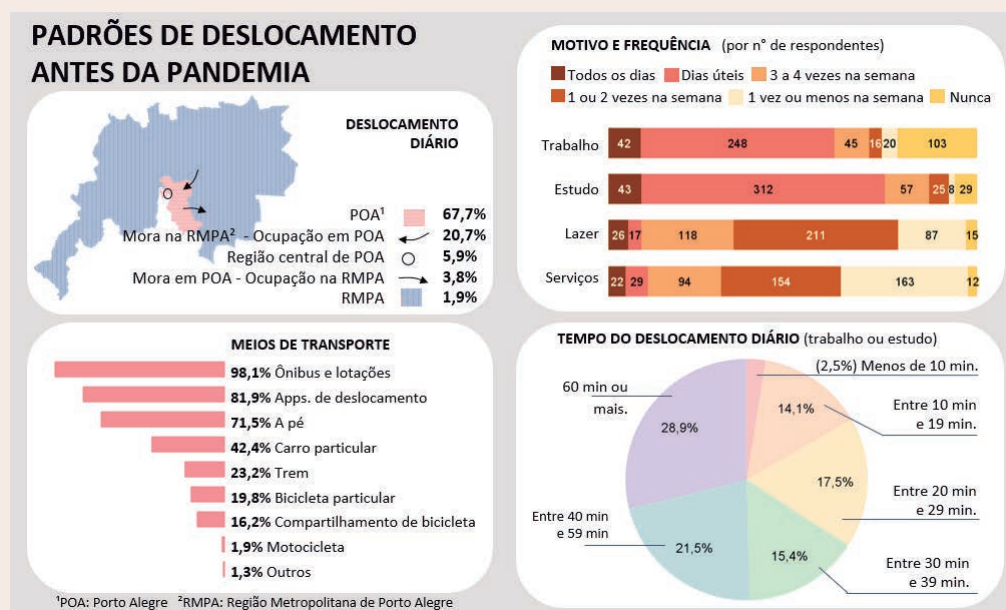


Figura 4. Diagrama síntese dos padrões de deslocamento antes da pandemia do COVID-19.

A utilização do carro particular não representa um quantitativo significativo (42,4%), o que pode estar relacionada à faixa etária predominante da amostra (70% têm entre 20 e 29 anos) bem como à pergunta inicial eliminatória daqueles que não utilizam o transporte público. Além disso, verifica-se um quantitativo considerável de usuários utilizando bicicletas, sendo 16,2% de iniciativas de compartilhamento e 19,8% com bicicletas particulares.

Na pergunta relacionada à frequência das razões do deslocamento, há predomínio das atividades de trabalho e estudo na escala “Muito frequente” com 248 respostas (52%) e 312 (65%) respectivamente. As atividades de lazer e serviços contam com um quantitativo maior de respostas nas escalas de “Frequentemente”, “Às vezes” e “Raramente”, ver Figura 4.

Na análise da escala dos deslocamentos identifica-se que a maioria dos respondentes se desloca apenas dentro de Porto Alegre (67,7%) e que outros 5,9% apenas na região central da cidade. Além disso, há destaque para aqueles que residem em uma cidade da RMPA e se deslocam para Porto Alegre em função do trabalho ou estudo (20,7%). Os movimentos pendulares de residentes de Porto Alegre para outras cidades da RMPA representam 3,8% e de residentes de cidades da RMPA que se deslocam para outras cidades da RMPA somente 1,9%.

Na pergunta sobre a duração média dos deslocamentos não há predomínio para nenhuma opção, mas há destaque para os intervalos de 60 min. ou mais (28,9%) e entre 40 e 59 min. (21,5%).

3.3 PARTE 03: IMPACTOS DA PANDEMIA NO DESLOCAMENTO

Na terceira parte do questionário são investigados os impactos da pandemia nos deslocamentos. Nesse sentido, 192 respondentes (40,5%) sinalizaram que não estão se deslocando, mesmo transcorrendo mais de um ano da pandemia no Brasil, ver Figura 5.

Daqueles que estão se deslocando, no que se refere aos meios de transporte utilizados, verifica-se que há destaque para os aplicativos de deslocamento (66,2%), seguida pela caminhada (57,6%) e carro particular (45,6%). Com a disseminação da pandemia houve queda na utilização de todos os modais, visto que as pessoas têm se deslocado menos ou nem se deslocado. Tais reduções são mais consideráveis nos ônibus e lotações (de 98,1% antes da pandemia para 33,3%), no trem (de 23,2% para 8,9%) e no compartilhamento de bicicletas (de 16,2% para 5,9%). Além disso, na opção “Outros”, opção aberta, surgiram 1% de respostas destacando as caronas com colegas de trabalho ou familiares, bem como, 0,2% sinalizaram o transporte oferecido pela empresa.

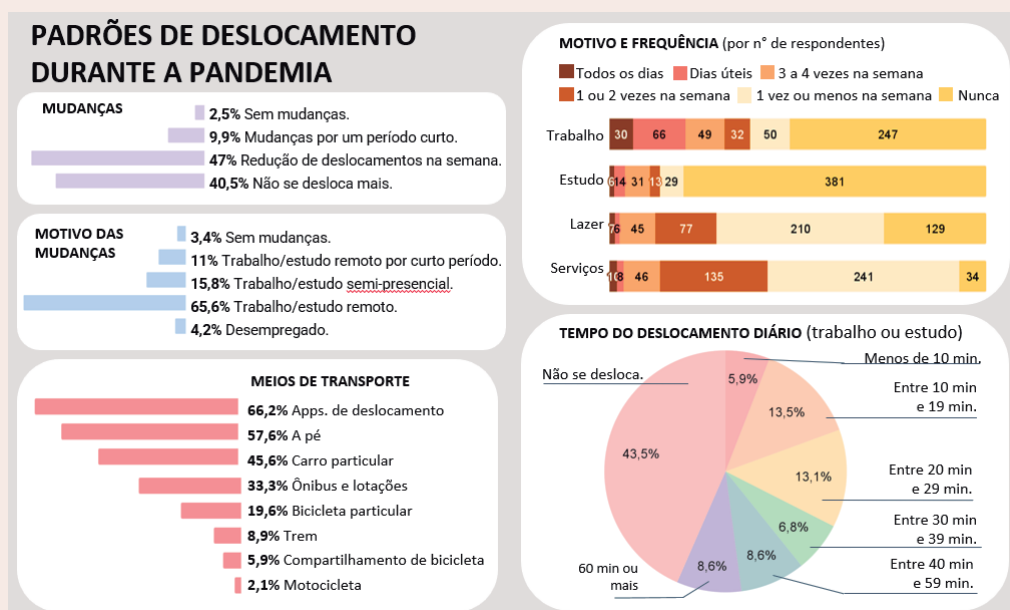


Figura 5. Diagrama síntese dos padrões de deslocamento durante a pandemia do COVID-19.

A pandemia também alterou as frequências de deslocamento, pois as atividades de Trabalho e Estudo, que antes figuravam como as principais motivadoras de deslocamento, agora contam com a frequência “Nunca” com a maioria das respostas (247 e 381 respostas respectivamente). O comportamento quanto às atividades de

lazer e serviços também sofreu alterações, com predomínio na escala “Raramente”, com 210 e 241 respostas respectivamente.

Com a pandemia em curso, destacam-se as durações médias de deslocamento de 20 a 29 min. (13,1%) e entre 10 e 19 min. (13,5%). Quando os respondentes foram questionados sobre o impacto da pandemia nos deslocamentos: 47% (223 respostas) indicaram que houve mudanças, pois agora estavam se deslocando menos vezes por semana; 40,5% marcaram que houve mudanças, pois não estão se deslocando; 9,9% que houveram mudanças, mas por um período curto; e 2,5% apontaram que não houve mudanças. Dentre os motivos das alterações, há destaque para 65,6% dos respondentes que passaram a ter as atividades de trabalho/estudo em formato remoto, seguido de 15,8% que estão em formato semipresencial, 11% que tiveram um período curto de trabalho remoto e que agora retornaram para o formato presencial e 4,2% relataram estar desempregados.

3.4 PARTE 04: PERSPECTIVAS FUTURAS SOBRE A MOBILIDADE URBANA E RECOMENDAÇÕES

Para compreender a percepção do transporte coletivo, o respondente define a importância e a qualidade das características do mesmo. Com base nesses resultados construiu-se um gráfico da Importância (I) versus Qualidade (Q), conforme apresentado na Figura 6.

O gráfico permite avaliar quais são os atributos considerados de alta prioridade, verificando a correlação entre a perspectiva de qualidade e importância do usuário e possibilitando a partir da divisão em quadrantes as características mais propícias a mudanças. As notas das médias ponderadas quanto a qualidade e importância do serviço permitem identificar as características do sistema de transporte que possuem maior e menor grau de satisfação e relevância na visão dos usuários. Os resultados são apresentados na tabela presente na Figura 6, onde para cada atributo, é associada uma nota de 1 a 5.

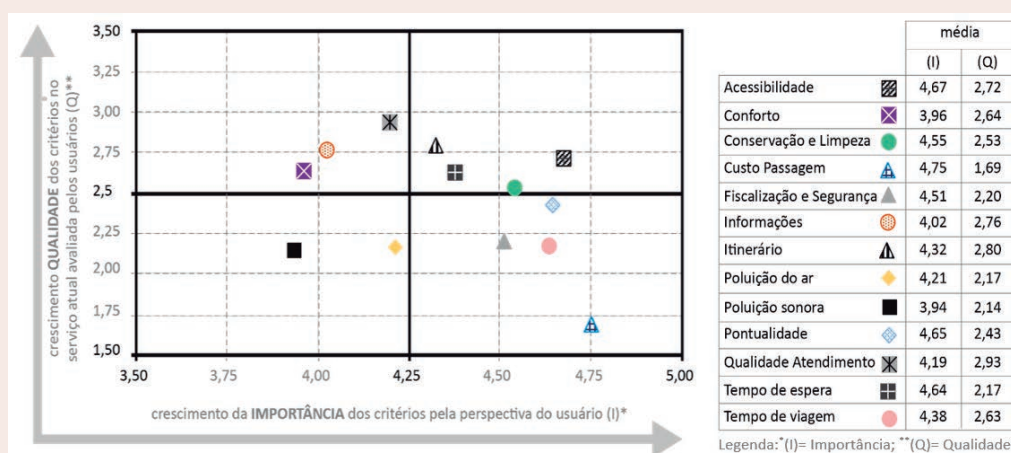


Figura 6. Gráfico Importância versus Qualidade do serviço de transporte público da RMPA.

Analisando os resultados obtidos, nota-se que os atributos, em geral, localizam-se nos mesmos quadrantes, denotando que os usuários têm opiniões similares sobre as características em questão. No entanto, para facilitar a visualização e entendimento da priorização dos respondentes houve uma modificação do eixo, o mesmo aproximado é dividido em novos quadrantes. Nas perguntas sobre importância houve predomínio de respostas considerando todos os critérios com grau de relevância alto (valores de 4 e 5 na escala likert), enquanto que nas perguntas sobre qualidade ocorreu o inverso, com a maioria dos respondentes atribuindo valores baixos (de 1 a 3 na escala likert) para as condições atuais dos critérios.

Nesse sentido, os resultados revelam que os usuários de transporte público dão particular importância ao critério de “custo da passagem” (4,75 na escala de likert utilizada compreendendo valores de 1-5, sendo 1 menos importante e 5 o mais importante) e “pontualidade” (4,65), enquanto a importância dada a atributos como “poluição sonora” (3,94) e “conforto” (3,96) são menores. É perceptível que a maioria atribui notas relativamente altas a todas as características apresentadas.

Além disso, os respondentes revelaram relativa insatisfação em sua experiência no uso de transporte público, uma vez que em relação a qualidade do critério, novamente atribuída a escala likert de 1-5, sendo 1 muito ruim e 5 excelente. Em relação ao “custo da passagem” os usuários atribuíram a pior média (1,65), demonstrando grande insatisfação com essa característica. Já para a “poluição do ar” o valor atribuído foi 2,17 demonstrando também baixa satisfação. Embora tais níveis de satisfação sejam relativamente baixos, pode ser visto como um indicador de que existem margens para melhorias. Por fim, atentando para os atributos classificados como de alta importância, pode-se identificar uma correspondência entre alguns que carecem de melhorias com maior urgência. Portanto, por esta análise, podem ser identificados quatro atributos que possuem alta importância e baixa qualidade, sendo eles: custo da passagem, fiscalização e segurança, tempo de viagem e pontualidade. Tais itens são considerados com alta oportunidade de ação por possivelmente apresentarem fraquezas no sistema (baixa qualidade/alta importância).

Ademais, os resultados da pergunta aberta para compreender as expectativas futuras do usuário sobre o serviço de transporte coletivo por ônibus no período pós-pandêmico estão expostos abaixo.

As características mais abordadas pelos usuários foram o reforço de medidas de segurança sanitária com o uso obrigatório de máscaras, disponibilidade de álcool em gel, higienização frequente dos veículos e janelas abertas para circulação de ar. Tal tendência também foi reportada no estudo de Abdullah et al. (2020), onde os respondentes priorizaram fatores relacionados à infecção (máscaras, distanciamento social e limpeza) em detrimento a fatores tradicionais como conforto, custo e tempo de viagem na hora da escolha do meio de deslocamento.

Além disso, foi mencionado frequentemente a necessidade de diminuição de ônibus lotados (aumento da frota), com horários mais frequentes e linhas otimizadas que atendam bairros isolados. Outros pontos citados foram a redução da tarifa, o aprimoramento dos meios de informação e a modernização dos ônibus para atender às necessidades ambientais, de climatização e conforto.

3.5 DISCUSSÃO COM ESTUDOS SIMILARES EM OUTROS CONTEXTOS

O transporte urbano enfrenta uma transformação sem precedentes devido ao COVID-19 com consequências reveladoras em um período de tempo curto (BUCSKY, 2020). Existem tendências positivas, como a melhora da qualidade do ar através da redução das emissões de combustíveis fósseis (MUHAMMAD, LONG e SALMAN, 2020); a redução dos ruídos (IBN-MOHAMMED et al., 2020); e o aumento de deslocamentos ativos (ciclismo e caminhada) (ABDULLAH et al., 2020).

Entretanto, como mostram os resultados dos estudos de Bucsky (2020) e Abdullah et al. (2020), o achado mais marcante é o claro declínio da participação do transporte público na divisão modal. O estudo de De Haas et. al (2020), na Holanda, indica que com a pandemia surgiu uma visão mais positiva em relação ao automóvel privado e negativa em relação ao transporte público. Na cidade de Corunha na Espanha, o impacto no uso do transporte público durante o isolamento foi maior do que no tráfego geral, utilização de 8-16% e de 23-38% daquelas taxas de utilização relacionadas ao período equivalente de 2017-2019, respectivamente (ORRO et al., 2020). Em nível nacional, Masson et. al (2020) apontam uma realidade similar à europeia em Nova Serrana, Minas Gerais com redução de 59% no transporte por ônibus, modal com atenuação mais expressiva de viagens.

Tais achados mostram que a crise do coronavírus pode resultar em mudanças estruturais de comportamento afetando a sustentabilidade urbana, e que o transporte se encontra no núcleo dessa discussão. Orro et al. (2020) salienta a importância de analisar e compreender a recuperação da mobilidade durante o processo de reabertura, evitando que os esforços feitos nas últimas décadas para promover o transporte público sustentável (com menores impactos ambientais e considerando questões sociais) não sejam prejudicados pelo medo do usuário do contágio. Dessa forma, eliminar a ansiedade dos passageiros e restaurar sua confiança no transporte público é de grande importância (DONG, 2020). O monitoramento da opinião pública é um fator crucial, já que ela reflete as experiências subjetivas dos passageiros e as opiniões sobre a qualidade e melhorias necessárias para evolução do transporte público em cenário pós-pandêmico. Só com um entendimento da perspectiva do usuário poderemos restaurar a confiança deles no transporte público e garantir que ele possa retomar totalmente suas operações (ABDULLAH et al., 2020).

De acordo com a revisão bibliográfica de Da Silva et. al (2017), são claras as características mais assinaladas pelos usuários na definição de qualidade do transporte público. No entanto, a partir da pesquisa executada por Barcelos et. al (2017) que indica a segurança também como uma das características de maior importância declarada pelos passageiros, se percebe possíveis correlações entre a percepção do usuário em escalas temporais próximas, mas intrinsecamente distintas. Tal fato pode ser em especial percebido, já que a pesquisa de Barcelos et. al (2017) atribuiu ao conforto uma pontuação bastante alta relacionada ao aspecto de importância, diferentemente do que foi encontrado no presente questionário, sendo esse um dos itens com menor pontuação dos respondentes, criando a suposição que as

prioridades dos usuários, aliada a uma mudança tão significativa como a pandemia, pode estar em processo de transição.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O questionário aplicado no presente estudo indica que os padrões de deslocamento na RMPA foram fortemente alterados devido à pandemia do COVID-19, com 34,4% dos respondentes apontando que não estão se deslocando. As reduções mais significativas foram no uso de ônibus e lotações, no trem e no compartilhamento de bicicletas. Os respondentes também indicaram que características relacionadas à limpeza e preventivas ao contágio ganharam destaque na escolha do meio de deslocamento. Sendo assim, a retomada da mobilidade urbana pelo transporte público no cenário pós-pandêmico enfrentará desafios relacionados ao medo dos usuários pelo contágio, aos modelos de trabalho híbrido e aos hábitos adquiridos pelo transporte privado. Salienta-se que tal retomada é fundamental, visto o papel de destaque do transporte público nas reduções das emissões de CO₂ e no alcance do desenvolvimento sustentável.

Portanto, o presente trabalho permite identificar uma perspectiva do usuário frente a qualidade do serviço de transporte e a importância de seus atributos frente a um cenário de transição ocasionado pela pandemia do COVID-19. Além disso, obtém-se um diagnóstico da situação atual em meio a existência de políticas de isolamento e a proliferação do trabalho remoto, junto a opiniões dos respondentes para encontrar possíveis melhorias no serviço e a adesão de novos usuários.

Os resultados encontrados no presente estudo são reforçados por estudos anteriores e salienta-se a latente necessidade pela busca da opinião pública para execução de uma gestão de transporte coerente, em especial considerando a crise agregada ao transporte público em Porto Alegre e RMPA. Tais mudanças na gestão e avaliação do comportamento do usuário são necessárias para que a crise atual do transporte da RMPA não se agrave mais e para que planos de transição para uma mobilidade alinhada com o desenvolvimento sustentável sejam, de fato, efetuados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdullah, M. et al. (2020). Exploring the impacts of COVID-19 on travel behavior and mode preferences. In: *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, v. 8, n. November, p. 100255.

Barcelos, M.; Lindau, L.; Pereira, B.; Danilevicz, A.; Ten Caten, C. (2017). Inferindo a importância dos atributos do transporte coletivo a partir da satisfação dos usuários. In: *Revista Transportes*, Vol. 25, N.º 5, p. 36 - 48.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>.

BRASIL. Lei 12.587/12. Lei da Mobilidade Urbana. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm>

Bucsky, P. (2020). Modal share changes due to COVID-19: The case of Budapest. In: *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, v. 8, n. 100141.

Carion, E. S.; Rodrigues, J. S. (2014) Caracterização espacial do crescimento socioeconômico da RMPA. Secretaria de Obras Públicas, Irrigação e Desenvolvimento Urbano do RS. METROPLAN. Disponível em: <http://www.metroplan.rs.gov.br/conteudo/1917/?Caracteriza%C3%A7%C3%A3o_Espacial_do_Crescimento_Socioecon%C3%B4mico_da_Regi%C3%A3o_Metropolitana_de_Porto_Alegre>.

Da Silva, J. A. B.; Da Silva, S. (2018). Critérios de qualidade em serviços de transporte público urbano: uma contribuição. In: *Brazilian Journal of Production Engineering*, São Mateus, Vol. 4, N.º 1, p. 83 - 98.

De Haas, M.; Faber, R.; Hamersma, M. (2020). How COVID-19 and the Dutch 'intelligent lockdown' change activities, work and travel behaviour: Evidence from longitudinal data in the Netherlands. In: *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, v. 6, p. 100150.

De Souza, J.; Azevedo, M. (2020). Os impactos da covid19 no sistema de transporte público de passageiros na região metropolitana de Fortaleza utilizando dados de smart card. In: 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte. Anais...ANPET.

Dong, H. et al. (2020). Compreendendo a satisfação do transporte público na pandemia pós-COVID-19. *IN: Política de Transporte*, v. 101, n. Novembro de 2020, p. 81-88.

METROPLAN (2021). Municípios da RMPA, RMSG e aglomerações urbanas. Disponível em: <http://www.metroplan.rs.gov.br/conteudo/1242/?Munic%C3%ADpios_da_RMPA%2C_RMSG_e_Aglomera%C3%A7%C3%B5es_Urbanas>.

Gomes, L. E. (2019). Círculo vicioso: cai o número de usuários, aumenta a passagem, cai ainda mais o número de usuários. *SUL 21*. Disponível em: <<https://fimdalinha.sul21.com.br/circulo-vicioso-cai-o-numero-de-usuarios-aumenta-a-passage-m-cai-ainda-mais-o-numero-de-usuarios/>>.

Grigoroudis, E., & Siskos, Y. (2003). MUSA: A decision support system for evaluating and analysing customer satisfaction. Margaritis, K., Pitas, I. (Eds.) *Proceedings of the 90th*, 113-127.

IBGE. (2020). Porto Alegre. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-alegre/panorama>>.

Ibn-Mohammed, T.; Mustapha, K.B.; Godsell, J., Adamu, Z.; Babatunde, K.A.; Akin-tade, D.D.; Acquaye, A.; Fujii, H.; et al. (2020). A critical review of the impacts of COVID-19 on the global economy and ecosystems and opportunities for circular economy strategies. In: *Resources, Conservation and Recycling*.

IEA, (2020). *Global Energy Review 2020: The impacts of the COVID-19 crisis on global energy demand and CO2 emissions*. In: International Energy Agency, IEA Publications, pp. 1-56.

Inloco. (2021) Mapa brasileiro da covid-19. Disponível em: <<https://mapabrasileiroda-covid.inloco.com.br/pt>>.

- Kanda, W.; Kivimaa, P. (2020). What opportunities could the COVID-19 outbreak offer for sustainability transitions research on electricity and mobility? In: Energy Res. Soc. Sci.68.
- Le Quéré, C.; Jackson, R.; Jones, M.; Smith, A.; Abernethy, S.; Andrew, R.; De-Gol, A.; Willis, D.; Shan, Y.(2020). Temporary reduction in daily global CO₂ emissions during the COVID-19 forced confinement. In: Nature climate change.
- Masson, D. D.; Kretzer, G.; Carvalho, G. F.; Berticelli S. P.; Neto, G. P. A. (2020) Efeitos e tendências para a mobilidade urbana por conta da pandemia do covid-19: o caso de Nova Serrana - MG. In: 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte. Anais...ANPET.
- Mobilidade Porto Alegre (2021). 2020 na Trensurb: 24,4 milhões de passageiros transportados. Disponível em:<<https://mobilidadeportoalegre.com.br/trensurb-2020-244-milhoes-de-passageiros-transportados/>>.
- Moovit (2021). Estatísticas do Transporte Público - Porto Alegre e Região. Disponível em: <www.moovitapp.com/insights/pt-br/Moovit_Insights_%C3%8Dndice_sobre_o_Transporte_P%C3%BAblico_Brasil_Porto_Alegre-964>.
- Muhammad, S.; Long, X.; Salman, M.; (2020). COVID-19 pandemic and environmental pollution: A blessing in disguise? In: Sci. Total Environ., 138820.
- NTU. Associação Nacional das Empresas de Transporte Público (2021). Os grandes números da mobilidade urbana - Cenário nacional. Disponível em: <<https://www.ntu.org.br/novo/AreasInternas.aspx?idArea=7>>.
- Orro, A. et al. (2020) Impact on city bus transit services of the COVID-19 lockdown and return to the new normal: The case of A Coruña (Spain). In: Sustainability (Switzerland), v. 12, n. 17.
- Prefeitura de Porto Alegre. (2018). Diagnóstico da Mobilidade no Mun. de Porto Alegre e sua Interface Metropolitana. Disponível em: <https://prefeitura.poa.br/sites/default/files/usu_doc/projetos/smim/Plano%20de%20Mobilidade%20Urbana/Relatorio_PMU_Diagnostico_da_Mobilidade_o.pdf>.
- Survey Monkey (2021). Disponível em:<<https://pt.surveymonkey.com/>> .
- WHO (2020). WHO timeline-COVID-19. Disponível em:<<https://www.who.int/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19>>.
- Xavier, O. B. (2020). Transporte público por ônibus no Brasil e a covid-19: rumo ao colapso dos sistemas?. In: 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte. Anais...ANPET.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às instituições que apoiam os pesquisadores envolvidos neste estudo: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - nº 306045/2018-4 e nº 429264/2018-6, Pró-Reitoria de Pesquisa (PRO-PESQ) da UFRGS e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - nº 88887.500491/2020-00 e nº 88887.486802/2020-00.

ARTIGO

UMA LINGUAGEM DE PADRÕES PARA MOBILIDADE URBANA: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE FELIZ, RS

LEICHTER, Michelle

(leichterzanettini.m@gmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

PORTO, Matheus S.

(matheusporto@gmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

NOGUEIRA, Matheus L.

(mlnogueira@ucs.br)

Universidade de Caxias do Sul (UCS), Brasil

SATTLER, Miguel A.

(masattler@gmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Desenvolvimento sustentável; mobilidade urbana; transporte; Christopher Alexander.

RESUMO

O planejamento urbano tem um impacto considerável no desempenho econômico das cidades e na qualidade de vida de suas populações. Cidades de pequeno e médio porte, em especial, vêm apresentando crescente urbanização nos últimos anos, sendo essencial que tais municípios programem a ordenação de sua expansão territorial com base nos princípios do desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, o transporte de pessoas e cargas constitui um tema fundamental em direção a tal meta, não só pela sua importância, mas também devido à relevância de se estabelecer uma infraestrutura condizente, que permita alternativas mais sustentáveis de deslocamento em tais áreas em crescente expansão. No entanto, o alcance de eficiência nesse setor é normalmente prejudicado pela limitada disponibilidade de instrumentos de diagnóstico, indispensável para a consequente formulação de planos e projetos. Nesta direção, a obra *Uma Linguagem de Padrões*, de Christopher Alexander, é amplamente reconhecida por suas propostas de soluções simples, convenientemente formatadas e humanistas, para os complexos problemas de planejamento urbano. Diante do exposto, este artigo tem como objetivo analisar o sistema de transportes de um município de pequeno porte, Feliz/RS, empregando a lente disponibilizada pela obra de Alexander e assim executar uma análise a partir de padrões relacionados à mobilidade urbana. O presente estudo se concentra nos modais de transporte, investigando correlações que possam ser estabelecidas entre os Padrões de Alexander e normativas e planos municipais, buscando, em paralelo, identificar o seu impacto nos aspectos de planejamento voltados à mobilidade urbana. Por fim, o estudo busca sugerir possíveis diretrizes de planejamento aplicáveis, tanto a Feliz/RS, como a outros municípios de porte semelhante. Os resultados do trabalho mostram que o emprego de padrões espaciais pode orientar a elaboração de planos municipais mais sustentáveis, além de servir de apoio às tomadas de decisão.

CIDADES
E SUSTENTABILIDADE:
RESILIÊNCIA,
MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de urbanização de novas áreas, decorre, tanto da expansão dos limites da cidade, como do crescimento dos setores secundário e terciário na economia local. Dados provenientes do IBGE (2010) indicam que os municípios com população inferior a 20.000 habitantes representam 70,34% do total de municípios brasileiros, constituindo-se em indicativo da relevância desta escala de assentamento no contexto nacional.

Dentre os setores urbanos que contribuem para a saudabilidade do desenvolvimento de uma municipalidade, o de transportes se destaca por sua importância, com um papel que pode ser considerado como de espinha dorsal na infraestrutura. Isso porque sua adequada provisão possibilita aos cidadãos um maior nível de acesso a oportunidades econômicas, sociais e de lazer. Por outro lado, os sistemas de transporte urbano podem ser associados à ocorrência de uma série de problemas, tais como: mortes no trânsito; congestionamentos; e, quando indisponíveis ou em disponibilidade limitada, poderão determinar o afastamento de cidadãos a oportunidades que estejam concentradas em áreas específicas das cidades (ICLEI, 2019). A importância do transporte urbano também é destacada nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), pois impacta direta ou indiretamente em todos os 17 ODS e, de forma mais acentuada, sobre os Objetivos de números 7, 9 e 11: energia acessível e limpa; indústria, inovação e infraestrutura; e cidades e comunidades sustentáveis, respectivamente (ONU, 2015).

Tem se verificado que municípios brasileiros de pequeno porte geralmente não detêm políticas e diretrizes de transporte urbano, muito em decorrência da baixa demanda por esse serviço. Essa fragilidade dificulta o alcance de um planejamento urbano consistente e constitui um obstáculo ao desenvolvimento sustentável local. Observa-se que tal dificuldade em implantar planos inovadores no setor de transportes muitas vezes reflete uma visão tradicional de mobilidade urbana, a qual identifica o carro como um epicentro. Essa dificuldade também está ligada à falta de instrumentos de diagnóstico, que contribuam na formulação de planos e projetos. Diante disso, em busca, tanto de uma visão mais sustentável de urbanismo, como de informações que apoiem tomadores de decisão, descobre-se na obra *Uma Linguagem de Padrões*, de Christopher Alexander, um ponto de partida para orientar a avaliação de mobilidade em um município de pequeno porte. O presente trabalho encontrou nesta obra de Alexander et al. (1977) uma inspiração para o planejamento do setor de transporte urbano em municípios de pequeno porte, a partir de um Estudo de Caso voltado ao município de Feliz/RS.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quanto a políticas públicas que buscam avançar em direção a uma maior sustentabilidade, Jones (2014) apresenta evidências empíricas sobre a eficácia da abordagem da cidade como um centro de atividades acessíveis. Segundo o autor, iniciativas políticas podem estabilizar o processo de crescente motorização ou até

mesmo reduzi-lo. Ele observou que, em cidades europeias, o crescimento concomitante do tráfego e da economia não conduz a sistemas urbanos mais sustentáveis. Pelo contrário, ressalta que menores pressões sobre a rede rodoviária, redução de congestionamentos e de poluição do ar, aliados a sistemas de transportes mais eficientes, são aspectos que conduzem a incrementos na qualidade de vida, sendo tais iniciativas ainda mais efetivas, quando aplicadas a cidades de pequeno porte, com menores distâncias a serem percorridas pelos cidadãos em seus deslocamentos regulares, tornando-os menos dependentes do automóvel.

Com respeito à mobilidade urbana, cabe salientar uma recente mudança de paradigma. Os primeiros estudos sobre mobilidade urbana, bem como as políticas a ela associadas, foram orientados para contemplar o contínuo aumento no número de veículos em circulação, tendo como resposta uma expansão do sistema viário (ANTP, 2015). No novo paradigma, de Mobilidade Urbana Sustentável, o espaço público deixa de servir apenas para a passagem de pessoas e cargas, e passa a ser um espaço de convivência, onde as diferenças são reconhecidas e valorizadas. A acessibilidade e a mobilidade ativa tornam-se prioridades nas diretrizes urbanas e de transporte, não mais buscando contemplar, simplesmente, o crescente fluxo de veículos. Conseqüentemente, a facilidade de deslocamento (que prioriza o movimento, em si, colocando os automóveis motorizados como protagonistas do espaço público), dá lugar à facilidade de acesso (onde as pessoas são as protagonistas) (PRESTON e RAJÉ, 2007).

Nesta direção, Litman (2003) sugere que a avaliação da Mobilidade Urbana Sustentável ou da acessibilidade, seja efetivada com base na identificação da escala do espaço urbano em questão, levando-se em consideração que ela é influenciada: (i) em um local específico (hospital, escola e centro comercial), pela qualidade das condições oferecidas aos pedestres e pelo agrupamento de atividades; (ii) no nível de bairro, pela qualidade da infraestrutura, conectividade das ruas, densidade geográfica e uso do solo; (iii) no nível de cidade, pela conectividade das ruas, serviço de trânsito; (iv) no nível metropolitano, pela qualidade das rodovias, serviços transporte.

Sendo Feliz um município de pequeno porte, os aspectos a serem considerados na análise das condições de mobilidade urbana oferecidas devem considerar escalas de níveis local, de bairro e de cidade. Ewing e Cervero (2010) apontam características do ambiente construído que podem influenciar padrões de viagens, destacando as seguintes: densidade, diversidade, desenho urbano, distância do transporte e destinos acessíveis. As distâncias percorridas pelos veículos são dependentes do grau de acessibilidade aos destinos pretendidos e, de forma secundária, das variáveis que identificam o projeto da rede viária. Assim, deslocamentos a pé são estimulados por: diversidade de uso do solo, densidade de interseção e número de destinos à curta distância, merecendo destaque a importância da acessibilidade a equipamentos e locais de convivência.

Apesar de o município de Feliz possuir uma população de tão somente 13.451 habitantes (IBGE, 2021), o que o eximiria da obrigatoriedade de elaboração de um Plano de Mobilidade (BRASIL, 2012), seria importante o estabelecimento de diretrizes para sua expansão urbana e a implantação de uma adequada infraestrutu-

ra de transportes. Com tal finalidade, em muito contribuiria a elaboração de um diagnóstico que orientasse, não somente as condições de mobilidade presente-mente oferecidas aos cidadãos, como, também, e, em escala mais ampla, a elaboração de um Plano Preliminar, que oriente adequadamente o desenvolvimento do município, em harmonia com os pilares da sustentabilidade: social, econômica e ambiental.

Nessa direção, o Plano muito poderia ser enriquecido pela observância às propostas de Alexander (1977), contidas na obra *Uma Linguagem de Padrões*, com soluções humanistas e convenientemente configuradas para problemas de projeto, nas mais variadas escalas, associadas desde àquela do planejamento urbano até a do design de interiores. Dawes e Ostwald (2017) ainda afirmam que com essa publicação, Alexander buscava uma mudança de paradigmas no campo da arquitetura e planejamento urbano, por meio de uma teoria objetiva e construída sobre evidências. Especificamente, em termos de sistemas de transporte e mobilidade urbana, Alexander (1977) apresenta 14 padrões, que constituem como que diretrizes para concepção desses setores urbanos. Dentre eles, pode-se mencionar padrões relacionados às configurações espaciais de anéis e de redes viárias, vias paralelas, além de cruzamentos no interior do espaço urbano. No âmbito do presente artigo, atenção é dada a 9 padrões de Alexander relacionados à mobilidade urbana, sendo eles apresentados sucintamente no Quadro 1:

Padrão (nº)	Descrição por Alexander (1977)
11	Propõe-se a criação de áreas de transporte locais, mediante uma hierarquia viária bem definida e que, ao mesmo tempo, desestimule o uso do automóvel e encoraje a mobilidade ativa.
17	Concepção de vias de alto fluxo de veículos, de forma a tangenciar às áreas de transporte locais (padrão 11), não criando divisões no interior do espaço urbano.
23	Evitar a formatação de ruas como “redes”, que promovem congestionamentos. Assim, recomenda-se a construção de um sistema de ruas paralelas, de apenas um sentido de circulação, que se direcionem às vias de alto fluxo.
49	Promoção de vias locais em formato circular, de modo que automóveis que não possuam destinos inseridos nesses locais não circulem ali.
50	Concepção de junções em T, para redução da incidência de acidentes de trânsito em cruzamentos.
51	Ruas e estradas verdes devem ser construídas em ruas de menor fluxo, de modo a constituírem uma característica local e reduzir os efeitos negativos sobre o microclima causados por asfalto e concreto em demasia.
52	Com exceção de onde as densidades de tráfego são baixas, aconselha-se a construção de caminhos exclusivos para pedestres, no interior de quarteirões.
54	Em pontos em que pedestres tenham que atravessar ruas de alto fluxo, deve haver regiões intermediárias, no centro da via, para que o pedestre possa aguardar em segurança, de preferência em nível acima do nível do trânsito de veículos.
56	Devem ser planejados caminhos propícios para o trânsito de bicicletas, com marcação clara, e que sejam dispostas adjacentes às vias locais e aos caminhos de pedestres.

Quadro 1. Descrição sucinta dos padrões avaliados no artigo

3. MÉTODO

Este artigo realiza uma análise do setor de transportes na municipalidade de Feliz, de modo a identificar os aspectos técnicos contemplados pelos tomadores de decisão. A partir disso, é realizada uma comparação entre os critérios empregados no Plano Diretor do município, com os padrões descritos por Alexander et al. (1977). Isso permitiu a elaboração de um diagnóstico preliminar, de modo a propor uma série de recomendações para futuros planos e projetos na área. Para isso, o método de pesquisa foi dividido em quatro etapas: (i) revisão bibliográfica sobre estudos relacionados a transportes; (ii) análise qualitativa dos critérios orientados ao sistema de transportes no Plano Diretor de Feliz; (iii) uso de SIG para a elaboração de um diagnóstico preliminar do sistema local de transportes; (iv) compilação de conteúdos considerados pertinentes, e recomendações para apoiar os tomadores de decisão em futuros encaminhamentos na área.

Na primeira etapa, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre conceitos, contexto e estudos anteriores, que relacionam o setor de transporte e mobilidade urbana à realidade de municípios brasileiros, buscando a identificação de parâmetros aplicáveis a municipalidades de pequeno porte. O resultado dessa etapa é apresentado no capítulo de revisão.

Na segunda etapa, foram analisadas referências, que permitiram o entendimento das diretrizes de planejamento de transportes aplicáveis a municípios brasileiros de pequeno porte, destacando-se o Plano Diretor do município de Feliz (2015). Tais documentos foram revisados, buscando-se identificar correlações entre suas predisposições e os conceitos de mobilidade urbana e infraestrutura, propostos por Alexander et al. (1977). Na terceira etapa, avaliou-se o cenário de transportes relativo ao município de Feliz. O trabalho buscou definir alguns parâmetros ligados a sistemas de transportes, que foram avaliados em paralelo aos nove padrões de Alexander et al. (1977), que estão listados no Quadro 1.

Na quarta etapa, foram comparados os critérios delineados por Alexander e aqueles empregados na realidade local. Tal comparação permitiu o estabelecimento de um diagnóstico preliminar, bem como a identificação de padrões com possibilidade de inclusão em planos futuros, como também passíveis de inclusão em outros municípios brasileiros de pequeno porte.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE QUALITATIVA DAS DIRETRIZES DE PLANEJAMENTO VOLTADAS AO SISTEMA DE TRANSPORTES

Conforme a Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012), os municípios com mais de 20.000 habitantes devem elaborar seu Plano de Mobilidade. Considerando-se os números populacionais de Feliz, o município não teria neces-

sidade de elaborá-lo. Destaca-se, ainda, que a elaboração de tal Plano deve ser baseada em princípios de acessibilidade universal e na busca pelo desenvolvimento sustentável. Nesta direção, particularmente no que se relaciona a transportes, uma das diretrizes da Lei da Mobilidade (BRASIL, 2012) é a de priorizar os modos de transporte não motorizados e os serviços de transporte público coletivo.

Em direção ao entendimento do contexto local, identificou-se que o município conta com um Plano Diretor Participativo, instituído pela Lei Municipal nº 3.052, de 2015 (FELIZ, 2015). Neste, é destacada a temática da mobilidade urbana, em que são feitas apenas referências ao sistema viário do município. Porém, constata-se nele a inexistência de itens relativos à promoção da sustentabilidade, tais como: as condições das calçadas para o trânsito de pedestres; e a reserva de espaços para corredores de transporte coletivo. O documento ainda faz referência a deslocamentos de pessoas com deficiência, o que é mencionado em 2 trechos. Contudo, tais menções se referem exclusivamente a vagas prioritárias de estacionamento, apresentando uma clara ênfase em deslocamentos motorizados, em detrimento dos ativos.

A expressão “mobilidade urbana” foi identificada em duas passagens no texto, ao referir a implantação de condomínio urbanístico e a regularização fundiária. O termo “acessibilidade” é citado 5 vezes: ao tratar do eixo estratégico de estruturação urbana; ao definir os tipos de vias de um loteamento; ao referir regularização fundiária; e, a última, quando trata das zonas especiais de interesse social, associadas à produção habitacional. A palavra “transporte” é encontrada 6 vezes: duas, como um dos elementos que garantem a sustentabilidade da cidade e a prestação de serviços que atendam às necessidades da população; uma, sobre vagas de estacionamento para pessoas com deficiência e para idosos; outra, sobre a intensificação de tráfego decorrente da implantação de empreendimentos; e a última, ao referir o transporte de resíduos.

Percebe-se no texto a falta de diretrizes alinhadas ao que é preconizado na Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012). O transporte público, por exemplo, só é mencionado como item a ser analisado no Estudo de Impacto de Vizinhança, na implantação de novos empreendimentos. Percebem-se claras limitações do Plano Diretor de Feliz, no âmbito da mobilidade, ainda muito atrelada a uma visão centrada no automóvel, que desconsidera propostas voltadas ao desenvolvimento sustentável.

4.2 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE TRANSPORTES, APOIADO EM DADOS GEORREFERENCIADOS

Considerando o caráter urbano do estudo, Rauber et al. (2018) sugerem que a ferramenta SIG seja utilizada na caracterização do estudo de caso, na definição das delimitações do território analisado e na comunicação dos resultados. Para modelar os cenários, uma geodatabase foi criada, em um ambiente de *software* ArcGIS. Os dados georreferenciados utilizados nas análises são, majoritariamente, originários de bases abertas, como GoogleEarth, versão 2020; e IBGE (2010), onde os dados foram obtidos via emprego do OpenStreetMaps, versão 2020. Na Figura 1 é iden-

tificada a localização do município, dentro do estado do Rio Grande do Sul, o qual possui uma área total de 96,232 km², que é destacada em perímetro preto, bem como a área urbana da municipalidade, representada em vermelho. Tais zonas serão referenciadas nas análises seguintes.

O SIG foi usado para caracterização de distâncias de rotas, no interior do município. Para tanto, foram caracterizados: indicadores de possibilidades de caminhadas da cidade, com endereços do centro da cidade, incluindo; dois centros de saúde; e quatorze unidades educacionais, com variados níveis de acessibilidade, ou *buffers* de rede, (400, 800 e 1.600 metros). Para cada uma dessas distâncias, é estimado o tempo médio de deslocamento, a pé, para completar tais percursos: 400m, reque-rendo 5 minutos; 800 m, 10 min; e 1.600 metros, 20 min (WALK SCORE, 2015).

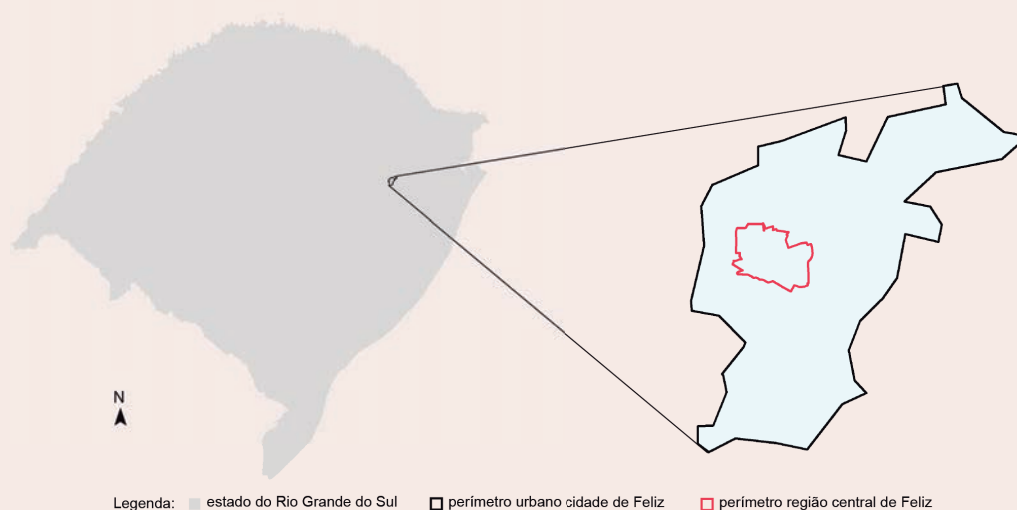


Figura 1. Localização do município de Feliz (escala gráfica)

Os preceitos de Alexander et al. (1977), de estímulo ao pedestre, inspirou tais análises, sendo os mesmos identificados nos padrões: (56) ciclovias e bicicletários; (51) ruas verdes; (34) faixas de segurança; (8) mosaico de culturas; entre outros. Considerando o crescimento das cidades de pequeno porte e o número significativo de padrões de Alexander et al. (1977) privilegiando o transporte público, que deverão ser considerados no planejamento da cidade, identifica-se os seguintes padrões adicionais: (11) áreas de transporte local; (16) rede de transporte público; (20) mini ônibus; (23) ruas paralelas; (34) terminais; (49) ruas locais curvas; (50) junções em T; (52) rede de caminhos e carros, dentre outros. Outras possíveis considerações relativas à acessibilidade levam a considerar a distribuição de centros de saúde. Tal análise pode ser facilitada por estudos, tais quais os identificados na Figura 2, que delimita a área total do território do município. Nela, estão representados por *buffers* identificados pela cor verde, na Figura 2 (a), o posicionamento dos dois estabelecimentos de saúde, concentrados na região central. Considerando que a área total de Feliz é de 96,232 km²: (i) apenas 1,00% da área total da municipalidade se encontra dentro do *buffer* de 400 metros; (ii) 2,15% de sua área está contida no *buffer* de 800 metros; e (iii) 7,39%, dentro do *buffer* de 1.600 metros. Conseqüentemente, 89,45% da área da cidade estaria, assim, fora do alcance do padrão de

acessibilidade a pé. Outra abordagem relativa à acessibilidade nos leva a considerar a distribuição de escolas e suas condições de acesso. Assim, a sua localização foi identificada na Figura 2 (b), por *buffers* em roxo. Pela figura, observa-se uma melhor distribuição das mesmas, verificando-se que muitas delas estão localizadas em áreas consideradas inacessíveis, caso seja analisado o seu posicionamento, de acordo com critérios de acessibilidade a pé. Várias delas se encontram em zonas mais rarefeitas, em termos de distribuição da população do município, identificando-se a precariedade da malha viária de acesso a elas. Ainda assim, a concentração de equipamentos escolares na zona central merece destaque. Verificou-se que: (i) 6,37% da área da cidade se encontra localizada dentro de um *buffer* que requer um deslocamento a pé de 400 metros, para chegar aos estabelecimentos de ensino; (ii) 11,31% está contida dentro de um *buffer*, que exige uma caminhada de 800 metros; e (iii) 30,39%, dentro de um *buffer* que requer 1.600 metros. Por conseguinte, 51,92% da área da cidade poderia ser considerada como não incluída dentre aquelas que possibilitem o acesso a pé a essas instituições de ensino.

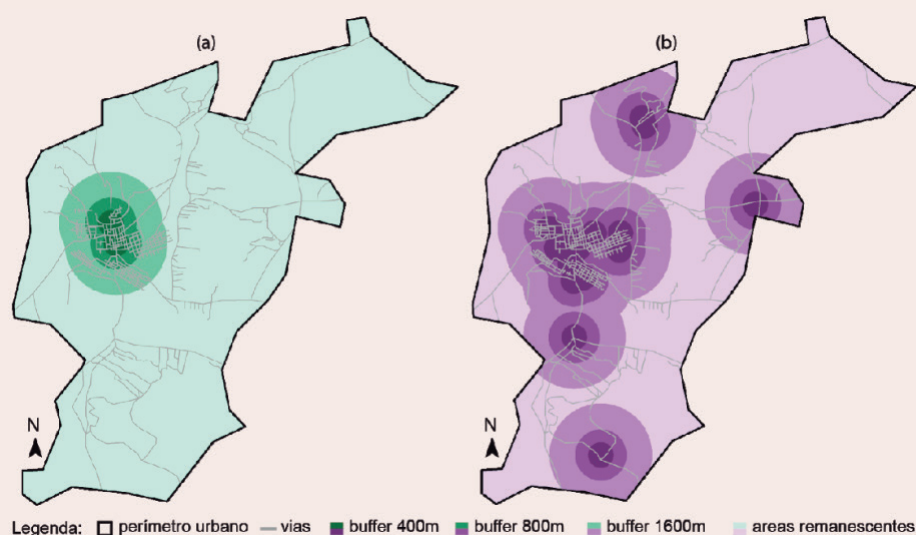


Figura 2. (a) *buffer* centros de saúde; (b) *buffer* unidades educacionais (escala gráfica)

Ademais foi feita realizada uma avaliação complementar, via *buffers* distribuídos na região central da cidade (pontos de coordenadas do GoogleMaps), conforme representado na Figura 3, e que estão identificados em vermelho (c). Essa avaliação caracteriza a notável concentração de equipamentos, de diversas naturezas, localizados nessa região, apontando a necessidade de mobilidade ativa, para a sua acessibilidade. Restaria, ainda, identificar a acessibilidade a postos de trabalho, nos bairros centrais de Feliz. Tais análises, no entanto, não foram ainda executadas, em função de limitação de dados.

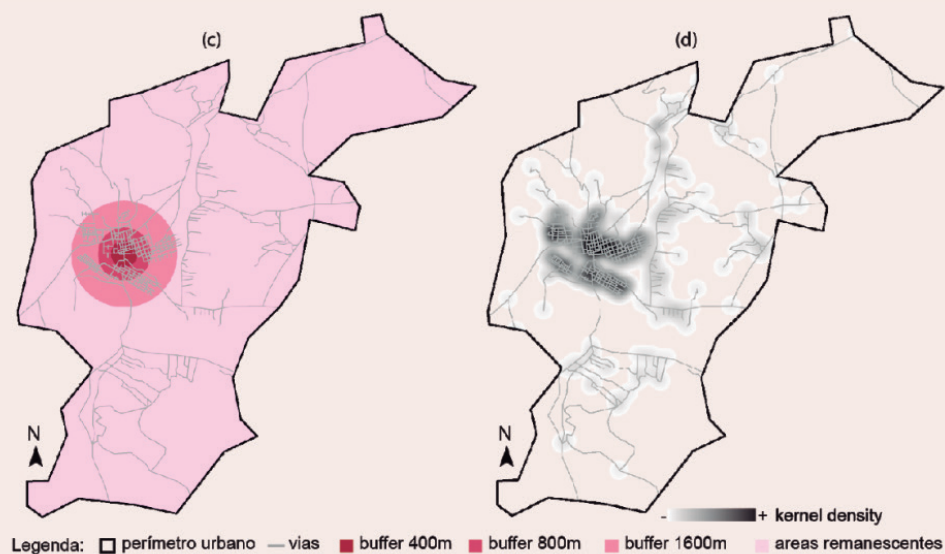


Figura 3. (c) Buffer centro; (d) conectividade global (escala gráfica)

Todavia, um aspecto relevante na economia felizense é a produção agrícola, responsável por cerca de 35,10% da economia local (FELIZ, 2015). Realizando-se uma análise similar às acima descritas, verifica-se, que no tocante a esse aspecto, conforme pode ser identificado na Figura 3 (c): (i) que apenas 0,52% da área total do município se encontra dentro de um buffer de 400 metros; (ii) 1,57%, dentro de um buffer de 800 metros; e (iii) 6,28%, dentro de um buffer de 1.600 metros. Por conseguinte, 91,61% da área da municipalidade está fora da zona delimitada pelos buffers distribuídos na região central e, assim, fora das zonas mais urbanizadas, não viabilizando possíveis oportunidades empregatícias, acessíveis a pé, em tais localidades. Inserida em uma visão global, foi analisada a conectividade geral da infraestrutura viária, fazendo uso da ferramenta *kernel density* e calculando a magnitude da área concentrando o maior número recursos, a qual é definida pelos vértices das linhas axiais representativas das vias que circundam seus pontos de identificação. Tal cálculo permite identificar zonas com maior acúmulo de pontos de relevância viária, onde se encontram mais encontros de vias. Na Figura 3 (d), em preto e branco, fica perceptível o acúmulo de pontos no centro da cidade e em bairros próximos, seguidos por aqueles que caracterizam uma concentração secundária, junto a estradas ou rodovias.

Equipamento	Buffer de 400m (km ² e % de área do município contida)	Buffer de 800m (km ² e % de área do município contida)	Buffer de 1600m (km ² e % de área do município contida)	Área sobressalente do município (km ² e % de área do município)
Centros de saúde; Figura 2 (a)	0,96 km ² 1,00%	2,06 km ² 2,15%	7,11 km ² 7,39%	86,07 km ² 89,45%
Unidades educacionais; Figura 2 (b)	6,12 km ² 6,37%	10,88 km ² 11,31%	29,24 km ² 30,39%	49,96 km ² 51,92%
Centro da cidade; Figura 3 (c)	0,50 km ² 0,52%	1,51 km ² 1,57%	6,04 km ² 6,28%	88,15 km ² 91,61%

Quadro 2. Descrição resumida do alcance dos equipamentos analisados

Conforme o Quadro 2, nota-se a relação dos equipamentos estudados, frente a área total do município. De forma contundente há uma parcela significativa da municipalidade de Feliz fora dos buffers, e, por conseguinte com níveis de acessibilidade a pé, perante tais equipamentos, relativamente baixos. O equipamento que se destaca como o mais acessível é o educacional, o que pode ser justificado pela quantidade significativa de unidades de ensino, como identificado na Figura 2 (b).

Por fim, busca-se identificar alguns padrões locais, propostos por Alexander et al. (1977) e identificados na Figura 4, representando o perímetro dos bairros centrais do município. São identificados os seguintes padrões: (23) ruas paralelas; (49) ruas locais curvas; (50) junções em T. Observa-se a diferenciação na frequência de ocorrência dos diferentes padrões, conforme sua localização, ao se considerar os diferentes bairros, ou a região central. Quanto ao padrão 23 - ruas paralelas, a RS-452 foi definida como a via de referência, sendo, após, identificadas as vias paralelas e perpendiculares à mesma, de modo análogo à definição de *ring roads* ou vias principais, tal como referido por Alexander.

O padrão 49 - ruas locais curvas - é identificado de modo mais pronunciado, em zonas periféricas, correspondendo à visão de Alexander, de as curvas enfatizarem o caráter local de uma rua. Finalmente, o padrão 50 - junções em T, que é comumente mais identificado em zonas periféricas, no caso de Feliz, é recorrente em áreas mais centralizadas.

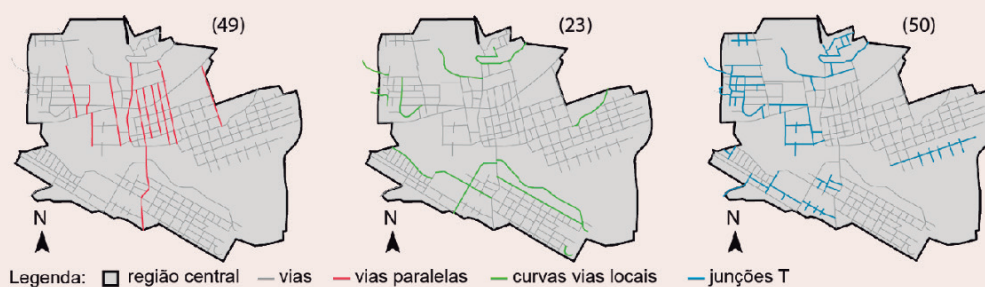


Figura 4. Identificação de padrões locais Alexander (escala gráfica)

4.3 DISCUSSÃO E RECOMENDAÇÕES

Este estudo conduziu à obtenção de resultados, expostos nos itens 4.1 e 4.2, que permitem propor algumas recomendações para o município de Feliz. Em primeiro lugar, constatou-se que em documentos relativos ao planejamento urbano municipal, a abordagem do transporte urbano é superficial, inclusive não estando apoiada em métodos claros, tais quais os propostos na Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012).

Adicionalmente, identificou-se que a abordagem referida nos padrões de mobilidade de Alexander et al. (1977) poderia ser aplicada para o planejamento do transporte local. Nesse sentido, entende-se que os padrões escolhidos poderiam se constituir em um instrumento para fins de diagnóstico e para planos futuros, não somente para a municipalidade de Feliz, como também para municípios de perfis similares.

Como os padrões objetivam a promoção de uma malha viária que reduza o transporte motorizado individual, é perceptível um alinhamento dos preceitos de Alexander, com aqueles ocorrentes na região central do município, que, em função de suas pequenas distâncias, cria um núcleo de atividades que estimula a mobilidade ativa. No entanto, constata-se um distanciamento das propostas do autor, ao analisarmos o município em sua totalidade, já que as distâncias a serem percorridas, bem como a inexistência de transporte público, estimulam os deslocamentos por veículos privados. Entretanto, o nível incipiente de expansão urbana de municípios de pequeno porte permite que adaptações na malha viária sejam implementadas, em adição à adoção de novas premissas de projeto, desse modo podendo ser realizadas ações de forma ordenada, que venham a evitar a priorização do automóvel e a estimular uma mobilidade mais sustentável.

Com base nas análises espaciais, descritas no item 4.2, recomenda-se a realização de um estudo de viabilidade de implantação de um sistema de transporte público, na municipalidade de Feliz. Tal recomendação se justifica pelo fato de, em diversas regiões do município, o deslocamento em direção a serviços urbanos de educação, saúde e equipamentos diversos, muitas vezes são possíveis somente se realizados com uso de veículos particulares.

Avaliando-se a aplicabilidade dos padrões de Alexander et al. (1977) à realidade de Feliz, constata-se a baixa identificação dos 9 padrões de mobilidade selecionados. Exceto pelos padrões 23, 49 e 50, os quais foram avaliados no item 4.2, no Quadro 3 é ilustrado qualitativamente o cumprimento, ou não, dos 6 padrões de Alexander restantes.

Padrão (nº)	Aplicabilidade em Feliz
11	Vias com origem na <i>ring road</i> da cidade (RS-452), e que integram o sistema viário local, em sua maioria, são identificadas como vias que se conectam em ângulo reto. Isto difere do que é proposto por Alexander, que sugere vias que não possuam tal forma de conectividade.
17	A disposição da <i>ring road</i> (RS-452), ao cruzar a cidade, ocorre de modo distinto do que propõe Alexander et al. (1977). Os autores indicam inserir um anel viário principal tangente às vias de circulação locais.
51	Em vias de menor fluxo, existentes em regiões distantes do centro da cidade, as estradas de terra não são arborizadas ao longo das suas extensões.
52	Em geral, caminhos de pedestres são paralelos e adjacentes às ruas de tráfego de veículos, e vias exclusivas de pedestres são apenas encontradas em praça, no centro da cidade (Praça Lidovino Fanton)
54	Com exceção da rodovia que cruza a cidade, os cruzamentos para pedestres não dispõem de pontos de parada, em meio ao cruzamento. Enquadram-se aí, as avenidas de maior movimento na cidade, a exemplo da Av. Voluntários da Pátria, que não possui tais pontos de parada.
56	Não foi identificado na área urbana de Feliz qualquer sistema de uso exclusivo, como ciclovias ou ciclofaixas, que possibilite deslocamentos por bicicletas

Quadro 3. Aplicação dos padrões de mobilidade de Alexander et al. (1977), no contexto de Feliz

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho identificou carências, em termos de infraestrutura urbana, na municipalidade de Feliz, particularmente no que concerne ao setor de transportes. A análise realizada busca oferecer subsídios para um planejamento urbano, principalmente em termos de mobilidade, para municipalidades que, tal como Feliz, sejam identificadas como de pequeno porte. Entende-se ainda, que o emprego de padrões, tais como os propostos por Alexander et al. (1977), possibilitaria uma forma eficaz de alocação de recursos.

Ao focar em uma pequena municipalidade, o estudo indica caminhos possíveis para a factual aplicação de práticas voltadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável, a partir de diagnósticos prévios adequados. Assim, destaca-se a necessidade de repensar o planejamento de cidades, no que concerne à mobilidade motorizada individual e ao entendimento do desenvolvimento, preponderantemente com um viés econômico. A oportunidade de avaliação de um município de pequeno porte, onde os problemas também ainda são relativamente pouco significativos, e possibilitam o encaminhamento de soluções também de não muito elevado custo, constituem uma oportunidade para reajustes, e de adaptação do mesmo via um planejamento mais sustentável.

Por último, vale mencionar a dificuldade em se efetivar uma avaliação no contexto urbano, tal como se pretendeu realizar neste estudo, em especial pela carência de dados socioeconômicos e a limitação de acesso a fontes de dados abertas. Entende-se que o uso de SIG, aplicado a uma base de dados mais ampla, oferece um grande potencial para a realização de trabalhos de tal natureza, além do nível preliminar e exploratório, tal como o aqui apresentado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, C.; Ishikawa, S.; Silverstein, M. (1977). *A pattern language: towns, buildings, construction*. Oxford University Press: Nova Iorque.
- ANTP. (2015). *Avaliando a qualidade da mobilidade urbana : aplicação de metodologia experimental*.
- Brasil. (2012). *Lei Federal nº 12.587. Política Nacional de Mobilidade Urbana*.
- Ewing, R.; Cervero, R. (2010). *Travel and the built environment*. *Journal of the American Planning Association*, 76(3), 265-294.
- Feliz. (2015). *Lei Municipal nº 3.052. Plano Diretor Participativo do Município de Feliz*.
- IBGE. (2010) *Censo demográfico*. Disponível em <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em 21/07/2021.
- IBGE. (2021). *IBGE Cidades*. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/feliz/panorama>>. Acesso em 11/06/2021.

- ICLEI. (2019) Resilient cities, thriving cities: The evolution of urban resilience. Bonn, Germany.
- Jones, P. (2014). The evolution of urban mobility: The interplay of academic and policy perspectives. *IATSS Research*, 38(1), 7-13.
- Litman, T. (2003). Measuring transportation: Traffic, mobility and accessibility. *ITE Journal* (Institute of Transportation Engineers), 73(10), 28-32.
- ONU. (2015). Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Disponível em <<https://sdgs.un.org/2030agenda>>. Acesso em 21/07/2021.
- Preston, J.; Rajé, F. (2007). Accessibility, mobility, and transport-related social exclusion. *Journal of Transport Geography*, 15(3), 151-160.
- Rauber, A.; Krafta, R. (2018). Alexander's theories applied to urban design. *Urban Science*, 2(3), 86.
- Reis, D. S. dos. (2016). O rural e o urbano no Brasil. *Anais do XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Associação Brasileira de Estudos Populacionais - ABEP*
- Walk Score (2015). Disponível em <<https://www.walkscore.com/>>. Acesso em 17/08/2015.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às instituições que os apoiam, possibilitando-lhes a realização deste estudo: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPESQ) UFRGS.

ARTIGO

COWORKING E CIDADES INTELIGENTES: COMO ESPAÇOS INOVADORES DE TRABALHO PODEM CONTRIBUIR COM A MOBILIDADE URBANA

CARGNIN, Marcela Juliana

(marcelacargninpm@gmail.com)

Faculdade Meridional (IMED), Brasil

SILVA, Thaísa Leal da

(thaisa.silva@imed.edu.br)

Faculdade Meridional (IMED), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Coworking; Mobilidade Urbana; Cidades Inteligentes; Mobilidade Ativa; Qualidade de Vida.

RESUMO

Propor estratégias para uma cidade inteligente envolve planejamento e gestão de diversas áreas a fim de melhorar a qualidade de vida da sua população. Além disso, as cidades inteligentes tendem a ser mais criativas e colaborativas, neste contexto estão os espaços de coworking, que desempenham uma valiosa função na construção de comunidades e no desenvolvimento de relações sociais e culturais. Diante do cenário em que vivemos, desenhado pela pandemia do novo coronavírus, muitas empresas precisam submeter-se ao trabalho remoto, impactando a sociedade em inúmeros aspectos, entre eles a mobilidade urbana. Neste contexto, a pesquisa tem como objetivo analisar os espaços de coworking existentes na cidade de Passo Fundo e sua relação com a mobilidade urbana, a fim de propor novos espaços localizados em subcentros, a partir da requalificação de prédios públicos em desuso. Os processos metodológicos estruturaram-se por meio de levantamento bibliográfico acerca do tema e da análise de dados coletados e mapeados, referentes aos espaços de coworking existentes e sua relação com o fluxo de veículos e com as ciclovias e estações de compartilhamento de bicicletas da cidade. Assim, a partir desta análise foi possível perceber a importância do planejamento urbano, e como a localização dos espaços de coworking nos subcentros pode melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, possibilitando que as pessoas possam trabalhar mais próximas de suas residências, diminuindo o fluxo de veículos nas vias da cidade e incentivando a mobilidade ativa.

CIDADES
E SUSTENTABILIDADE:
RESILIÊNCIA,
MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE

1. INTRODUÇÃO

O processo de globalização, o adensamento urbano e, atualmente, a crise gerada pela pandemia do novo Coronavírus, têm incentivado ainda mais os gestores e a população, a buscarem alternativas visando o desenvolvimento sustentável, para enfrentar os desafios que os novos tempos estão impondo.

Em tempos de crise, reinventar os modelos de trabalho guiados pela inovação e criatividade tem maior relevância, uma vez que bem estruturada, a economia criativa pode resultar na geração de novos empregos e no crescimento socioeconômico. O conceito de Economia criativa é recente, recebendo maior evidência em 2001, após o lançamento do livro “The Creative Economy”, onde John Howkins debate sobre a geração de renda e a produção de valores econômicos através da inovação e criatividade (RODRIGO; GABRIELLE, 2017). No universo da economia criativa, estão os ecossistemas de inovação, definidos como “espaços diferenciados, propícios para que as inovações ocorram, pois são lócus de compartilhamento de informações e conhecimento, formando networking, e permitindo minimizar os riscos e maximizar os resultados associados aos negócios” (TEIXEIRA et. al, 2019, p.9). Nestes ecossistemas estão diversos espaços que compartilham do mesmo propósito produtivo ou organizacional, como “parques tecnológicos, núcleos de inovação tecnológica, incubadoras de empresas tecnológicas iniciantes, espaços compartilhados de trabalho – conhecidos como espaços de coworking, dentre outros.” (COSTA; DIAS, 2020, p. 528). Dentre os espaços citados por Costa e Dias (2020), este artigo trata dos espaços de coworking, explorando suas contribuições no âmbito urbano sob a ótica das cidades inteligentes.

Para tanto, o artigo apresenta um estudo referente a localização dos espaços de coworking existentes na cidade de Passo Fundo. Tal cidade está localizada na latitude 28°15'46”S e a longitude 52°24'25”O, fazendo parte do estado do Rio Grande do Sul. Passo Fundo é conhecida como “Capital do Planalto Médio” por ser a maior cidade do Noroeste do estado, com uma população estimada de 204.722 habitantes, segundo o IBGE (2020). Por ser considerada referência regional em saúde, economia e educação, abrigando oito instituições de ensino superior, a população flutuante da cidade, ou seja, pessoas que não possuem residência na cidade, mas que se deslocam até ela em busca destes serviços, representa um valor considerável da população. A área territorial de 783.421 km², está dividida em 22 setores, que compreendem bairros, vilas e loteamentos, onde a taxa de urbanização é de 97,5% (BRASIL, 2013).

O estudo baseou-se na revisão temática no que se refere ao estado da arte dos espaços de coworking; contextualização do método utilizado na pesquisa e a apresentação da análise baseado na visualização dos mapas gerados através do levantamento de dados. Tal estudo, servirá de base para a proposta de novos espaços de coworking a partir da requalificação de prédios públicos em desuso, partindo do pressuposto de que “espaços públicos de alta qualidade são susceptíveis de oferecer benefícios econômicos, sociais e ambientais para suas localidades e comunidades” (ZHAO, et. al, 2020, p. 13).

Contextualizando no que consistem os espaços de coworking, a união do prefixo “Co” com a palavra “working” (em inglês) remete primeiramente a menção de trabalhando junto, isto é, ambiente de trabalho no qual o “estar trabalhando” se dá de forma colaborativa entre várias pessoas (COSTA e DIAS, 2020). Com relação a sua origem, data-se 2005 como o ano em que foi aberto o primeiro espaço de coworking em San Francisco (EUA), no Spiral Muse (FOERTSCH; CAGNOL, 2013). Deste ano em diante, houve uma rápida expansão pelo mundo, chegando ao Brasil no ano de 2012 (COWORKING BRASIL, 2012). Em 2019, antes da pandemia, a Revista que publica sobre coworking no mundo, Deskmag, noticiava que até o final daquele ano, esperava-se que quase 2,2 milhões de pessoas trabalhassem em mais de 22.000 espaços de coworking em todo o mundo (FOERTSCH, 2019).

Evidências indicam que os espaços de coworking configuram-se como comunidades de startups que impulsionam a inovação e o empreendedorismo em cidades (ZHAO, et. al, 2020). Assim estes espaços tornam-se cada vez mais uma força motriz para a economia urbana e parte importante dos ecossistemas de cidades inteligentes. Empreender, tem sido um assunto bastante discutido nos últimos anos, e as razões que ressaltam essas discussões surgem devido à necessidade gerada pela crise, ocasionando um aumento do desemprego, ou pela motivação de tentar algo diferente que gere valor para a sociedade e para o empreendedor (FORMIGONI et al., 2020). A partir da perspectiva econômica urbana, “os espaços de coworking proporcionam um ambiente e muitas vezes um terreno fértil para o empreendedorismo” (ZHAO, et. al, 2020, p. 13).

Diante do cenário em que vivemos, desenhado pela pandemia do novo coronavírus, muitas empresas precisam submeter-se ao trabalho remoto. O momento de incertezas, deixou o modelo de trabalho mais suscetível à inovação, trazendo o home office como uma solução para o trabalho, considerando o corte de custos no pós- pandemia. Tais arranjos, impactaram a sociedade em inúmeros aspectos, entre eles na mobilidade urbana. Após as cidades experimentarem uma parada forçada para contenção do coronavírus, cidades do mundo voltam a se mover: com mobilidade compartilhada (MOBILIZE BRASIL, 2020) e a mobilidade ativa. Por ser um tema recente, ainda existem poucos estudos com o propósito de verificar as implicações que estes espaços refletem na dinâmica das cidades, porém alguns pesquisadores já mostram que estes espaços favorecem a colaboração, abertura e envolvimento da comunidade que caracterizam-se como elementos-chave de cidades inteligentes (TRENCHER, 2019). Além disso, em se tratando do espaço urbano e do olhar para às questões ambientais, os coworkings tendem a contribuir para a mobilidade urbana e a sustentabilidade, “isso ocorre porque os espaços de coworking localizados em áreas de comunidades urbanas permitem que as pessoas trabalhem mais perto de casa e reduzam o tempo médio de deslocamento e as taxas de emissão de carbono.” (ZHAO, et. al, 2020, p. 12).

2. MÉTODO

A pesquisa iniciou-se com o levantamento de dados, que caracterizou-se pela busca da localização dos espaços de coworking existentes na cidade de Passo Fun-

do-RS, através da compilação de dados secundários, obtidos através de pesquisa em websites e redes sociais pertinentes ao domínio do coworking, bem como pesquisa no Google, referente a espaços de trabalho compartilhados na cidade, os quais indicaram a existência de cinco espaços de coworking que conformaram sua atividade por apresentarem seus perfis ativos nas redes sociais, como Instagram, facebook e website até o mês de julho de 2021.

Além disso, também foram identificadas e mapeadas as ciclovias e as estações de compartilhamento de bicicletas existentes na cidade. O sistema de bicicletas compartilhadas, inaugurado em 2016 pela Prefeitura Municipal da cidade é gratuito e faz parte do programa “Passo Fundo Vai de Bici”, que conta com 10 estações de compartilhamento de bicicletas espalhadas pela área urbana, totalizando 100 bicicletas disponíveis para uso da população, além de 150 vagas para depositá-las.

A etapa seguinte, após a validação de atividade dos espaços que serão a base para análise deste artigo, foi a coleta de dados de coordenadas geográficas e de altitude dos pontos que serão utilizados para comportar a análise, utilizando o programa Google Earth. Foram levantados pontos importantes para a geolocalização dos coworkings, e também das ciclovias e espaços de compartilhamento de bicicletas existentes na cidade.

Em seguida, utilizou-se o software Qgis, tendo como base para reunir os dados previamente levantados, a imagem de satélite georreferenciada da cidade de Passo Fundo, onde buscou-se destacar através da criação de um shapefile, as avenidas principais da cidade e de maior fluxo de veículos em horário de pico. Esta etapa conclui-se com a aplicação dos pontos levantados anteriormente na imagem, gerando mapas a fim de possibilitar o cruzamento de informações referente aos espaços de coworking com seu entorno, sob a ótica da mobilidade.

Para comportar o compilado de informações para análise do estudo, foi gerado no mesmo software, um mapa da densidade demográfica de Passo Fundo, utilizando o Censo Demográfico de 2010, a partir do banco de dados do IBGE (IBGE, 2010).

A seguir, realizou-se um levantamento de informações junto à prefeitura de Passo Fundo, referente a edificações em desuso de posse do governo municipal, que tivessem potencial para implementação desta proposta, onde foram identificadas seis edificações, e destas, três foram selecionadas para a proposta de novos espaços de coworking, considerando sua proximidade a subcentros da cidade, e a densidade populacional do entorno.

Finalmente, visando averiguar a potencialidade destes espaços e a maneira como dialogam com a dinâmica urbana, foi novamente utilizado o software Qgis, para georreferenciar estes locais, e a seguir foram realizadas análises a partir dos dados contidos nos mapas gerados.

3. ANÁLISES E RESULTADOS

O setor abordado neste estudo, representado pela Figura 1, é o Setor 1 de Passo Fundo, que compreende a área central da cidade. Caracterizado pelo cruzamento de avenidas e ruas com fluxos intensos de veículos motorizados, principalmente em horários de pico. A partir da Figura 1, é possível verificar a localização dos espaços de coworking existentes na cidade. Este mapeamento inicial realizado, apontou a existência de 5 espaços de coworking, de modo que três deles encontram-se próximos um ao outro e localizados na parte central da cidade. Ao mencionar-se regiões centrais, rememora-se o cenário do adensamento urbano, e especialmente no caso de Passo Fundo, esta situação se repete, igualmente pois a maior concentração de pessoas está na área central. Todavia, houveram variações geoespaciais, decorrentes das transformações do espaço urbano. O espraiamento ocorrido com o passar dos anos, resultou no enraizamento de novos bairros em regiões periféricas. Para atender a este novo adensamento, o PDDI (Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado) criou mecanismos que resultaram em eixos indutores, refletindo no desenvolvimento de novas policentralidades.

Com isso surge a questão da maior necessidade de deslocamento dentro do espaço urbano, uma vez que muitas pessoas passaram a morar nas regiões periféricas, mas as atividades cotidianas continuaram a acontecer na área central.

SESSÃO 7
CIDADES
E SUSTENTABILIDADE:
RESILIÊNCIA,
MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE

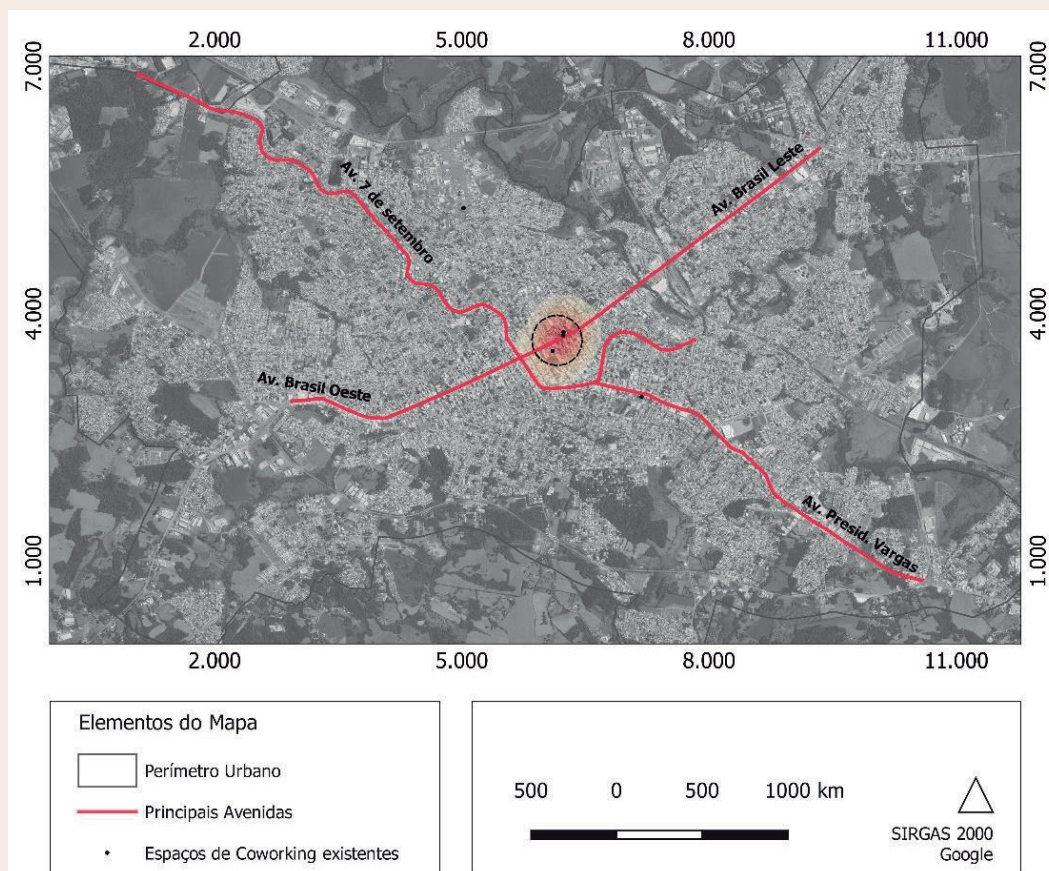


Figura 1. Espaços de Coworking existentes em Passo Fundo.

A cidade de Passo Fundo, possui um sistema de ciclovias e compartilhamento de bicicletas (Figura 2), que poderiam facilitar este deslocamento. No entanto, ao analisar o mapa apresentado na Figura 2, observa-se que existem hoje, quatro trechos de ciclovias, todavia não há uma continuidade entre elas. Outro ponto que pode ser observado a partir deste mapa, é que as estações de compartilhamento de bicicletas estão atendendo apenas a região central da cidade, ficando as áreas periféricas deficientes deste serviço. As ciclovias como forma de deslocamento alternativo, necessitaria de uma continuidade, proporcionando uma união de caminhos, facilitando o acesso a diversas regiões e subcentros. A análise também mostrou que as estações de compartilhamento de bicicletas, poderiam ser igualmente ampliadas, de maneira que conseguissem abranger mais regiões, inclusive em locais onde já existem ciclovias, situação já constatada em estudo anterior de Saraiva et al. (2019).

Conforme apresentado na Figura 2, o sistema de ciclovias abrange uma área importante da cidade, mas poderia ser ampliado, pois possui a cidade apresenta um potencial ciclístico maior do que está sendo oferecido. A continuidade dos trechos que já estão consolidados, possibilitariam um fluxo contínuo entre regiões importantes de Passo Fundo, tornando a mobilidade ativa através do uso de bicicletas mais permeável na malha urbana.

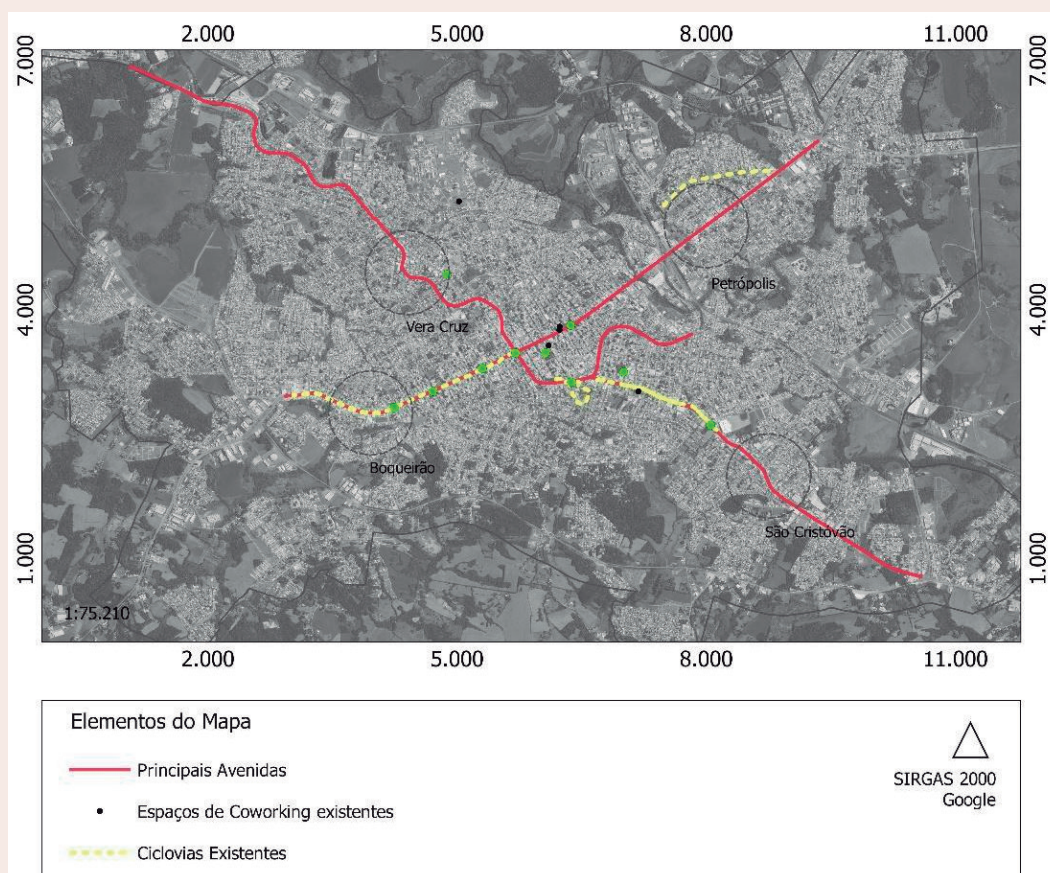


Figura 2. Ciclovias e estações de compartilhamento de bicicletas existentes em Passo Fundo.

Partindo destas análises, busca-se fomentar a discussão a respeito da criação de espaços inovadores de trabalho, em regiões periféricas da cidade. Considerando que nestes subcentros a atividade urbana de comércios e serviços acontece de maneira diversificada, contextualizada por Villaça (2001, p. 293) como “uma réplica, em tamanho menor, do centro principal, com o qual concorre em parte sem, entretanto, a ele se igualar”.

Ferreto (2012) afirma que em Passo Fundo encontram-se três policentralidades consolidadas nos bairros São Cristóvão, Vera Cruz e Boqueirão, e uma quarta em concepção no bairro Petrópolis, as quais estão destacadas com círculos pontilhados em preto na (figura 3). Ao analisar a Figura 3, é possível constatar que tais subcentros, desenvolveram-se contíguo aos principais eixos estruturadores, a Av. Brasil e a Av. Presidente Vargas, que segundo Ferreto (2012), constitui o principal eixo viário comercial da cidade, e quando analisada a densidade de habitantes, observa-se igualmente uma grande concentração populacional nas regiões periféricas em que se encontram os subcentros.

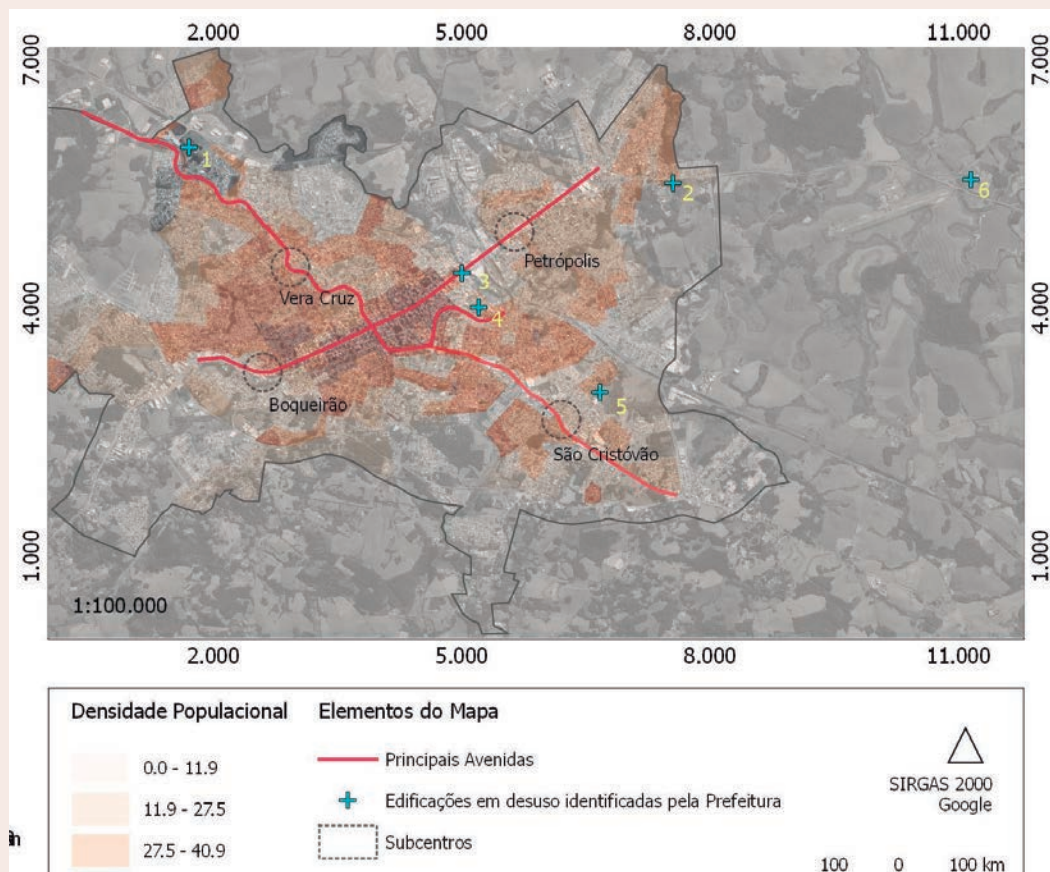


Figura 3. Densidade Populacional de Passo Fundo

Neste sentido, o artigo debruça-se em pensar em alternativas que contribuam com a mobilidade na cidade, e propõe-se espaços de coworking em áreas próximas aos subcentros (Figura 3), priorizando áreas que apresentem uma maior densidade de habitantes, ou ainda, que estejam próximas de regiões mais densificadas, com o intuito de incentivar a mobilidade ativa. Uma vez que sejam implantados em áreas

de comunidades urbanas, permitirão que as pessoas trabalhem mais perto de suas casas, reduzindo o tempo de deslocamento e a necessidade de veículos motorizados, além de fomentar o desenvolvimento da economia local. A partir destas concepções buscou-se identificar edificações em desuso, junto à prefeitura da cidade, que estivessem em condições de uso após passarem por revitalização, dando um novo uso para estes espaços até então obsoletos, com a implantação de locais de trabalho (Figura 3). Estas edificações foram destacadas no mapa de densidade populacional apresentado na Figura 3, através dos números de 1 a 6 plotados em amarelo no mapa, de maneira que fosse possível analisar e correlacionar as áreas com maior densidade de habitantes, e a localização das edificações em desuso, para verificar aquelas com maior potencial de implantação da atividade.

Assim, na Figura 4, estão destacadas com um círculo em amarelo as três edificações selecionadas para a proposta de implantação de novos espaços de coworking, devido a sua proximidade de subcentros e a densidade populacional do entorno. Os espaços nomeados como 3 e 4 estão localizados próximos de áreas mais densas. Já a edificação 5, apesar de não estar em uma região com maior densidade, está próxima ao bairro São Cristóvão, que possui diversos postos de comércio e habitações residenciais. Neste contexto, propor espaços em regiões de subcentros, inibe o movimento pendular das pessoas, evitando o deslocamento de ida e volta todos os dias até o centro para trabalhar, o que ocasiona maior congestionamento, principalmente em horários de pico.

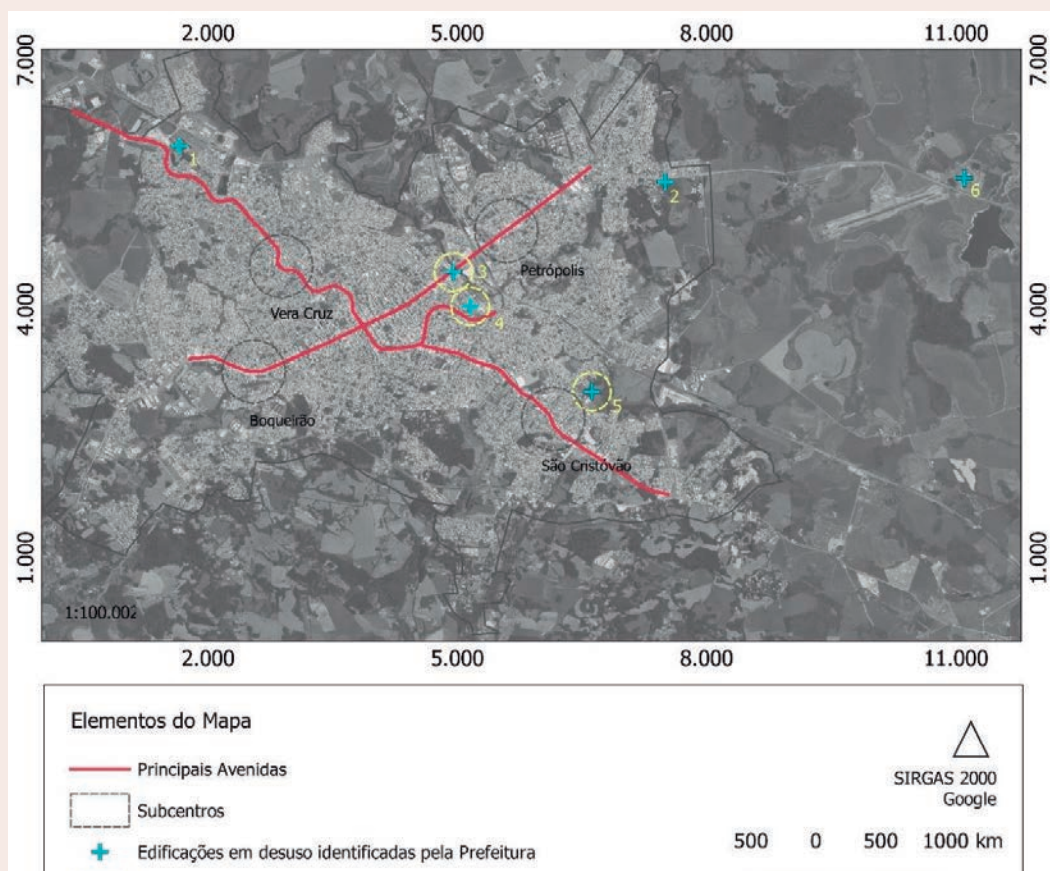


Figura 4. Proposta de novos espaços de coworking para a cidade de Passo Fundo.

Com o reuso desses prédios até então em situação de abandono, o entorno destes locais tende a mudar, gerando um maior fluxo de pedestres, contribuindo com a diminuição de veículos circulantes, principalmente nos horários de pico, pois já não é necessário se deslocar até o centro da cidade para se trabalhar, por exemplo.

4. CONCLUSÕES

Propor estratégias para uma cidade inteligente envolve planejamento e gestão de diversas áreas a fim de melhorar a qualidade de vida da sua população. Além disso, as cidades inteligentes tendem a ser mais criativas e colaborativas, neste contexto estão os espaços de coworking, que desempenham uma valiosa função na construção de comunidades e no desenvolvimento de relações sociais e culturais. Assim a pesquisa teve como objetivo analisar os espaços de coworking existentes na cidade de Passo Fundo e sua relação com a mobilidade urbana, a fim de propor novos espaços localizados em subcentros, a partir da requalificação de prédios públicos em desuso.

Neste artigo foram apresentados os espaços de coworking no contexto de cidades inteligentes, observando suas implicações na dinâmica urbana e, principalmente, sua influência na promoção da mobilidade ativa, através da análise da situação atual da cidade de Passo Fundo, e das implicações observadas a partir dessa análise. Ao fazer isso, o estudo contribui para a compreensão da influência de se ter espaços de coworking nos subcentros da cidade, direcionando o olhar para estratégias que promovam a mobilidade ativa, permitindo às pessoas que trabalhem mais perto de suas casas, além de fomentar discussões aos formuladores de políticas públicas urbanas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil.

COSTA, E. S.; DIAS, V. L. N. Os espaços de coworking e suas implicações na dinâmica urbana: estudo de caso de Florianópolis. R. bras. Planej. Desenv. Curitiba, v. 9, n. 4, p. 527-546, Edição Especial V Seminário Nacional de Planejamento e Desenvolvimento, out. 2020.

FERRETO, Diego. Passo Fundo: Estruturação urbana de uma cidade média gaúcha. 2012. 176 f. 2012. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)-FAUUSP, São Paulo.

Foertsch, C., 2017. First Results of the 2017 Global Coworking Survey. Deskmag [online]. Available at < <http://www.deskmag.com/en/the-complete-2017-coworkingforecast-more-than-one-million-people-work-from-14000-coworking-spaces> > (Acesso em: 27 jul. 2021).

FORMIGONI, Alexandre et al. O coworking como impulsionador de novos negócios. Revista de Administração do UNIFATEA, v. 20, n. 20, 2020.

FOERTSCH, Carsten. Estado de Coworking 2019: mais de 2 milhões de membros do espaço de coworking esperados (deskmag.com). 2019. Disponível em: <https://www.deskmag.com/en/coworking-city-country-profiles/2019-state-of-coworking-spaces-2-million-members-growth-crisis-market-report-survey-study>. Acesso em: 27 jun. 2021.

IBGE (Brasil). Rio Grande do Sul: Passo Fundo. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/passo-fundo.html> Acesso em: 17 jun. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse do Censo Demográfico de 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>. Acesso em: 3 out. 2021.

SARAIVA, Paola Pol et al. Avaliação da influência do entorno no uso das estações de bicicletas compartilhadas. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 11, 2019.

COWORKING BRASIL.ORG. A HISTÓRIA DO COWORKING. Uma timeline do início de um movimento até a maturação de um novo mercado. Disponível em: <https://coworkingbrasil.org/historia/#2012>. Acesso em: 5 out. 2021.

SOARES, Juliana Maria Moreira; SALTORATO, Patricia. Coworking, uma forma de organização de trabalho: conceitos e práticas na cidade de São Paulo. AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 61-73, dez. 2015. ISSN 2237-826X. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/atoz/article/view/42337/26968>>. Acesso em: 02 ago. 2021. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/atoz.v4i2.42337>.

Trencher, G. (2019). Towards the smart city 2.0: Empirical evidence of using smartness as a tool for tackling social challenges. *Technological Forecasting and Social Change*, 142, 117-128. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.033>

VILLAÇA, Flávio. Espaço intra-urbano no Brasil. 2. edição. São Paulo: Fapesp, 2001.

ZHAO, Fang et al. An integrative study of the implications of the rise of coworking spaces in smart cities. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, v. 8, n. 2, 2020.

WELLE, Deutsche. Como a pandemia está transformando a mobilidade urbana. 2020. Disponível em: <https://www.mobilize.org.br/noticias/12115/como-a-pandemia-esta-transformando-a-mobilidade-urbana.html>. Acesso em: 27 jun. 2021.

ARTIGO

ACESSIBILIDADE URBANA E VITALIDADE DE PRAÇAS: ANÁLISE DE “ACESSOS E CONEXÕES” PELA FERRAMENTA QUALIFICAURB

GOMES, Ramon Oliveira
(ramonarq95@gmail.com)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

GONÇALVES, Gabriella Rufino¹
(gabriellarufino6@gmail.com)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

CONDE, Karla Moreira
(karla.conde@ufes.br)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

JESUS, Luciana Aparecida Netto de
(luciana.a.jesus@ufes.br)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

RAMOS, Larissa Leticia Andara
(larissa.ramos@uvv.br)

Universidade Vila Velha (UVV), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Espaços livres de uso público. Praças. Acessos e conexões. Acessibilidade

RESUMO

Os espaços livres de uso público são um componente estruturador na construção das cidades, dos locais de permanência e também de passagem, são representativos e fomentadores da cidadania. Essas áreas garantem a vitalidade, palco do encontro e um convite para a prática de atividades físicas e lúdicas. Intensificados pelos efeitos da pandemia da COVID19, observa-se uma maior valorização e demanda por espaços livres de uso público de qualidade nas cidades. A qualificação desses espaços e a integração com a natureza proporcionam o desenvolvimento dos sentidos e o bem estar dos usuários. As praças públicas exercem esse papel primordial nas cidades, estes espaços devem ser cativantes e dependem de uma série de atributos que garante uma apropriação satisfatória, atendendo as necessidades de uso da população. Portanto, o presente artigo tem como objetivo apresentar uma avaliação das praças da Regional Administrativa 1 – Centro, na cidade de Vitória – ES, por meio da aplicação de uma ferramenta avaliativa denominada QualificaURB, desenvolvida em colaboração entre duas universidades. Esta ferramenta é organizada em 4 categorias, que são: Proteção e Segurança; Conforto e Imagem; Acessos e Conexões; e Sociabilidade, Usos e Atividades. Este artigo apresenta a avaliação da categoria “Acessos e Conexões”, que é responsável por analisar questões relativas ao acesso à praça e a rede da mobilidade, abordando questões quanto a caminhabilidade, o estado e largura dos percursos e pavimentação, distância a pé do terminal de transporte coletivo e o incentivo ao uso de bicicletas. Os resultados encontrados demonstram que a ausência ou as deficiências no atendimento a indicadores relacionados a essa categoria, podem mudar a maneira com que o usuário se relaciona com o espaço, assim como, indicam os aspectos que podem melhorar a experiência da população com o ambiente.

CIDADES
E SUSTENTABILIDADE:
RESILIÊNCIA,
MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE

1. INTRODUÇÃO

A demanda por espaços públicos de qualidade é crescente, resultado do aumento e adensamento populacional nas cidades. A construção dos territórios urbanos requer um melhor apuro, principalmente se levarmos em conta a qualificação e distribuição das praças públicas. Esses espaços são elementos estruturantes das cidades, palco das interações sociais, fomentando a cidadania, a vitalidade e a prática de exercícios físicos. Mora (2009) afirma que os espaços públicos urbanos devem permitir, para além da integração dos diferentes cidadãos e das suas atividades, promover o encontro, a permanência, a recreação, a expressão cultural, o contato do homem com a natureza e a sobrevivência dos sistemas naturais no urbano. Brandão Alves (2003) conceitua as praças a partir da capacidade de acolher atividades sociais, tornando-se pontos de referência para os que se deslocam pela cidade, sendo marcos e pontos nodais (LYNCH, 2011) de extrema importância para a orientação e desenho da paisagem urbana.

Apesar da crescente demanda e valorização dos espaços urbanos se percebe uma substituição dos espaços públicos livres por ambientes construídos e privados, essa inversão no modo como as cidades são construídas se nota também no consumo desenfreado de automóveis e sua infraestrutura rodoviária, varrendo moradias e áreas de interesse ambiental. Esse consumo causa longos engarrafamentos, uma série de impactos ao meio ambiente e a saúde humana, e retarda os fluxos da mobilidade urbana atingindo diretamente o deslocamento da população. Para Gehl (2014), priorizar o pedestre e as bicicletas modificaria o perfil do setor de transportes e seria um item expressivo nas políticas sustentáveis em geral. Garantir a priorização da caminhabilidade e diferentes opções de transporte, principalmente as bicicletas, garantiria uma cidade mais acessível de fluxo dinâmico e sustentável.

Levando em conta o potencial dos espaços públicos no estímulo aos acessos e conexões na cidade, identifica-se a necessidade de avaliar tais elementos, buscando compreender os principais critérios que influenciam nas características da caminhabilidade dos percursos e calçadas, a integração com o transporte público e facilidades para bicicletas, de modo a identificar falhas que reduzem o bem-estar do usuário no espaço, fator este importante e necessário para a vitalidade urbana. Utiliza-se a ferramenta de avaliação socioambiental de espaços públicos (QualificaURB) desenvolvida pelo grupo de pesquisa Paisagem Urbana e Inclusão, uma parceria entre a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) com a Universidade de Vila Velha (UVV). A ferramenta, visa suprir a carência de metodologias avaliativas de caráter objetivo, estrutura-se em quatro categorias principais: Proteção e Segurança, Conforto e Imagem; Acessos e Conexões; e Sociabilidade, Usos e Atividades. Esse artigo terá o enfoque na categoria “Acessos e Conexões”, que é responsável por analisar questões relativas à qualidade do deslocamento e seus trajetos, abordando questões quanto à largura e características dos percursos, assim como, avaliar a proximidade de terminais de transporte e o incentivo do uso de bicicletas.

2. OBJETIVO

Este artigo tem o objetivo de analisar o acesso e as conexões dos espaços livres públicos, com base na avaliação da mobilidade e chegada às praças públicas da regional administrativa 1, Centro, da cidade de Vitória - ES, abordando com interesse no melhor e pior caso, respectivamente a Praça Costa Pereira e a Praça Hildérico Araújo.

Ressalta-se que a avaliação da regional foi realizada com a ferramenta no segmento completo, analisando todas as categorias, com o objetivo de exemplificar, especialmente, a aplicação da ferramenta avaliativa e sua funcionalidade. Analisar os aspectos relacionados a esta categoria podem melhorar a experiência da população com o ambiente urbano mais acessível e com maior conectividade.

3. METODOLOGIA

3.1 MATERIAL E MÉTODO UTILIZADO

A metodologia aqui apresentada partiu da necessidade de um mecanismo de avaliação dos espaços públicos, em especial as praças. Através da identificação desta lacuna do conhecimento, foi desenvolvida e elaborada a ferramenta QualificaURB, pelo grupo de pesquisa já citado, de maneira a possibilitar a avaliação de praças, ou seja, com o objetivo de analisar especificamente tais espaços públicos e que possa ser utilizada em outras regiões. A ferramenta tem como referência o Índice de Caminhabilidade - iCam (BRASIL ITDP, 2019), com as respectivas adequações necessárias para avaliação de praças, e encontra-se organizada de acordo com o Guia de Espaços Públicos (HEEMAN; SANTIAGO, 2019).

Consequente, com o intuito de aprimorar a ferramenta, seguiu-se para uma seleção e revisão bibliográfica acerca do tema, com o intuito de complementar a ferramenta e ter uma abordagem mais completa dos espaços. A ferramenta é organizada em quatro categorias principais: Proteção e Segurança, Conforto e Imagem; Acessos e Conexões; e Sociabilidade, Usos e Atividades. Tais categorias são subdivididas em 9 (nove) atributos, esses que são compostos por 24 indicadores. As categorias correspondem às principais áreas de referência para a análise. Os atributos se apresentam como “subcategorias”, responsáveis por uma maior organização e especificidade dos indicadores, esses avaliam, de forma unitária, o desempenho do objeto analisado e são estruturados junto a seus respectivos parâmetros de avaliação (CONDE; ALVAREZ; BRAGANÇA, 2019).

Foi definido como parâmetro de análise, o sistema de notas utilizado pelo próprio iCam, desse modo sendo atribuído uma nota de 0 (zero) a 3 (três) para o indicador a ser estudado, variando de “Insuficiente”, “Regular”, “Bom” e “Ótimo”, conforme a Tabela 1.

Pontuação 0,00 até 0,75	Pontuação 0,76 até 1,50	Pontuação 1,51 até 2,25	Pontuação 2,26 até 3,00
Insuficiente	Regular	Bom	Ótimo

Tabela 1. Pontuação para avaliação a partir dos indicadores.

Na tabela 2 é apresentada a categoria Acessos e Conexões, que é formada por 5 (cinco) indicadores, dos quais 3 (três) são relacionados à mobilidade e 2 (dois) à calçada e pavimentação. Também estão identificadas as fontes cujo os indicadores foram adaptados.

Categoria: Conforto e Imagem	
Atributos	Indicadores
C.1 Mobilidade	C.1.1 Distância a pé ao transporte público (Brasil ITDP, 2019)
	C.1.2 Incentivo ao uso da bicicleta (GEHL, 2014; COWAN, 2001; CAMPOS, 2015; MACIEL, 2016)
	C.1.3 Conectividade com a praça (Brasil ITDP, 2019; HOLANDA, 2002)
C.2 Calçada e Pavimentação	C.2.1 Largura dos percursos (Brasil ITDP, 2019)
	C.2.2 Pavimentação dos percursos na praça (Brasil ITDP, 2019; NBR 9050:2015)

Tabela 2. Atributos e Indicadores pertencentes à categoria Proteção e Segurança.

Para a avaliação dos indicadores da categoria de Acessos e Conexões são utilizados parâmetros, esses demonstrados na Tabela 3, que são organizados de acordo com as notas adotadas pela ferramenta (de 0,0 a 3,0). Além de possuírem observações que auxiliam nos aspectos utilizados para avaliação de cada indicador.

Categoria: Conforto e Imagem					
Atributos	Indicadores	Parâmetros			
		INSUFICIENTE (Pontuação 0,00 até 0,75)	REGULAR (Pontuação 0,76 até 1,50)	BOM (Pontuação 1,51 até 2,25)	ÓTIMO (Pontuação 2,26 até 3,00)
C.1 Mobilidade	C.1.1 Distância a pé ao transporte público	Distância máxima a pé até a estação de transporte público é superior a 400m	Distância máxima a pé até estação de transporte público entre 200 e 400m	Distância máxima a pé até estação de transporte público é inferior ou igual a 200m	A estação de transporte público está localizada na praça ou no seu entorno imediato
	C.1.2 Incentivo ao uso da bicicleta	Não acessível por ciclorrota e não possui paraciclo	Possui ciclorrota/ciclovía dentro do raio de 400m OU paraciclo/bike share na praça ou no seu perímetro	Possui ciclorrota/ciclovía dentro do raio de 400m E possui paraciclo/bike share na praça ou no seu perímetro	Possui na praça ou no seu perímetro ciclorrota/ciclovía E paraciclo/bike share
	C.1.3 Conectividade com a praça	A praça possui menos de 4 percursos de chegada	A praça possui 4 ou 5 percursos de chegada	A praça possui 6 ou 7 percursos de chegada	A praça possui 8 ou mais percursos de chegada
C.2 Calçada e Pavimentação	C.2.1 Largura dos percursos	Menos de 40% dos pontos de atração da praça possuem largura $\geq 1,50m$	Entre 60% a 40% dos pontos de atração da praça possuem largura $\geq 1,50m$	Entre 80% a 60% dos pontos de atração da praça possuem largura $\geq 1,50m$	Entre 100% a 80% dos pontos de atração da praça possuem largura $\geq 1,50m$
	C.2.2 Pavimentação dos percursos na praça	Menos de 40% dos percursos que direcionam a pontos de atração da praça possuem pavimentação regular	Entre 60% a 40% dos percursos que direcionam a pontos de atração da praça possuem pavimentação regular	Entre 80% a 60% dos percursos que direcionam a pontos de atração da praça possuem pavimentação regular	Entre 100% a 80% dos percursos que direcionam a pontos de atração da praça possuem pavimentação regular
				A praça é histórica e possui assentamento regular em pedra portuguesa.	

Tabela 3. Parâmetros de avaliação dos indicadores.

Nota-se a importância da análise dos indicadores relativos à conectividade e acessos às praças, visto que estas, por serem um local de encontro, passagem, vivência e permanência demandam por qualidades que permitam maior conforto na cami-

nhabilidade e maior variedade de percursos que os usuários terão para ir até o local. Logo, é necessário analisar as diferentes funções que o usuário demanda sobre os espaços livres. Deste modo, avaliam-se, principalmente, aspectos referentes ao acesso à praça e a malha viária que a rodeia, tratando de pontos quanto à caminhabilidade, o estado e largura dos percursos e pavimentação, distância a pé até uma estação de transporte público e o incentivo ao uso de bicicletas.

Posteriormente, ocorreu a identificação e contextualização do recorte urbano selecionado, a Regional 1 - Centro, Vitória - ES. Realizou-se o mapeamento dos espaços públicos a serem analisados, realizado com o auxílio do software de Geoprocessamento Qgis (QuantumGis, versão 2.18.29), a partir de dados disponibilizados no site da Prefeitura Municipal de Vitória. Adotou-se a definição de praça como os espaços de uso público de área total maior ou igual a 450m² (BUCCHERI FILHO; NUCCI, 2006).

Por fim, para tal avaliação, houve uma coleta de informações e análises das praças, com base nos mapeamentos e visitas às mesmas. Os dados coletados nas visitas foram reunidos na própria ferramenta de avaliação, a qual consiste em um formulário presente na plataforma *Cognito Forms*. Após a avaliação, foram identificadas as praças com melhor e pior classificação, e a partir destas, foram realizadas análises urbanas específicas comparando os efeitos associados a categoria “acessos e conexões”.

3.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA DE ANÁLISE

A cidade de Vitória, capital do estado do Espírito Santo, possui aproximadamente 98.194 km² e cerca de 365.855 habitantes (IBGE, 2020), sendo composta por 80 bairros. O município, atualmente, é subdividido em nove Regiões Administrativas (OBSERVAVIX, 2021). Este artigo possui como recorte de análise as praças da Regional 1 - Centro.

A Região Administrativa 1 é constituída por oito bairros, sendo eles: Centro, Do Moscoso, Fonte Grande, Ilha do Príncipe, Parque Moscoso, Piedade, Santa Clara e Vila Rubim. Sendo o Centro o bairro com maior área e população. A Região é caracterizada pelo patrimônio histórico e cultural, na qual se iniciou o processo de formação e ocupação da cidade. Com base nos dados do Censo de 2010 do IBGE, a Regional 1 - Centro possui uma área de 2,072 km², densidade demográfica de 9,464 hab/km² e uma renda média de 1.425,82. Comparada às outras Regiões Administrativas, a regional do Centro detém a menor área e população e é a segunda com maior densidade demográfica (hab/km²) (OBSERVAVIX, 2021; IBGE, 2020)

Aplicando a metodologia, a partir do mapeamento realizado, a regional possui um total de 14 praças que se enquadram nos critérios adotados pela pesquisa para serem avaliadas pela ferramenta, 9 (nove) praças possuem áreas inferiores às estipuladas (menor que 450m²). Além das praças identificadas, a regional conta com 2 (dois) parques urbanos, mas que não foram avaliados. Também, não foram incluídas no estudo, as áreas denominadas pela prefeitura como praças, todavia não possuem infraestrutura mínima para ser classificada como tal. Na Figura 1, é apre-

sentado o mapeamento de todos os espaços livres de uso público identificados, e são demonstradas as áreas da regional que são atendidas por esses espaços, a partir da aplicação dos raios de abrangência dos mesmos, sendo utilizado 400 metros de raio para as praças (HANNES, 2016) e 1000 metros para os parques urbanos (KLIAS, 1993).

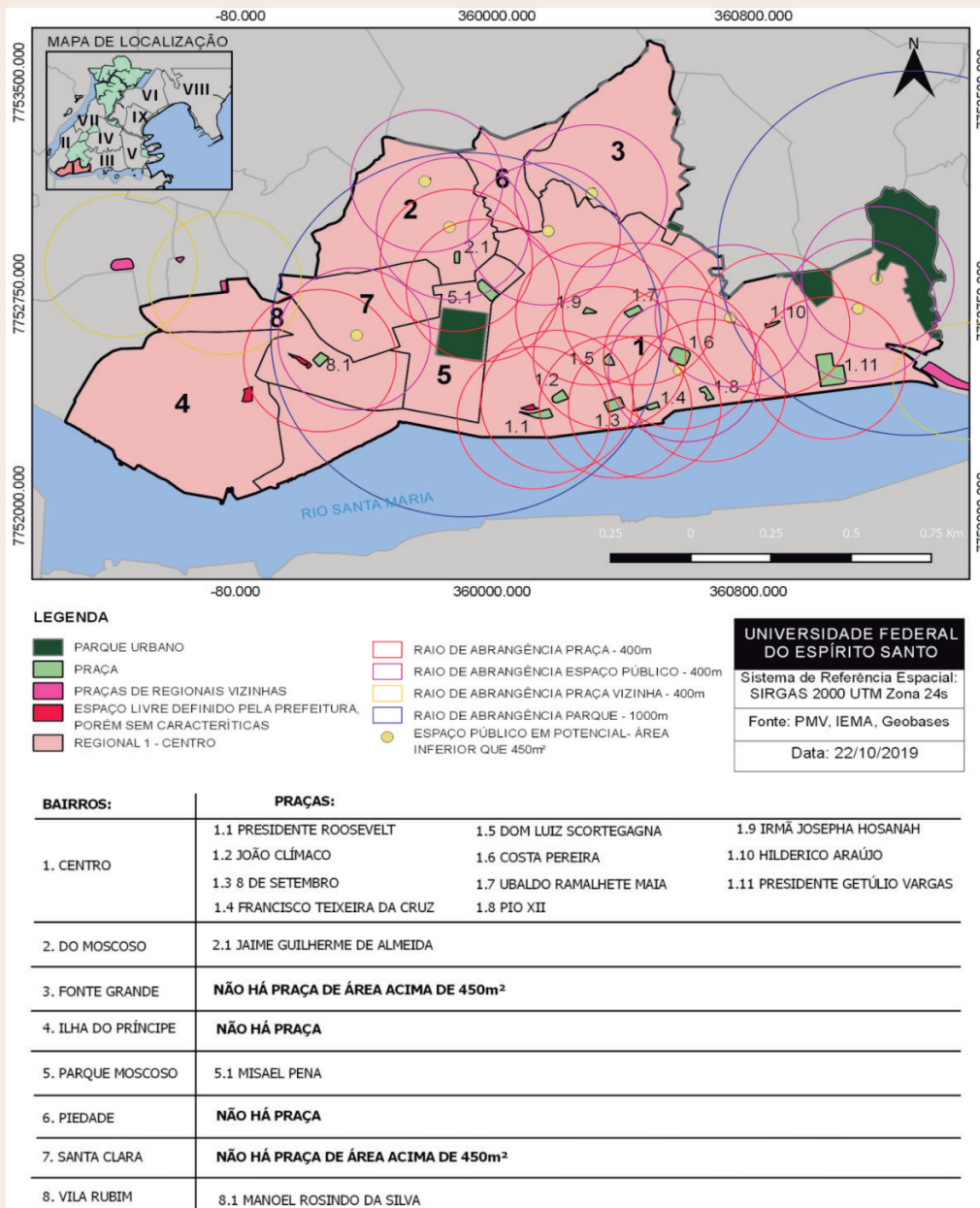


Figura 1. Mapa de identificação das praças e dos raios de abrangência.

4. RESULTADOS

A partir de visitas e levantamento de dados, seguiu-se para a avaliação e pontuação dos indicadores. O resultado das análises para a categoria de Acessos e Conexões, assim como, as médias finais de cada praça estão apresentados na Figura 2, onde estão em destaque a pior e a melhor nota segundo a média da categoria “Acessos e Conexões” das praças avaliadas. Assim, neste artigo, foram analisados apenas as praças com o melhor e pior desempenho segundo a ferramenta para um melhor aprofundamento das análises. Mais especificamente a praça Costa Pereira, como a mais bem avaliada pela pontuação da ferramenta, com nota 2,58, e a praça Hildérico Araújo, que se encontra em último lugar na avaliação da regional, com nota 1,30.

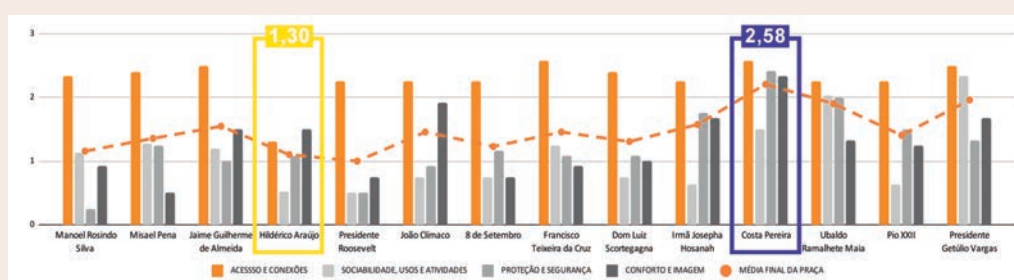


Figura 2. Gráfico dos resultados.

Analisando os resultados dos indicadores, é importante apresentar que, quanto ao indicador “Distância a pé ao transporte público”, que pretende avaliar a distância máxima percorrida pelo pedestre (no segmento de calçada) até a estação de transporte público (pontos de ônibus, estação de metrô ou VLT). Ambas as praças apresentam a pontuação 3,0 (três), isso mostra que existe uma estação de transporte público localizado na praça ou no seu entorno imediato. Por se tratar de uma área central, constatou-se que vias e infraestruturas da mobilidade urbana são presentes e bem distribuídas na região.

No indicador referente ao “Incentivo ao uso da bicicleta”, que avalia se a praça é abastecida por uma estrutura viária voltada para os ciclistas, como ciclovias, ciclofaixas e ciclorrotas, assim como a presença de paraciclos e bikeshare. A praça Costa Pereira recebeu a nota 2,0 (dois), que indica que possui ciclofaixa, ciclorrota ou ciclovia dentro de um raio de 400 metros e possui paraciclo ou bikeshare na praça ou no seu perímetro. Vale ressaltar que apesar de no mapa disponibilizado pela prefeitura da cidade mostrar que em uma das ruas em volta da praça é contemplada com uma ciclorrota (Figura 3), ao visitar o local, não foi constatado nenhuma sinalização que indicasse tal estrutura viária, além de dispor de vias com alto volume de veículos, motivando um ciclismo de alto estresse (LOWRY, HADDEN, 2016). Já a praça Hildérico Araújo recebeu uma nota 2,0 (dois) por, também, possuir ciclofaixa, ciclorrota ou ciclovia dentro de um raio de 400 metros e possuir paraciclo/bike share na praça ou no seu perímetro.

Quanto ao indicador “Conectividade com a praça”, que identifica quantas ruas dão acesso à praças avaliadas e contabiliza o número de percursos de chegada. A praça

Costa Pereira recebeu a nota 3,0 (três) por possuir 11 percursos de chegada, ultrapassando o parâmetro máximo do indicador que é de 8 (oito) percursos de chegada. Enquanto a praça Hildérico Araújo recebeu a nota 0,0 (zero), por apresentar menos de 4 (quatro) percursos de chegada (no caso 1 percurso) (Figura 3). Esse indicador demonstra a conectividade como um dos fatores responsáveis pela vitalidade da praça e dos fluxos da cidade, portanto quanto maior o número de percursos de chegada a praça, maior será a possibilidade de acesso e alcance ao destino.

O indicador “Largura dos percursos” apresenta o percentual de percursos da praça que atende a distância livre mínima de 1,50 metros. Para chegar a tal percentual, são marcados os pontos de interesse dentro da praça (por exemplo, academia popular, playground, mesas de jogos, pet park, pista de skate, quadras, bochas e etc.), seguido da definição dos percursos e acessos até os pontos de interesses selecionados, que podem ocorrer desde a calçada até um ponto de atração ou entre pontos de atração. Em seguida, mede-se a largura em metros para verificar se todos os percursos atendem a largura mínima estipulada (Figura 4). A praça Costa Pereira foi avaliada com a nota 3 (três), essa pontuação revela que entre 100% a 80% dos percursos são maiores ou iguais a 1,50 metros. Se trata de uma praça com um volume alto de pedestres, sua nota evidencia que os percursos comportam o fluxo, acomodando diferentes usos. Já a praça Hildérico Araújo foi avaliada com a nota 0,0 (zero), pois menos de 40% dos percursos possuem largura maiores ou iguais a 1,50 metros.

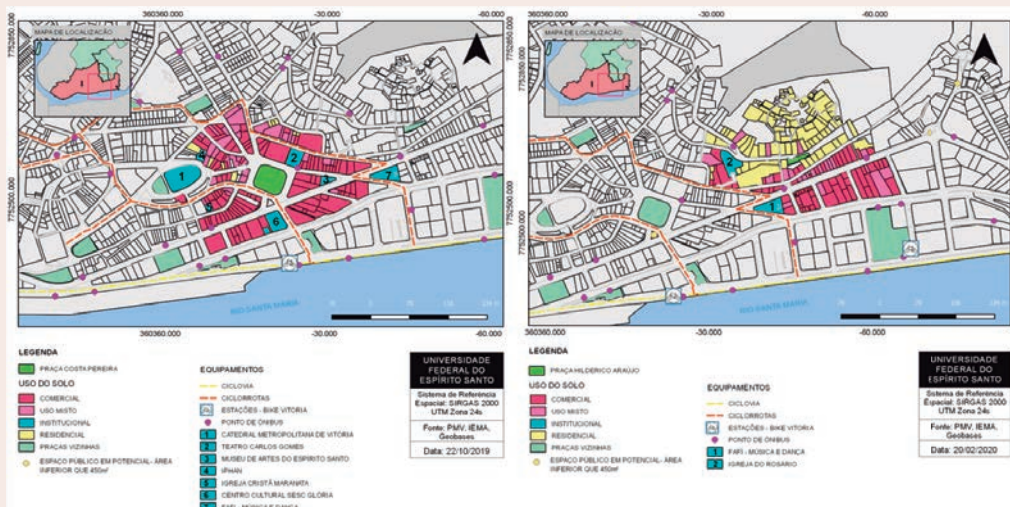


Figura 3. Localização das Praças.



Figura 4. Esquema do indicador “Largura dos Percursos”.

Por fim, no indicador “Pavimentação dos percursos na praça”, usando a mesma estratégia de seleção do indicador acima para determinar os percursos a serem avaliados, foram analisadas as condições de pavimentação dos percursos, considerando percursos acessíveis aqueles que possuem pavimentação regular, firme, estável, não trepidante, antiderrapante, contínuo, sem obstrução, com inclinação transversal máxima de 3% seguindo a NBR-9050. As duas praças foram classificadas com a nota 2 (dois), o que corresponde que entre 80% a 60% dos percursos que direcionam a pontos de atração da praça possuem pavimentação regular, a praça Hildérico Araújo dispõe de uma pavimentação em sua maior parte de placas e blocos intertravados de concreto. Já a praça Costa Pereira recebeu uma avaliação na ferramenta nota 2 (dois), por se tratar de uma praça histórica e possuir a pavimentação em pedra portuguesa que, apesar da regularidade do assentamento, o material não garante os requisitos de uma pavimentação estável, não trepidante e antiderrapante que garanta conforto e segurança para as demandas atuais, porém continua no local por seu caráter histórico.

Portanto, constata-se, que o conjunto das praças da Regional 1 alcançou um desempenho considerado “ótimo”, com média final de 2,29, classificado com “Ótimo” pela ferramenta, no que se refere a categoria “Acessos e Conexões”. Assim, observa-se que a praça Costa Pereira obteve uma média superior à média final de todas as praças da Regional 1 na categoria avaliada, e a praça Hildérico Araújo ficou abaixo da média final. A praça Costa Pereira alcançou o melhor desempenho, sua média na categoria foi de 2,58, classificada como “Ótimo”, essa nota é resultante, principalmente, da avaliação nota 3 (três) em quatro dos cinco indicadores da categoria. Já a praça Hildérico Araújo alcançou uma média de 1,30, bem abaixo da média do conjunto das praças e sendo a única dentre as praças da Regional 1 a receber a classificação “Regular” pela ferramenta, a redução foi motivada, sobretudo, na avaliação dos indicadores de “Conectividade com a praça” e “Largura dos percursos”, em que recebeu nota 0 (zero). Quanto à média final das praças, incluindo todas as categorias da ferramenta, as pontuações obtidas foram inferiores às médias da categoria “Acesso e Conexões”. O que indica que os aspectos que envolvem a categoria “Acesso e Conexões” necessitam de uma avaliação conjunta com as demais categorias da ferramenta para um melhor panorama, como exemplo, a avaliação da influência das vias de elevado fluxo que tangenciam as praças, em que essas trazem impactos negativos, relacionados também às categorias “Prote-

ção e Segurança” e “Sociabilidade, Usos e Atividades”. Por outro lado, observa-se que nenhuma praça é avaliada como “insuficiente”, tanto na média das categorias quanto na média final.

5. CONCLUSÕES

Os espaços livres de uso público são elementos significativos do meio ambiente urbano, local das interações sociais, proporcionando a cidadania, a vitalidade e a prática de exercícios físicos. O local da permanência e encontro, anuncia a identidade de seus frequentadores, oferece qualidade de vida na cidade.

Após aplicar a ferramenta de avaliação de praças desenvolvida pelo grupo de pesquisa, observa-se que a Região Administrativa 1, no município de Vitória-ES, obteve um desempenho considerado “ótimo” na categoria “Acessos e Conexões”. Vale pontuar que as praças receberam pontuações iguais na categoria com exceção dos indicadores “Conectividade com a praça” e “Largura dos percursos”, deste modo se mostrando determinantes para a diferença entre as médias finais na categoria entre as duas praças avaliadas nesse artigo. Dado que, a praça Hildérico Araújo recebeu nota 0,0 (zero) nesses indicadores e a praça Costa Pereira, em contrapartida, recebeu nota máxima, 3,0 (três). Destaca-se, também, a categoria ter sido a mais bem avaliada quanto às demais, o que demonstra que são necessários outros elementos qualificadores em conjunto para que a praça proporcione uma melhor vivência e conforto ao usuário.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRANDÃO ALVES, F. (2003). Avaliação da qualidade do espaço público urbano. Proposta Metodológica. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian; Fundação para a Ciência e Tecnologia.
- BRASIL, ITDP. (2019) Índice de Caminhabilidade Ferramenta, Versão 2.0. Rio de Janeiro.
- BUCCHERI FILHO, A.T.; NUCCI, J.C. (2006). Open spaces, green areas and tree canopy coverage in the Alto da XV district, Curitiba/PR. Revista do Departamento de Geografia, n. 18, p. 48-59.
- CONDE, K.; ALVAREZ, C.E.; BRAGANÇA, L. (2019). Proposta de critérios e indicadores de avaliação de sustentabilidade urbana para países latino-americanos. In: EuroELECS 2019. III Encontro Latinoamericano Y Europeo sobre Edificaciones y Comunidades Sostenibles. Argentina, Anais... Santa Fe, Argentina, Maio 22-25, 2019 p.1412-1424.
- COWAN, R. (2001) Arm yourself with a Placecheck. A users' guide. 2ed. London: Urban Design Alliance.
- GEHL, J. (2014). Cidades para pessoas. 2. ed. São Paulo: Perspectiva.

- HANNES, E. (2016) Espaços abertos / espaços livres: um estudo de tipologias. *Paisagem e Ambiente*, n. 37, p. 121-144.
- HEEMANN, J.; SANTIAGO, P. C. (2015) Guia do espaço público para inspirar e transformar. Mountain View (CA), USA.
- IBGE. (2010). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- IBGE. (2020). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. CENSO DEMOGRÁFICO 2020. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/vitoria/panorama..>
- KLIASS, R. G. (1993). Parques Urbanos de São Paulo. São Paulo:Pini.
- LOWRY, Michael; HADDEN LOH, Tracy. Quantifying bicycle network connectivity. Elsevier: Preventive Medicine, Washington, DC, p. 7, 7 dez. 2016. Disponível em: https://activelivingresearch.org/sites/activelivingresearch.org/files/PrevMed2017_
- LYNCH, K. (2011). *A Imagem da Cidade*, 3ª edição. WMF Martins Fontes. São Paulo.
- MACIEL, M. A. (2016). Uma proposta de lista de verificação para a avaliação de praças. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo.
- MORA, M. A. R. (2009). Indicadores de Calidad de espacios públicos urbanos, para la vida ciudadana, em ciudades intermedias. In: Congreso Internacional de Americanistas, 53., 2009, Cidade do México. http://observatorio.dadep.gov.co/sites/default/files/documentos/ar11_indicadores_de_calidad_de_espacios.pdf
- Lei nº 9.271/2018. Plano Diretor Urbano de Vitória, ES. 2018.
- OBSERVAVIX, (2021). Disponível em: <<https://observavix.vitoria.es.gov.br/>> Acesso em: 16,Jun, 2021

ATRIBUTOS DE CIDADES SUSTENTÁVEIS E INTELIGENTES: CICLOVIAS E TRANSPORTE PÚBLICO

OLIVEIRA, Mário C. Junqueira

(junqueira.mario@gmail.com)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

JESUS-LOPES, José C. de

(jose.lobes@ufms.br)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

GARCIA, Juliene G. de Almeida

(garciajuliene@gmail.com);

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

RODRIGUES, Dulce B. Bicca

(dulce.rodrigues@ufms.br)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

ARAMAQUI, Jullyana N.

(ju_aramaqui@hotmail.com)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

DALTO, Paulo G. Junqueira

(junqueira.geo@gmail.com)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Sustentabilidade, Gestão Pública Municipal, Urbanização, Desenvolvimento Urbano Sustentável, Agenda 2030.

RESUMO

As Cidades Sustentáveis e Inteligentes têm recebido especial destaque nas agendas de desenvolvimento de muitas nações, como o Brasil, que vivenciam taxas crescentes de urbanização. O desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes, dentre outros fatores, está orientado a um planejamento territorial integrado, que proporcione estrutura cicloviária, incentive o ciclismo e equidade do acesso ao serviço de transporte público coletivo. Assim, o objetivo deste trabalho é caracterizar a estrutura cicloviária e o acesso ao transporte público da cidade de Campo Grande/MS, como atributos para o planejamento urbano de Cidades Sustentáveis e Inteligentes. Para tanto, baseando-se em ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e bases de dados oficiais, foram selecionados e aplicados dois indicadores urbanos para caracterizar aspectos relevantes de planejamento urbano, que representam o progresso da cidade rumo ao desenvolvimento urbano sustentável e à promoção de Cidades Sustentáveis e Inteligentes. Os resultados evidenciaram índices favoráveis, com representatividade de 2,8% de estrutura cicloviária e abrangência de 96,1% dos domicílios a uma distância de caminhada de até 600 metros de pontos e/ou paradas de ônibus, valores superiores aos consultados em bibliografia. Entretanto, observou-se que ainda há espaço para melhorias frente à distribuição heterogênea dos resultados, nos distintos bairros e regiões urbanas, sendo fundamental que as políticas públicas concernentes à mobilidade e transporte, agreguem ferramentas e tecnologias disponíveis para melhorar a experiência dos habitantes, na proporção em que maximizem os atributos de sustentabilidade urbana e desenvolvam medidas de inclusão social, garantindo governança e participação pública no planejamento urbano.

CIDADES
E SUSTENTABILIDADE:
RESILIÊNCIA,
MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE

1. INTRODUÇÃO

A urbanização, além de ser entendida como fenômeno demográfico que carrega problemas ambientais, sociais e econômicos intrínsecos, também deve ser encarada, conforme aponta a ONU-Habitat (2018), como um processo de transformação capaz de estimular o desenvolvimento urbano sustentável. Assim, ao integrar a urbanização com a conscientização da sustentabilidade e do desenvolvimento tecnológico surge o termo Cidades Sustentáveis e Inteligentes, que combina dois conceitos distintos, todavia, com objetivos semelhantes e ambos comprometidos com a sustentabilidade, como explicado por Huovila *et al.* (2019).

Para Vida e Jesus-Lopes (2020), Cidades Sustentáveis e Inteligentes possuem objetivos a serem alcançados de maneira adaptável, escalável e acessível. Para os autores, elas são reconhecidas como centros de inovação e investimento, além de desempenharem papel prioritário na condução da industrialização e do crescimento econômico. Isso porque, de acordo com Garau e Pavan (2018), essas modalidades de cidades buscam: melhorar a qualidade de vida de seus cidadãos; garantir o crescimento econômico; melhorar o bem-estar garantindo acesso a serviços sociais e comunitários; estabelecer uma abordagem ambientalmente responsável e sustentável para o desenvolvimento; garantir a prestação eficiente de serviços e infraestrutura básica, como transporte público; e fornecer um mecanismo de regulamentação e governança local, garantindo políticas equitativas.

Sendo assim, dentre outros fatores, o desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes está orientado a um planejamento territorial integrado, que proporcione estrutura viária que incentive o ciclismo e equidade do acesso ao transporte público nas diferentes regiões e bairros. Para isso, a gestão pública, por meio da criação de políticas públicas (SECCHI, 2019) deve garantir alternativas de meios eficientes de transportes com baixo impacto ambiental como, por exemplo, uma rede de ciclovias, segura e integrada, que conduza a um sistema de transporte diversificado e que evite os congestionamentos das cidades, diminuindo a dependência de veículos automotores e promovendo melhoria da qualidade de vida (ZACEPINS *et al.*, 2019; SILVA-MARTINS; GONZALES-TACO, 2020).

Por sua vez, a equidade do acesso ao transporte público caracteriza-se como importante atributo de Cidades Sustentáveis e Inteligentes, conforme indicado por Garau e Pavan (2018) e Warnecke *et al.* (2019), visto que tende a fornecer acesso mais fácil e tempos mais curtos aos destinos, aumentando o uso de modais alternativos de transporte, favorecendo a caminhada e, conseqüentemente, desencorajando o uso de automóveis. Cidades de países de baixa e média renda, como o Brasil, carecem de recursos necessários para gerenciar efetivamente a estrutura cicloviária e o acesso ao transporte público, dentre outros aspectos do planejamento urbano.

Por sua vez, os bairros das cidades foram apontados por Oliveira *et al.* (2020) como interessantes unidades de planejamento para solução desses desafios “por se tratarem de locais com grande potencial de contribuição para o alcance do desenvolvimento urbano sustentável, requerendo, para tanto, ferramentas que auxiliem o acompanhamento e a adequada tomada de decisão das ações de planejamento urbano” como, por exemplo, os indicadores urbanos. Ahvenniemi *et al.* (2017) citam

que os indicadores urbanos podem ser utilizados para classificação de condições sustentáveis e inteligentes das cidades, permitindo comparar práticas e soluções, sendo frequentemente utilizados por gestores públicos que buscam o desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes.

Diante disso, este trabalho se concentra em duas linhas de caracterização de Cidades Sustentáveis e Inteligentes. A primeira é orientada à existência de uma rede cicloviária adequada que favoreça o ciclismo e garanta benefícios ambientais, sociais e econômicos, como por exemplo: redução da poluição, saúde da população e melhoria da qualidade de vida, economia de tempo, e redução do congestionamento viário. Já a segunda, consiste na compreensão da equidade do acesso ao transporte público avaliando o percentual de domicílios localizadas a uma determinada distância de pontos/paradas de ônibus.

A área de estudo é Campo Grande/MS, capital do Estado de Mato Grosso do Sul (MS), Brasil, localizada na Região Centro-Oeste. Seu alto grau de urbanização, apontado pela Agência Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano - PLANURB (2019), bem como por se caracterizar como uma capital em desenvolvimento, demonstram seu potencial em instituir e efetivar um planejamento urbano, que a consolide como Cidade Sustentável e Inteligente, corroborando com Vida (2020). Além disso, a disponibilidade de dados de referência apropriados para verificação dos resultados também foi um fator importante para sua escolha como área de estudo.

Assim, frente aos inúmeros desafios e oportunidades vivenciados nos centros urbanos, quanto ao adequado planejamento urbano e em busca de fornecer subsídios para a promoção do desenvolvimento urbano sustentável, tem-se o seguinte questionamento: Quais características de estrutura cicloviária e acesso ao transporte público podem auxiliar o planejamento urbano de Campo Grande/MS, na perspectiva de seu desenvolvimento como Cidade Sustentável e Inteligente?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Caracterizar a estrutura cicloviária e o acesso ao transporte público coletivo, nos bairros e regiões urbanas de Campo Grande/MS, enquanto atributos para o planejamento urbano de Cidades Sustentáveis e Inteligentes.

1.1.2 Específicos

- a. Avaliar estatisticamente os indicadores urbanos, aplicados nos bairros e regiões urbanas de Campo Grande/MS;
- b. Avaliar quantitativamente e qualitativamente as correlações dos indicadores urbanos aplicados, evidenciando o grau de associação nos diferentes bairros de Campo Grande/MS.

2. METODOLOGIA

O delineamento deste trabalho segue as etapas metodológicas apontadas na Figura 1, que são descritas, a seguir, em pormenores.

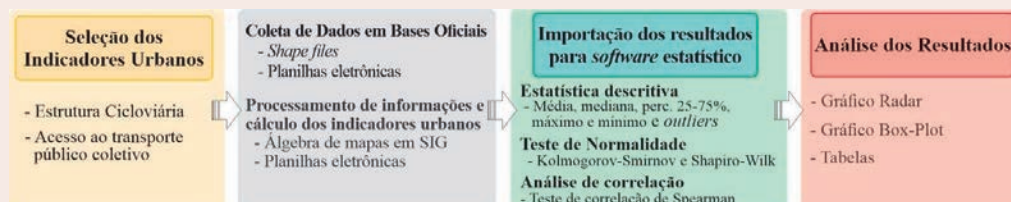


Figura 1. Etapas metodológicas do trabalho.

2.1 SELEÇÃO E APLICAÇÃO DOS INDICADORES URBANOS

Para a seleção dos indicadores, que caracterizem o progresso ao desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes, inicialmente, foi conduzida uma pesquisa bibliográfica nas bases *Web of Science* e *Scopus* limitadas aos títulos, palavras-chave ou resumo dos trabalhos. Esta pesquisa envolveu as palavras-chaves “Cidades Sustentáveis e Inteligentes”, “Indicadores Urbanos”, “Ciclismo”, “Transporte Público”, “Sustentabilidade”, “Urbanização” além de variações de termos, no singular e plural e na língua inglesa, buscando ampliar os resultados. De ambas as bases foram extraídos 53 trabalhos cujas referências permitiram ampliar a consulta. A pesquisa limitou-se a artigos com publicação entre 2013 e 2020.

A partir desta pesquisa, após a leitura e seleção dos trabalhos, foram utilizados os estudos de Yigitcanlar *et al.* (2015), Garau e Pavan (2018), Marchetti *et al.* (2019) e Litman e Steele (2020) para a seleção e aplicação do indicador urbano de estrutura cicloviária. Já o indicador de acesso ao transporte público coletivo apoiou-se nos estudos de Daniels e Mulley (2013), Yigitcanlar *et al.* (2015) e Warnecke *et al.* (2019). A seleção dos estudos observou a aplicabilidade do indicador em escala de bairros, alinhamento com a temática e a base de dados disponíveis em Campo Grande/MS. Ambos os indicadores associam-se ao Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11, Meta 11.2 da Agenda 2030, bem como com princípios da Nova Agenda Urbana da ONU.

A seguir, elenca-se o método de cálculo dos indicadores selecionados, cujas variáveis para aplicação foram obtidas da base de dados disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Campo Grande/MS – PMCG (2020), no Sistema Municipal de Indicadores de Campo Grande/MS (SISGRAN), bem como dados de Martins (2020).

2.1.1 Indicador 1 – Estrutura cicloviária

O indicador de estrutura cicloviária representa o percentual da extensão total de redes de mobilidade, que favorecem o ciclista, em relação à extensão total da rede viária (ruas e avenidas) da cidade, conforme Equação 1.

$$\text{Indicador 1} = \left[\frac{L_{\text{ciclovias}}}{L_{\text{rua}}} \right] \cdot 100 \quad (1)$$

Onde:

- Indicador 1: estrutura cicloviária (%);
- $L_{\text{ciclovias}}$: Extensão total de ciclovias e ciclofaixas no bairro (m);
- L_{rua} : Extensão total da rede viária do bairro (m).

Maiores porcentagens indicam níveis favoráveis para o desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes, visto que o paradigma de planejamento urbano requer uma análise de acesso, em termos de uso de transporte não-motorizado, como as bicicletas que, por sua vez, beneficiam a saúde pública e o meio ambiente (dimensão social e ambiental da sustentabilidade). A quantificação da estrutura cicloviária considerou a extensão de ciclovias e ciclofaixas acessíveis, em termos de mobilidade urbana, não sendo contabilizada a rede cicloviária construída no interior de parques públicos, que são administrados com horários de restrição de acesso ao público, corroborando com Martins (2020).

2.1.2 Indicador 2 – Acesso ao serviço de transporte público coletivo

O indicador de acesso ao serviço de transporte público coletivo se concentrou na compreensão da equidade do acesso ao serviço de transporte público coletivo, para avaliar o percentual de unidades habitacionais (domicílios), localizadas a uma determinada distância de pontos/paradas de ônibus, conforme Equação 2:

$$\text{Indicador 2} = \left[\frac{\sum D_{\text{ônibus}}}{D_{\text{bairro}}} \right] \times 100 \quad (2)$$

Onde:

- Indicador 2: acesso ao serviço de transporte público coletivo (%);
- $\sum D_{\text{ônibus}}$: Somatório da quantidade total de domicílios localizados a uma distância de 600 metros dos pontos de ônibus existentes no bairro (unid.);
- D_{bairro} : Quantidade total de domicílios existentes no bairro (unid.).

A distância definida nesta pesquisa, de 600 metros, vai ao encontro do proposto por Yigitcanlar *et al.* (2015), bem como do Plano Diretor de Transporte e Mobilida-

de Urbana – PDTMU (PMCG, 2009), de Campo Grande/MS, que estabelece este como o valor máximo para a manutenção do conforto aos usuários do serviço de transporte público da cidade. Para o cálculo do número de domicílios (unidades) localizados a uma distância de 600 metros dos pontos de ônibus existentes no bairro, utilizou-se metodologia de Andersen e Landex (2008) com o uso de SIG. A metodologia permite quantificar as lacunas espaciais na oferta do serviço de transporte público coletivo com base na cobertura do atendimento, considerando uma determinada distância de caminhada até um ponto e/ou parada do sistema de transporte.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS INDICADORES URBANOS

Os dados secundários foram ambientados em SIG, com o auxílio de ferramenta computacional livre que suporta formatos vetoriais, *raster* e banco de dados, e aplicados nas limitações dos 74 bairros campo-grandenses, que compõem as 7 regiões urbanas da cidade. As variáveis para o cálculo dos indicadores foram obtidas de fontes oficiais de dados, a citar a base de dados vetoriais e de planilha de indicadores do SISGRAN (PMCG, 2020). Os dados vetoriais sistematizados em planilhas eletrônicas foram ambientados em SIG, sendo avaliados nos diferentes bairros agrupados nas regiões urbanas da cidade.

Em seguida, utilizou-se do processamento de informações através de álgebra de mapas e planilhas eletrônicas, de maneira a calcular os indicadores, conforme as Equações expressas anteriormente. Posteriormente, esses dados foram importados em *software* específico para análise estatística descritiva, relativa à informação de posição e tendência central (mediana e percentis 25% e 75%) e à dispersão (máximo e mínimo), buscando a caracterização da distribuição dos resultados. Para a verificação da Normalidade dos indicadores urbanos calculados, utilizou-se os testes de Kolmogorov-Smirnov (K-S) e de Shapiro-Wilk (S-W), através de *software* estatístico que permite manipular, transformar, criar tabelas e gráficos que resumem os resultados obtidos.

A análise de correlação foi realizada pelo Teste de Correlação de Spearman que, de acordo com Stevenson (2001), corresponde a uma técnica não-paramétrica para avaliar o grau de relacionamento entre observações emparelhadas duas a duas, quando os dados se dispõem em postos ou posições (neste trabalho, considerando os bairros campo-grandenses). Este arranjo matemático permitiu medir a intensidade da relação entre as variáveis, cujo resultado evidenciou se a associação entre essas é positiva ou negativa. A saber, o coeficiente de Spearman varia entre -1 (correlação perfeita negativa) e +1 (correlação perfeita positiva), passando pelo valor 0 (ausência de correlação).

Para a avaliação qualitativa da correlação, obtida pelo coeficiente de Spearman, utilizou-se as faixas de valores apontadas por Callegari-Jacques (2003): fraca correlação linear (de 0,0 a 0,3); moderada (de 0,3 e 0,6); forte correlação (de 0,6 a 0,9); e muito forte (de 0,9 a 1,0). Os resultados do cálculo dos indicadores de toda a cidade foram analisados estatisticamente e, posteriormente, agrupados de acordo com a setorização definida em Regiões Urbanas. Essa análise aplicada buscou for-

necer subsídios à gestão pública municipal, planejadores, tomadores de decisões e demais *stakeholders* de Campo Grande/MS, e de outras cidades de médio porte, principalmente, de países de baixa e média renda, visando à aplicabilidade prática deste trabalho.

3. RESULTADOS

A Figura 2 apresenta resultados gerais dos indicadores (A – Estrutura cicloviária; B – Acesso ao serviço de transporte público) nas Regiões Urbanas e na cidade de Campo Grande/MS.

A Figura 2-A indica a distribuição do indicador de estrutura cicloviária. A mediana deste indicador na cidade foi de 2,8%, tendo os bairros que compõem as regiões do Anhanduizinho (1,3%), Bandeira (1,6%) e Centro (1,7%) apresentado as menores medianas, enquanto os que integram as regiões do Lagoa, Imbirussu e Segredo, as maiores (4,2%, 4,0% e 3,3%, respectivamente). Sendo assim, essas últimas regiões se destacaram ao disponibilizar maior rede cicloviária (em relação à rede viária), quando comparada às demais regiões. Tal situação favorece o ciclismo como um modo de transporte sustentável a seus residentes.

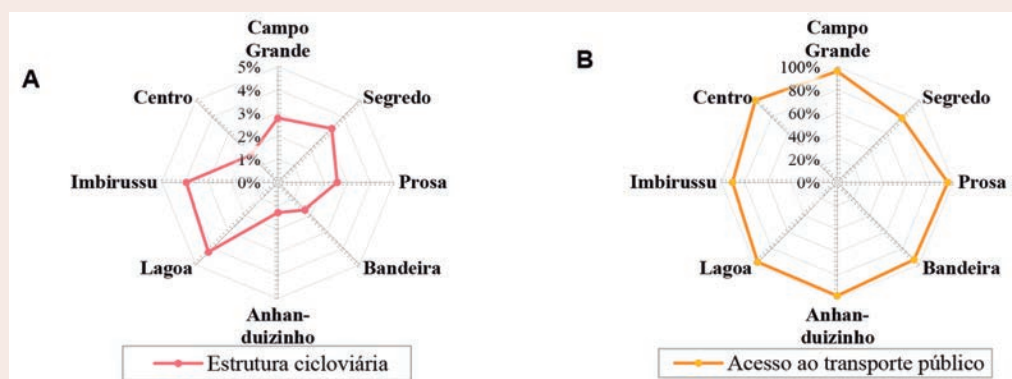


Figura 2. Gráfico de radar dos indicadores estudados que representa os valores médios das Regiões Urbanas e da Cidade de Campo Grande/MS.

Em uma análise mais específica da representatividade de extensão de ciclovias, em relação à malha viária, Campo Grande/MS apresentou aspecto favorável, visto que apresentou valor mediano (2,8%), considerado superior às cidades brasileiras de Belo Horizonte/MG (1,60%) e Recife/PE (1,97%), citadas por Martins (2020), e Rio de Janeiro/RJ (2,54%) e Curitiba/PR (2,51%), elencadas por Mobilize Brasil (2011). Por sua vez, a heterogeneidade dos resultados pode indicar que a capital ainda carece de um planejamento urbano adequado em termos de extensão de rede cicloviária distribuída universalmente, visto que não foi encontrada em 31% dos bairros da cidade, distribuídos em todas as Regiões Urbanas.

Os projetos de mobilidade urbana que irão subsidiar as políticas públicas da cidade podem, com a análise e monitoramento deste indicador, garantir estrutura (em termos de extensão adequada de ciclovias e ciclofaixas) e, conseqüentemente, ma-

ximizar a adesão à prática do ciclismo, que promove a saúde pública e benefícios ambientais, sendo essenciais para o desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes e para a consecução da Meta 11.2, ODS 11 da Agenda 2030.

Já a Figura 2-B representa os resultados do indicador de acesso ao serviço de transporte público, por ônibus circular. Os resultados gerais apontam que 96,1% dos residentes urbanos estão a uma distância de até 600 metros de caminhada de pontos e/ou paradas de ônibus coletivo. Esta medida representa um aspecto favorável, visto que é superior à meta de serviço de 90% citada por Murray *et al.* (1998), para a promoção da melhoria da operação do transporte público e sua atratividade.

Os valores medianos das Regiões Urbanas estão compreendidos na faixa entre 78,8 e 100,0%, destacando-se a Região Centro (100,0%) e Anhanduizinho (97,7%). A maior carência observada foi na Região Urbana do Segredo, principalmente, no Bairro José Abrão (50,4%) e Mata do Segredo (27,8%), localizados a uma distância significativa da região central da cidade. Essas porcentagens apontam a necessidade de um planejamento urbano que maximize a disponibilidade de pontos de ônibus para atendimento da população, que se desloca diariamente para as atividades laborais, muitas vezes de bairros periféricos ao centro comercial da cidade.

O acesso ao sistema de transporte público da cidade, por intermédio do indicador aplicado, associa-se ao menor esforço da população ao utilizá-lo, uma vez que depende da localização dos pontos e/ou paradas, possibilitando caminhadas mais curtas e rápidas. Sob este prisma, este indicador urbano é um importante parâmetro da dimensão social para o desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes, bem como para o alcance dos princípios da ODS 11 e Nova Agenda Urbana.

Diante do exposto, observa-se que o cenário atual é heterogêneo e exige o gerenciamento de soluções mais sustentáveis e inteligentes por parte dos gestores públicos que permitam, por exemplo, planejar a construção de redes cicloviárias e amplos acessos ao serviço de transporte público, com efeitos positivos a longo prazo, nas dimensões social, ambiental e econômica para os bairros e regiões urbanas de Campo Grande/MS.

Em busca da análise mais específica da distribuição dos resultados, a Figura 3 apresenta os gráficos *Blox Pot* dos indicadores urbanos, nos 74 bairros campo-grandenses. Os indicadores de estrutura cicloviária e acesso ao serviço de transporte público apresentaram valores atípicos (*outliers*), estando o intervalo não atípico dos resultados nas seguintes faixas: estrutura cicloviária (0,0%-13,8%) e acesso ao transporte público (27,7%-100,0%), demonstrando a heterogeneidade dos resultados mensurados nos distintos bairros.

Ainda, a Figura 3 indica que 50% dos valores observados, nos 74 bairros da cidade de Campo Grande/MS, estiveram compreendidos (percentis de 25 e 75%) entre as seguintes faixas: estrutura cicloviária (0,0%-5,6%) e acesso ao transporte público (70,4%-100,0%). Por sua vez, as medianas resultaram 2,8% e 96,1%, respectivamente, para a estrutura cicloviária e acesso ao transporte público.

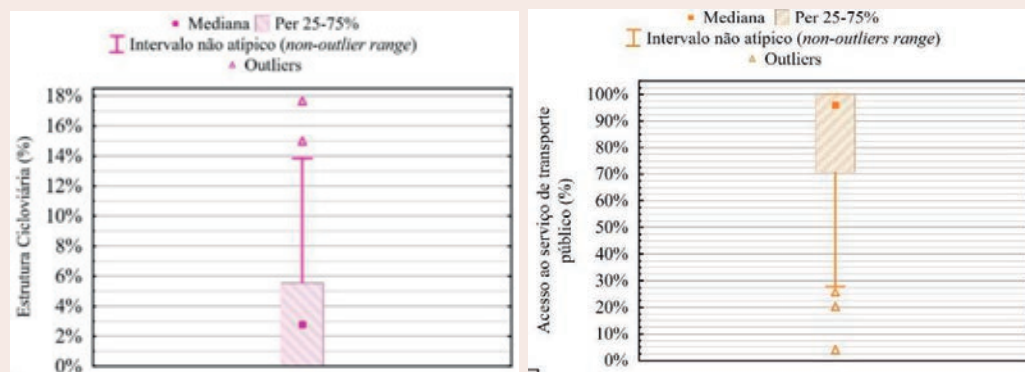


Figura 3. Gráficos blox-pot dos resultados dos indicadores urbanos.

A aplicação do teste de normalidade dos resultados, na cidade de Campo Grande/MS, indicou que os indicadores pesquisados não apresentaram distribuição normal (estrutura ciclovitária: $p < 0,05$ no teste K-S; e $p = 0,00$ no teste S-W; acesso ao transporte público: $p < 0,01$ no teste K-S; e $p = 0,60$ no teste S-W), o que justifica os resultados detalhados em valores medianos.

Ainda, para a análise de correlação entre os indicadores urbanos, procedeu-se o Teste de Correlação de Spearman (r_{sp}) com vistas a medir a intensidade da relação entre variáveis, considerando-se que são não-paramétricas (rejeitada a hipótese de distribuição normal). Para o teste de correlação, considerou-se também as variáveis “população urbana” e “densidade demográfica” dos bairros campo-grandenses, conforme apresenta a Tabela 1.

A Tabela 1 evidencia as correlações significativas nas células destacadas: diretamente (valores positivos) e inversamente (valores negativos) proporcionais. A correlação entre as variáveis “acesso ao transporte público” e “densidade demográfica” ($r_{sp} = 0,639$) apresentou relação forte e superior às demais, considerando a avaliação de Callegari-Jacques (2003).

		População urbana	Densidade demográfica	Estrutura ciclovitária	Ac. ao transp. público
População urbana	r_{sp}	1,000	0,165	0,050	-0,315
	p-value	-	0,161	0,674	0,006
Densidade demográfica	r_{sp}	0,165	1,000	0,050	0,639
	p-value	0,161	-	0,964	<0,01
Estrutura ciclovitária	r_{sp}	0,050	0,050	1,000	0,090
	p-value	0,674	0,964	-	0,445
Ac. ao transp. público	r_{sp}	-0,315	0,639	0,090	1,000
	p-value	0,006	<0,01	0,445	-

Tabela 1. Teste de Correlação de Spearman representando os valores de $R\hat{o}$ (r_{sp}) e p-value para os indicadores urbanos pesquisados. Número de variáveis analisadas (N) = 74.

A partir desse resultado, pode-se inferir que quanto maior a densidade demográfica dos bairros, maior é o acesso ao serviço de transporte público, por ônibus circular. Ou seja, o planejamento do sistema de transporte público de Campo Grande/MS proveu maior distribuição de pontos e/ou paradas de ônibus nos bairros mais povoados e, conseqüentemente, buscou abranger maior número de domicílios a uma distância de 600 metros de caminhada até essas localidades. Por sua vez o indicador estrutura cicloviária não apresentou correlação significativa com as variáveis analisadas no Teste de Correlação de Spearman. Diante do exposto, nota-se a importância da análise dos indicadores aplicados como atributos para o planejamento urbano de Cidades Sustentáveis e Inteligentes.

4. CONCLUSÕES

O indicador urbano de estrutura cicloviária caracterizou a representatividade da extensão da rede cicloviária, em relação à rede viária existente em Campo Grande/MS, com o objetivo de avaliar a estrutura (em termos de extensão adequada de ciclovias e ciclofaixas) e, conseqüentemente, maximizar a adesão à prática do ciclismo, que promove a saúde pública e benefícios ambientais. Este trabalho considerou a representatividade da rede cicloviária um aspecto essencial no desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes.

O resultado desse indicador demonstrou que Campo Grande/MS possui aspectos favoráveis, visto que o valor mediano (2,8%) aferido superou as cidades brasileiras de Belo Horizonte/MG, Recife/PE, Curitiba/PR e Rio de Janeiro/RJ, consultadas em bibliografia. Dentro do cenário nacional, Campo Grande/MS pode estar caminhando à condição de Cidades Sustentáveis e Inteligentes. O resultado promissor do indicador de estrutura cicloviária aplicado denota a existência de estratégias de desenvolvimento, em que a prioridade é baseada nos ciclistas, sendo importante a realização de estudos futuros mais específicos.

O indicador que caracterizou o acesso ao transporte público se concentrou na compreensão da equidade do acesso ao serviço na cidade, avaliando o percentual de domicílios localizados a uma distância de 600 metros de caminhada até pontos/paradas de ônibus existentes. Foi evidenciado que 3,9% (considerando a mediana da cidade - 96,1%) dos domicílios urbanos de Campo Grande/MS estão a uma distância maior de 600 metros de caminhada de pontos e/ou paradas de ônibus circular. Esse resultado denota aspectos favoráveis, considerando que a mediana (96,1%) superou à meta de serviço apontada em bibliografia. Entretanto, a não universalização da abrangência dos domicílios campo-grandenses pode representar exclusão social sob o aspecto da facilidade de acesso ao serviço de transporte público coletivo, o que evidencia a necessidade de novas estratégias quanto à temática.

Diante da distribuição heterogênea dos indicadores urbanos aplicados, tem-se que um planejamento, por parte dos gestores públicos, que vise o desenvolvimento urbano sustentável deve priorizar uma distribuição igualitária, tendo em vista que a disponibilidade de estrutura cicloviária e facilitação do acesso ao transporte pú-

blico coletivo são elementos que impactam o desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes.

Os desafios que envolvem a mobilidade urbana na construção de Cidades Sustentáveis e Inteligentes não se limitam aos indicadores de referência aplicados. Entretanto, frente aos desafios da urbanização em cidades de países em desenvolvimento, são significativos os benefícios da distribuição igualitária e adequada de estrutura cicloviária (em termos de extensão adequada de ciclovias e ciclofaixas) e da equidade do acesso ao transporte público na malha urbana, indo ao encontro do ODS 11 da Agenda 2030, preconizado pela Meta 11.2, quanto a proporcionar o acesso a sistemas de transporte acessíveis e sustentáveis para todos, bem como aos princípios da Nova Agenda Urbana da ONU.

Desse modo, observa-se que ainda há espaço para melhorias nos aspectos de cobertura espacial, considerando os indicadores estudados em Campo Grande/MS. É fundamental que as políticas públicas municipais de mobilidade e transporte agreguem ferramentas e tecnologias disponíveis para melhorar a experiência dos habitantes, na proporção em que maximizem os atributos de sustentabilidade urbana e desenvolvam medidas de inclusão social, garantindo governança e participação pública no planejamento urbano.

Assim, as lições deste trabalho almejam subsidiar a tomada de decisão dos gestores públicos municipais ao fornecer a caracterização de indicadores intimamente relacionados a aspectos de planejamento urbano. Igualmente, sugerem que o desenvolvimento urbano sustentável, em localidades de países de baixa e média renda, é desafiado pelo crescimento, geralmente desordenado, dos bairros urbanos e pelo acesso não igualitário à estrutura cicloviária e ao serviço de transporte coletivo.

Além disso, a busca pelo desenvolvimento urbano sustentável e a promoção de Cidades Sustentáveis e Inteligentes podem apoiar-se em ferramentas práticas e acessíveis à gestão pública como, por exemplo, o uso de indicadores que busquem a aplicação criteriosa de um planejamento urbano apoiado em relações sociais, ambientais e econômicas positivas para tornar as cidades em ambientes seguros, inclusivos, resilientes, sustentáveis e inteligentes, seguindo os objetivos da Agenda 2030 e princípios da Nova Agenda Urbana da ONU.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano - PLANURB. (2019). Perfil Socioeconômico de Campo Grande/MS, Mato Grosso do Sul. 26(26), 505.

Ahvenniemi, H.; Huovila, A.; Pinto-Seppä, I.; Airaksinen, M. (2017). What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities*, 60, 234-245. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.009>

Andersen, J. L. E.; Landex, A. (2008). Catchment areas for public transport. *WIT Transactions on the Built Environment*, 101, 175-184. <https://doi.org/10.2495/UT080171>

- Callegari-Jacques, S. (2003). *Estatística: princípios e aplicações*. Artmed.
- Daniels, R.; Mulley, C. (2013). Explaining walking distance to public transport: The dominance of public transport supply. *Journal of Transport and Land Use*, 6(2), 5–20. <https://doi.org/10.5198/jtlu.v6i2.308>
- Garau, C.; Pavan, V. M. (2018). Evaluating urban quality: Indicators and assessment tools for smart sustainable cities. *Sustainability (Switzerland)*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/su10030575>
- Huovila, A.; Bosch, P.; Airaksinen, M. (2019). Comparative analysis of standardized indicators for Smart sustainable cities: What indicators and standards to use and when? *Cities*, 89, 141–153.
- Litman, T.; Steele, R. (2020). *Land Use Impacts on Transport: How Land Use Factors Affect Travel Behavior*. Victoria Transport Policy Institute.
- Marchetti, D.; Oliveira, R.; Figueira, A. R. (2019). Are global north smart city models capable to assess Latin American cities? A model and indicators for a new context. *Cities*, 92(March), 197–207.
- Martins, G. P. V. (2020). *Mobilidade Urbana por Bicicleta: Aplicação do IDECiclo na Cidade de Campo Grande/MS. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia)*. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Campo Grande/MS, Brasil.
- Mobilize Brasil. (2011). *Estrutura Cicloviária*. Disponível em: <www.mobilize.org.br/estatisticas/23/estrutura-cicloviaria.html>
- Murray, A. T.; Davis, R.; Stimson, R. J., Ferreira, L. (1998). Public transportation access. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 3(5), 319–328. [https://doi.org/10.1016/S1361-9209\(98\)00010-8](https://doi.org/10.1016/S1361-9209(98)00010-8)
- Oliveira, M. C. J.; Jesus Lopes, J. C.; Garcia, J. G. de A.; Furlan, M. B.; Aramaqui, J. N. (2020). Indicadores de Uso Misto do Solo e Distribuição de Áreas Verdes Urbanas no Planejamento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes em Países em Desenvolvimento. In FEA-USP (Org.), XXII Engema. Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. ISSN: 2359-1048.
- ONU-Habitat. (2018). *Tracking Progress Towards Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable Cities and Human Settlements; SDG 11 Synthesis Report*.
- Prefeitura Municipal de Campo Grande/MS – PMCG. (2009). *Plano Diretor de Transporte e Mobilidade Urbana de Campo Grande/MS. Relatório Final B - Transporte Coletivo*. 2009.
- Prefeitura Municipal de Campo Grande/MS - PMCG. (2020). *Sistema Municipal de Indicadores de Campo Grande/MS - SISGRAN*. Disponível em: <<https://sites.google.com/view/sisgran-cg>>.
- Secchi, L. (2019). *Políticas públicas: conceitos, casos práticos, questões de concursos*. 3. São Paulo Cengage Learning Brasil.
- Silva-Martins, J. V., & Gonzales-Taco, P. W. (2020). Mobilidade urbana no contexto de cidades inteligentes: uma análise bibliométrica e de conteúdo. *Procesos Urbanos*, 7(2), e497. <https://doi.org/10.21892/2422085x.497>

- Stevenson, W. J. (2001). *Estatística Aplicada à Administração* (Editora Harbra (org.)).
- Vida, E. T. (2020). *Cidades Sustentáveis e Inteligentes: Um Olhar Sobre a Condição da Cidade de Campo Grande/MS (MS)*. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- Vida, E.T.; Jesus-Lopes, J. C (2020). *Cidades Inteligentes e Sustentáveis: Uma análise sistemática da produção científica recente*. *Revista E-Locução* 17(9).
- Warnecke, D.; Wittstock, R.; Teuteberg, F. (2019). Benchmarking of European smart cities - a maturity model and web-based self-assessment tool. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, ahead-of-p(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/sampj-03-2018-0057>
- Yigitcanlar, T.; Kamruzzaman, M.; & Teriman, S. (2015). Neighborhood sustainability assessment: Evaluating residential development sustainability in a developing country context. *Sustainability (Switzerland)*, 7(3), 2570–2602. <https://doi.org/10.3390/su7032570>
- Zacepins, A.; Kviesis, A.; Komasilovs, V.; Bumanis, N. (2019). Model for economic comparison of different transportation means in the smart city. *Baltic Journal of Modern Computing*, 7(3), 354–363. <https://doi.org/10.22364/bjmc.2019.7.3.03>.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se os incentivos recebidos da CAPES/MEC, combinados com os apoios estruturais e científicos da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

ARTIGO

RÓTULOS E SELOS AMBIENTAIS NAS COMPRAS PÚBLICAS SUSTENTÁVEIS

GOBBI, Mirna Elias

(mirna.gobbi@gmail.com)

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROARQ-UFRJ), Brasil

BASTOS, Leopoldo Eurico Gonçalves

(leopoldo.bastos@fau.ufrj.br)

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROARQ-UFRJ), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Compras públicas sustentáveis, rotulagem ambiental, análise do ciclo de vida.

RESUMO

As contratações governamentais no Brasil movimentam recursos que representam de 10 a 15% do Produto Interno Bruto. Avalia-se que as decisões sobre as compras públicas abrangem um amplo contexto cujas dimensões englobam os âmbitos social, econômico e ambiental. A fim de simplificar os processos licitatórios de compras públicas e ajudar a torná-los mais sustentáveis, os rótulos ou selos ambientais baseados em dados de Análise do Ciclo de Vida podem servir de auxílio nesse processo. O artigo tem como objetivo analisar como os rótulos e selos ambientais são utilizados nas Compras Públicas Sustentáveis (CPS), através da verificação nas legislações e normas nacionais vigentes. A metodologia do artigo constituiu-se da revisão das normas nacionais sobre sistemas de rotulagem e selos ambientais; posteriormente foi feito o levantamento das legislações oficiais, através do site oficial do governo “Portal da Legislação” sobre as legislações que abordavam os termos “sustentabilidade” e/ou “sustentável” e “Compras Públicas Sustentáveis”; por fim, foi feita a verificação de como os rótulos e selos ambientais são abordados e exigidos pelas legislações nacionais para CPS. Como resultado, verificou-se que no Brasil as legislações sobre CPS admitem apenas em casos particulares o uso de rótulos e selos ambientais. As rotulagens e selos só podem ser exigidos desde que estejam claramente justificados, relacionados com o objeto da compra e que não ocasionem restrição à participação dos demais concorrentes do certame. Foi possível concluir que os critérios utilizados para classificar bens e serviços como sustentáveis carecem de maior respaldo técnico, inclusive para que possam inserir os rótulos e selos nos processos licitatórios.

CIDADES
E SUSTENTABILIDADE:
RESILIÊNCIA,
MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é essencial para atender as necessidades e anseios da sociedade ao propor abrigo, saneamento básico, conforto, qualidade de vida, estimular o crescimento, produzir riquezas para comunidades, empresas e governos (AGOPYAN e JOHN, 2011). Ao mesmo tempo, o setor também é responsável por uma parcela significativa do consumo dos recursos naturais, incluindo energia elétrica, água e matérias-primas. Apesar de todos os benefícios, o setor construtivo também acaba por ser um dos responsáveis por uma volumosa geração de resíduos e emissões de gases de efeito estufa.

Segundo o relatório da *Global Alliance for Building and Construction* (2019) o setor de edificações e construções foi responsável por 36% do consumo de energia e 39% das emissões de CO₂ em todo o mundo no ano de 2018 (IEA, 2020). Destas emissões de CO₂, 11% foram resultado da fabricação de materiais de construção e produtos como aço, cimento e vidro (IEA, 2020). Para reduzir os impactos é fundamental que haja planejamento desde a fase de concepção das novas construções e, que sejam consideradas todas as etapas do ciclo de vida do projeto.

Por ser uma metodologia internacionalmente reconhecida e que tem como objetivo a sustentabilidade dos processos e produtos, a Análise do Ciclo de Vida (ACV) pode ser um caminho para a indústria brasileira aumentar o acesso aos mercados nos exterior. A ACV pode levar a uma maior satisfação e conscientização por parte dos consumidores que estão cada vez mais exigentes em relação ao perfil ambiental dos produtos que consomem (PASSUELLO et al., 2014). Embora seja reconhecida o potencial da metodologia de ACV, foi identificada também uma carência de estudos na área de materiais de construção no Brasil (PASSUELLO et al., 2014).

Uma das opções para popularização da ACV é através do desenvolvimento de modelos simplificados. É nesse contexto de simplificação da ACV que estão ancorados os rótulos e selos ambientais, e que podem auxiliar no incentivo a comercialização de materiais de construção nos mercados que visem a sustentabilidade dos produtos (AGOPYAN e JOHN, 2011; BERNSTEIN e ROY, 2007). A ACV tornou-se um instrumento essencial para a realização de certificação ambiental. O fluxo permanente de dados de impactos ambientais da indústria, gerados pelas certificadoras dos rótulos, permite acompanhar o desempenho ambiental de forma integrada e continua na gestão dos recursos, visando assim a melhoria dos processos.

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística indicam que as compras públicas movimentaram aproximadamente 20% do Produto Interno Bruto no ano de 2018 (IBGE, 2019). O país chegou a dispende mais de 600 bilhões de reais no período de um ano com a aquisição de bens e contratações de serviços (BRASIL, 2021a). Avalia-se que as decisões de compras públicas abrangem um amplo contexto, cujas dimensões englobam esferas de cunho social, econômica, ambiental; e induz as transformações estruturais que podem gerar impactos na produção e no consumo.

As contratações públicas podem exercer um papel fundamental na implementação de políticas públicas de fomento às inovações tecnológicas, pois mobilizam

tanto o setor governamental quanto a iniciativa privada e, conseqüentemente acabam refletindo na sociedade em geral. O Estado é o maior consumidor de materiais e serviços do país. Sendo assim, o incentivo a sustentabilidade nas compras públicas se faz necessário. A compra sustentável, é um processo por meio do qual as organizações, em suas licitações e contratações de bens, serviços e obras, deverão valorar os custos efetivos com base nas condições de longo prazo, buscando gerar benefícios à sociedade e à economia e reduzir os danos ao ambiente natural. As Compras Públicas Sustentáveis (CPS) por sua vez, são as compras realizadas pelo Estado e que incorporam requisitos de sustentabilidade. As CPS contribuem para que o Estado alcance os objetivos do desenvolvimento sustentável e ao mesmo tempo satisfaça as necessidades de bens e serviços para a realização de suas atividades, obtendo o melhor valor para o dinheiro dispendido (ABREU, 2016).

Em diversos países as ACV já são utilizadas em políticas públicas, como por exemplo no México, no Peru e no Chile, onde são obrigatórias na legislação de biocombustíveis (COELHO FILHO et al., 2016). Na Alemanha, a ACV serve de orientação para cotas obrigatórias de reuso e reciclagem de resíduos. O governo alemão possui a legislação “*Life-Cycle and Waste Management Act*” onde estabelece metas e cronogramas para a indústria implementar programas de ciclo de vida para diversos produtos (UMWELTBUNDESAMT, 2021).

Na França os estudos de ACV orientam as certificações e rótulos ambientais para os produtos industrializados. O país concede o rótulo ambiental “*NF- Environment*”, baseado em critérios desenvolvidos a partir das informações dos inventários dos ciclos de vida e que são verificados por organismos independentes. A certificação “*NF- Environment*” atesta a conformidade de produtos e serviços de acordo com documentos normativos franceses, europeus e outras documentos internacionais (CHEREBE, 1998; NF CERTIFICATION, 2021).

Os rótulos ambientais relacionados com as políticas públicas estão consolidados em nível Europeu. O “Manual de Contratos Públicos Ecológicos” define os critérios para compras de determinados produtos e serviços com base em rótulos ecológicos já existentes, além de informações sobre os ciclos de vida de produtos em toda a Europa (CHERUBINI e RIBEIRO, 2015; ABREU, 2016). Embora o Brasil apresente um “Guia de Compras Públicas Sustentáveis para a Administração Federal” que evolui gradualmente, não conta um sistema de rotulagem ambiental público ou governamental (BRASIL, 2010b).

Ocorrem nas compras públicas iniciativas independentes e uma crescente utilização de selos estrangeiros, tais como, o FSC - Forest

Stewardship Council e LEED - Leadership in Energy and Environmental Design, de formas indiretas. Outra iniciativa existente é o projeto SPPEL - Sustainable Public Procurement and Ecolabelling do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). O programa tem o objetivo de estimular o uso simultâneo de duas ferramentas que favorecem o aperfeiçoamento de padrões de produção e consumo sustentáveis - 'Compras Públicas Sustentáveis' e 'Rotulagem Ambiental', tendo o Brasil um dos países escolhidos para a implantação

2. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo analisar como os rótulos e selos ambientais são utilizados nas Compras Públicas Sustentáveis nacionais, através da verificação de legislações e normas vigentes. Ou seja, pretende-se investigar de que forma a administração pública adota os mecanismos de rótulos e selos ambientais.

3. METODOLOGIA

Para cumprir com o objetivo, foram cumpridas as seguintes etapas metodológicas:

- i. Revisão sistemática das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que dispõem sobre ACV, sistema de rotulagem e selos ambientais:
 - a. NBR ISO 14040:2014 - Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura;
 - b. NBR 14044:2014 - Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e orientações;
 - c. NBR 14020:2001 - Rótulos e declarações ambientais - Princípios Gerais;
 - d. NBR 14021: ABNT NBR ISO 14021:2017 - Rótulos e declarações ambientais - Autodeclarações ambientais (rotulagem do tipo II);
 - e. NBR 14024:2004 - Rótulos e declarações ambientais - Rotulagem ambiental do tipo I - Princípios e procedimentos
 - f. NBR 14025:2015 - Rótulos e declarações ambientais - Declarações ambientais de Tipo III - Princípios e procedimentos.
- ii. Levantamento e análise das legislações oficiais¹ que contenham os seguintes termos:
 - A. "sustentabilidade" e/ou "sustentável"; e
 - B. "compras públicas sustentáveis";

¹ As legislações foram consultadas através do site "Portal da Legislação", pertencente ao Governo Federal. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao/>>.

Verificação de como os sistemas de rotulagem e/ou selos ambientais são abordados e exigidos nas legislações sobre CPS.

4. RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA E O SISTEMA DE RÓTULOS E SELOS AMBIENTAIS NO BRASIL

As normas ISO 14040 e 14044 dispõem sobre a ACV, princípios, estruturas e orientações para o desenvolvimento dos estudos futuros. A certificação ambiental também atende aos crescentes requisitos de transparência de informações que surgem de legislações cada vez mais restritivas sobre como estas devem ser transmitidas aos consumidores. A série de padrões ISO 14020 (2000) estabeleceu três tipos de rótulos e selos ambientais². Buscando clarificar as normas que abordam a metodologia da ACV e os diferentes tipos de rótulos ambientais, foi estabelecido o Quadro 1.

Norma	Descrição	Características
NBR ISO 14040	Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura	Especifica a estrutura geral, princípios e requisitos para conduzir e relatar estudos da avaliação do ciclo de vida. A norma não descreve a técnica da avaliação do ciclo de vida em detalhes, apenas orienta os princípios norteadores do método.
NBR ISO 14044	Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e orientações	Especifica a estrutura geral, princípios e requisitos para conduzir e relatar estudos da avaliação do ciclo de vida. Diferencia-se da 14040, pois descreve as fases da ACV, servindo como base de orientação para estudos que visam servir de comunicação entre empresas, quanto para mercados consumidores.
NBR ISO 14020	Rótulos e declarações ambientais - Princípios	estabelece princípios orientadores para o desenvolvimento e uso de rótulos e declarações ambientais. Pretende-se que outros padrões aplicáveis na série ISO 14020 sejam usados em conjunto com padrões internacionais.
NBR ISO 14021	Rótulo do Tipo II	São autodeclarações ou reivindicações espontâneas, feitas pelos próprios fornecedores ou fabricantes, sem avaliações de terceiros e sem a utilização de critérios preestabelecidos.
NBR ISO 14024	Rótulo do Tipo I	Concedidos e monitorados por uma terceira parte independente (programas de terceira parte), como órgãos governamentais ou instituições reconhecidas - são geralmente mais bem aceitos por parte do consumidor, devido à sua maior isenção e confiabilidade.
NBR ISO 14025	Rótulo do Tipo III	São também verificados e consideram a avaliação de todo ciclo de vida do produto - análise do ciclo de vida (ACV), também chamada de análise "berço ao túmulo". Não têm padronização a alcançar, contudo, são os mais sofisticados e complexos quanto à implantação, pois exigem extensos bancos de dados para avaliar o produto em todas as suas etapas, fornecendo a dimensão exata dos impactos que provocam.

Quadro 1. Tipos de selos ou rótulos ambientais segundo a classificação da NBR ISO.

Fonte: Adaptado de Moura (2013).

² Ao serem incorporadas e adaptadas para os padrões brasileiros, conforme determinado pela ABNT, as normas passaram a receber o prefixo NBR.

A NBR ISO 14040 e NBR ISO 1044 possuem adesão não compulsória, porém uma vez introduzidas no modelo de negócio além de estimular a prática da responsabilidade socioambiental também permite que as organizações consolidem sistemas de gestão ambiental e pleiteiem a certificação junto a um organismo competente (OLIVEIRA e MAHLER, 2018). O certificado emitido decorrente desse processo passou a ser chamado de “passaporte verde”, que vem sendo amplamente utilizado no mercado internacional. Isso se deve ao fato de que um sistema de gestão devidamente certificado pode contribuir efetivamente no controle das emissões do processo de fabricação, possibilitando o monitoramento, a implementação de melhorias e a redução do impacto ambiental.

As normas da série ISO 14000 são um instrumento prescritivo, ou seja, as têm como preocupação descrever “o que fazer”, mas não indica “como fazer”, cabendo a cada organização interessada buscar mecanismos para padronizar, documentar e gerenciar os processos de trabalho próprios. Ou seja, as normas são guias de boas práticas para diferentes tipos de organizações, tamanhos e setores, que buscam mecanismos capazes de reduzir o impacto ambiental decorrente dos processos de fabricação ou transformação de produtos e serviços (OLIVEIRA e MAHLER, 2018). Espera-se que ao final da implantação dos princípios propostos pelas normas as organizações sejam capazes de dar visibilidade e transparência de suas ações junto à sociedade.

Quanto aos benefícios conferidos em particular de cada tipo de rótulo, a rotulagem tipo I, ou selos verdes (ou *ecolabels*) são relevantes, pois estabelecem a comparação entre produtos de uma mesma categoria, e consideram os diferentes impactos ambientais acarretados ao longo de todas as etapas do processo produtivo (MOURA, 2013; NBR ISO 14024:2004).

A rotulagem do tipo II é a mais conhecida e difundida por ser encontrada em embalagens de alimentos, materiais de limpeza e higiene. São autodeclarações ou reivindicações espontâneas, que podem ser feitas pelos próprios fornecedores, fabricantes, importadores, distribuidores, varejistas ou por qualquer pessoa que possa se beneficiar delas, sem avaliações de terceiros e sem a utilização de critérios preestabelecidos (MOURA, 2013; NBR ISO 14021:2017). A falta de verificação independente pode gerar desconfiança nos consumidores com em relação às informações apresentadas.

As declarações ambientais do tipo III, são mais conhecidas como Declarações Ambientais de Produtos (DAP), ou em inglês “*Environmental Product Declarations*” também têm por objetivo conceder informações adicionais sobre os aspectos ambientais dos produtos; auxiliar compradores e usuários a fazer comparações fundamentais entre os produtos; e incentivar a melhoria do desempenho ambiental (MINKOV et al., 2015; NBR ISO 14025:2015). As DAP têm suas informações obtidas através de estudos de ACV.

4.2 COMPRAS PÚBLICAS SUSTENTÁVEIS E O USO DE RÓTULOS E SELOS AMBIENTAIS

SESSÃO 7
CIDADES
E SUSTENTABILIDADE:
RESILIÊNCIA,
MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE

O Estado vem desenvolvendo iniciativas que incentivam as CPS nas últimas décadas. Através do levantamento feito na base do site “Portal da Legislação”, conforme descrito na etapa ii da metodologia, foram encontradas legislações que incentivavam as compras públicas no sentido de adoção de critérios sustentáveis nos processos licitatórios. Os documentos encontrados na busca estão apresentados no Quadro 2.

A partir do que foi levantado sobre as legislações que visam a CPS, observou-se que quase todas adotam em seus textos o incentivo a adoção de critério de sustentabilidade nas compras públicas. É necessário destacar que, embora a “Política Nacional sobre Mudança do Clima” estabeleça critérios de incentivo aos uso racional dos recursos ambientais, não há qualquer menção a outras esferas relativas à sustentabilidade (econômica e social).

Também foi possível constatar que apenas duas legislações (Instrução Normativa nº 01, de 19 de janeiro de 2010; e o Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012) faziam menção quanto ao uso de rotulagem e selos ambientais nos processos licitatórios de CPS. Em ambos os casos os rótulos e selos ambientais foram incentivados, porém não de forma obrigatória, ou seja, poderiam ser adotados para a comprovação dos critérios.

Quando incentivados e/ou previstos, os rótulos e selos ambientais foram utilizados como uma ferramenta a mais do processo de comprovação de requisito, ou seja, não de forma única, e não poderia ser um impeditivo a restrição de participação de um concorrente no certame.

Leis consultadas	Incentivo a sustentabilidade	Incentivo ao uso de rotulagem e/ou selo ambiental
1988 Constituição Federal de 1988	X	-
Lei 12.187/2009 Política Nacional sobre Mudança Climática	-	-
Lei 12.305/2010 Política Nacional de Resíduos Sólidos	X	-
Instrução Normativa nº 01, de 19 de janeiro de 2010 Estabelece critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências	X	X
Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012 Estabelece critérios, práticas e diretrizes para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal, e institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública - CISAPI	X	X

Quadro 2. Leis consultadas.

Fonte: Produzido pelos autores (2021).

Nos itens subseqüentes são apresentados os pontos em que cada legislação incentiva a adoção de critérios que visam a sustentabilidade e se, de alguma forma, também houve o incentivo ou adoção de rótulos ou selo ambientais.

4.2.1 Constituição Federal de 1988

O primeiro documento analisado foi a Constituição Federal (1988), que determina no artigo 225 (p. 131). Segundo este artigo, todos têm direito a um ambiente ecologicamente equilibrado, e que é dever do poder público assegurar esse direito as presentes e futuras gerações. O artigo ainda estabelece que para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente.

A Constituição Federal (1988) ainda elenca os princípios da ordem econômica em seu artigo 170, a livre concorrência, a defesa do consumidor e a defesa do meio ambiente, deixando claro que o objetivo é assegurar os três pilares da sustentabilidade (social, ambiental e econômico). Para tanto, prevê inclusive a possibilidade de tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação (UNEP, 2016).

4.2.2 Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei 12.187/2009)

Estabelece, como um dos instrumentos da política, a adoção de critérios de preferência nas licitações as propostas que propiciem maior economia de energia, água e outros recursos naturais e, redução da emissão de gases de efeito estufa e de resíduos.

4.2.3 Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010)

Determina, em seu artigo 7, inciso XI, a prioridade nas aquisições e contratações de produtos reciclados e recicláveis, bem como de bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis.

4.2.4 Instrução Normativa nº 01, de 19 de janeiro de 2010

Estabelece que sejam observados os requisitos ambientais para a obtenção de certificação do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) como produtos sustentáveis ou de menor impacto ambiental em relação aos seus similares. A comprovação pode ser feita mediante apresentação

de certificação (rotulo ambiental) emitida por instituição pública oficial ou instituição credenciada, ou por qualquer outro meio de prova que ateste que o bem fornecido cumpre com as exigências do edital.

4.2.5 Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012

O decreto estabelece critérios e práticas para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional e pelas empresas estatais dependentes, e institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública Federal.

Ainda admite a comprovação do atendimento aos requisitos estabelecidos no instrumento convocatório mediante certificações. A certificação não pode ser exigida como única forma de comprovação, pois poder-se-ia argumentar a restrição a livre concorrência. Mas podem ser aceitas como complementares a comprovação de conformidade. A partir disso é possível, portanto, concluir que incluir nas especificações os requisitos (em todo ou em parte) utilizados para atribuição de certificações ou rótulos ambientais já existentes é considerado aceitável, desde que os rótulos não sejam a única forma de comprovação de conformidade.

O decreto também estabelece diretrizes de sustentabilidade a serem observadas nas compras e contratações, tanto com relação aos componentes de um produto como às condições de execução de um serviço, de forma a minimizar os impactos ambientais. Além de reforçar uma tendência mundial crescente da utilização de sistemas de certificação e rotulagem socioambiental como ferramentas para comprovação do atendimento dos requisitos de sustentabilidade preconizados pela legislação.

5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o governo brasileiro vem procurando ao longo da implementação das políticas de compras incorporar tendências que visem uma maior preocupação com questões ambientais. Embora as políticas de CPS ainda não sejam abundantes, elas estão amparadas junto a legislações pertinentes. Este é o caso da definição de critérios de sustentabilidade para aquisição, contratação de bens, serviços, da incorporação de metodologias de ACV.

As CPS são entendidas como vantajosas e possuem experiências com resultados favoráveis. Deve-se reconhecer que ainda existem alguns obstáculos práticos para sua implementação, tais como a

percepção de maiores custos, as restrições à competitividade e as ofertas insuficientes nos processos licitatórios, a falta de conhecimento por parte dos licitantes sobre o meio ambiente, bem como sobre a elaboração de critérios de sustentabilidade, e outros obstáculos resultantes da cultura organizacional.

No caso das CPS, há algumas limitações legais ao se requerer rótulos ou selos ambientais. Os rótulos e selos ambientais só podem ser exigidos desde que estejam claramente justificados, relacionados com o objeto da compra e que não ocasionem restrição à participação. Os critérios utilizados para classificar bens e serviços como sustentáveis carecem de maior respaldo técnico. Dessa forma, é necessário que o processo de classificação conte com a experiência e conhecimentos de instituições, profissionais especializados, setor acadêmico, órgãos governamentais atuantes na regulação do mercado, organismos normalizadores e certificadores, dentre outros.

A necessidade de conhecimentos técnicos crescentes a respeito dos produtos ou serviços, que frequentemente extrapolam o conhecimento que seria razoável esperar das pessoas envolvidas com os procedimentos de compras. É neste contexto que pode ser sugerido o uso de rótulos e certificações como ferramentas facilitadoras do processo de CPS.

Os critérios de sustentabilidade de uma CPS podem ser estabelecidos de acordo com indicadores dos rótulos, selos ambientais e certificações já disponíveis no mercado é necessário, no entanto, que mais normais e legislações adotem esses sistemas e que incentivem um consumo de bens e produtos com essas características.

A medida em que cada vez mais produtos passarem por processo de certificação, selo e rotulagem ambientais, maiores as chances de que a indústria da construção evolua no sentido de estabelecer padrões cada vez mais alinhados com os critérios de sustentabilidade e um padrão internacional de comercialização.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ISO/TR 14047** - Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Exemplos ilustrativos de como aplicar a ABNT NBR ISO 14044 a situações de avaliação de impacto. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12962** - Extintores de incêndio – Inspeção e manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5410** - Instalações elétricas de baixa tensão (2004) – Versão Corrigida 2008. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7480** - Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14020** - Rótulos e declarações ambientais - Princípios Gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14021** - Rótulos e declarações ambientais – Autodeclarações ambientais (rotulagem do tipo II). Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14024** - Rótulos e declarações ambientais – Rotulagem ambiental do tipo I - Princípios e procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14025** - Rótulos e declarações ambientais – Declarações ambientais de Tipo III - Princípios e procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040**. Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estruturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14044**. Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ABREU, J. A. A. K. P. **Paper Brasil: considerações e recomendações para as Compras Públicas Sustentáveis no Brasil: Projeto Sustainable Public Procurement and Ecolabelling**. Rio de Janeiro: European Commission, 2016.
- AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil. Série Sustentabilidade, Vol. 5. São Paulo: Ed. Blucher. 2011.
- BERNSTEIN, L.; ROY, J. Industry. Contribution of working group III. In: **Climate change 2007: Mitigation**. v. 7, p. 447-496, 2007.
- BRASIL. (2009). **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm>. Acesso em: 03 mai. 2021.
- BRASIL. (2010a). **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 03 mai. 2021.
- BRASIL. (2010b). Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Guia de Compras Públicas Sustentáveis para a Administração Federal**. Disponível em: <http://www.gespublica.gov.br/sites/default/files/documentos/guias_de_compras_publicas_sustentaveis_para_apf.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2021.
- BRASIL. (2010c) Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Instrução Normativa nº 01, de 19 de janeiro de 2010**. Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências.

Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MPOG/IN0001-190110.PDF>>. Acesso em: 05 mai. 2021.

BRASIL. (2012a). **Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012**. Regulamenta o art. 3º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, para estabelecer critérios e práticas para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional e pelas empresas estatais dependentes, e institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública – CISAP. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7746.htm>. Acesso em: 14 abril 2021.

BRASIL. (2012b). Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro. **Portaria n.º 210, de 01 de novembro de 2005 de 2012**. Certificação de Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC000980.pdf>>. Acesso em: 22 abril 2021.

BRASIL. (2021a) Ministério do Meio Ambiente. **Compras Públicas Sustentáveis**. Disponível em: <<http://a3p.mma.gov.br/compras-publicas-sustentaveis/>>. Acesso em: 28 abril 2021.

BRASIL. (2021b). Ministério do Planejamento. **Compras e inovação**. Disponível em: <<http://cpsustentaveis.planejamento.gov.br/compras-e-inovacao>>. Acesso em 28 abril 2021.

BRASIL. (2021c). Tribunal de Contas da União. **Compras Públicas Sustentáveis no contexto da Agenda 2030 e dos ODS**. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/data/files/51/17/D3/FD/F34FC5108BCB7CC51A2818A8/Painel%201.%20As%20compras%20p%C3%BAblicas%20no%20contexto%20dos%20ODS%20-%20PNUMA.pdf>>. Acesso em: 03 maio 2021.

BRASIL. Senado Federal. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016.

CAVALCANTI, D.; OLIVEIRA, G.; AVIGNON, A.; SCHNEIDER, H.; TABOUL-CHANAS, K. (2017). **Compras públicas sustentáveis - Diagnóstico, análise comparada e recomendações para o aperfeiçoamento do modelo brasileiro**. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL). Disponível em: <https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/41009/S1601328_pt.pdf>. Acesso em: 03 mai 2021.

CHEREBE, J. R. B. **Análise do Ciclo de Produtos. Ferramenta gerencial da ISO 14000**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1998.

CHERUBINI, E; RIBEIRO, P. T. **Diálogos setoriais Brasil e União Europeia: desafios e soluções para o fortalecimento da ACV no Brasil**. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – Ibitc, Brasília, 2015. ISBN: 978- 85-7013-105-8.

COELHO FILHO, O.; SACCARO JUNIOR, N. L.; LUEDEMANN, G. **A avaliação de ciclo de vida como ferramenta para a formulação de políticas públicas no Brasil**. Texto para discussão. IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília, junho 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). **Participação da despesa de consumo das administrações públicas em relação ao produto interno bruto**. Disponível em: <<https://serie-sestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=12&op=0&vcodigo=SCN34&t=participacao+despesa+consumo+administracoes-publicas-brem>>. Acesso em: 21 abril 2021.

IEA - International Energy Agency. (2019) **Global Status Report for Buildings and Construction 2019. Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector**. Disponível em: <worldgbc.org/sites/default/files/2019%20Global%20Status%20Report%20for%20Buildings%20and%20Construction.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2020.

MINKOV, N.; SCHNEIDER, L.; LEHMANN, A.; FINKBEINER, M. Type III Environmental Declaration Programmes and harmonization of product category rules: status quo and practical challenges. **Journal of Cleaner Production**, n. 94, p. 235-246, 2015.

MOURA, A. M. M. As Compras Públicas Sustentáveis e sua evolução no Brasil. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, jan-jun, 2013.

NF CERTIFICATION. **Why use or recommend NF?** Disponível em: <<https://marque-nf.com/en/>>. Acesso em: 20 abril 2021.

OLIVEIRA, S. B.; MAHLER, C. F. **Avaliação do Ciclo de Vida dos Produtos. Uma introdução**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2018. IBSN: 978-85-399-0959-9.

PASSUELLO, A. C. B.; OLIVEIRA, A. F. de; COSTA, E. B. da; KIRCHHEIM, A. P. Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida na análise de impactos ambientais de materiais de construção inovadores: estudo de caso da pegada de carbono de clínqueres alternativos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 7-20, out./dez. 2014. ISSN 1678-8621.

SPPEL – *Sustainable Public Procurement and Ecolabelling*. UNEP - United Nations Environment Programme. **Sustainable Public Procurement and Ecolabelling**. Disponível em: <<https://www.unep.org/pt-br/node/23751>>. Acesso em: 22 abril 2021.

UMWELTSBULDESAMT. **Abfallwirtschaft in Deutschland**. Disponível: <<https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft>>. Acesso em: 20 abril 2021.

UNEP - United Nations Environment Programme – Comissão Europeia (2016). **“Arcabouço jurídico para Compras Públicas Sustentáveis no Brasil e o Uso de Rotulagem e Certificações”**. Disponível em: <<https://www.oneplanetnetwork.org/resource/arcabouco-juridico-para-compras-publicas-sustentaveis-no-brasil-e-o-uso-de-rotulagem-e>>. Acesso em: 12 abril 2021.

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

ARTIGO

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES CONSTRUTIVAS DOS PROJETOS DE INFRAESTRUTURA URBANA

ARAÚJO, Adolpho Guido de
(adolphoguido@hotmail.com)

*Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil
Universidade de Pernambuco (UPE), Brasil*

CARNEIRO, Arnaldo Manoel Pereira
(arnaldo.carneiro@ufpe.br)

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil

PALHA, Rachel Perez
(rachel.palha@ufpe.br)

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Desenvolvimento urbano, construção civil, sustentabilidade, métodos quantitativos.

RESUMO

Os projetos da indústria da construção modificam os ambientes naturais e promovem o desenvolvimento sócio-econômico das regiões, porém essas mudanças proporcionam aspectos ambientais. O objetivo deste estudo é comparar o desempenho ambiental de seis atividades construtivas durante a fase de pré-construção em um projeto de infraestrutura urbana usando uma metodologia quantitativa para avaliação dos aspectos ambientais voltada para esta fase. O desempenho ambiental das atividades construtivas foi avaliado e através da operação matricial dos critérios ambientais de duração e gravidade foi apontada a quantificação total de cada um dos dez aspectos ambientais. Os resultados obtidos revelaram que o aspecto de maior impacto ambiental foi a emissão de gases do efeito estufa, totalizando 61 pontos, seguido do uso de energia com 56 pontos. Entre as seis atividades construtivas avaliadas pelo critério gravidade - Terraplenagem, Sistema de drenagem pluvial e Meio fio - obtiveram escore máximo na escala intervalar. Para o critério duração as atividades construtivas de pavimentação e de meio fio obtiveram maiores durações no cronograma promovendo uma alta Emissão de Gases do Efeito Estufa por um longo período de tempo. Possivelmente, esta proposta inova os modelos de avaliação do desempenho ambiental dos projetos de infraestrutura urbana e alerta os gerentes de projetos, ainda na fase de pré-construção, quanto as atividades mais impactantes, com possibilidades reais de tomadas de decisões antecipadas para eliminar, reduzir, mitigar ou aceitar os possíveis impactos ambientais durante a fase de construção.

CIDADES
E SUSTENTABILIDADE:
RESILIÊNCIA,
MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE

1. INTRODUÇÃO

A evolução da indústria da construção, na maioria dos países, teve por finalidade o desenvolvimento econômico das regiões (KRAJANGSRI; PONGPENG, 2017), visto que o progresso sócio-econômico é diretamente proporcional ao aumento da produção pela indústria da construção (MEDINECKIENĖ et al., 2010), permitindo melhorias nas condições básicas de vida urbana (ZHANG et al., 2014). As práticas e os métodos de desenvolvimento das infraestruturas, frequentemente, se concentram nas soluções de otimização de custos e prazos do processo construtivo (SHAHTAHERI et al., 2018).

As atividades da indústria da construção transformam os ambientes naturais e promovem o desenvolvimento sócio-econômico (ISO 15392, 2008), e essas mudanças geram aspectos ambientais significativos como consumo de recursos naturais, resíduos, emissões de gases, acidentes de trabalho e ruídos (BORJA et al., 2018). Projetos de construção em países em desenvolvimento proporcionam impactos profundos nas comunidades (BANIHASHEMI et al., 2017). O campo da gestão ambiental precisa de informações de qualidade e exatidão para permitir uma maior eficácia na identificação dos efeitos ambientais (MURPHY; NAHOD, 2017), já que os desafios atuais não se restringem à qualidade, ao tempo e ao custo, mas também envolvem as questões ambientais (CHRISTINI et al., 2004). E para responder aos problemas ambientais, os governos precisam promover construções sustentáveis em seus futuros processos de urbanizações (CHANG et al., 2016), principalmente nos projetos de infraestrutura urbana que necessitam de métodos analíticos para quantificação de seus impactos ambientais (ARAÚJO et al., 2020a).

O objetivo deste estudo foi comparar o desempenho ambiental de seis atividades construtivas durante a fase pré-construção utilizando uma metodologia quantitativa para avaliação dos aspectos ambientais em projetos de infraestrutura urbana na fase pré-construção através da utilização de critérios objetivos, tais como: duração e gravidade, dos quais seis atividades construtivas e dez aspectos ambientais foram avaliados (ARAÚJO et al., 2020b). Por conseguinte, este artigo está estruturado em cinco seções. Uma introdução compacta. Na seção 2, apresenta-se detalhadamente o modelo metodológico. A seção 3 são os resultados com validação do modelo; 4 e 5 foram reservadas pelos autores para as apresentações da discussão e conclusões, respectivamente. Devido à abrangência do tema, delimitou-se o escopo desta investigação na fase pré-construção de um projeto de infraestrutura urbana.

2. METODOLOGIA

Primeiramente, as seis atividades construtivas das obras de infraestrutura e os dez aspectos ambientais foram investigados/selecionados, sendo eles: Partículas totais em suspensão (PTS); Emissão de gases do efeito estufa (GEE); Poluição Sonora (PS); Alteração do Solo (AS); Poluição do Solo (PSOLO); Poluição das Águas (PA); Uso de recurso e matéria prima (URMP); Resíduo da construção e demolição (RCD); Uso da Água (UA); Uso de energia (UE). Em seguida, houve a escolha dos critérios ambientais - duração e gravidade - que ocorreu pela importância e possibilidade de serem extraídos dos documentos da fase pré-construção. Para o critério duração, os valores foram obtidos em dias úteis de execução das seis atividades

construtivas, foi verificado o período de impacto. O critério gravidade foi calculado para os dez aspectos ambientais externalizados nas seis atividades construtivas (Quadro 01). Os dados para o critério duração foram obtidos no cronograma do projeto e os dados do critério gravidade foram obtidos no orçamento através da quantidade das atividades construtivas. Todos os cálculos foram processados no programa *Microsoft Excel*®.

Aspecto Ambiental	Memória de Cálculo (Equações)	Fonte
PTS (gramas)	Taxa Emissão de Combustível = É o fator de emissão de PTS versus consumo	Jung et al. (2019); USEPA (1998)
	Taxa Emissão Rodoviária (caminhão basculante; não pavimentada) = É a divisão do fator de emissão (9,4241g) pela quantidade de veículos versus Km percorrido	
	Taxa Emissão Rodoviária (outros equipamentos; não pavimentada) = É a divisão do fator de emissão (0,000712 g) pela quantidade versus cargas	
	Taxa Emissão de Carga/Descarga (carga e descarga do solo) = É a divisão do fator de emissão (0,000318 g) pela quantidade versus carga	
GEE (KgCO ₂ e)	$GEE(\text{materiais}) = \text{Quantidade de material} \times \text{Fator de Emissão}$	EPA (2016); Yim et al. (2018)
	$GEE(\text{transporte}) = (Q_i \times E_l \times D_i \times F_e) / 5$	
PS (dB)	$r - 8 + \Delta L$ $\left(10^{\frac{Lp1}{10}} + 10^{\frac{Lp2}{10}} + \dots + 10^{\frac{Lpn}{10}} \right)$	Haron et al. (2012); Lee et al. (2017)
AS (%)	$= \left(\frac{\text{Área de Preservação}}{\text{Área da Atividade}} \right) * 100$	Araújo et al. (2020b); Li et al. (2018); Qu e Long (2018); Wu et al. (2018)
PSOLO (mg/m ²)	$= \frac{0,01\% * \text{Quantidade total material}}{\text{Área Total do Empreendimento}}$	Araújo et al. (2020b); Eikelboom et al. (2001)
PA (%)	$= \left[\left(\frac{\text{Área de Preservação}}{\text{Área da Atividade}} \right) * \text{Precipitação local} \right] * 100$	Araújo et al. (2020b); Belayutham et al. (2016)
URMP (impacto total)	$URMP = \text{Total do material} * \text{Coeficiente de Impacto}$	Thomas et al. (2017)
RCD (t)	$RCD = \text{Total do material} * \text{Índice de Perda em}$	Li et al. (2016)
UA (litros)	$UA = (\text{Intensidade de água}) * \text{Quantidade de material}$	Araújo et al. (2020b); Souza et al. (2015); Treloar (1997)
UE (Mj)	$UE_{\text{material}} = \text{Fator de Energia Embutida} * \text{Quantidade de material}$	Paulsen e Spoto (2013); Teodoro (2017)
	$UE_{\text{transporte}} = \text{Quantidade transp.} * D_i * \text{Consumo Energético de transp.}$	

Nota: Qi: Quantidade em quilometro; El (l): Consumo de combustível em litros; Di: Distância em Km; FE (KgCO₂e/m³): Fator de emissão de gases do efeito estufa por quilometro; Lp: Nível de pressão sonora no receptor; LW: Nível de pressão sonora da fonte; r (m): distância da fonte ao receptor em metro; Desvio padrão da pressão sonora; La eq: Pressão sonora acumuladas das fontes em decibéis.

Quadro 1. Memória de cálculo da gravidade.

Fonte: Os Autores.

Os resultados quantitativos dos critérios foram transformados em escala de intervalos de cinco pontos para possibilitar cálculo adimensional. A operação matricial estabeleceu o resultado final do modelo. E, finalmente a comparação dos resultados de seis atividades construtivas recorrentes nos projetos de infraestrutura urbana.

O cálculo do nível de impacto ambiental do projeto foi realizado através da multiplicação das matrizes “A” e “B”, onde os resultados dos critérios ambientais foram convertidos em escala de intervalos de cinco pontos de modo a permitir a operação matricial. O cálculo da escala foi determinada pela faixa de frequência, calculada pela maior pontuação, menos a menor pontuação e seu resultado dividido por cinco. O intervalo “1” foi indicado pelo menor valor, os demais intervalos foram as somas da pontuação anterior somado da faixa de frequência determinada. E o intervalor “5” foi indicado pelos valores maiores do limite superior do intervalo “4”, de acordo equação (1).

$$FI = \frac{MAV - MEV}{5} ; \text{ Logo: FI somado a partir do menor valor} \quad (1)$$

Onde:

- FI: Faixa de Intervalo;
- MAV: Maior Valor;
- MEV: Menor Valor.

A fórmula para cálculo dos aspectos ambientais do projeto utilizou os dois critérios ambientais quantificáveis: duração e gravidade. Para os cálculos de “Duração” utilizou-se as informações precisas de prazo no documento do cronograma; e para os cálculos da “Gravidade”, adotou-se as informações de quantidade nos documentos: projetos, orçamentos e planejamentos aplicado a metodologia de quantificação desenvolvida por Araújo et al. (2020b). E através de operações matriciais determinaram as quantificações totais dos aspectos ambientais para caso real utilizado, conforme equação matricial (2).

$$\begin{pmatrix} \dots & : & \text{MATRIZ "A" } 1 \times 6 & : & \text{Linha: Duração} & \text{Colunas: Atividades} \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} \dots & : & \text{MATRIZ "B" } 6 \times 10 & : \\ \text{Linha: Atividades} & \text{Colunas: Aspectos} & & \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \dots & : & \text{MATRIZ "C" } 1 \times 10 & : \\ \text{Linha: Total} & \text{Colunas: Aspectos} & \dots & \end{pmatrix} \quad (2)$$

Onde:

- MATRIZ “A”: Matriz da duração;
- MATRIZ “B”: Matriz da gravidade;
- MATRIZ “C”: Quantificação Total dos Aspectos Ambientais.

Esta metodologia foi aplicada em um projeto experimental de desenvolvimento urbano. Este projeto é um loteamento urbano que envolve um projeto de urbanização popular localizado em Santana do Ipanema/AL.

3. RESULTADOS

3.1 DURAÇÃO DAS ATIVIDADES CONSTRUTIVAS

A Matriz A referente a duração do projeto foi determinada pela faixa de frequência, calculada pela maior duração com 600 dias, menos o menor duração com 120 dias e seu resultado dividido por cinco, resultando em 96 dias. O intervalo “1” foi indicado pela atividade de menor duração com 120 dias, os demais intervalos foram as somas das pontuação anteriores somado da faixa de frequência determinada. Os intervalos das escalas foram: intervalo “1” onde as atividades foram curtas (duração ≤ 120 dias); intervalo “2” onde as atividades ($120 < \text{duração} \leq 216$); intervalo “3” onde as atividades ($216 < \text{duração} \leq 312$); intervalo “4” onde as atividades ($312 < \text{duração} \leq 408$) e intervalo “5” onde as atividades (duração > 408).

3.2 GRAVIDADE DOS ASPECTOS AMBIENTAIS

Os resultados do caso real para critério gravidade apontaram os aspectos ambientais mais significativos entre as atividades desenvolvidas no projeto. As informações obtidas nos cálculos das gravidades dos aspectos ambientais podem ajudar aos *stakeholders* do projeto na visualização dos possíveis aspectos ambientais e suas quantidades. Estes resultados demonstraram uma coerência e sinergia entre os aspectos ambientais extremamente importantes. Ficaram evidente os links provenientes da cadeia de produção da construção civil, durante: as utilizações dos equipamentos produziram externalidades como emissões ao ar; as realizações das atividades e processos construtivos proporcionaram lançamentos para o solo e para a água; e as extrações/aplicações dos materiais de construções geraram os altos índices de perdas intimamente ligados à geração de resíduos e uso da matéria-prima.

O quadro 02 apresenta os resultados da quantificação dos aspectos ambientais das atividades construtivas do caso real. Dessa forma, os gestores de obras podem obter informações preditivas dos aspectos ambientais na fase de planejamento. Esses resultados apontam os possíveis impactos das atividades construtivas e fornecem informações importantes para eliminação, mitigação ou aceitação dos aspectos ambientais.

DS	UND	QTD	PTS (g)	GEE (KgCO ₂ e)	PS (dB)	AS (%)	PSOLO (mg/m ²)
AT	m ²	300.000,00	3.092.263,15	279.157,83	70,86	74,80	0
SDP	m	6.698,00	53.846,90	384.395,35	61,46	8,94	718,03
SAA	m	6.698,00	5.083,54	17.477,43	61,46	3,72	0
SEE	unid	222	1.587,34	59.801,02	61,83	0,13	0
PAV	m ²	53.243,18	262.144,07	143.261,11	54,06	74,00	0
MF	m	13.590,00	23.640,40	372.501,98	51,05	3,20	695,81
DS	UND	QTD	PA (%)	URMP (impacto total)	RCD (t)	UA (litros)	UE (Mj)
AT	m ²	300.000,00	3,59	0	69.677,15	161.454,06	3.241.499,60
SDP	m	6.698,00	0,067	7,147x10 ⁻⁹	30,96	112.191,25	3.327.247,19
SAA	m	6.698,00	0,179	5,345x10 ⁻¹⁰	0,18	0	661.203,93
SEE	unid	222	0	4,759x10 ⁻¹⁰	0	17.575,00	543.881,90
PAV	m ²	53.243,18	3,55	5,491x10 ⁻⁷	816,28	632.684,42	687.586,83
MF	m	13.590,00	0,272	6,926x10 ⁻⁹	30,01	108.720,00	3.224.118,26

Nota: DS: Descrição dos Serviços; UND: Unidade de medida; QTD: Quantidade; AT: Atividade de Terraplenagem (m³); SDP: Sistema de Drenagem Pluvial (m); SAA: Sistema de Abastecimento de Água (m); SEE: Sistema de Energia Elétrica (unid.); PAV: Pavimentação (m²); MF: Meio fio (m).

Quadro 2. Cálculo das Gravidades dos Aspectos Ambientais.

Fonte: Os Autores.

O primeiro aspecto ambiental calculado foi PTS, onde os resultados totais representaram 3.438.466,01 gramas distribuídos nas seis atividades construtivas. A atividade de terraplenagem representou 89,93% do total expressas em 3.092.263,15 gramas, onde as principais emissões compreenderam a Taxa de Emissão do Consumo dos Combustíveis com 1.423.580,28 gramas e Taxa de Emissão Rodoviária Total com 1.504.294,27 gramas. Possíveis efeitos negativos foram alertados pelos resultados das GEE que indicaram uma grade emissão de GEE no transporte com 279.157,83 KgCO₂e, totalmente explicado pela tipificação da atividade. Já os resultados das demais atividades apontaram para um horizonte esperado, onde as maiores emissões foram as incorporadas nas fabricações dos materiais de construção, como por exemplo: sistema de drenagem pluvial com 384.395,35 KgCO₂e sendo as emissões incorporada ao material 382.347,78 KgCO₂e e transporte com 2.047,57 KgCO₂e; meio-fio com total de 372.501,98 KgCO₂e sendo as emissões incorporada ao material 370.517,76 KgCO₂e e transporte com 1.984,22 KgCO₂e.

Para PS, os resultados apresentaram-se normais sendo a atividade de terraplenagem como a mais incômoda atingindo 70,86 dB medidos na fonte (equipamento) ao receptor (vizinho mais próximo) com a distância de 50,07 metros. O resultado maior da AS foi 74,80 e 74,00% nas atividades de terraplenagem e pavimentação. Isto indicou uma oportunidade de melhoria na concepção do projeto. Para a PSOLO os resultados alertaram para duas atividades, foram sistema de drenagem pluvial com 718,03 mg/m² e meio-fio com 695,81 mg/m², pelo tipo de atividade e

poder contaminante do concreto moldado. Já, a PA alarmou uma enorme possibilidade de danos ao meio ambiente em duas atividades, que foram Terraplenagem com 3,59% e Pavimentação com 3,55%, diante dos métodos construtivos e áreas de intervenções no terreno praticamente idênticas.

O aspecto ambiental URMP obteve um resultado total de $5,642 \times 10^{-7}$. Atividades construtivas como pavimentação; sistema de drenagem pluvial e meio-fio que absorveram quantidades expressivas de materiais e, portanto, apresentaram um alto grau de impacto. O resultado da pavimentação demonstrou de forma específica a influência do consumo de material com 20.445.381,12 Kg de pedra granítica onde mesmo com o segundo menor coeficiente de impacto ambiental $2,68542 \times 10^{-14}$ obteve o maior impacto ambiental total com $5,491 \times 10^{-7}$. O RCD exibiu números significativos com total de 70.554,59 toneladas, onde a atividade de terraplenagem representou 98,76 % do total de resíduo gerado representado por 69.677,15 toneladas de solo.

Em relação ao UA, o resultado do total consumido no projeto foi 1.032.624,73 litros, onde uma parcela significativa relacionou a água incorporada aos materiais de construção, sendo a atividade de maior consumo a pavimentação com 632.684,42 litros, concentrando o consumo de água no processo de extração (detonação ou britagem) que utilizou jato d'água para eliminação dos resíduos de terra e impurezas perfazendo 605.775,41 litros. Já o último aspecto apresenta o resultado do UE com um consumo energético total de 11.685.537,71 Mj, distribuídos em duas principais categorias: energia incorporada na fabricação dos materiais com 8.113.352,22 Mj e energia embutida no transporte com 3.572.185,49 Mj.

A Matriz "A" representa o critério de duração, utilizou-se os valores dos prazos das atividades do cronograma da empresa, em seguida foram convertidos numa escala de cinco pontos, onde: 1-pouco demorada; 2-razoavelmente demorada; 3-demorada; 4-muito demorada; 5-extremamente demorada. A utilização da escala de intervalos de cinco pontos permitiu a classificação das atividades construtivas em relação aos prazos definidos no cronograma. Esta foi uma das questões que fez parte da proposta de análise e permitiu a comparação dos prazos estabelecidos entre as atividades construtivas avaliadas no caso real. Além disso, ao se criar a Matriz "A", passou a ser possível avaliar o impacto dos aspectos ambientais diante de modificações e adaptações do cronograma do projeto, auxiliando os gerentes no processo decisório sobre quais atividades podem ter seu cronograma modificado para beneficiar as questões ambientais. A Matriz "B" representa o critério gravidade, onde cada aspecto ambiental foi calculado para as seis atividades, utilizando métodos específicos e obtidos a partir dos dados de entrada das quantidades estabelecidas no orçamento e no projeto. Posteriormente, os resultados foram convertidos numa escala de cinco pontos, onde: 1-pouco grave; 2-razoavelmente grave; 3-grave; 4-muito grave; 5-extremamente grave. A escala de intervalos do espaço vetorial da Matriz "B" representa em suas colunas os dez aspectos ambientais; e em suas linhas, as seis atividades construtivas. A utilização desta matriz possibilitou a análise da correlação de uma atividade construtiva com cada aspecto ambiental, por conseguinte, facilitando a identificação de quais atividades construtivas geraram maiores e menores impactos ambientais.

A Matriz “C” apresenta os resultados da multiplicação das Matrizes A e B que expressam a pontuação total de cada aspecto ambiental, conforme equação matricial (3).

$$\begin{array}{c}
 \text{MATRIZ "A"} \qquad \qquad \qquad \text{MATRIZ "B"} \\
 \\
 \text{Projeto A (2 1 2 2 5 5) *} \\
 (5 5 5 5 1 5 1 5 3 5 2 5 4 4 5 2 2 2 2 5 2 1 4 4 1 2 2 2 1 2 1 2 4 4 1 1 2 1 2 1 2 3 2 2 1 5 5 2 5 2 2 5 1 1 5 2 2 2 2 5) \\
 \\
 = \\
 \\
 \text{PROJETO A(PTS GEE PS AS PSOLO PA URMP RCD UA UE 38 61 45 53 41 53 47 38 49 56)} \\
 = 481 \qquad \qquad \qquad (3) \\
 \\
 \text{MATRIZ "C"}
 \end{array}$$

O aspecto de maior impacto ambiental foi GEE que totalizou 61 pontos, seguido do UE com 56 pontos. Ainda obtiveram grandes escores PA e AS com 53 pontos; UA com 49 pontos; URMP com 47 pontos; PS com 45 pontos; PSOLO com 41 pontos; PTS e RCD com 38 pontos. A partir desses resultados, os gestores podem verificar a pontuação total de cada aspecto ambiental considerando todas as atividades de construção. Esta informação permite aos *stakeholders* identificar o maior impacto deste projeto, nesse estudo de caso real as emissões de Gases de Efeito Estufa, seguido do Uso de Energia. Ao verificar os dados de entrada nas matrizes A e B, é possível verificar que “terraplenagem; sistema de drenagem pluvial e meio fio” foram as atividades de construção que mais impactam este projeto, permitindo aos gestores decidirem propor melhorias de forma a reduzir o total da pontuação desses aspectos ambientais.

4. DISCUSSÃO

A escolha por desenvolver uma metodologia aplicada na fase pré-construção teve por intenção a redução, mitigação e eliminação de impactos ambientais, o que possibilita uma revisão dos projetos, orçamentos e gerenciamento das atividades construtivas antes de seus acontecimentos. Corroborando com De Paula e Melhado (2018); Gultekin et al. (2013), que afirmaram que o cumprimento de requisitos sustentáveis não dependeram apenas de soluções técnicas, mas também das soluções gerenciais adotadas pelas empresas de projetos.

Zobel e Burman (2004); Whitelaw (2004); Johnston et al. (2000); Gangoellis et al. (2009) utilizaram os modelos matriciais como ferramenta na avaliação ambiental em suas pesquisas. A análise do desempenho dos aspectos ambientais desta pesquisa, também utilizou um modelo matricial, onde a duração foi multiplicada pela gravidade e forneceu o resultado de cada aspecto ambiental do projeto. Dos dez aspectos ambientais, cinco foram os mais impactantes: GEE, UE, PA, AS e UA. Pois, devido a tipologia da construção que demandou uma grande quantidade de equipamento que impactaram diretamente a atmosfera, o solo e a água.

A metodologia possibilitou a obtenção de resultados diferentes para cada atividade construtiva, possibilitando sinais de alertas para tomadas de decisões prévias, ainda na fase de planejamento. De forma inovadora, nesta pesquisa o desempenho

ambiental foi calculado para dez aspectos ambientais em seis atividades construtivas de infraestrutura urbana, utilizando fórmulas aplicáveis especificamente a cada aspecto ambiental, eliminando assim a subjetividade do julgamento.

5. CONCLUSÕES

O aspecto ambiental de maior impacto foi a Emissões de Gases do Efeito Estufa que totalizou 61 pontos. Entre as seis atividades construtivas avaliadas pelo critério gravidade, três - Terraplenagem, Sistema de drenagem pluvial e Meio fio - obtiveram escore máximo na escala de intervalo. E o caso real apresentou as atividades construtivas pavimentação e meio fio com maiores durações no cronograma promovendo uma alta Emissão de Gases do Efeito Estufa por um longo período de tempo.

Finalmente, os cálculos demonstraram uma relação direta entre quantidades; tipo de materiais e atividade e/ou processo adotados na obra. Bem como, indicaram precocemente os aspectos ambientais significativos e possibilitaram o gerenciamento das três dimensões da sustentabilidade: econômica: na redução das quantidades e prazos, melhorando produtividade das atividades; Ambiental: na substituição dos materiais convencionais por alternativos, bem como mitigando as atividades, optando por métodos/processos que protejam o meio ambiente; Social: na minimização do incômodo da vizinhança e produção de uma obra menos agressiva ao meio ambiente e sociedade circunvizinha. Os autores desta pesquisa propõem uma análise detalhada dos fatores causadores dos aspectos ambientais relacionados aos projetos de infraestrutura urbana para fornecer transparências dos efeitos das atividades construtivas aos pesquisadores, projetistas e construtores contribuindo para formulações das futuras pesquisas e para elaborações dos planos de construção mais sustentáveis.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo, A. G. de, Carneiro, A. M. P., and Palha, R. P. (2020a). "Sustainable construction management: A systematic review of the literature with meta-analysis." *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd, 256, 120350.

Araújo, A. G. de, Carneiro, A. M. P., and Palha, R. P. (2020b). "Predictive methodology for the quantification of environmental aspects in urban infrastructures." *Sustainability (Switzerland)*, 12(18), 1-25.

Banhashemi, S., Hosseini, M. R., Golizadeh, H., and Sankaran, S. (2017). "Critical success factors (CSFs) for integration of sustainability into construction project management practices in developing countries." *International Journal of Project Management*, Elsevier Ltd, APM and IPMA, 35(6), 1103-1119.

- Belayutham, S., González, V. A., and Yiu, T. W. (2016). "A cleaner production-pollution prevention based framework for construction site induced water pollution." *Journal of Cleaner Production*, 135, 1363–1378.
- Borja, L. C. A., César, S. F., Cunha, R. D. A., and Kiperstok, A. (2018). "A quantitative method for prediction of environmental aspects in construction sites of residential buildings." *Sustainability (Switzerland)*, 10(6), 1–38.
- Chang, R. D., Soebarto, V., Zhao, Z. Y., and Zillante, G. (2016). "Facilitating the transition to sustainable construction: China's policies." *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd, 131, 534–544.
- Christini, G., Fetsko, M., and Hendrickson, C. (2004). "Environmental Management Systems and ISO 14001 Certification for Construction Firms." *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(3), 330–336.
- Eikelboom, R. T., Ruwiel, E., and Goumans, J. J. J. M. (2001). "The building materials decree: an example of a dutch regulation based on the potential impact of materials on the environment." *Waste Management Series*, 1(C), 963–974.
- EPA. (2016). *Documentation for Greenhouse Gas Emission and Energy Factors Used in the Waste Reduction Model (WARM) - Containers, Packaging, and Non-Durable Good Materials Chapters*. Durham, Carolina do Norte, EUA.
- Gangoellis, M., Casals, M., Gassó, S., Forcada, N., Roca, X., and Fuertes, A. (2009). "A methodology for predicting the severity of environmental impacts related to the construction process of residential buildings." *Building and Environment*, 44(3), 558–571.
- Gultekin, P., Mollaoglu-Korkmaz, S., Riley, D. R., and Leicht, R. M. (2013). "Process Indicators to Track Effectiveness of High-Performance Green Building Projects." *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(12), A4013005.
- Haron, Z., Yahya, K., and Jahya, Z. (2012). "Prediction of noise pollution from construction sites at the planning stage using simple prediction charts." *Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research*, 29(2), 989–1002.
- ISO 15392. (2008). *Sustainability in building construction — General principles*. Geneva, Switzerland, 20.
- Johnston, A., Hutchison, J., and Smith, A. (2000). "Significant environmental impact evaluation: a proposed methodology." *Eco-Management and Auditing*, 7(4), 186–195.
- Jung, S., Kang, H., Sung, S., and Hong, T. (2019). "Health risk assessment for occupants as a decision-making tool to quantify the environmental effects of particulate matter in construction projects." *Building and Environment*, Elsevier, 161(June), 106267.
- Krajangsri, T., and Pongpeng, J. (2017). "Effect of Sustainable Infrastructure Assessments on Construction Project Success Using Structural Equation Modeling." *Journal of Management in Engineering*, 33(3), 04016056.
- Lee, H. P., Wang, Z., and Lim, K. M. (2017). "Assessment of noise from equipment and processes at construction sites." *Building Acoustics*, 24(1), 21–34.

- Li, W., Zhou, W., Bai, Y., Pickett, S. T. A., and Han, L. (2018). "The smart growth of Chinese cities: Opportunities offered by vacant land." *Land Degradation and Development*, 29(10), 3512-3520.
- Li, Y., Zhang, X., Ding, G., and Feng, Z. (2016). "Developing a quantitative construction waste estimation model for building construction projects." *Resources, Conservation and Recycling*, Elsevier B.V., 106, 9-20.
- Medineckienė, M., Turskis, Z., and Zavadskas, E. K. (2010). "Sustainable Construction Taking Into Account the Building Impact on the Environment." *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 18(2), 118-127.
- Murphy, M. E., and Nahod, M. M. (2017). "Stakeholder competency in evaluating the environmental impacts of infrastructure projects using BIM." *Engineering, Construction and Architectural Management*, 24(5), 718-735.
- De Paula, N., and Melhado, S. (2018). "Sustainability in Management Processes: Case Studies in Architectural Design Firms." *Journal of Architectural Engineering*, 24(4), 1-9.
- Paulsen, J. S., and Sposto, R. M. (2013). "A life cycle energy analysis of social housing in Brazil: Case study for the program 'my HOUSE MY LIFE.'" *Energy and Buildings*, Elsevier B.V., 57(2013), 95-102.
- Qu, Y., and Long, H. (2018). "The economic and environmental effects of land use transitions under rapid urbanization and the implications for land use management." *Habitat International*, 82(April), 113-121.
- Shahtaheri, Y., Flint, M. M., and de la Garza, J. M. (2018). "Sustainable Infrastructure Multi-Criteria Preference Assessment of Alternatives for Early Design." *Automation in Construction*, Elsevier, 96(March), 16-28.
- Souza, J. L., Filho, F. de A. de S., and Neto, J. de P. B. (2015). "Pegada Hídrica Azul Dos Insumos Utilizados Na Blue Water Footprint of Supplies Used in Building." *XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, XXI SBRH, Brasília - DF, 1-7.
- Teodoro, M. I. T. de M. (2017). "Energia Embutida Na Construção De Edificações No Brasil : Contribuições Para O Desenvolvimento De Políticas Públicas a Partir De Um Estudo De Caso Em Mato Grosso Do Sul." UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.
- Thomas, S. T., Chan, J. H. L., Chan, G. K. C., and Zou, J. W. W. (2017). "Environmental impacts of construction material production." *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability*, 170(3), 169-184.
- Treloar, G. J. (1997). "Extracting embodied energy paths from input-output tables: towards an input-output-based hybrid energy analysis method." *Economic Systems Research*, 9(4), 375-391.
- USEPA. (1998). *Emission Factor Documentation for AP-42, Unpaved Roads*. U. S. Environmental Protection Agency, Durham, Carolina do Norte, EUA.
- Whitelaw, K. (2004). *ISO 14001 Environmental Systems Handbook*. (ELSEVIER, ed.).

Wu, Q., Hao, J., Yu, Y., Liu, J., Li, P., Shi, Z., and Zheng, T. (2018). "The way forward confronting eco-environmental challenges during land-use practices: a bibliometric analysis." *Environmental Science and Pollution Research*, Environmental Science and Pollution Research, 25(28), 28296–28311.

Yim, S. Y. C., Ng, S. T., Hossain, M. U., and Wong, J. M. W. (2018). "Comprehensive evaluation of carbon emissions for the development of high-rise residential building." *Buildings*, 8(11), 19.

Zhang, X., Wu, Y., Shen, L., and Skitmore, M. (2014). "A prototype system dynamic model for assessing the sustainability of construction projects." *International Journal of Project Management*, Elsevier Ltd and IPMA, 32(1), 66–76.

Zobel, T., and Burman, J. O. (2004). "Factors of importance in identification and assessment of environmental aspects in an EMS context: Experiences in Swedish organizations." *Journal of Cleaner Production*, 12(1), 13–27.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e ao Grupo de Pesquisa Apoio à Decisão em BIM, ambos da Universidade Federal de Pernambuco.

ARTIGO

ESTRATÉGIAS DE RESILIÊNCIA URBANA RELACIONADAS AO AMBIENTE CONSTRUÍDO: UMA ANÁLISE SOBRE A SITUAÇÃO DA CIDADE DE SALVADOR-BAHIA- BRASIL

PRADO, Angélica Fabíola Rodrigues

(angelicafah@outlook.com)

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

ALBERTE, Elaine Pinto Varela

(elaine.varela@ufba.br)

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

VENTURA, Andréa Cardoso

(andreaventurassa@gmail.com)

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

VENTIN, Jádri Tosta Iglesias

(ventinjadi@gmail.com)

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Ambiente construído, indústria da construção, resiliência urbana, Salvador-BA.

RESUMO

A resiliência urbana tem sido um tema cada vez mais discutido na comunidade científica. O termo diz respeito à capacidade da cidade retornar ou simplesmente não interromper sua rotina diante de algum distúrbio. Cidades ao redor do mundo têm procurado criar e implementar estratégias para melhorar sua resiliência para lidar com as tensões ligadas a impactos socioambientais, como os potencializados pelas mudanças climáticas, bem como questões que já são familiares a elas, mas que não foram superadas. Assim, estudos sobre resiliência percorrem sistemas urbanos e comunidades, o que torna o tema atrativo e necessário para o contexto da engenharia, uma vez que é indispensável para a construção de um ambiente inteligente e preparado para enfrentar as mudanças climáticas. Este artigo realiza uma análise sobre a situação atual da cidade de Salvador - Bahia - Brasil de implementação de estratégias de resiliência urbana diretamente relacionadas ao ambiente construído e à indústria da construção. Foi realizada a partir da análise sistemática de documentos aplicados ao município (leis, políticas e relatórios públicos) e da produção científica atual sobre o tema. Ao todo, foram identificadas, categorizadas e comparadas 47 ações de âmbito global e 64 ações de âmbito local. Como resultado, percebeu-se comportamento similar no padrão de implantação de ações para resiliência urbana no âmbito global e local, e pontos que divergem e podem ser agregados as estratégias da cidade de Salvador.

CIDADES
E SUSTENTABILIDADE:
RESILIÊNCIA,
MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE

1. INTRODUÇÃO

A Indústria da Construção (IC) é um importante setor, uma vez que, gera emprego e renda de forma direta e indireta, participa na arrecadação tributária, além de ser o responsável por toda a infraestrutura de que dispõe as cidades (Vieira & Nogueira, 2018). Além disso, as cidades, principais ambientes construídos do Planeta, concentram a maioria da população com uma previsão que, até 2050, abrigará 70% da população mundial (Organização das Nações Unidas 2019). Esse cenário implica na necessidade de infraestruturas cada vez mais robustas e eficientes. No entanto, “muito mais pesquisas foram feitas sobre a resiliência social na cidade do que sobre a resiliência da estrutura espacial e da forma urbana”, diferença que se evidencia ao tentar medir a resiliência das cidades (Masnavi et al., 2018, p. 575). Além disso, o setor consome grandes quantidades de matérias primas e contribui com um terço das emissões de gases de efeito estufa (World Economic Forum, 2017).

A relevância de analisar o comportamento da IC é reforçada diante de tais fatos, uma vez que todos os envolvidos no funcionamento da cidade devem se comprometer a construir ambientes urbanos mais seguros e resilientes (UNISDR, 2012).

O termo resiliência urbana (RU) ainda levanta muitas discussões e necessita de mais investigações sobre o funcionamento dos complexos urbanos e da forma espacial da cidade para alcançar um sistema urbano resiliente (Masnavi et al., 2018). Neste trabalho, foi adotado o conceito de resiliência urbana sugerido por Meerow et. al (2016, p. 39):

A resiliência urbana refere-se à capacidade de um sistema urbano — e de todas as suas redes socioecológicas e sociotécnicas constituintes em escalas temporais e espaciais — manter ou retornar rapidamente às funções desejadas diante de uma perturbação, adaptar-se à mudança e transformar rapidamente sistemas que limitam a capacidade adaptativa atual ou futura.”

O aspecto técnico e gerencial da RU, gerado pelos padrões e ferramentas de avaliação aplicados globalmente, desperta o interesse do setor privado, de estruturas de planejamento e governança urbana, uma vez que pode ser definida como uma nova agenda de desenvolvimento urbano e governança (Leitner et al., 2018). As discussões sobre RU estão com grande avanço em alguns lugares e documentos específicos, como as “estratégias de resiliência” desenvolvidas com o apoio de programas como *Resilient Cities Network* (<https://resilientcitiesnetwork.org/>) e C40 (<https://www.c40.org/>).

A atual administração da cidade de Salvador (Bahia-Brasil) encontra-se engajada a esses tópicos e desenvolveu um programa estratégico de resiliência intitulado “Salvador Resiliente” (Prefeitura Municipal de Salvador, 2019). O documento define estratégia de resiliência como “plano proativo, integrado, colaborativo, flexível e de longo prazo para enfrentar os desafios da cidade e das pessoas na vida urbana” (p. 10) e aponta alguns desses desafios como, por exemplo, deslizamentos de terra, inundações e alagamentos, uso e ocupação irregular do solo. Além disso, a cida-

de lançou recentemente o Plano de Mitigação a Adaptação à Mudança do Clima (PMAMC) (Prefeitura Municipal de Salvador, 2020b) e Inventário das emissões de gases de efeito estufa (Prefeitura Municipal de Salvador, 2020a). No entanto, não se percebe ativa e direta participação da IC na elaboração e execução das propostas trazidas por esses documentos.

De modo geral, há uma lacuna nos estudos que relacionam RU e IC, percebido em pesquisas realizadas em bases de dados como Scopus e Web of Science. Em primeiro lugar, observa-se a escassez de discussões e estudos sobre o assunto em várias regiões do mundo. É nítida a insuficiência de trabalhos que tratam simultaneamente as duas áreas (RU e IC). A maioria desses trabalhos são encontrados em países asiáticos, e englobam soluções específicas, de difícil aplicação em outras regiões, visto que estudos dentro deste âmbito devem ponderar as particularidades de cada local.

Quanto à escala regional, o material analisado aponta ações com potencial de resiliência urbana, mas que não necessariamente foram pensadas com esse conceito em mente. Essa avaliação em nível regional permite analisar o panorama de atuação das cidades e olhar paralelamente para outras dimensões e perceber o que tem sido sucesso e o que pode ser melhorado, uma vez que, segundo Costa (2020, p. 27), “cidades mais resilientes vão permitir melhorar os processos urbanísticos, os fatores de crescimento, a morfologia e a estrutura urbana e conseqüentemente a redução das vulnerabilidades que a capacitem”.

Assim, o objetivo deste artigo é analisar a situação atual de implementação de ações estratégicas de resiliência urbana diretamente relacionadas ao ambiente construído e à indústria da construção (AERU-IC) da cidade de Salvador - Bahia - Brasil. A partir da análise comparativa sistemática de documentos aplicados ao município (leis, políticas e relatórios públicos) com a produção científica atual sobre o tema, este estudo busca identificar como o município reconhece e trata a resiliência urbana aplicada ao ambiente construído e à indústria da construção, contextualizando suas ações e estratégias com o panorama identificado na literatura científica internacional.

Espera-se que os resultados apresentados possam contribuir para o fomento de pesquisas sobre resiliência urbana e o ambiente construído e a indústria da construção de um modo geral, bem como direcionar estudos e ações sobre o tema em escala regional, tendo em vista que intervenções dentro deste âmbito necessitam ponderar as particularidades de cada local.

2. METODOLOGIA DE PESQUISA

Este trabalho, de caráter exploratório, realiza uma análise comparativa entre ações de resiliência de âmbito global e local (cidade de Salvador - Bahia - Brasil), a partir de revisão sistemática da literatura (RSL). Considera-se aqui RSL como uma pesquisa científica cujo objetivo é “localizar os estudos mais relevantes existentes com base em questões de pesquisa formuladas anteriormente para avaliar e sintetizar suas respectivas contribuições” (Caiado et al., 2016, p. 2).

Neste contexto, a pesquisa classifica e analisa sistematicamente ações estratégicas de resiliência aplicadas ao ambiente construído e a indústria da construção, aqui denominadas de AERU-IC, identificadas na literatura internacional (âmbito global) e em documentos públicos aplicáveis ao município em questão (âmbito local). Para tanto, a pesquisa foi dividida em duas fases, conforme detalhado na Figura 1. A primeira fase correspondeu à etapa de Delimitação de publicações. Nela, foi feita a escolha dos termos de pesquisa, formação de string, escolha de bases de dados e seleção de artigos (âmbito global) e seleção de documentos (âmbito local).

Fase 1: Delimitação de publicações					Fase 2: Análise comparativa	
Âmbito Global	1.1 Termos de pesquisa	P.I.C.O. (População, Intervenção, Comparação, Resultados)			Âmbito Global	2.1 Identificação e categorização das AERU-IC por tipo
	1.2 Formação de string	("Indústria da Construção") AND ("resiliência urbana" OR "sistemas urbanos" OR "cidades resilientes" OR "planejamento urbano" OR "100RC" OR "R-Cities")				2.2 Identificação e categorização das AERU-IC por finalidade
	1.3 Escolha de bases de dados	Scopus, Science Direct, Web of Science, Emerald			Âmbito Local	2.1 Identificação e categorização das AERU-IC por tipo
	1.4 Seleção de artigos	Eliminação de artigos repetidos (652)	1º Filtro: Leitura do Título (87)	2º Filtro: Leitura do Resumo (21)		3º Filtro: Leitura completa do conteúdo (17)
1.5 Seleção de documentos	Leis, Decretos, Publicações (13)			2.3 Identificação e categorização das AERU-IC por fase da construção		

Figura 1. Estrutura metodológica da pesquisa

Fonte: Elaborado pelos autores

Para escolher os termos de pesquisa (Item 1.1) foi utilizado o método PICO (População, Intervenção, Comparação, Resultados) adaptado, definindo os termos baseado em população, intervenção, comparação e resultados (Pai et al., 2004). Assim, a string de busca adotada foi: (“Construction Industry”) AND (“urban resilience” OR “urban systems” OR “resilient cities” OR “urban planning” OR “100RC” OR “R-Cities”) (Item 1.2). No Item 1.3, são selecionadas as bases de dados para âmbito global, levando em consideração sua relevância e representatividade na disseminação da produção científica relacionada ao ambiente construído. As bases de dados selecionadas foram: Scopus, Science Direct, Web of Science, e Emerald. A seleção dos artigos (Item 1.4) levou em consideração artigos de periódicos indexados nos últimos cinco anos e pesquisa dos termos no título, resumo e palavras-chave, retornando 658 artigos. Deste total, 107 foram identificados na base de dados do Science Direct (16,3%), 49 na Scopus (7,4%), 384 na Web of Science (58,4%) e 118 na Emerald (17,9%). A partir dessa amostra foram retirados 6 artigos repetidos, restando 652. Devido à grande quantidade de artigos identificados, procedeu-se a leitura escalonada dos títulos, resumos e conteúdo dessas publicações, buscando-se confirmar a relação de seu conteúdo com o objetivo da pesquisa. A triagem pela leitura do título (1º filtro) reduziu a amostra a 87 artigos. Em seguida, a triagem pela leitura do resumo (2º filtro) reduziu a amostra a 21 artigos. Por fim, a partir da leitura completa das 21 publicações selecionadas, 17 artigos foram classificados como elegíveis (3º filtro).

Para o âmbito local, a revisão bibliográfica compreendeu um levantamento de documentos vinculados à IC e ao ambiente construído que dialogam com os conceitos de RU. Para este caso, foram encontrados 13 documentos, entre eles, leis,

decretos e publicações, a partir de busca realizada em órgãos e instituições que interagem com a cidade, como prefeitura de Salvador, CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), ADEMI-BA (Associação de Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário da Bahia), CREA-BA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da Bahia) e SINDUSCON-BA (Sindicato da Indústria da Construção do Estado da Bahia) (Item 1.5).

Na segunda fase (análise comparativa do conteúdo), o conteúdo das publicações e documentos selecionados foi analisado sistematicamente, buscando-se identificar AERU-ICs no âmbito global e local diretamente relacionadas ao ambiente construído e à IC.

Para tal, adotou-se como definição de AERU-IC ações vinculadas a IC e ambiente construído que dialoguem com elementos da resiliência como “uso eficaz da terra e projeto estrutural que complementam os objetivos ambientais, econômicos e comunitários e reduzem os riscos de perigos” (Surjan et al., 2011). A análise conjunta das AERU-ICs identificadas permitiu sua classificação por tipologia (item 2.1):

Desenvolvimento de Modelos: classifica as ações relacionadas ao desenvolvimento/implementação de modelos quantitativos, qualitativos e de gestão ligadas à IC;

Certificação: classifica as ações que propuseram desenvolver/implementar certificações que buscam medir a performance de alguma tecnologia construtiva em particular ou de uma estrutura por completo. Devine e Kok (2015) definem certificação como um processo que abrange critérios específicos para medir a performance de um objeto de estudo frente as exigências que deve atender, e de acordo com essa performance é dada pontuação que confere grau e valor ao objeto;

Novas Abordagens/tecnologias: classifica as ações que promovem a implementação dos resultados de pesquisas, dá sugestões sobre o que precisa ser melhorado e/ou encoraja o desenvolvimento ou inovação de tecnologias.

Em seguida, as AERU-ICs também foram elencadas e analisadas por finalidade (item 2.2):

Fomento e Incentivo: inclui programas que facilitam, instigam e dão incentivos fiscais e morais para que os incorporadores e profissionais da indústria da construção motivem-se na aplicação de ações de resiliência;

Aumento da Eficiência: inclui ações de eficiência dos diversos dispositivos e sistemas que compõe edificações e infraestruturas;

Adaptação e mitigação: elenca as ações que propõe adaptação e mitigação dos impactos gerados por estruturas e sistemas às mudanças climáticas;

Gestão de Resíduos: abrange ações voltadas à gestão ou não geração de resíduos;

Avaliação de impactos: indica ações que diagnosticam, avaliam e prognosticam os impactos causados pela implantação de atividades ou empreendimentos.

Nesta etapa, buscou-se identificar tanto as tendências globais e locais quanto possíveis oportunidades de ação dentro do panorama local objeto de análise.

Por fim, foi feita análise das AERU-ICs locais por fase de construção, onde se considerou as fases de projeto, execução e pós-obra (item 2.3).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 apresenta os artigos selecionados (âmbito global) por ano, região e número de AERU-ICs identificadas. Pode-se observar que os artigos com mais AERU-ICs são os artigos A4 (Cheshmehzangi, 2021), A5 (Nelson, 2016) e A12 (Clarke et al., 2020). A partir da análise dos 17 artigos, foi possível elencar 47 AERU-ICs.



Figura 2. Artigos selecionados por região, ano e número de AERU-IC identificadas

Fonte: Elaborado pelos autores.

Analisando as ações por região, percebe-se que a Euro-Ásia (A15 (Yaman Galantini & Tezer, 2018)) e Oceania enfatizam as políticas governamentais, mas a Oceania (A6 (Hatvani-Kovacs et al., 2018) e A7 (Maund et al., 2018)) também dá destaque ao estresse térmico. A América do Norte (A5 (Nelson, 2016)) dá foco ao avanço tecnológico. Na Europa (A8 (Murtagh et al., 2020), A9 (Ciccaglione, 2019), A10 (Bignami, 2017), e A11 (Göswein et al., 2021)) as ações de adaptação às mudanças climáticas no ambiente construído se destacam, implementando o uso de biomateriais e medindo a resiliência das edificações. A Ásia (A1 (Chang et al., 2016), A2 (Park & Won, 2019), A3 (Ali et al., 2016), A4 (Cheshmehzangi, 2021)) investe na melhoria da produtividade por meio de novas técnicas construtivas e de gestão levando em consideração as mudanças trazidas pela pandemia do Covid-19, além de inserir o usuário no processo de idealização, uma vez que o mesmo usufruirá dos espaços criados.

Na América do Sul (A16 (González et al., 2020), e A17 (Paiva & Schicchi, 2020)) se destacam avaliação da resiliência frente às enchentes e os impactos físicos e sociais que são impostos pelas mudanças nos espaços públicos. A África (A12 (Clarke et al., 2020), A13 (Myers et al., 2021), e A14 (Baron & Cherenet, 2018)) engloba mais fortemente as questões sociais, sendo este um ponto importante na tomada de de-

cisões, e enfatiza a necessidade de pesquisas sobre resiliência urbana que de fato se adequem a realidade de sua região. O reaproveitamento de estruturas existentes é tratado tanto na região da África como na Europa. Já o envolvimento da sociedade na tomada de decisões é levantado pelas regiões da África, América do Sul, Euro-Ásia e Ásia, enquanto que a implementação de novas tecnologias são pontos destacados nos estudos realizados na América do Norte. A Figura 3 apresenta a linha do tempo dos 13 documentos, vinculados à cidade de Salvador, identificados como aplicáveis à indústria da construção e que dialogam com os conceitos de resiliência urbana. Apenas três destes documentos possuem abrangência nacional. Os demais são documentos relativos ao próprio município, sendo que oito deles correspondem a leis e decretos, o que sugere o envolvimento da administração da cidade frente ao tema.

Do total, foi possível identificar 64 AERU-ICs relevantes para este trabalho. Fazendo-se uma análise comparativa da tipologia das AERU-ICs identificadas no âmbito global e local, e apresentadas na Figura 4, nota-se que a maior parte está classificada na categoria Novas Abordagens/Tecnologias, representando um total de 70% das ações de âmbito global e 67% de âmbito local. Observa-se alinhamento entre a quantidade de AERU-ICs observadas por tipologia em ambos contextos, para todos os três tipos de ação analisados.

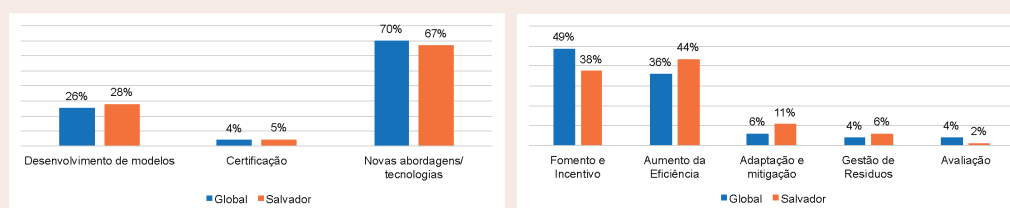


Figura 4. AERU-ICs por tipo (esquerda) e finalidade (direita)

Fonte: Elaborado pelos autores

Ao analisar as AERU-ICs identificadas por finalidade, mais uma vez, percebe-se uma tendência semelhante entre Salvador e demais cidades no mundo. As ações para fins de Fomento e Incentivo e de Aumento da Eficiência são as mais contempladas. Dentro da categoria Fomento e Incentivo, a implementação de novas leis e melhoria das já existentes é um ponto em comum para ambos âmbitos (global e local). Por outra parte, nesta mesma categoria o envolvimento da sociedade na tomada de decisões é mais enfatizado no contexto global. Quanto à categoria Aumento da Eficiência, Salvador dá maior ênfase a AERU-ICs relacionadas à eficiência energética de edificações, mas também engloba questões de reaproveitamento de estruturas existentes, assunto em evidência nas ações de nível global.

Na categoria Adaptação e Mitigação, a cidade de Salvador tem um olhar mais voltado para o impacto que infraestruturas causam no ambiente, buscando compensar esse dano, como por exemplo, nos casos em que ocorre supressão de vegetação em determinado lugar e se faz plantio em outro. A cidade também trata sobre mudança climática e soluções AbE (Adaptação baseada em Ecossistema), enquanto no contexto global a preocupação é quanto a capacidade de adaptação das edificações frente às mudanças climáticas.

As ações vinculadas à categoria Gestão de Resíduos são exclusivamente voltadas para o gerenciamento do resíduo de construção e demolição por parte do gerador e do município. No âmbito global, as AERU-ICs tem um olhar mais voltado para restauração e preservação de materiais e em garantir que a geração de resíduos (demolição e reconstrução) aconteça somente quando não houver nenhuma outra solução. Para a categoria Avaliação, no contexto local, a visão é mais voltada para as questões ambientais, enquanto no contexto global observam-se estratégias voltadas para a questão social e para a análise de resiliência.

A figura 5 apresenta as AERU-ICs locais por etapa da construção a ser implementada, observando que tais AERU-ICs podem estar classificadas em mais de uma etapa simultaneamente. De um modo geral, as ações têm maior recorrência principalmente nas etapas de projeto (83%). Esse cenário enfatiza a importância das intervenções no ambiente construído serem pensadas com antecedência e planejadas cautelosamente, uma vez que o processo de execução e vida útil da estrutura estão diretamente vinculadas aos resultados do que foi anteriormente projetado.

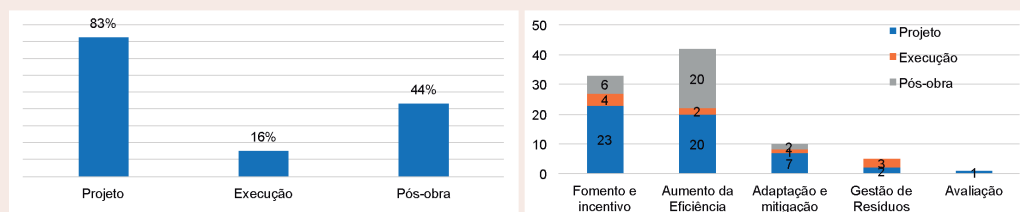


Figura 5. AERU-ICs de âmbito local por fase da construção (esquerda) e por fase e sub-categoria (direita).

Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 6, por sua vez, apresenta as AERU-ICs locais por tipo e por finalidade.



Figura 6. Classificação por tipologia X finalidade para as AERU-ICs de Salvador

Aqui, observa-se que as AERU-ICs voltadas ao Desenvolvimento de Modelos possuem a finalidade de Fomento e Incentivo (8%), Aumento de Eficiência (14%),

Adaptação e Mitigação (5%), e Avaliação (2%). As AERU-ICs da categoria Novas Abordagens/Tecnologias possuem a finalidade de Fomento e Incentivo (25%), Aumento da eficiência (30%), Adaptação e Mitigação (6%), e Gestão de resíduo (6%).

Por sua vez, as AERU-ICs na categoria Certificação somente são direcionadas ao Fomento e incentivo (5%). Alguns pontos que o âmbito local diverge da tendência observada no âmbito global e que poderiam ser considerados no município de Salvador são:

A relação com os resíduos, onde deveria se fortalecer e implementar ações de forma mais vigorosa para evitar a geração dos resíduos, uma vez que este resíduo implica na perda de recursos, por falta de uma gestão comprometida, profissionais capacitados e, também vinculado ao próximo ponto, referente à inovação tecnológica.

Apesar das AERU-ICs locais estarem em sua maioria classificadas como Novas Abordagens/Tecnologias (67%), no Brasil, de modo geral, a engenharia ainda utiliza de métodos construtivos convencionais, enquanto no contexto global observa-se um investimento muito maior neste aspecto. Enfatiza-se, aqui, a oportunidade do município de Salvador incentivar de forma mais ávida a implementação de inovações tecnológicas.

O envolvimento da sociedade na tomada de decisão deve ser fomentado. Como os equipamentos e construções que surgem a partir da intervenção da IC serão usufruídos pelas pessoas que habitam esses lugares, a opinião delas deve ser consultada, além de levar em consideração o bem estar, acessibilidade, e se estas interferências no ambiente construído não estão reforçando um cenário de exclusão social.

Observa-se que as AERU-ICs vinculadas à cidade de Salvador possuem potencial de resiliência, mas não necessariamente foram pensadas com base no conceito de RU, o que reforça a necessidade de revisão de políticas e estratégias.

4. CONCLUSÕES

A análise sobre os trabalhos no âmbito global indicou 47 ações, levantando pontos importantes como o reaproveitamento de estruturas existentes, a participação ativa da sociedade na tomada de decisões e a implementação de novas tecnologias. Quanto ao contexto de Salvador, foram elencadas 64 ações que se centram em uma maior aplicação na etapa de projeto e na classificação de eficiência.

Ao analisar a quantidade de AERU-ICs observadas por tipo e finalidade no âmbito global e local, é possível perceber uma distribuição similar. Em relação às categorias, em ambos os contextos, a categoria novas abordagens/tecnologias apresenta maior quantidade de ações vinculadas, seguida por desenvolvimento de modelos e certificação, nesta ordem. Isso denota a busca por inovação tecnológica e administrativa do setor. Ao analisar a classificação por finalidade, por sua vez, nota-se

que a necessidade do município melhorar suas estratégias relacionadas ao envolvimento da sociedade na tomada de decisões e ao foco em gestão de resíduos.

Finalmente, a falta de um vínculo direto entre as ações estratégicas de resiliência programadas para o município de Salvador e para a IC indicam a necessidade de se criar ou revisar políticas vinculadas a essa indústria com base no conceito de RU, fazendo com que o setor esteja participando ativamente na implementação de AERU-ICs. Como desafios, o município de Salvador precisa investir em inovação e integração da IC ao conceito de RU para efetivamente tornar o setor ativo na construção de uma cidade resiliente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ali, A. N. A., Jainudin, N. A., Tawie, R., & Jugah, I. (2016). Green Initiatives in Kota Kinabalu Construction Industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 224, 626-631. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.453>

Baron, N., & Cherenet, Z. (2018). Perceptions and pathways of resilience in Addis Ababa. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 36(4), 337-352. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-02-2018-0014>

Bignami, D. F. (2017). Testing solutions of a multi-disaster building's certification functional to the built environment sustainability and resilience. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 8(1), 77-97. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-04-2016-0015>

Caiado, R., Rangel, L. A., Quelhas, O. L. G., & Nascimento, D. (2016, September). Metodologia de revisão sistemática da literatura com aplicação do método de apoio multicritério à decisão smarter. *XXII Congresso Nacional de Excelência Em Gestão & III Inoverse - Responsabilidade Social Aplicada*. <https://www.researchgate.net/publication/318373779>

Chang, R. D., Soebarto, V., Zhao, Z. Y., & Zillante, G. (2016). Facilitating the transition to sustainable construction: China's policies. *Journal of Cleaner Production*, 131, 534-544. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.147>

Cheshmehzangi, A. (2021). Revisiting the built environment: 10 potential development changes and paradigm shifts due to COVID-19. *Journal of Urban Management*, 10(2), 166-175. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2021.01.002>

Ciccaglione, R. (2019). Resilience and resisting resilience: ethnographies in neoliberal L'Aquila post-earthquake. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 28(4), 501-512. <https://doi.org/10.1108/DPM-02-2018-0064>

Clarke, N. J., Kuipers, M. C., & Roos, J. (2020). Cultural resilience and the Smart and Sustainable City: Exploring changing concepts on built heritage and urban redevelopment. *Smart and Sustainable Built Environment*, 9(2), 144-155. <https://doi.org/10.1108/SASBE-09-2017-0041>

Costa, F. da S. (2020). Redução de riscos de catástrofes e resiliência no quadro de Sendai: o exemplo das cidades resilientes. In L. Lourenço & H. R. Lima (Eds.), *Resiliência ao risco* (RISCOS-Associação..., pp. 9–31). Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança (RISCOS). https://doi.org/10.34037/978-989-54942-7-9_8_1

Devine, A., & Kok, N. (2015). Green certification and building performance: Implications for tangibles and intangibles. *Journal of Portfolio Management*, 41(6), 151–163. <https://doi.org/10.3905/jpm.2015.41.6.151>

González, L. E., Rada, S. B., & Moratalla, A. Z. (2020). Urban flood resilience in Chile: San Fernando and Los Ángeles experiences. *Revista de Urbanismo*, 43, 131–150. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2020.57868>

Göswein, V., Reichmann, J., Habert, G., & Pittau, F. (2021). Land availability in Europe for a radical shift toward bio-based construction. *Sustainable Cities and Society*, 70, 102929. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102929>

Hatvani-Kovacs, G., Bush, J., Sharifi, E., & Boland, J. (2018). Policy recommendations to increase urban heat stress resilience. *Urban Climate*, 25, 51–63. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2018.05.001>

Leitner, H., Sheppard, E., Webber, S., & Colven, E. (2018). Globalizing urban resilience. In *Urban Geography* (Vol. 39, Issue 8, pp. 1276–1284). Routledge. <https://doi.org/10.1080/02723638.2018.1446870>

Masnavi, M. R., Gharai, F., & Hajibandeh, M. (2018). Exploring urban resilience thinking for its application in urban planning: a review of literature. *International Journal of Environmental Science and Technology* 2018 16:1, 16(1), 567–582. <https://doi.org/10.1007/S13762-018-1860-2>

Maund, K., Gajendran, T., & Brewer, G. (2018). Key issues for implementation of environmental planning policy: Construction management practice. *Sustainability (Switzerland)*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/su10072156>

Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38–49. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>

Murtagh, N., Scott, L., & Fan, J. (2020). Sustainable and resilient construction: Current status and future challenges. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 268, p. 122264). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122264>

Myers, G., Walz, J., & Jumbe, A. (2021). Trends in urban planning, climate adaptation and resilience in Zanzibar, Tanzania. *Town and Regional Planning*, 77(77), 57–70. <https://doi.org/10.18820/2415-0495/trp77i1.5>

Nelson, P. P. (2016). A framework for the future of urban underground engineering. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 55, 32–39. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2015.10.023>

Pai, M., McCulloch, M., Gorman, J. D., Pai, N., Enanoria, W., Kennedy, G., Tharyan, P., & Colford, J. M. (2004). Revisões sistemáticas e meta-análises: Um guia ilustrado, passo a passo. *National Medical Journal of India*, 17(2), 86–95.

Paiva, M., & Schicchi, M. C. da S. (2020). Regeneration and resilience: Recent urban interventions at roosevelt square in São Paulo. *Revista INVI*, 35(100), 115-142. <https://doi.org/10.4067/S0718-83582020000300115>

Park, K., & Won, J. hun. (2019). Analysis on distribution characteristics of building use with risk zone classification based on urban flood risk assessment. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 38, 101192. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101192>

Prefeitura Municipal de Salvador. (2019). *Salvador Resiliente*. http://sustentabilidade.salvador.ba.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/SALVADOR_RESILIENTE_versao.pdf

Prefeitura Municipal de Salvador. (2020a). *Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) do município de Salvador*. http://sustentabilidade.salvador.ba.gov.br/wp-content/uploads/2020-/08/InventarioGEE_2014_2018_PMAMC.pdf

Prefeitura Municipal de Salvador. (2020b). *Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima de Salvador* (pp. 1-301). http://sustentabilidade.salvador.ba.gov.br/wp-content/uploads/2020-/12/Versao_Completa_PMAMC.pdf

Surjan, A., Sharma, A., & Shaw, R. (2011). Chapter 2 Understanding Urban Resilience. In *Community, Environment and Disaster Risk Management* (Vol. 6, pp. 17-45). Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1108/S2040-7262\(2011\)0000006008](https://doi.org/10.1108/S2040-7262(2011)0000006008)

UNISDR. (2012). *Making Cities Resilient Report 2012*. www.unisdr.org

Vieira, B. A., & Nogueira, L. (2018). Construção civil: crescimento versus custos de produção civil. *Sistemas & Gestão*, 13(3), 366-377. <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2018.V13N3.1419>

World Economic Forum. (2017). *Shaping the Future of Construction: Inspiring innovators redefine the industry*. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction_Inspiring_Innovators_redefine_the_industry_2017.pdf

Yaman Galantini, Z. D., & Tezer, A. (2018). Resilient urban planning process in question: Istanbul case. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 9(1), 48-57. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-10-2016-0038>

ARTIGO

CORREDORES AZUIS E VERDES EM CONTEXTOS CONSOLIDADOS: O CASO DO ARROIO MARRECÃO

RIBAS, Alessandro Giroto

(alessandergiroto@yahoo.com.br)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil

LIMA, Márcia Azevedo de

(malima.mgo@gmail.com)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Infraestrutura verde, corredores azuis e verdes, renaturalização de arroio, desenho urbano, cidades sustentáveis e resilientes.

RESUMO

A ecologia urbana vem ganhando força nos últimos anos, abrindo caminhos para que se compreenda melhor a interação entre a natureza e as pessoas. Neste sentido, a infraestrutura verde, também chamada de infraestrutura ecológica, é um conceito que tem evoluído rapidamente e se tornado mais abrangente. É destacada a sua importância, com espaços multifuncionais conectados por corredores azuis e verdes, que são as interconexões necessárias para a sustentabilidade da paisagem. Além disso, o fomento à interação cotidiana com a natureza pode ser atrativo e motivador para o uso desses espaços, o que pode influenciar positivamente na qualidade das relações de vizinhança e da interação social. Assim, diante da importância e urgência em buscar soluções, através do desenho urbano, mais adequadas para nossas cidades, este artigo busca ampliar o debate sobre a importância e aplicabilidade dos corredores azuis e verdes em contextos consolidados, identificando desafios e oportunidades para sua implantação, levando em consideração a percepção dos usuários. Para isso, adota como objeto de estudo trecho do Arroio Marrecão, localizado na zona urbana de Garibaldi/ RS. Foram feitos levantamentos de dados e levantamentos físicos da área e entorno/ cidade, pesquisa sobre os condicionantes urbanísticos e ambientais, além da aplicação de questionários aos moradores. Foram constatados os desafios da continuidade do corredor azul e verde que acompanha o arroio e as possibilidades de costura urbana, envolvendo o sistema viário existente, edificações com potencial de renovação e o uso de terrenos ociosos do entorno. Também foi constatada a necessidade de medidas para a descanalização do arroio, com a inserção de sistema remediador de renaturalização hídrica. Concluindo, este artigo pretende contribuir para o debate de soluções de desenho urbano que visem construir resiliência nas cidades diante do enfrentamento necessário às mudanças climáticas e, assim, contribuir para a produção de cidades inclusivas, resilientes, sustentáveis e saudáveis.

CIDADES
E SUSTENTABILIDADE:
RESILIÊNCIA,
MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE

1. INTRODUÇÃO

A ecologia urbana vem ganhando força nos últimos anos, abrindo caminhos para que se compreenda melhor a interação entre a natureza e as pessoas (HERZOG, 2013). Neste sentido, a infraestrutura verde, também chamada de infraestrutura ecológica, é um conceito que tem evoluído rapidamente e se tornado mais abrangente. É fundamentada nos conhecimentos da ecologia da paisagem e da ecologia urbana e compreende a cidade como um complexo sistema socioecológico, por meio de uma visão sistêmica. Herzog (2013) argumenta que nossa qualidade de vida depende da qualidade da nossa relação com a natureza, de como percebemos sua importância e de como convivemos com ela.

A infraestrutura verde é uma rede ecológica que reestrutura a paisagem, mimetiza os processos naturais de modo a manter e restaurar as funções do ecossistema urbano, oferecendo serviços ecossistêmicos, tais como: redução das emissões de gases efeito estufa, prevenção de enchentes e deslizamentos, amenização das ilhas de calor, redução do consumo de energia, produção de alimentos, melhoria da saúde física e mental das pessoas, aumento e melhoria da biodiversidade, entre outros. Contribui para tornar os ambientes urbanos mais sustentáveis e resilientes por meio da interação cotidiana das pessoas com a natureza em espaços onde ambas tenham prioridade (HERZOG, 2013; FARR, 2013). Em complemento, a infraestrutura verde objetiva mimetizar a paisagem natural, para que os fluxos hídricos sejam reconectados por meio da 'renaturalização' dos corpos d'água canalizados e escondidos, por exemplo. A água deve ser infiltrada no local com desconexão das áreas impermeáveis, detenção temporária do escoamento superficial e retenção em prazos mais longos, quando necessário. O objetivo é evitar o escoamento superficial, retardando ao máximo a entrada no sistema de macrodrenagem para não o sobrecarregar e, assim, evitar enchentes e inundações (HERZOG, 2013).

Ressalta-se que renaturalizar significa voltar ao natural, ou seja, voltar às características naturais do rio ou arroio, com intervenções que visam promover um aspecto natural que favorece tanto a harmonia paisagística quanto a flora e a fauna do corpo d'água. A renaturalização procura estabelecer um equilíbrio entre os limites e peculiaridades de um ambiente urbanizado e um ambiente mais natural. Também visa a preservação ou recuperação das áreas naturais de recarga e inundação (AUGUSTUS, 2017).

Herzog (2013) acrescenta que os corredores verdes multifuncionais (*greenways*) devem ser planejados e projetados ao longo de rios e à beira de corpos d'água. Devem ter vegetação adequada às condições variáveis de umidade e ser preferencialmente autóctones. Além de protegerem e manterem a conectividade da biodiversidade, eles podem desempenhar funções essenciais para a sustentabilidade das cidades, tais como infiltrar as águas da chuva, evitar o assoreamento dos corpos d'água, evitar enchentes, abrigar vias para pedestres e ciclistas, oferecer áreas de lazer e contemplação, melhorar o clima urbano, entre inúmeros outros benefícios. São eficazes corredores ecológicos urbanos, que podem e devem conectar fragmentos de ecossistemas isolados em áreas urbanizadas.

Além dos benefícios ambientais apontados, o fomento à interação cotidiana com a natureza pode ser atrativo e motivador para o uso desses espaços pelos moradores, o que pode influenciar na qualidade das relações de vizinhança e da interação social. Os corredores azuis e verdes podem desempenhar um importante papel em propiciar e incentivar a apropriação coletiva, afetando positivamente o sentido de comunidade, formas de gerenciamento e manutenção. Destaca-se ainda que as características do entorno, tais como tipos de uso, densidade e oferta de atividades também podem influenciar a intensidade de uso desses corredores (GEHL, 2017). Ainda, estudos mostram que os indivíduos que possuem maior contato físico com os recursos naturais tendem a apresentar atitudes e comportamentos mais positivos em relação a sua conservação (BOCHI, 2013; SANTOS, 2012).

Com base no exposto, percebe-se que o conceito de infraestrutura verde, corredores azuis e verdes se alinham aos objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 (ONU, 2021), especialmente os objetivos 11 - *Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis* e o 13 - *Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos*. Assim, destaca-se a importância e urgência em buscar soluções, através do desenho urbano, mais adequadas para nossas cidades. Nesse sentido, este artigo busca ampliar o debate sobre a importância e a aplicabilidade dos corredores azuis e verdes em contextos consolidados, identificando desafios e oportunidades para implantação, levando em consideração a percepção dos usuários.

2. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos do trabalho, adota-se como objeto de estudo trecho do Arroio Marrecão, localizado na zona urbana de Garibaldi/ RS, que foi tema de trabalho de conclusão de curso de Arquitetura e Urbanismo (GIROTTO, 2020). Inicialmente foram feitos levantamentos de dados e levantamentos físicos da área e entorno/ cidade, para identificar os problemas e potencialidades, assim como traçar as diretrizes de projeto. Também foram aplicados 100 questionários via online (Google Forms), no período de agosto/ 2020, para identificar as percepções dos moradores e usuários da cidade em relação ao arroio Marrecão. O questionário foi composto predominantemente por perguntas fechadas e de múltipla escolha. A amostra dos respondentes é composta por 94% de moradores de Garibaldi de todas as faixas etárias, sendo 53% de 18 a 30 anos e 37% de 31 a 59 anos. Abaixo, síntese das respostas das questões sobre motivos para abertura ou não do arroio nos trechos canalizados e das potencialidades do corredor azul e verde (Figura 1).



Figura 1. Síntese das respostas sobre abertura ou não do arroio.

Fonte: Giroto (2020)

Os resultados dos questionários evidenciam que a população que resiste à abertura das partes canalizadas do arroio se refere ao mau odor das águas e seu estado poluído. Assim, a remediação deste problema poderia ser a chave para aceitação da descanalização. Existe um percentual grande de moradores que concordam com descanalização e enxergam o arroio Marrecão como importante potencial para a cidade, manifestando memória afetiva. Ainda, os respondentes ressaltaram a potencialidade da área para a criação de espaços de eventos, convívio social e lazer, esportes, percursos de caminhada e ciclovia, assim como a revitalização das duas praças que estão sobre o arroio.

2.1 RROIO MARRECÃO – GARIBALDI/ RS

Garibaldi é um município pertencente à região metropolitana da Serra Gaúcha e se localiza a aproximadamente 110 km da capital Porto Alegre (Figura 2). Segundo estimativa do IBGE, em 2020 possui 35.440 habitantes, área de 169,20 km² e densidade de 198,7 hab/km². Tem IDH (Índice de Desenvolvimento Humano da ONU) em 2010 de 0,786, que é o 6º no RS e 87º no Brasil (GARIBALDI, 2021). É um município com diversidade econômica e cultural, rico de história e memória, detentor do título de Terra do Champagne e conhecido internacionalmente por suas vinícolas.



Figura 2. Localização do município de Garibaldi/ RS.

Fonte: Giroto (2020)

O Arroio Marrecão se destaca como o mais importante recurso hídrico de Garibaldi, para a vitalidade e desenvolvimento da mesma. Responsável por cerca de 30% do volume de águas distribuídas para consumo humano em sua barragem (o que corresponde a quase total distribuição para o centro urbano da cidade), é também o principal meio de drenagem de água pluvial urbana (GARIBALDI, 2012; GARIBALDI, 2008). Apesar disso, o Marrecão foi canalizado em muitos trechos na zona urbana da cidade e vem saturando com o passar dos anos, recebendo esgoto sem tratamento de edificações próximas e sofrendo com o processo de urbanização. Seu estado atual apresenta águas com coloração escura e mau odor. Segundo Bochi (2013), no Brasil, a maioria dos rios e arroios urbanos é utilizada como parte integrante da rede de coleta de esgoto sanitário e, por isso, são canalizados.

Em síntese, o arroio Marrecão nasce e se desenvolve no centro urbano consolidado, com usos mistos nas vias mais centrais e predominância residencial no restante da cidade. A topografia define a ocupação do solo, sendo os pontos periféricos de maior altitude e possuindo assim a menor densidade de edificações, onde por sua vez conserva as maiores taxas de massa vegetada (GARIBALDI, 2012). A hierarquia viária reforça a importância do arroio Marrecão que possui as principais vias em seu entorno. Pontos atratores de turismo também o acompanham e a sua disposição diagonal no traçado urbano potencializa seu poder de atratividade. Por compor a cota mais baixa da área central, o arroio tem suas cheias com possibilidade de alagamento, entretanto, seu entorno ainda possui lotes sem ocupação, sendo assim possíveis locais amortizadores de cheias. Outro ponto a ser considerado é o viés econômico da cidade, voltada para o setor terciário de turismo e uma nova preocupação com a relação dos moradores e visitantes para com a cidade. Ressalta-se que o artigo 20 do Plano Diretor de Garibaldi (GARIBALDI, 2008) trata da proteção e preservação das estruturas ambientais naturais e estabelece que deverá ser elaborado estudo para despoluição do Arroio Marrecão, bem como criação e delimitação de Área de Proteção Ambiental em lei específica, entretanto, nada tem sido feito neste sentido.

3. O PROJETO DE REQUALIFICAÇÃO E RESSIGNIFICAÇÃO

O diagnóstico da área identificou, ao longo dos 2,6km de extensão do arroio na zona urbana da cidade, trechos com características diferentes que necessitariam de tratamentos diferenciados. Assim, foram propostos 3 setores, com características comuns e zonas de influência, com diferentes programas orientados para a comunidade (Figura 3).

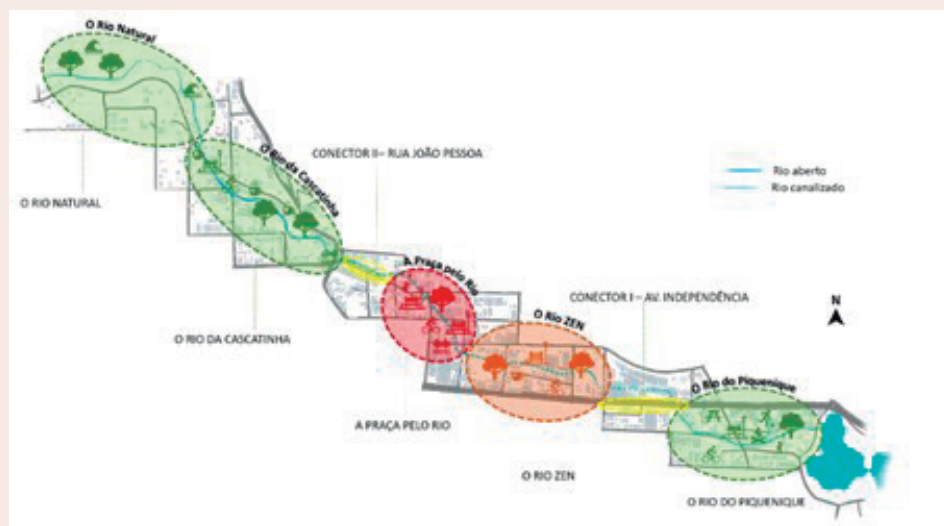


Figura 3. Setores e Programa proposto.

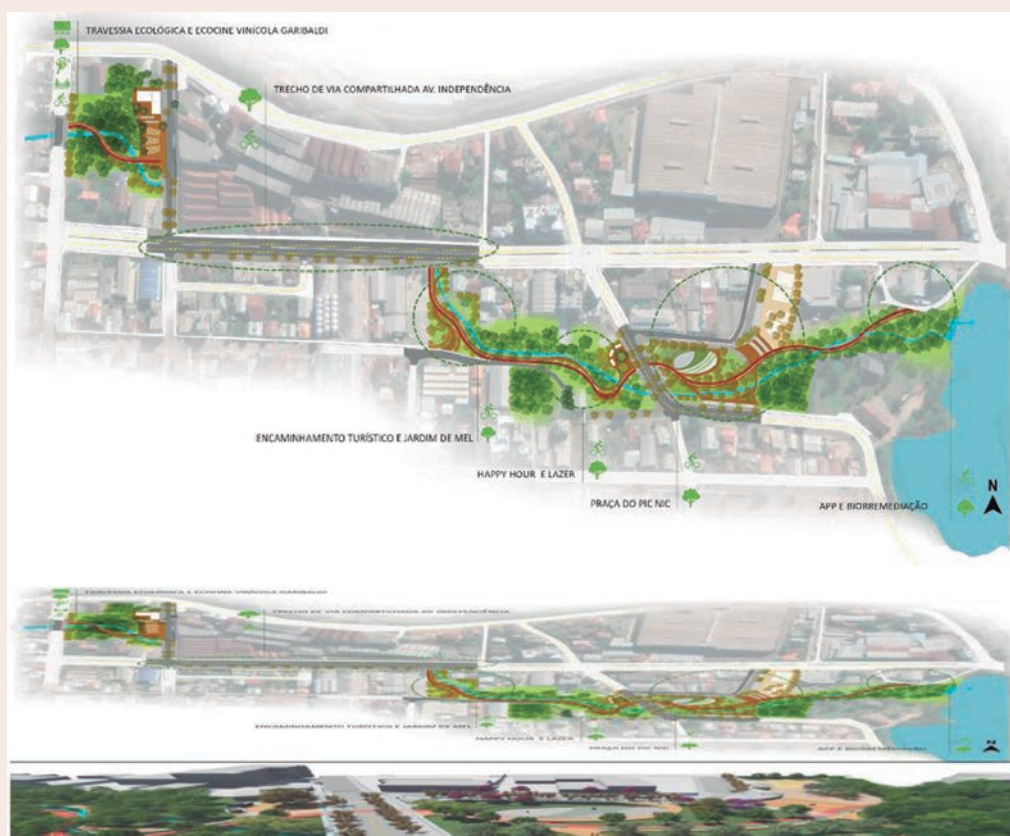
Fonte: Girotto (2020)

Os três setores são tratados como um percurso integrado e contínuo que acompanha o arroio, formando um parque linear, com trajeto multifuncional que atua como um sistema interligado, recuperando a importância do recurso hídrico. A conexão ocorre, como uma costura urbana, através de conectores: conector verde (com implantação de corredores arbóreos, locais de lazer e reestruturação das praças existentes); conector cicloviário (implantação de ciclovia que atravessa área urbana da cidade, liga diversos pontos turísticos e se conecta com rota de cicloturismo existente); conector de pedestres (implantação de passeio ao longo do arroio e, onde não é possível, percurso pelas calçadas das vias existentes, porém agora elevadas e requalificadas), além de percurso conectado ao Tim-tim, transporte turístico existente utilizado para passeios pelo centro histórico. São propostas: diretrizes verdes, referentes à infraestrutura verde; diretrizes azuis, referentes ao arroio Marrecão e infraestrutura azul e diretrizes vermelhas, referentes à funcionalidade dos espaços. Tem-se a premissa de que a integração destes três aspectos poderia produzir um ambiente mais vivo, dinâmico e sustentável. Os usos e atividades propostos nos três setores de projeto atendem as demandas dos usuários, apontadas nos questionários.

Destaca-se que a introdução de infraestrutura azul e verde em áreas urbanizadas pode melhorar a qualidade das águas, assim como reduzir os efeitos negativos da urbanização e mudanças climáticas. Ainda, espaços atrativos para os moradores, podem aproximar as pessoas da natureza e trazer benefícios ambientais, sociais e econômicos. Herzog (2013) argumenta sobre a importância de planejar, projetar e manejar construções e infraestruturas novas e existentes, de modo a transformá-las em espaços multifuncionais como parte de uma rede interligada de fragmentos vegetados e permeáveis, conectados por corredores azuis e verdes,

nos quais a biodiversidade protege e melhora a qualidade das águas. Corredores azuis e verdes são as interconexões necessárias para que haja sustentabilidade da paisagem, as quais mantêm ou restabelecem os fluxos das águas, da biodiversidade vegetal e animal.

No setor 1 (Figura 4) – Rio do Piquenique – ponto de origem do arroio na área urbana e, portanto, do parque linear multifuncional proposto. O foco deste setor está na requalificação das margens do arroio, com criação de novos usos e atividades, além de medidas de remediação da qualidade da água. São propostos espaços de convivência social e lazer, tais como praças e locais de foodtruck, espaço esportivo, encaminhamento turístico e Jardim do Mel, trecho de via compartilhada (Av. Independência) como elemento conector e atrativos gastronômicos, incluindo a Travessia ecológica e o Ecocine Vinícola Garibaldi (com abertura de trecho canalizado). A área de preservação no início do arroio conta com vegetação existente e receberá biorremediadores para filtragem das águas.



Figuras 4. Setor I - Rio do Piquenique - Implantação e croqui.

Fonte: Girotto (2020)

No setor 2 (Figura 5) – A Praça pelo rio. O foco do setor está na descanalização de partes do arroio e na diversidade de usos e atividades. Como medidas efetivas estão: espaços de lazer, estar e convívio social, praças, trecho de via conectora e atrativos gastronômicos. São propostos espaço de café com mirante (novo espaço gastronômico), praça infantil (requalificação de espaço existente) próxima à biblioteca pública existente, espaço de leitura e espaço Zen, requalificação da Praça

Giuseppe Garibaldi, nova praça de eventos, além de trecho de via compartilhada (Rua João Pessoa). Todos os espaços no interior dos quarteirões terão abertura de trechos canalizados e renaturalização das margens.



Figura 5. Setor II - À Praça pelo rio - Implantação e croquis.

Fonte: Giroto (2020)

No setor 3 (Figura 6) - Rio da Cascatinha - ponto final do arroio na área urbana. O foco está na requalificação das margens do arroio, com criação de novos usos e medidas de remediação da qualidade da água. Como medidas efetivas estão: espaços para educação ambiental (Casa do Conhecimento), museus (Casa do Ferreiro e Casa da Roda D'Água), Praça do Arco-íris (integrada à casa de repouso existente, trazendo benefícios terapêuticos aos idosos residentes, além de possibilidade de integração com demais usuários), espaço de café e estar (casa antiga de madeira com ambientes de estar externo junto ao arroio). A nova ciclovia proposta se une a ciclorrota turística de Garibaldi, promovendo assim a oportunidade de continuidade do passeio ciclístico pela parte rural da cidade. Essa área apresenta possibilidade de receber bacia de contenção das cheias do arroio, com o objetivo de evitar alagamentos na área central da cidade.



Figura 6. Setor III - Rio da Cascatinha - Implantação e croquis.

Fonte: Girotto (2020)

Destaca-se que uma importante medida para a viabilidade de descanalização do arroio é a inserção de sistema remediador de renaturalização hídrica. Apoiado em Lammers & Day (2018), propõe-se a divisão do arroio em setores de intervenção remediadores que aproveitam a extensão urbana do corpo hídrico e fazem o tratamento através de diferentes intensidades de intervenção, de acordo com os possíveis pontos de contaminação ou seu acúmulo. Dessa forma, é possível tratar em porções menores o percurso hídrico de maneira a aumentar as chances de sucesso do processo de autodepuração. No sistema de reabilitação são utilizados mecanismos como barreira em pedras, troncos submersos, manta filtrante, jardim flutuante e renaturalização das margens. Após as águas passarem por um processo de maior intensidade de tratamento, os níveis intermediários buscam manter a remediação constante e possuem função estética, tais como: jardins filtrantes flutuantes; recomposição de flora nativa e margens degradadas; barreiras filtrantes em pedra. Este sistema vem a ser uma medida replicável para demais áreas do arroio e até mesmo outros sistemas hídricos. Por ser seriado, a possibilidade de se tratar por etapas também ajuda na viabilidade para sua instalação.

Dessa forma, o objeto de estudo evidenciou a importância do diagnóstico preciso e das soluções de desenho urbano adequadas por tratar-se de contexto consolidado. A continuidade do corredor azul e verde que acompanha o arroio nem sempre é possível de forma linear e, assim, o percurso deve ser pensado como uma costura urbana, envolvendo o sistema viário existente, com medidas que priorizem o transporte ativo (pedestres e ciclistas). Também envolvendo as edificações com potencial de renovação para usos e atividades que possam dar suporte ao parque linear. Os terrenos ociosos do entorno também podem ser utilizados para novas edificações ou espaços verdes, cumprindo a função social da propriedade. Ressalta-se a importância do respeito às pré-existências bem como às demandas dos moradores, para que esses espaços sejam de fato apropriados coletivamente e, assim, tragam todos os possíveis benefícios apontados pela literatura.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo trouxe inicialmente uma breve revisão da literatura e evidenciou a importância e urgência em soluções de desenho urbano visando construir resiliência nas cidades diante do enfrentamento necessário às mudanças climáticas. Ainda, fez uma breve descrição do objeto de estudo e dos procedimentos metodológicos adotados. Na sequência, apresenta o projeto de requalificação e significação do arroio Marrecão, localizado em Garibaldi/ RS, com o intuito de debater sobre a importância e aplicabilidade dos corredores azuis e verdes em contextos consolidados, respeitando as pré-existências e levando em consideração a percepção dos usuários. Assim, debate sobre os desafios da continuidade do corredor azul e verde que acompanha o arroio, as possibilidades de costura urbana, envolvendo o sistema viário existente, edificações com potencial de renovação e o uso de terrenos ociosos do entorno. Também apresenta brevemente uma medida para a viabilidade de descanalização do arroio, com a inserção de sistema remediador de renaturalização hídrica.

Destaca-se que inúmeras cidades vêm priorizando as pessoas em harmonia com a natureza e, na escala local, existem tipologias multifuncionais que podem ser planejadas e projetadas para reconectar as águas e a biodiversidade. Entretanto, cada local tem especificidades socioecológicas e requer levantamento, análise e diagnóstico adequados para orientar a tomada de decisões para obtenção da qualidade de vida em áreas urbanizadas. Quando se pensa em cidades resilientes e responsivas, frente aos impactos das mudanças climáticas, o papel dos corredores azuis e verdes podem ser cruciais para a qualidade de vida de todos os seres vivos que habitam as cidades. Nesse sentido, este estudo debate sobre soluções e estratégias de desenho urbano que podem ser re-combinadas em outros contextos.

Projetos que contemplem a integração da gestão das águas urbanas com o ecossistema, além da mitigação global do clima e redução de impacto, podem proporcionar maior qualidade ambiental e fomento da relação da população com o seu ambiente natural. A criação de espaços de convívio social e contemplação da natureza pode ser uma forma de conscientização e educação ambiental. Entretanto, ressalta-se a importância de políticas públicas que incentivem e viabilizem proje-

tos nesse sentido. Concluindo, este artigo pretende contribuir para o debate sobre soluções de desenho urbano alinhadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030, para melhorar a qualidade de vida dos moradores e contribuir para a produção de cidades inclusivas, resilientes, sustentáveis e saudáveis.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUGUSTUS, Ernesto. (2017). O que é Renaturalização? Disponível em: <https://guiaecologico.wordpress.com/2017/06/07/o-que-e-renaturalizacao/>. Julho/ 2017.
- BOCHI, Thaís Caetano. (2013). Espaços, usuários e rios urbanos. 2013. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional) – PROPUR/ UFRGS.
- FARR, Douglas. (2013). Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza. Portore: Bookman.
- GARIBALDI. (2021). <http://www.garibaldi.rs.gov.br/>. Acesso em fev/ 2021.
- GARIBALDI. (2012). Plano Ambiental Municipal de Garibaldi. Tomo I. Disponível em: <http://www.garibaldi.rs.gov.br/secretarias-e-orgaos/meio-ambiente/plano-ambiental-de-garibaldi/>.
- GARIBALDI. (2008). Plano Diretor Municipal de Garibaldi. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-garibaldi-rs>.
- GEHL, Jan. (2017). A vida entre edifícios: usando o espaço público. Lisboa: 1º edição.
- GIROTTI, Alessander R. (2020). Requalificação e ressignificação do arroio Marrecão – Garibaldi/ RS. Trabalho de Conclusão de Curso de Arquitetura e Urbanismo – UNISINOS.
- HERZOG, Cecilia Polacow. (2013). Cidades para todos: (re) aprendendo a conviver com a natureza. 1.ed. Rio de Janeiro: Mauad X Inverde.
- LAMMERS, Roderick W. & DAY, Colin. (2019). Urban river restoration: bringing nature back to cities. Institute for the Built environment. Disponível em: https://ibe.colostate.edu/wp-content/uploads/sites/5/2019/01/Urban-River-Restoration_v5.pdf.
- ONU. (2021). Plataforma Agenda 2030. <http://www.agenda2030.org.br/>. Acesso em 02/02/2021.
- SANTOS, Cíntia Perozzo dos. (2012). Avaliação de impactos recíprocos funcionais e estéticos entre a ocupação urbana e mananciais hídricos de abastecimento: uma abordagem perceptiva. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional) – PROPUR/ UFRGS.

ARTIGO

INFRAESTRUTURAS VERDES E AZUIS COMO ESTRATÉGIA PROJETUAL DE CIDADES MAIS INTELIGENTES

GOMES, Maria Vitória Ribeiro

(maria.gomes@fau.ufrj.br)

*Programa de Pós-Graduação em Arquitetura,
Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROARQ/UFRJ), Brasil*

VERÓL, Aline Pires

(alineverol@fau.ufrj.br)

*Programa de Pós-Graduação em Arquitetura,
Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROARQ/UFRJ), Brasil*

MIGUEZ, Marcelo Gomes

(marcelomiguez@poli.ufrj.br)

*Programa de Engenharia Urbana (PEU/UFRJ); Programa de Engenharia
Ambiental (PEA/UFRJ); e Programa de Engenharia Civil (PEC/UFRJ)
da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil*

PALAVRAS-CHAVE:

Infraestrutura verde e azul, cidades inteligentes, planejamento urbano, análise bibliométrica.

RESUMO

O processo de crescimento urbano, apesar de significativo para o desenvolvimento econômico das populações, enfatizou também os desafios relacionados à falta de planejamento urbano integrado às dinâmicas do ambiente natural. Nesse contexto, ao serem considerados os desafios vinculados às mudanças climáticas, à perda de qualidade de vida nas cidades e, mais recentemente, à pandemia de COVID-19, conceitos como “infraestrutura verde e azul” e “cidades inteligentes” têm ganhado visibilidade como possíveis estratégias de enfrentamento destas questões, melhorando, inclusive, a sustentabilidade das cidades. Apesar de estudos recentes apresentarem um consenso quanto à possibilidade de incorporação de infraestruturas verdes e azuis no planejamento de cidades inteligentes, ainda é percebido um maior interesse nas finalidades tecnológicas deste segundo conceito, negligenciando a possibilidade de se explorar como as cidades podem se tornar mais inteligentes ao se tornarem mais verdes. Portanto, devido à falta de referências bibliográficas que tratam simultaneamente dos dois conceitos, o presente trabalho apresenta a seguinte questão: quais as atuais conexões entre as infraestruturas verdes e azuis e as cidades inteligentes? Com a finalidade de responder a esta pergunta, uma análise bibliométrica é realizada no *software* gratuito VOSviewer, onde as principais palavras-chaves que permeiam os dois conceitos podem ser avaliadas de acordo com suas conexões. A análise bibliométrica gerou quatro grupos de associação entre as cidades inteligentes e suas palavras-chaves de maior conexão. Este resultado, por sua vez, conduziu a uma segunda pergunta: como as infraestruturas verdes e azuis podem ser incorporadas para melhorar as atuais conexões com as cidades inteligentes? Com o intuito de responder a esta questão, a seção de discussão apresenta uma breve revisão bibliográfica. Por fim, é reconhecido que a natureza e as soluções tecnológicas podem agir de forma complementar, auxiliando no alcance da sustentabilidade e no apoio à tomada de decisões.

CIDADES
E SUSTENTABILIDADE:
RESILIÊNCIA,
MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE

1. INTRODUÇÃO

O processo de crescimento urbano desordenado e a falta de planejamento integrado às dinâmicas da natureza são responsáveis por aumentar os desafios voltados para as perdas em serviços ambientais, valores culturais e de qualidade de vida nas cidades (MIGUEZ *et al.*, 2019), sendo estes ainda mais intensificados quando considerados os impactos decorrentes das mudanças climáticas. Ao mesmo tempo, tendo em vista a falta de motivação política para investir em espaços verdes urbanos, especialmente nos países em desenvolvimento (TURAGA *et al.*, 2019), preocupações relacionadas à degradação do ambiente natural também são cada vez mais urgentes, o que destaca a necessidade de adaptação das cidades para acomodar as futuras gerações com qualidade de vida. No intuito de enfrentar estes desafios, conceitos relacionados ao desenvolvimento sustentável ganham cada vez mais importância como estratégia de planejamento urbano, resultando no estudo de abordagens ecológicas que reconhecem os benefícios e os potenciais serviços que o meio ambiente pode proporcionar (GAZZOLA; DEL CAMPO; ONYANGO, 2019). Nesse sentido, conceitos como “cidades inteligentes” e “infraestruturas verdes e azuis” têm sido difundidos como estratégias capazes de auxiliar na melhora da qualidade de vida.

Uma cidade inteligente pode ser definida como um ambiente urbano que utiliza tecnologias digitais, como as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), para melhorar o desempenho das operações regulares da cidade e a qualidade dos serviços oferecidos aos cidadãos, garantindo a disponibilidade de recursos para as gerações presentes e futuras em termos sociais, econômicos e ambientais (SILVA; KHAN; HAN, 2018). Arafah e Winarso (2017) destacam que o conceito surge na década de 2000, com foco na caracterização de cidades digitais, e evolui para um conceito que insere na definição de cidades com alta qualidade de vida. Além disso, os autores complementam que, apesar de se tratar de um conceito amplamente disseminado, sua definição ainda não é consolidada devido às múltiplas definições e interpretações que envolvem a “inteligência” de uma cidade. No entanto, para fins deste estudo, entende-se que as cidades inteligentes são aquelas que utilizam tecnologias para contribuir com o planejamento urbano sustentável; identificando modelos de gestão inovadores que visem o uso eficiente dos recursos naturais disponíveis, além de abordagens sistêmicas e resilientes (MORACI *et al.*, 2018).

De acordo com Bibri e Krogstie (2017), diversas tecnologias avançadas têm sido desenvolvidas e aplicadas em resposta à urgência de lidar com a complexidade do conhecimento necessário para integrar sistemas urbanos e facilitar a colaboração no planejamento inteligente. Entretanto, Anguluri e Narayanan (2017) observam que muitos estudos enfocam em tais tecnologias avançadas, mas não discutem a maneira como as cidades podem se tornar inteligentes por meio dos espaços verdes ou da sustentabilidade, ou ainda, negligenciam a possibilidade de interdependência entre natureza e tecnologia. Assim, a pesquisa propõe o reconhecimento de conceitos voltados para sustentabilidade que possam ser incorporados ao planejamento de cidades inteligentes.

O conceito de infraestrutura verde e azul, por exemplo, é comumente utilizado para designar todas as soluções baseadas na natureza que visam aumentar a resiliência urbana às mudanças climáticas, utilizando técnicas de mitigação e adaptação capazes de enfrentar tais efeitos (PERINI; SABBION, 2017). A noção de utilização de espaços verdes e azuis como sistema de planejamento desenvolve novas maneiras de conceber e moldar o ambiente humano e natural, considerando futuras transformações e a adaptação da natureza em áreas altamente urbanizadas (BACCHIN *et al.*, 2014). Desta forma, tais soluções proporcionam uma abordagem sistêmica para proteger os ecossistemas em áreas urbanas (TURAGA *et al.*, 2019; WENDLING *et al.*, 2018), aliviando os sistemas convencionais de drenagem, oferecendo benefícios diversos, e possibilitando o uso dos espaços verdes pela população (O'DONNELL; LAMOND; THORNE, 2017).

Um maior interesse a respeito das principais relações entre cidades verdes e inteligentes têm crescido na literatura ao longo dos últimos anos, o que comprova a possibilidade de união entre sustentabilidade e tecnologia. Gazzola, Del Campo e Onyango (2019) exploram as correlações entre “se tornar verde” e “se tornar inteligente”, tendo como objetivo refletir se os caminhos de ambos os conceitos convergem ou divergem quanto ao desenvolvimento sustentável. Machác, Louda e Dubová (2016) exploram as relações entre cidades inteligentes e infraestruturas verdes e azuis a partir da utilização de um telhado verde como estudo de caso para comprovação dos benefícios voltados para redução do consumo de energia, redução da emissão de gases poluentes e ganhos ecossistêmicos. Kaluarachchi (2021) explora a maneira como as soluções baseadas na natureza e na tecnologia podem auxiliar as cidades no alcance de benefícios ambientais e socioeconômicos, utilizando os conceitos de infraestrutura cinza, verde e inteligente.

2. OBJETIVOS

Apesar de estudos recentes se voltarem para o campo de interesse aqui abordado, o número de contribuições ainda é escasso quando considerada a relação entre cidades inteligentes e infraestruturas verdes e azuis, demonstrando que novas possibilidades podem ser exploradas. Assim, o trabalho é movido pela seguinte questão: quais as atuais conexões entre as infraestruturas verdes e azuis e as cidades inteligentes? Com a finalidade de responder a esta pergunta, o artigo tem como objetivo realizar uma análise bibliométrica no *software* gratuito VOSviewer, onde as principais palavras-chaves que permeiam os dois conceitos são avaliadas de acordo com o seu número de conexões. A partir dos resultados obtidos, uma breve revisão de literatura irá levantar como as infraestruturas verdes e azuis podem ser incorporadas como solução projetual, auxiliando no aumento de conexões com as cidades inteligentes. As recomendações finais visam guiar estudos futuros, auxiliando em um maior número de publicações voltadas para ambos os campos.

3. MÉTODO

Com o objetivo de responder a primeira pergunta desta pesquisa (quais as atuais conexões entre as infraestruturas verdes e azuis e as cidades inteligentes?), o método deste trabalho é baseado em estudo bibliométrico, utilizando o *software* gratuito VOSviewer. A ferramenta em questão é amplamente adotada para a criação e a exploração de mapas de correlação, utilizando como base os dados disponibilizados em bancos de dados acadêmicos, como Scopus e Web of Science (VAN ECK; WALTMAN, 2021). No *software*, os objetos escolhidos para análise, ou *itens*, são representados por círculos de tamanhos variados, que aumentam de tamanho conforme seu número de ocorrências. Estes círculos, por sua vez, apresentam *links*, ou seja, linhas de maior ou menor espessura, que indicam a força entre as conexões ou relações entre *itens*. *Itens* com maiores relações entre si são agrupados por meio de grupos, ou *clusters*. Portanto, adotou-se como *item* de avaliação as palavras-chaves que permeiam os conceitos de “infraestrutura verde e azul” e “cidades inteligentes”, com o objetivo de compreender suas maiores conexões e ocorrências.

Na Base Scopus, a busca pela palavra-chave “smart cit*” (onde o asterisco em cit* significa as terminações *city* ou *cities*) resultou em um total de 30.657 resultados datados entre 1984 e 2022. Devido ao grande número de resultados obtidos, optou-se por limitar a busca somente para artigos datados de 2021 e concentrados nas áreas de interesse voltadas para engenharias, ciências sociais, energia e ciência ambiental. Neste caso, a separação por áreas de interesse ocorre para que seja mais bem filtrado o número de resultados, uma vez que o conceito de “cidades inteligentes” engloba campos multidisciplinares do conhecimento, bem como múltiplas definições. A limitação da busca resultou em um total de 1.003 documentos, onde os 100 primeiros foram selecionados e posteriormente transformados em formato de planilha contendo informações referentes aos resumos e palavras-chaves. Por sua vez, para o conceito de “infraestrutura verde e azul”, buscou-se pelas palavras “blue-green infrastructure” ou “green-blue infrastructure”. A busca resultou em 158 documentos datados entre 2010 e 2021. Devido ao menor número de resultados, optou-se por não limitar o tipo de documento (artigo ou capítulo de livro, por exemplo) ou o ano de publicação. No entanto, a limitação das áreas de interesse foi mantida, o que resultou em um total de 148 artigos, onde os 100 primeiros foram selecionados. Assim, 200 artigos foram analisados no *software*.

A partir da obtenção das planilhas geradas pela Base Scopus, as correlações entre as palavras-chaves puderam ser realizadas pelo *software* VOSviewer, em que a junção de dados ofereceu um total de 2.271 palavras-chaves. Para efeitos de estudo e melhor visualização do conjunto, optou-se por reduzir o número de palavras-chave a serem analisadas, destacando as mais citadas. Utilizando um arquivo tesauro, foram listadas as palavras com maior semelhança, como “cities” e “city”, ou “internet of things” e “IoT”, e excluídas aquelas que fugiam do escopo da pesquisa, como “article”, “priority journal” e nomes de países. Em seguida, após as configurações e delimitação de um total de 50 palavras-chaves a serem mostradas, os arquivos puderam ser interpretados pelo *software*. Os resultados obtidos pelo mapeamento conduzem à segunda etapa da pesquisa que, por meio de revisão literária, sugere

as relações que podem melhorar as conexões entre as cidades inteligentes e seus grupos de relação com as infraestruturas verdes e azuis.

4. RESULTADOS

O mapeamento das 50 palavras-chave resultou na criação de cinco grupos (*clusters*), com um total de 382 *links*. Conforme observado na Figura 1, as palavras-chaves referentes aos conceitos de “cidades inteligentes” (*smart cities*) e “infraestruturas verdes e azuis” (*blue-green infrastructure*) se localizam nas extremidades e são principalmente conectadas pelos conceitos de desenvolvimento sustentável (*sustainable development*), planejamento urbano (*urban planning*) e serviços ecossistêmicos (*ecosystem services*), localizados no centro da figura.

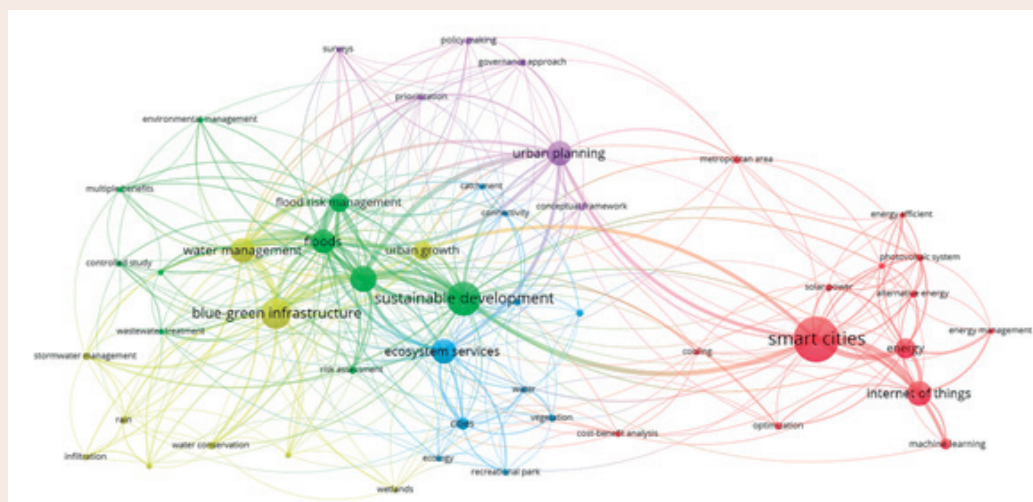


Figura 1. Levantamento bibliométrico realizado no VOSviewer.

Nota-se, contudo, que a partir da amostragem total de artigos selecionados, nenhum destes explora a relação entre cidades inteligentes e infraestruturas verdes e azuis, o que explica a inexistência de conexões diretas entre os dois conceitos. Nos artigos selecionados para o mapeamento, é verificada também uma maior predominância das palavras-chaves relacionadas com “gerenciamento hídrico” (*water management*), “inundações” (*floods*), “gerenciamento de risco de inundações” (*flood risk management*), “crescimento urbano” (*urban growth*), “internet das coisas” (*internet of things*), e “energia” (*energy*). Embora o número de artigos tenha sido equivalente para cada um dos conceitos, é notada uma maior tendência de concentração de palavras voltadas para o conceito de infraestruturas verdes e azuis, afastando o grupo vermelho, representado pela palavra-chave “cidades inteligentes” (*smart cities*).

Conforme mencionado, cada *item* mapeado no *software* possui uma determinada quantidade de *links*, ou seja, as conexões entre as palavras-chaves que podem apresentar maior ou menor força de acordo com a espessura de linha que é representada. Ao analisar a qualidade de *links* referentes à palavra-chave “cidades inteligentes” (*smart cities*), 21 ocorrências puderam ser encontradas, demonstradas na

Figura 2. Partindo destas ligações e dos grupos formados pelo *software*, nota-se que o grupo vermelho, representado pelas “cidades inteligentes”, possui ligações diretas com os outros quatro grupos gerados pela ferramenta, a partir de suas conexões com as palavras-chaves “crescimento urbano” (*urban growth*), no grupo amarelo; “desenvolvimento sustentável” (*sustainable development*), no grupo verde; “serviços ecossistêmicos” (*ecosystem services*), no grupo azul; e “planejamento urbano” (*urban planning*), no grupo roxo. Assim, uma segunda questão é levantada neste trabalho: como as infraestruturas verdes e azuis podem ser incorporadas para melhorar as atuais conexões com as cidades inteligentes? Para respondê-la, as seções seguintes conduzem a uma breve revisão literária, onde são sugeridas as relações que podem fortalecer as conexões entre grupos, considerando a junção de infraestruturas verdes e azuis e cidades inteligentes.

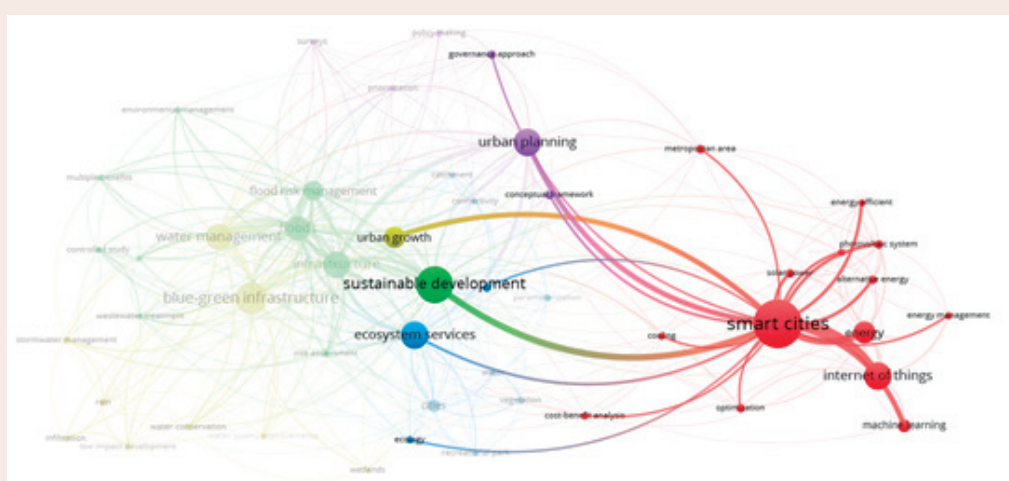


Figura 2. Os principais *links* das cidades inteligentes (*smart cities*).

4.1 GRUPO ROXO: PLANEJAMENTO URBANO (URBAN PLANNING)

No grupo roxo, representado por “planejamento urbano” (*urban planning*), nota-se o agrupamento de palavras que destacam uma maior preocupação com abordagem de governança, formulação de políticas, pesquisas e priorização. Quando considerado o conceito de cidades inteligentes em combinação com o planejamento urbano, a busca por literatura identificou uma associação direta ao desenvolvimento e à aplicação de ferramentas digitais que auxiliem na governança, por meio do monitoramento e digitalização de dados para acesso público (KARNOVEN; COOK; HAARSTAD, 2020). Nesse sentido, a rápida obtenção e processamento de informações, por meio de mecanismos como Big Data, foi entendido como essencial para facilitar a divulgação e a tomada de decisão relacionada à cidade (RATHORE *et al.*, 2016). De acordo com Anthopoulos e Vakali (2012), as principais relações entre as cidades inteligentes e o planejamento urbano se voltam para o fornecimento de serviços públicos voltados para a qualidade de vida dos cidadãos, como o atendimento de saúde à distância; os serviços de segurança eletrônica; os

serviços de transporte; além dos serviços ambientais, que auxiliam na gestão de resíduos, energia e água, e ainda fornecem dados sobre clima e poluição.

Para autores como Anguluri e Narayanan (2017), a infraestrutura verde é considerada como uma peça essencial no planejamento urbano de cidades inteligentes, como estratégia de manter a qualidade natural e a sustentabilidade do ambiente. Sendo assim, ao considerar sua aplicação em múltiplas escalas, tornando-se parte do planejamento urbano, destaca-se também a necessidade de continuidade de ações, como monitoramento, divulgação das informações projetuais, e de relatórios periódicos (MONTEIRO; FERREIRA; ANTUNES, 2020) de modo que a evolução dos projetos possa ser consultada por meio digital. A ampla divulgação de dados permite, então, mensurar as falhas e os avanços de cada proposta ou ação realizada, incentivando o envolvimento da população durante as fases de planejamento e formulação de políticas urbanas.

Rathore *et al.* (2016) apresentam alguns dos mecanismos utilizados nas cidades inteligentes e que, por sua vez, oferecem relações com o monitoramento de infraestruturas verdes e azuis. A utilização de sensores de medição de chuva em espaços abertos, por exemplo, consegue prever a ocorrência de inundações e sinalizar sobre os níveis de águas em rios, lagos ou represas, prezando pela segurança dos cidadãos. O monitoramento de dados meteorológicos e de consumo de água pode subsidiar a criação de planos para a agricultura e a segurança hídrica, além de planos para a redução de consumo de eletricidade a partir do monitoramento de dados de temperatura. O autor destaca, contudo, que o planejamento urbano é uma consequência da análise de dados históricos gerados por tais dispositivos inteligentes, sendo necessária sua observação contínua.

4.2 GRUPO AMARELO: CRESCIMENTO URBANO (URBAN GROWTH)

As palavras-chaves pertencentes ao grupo amarelo, representado por “crescimento urbano”, também se unem à “infraestrutura verde e azul”, “chuvas”, “infiltração”, “*wetlands*” e “gerenciamento hídrico”. Neste grupo, é percebida uma maior concentração de palavras voltadas para as medidas capazes de melhorar a resiliência urbana nas cidades, minimizando impactos decorrentes do crescimento desordenado da malha urbana. Gren *et al.* (2018) comentam que o surgimento de conceitos como “cidades compactas” e “crescimento inteligente”, surgiu como resposta para o crescimento desordenado e para a densificação habitacional urbana. Assim, o crescimento considerado compacto se relaciona com as cidades inteligentes ao abordar a formulação de políticas e de planejamentos ambientalmente corretos; o uso misto do solo; a proteção de espaços abertos e ecossistemas; além de priorizar ambientes que possam ser percorridos a pé (TIAN, 2020).

Ao mesmo tempo, o aumento de resiliência é também um dos fatores principais para o crescimento urbano inteligente, especialmente quando consideradas as ameaças decorrentes das mudanças climáticas (ARAFAH; WINARSO, 2017). A melhora da resiliência consiste principalmente em aumentar o armazenamento de água, a infiltração do solo e reduzir o estresse na infraestrutura subsuperficial

(O'DONNELL *et al.*, 2017; GHOFrani *et al.*, 2017), o que inclui uma melhor gestão do ambiente verde e azul na malha urbana. As soluções estruturais de infraestrutura verde e azul que podem auxiliar na formulação de cidades compactas e resilientes, se concentram na implementação de parques, jardins pluviais, biovaletas, ou *wetlands*, por exemplo.

4.3 GRUPO VERDE: DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (*SUSTAINABLE DEVELOPMENT*)

A partir do mapeamento realizado, a palavra-chave “desenvolvimento sustentável” foi reconhecida como central para a união entre os conceitos de cidades inteligentes e infraestruturas verdes e azuis. Ao mesmo tempo, o agrupamento concentrou palavras como “infraestrutura”, “gestão de risco de inundação” e “gestão ambiental”, apresentando um indicativo de maior preocupação com o equilíbrio entre o ambiente natural e construído. Dentro do conceito de cidades inteligentes, esta preocupação se torna ainda mais urgente quando se consideram os impactos ambientais da urbanização nos mais diversos sistemas que compõem as cidades, além da preocupação com a preservação de recursos naturais. A busca por literatura que demonstrasse a associação entre cidades inteligentes e desenvolvimento sustentável revelou artigos de diversos campos de interesse, havendo uma predominância de trabalhos voltados para a redução de gases de efeito estufa; aumento da qualidade de vida; eficiência energética; construções e seu ciclo de vida.

Quando considerados os gases de efeito estufa, por exemplo, sabe-se que o setor de transportes é atualmente reconhecido por gerar a maior parte de suas emissões, contribuindo para a intensificação dos efeitos das mudanças climáticas. Contudo, estratégias de incorporação de infraestruturas verdes e azuis, como parques urbanos, parques fluviais e vias verdes podem ser utilizadas como incentivo à redução de uso de automóveis nas cidades inteligentes, favorecendo as caminhadas e o uso de bicicletas. A estratégia de aumentar os espaços vegetados urbanos, além de atuar na redução do volume de gases lançados ao ambiente, também possui efeitos positivos na saúde e no bem-estar humano, melhorando o sistema imunológico (WHO, 2016).

Por sua vez, quando voltado para temas como eficiência energética, construções, e ciclo de vida de materiais, autores como Moraci *et al.* (2018) defendem a utilização do conceito de resiliência não apenas no planejamento urbano, como na arquitetura, defendendo o *retrofit* de edificações. Sua defesa se dá pelo reconhecimento de que um edifício construído é um recurso que deve ser reciclado e reintroduzido no ciclo de vida das cidades, reduzindo a pegada ecológica que é gerada pela construção de novos edifícios. Estratégias de infraestrutura verde e azul podem ser aplicadas em construções já existentes, como telhados e paredes verdes (MACHÁC; LOUDA; DUBOVÁ, 2016), possibilitando o alcance da sustentabilidade por meio da redução do consumo de energia e da gestão de águas residuais. A utilização de tecnologias para monitoramento da poluição ambiental e redução de resíduos sólidos (KALUARACHCHI, 2021) são reconhecidas como possibilidades

viabilizadas por cidades inteligentes, buscando o alcance de um desenvolvimento sustentável que também se associa às infraestruturas verdes e azuis.

4.4 GRUPO AZUL: SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS (*ECOSYSTEM SERVICES*)

O grupo azul, representado por “serviços ecossistêmicos”, agrupa palavras-chaves voltadas para o ambiente natural, como “água”, “vegetação”, “bacias hidrográficas”, “cidades”, “conectividade” e “parque recreacional”, por exemplo. Sua maior proximidade com o grupo vermelho se dá pela “análise de custo-benefício” e o “resfriamento” obtido por meio da vegetação. Identifica-se, neste caso, uma associação com a necessidade de se buscar medidas de recuperação da biodiversidade no espaço urbano. A busca por trabalhos que tratam da provisão de serviços ecossistêmicos associados às cidades inteligentes revelou o consenso quanto à necessidade de se incluir áreas vegetadas no meio urbano, de modo a melhorar também a qualidade de vida e a saúde das populações. Muvuna *et al.* (2020) relatam a importância da arborização urbana em ambientes inteligentes, de modo a reduzir a poluição atmosférica, especialmente nas proximidades do ambiente rodoviário, onde há a maior concentração de carros. Machác *et al.* (2020) buscaram identificar quais elementos de infraestrutura verde e azul eram os preferidos pelos residentes de Praga, República Tcheca, notando que as áreas que forneciam serviços culturais ecossistêmicos eram frequentemente preferidas pelos residentes.

A inserção de parques e florestas na área urbana apresenta a possibilidade de melhorar a conectividade através de corredores de biodiversidade, permitindo a migração de espécies, a dispersão de sementes e a conexão de áreas verdes fragmentadas (MONTEIRO; FERREIRA; ANTUNES, 2020), melhorando a qualidade da água e a conservação dos ecossistemas naturais. Além disso, por meio de *wetlands* no ambiente urbano, é possível proporcionar o tratamento de efluentes pelo processo de fitorremediação (KOZAK *et al.*, 2020); enquanto a utilização de lagoas de retenção é capaz de prevenir enchentes, recarregar águas subterrâneas e melhorar sua qualidade (VERAWATY *et al.*, 2019). Gulsrud *et al.* (2018) comentam sobre tecnologias inteligentes como os inventários florestais urbanos, que apresentam marcações digitais das árvores e transmitem informações para plataformas inteligentes; avaliações de biodiversidade realizadas por meio de jogos; e monitoramento das preferências por espaços naturais, por meio de imagens do Instagram e *hashtags*, por exemplo. Anguluri e Narayanan (2017) comentam sobre o uso de ferramentas como os Sistemas de Informação Geográfica para avaliar quantitativamente a existência de espaços verdes urbanos, orientando sua manutenção e proteção no ambiente natural.

4.5 COMO AS INFRAESTRUTURAS VERDES E AZUIS PODEM SER INCORPORADAS PARA MELHORAR AS ATUAIS CONEXÕES COM AS CIDADES INTELIGENTES?

De acordo com a breve revisão literária realizada anteriormente, que buscou relacionar o conceito de cidades inteligentes às palavras-chaves predominantes do mapeamento realizado, foi notada uma maior possibilidade de integração dos elementos naturais na elaboração de cidades compactas, bem como na possibilidade de fornecimento de serviços ecossistêmicos. Foi observado que o acesso à informação quanto aos dados de poluição do ar, alerta de cheias, e qualidade da água, por exemplo, são também essenciais para a junção dos conceitos, por sua capacidade de conscientizar a população quanto aos serviços ambientais prestados pelos tomadores de decisão, e incentivo de participação popular na cobrança de ações e decisões de projeto. Observou-se também que a preservação de áreas verdes e azuis no ambiente urbano pode ser assegurada através do uso de Sistemas de Informação Geográfica e inventários florestais urbanos, permitindo o compartilhamento constante de dados com os cidadãos. Sendo assim, para estudos futuros, sugere-se que uma maior conexão entre os dois conceitos estudados possa ser explorada a partir de três frentes: o aumento de pesquisas voltadas para modelos de cidades inteligentes que aliem natureza e tecnologia; a verificação de iniciativas nacionais que unam ambos os temas; e o estudo dos indicadores de ferramentas de avaliação de cidades inteligentes e sustentáveis, com vistas a relacioná-los com as infraestruturas verdes e azuis.

5. CONCLUSÕES

O crescimento desordenado das cidades e a crescente escassez de recursos naturais aumentaram as preocupações relacionadas à qualidade de vida das gerações futuras, enfatizando a necessidade de se abordar práticas mais sustentáveis e inteligentes no planejamento urbano. Neste contexto, considerando o escasso número de publicações que consideram simultaneamente os conceitos de cidades inteligentes e infraestruturas verdes e azuis, este trabalho buscou avaliar as principais relações entre ambos, por meio de uma amostra de artigos que foram analisados a partir de um estudo bibliométrico. Os resultados complementados pela revisão bibliográfica demonstraram algumas das pesquisas que comprovam a possibilidade de integração entre natureza e tecnologia, atuando na construção de cidades mais sustentáveis e conectadas. No cenário atual, principalmente quando considerada a pandemia de COVID-19, o acesso às tecnologias digitais se torna também um fator de indicação da qualidade de vida das populações, atuando como uma ferramenta de apoio aos gestores das cidades, e permitindo o acesso à informação e à tomada de decisões. Ao mesmo tempo, embora as soluções de infraestrutura verde e azul proporcionem uma série de benefícios, países em desenvolvimento ainda lidam com a falta de investimento político na gestão de espaços verdes, devido a restrições orçamentárias e à emergência de lidar com outros diversos serviços essenciais, o que pode ser considerado como um desafio para a melhor integração de

ambos os conceitos. Como considerações finais, destaca-se também a importância do VOSviewer como ferramenta de mapeamento das publicações existentes, onde a combinação de novas palavras-chaves voltadas para a sustentabilidade pode gerar novas possibilidades de resultados e pesquisas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anguluri, R.; Narayanan, P. (2017). Role of green space in urban planning: Outlook towards smart cities. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 25, p. 58-65.

Anthopoulos, L. G.; Vakali, A. (2012). Urban Planning and Smart Cities: Interrelations and Reciprocities. In: Álvarez, F.; Cleary, F.; Daras, P.; et al (Orgs.). *The Future Internet*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, v. 7281, p. 178-189.

Arafah, Y. and Winarso, H. (2017). Redefining smart city concept with resilience approach, *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, Vol. 70, No. 1, p. 012065.

Bacchin, T. K.; Ashley, R.; Sijmons, D.; Zevenbergen, C.; Van Timmeren, A. (2014). Green-blue multifunctional infrastructure: an urban landscape system design new approach. In: *13th International Conference on Urban Drainage*. Sarawak, Malaysia, v. 4, p. 1-8.

Bibri, S. E.; Krogstie, J. (2017). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable Cities and Society*. v. 31, p. 183-212.

Gazzola, P.; Del Campo, A. G.; Onyango, V. (2019). Going green vs going smart for sustainable development: Quo vadis?. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 214, p. 881-892.

Ghofrani, Z.; Sposito, V.; Faggian, R. (2017). A Comprehensive Review of Blue-Green Infrastructure Concepts, *Int. J. Environ. Sustain.*, Vol. 6, No. 1.

Gren, A.; Colding, J.; Berghauser-Pont, M.; Marcus, L. (2019). How smart is smart growth? Examining the environmental validation behind city compaction. *Ámbio*, v. 48, n. 6, p. 580-589.

Gulstrud, N. M.; Raymond, C. M.; Rutt, R. L.; Olafsson, A. S.; Plieninger, T.; Sandberg, M.; Beery, T.; Jonsson, K. (2018). 'Rage against the machine'? The opportunities and risks concerning the automation of urban green infrastructure. *Landscape and Urban Planning*, v. 180, p. 85-92.

Kaluarachchi, Y. (2021). Potential advantages in combining smart and green infrastructure over silo approaches for future cities, *Front. Eng. Manag.*, Vol. 8, No. 1, p. 98-108.

Karvonen, A.; Cook, M.; Haarstad, H. (2020). Urban Planning and the Smart City: Projects, Practices and Politics. *Urban Planning*, v. 5, n. 1, p. 65-68.

Kozak, D., Henderson, H., Mazarro, A. D. C., and Aradas, R. (2020). Blue-Green Infrastructure (BGI) in Dense Urban Watersheds. The Case of the Medrano Stream Basin (MSB) in Buenos Aires, *Sustainability*, Vol. 12, No. 6, p. 2163.

- Machác, J.; Hekrlé, M.; Meyer, P.; Staňková, N.; Brabec, J.; Sýkorová, M. (2020). Cultural ecosystem services and public preferences: How to integrate them effectively into Smart City planning? In: Smart Cities Symposium Prague (SCSP): Prague, p. 1–6.
- Machác, J., Louda, J., and Dubová, L. (2016). Green and Blue Infrastructure: An Opportunity for Smart Cities?, In: 2016 Smart Cities Symposium Prague (SCSP), p. 1–6.
- Miguez, M. G.; Veról, A. P.; Battemarco, B. P.; Yamamoto, L. M. T.; Brito, F. A.; Fernandez, F. F.; Merlo, M. L.; Rego, A. Q. (2019). A framework to support the urbanization process on lowland coastal areas: Exploring the case of Vargem Grande – Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 231, pp. 1281–1293.
- Monteiro, R.; Ferreira, J. C.; Antunes, P. (2020). Green Infrastructure Planning Principles: An Integrated Literature Review. *Land*, v. 9, n. 12, p. 525.
- Moraci, F., Errigo, M. F., Fazia, C., Burgio, G., and Foresta, S. (2018). Making less vulnerable cities: Resilience as a new paradigm of smart planning, *Sustain.*, Vol. 10, No. 3, pp. 1–18.
- Muvuna, J.; Boutaleb, T.; Mickovski, S. B.; Baker, K.; Mohammad, G.; Cools, M.; Selmi, W. (2020). Information Integration in a Smart City System—A Case Study on Air Pollution Removal by Green Infrastructure through a Vehicle Smart Routing System. *Sustainability*, v. 12, n. 12, p. 5099.
- O'Donnell, E. C.; Lamond, J. E.; Thorne, C. R. (2017). Recognising barriers to implementation of Blue-Green Infrastructure: a Newcastle case study. *Urban Water Journal*, v. 14, n. 9, p. 964–971.
- Perini, K.; Sabbion, P. (2018). *Urban sustainability and river restoration: green and blue infrastructure*. Chichester, United Kingdom: Wiley Blackwell.
- Rathore, M. M.; Ahmad, A.; Paul, A.; Rho, S. (2016). Urban planning and building smart cities based on the Internet of Things using Big Data analytics. *Computer Networks*, v. 101, p. 63–80.
- Silva, B. N.; Khan, M.; Han, K. (2018). Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. *Sustainable Cities and Society*, v. 38, p. 697–713.
- Tian, D. (2020). The Strategy to Measure the Effectiveness of Smart City Growth Model. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 567, p. 012003.
- Turaga, R. M. R.; Jha-Thakur, U.; Chakrabarti, S.; Hossain, D. (2019). Exploring the role of Urban Green Spaces in “smartening” cities in India. *Impact Assess. Proj. Apprais.*, Vol. 00, No. 00, p. 1–12.
- Van Eck, N. J.; Waltman, L. (2021). *Manual for VOSviewer version 1.6.17*. Univeriteit Leiden, p. 1–54.
- Verawaty, M.; Amalia, M.; Wulandari, R.; Hartina, D. (2019). Retention Ponds Pollution Level Monitoring in Palembang City for Achieving a Sustainable Urban Environmental Health and Ecosystem Service. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 248, p. 012006.

Wendling, L. A.; Huovila, A.; Castell-Rüdenhausen, M.; Hukkalainen, M.; Airaksinen, M. (2018). Benchmarking nature-based solution and smart city assessment schemes against the sustainable development goal indicator framework. *Front. Environ. Sci.*, Vol. 6, No. JUL, p. 1-18.

WHO – World Health Organization. (2016). Regional Office for Europe, Urban green spaces and health, p. 92.

SESSÃO 7
CIDADES
E SUSTENTABILIDADE:
RESILIÊNCIA,
MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ, códigos de financiamento 001 e; E-26/200.417/2021; e E-26/201.404/2021(26079), e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (303862/2020-3). Agradecemos também a Cátedra UNESCO “Drenagem Urbana em Regiões Costeiras”, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, à qual esta pesquisa está vinculada.

SANEAMENTO SOCIOECOLÓGICO, ECONOMIA SOLIDÁRIA E GOVERNANÇA TERRITORIAL A PARTIR DAS REDES E SABERES DA COMUNIDADE DE SANTA LUZIA - DF

LACERDA, Guilherme Nery

(guinery94@gmail.com)

Universidade de Brasília (UnB), Brasil

ANDRADE, Liza Maria Souza de

(lizamsa@gmail.com)

Universidade de Brasília (UnB), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Gestão de resíduos sólidos, catadores, esgotamento, ecosaneamento e economia solidária

RESUMO

Este trabalho é resultado de pesquisa-ação (PIbic, Pibex, TFG) desenvolvida no âmbito do grupo de pesquisa e extensão Periférico da FAU/UnB. Por meio deste se analisou as condições sanitárias da comunidade de Santa Luzia, localizada na Cidade Estrutural, região periurbana nas proximidades do Parque Nacional de Brasília localizada ao lado do antigo Lixão da capital. Este território contém conflitos fundiários cuja população está inserida em diversos contextos de vulnerabilidade socioambiental. A aplicação de metodologias de urbanismo tático para a criação de momentos coletivos de participação e integração popular além dos diversos levantamentos foram fundamentais para registrar diversas condições e contextos do território. A pesquisa busca de forma geral contribuir para a promoção de uma lógica urbana que garanta o acesso da população ao saneamento, a terra e a cidade tendo em vista a necessidade de aperfeiçoamento das infra estruturas básicas existentes e inserção de novas capazes de amparar os moradores, por meio de práticas sanitárias acessíveis e condizentes com a realidade local. O percurso construído buscou reconhecer diferentes saberes e vivências de agentes locais, para então conceber uma proposta de manutenção da população em seu território a partir da disponibilização de investimentos, infra estruturas e políticas públicas cujo modo de operação seja conectado e engajado à realidade local. Tendo como base metodologias de participação e integração como forma de aproximação às demandas locais, o trabalho enfoca na gestão de resíduos sólidos, esgotamento e economia solidária a partir de levantamentos e momentos construídos de forma conectada ao território. Como resultado foi proposto um micro plano de gestão comunitária composto por estratégias de atuação sobre o contexto, tendo como objetivo a criação de padrões de gestão do território, a partir de uma visão integrada do micro planejamento urbano focada na promoção da saúde comunitária e no fortalecimento das redes solidárias locais.

CIDADES
E SUSTENTABILIDADE:
RESILIÊNCIA,
MOBILIDADE
E ACESSIBILIDADE

1. INTRODUÇÃO

O frágil investimento do poder público em políticas de infraestrutura nas cidades periféricas aos centros urbanos está diretamente relacionado à divisão socioterritorial do trabalho, em que cada vez mais o espaço é produzido tendo em vista a necessidade da produtividade e lucro, em função do que o lugar possa oferecer à lógica da acumulação do capital.

A disponibilização de saneamento básico nacionalmente se deu de forma extremamente desigual. De forma geral, existe um sério déficit de acesso a essa infraestrutura no país. Como mostra a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB - 2008 (IBGE, 2010), ao relatar que somente 46% dos domicílios no país estavam conectados a redes de esgotamento sanitário. Aproximadamente 20% da população brasileira não dispunha de rede geral de abastecimento de água; 50% dos municípios brasileiros depositavam o lixo a céu aberto, além de carências na área de drenagem urbana, que geram inundações em cidades por todo o país.

O DF apresenta bons índices de atendimento em relação ao abastecimento de água e esgoto, porém se tratando da gestão de resíduos sólidos ainda apresenta uma política pública em construção. O fechamento do Lixão da Estrutural apenas em 2018 e seus processos de transferência demonstram parte das dificuldades de implementação dessa nova agenda urbana. Este trabalho discorre sobre a cidade que se consolidou a partir do processo de ocupação por catadores promovido pela atividade de depósito de lixo no local e as relações territoriais estabelecidas a partir da luta por direitos básicos incluindo o direito à moradia dessa população.

A comunidade de Santa Luzia ocupa a região posterior da Cidade Estrutural- DF e se localiza a 7km do centro de Brasília. Este território está inserido em contextos de vulnerabilidade socioambiental com implicações nocivas a sua saúde e bem estar social de toda população. Muitos dos conflitos existentes na região ocorrem devido a profunda negação de direitos por parte do poder público, que focado em uma perspectiva futura de retirada da população baseada em regulamentações higienistas, negligencia qualquer possibilidade de manutenção desta no local favorecendo a contínua escassez de infraestruturas básicas e políticas públicas de atendimento a comunidade.

A região carece por estudos e levantamentos, que visem registrar as condições locais tendo em vista a necessidade de aperfeiçoamento das infraestruturas básicas existentes e inserção de novas capazes de amparar os moradores. A análise da infraestrutura de Santa Luzia justifica-se pela necessidade de promoção de uma lógica urbana, que tenha como foco a saúde comunitária, preservação ambiental e redes locais.

É imprescindível o envolvimento da população na disputa e composição dos interesses sanitários locais para o mantimento de relações mais lúcidas e autônomas da população com relação aos processos que envolvem o tratamento dos seus resíduos gerados. A comunidade de Santa Luzia é composta por muitos catadores habituados à gestão de diversos resíduos.

Esta categoria de trabalhadores, que tanto contribui para a manutenção das nossas cidades recentemente tem lidado com o fechamento do Lixão da Estrutural, importante foco de trabalho e geração de renda local. Portanto, é necessário a criação e fortalecimento de políticas públicas e estratégias comunitárias que acolham estes profissionais e toda população, reconhecendo seus saberes relacionados à reciclagem e reutilização para uma maior compatibilização das suas condições de vida com suas práticas profissionais.

Para isso, neste trabalho, além dos estudos, levantamentos e atividades desenvolvidas no território a partir da participação popular, foram previstas uma série de estratégias favoráveis às articulações do território. Tendo como objetivo principal o fortalecimento de instrumentos e estratégias de forma a contribuir para as condições de vida desta comunidade, a partir de abordagens transversais, transescalares e interdisciplinares. Considerando a complexidade do tema tratado, este trabalho está associado a diversos outros que visam ampliar o campo de debate atual sobre o tema e dar base para novos estudos e intervenções futuras na área.

Este projeto está inserido no grupo de pesquisa Periféricos: trabalhos emergentes, que consiste na continuidade de pesquisas desenvolvidas pelo projeto “Informalidade e Água: a necessidade de se implementar territórios sensíveis à água na luta pelo direito à cidade”. Além do conjunto de pesquisas do projeto “Brasília Sensível à Água” do Grupo de Pesquisa Água e Ambiente Construído. A proposta em questão se iniciou com a pesquisa “SANTA LUZIA SENSÍVEL À ÁGUA: padrões espaciais de infraestrutura ecológica de esgotamento e gestão de resíduos sólidos para a fixação sustentável do assentamento informal em território de fragilidade ambiental.” desenvolvida no Programa de Iniciação Científica de 2018/19 e teve início a partir do projeto de extensão “Cidades saudáveis: mobilização e agenciamento de ações de infraestrutura ecológica para melhoria do habitat” do Edital Nº1/ 2017 - DEX/DDIR do Polo de Extensão da Estrutural da UnB.

2. OBJETIVOS

A abordagem do projeto visou tratar das questões sanitárias, com enfoque no esgotamento e gestão de resíduos sólidos e suas conseqüentes relações sistêmicas com a vida da comunidade. Foi previsto estratégias para a manutenção da população de Santa Luzia em seu território, a partir do acesso a infraestruturas básicas de ecosaneamento, criação e adaptação de tecnologias sociais, e fortalecimento das redes solidárias locais para a promoção da saúde comunitária e melhoria de suas condições de vida a partir da garantia de seus direitos.

Essas ações visam valorizar a economia solidária local, potencializar a capacidade construtiva e de gestão dessa população, fortalecer a cultura e relações comunitárias, além de contribuir para a visibilidade da atuação da categoria de catadores local e sua importância no contexto da gestão de lixo de Brasília.

3. METODOLOGÍA

No desenvolvimento do trabalho foram aplicadas metodologias de envolvimento coletivo e participativo, como forma de estimular discussões a partir de reflexões e da vivência dos agentes locais sobre seu contexto de convívio. Para as atividades no território foram feitas articulações entre diversos estudantes envolvidos com pesquisa-ações na área. Tais trabalhos utilizaram de metodologias de micro urbanismo tático procurando gerar soluções adaptadas ao território.

A metodologia geral utilizada para o desenvolvimento do projeto consiste na adotada pelo grupo “Periféricos: trabalhos emergentes” de trabalhos finais de graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília.

O “Periféricos: trabalhos emergentes” utiliza diversos métodos de planejamento das ações e atividades, buscando sempre a adaptação ao contexto dos envolvidos inclusive durante todo o desenvolvimento das atividades. Trata portanto de metodologias fluídas que colocam a troca de saberes e o diálogo como o centro da ação. Posteriormente são gerados códigos em forma de padrões, que sintetizam os cenários e estratégias abordadas, tendo como base Alexander et al. (1977) e Andrade (2014). A utilização destes padrões visa facilitar a sistematização do conteúdo gerado e contribuir com a comunicação entre os diversos agentes envolvidos.

4. MICRO PLANO DE GESTÃO COMUNITÁRIA LOCAL

O Micro Plano de Gestão Comunitária foi estruturado para compilar propostas, técnicas e estratégias relacionadas ao contexto da Cidade Estrutural - DF, mais especificamente da Comunidade de Santa Luzia.

Para sua composição foram utilizadas diferentes cartilhas e manuais produzidas a partir de experiências nacionais. Buscou-se gerar um material instrutivo que possa servir como guia para os próprios moradores, favorecendo a escolha das técnicas a serem aplicadas e sua construção considerando as especificações relativas a cada. O Plano dá enfoque a estruturação e articulação de estratégias de gestão para o território de forma a articular questões sanitárias, ambientais, econômicas, culturais e de governança.

4.1 SANEAMENTO SOCIOECOLÓGICO

A vertente tradicional de manejo das águas urbanas, tem contribuído para aumentar os prejuízos financeiros, ambientais, estéticos, à saúde e, sobretudo, à qualidade de vida (ANDRADE, 2014). Uma abordagem mais sustentável tem sido aplicada pelo saneamento ecológico, com práticas caracterizadas pelo emprego de vegetação, para interceptar, evaporar, armazenar, absorver e infiltrar nutrientes e sedi-

mentos, bem como pela preservação e aproveitamento das águas (SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012).

Os sistemas de saneamento ecológico visam um maior aproveitamento das águas residuais. Sua aplicação é possível tanto nas cidades quanto no campo, utilizando as fontes hídricas disponíveis de forma a considerar as demais características do território para propor soluções adaptadas ao contexto. A aplicação desses princípios pode gerar uma gestão cada vez mais local, que dependa menos de captações e infraestruturas externas por meio de uma relação com a comunidade que permita a todos se relacionarem de forma mais responsável e lúcida com seus efluentes gerados.

As infraestruturas cinzas sanitárias convencionais exigem grandes investimentos e mudanças na configuração dos territórios, devido à maior facilidade de aplicação dos encanamentos em formas urbanas mais ortogonais. Em ocupações autoconstruídas geralmente ocorrem configurações mais espontâneas e orgânicas, logo os modelos de saneamento ecológico melhor se adaptam e representam estratégias mais econômicas a estas realidades devido a facilidade de implementação e adaptação de tratamentos descentralizados.

No caso de Santa Luzia, outro fator favorável para a escolha desse tipo de infraestrutura se dá devido aos saberes e atividades de gestão sanitária já desenvolvidas no território. A consolidação e gestão de tais infraestruturas verdes poderia gerar empregos e renda, de forma articulada a outras cadeias produtivas e iniciativas já existentes localmente. Na sequência a figura 1 representa um fluxograma contendo possibilidades de arranjos e técnicas sanitárias possíveis para o tratamento do esgoto da comunidade e na tabela 1 contém uma breve apresentação de cada técnica proposta.

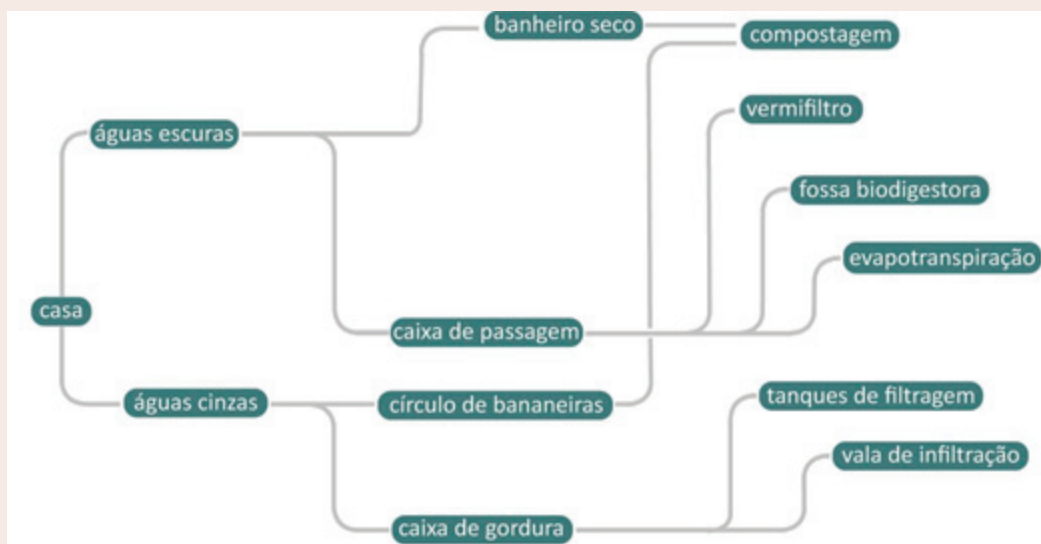

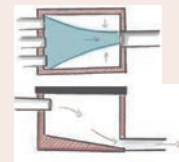





Figura 1. Fluxograma do modelo de gestão de esgotamento proposto para Santa Luzia.

Efluente	Técnica	Características gerais	Ilustração
águas cinzas	Círculo de bananeiras	Essa estratégia de tratamento de águas cinzas também pode ser utilizada para tratamento de águas com urina. Seus processos de construção e manejo são simplificados, de baixo custo e a infraestrutura conta com demanda intermediária de espaço físico.	
	Tanques de filtragem	Existe uma grande variedade de formas de aplicação desta técnica. Nela ocorre a passagem da água por uma série de camadas de materiais diversos. Os microorganismos presentes favorecem a redução da carga orgânica e os metabolismos das plantas favorecem a redução de patógenos e nutrientes.	
	Vala de infiltração	Esta técnica é utilizada para pós-tratamento de efluentes já advindos de sistemas de tratamento como os tanques de filtragem. Consiste em um sistema simplificado cuja operação favorece a infiltração dos efluentes no solo de forma a evitar sua disposição sobre o terreno.	
	Caixa de passagem para esgoto	Este equipamento básico de esgotamento é utilizado para unir os efluentes advindos de diferentes fontes a partir da recepção de seus encanamentos e direcionamento para uma única saída, sua inserção favorece a manutenção das encanações por simplificar as conexões entre estas.	
	Caixa de gordura	A inserção de caixas de gordura nos sistemas residenciais de esgotamento, principalmente para recebimento dos efluentes da pia da cozinha possibilita a separação de gorduras, graxas e óleos de forma a favorecer seus processos de tratamento.	
águas escuras	Banheiro seco	Esta técnica sanitária representa uma alternativa para tratamento de fezes e urinas. Sua manutenção mesmo que contínua não demanda procedimentos complexos e o fato da infraestrutura não misturar os resíduos com água para seu transporte facilita os processos de manejo, tratamento e formação de compostos orgânicos que passando pelos processos de compostagem podem ser utilizados em sistemas de plantio. Existem diferentes estratégias para o tratamento do composto gerado.	
	Fossa de evapotranspiração	Este sistema é indicado para o tratamento das águas geradas nos sanitários. Se trata de um sistema com base impermeabilizada, onde não ocorre a saída de água e a matéria orgânica é decomposta sem a presença de oxigênio pela ação de micronutrientes. A água neste modelo é sugada pelas plantas localizadas na superfície do tanque.	

Continua...



Efluente	Técnica	Características gerais	Ilustração
águas escuras	Vermifiltro	Esta técnica em seu processo de tratamento alia a degradação bacteriana com a compostagem de matéria orgânica por minhocas. Pode ser aplicada tanto para águas dos sanitários quanto para cargas menores de águas cinzas. Este modelo não garante o tratamento total da matéria orgânica, por isso deve ser associado a outras técnicas para aprimorar seu desempenho.	
	Fossa biodigestora	A Fossa Séptica Biodigestora é um sistema proposto pela Embrapa indicado para o tratamento tanto de águas cinzas como de escuras. Este sistema é composto por três caixas coletoras enterradas no solo e interligadas entre si.	

Tabela 1. Técnicas de esgotamento adaptadas ao contexto local.

4.2 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Quanto à gestão residencial de resíduos sólidos, a separação dos materiais pode ser feita em três frações de forma a considerar o trabalho desenvolvido pelos catadores, que dão continuidade à separação feita nas residências. Quando esses agentes não são inseridos de forma justa na gestão, vemos uma série de contradições surgirem a partir da falta de conexão entre os ciclos destes resíduos e a exploração desses profissionais.

As estratégias propostas visam potencializar a atividade dos catadores a partir da melhoria de suas relações trabalhistas e também por meio do incremento de atividades de sensibilização e articulação junto a toda comunidade. O engajamento popular é fundamental para possibilitar uma gestão compartilhada de resíduos sólidos, de forma a considerar tanto os resíduos gerados localmente quanto os levados até o território para serem selecionados.

Tais medidas visam favorecer a valorização desses agentes ambientais por meio de uma maior integração da categoria com a sociedade, setor privado e estado. Neste sentido, com a aplicação de novas estratégias, valorização das já existentes e integrando os saberes locais da população, Santa Luzia poderia representar para Brasília um modelo de gestão comunitária de resíduos sólidos e governança territorial, com experiências a serem aplicadas a outras territorialidades. Na sequência a figura 2 representa um fluxograma contendo possíveis arranjos e técnicas sanitárias indicadas para o aprimoramento da gestão de resíduos sólidos da comunidade e a tabela 2 contém uma breve apresentação de cada técnica proposta.

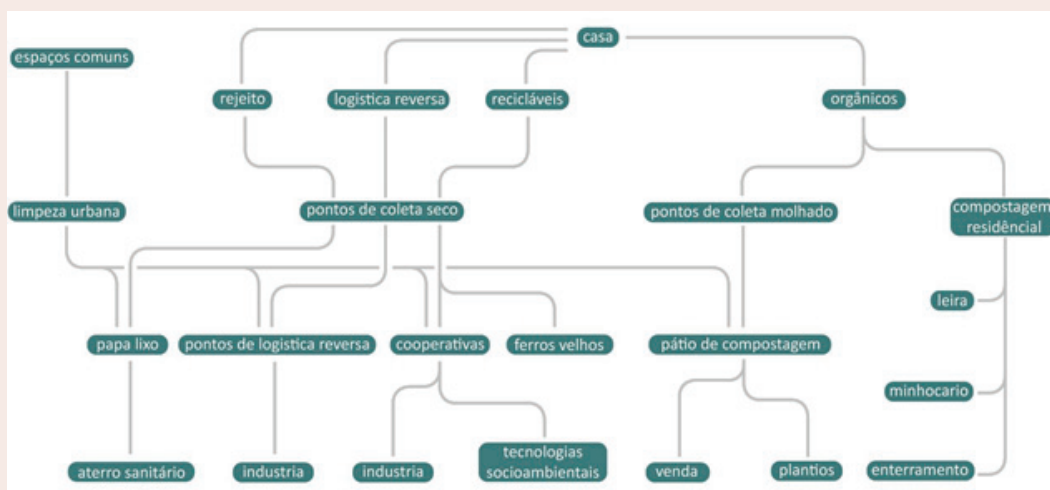


Figura 2. Fluxograma do modelo de gestão de resíduos sólidos proposto para Santa Luzia.

Resíduo	Técnica	Características gerais	Ilustração
Recicláveis	Pontos de coleta seca	O modelo proposto prevê disponibilização de infraestrutura para a gestão dos resíduos da comunidade de forma articulada aos catadores autônomos, tal ação seria potencializada com a criação de cooperativas locais além da articulação com as existentes.	
	Limpeza urbana	Esta proposta busca garantir a manutenção contínua aos espaços públicos de forma a garantir condições favoráveis à convivência comunitária. Este sistema poderia ser gerido por cooperativas já existentes, mas também poderia ser criado cooperativas específicas, com a inserção de catadores autônomos.	
	Cooperativas	A cooperação é uma alternativa frente à desvalorização da atuação dos catadores a partir da autogestão e colaboração, sendo mais possível para esses agentes pleitear relações de troca mais justas relacionadas ao comércio de recicláveis, também contribuindo para a organização da categoria.	
Orgânicos	Compostagem comunitária	Representa uma excelente estratégia para gestão de resíduos orgânicos em escala local. A partir de seu funcionamento é possível gerar engajamento comunitário, capacitação e renda. As estratégias de gestão podem estar articuladas a gestão dos recicláveis, rejeitos e até do esgotamento.	
	Compostagem em leira	Alternativa para o tratamento em escala residencial de matéria orgânica. De forma geral também é utilizada a técnica de compostagem termofílica em leiras estáticas com aeração passiva, porém em menor escala do que na gestão comunitária.	





Minhocários	Esta estratégia aplicada a escala residencial na gestão de orgânicos, conta com a ação de minhocas para a decomposição. O uso de minhocários é muito adotado devido à sua capacidade de recepção de matéria, praticidade e dimensões adaptáveis.	
Enterramento	Alternativa em menor escala na medida que prevê destinação específica e simplificada para resíduos orgânicos. É uma forma de destinação bem simples, recomendada quando a produção de resíduos orgânicos é baixa e há disponibilidade de espaço.	
Plantio-agroecológico	O aprimoramento da gestão de matéria orgânica poderia potencializar sistemas de plantio em regiões específicas da comunidade, como forma de gerar renda e fortalecer a soberania alimentar da comunidade.	
Rejeito	A gestão dos rejeitos pode ser integrada à estrutura de recebimento dos recicláveis. Estes seriam recolhidos pela gestão comunitária local e levados até os papa lixos já presentes no território, sendo destinados ao aterro sanitário.	

Tabela 2. Técnicas de gestão de resíduos sólidos adaptadas ao local

4.3 GOVERNANÇA TERRITORIAL E ECONOMIA SOLIDÁRIA

As seguintes estratégias visam potencializar os arranjos e técnicas sanitárias propostos para a área de forma a gerar articulações, que considerem e envolvam ao máximo as cadeias produtivas já relacionadas à gestão de resíduos ou com potencial para tal no território. Parte considerável dos recursos materiais disponíveis localmente decorrem das práticas e saberes locais relacionados ao reuso e reciclagem. A autogestão neste sentido pode propiciar práticas emancipadoras para a comunidade por possibilitar maior integração e controle popular sobre a gestão local.

A proposta visa manter os investimentos no território não apenas a partir de uma lógica pontual com a disponibilização de elementos e serviços de base, mas também a partir da apropriação desses pela gestão comunitária. Garantindo assim, que a população continuamente seja a maior beneficiada em todo esse processo e com a manutenção dos sistemas, gerando renda e fortalecendo o comércio e cultura local.

As estratégias propostas visam contribuir para a criação e fortalecimento de tecnologias e metodologias locais, em contraponto a aplicação desmedida de tecnologias difundidas pelo mercado hegemônico da construção civil, que historicamente operam impondo sobre realidades diversas, formas de vida alienantes e desarticuladas a natureza. Desta forma as propostas subsequentes visam fortalecer a articulação de sistemas de cooperação com as diversas coletividades locais, entendendo sua relevância para a resiliência deste território. Em seguida é apresentado um fluxograma resumido contendo as redes e articulações locais reconhecidas durante os levantamentos e momentos desenvolvidos localmente e por fim a tabela 3 contém algumas estratégias para fortalecimento dessas redes.

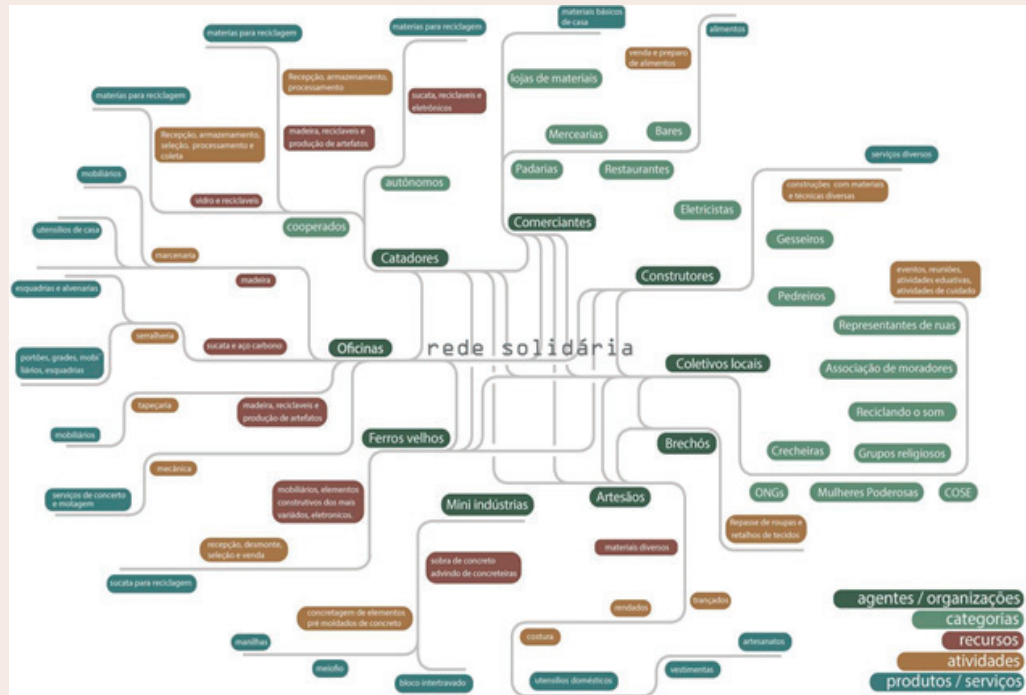


Figura 3. Fluxograma com levantamento das redes solidárias de Santa Luzia.

Articulação	Características gerais	Ilustração
Associação local de catadores e cooperativas	Essa estratégia visa favorecer a articulação entre cooperativas de material reciclável e catadores com diferentes atuações pelo território por meio da concepção de uma organização capaz de articular esses profissionais fortalecendo suas pautas.	
Pontos para turismo regenerativo e educação ambiental	Esta estratégia visa potencializar as experiências locais a partir da promoção de atividades voltadas para a educação ambiental e comunicação social. O sistema para acolhimento do público poderia contar com um percurso eco afetivo e pedagógico entre diversas instituições da localidade.	
Associação de comerciantes, produtores, artesãos e artistas	Esta organização poderia estruturar planos de comunicação social para o território envolvendo a produção de material físico e digital como forma de divulgar produtores, materiais e produtos locais visando a captação de investimentos externos para o território além de fortalecer a economia circular	
Produção de tecnologias sociais	Esta estratégia visa favorecer as conexões de arranjos locais, Santa Luzia contém uma grande capacidade construtiva instalada no local, que tem como base mão de obra qualificada em diferentes setores construtivos, oficinas equipadas com maquinários, mini indústrias, artesãos, além de uma variedade de materiais selecionados e processados no local	

Tabela 3. Propostas de articulação das redes locais de economia solidária.

5. CONCLUSÃO

Na última década, ocorreu um grande fortalecimento das políticas públicas sanitárias com a criação dos Planos Nacionais e regulamentações do setor, neste sentido se mostra necessário capilarizar e territorializar suas diretrizes. A gestão de resíduos sólidos ganhou novas dimensões, porém a carência de planejamento inclusivo e atendimento nas cidades, no campo, nas florestas e nas águas não será solucionada a partir das lógicas de distanciamento e alienação popular, comumente operadas pelas políticas sanitárias de centralização.

É fundamental a criação e fomento de experiências que reconheçam os diversos contextos comunitários existentes em comunidades segregadas sócio espacialmente de forma a contribuir para as suas lutas sociais. Para isso, precisamos reestruturar a lógica de funcionamento do estado burguês, fortalecendo o caráter deliberativo das instâncias e ferramentas de controle social, de forma a ampliar a capacidade das políticas públicas de integração aos territórios.

A atuação das instituições públicas em territorialidades periféricas e auto-construídas deve contribuir para a integração da população com os meios de controle da gestão de seu território. Para isso, é necessário capacidade compartilhada de gestão, de forma a reconhecer e valorizar os diversos agentes comunitários existentes nessas comunidades, para que essa gestão favoreça a continuidade das relações em rede existentes.

6. BIBLIOGRAFIA BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Liza Maria de Souza (2014). Conexão dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos: A construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e no nível da paisagem. Tese de Doutorado.UNB, Brasília.

FIALHO, Átila (2019). Plano de bairro de Santa Luzia - Trabalho final de graduação em Arquitetura e Urbanismo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília- FAU-UNB.

MUNETON, Juan Fernando (2013). Vila Estrutural: uma abordagem sobre ocupação e a produção do espaço. Dissertação de mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Brasília DF, 2013.

Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2012) Ministério do meio ambiente. Brasília.

Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB (2013). Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Brasília

Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PDGIRS (2018). Brasília.

ANAIS
IV EURO ELECS
2021

80



SESSÃO TEMÁTICA 8

MATERIAIS E TÉCNICAS: AVALIAÇÃO, EVOLUÇÃO E INOVAÇÃO



ARTIGO

DESEMPENHO DA SUSTENTABILIDADE EM OBRAS DE INTERESSE SOCIAL: UMA ESTRUTURA DE INDICADORES

BRAVO, Mariana

(m263547@dac.unicamp.br)

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil

KEMPTER, Eloisa

(eloisa@unicamp.br)

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil

BUTTIGNOL, Thomaz

(thomaz@unicamp.br)

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Indicadores de sustentabilidade, sistema de gestão, obras de interesse social, execução de obras.

RESUMO

A execução de obras residenciais consome grande quantidade de recursos naturais, desde a produção de matéria-prima até a entrega da unidade ao cliente. Uma gestão focada em produção mais sustentável, desde a concepção até entrega do empreendimento, não é tão simples, devido a variabilidade nas especificações de projetos, diversidade em sistemas construtivos, dificuldades com mão de obra, como qualificação e rotatividade, que tornam um desafio a implementação de ferramentas e sistemas com este foco.

Para auxiliar as empresas brasileiras construtoras a adequação a uma produção mais sustentável existem referenciais normativos como Selo Casa Azul, PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat), Aqua-HQE e GBC Brasil Casa, que possuem requisitos e diretrizes para a implantação de um sistema de gestão que integra qualidade da edificação, desempenho econômico e controle do impacto ambiental. Entre as vantagens de se aplicar as diretrizes destacam-se o fomento ao menor consumo de energia elétrica e água, menor geração de resíduos, controle da qualidade dos materiais e serviços durante a fase de execução, e que conseqüentemente após a ocupação da unidade, as ocorrências de falhas durante o uso dos sistemas sejam menores.

No entanto, é de suma importância que se estruture formas para medir e monitorar o desempenho do sistema de gestão integrado voltado para a sustentabilidade. Para tanto, a proposta deste trabalho é apresentar uma estrutura com indicadores que possam, de fato aferir a sustentabilidade do sistema de gestão que atendam aos referenciais praticados no Brasil direcionados às edificações de interesse social. Considerando que um empreendimento se constitui das fases de concepção, execução e pós ocupação, sendo a fase de execução é a que mais impacta sob as demais, pela disposição dos recursos durante a execução, os indicadores de sustentabilidade propostos encontram-se dispostos de forma a facilitar a gestão da produção mais sustentável no canteiro de obras.

1. INTRODUÇÃO

Durante os últimos anos, problemas recorrentes com a qualidade em empreendimentos da construção civil têm trazido aos construtores custos que impactam diretamente imagem e reputação, produtividade e geram acidentes incidentes acerca da segurança e saúde ocupacional dos funcionários (Love et al., 2018). As atividades de construção civil também causam impactos ambientais, desde a produção e consumo de recursos naturais, geração de resíduos sólidos, incluindo até a emissão de ruídos (Thomas&Costa, 2017).

Entretanto, muitos destes impactos podem ser controlados e mitigados por uma gestão eficiente promovendo assim a sustentabilidade na fase de construção, que pode ser direcionada por meio de referenciais certificáveis (Thomas&Costa, 2017; Fernandes&Costa, 2021).

Thomas&Costa (2017) referem-se às certificações residenciais como um caminho para a gestão sustentável em obras, ainda assim existem construtoras com baixa maturidade para atender os requisitos das certificações, inclusive as internacionais. Porém, Ferreira et al. (2019) destacam que a gestão certificável e sustentável deve estar conectada ao planejamento estratégico da empresa, para que se veja a sustentabilidade na organização.

Nos últimos anos diferentes métodos de verificações e avaliações para fomento da sustentabilidade vem contando com o uso de referenciais certificáveis, a fim de prover meios para uma gestão direcionada na diminuição do impacto negativo, ambiental, social e econômico gerado pelo setor da construção civil, como os internacionais BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment*) que teve origem no Reino Unido, LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) nos Estados Unidos, Green Star na Austrália, CASBEE (*Comprehensive Assessment System Built Environment Efficiency*) no Japão, com organismos para certificação em diversas localidades (Thomas&Costa, 2017; Illankoon et al., 2017; Ding et al., 2018).

Já no Brasil, os referenciais aplicáveis a empreendimentos imobiliários, pode-se destacar o AQUA-HQE, PBQP-H (*Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat*), Selo Casa + Azul, e (Thomas&Costa, 2017; Almeida et al., 2020). Recentemente, o GBC Casa, mantido pela Green Building Council Brasil (Conselho de Construção Sustentável do Brasil), a mesma instituição responsável pelas certificações LEED no Brasil.

Todavia, cada processo de certificação dispõe de uma classificação de conformidade ao atendimento do referencial, que variam de acordo com a avaliação do organismo certificador sob o projeto, execução e para alguns referenciais, operação, uso e manutenção (Ding et al., 2018). Logo, considerou-se para o contexto deste trabalho a atuação em obras imobiliárias de interesse social, pois, de acordo com Bavaresco et al., (2021), neste âmbito estão programas que fomentam a execução de as obras de interesse social direcionadas ao atendimento da população, avançando o mercado imobiliário, gerando empregos, reduzindo o déficit habitacional.

Apesar da constatação sobre a relevância da implantação dos referenciais e metodologias voltados para a gestão sustentável em crescente estudo nos últimos anos, ainda se nota incipiente a abordagem sobre as formas de medir e avaliar o desempenho da gestão. A consolidação de métricas por indicadores de desempenho pode auxiliar os profissionais e empresas construtoras a gerir melhor os recursos no canteiro de obras e de fato, ter um sistema de gestão sustentável (Almeida et al., 2020). A visualização dos processos com o uso de indicadores pode gerar benefícios que vão além dos custos, tais como entendimento dos objetivos e metas da empresa, desdobramento dos valores as partes interessadas, e principalmente um monitoramento da gestão (Tezel et al., 2016; Francischini; Francischini, 2017).

Portanto, o objetivo deste artigo é apresentar uma estrutura com a relação dos indicadores para monitorar o desempenho sustentável de obras imobiliárias de interesse social. De forma que indicadores atendam aos requisitos dos referenciais certificáveis nacionais: PBQP-H, Selo Casa + Azul, AQUA-HQE, GBC Casa, para uma gestão sustentável e acessível a quaisquer empresas construtoras.

2. METODOLOGIA

A elaboração de uma estrutura para indicadores sustentáveis tem como origem a pesquisa de doutorado em andamento de um dos autores, cujo objetivo final é o desenvolvimento de artefatos que possam monitorar o desempenho sustentável de obras imobiliárias de interesse social com o auxílio do aprendizado de máquinas (*machine learning*) e a internet das coisas (*internet of things*). Assim sendo, este trabalho tem como procedimento metodológico quatro etapas, como mostra a Figura 1.



Figura 1. Metodologia do trabalho.

Na primeira etapa delineou-se a fase de a obra e o tipo de obra a se estudar o uso de indicadores para verificar o desempenho da sustentabilidade: obras imobiliárias de interesse social durante a fase de execução. Na etapa seguinte, mapeou-se os referenciais nacionais certificáveis, que pudessem fomentar a sustentabilidade no contexto da pesquisa: AQUA-HQE, PBQP-H, Selo Casa + Azul e GBC Casa. Na terceira etapa, após a verificação dos requisitos dos referenciais, delimitou-se as formas e frequência dos indicadores e quais objetivos em implantá-los. Finalmente, na quarta etapa foram descritas práticas para impulsionar a melhoria contínua por via do monitoramento de resultados.

3. DIRETRIZES PARA GESTÃO SUSTENTÁVEL: REFERENCIAIS CERTIFICÁVEIS

Após o delineamento do contexto da pesquisa, foram verificados, respectivamente, os referenciais PBQP-H, Selo Casa + Azul, AQUA-HQE, GBC Casa, e seus requisitos quanto à sustentabilidade.

O Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat é mantido pelo Governo Federal por meio do Ministério do Desenvolvimento Regional, com o objetivo de fomentar a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva no setor da construção civil. Composto por sistemas para a verificação da conformidade de matéria prima, fornecedores e a gestão das empresas construtoras, como Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC), Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SiMaC), Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SiNAt), possui requisitos específicos para os escopos de obras Viárias, Artes Especiais, Saneamento Básico e Edificações (PBQP-H, 2018).

Destinado a classificação socioambiental de projetos de empreendimentos habitacionais, o Selo Casa + Azul, mantido pela instituição bancária Caixa Econômica Federal, busca reconhecer os empreendimentos imobiliários que adotam soluções mais eficientes aplicadas à construção, uso e ocupação, e manutenção das edificações. Trabalha com níveis de graduação no empreendimento: Bronze, Prata ou Ouro, de acordo com o atendimento do empreendimento ao referencial Selo Casa + Azul (Caixa, 2021).

Diferente dos referenciais anteriores, ainda que com foco direcionado a sustentabilidade e considerando as características brasileiras das construções no quesito normas técnicas, regulamentações, cultura e clima, desenvolveu-se a certificação AQUA-HQE a partir da certificação francesa Démarche HQE (*Haute Qualité Environnementale*). Para tanto, referenciais técnicos foram desenvolvidos para edifícios em construção e operação, planejamento urbano e infraestrutura, sob a responsabilidade da Fundação Carlos Alberto Vanzolini, que também avalia a conformidade da gestão dos empreendimentos ao que tange a qualidade ambiental (FCAV, 2021).

A certificação voltada para a sustentabilidade em empreendimentos imobiliários é a GBC Brasil Casa, mantida pela Green Council Brasil. Possui categorias que são analisadas para certificação, desde o projeto até a conclusão do empreendimento, como: implantação, uso racional da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, requisitos sociais, inovação e projeto, créditos regionais (GBC, 2021).

3.1 REQUISITOS SUSTENTÁVEIS

Os referenciais técnicos certificáveis contam com requisitos específicos, que foram relacionadas às dimensões da sustentabilidade: ambiental, econômico e social, para auxiliar na estruturação dos indicadores de desempenho, como mostra o Quadro 1.

Apesar de fomentar a aplicação de práticas que visam a dimensão social, os referenciais em algumas não explicitam uma metodologia para a implantação de indicadores, apenas citam que a empresa deve prover um ambiente de trabalho seguro do ponto de vista ocupacional.

CERTIFICAÇÃO	DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE X REQUISITOS		
Título/ Fonte	Ambiental	Econômico (Qualidade)	Social (Segurança e Saúde Ocupacional)
<p>Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat</p> <p>Referencial Nível "A" para Execução de Obras de Edificações</p> <p>(PBQP-H, 2018)</p>	<p>- Indicador de geração de resíduos ao final da obra: volume total de resíduos descartados (excluído solo e demolição de edificações pré-existent) por m² de área construída - medido de modo acumulado ao final da obra, em m³ de resíduos descartados / m² de área construída;</p> <p>- Indicador de consumo de água ao final da obra: consumo de água potável no canteiro de obras por m² de área construída - medido de modo acumulado ao final da obra, em m³ de água / m² de área construída;</p> <p>- Indicador de consumo de energia ao final da obra: consumo de energia no canteiro de obras por m² de área construída - medido de modo acumulado ao final da obra, em kWh de energia elétrica / m² de área construída.</p>	<p>6.2.1 A empresa construtora deve estabelecer objetivos da qualidade nas funções, níveis e processos pertinentes necessários para o sistema de gestão da qualidade.</p> <p>4.4.1 A empresa construtora deve determinar os processos necessários para o sistema de gestão da qualidade e sua aplicação na empresa construtora e deve: e) <i>determinar e aplicar os critérios e métodos (incluindo monitoramento, medições e indicadores de desempenho relacionados) necessários para assegurar a operação e o controle eficazes desses processos.</i></p>	<p>8.1.1. Plano da Qualidade da Obra: A empresa construtora deve, para cada uma de suas obras, elaborar e documentar o respectivo Plano da Qualidade da Obra, consistente com os outros requisitos do sistema de gestão da qualidade (ver 4.4), contendo os seguintes elementos, quando apropriado: j) <i>definição dos meios para assegurar um ambiente de trabalho saudável e seguro, evidenciado pela apresentação de, quando aplicável: comunicação prévia de início de obra à delegacia Regional do Ministério do Trabalho; Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção Civil; Programa de Prevenção de Riscos Ambientais; Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional; constituição de Comissão Interna de Prevenção de Acidente.</i></p>

Continua...

CERTIFICAÇÃO		DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE X REQUISITOS		
Título/ Fonte	Ambiental	Econômico (Qualidade)	Social (Segurança e Saúde Ocupacional)	
Selo Casa + Azul (Caixa, 2021)	<p>Propõe a implantação de um Plano de Gestão Eficiente da Água no Canteiro de Obras e um Plano para Gestão de Resíduos da Construção e Demolição (conforme item 4. Produção Sustentável - mínimo 15 pontos).</p> <p>Propõe no item 6. Inovação (mínimo 10 pontos): Aplicação do BIM na Gestão Integrada do Empreendimento.</p>	Propõe no item 6. Inovação (mínimo 10 pontos): Aplicação do BIM na Gestão Integrada do Empreendimento.	Propõe a implantação de um Plano de Desenvolvimento Social do Empreendimento (conforme item 5. Desenvolvimento Social - mínimo 15 pontos) e apresentar o PGR - Projeto de Gerenciamento de Riscos até a primeira etapa de obra).	
Certificação AQUA-HQE Edifícios residenciais em construção (FCAV, 2021)	<p>3.3 Gestão dos resíduos de canteiro</p> <p>3.4 Limitação dos incômodos e da poluição no canteiro</p>	<p>O referencial não possui um item específico para qualidade. Porém, determina diretrizes para materiais e sistemas construtivos, mais especificamente na Categoria 2: Produtos, sistemas e processos construtivos</p>	<p>3.5 Consideração de aspectos sociais no canteiro de obras: limitar os riscos sanitários; estimular a formalidade na cadeia produtiva da construção civil; Princípios e direitos fundamentais ao trabalho da OIT.</p>	
Certificação GBC Casa (GBC, 2021)	<p>O atendimento aos requisitos é realizado por meio de pontuação e obrigatoriedade dos requisitos para certificação:</p> <p>USO EFICIENTE DA ÁGUA (UEA) PR2 - Medição Única do Consumo de Água (OBRIGATÓRIO) CR2 - Medição Setorizada do Consumo de Água (2 PONTOS) CR5 - Plano de Segurança da Água (1 PONTO)</p> <p>ENERGIA E ATMOSFERA PR3 - Qualidade e Segurança dos Sistemas (OBRIGATÓRIO) PR4 - Iluminação Artificial - Básica (OBRIGATÓRIO)</p> <p>MATERIAIS E RECURSOS (MR) CR1 - Gerenciamento de Resíduos da Construção (3 PONTOS)</p>	<p>Não possui um item específico referente a qualidade.</p>	<p>REQUISITOS SOCIAIS (RS) CR2 - Boas Práticas Sociais para Projeto e Obra (2 PONTOS)</p>	

Quadro 1. Certificações e requisitos

Os indicadores de qualidade foram relacionados ao pilar econômico devido ao conceito da qualidade em atendimento ao cliente, sem retrabalhos. Quando se analisa os indicadores de qualidade vinculados à produtividade, pode-se obter um comparativo de custos oriundos de retrabalho e custo orçado para a execução da obra.

4. MONITORAMENTO DA SUSTENTABILIDADE PARA OBRA DE INTERESSE SOCIAL

4.1 ESTRUTURA PROPOSTA PARA INDICADORES DE MONITORAMENTO

A proposta para os indicadores de monitoramento sustentável dispõe-se no Quadro 2, distribuídos inicialmente pelo atendimento às três dimensões sustentáveis, econômica, ambiental e social. Os objetivos relacionados refletem os requisitos técnicos dos referenciais certificáveis (PBQP-H, 2018; Caixa, 2021; FCAV, 2021; GBC, 2021), bem como o nome dos indicadores. Para cada um dos indicadores determinou-se uma forma de medição, com unidade, frequências sugeridas e forma de cálculo.

Na última coluna do Quadro 2, relacionou-se o referencial que cada indicador atende - destacando-se que o GBC Casa não deixa requisitos explícitos para a consolidação de indicadores da dimensão econômica - e a fonte do indicador proposto.

DIMENSÕES	OBJETIVO	NOME DO INDICADOR	MEDIÇÃO			REFERENCIAL ATENDIDO/FONTE
			UNIDADE	FREQUÊNCIA	FORMA	
ECONÔMICA	Evitar custos com retrabalhos causados pela má qualidade em materiais e serviços	Conformidade de materiais controlados	%	Mensalmente	(Quantidade de materiais não conformes/total de materiais recebidos) /100	[1], [2], [3] / Autores
		Serviços controlados conformes	%	Mensalmente por tipo de serviço executado	(Quantidade de serviços controlados não conformes/total de serviços executados) /100	[1], [2], [3] / Autores
	Satisfação do Cliente	Pesquisa de Satisfação do Cliente	%	Ao término da obra (durante a fase de entrega)	Pesquisa estruturada com perguntas que possam metrificar a satisfação do Cliente diante da unidade entregue	[1], [2], [3] / (Almeida et al., 2020)

Continua...

AMBIENTAL	Redução da geração de resíduos da construção	Geração de resíduos	m ³ /m ²	Mensalmente ou por fase da obra	Acumulado ao final da obra, em m ³ de resíduos descartados/ m ² de área construída	[1], [2], [3], [4] / (PBQP-H, 2018)
	Redução no consumo de água	Consumo de água	m ³ /m ²	Mensalmente ou por fase da obra	Acumulado ao final da obra, em m ³ de água/ m ² de área construída	[1], [2], [3], [4] / (PBQP-H, 2018)
	Redução no consumo de energia elétrica	Consumo de energia elétrica	kWh/m ²	Mensalmente ou por fase da obra	Acumulado ao final da obra, em kWh de energia elétrica/ m ² de área construída	[1], [2], [3], [4] / (PBQP-H, 2018)
SOCIAL	Medição do impacto sob a comunidade local	Número de reclamações de comunidades vizinhas	Unidade	Mensalmente ou por fase da obra	Número de reclamações registradas no mês	[1], [2], [3], [4] / (Almeida et al., 2020)
	Bem-estar dos funcionários	Número de acidentes com afastamento	Unidade	Diariamente	Número de registros diários	[1], [2], [3], [4] / Autores
		Número de acidentes sem afastamento	Unidade	Diariamente	Número de registros diários	[1], [2], [3], [4] / Autores
Educação	Treinamento de funcionários	hora/ funcionário	Mensalmente	Horas de treinamento por funcionários/ total de funcionários por mês	[1], [2], [3], [4] / (Almeida et al., 2020)	

Quadro 2. Programas e ferramentas propostas

Legenda: [1] (PBQP-H, 2018); [2] (Caixa, 2021); [3] (FCAV, 2021); [4] (GBC, 2021)

Os termos serviços e materiais controlados advêm do Referencial Nível “A” para Execução de Obras de Edificações (PBQP-H, 2018), como aqueles que são de suma importância para a entrega deste escopo de obra ao usuário final.

Os indicadores propostos estão dispostos para atender aos requisitos mínimos de cada referencial citado, no entanto deve-se atentar também para os objetivos e metas de cada empresa construtora, para que, de fato cumpram o seu papel de monitoramento da gestão sustentável durante a execução da obra e que ações possam ser tomadas sob seus resultados.

Não se recomenda a aplicação e análise dos indicadores apenas de forma individual, ou seja, os indicadores devem ser relacionados entre si quando implementados. Por exemplo: o indicador *Serviços controlados conformes* pode refletir sob o indicador *Geração de resíduos* se houver indícios de retrabalhos causados por não conformidade durante a execução de serviços controlados, e também analisar o indicador *Treinamento de funcionários* que pode apresentar uma quantidade de horas investidas insuficientes para a realização de serviços controlados.

5. ADMINISTRAÇÃO DOS RESULTADOS: MELHORIA CONTÍNUA

Para que os indicadores tornem parte funcional de uma empresa construtora, o alinhamento deles ao planejamento estratégico direcionados à sustentabilidade deve ocorrer por meio da determinação de metas e objetivos claros, de modo a não serem apenas ferramentas para se alcançar uma certificação ou um financiamento imobiliário. Neste caso, ocorre a probabilidade de desuso antes da implementação.

Segundo Abuzeinab et al., (2017), o aspecto produtivo incluindo o uso da mão de obra, as atividades do setor da construção civil podem ser caracterizadas como de baixo custo, onde o corte desses custos seria uma alternativa para o aumento de lucro, prejudicando o entendimento a melhorias ambientais. Logo, torna-se essencial a realização de treinamentos e campanhas para conscientização sobre os resultados dos indicadores e para onde a gestão sustentável deve seguir, não apenas sob o aspecto ambiental, mas relacionando as demais dimensões.

Outro item para fomentar a administração dos resultados, mais especificamente citados nos referenciais PBQP-H Edificações (PBQP-H, 2018) e o AQUA-HQE (FCAV, 2021), não distantes da estrutura também utilizada na disposição da ABNT NBR ISO 9001 (ABNT, 2015), determinam ações para melhoria contínua, como análise de causa para determinação de ações corretiva e preventivas. Quando aplicada a análise dos resultados dos indicadores, chega-se a ações necessárias para melhorias dos processos monitorados ou até mesmo à adequação do indicador.

6. CONCLUSÕES

A tecnologia tem sido amplamente estudada e utilizada para a otimização da gestão dos empreendimentos, desde sua fase de execução até a operação. Não apenas para a modelagem de informações (BIM - *Building Information Modeling*), mas com o uso da inteligência artificial e o aprendizado de máquinas pode-se monitorar o uso de materiais por sensores, o posicionamento dos trabalhadores por RFID, a classificação de resíduos por imagens e redes neurais, o uso correto de equipamentos de proteção individual por sensores, o monitoramento das atividades do canteiro com veículos aéreos não tripulados (Davis et al., 2020; Pan; Zhang, 2021)

A gestão sustentável também pode dispor de tais tecnologias para permear os empreendimentos de forma mais rápida e clara, de forma que a empresa consiga mensurar e monitorar indicadores e ações. O uso de indicadores de sustentabilidade conecta a gestão aos objetivos e planejamento estratégico da empresa, mas para que isso de fato aconteça, as partes interessadas (construtoras, clientes, fornecedores e sociedade) devem entender claramente o objetivo de ser sustentável em empreendimentos da construção civil.

Entretanto, Ding et al (2018) ressaltam que todos os departamentos devem ser envolvidos em uma gestão sustentável, não cabendo apenas a responsabilidade de um departamento implantar e um organismo a certificar. Por mais ferramentas de gestão e tecnologia que se implementem, sem o comprometimento da empresa construtora, o entendimento dos consumidores e fornecedores sobre os benefícios significativos da sustentabilidade, tais como geração de emprego, melhoria da produtividade, reduções nos índices de poluição e minimização da pobreza, não se torna viável a gestão sustentável.

A estrutura de indicadores proposta neste trabalho é fruto de uma pesquisa de doutorado em andamento, que tem por objetivo fomentar a gestão sustentável durante a fase de execução com a utilização de inteligência artificial e aprendizado de máquinas. Contudo, serão direcionadas as ferramentas tecnológicas que melhor atendam a coleta de dados para disposição dos indicadores, sob a prerrogativa de gestão em tempo real, o uso da internet das coisas também faz parte desta pesquisa, bem como a forma de disposição dos resultados destes indicadores por meio de aplicativos móveis.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) (2015). ABNT NBR ISO 9001:2015: sistemas de gestão da qualidade: requisitos. Rio de Janeiro.
- Abuzeinab, A.; Arif, M.; Gadri, M. A.; Kulonda, D. (2017). Green business models in the construction sector: An analysis of outcomes and benefits. *Construction Innovation*, 18, 1, 20-42.
- Bavaresco, M. V.; Cuchivague, H. Y. O.; Schinazi, A.; Ghisi, E. (2021). Aspectos impactantes no desempenho energético de habitações de interesse social brasileiras: revisão de literatura. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 263-292.
- Caixa Econômica Federal (2021). Selo Casa Azul - Boas práticas para habitação mais sustentável. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/negocios-sustentaveis/selo-casa-azul-caixa/Paginas/default.aspx>
- Davis, P.; Aziz, F.; Nawaz, M. T.; Sher, W.; Simon, L. (2020). The classification of construction waste material using a deep convolutional neural network. *Automation in Construction*, 122, p. 103481.
- Ding, Z.; Fan, Z.; Tam, V. W. Y.; Bian, Y.; Li, S.; Illankoon, I. M. C. S.; Moon, S. (2018). Green building evaluation system implementation, *Building and Environment*, 133, 32-40.
- FCAV (Fundação Vanzolini) (2021). Referencial técnico de certificação AQUA-HQE: Sistema de Gestão do Empreendimento – SGE para Edifícios em Construção. Disponível em: <http://www.aqua-hqe.com.br>.
- Ferreira, C.S., Poltronieri, C. F., Gerolamo, M. C. (2019). ISO 14001:2015 and ISO 9001:2015: analyse the relationship between these management systems standards and corporate sustainability. *Gestão&Produção*, 26(4), 1-14.

Francischini, P.G.; Francischini, A. S. N. (2017) Indicadores de desempenho: dos objetivos à ação - métodos para elaborar KPIs e obter resultados. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books.

GBC (Green Building Council Brasil) (2021). Guia prático: porque e como certificar o seu projeto - GBC Casa Checklist Projeto e Obra - Certificação GBC Brasil Casa. Disponível em: <http://www.gbcbrazil.org.br/documentosDownload.php?J=casa>

Illankoon, I. M. C. S.; Tam, V. W. Y.; Le, K. N.; Shen, L. (2017). Key credit criteria among international green building rating tools, *Journal of Cleaner Production*, 164, 209-220.

Love, P. E. D.; Teo, P.; Morrison, J. (2018). Revisiting Quality Failure Costs in Construction. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 144(2), 05017020-1.

Marques, C. T.; Gomes, B. M. F.; Brandli, L. L. (2017). Consumo de água e energia em canteiros de obra: um estudo de caso do diagnóstico a ações visando à sustentabilidade. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 79-90.

Pan, Y.; Zhang, L. (2020). Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and future trends. *Automation in Construction*, 122, 103517.

PBQP-H (Programa de Qualidade e Produtividade no Habitat) (2018). Regulamento do SiAC - Especialidade Técnica Execução de Obras (Portaria nº 383 de 14/06/2018) Anexos I, II, III e IV. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/pbqp-h/o-pbpq-h>

Tezel, A.; Koskela, L.; Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: a literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 27, n. 6, p. 766-799.

Thomas, N. I. R.; Costa, D. B. (2017) Adoption of environmental practices on construction sites. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 9-24.

Vasconcelos, I. A., Cândido, L. F., & Heineck, L. F. M. (2020). Evaluation of sustainable construction sites: a lean, green and well-being integrated approach. *Gestão & Produção*, 27(3), e4552.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a oportunidade a UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas), por todo o suporte técnico e científico para a realização deste estudo.

ARTIGO

ANÁLISE DAS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS ADOTADAS EM CANTEIROS DE OBRAS EM EMPRESAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

BONETTI, Gabriela

(gabrielaBonetti@alunos.utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Brasil

SPADOTTO, Aryane

(aryanespadotto@alunos.utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Brasil

GRIPP, Ana Karla

(anakarlagripp@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Brasil

IAROSINSKI, Alfredo

(iarozinski@professores.utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Sustentabilidade. Canteiro de Obras. Correlação. Análise Fatorial.

RESUMO

Com o aumento da preocupação relacionada às questões ambientais, ampliou-se a necessidade de adoção de práticas sustentáveis por parte de indústrias e empresas, dentre elas o setor da construção civil. Assim, a pesquisa foi realizada a partir de um questionário do tipo *Survey* sobre práticas de sustentabilidade utilizadas por empresas da construção civil da região metropolitana de Curitiba, do estado do Paraná e de Santa Catarina. Os dados foram analisados por Análise de Correlação e Análise Fatorial, com o auxílio do *software IBM SPSS Statistics*. Com as análises foi possível verificar que há uma clara distinção entre práticas relacionadas aos resíduos, que são, em geral, mais aplicadas que as demais práticas. Também foi possível perceber que não há distinção de perfil quanto a tamanho, idade ou ramo de atuação de empresa que faz mais uso de práticas de sustentabilidade no canteiro de obras, bem como quais são as mais adotadas.

1. INTRODUÇÃO

Atitudes adotadas por empresas da construção civil estão incorporadas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que contribuem para atingir a Agenda 2030 no Brasil. O objetivo onze se caracteriza por tornar as cidades e comunidades sustentáveis, inclusivas, seguras e resilientes, incluindo em seus critérios reduzir o impacto ambiental negativo *per capita* das cidades, com atenção à qualidade do ar e gestão de resíduos municipais, além do apoio por meio de assistência para construções sustentáveis.

Nos últimos anos houve aumento da preocupação com questões ambientais, o consumo de recursos naturais e a geração de resíduos. No entanto, a adoção de práticas sustentáveis tem sido lenta no setor da construção civil (IWASSA, 2018). Assim, a indústria da construção ainda está em processo de inclusão de aspectos de sustentabilidade em suas práticas diárias e processos executivos. Este esforço resultou em uma série de atividades e estratégias sustentáveis desenvolvidas especificamente para o setor com objetivo de tornar a indústria de construção mais sustentável (SHELBOURN et al., 2006).

No entanto, no contexto brasileiro, a adoção de medidas que propiciem maior vantagem ambiental e social ainda apresentam obstáculos nesse mercado, principalmente devido à capacidade adaptativa destas para assumir processos de mudanças sustentáveis (SANTOS et al., 2020).

Este trabalho busca, com a análise de dados empíricos, avaliar as práticas de sustentabilidade adotadas por empresas da construção civil e, através de resultados estatísticos, compreender a aplicabilidade, suas correlações e observar se há distinção entre a tipificação das empresas e das práticas adotadas.

2. MÉTODO DE PESQUISA

Este trabalho foi desenvolvido com base na análise de dados sobre práticas sustentáveis utilizadas em canteiros de obras de empresas do setor da construção civil.

2.1 ANÁLISE DE DADOS

O levantamento dos dados foi realizado por meio de um questionário do tipo *Survey*, composto por perguntas a fim de caracterizar a empresa (tamanho, ramo de atuação, etc) e 10 perguntas a respeito das práticas de sustentabilidade no canteiro de obra, elaboradas em escala *Likert* de 0 a 6 pontos, com ordem crescente do não atendimento ao atendimento total das questões. Esse questionário foi distribuído a 90 empresas de Construção Civil nas áreas de Construção, Incorporação e Infraestrutura abrangendo predominantemente a região metropolitana de Curitiba, do estado do Paraná e com alguns dados de empresas do estado de Santa Catarina. Os questionários foram aplicados de novembro de 2018 a novembro de 2019 de forma presencial pelos pesquisadores. As perguntas foram:

1. Qual a idade da empresa?
2. Quantos funcionários tem empresa?
3. Quantos empreendimentos a empresa já executou?
4. Quantos empreendimentos estão sendo executados?
5. A Empresa possui alguma certificação (ISO 9000, ISO 9001, PBQP-h, LEED, AQUA, etc)?
6. A empresa planeja a reutilização de materiais descartados na própria obra?
7. Existe algum sistema para o gerenciamento de resíduos (ex: reciclagem, separação de entulho, separação de materiais utilizados)?
8. É feita a separação dos resíduos gerados em canteiro de obras?
9. As obras possuem recipientes adequados para a destinação correta dos resíduos?
10. As obras possuem sistemas de captação, tratamento e reutilização de águas pluviais?
11. A empresa prioriza o uso de equipamentos/elementos de baixo consumo para o menor impacto ambiental?
12. A empresa planeja processos executivos para menor desperdício e menor impacto ambiental (menor ruído, poeira, etc.)?
13. Na elaboração de projetos e orçamentos, são consideradas as práticas de sustentabilidade (eficiência energética, fontes alternativas, etc.)?
14. A empresa prioriza a utilização de materiais que foram fabricados sem agredir o meio ambiente?
15. A empresa utiliza materiais reciclados como agregados?

Em relação ao banco de dados, foram realizadas alterações com o objetivo de homogeneizar as amostras e refinar os resultados. Como haviam algumas variáveis sem resposta pelas empresas, para não interferir nos dados das análises, estas foram excluídas conforme os seguintes critérios:

- Em Idade, empresas sem respostas foram removidas;
- Em Tamanho da empresa, empresas sem respostas foram removidas;
- Em Empreendimentos (executados e em execução), empresas sem ambas as repostas foram removidas;
- Em Certificação as empresas sem respostas foram removidas;
- Em soluções sustentáveis, empresas sem respostas em mais de três questões foram removidas.

Portanto, de 90 empresas entrevistadas restaram 78 com informações completas para a análise, sendo 68 empresas do Paraná e 10 de Santa Catarina. O tamanho das empresas foi dividido pelo número de funcionários, em quatro categorias na classificação micro, pequena, média e grande, segundo os critérios do IBGE, conforme Figura 1.

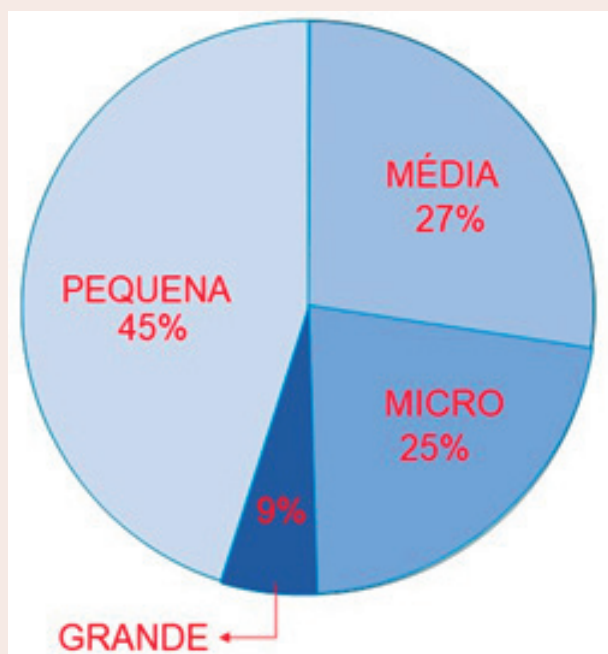


Figura 1. Distribuição dos tamanhos das empresas entrevistadas

Também foram levantados os dados com relação às certificações, como indicado na Figura 2.

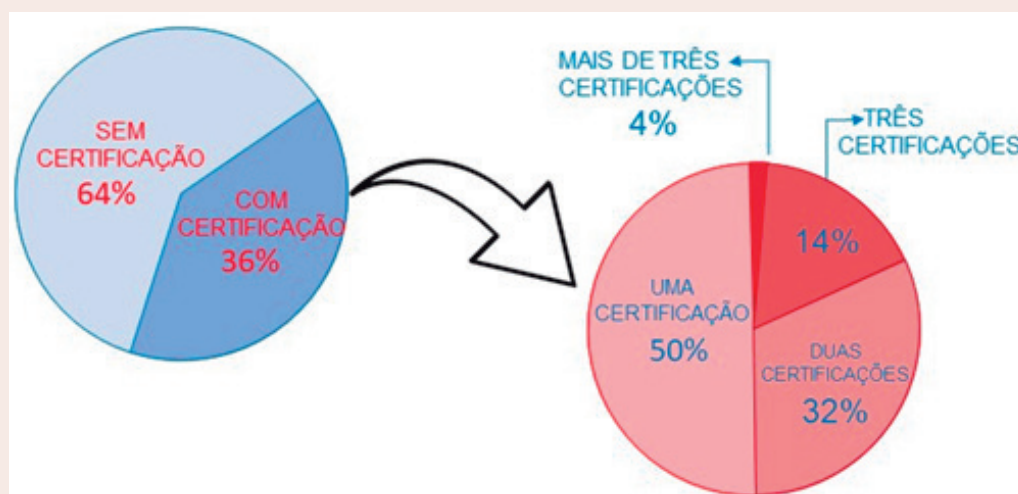


Figura 2. Quantidade (%) de empresas com certificações

Como exposto na Figura 2, 36% das empresas entrevistadas possuíam alguma certificação, e dessas, 50% tinham uma certificação, 32% duas certificações, 14% três certificações e apenas 4% com mais de 3 certificações.

2.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A fim de verificar a aderência do modelo, utilizou-se o *software IBM SPSS Statistics* para realizar análises de estatística descritiva, tais como média, mediana, am-

plitude e desvio padrão. Os resultados foram representados por meio do gráfico *Box-Plot* das variáveis estudadas. O mesmo *software* foi utilizado para executar a Correlação e a Análise fatorial.

Foi realizada análise para a identificação de variações comuns existentes no conjunto de variáveis por meio da Análise Fatorial. A técnica fatorial foi utilizada na perspectiva exploratória, em que os dados determinam o modelo a ser usado posteriormente de forma indutiva sem a intervenção do pesquisador e com uma estrutura pré-determinada (MATOS; RODRIGUES, 2019). A análise foi realizada considerando 10 variáveis relacionadas às práticas sustentáveis coletadas na população de 78 empresas, totalizando 780 observações. Foi utilizado o método Varimax de rotação para visualização das variáveis pertencentes a cada fator com o objetivo de obter-se uma a distribuição das cargas fatoriais mais equilibrada. Os testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Barlett foram utilizados para testar a estabilidade do modelo e adequação da amostra.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta os resultados encontrados para cada questão envolvendo sustentabilidade das empresas entrevistadas.

Práticas Sustentáveis	Amplitude	Amplitude Interquartil	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Variância
Reutilização de materiais	6	3	0	6	2,863	3,000	1,785	3,183
Gerenciamento de resíduos	6	3	0	6	3,284	3,000	1,977	3,906
Separação dos resíduos	6	2	0	6	3,642	4,000	1,826	3,333
Destinação correta dos resíduos	6	3	0	6	3,691	4,000	1,849	3,416
Captação, tratamento e reutilização de águas pluviais	6	4	0	6	2,114	2,000	2,178	4,743
Utilização de equipamentos de baixo consumo	6	3	0	6	2,218	2,000	1,925	3,705
Processos executivos com menor impacto	6	3	0	6	2,519	2,000	2,020	4,078
Práticas de sustentabilidade em projetos e orçamento	6	3	0	6	2,300	2,000	1,886	3,554
Prioridade para materiais sem impacto ambiental	6	3	0	6	2,000	2,000	1,789	3,200
Materiais reciclados como agregados	6	3	0	6	1,763	1,000	1,823	3,323

Tabela 1. Configurações gerais

Fonte: Autores (2021).

Pode-se perceber pela amplitude dos dados obtidos nas respostas, que todas as questões sobre sustentabilidade tiveram respostas extremas, ou seja, de empresas

que não realizam em nenhum grau as preposições (0) até as que se preocupam com o total atendimento a determinado requisito (6). No entanto, a partir da mediana e da Amplitude Interquartil é possível ter uma visão mais ampla sobre os critérios mais utilizados pelas instituições entrevistadas, como pode ser visualizado na Figura 3, que mostra o gráfico Box-Plot plotado a partir das respostas obtidas.

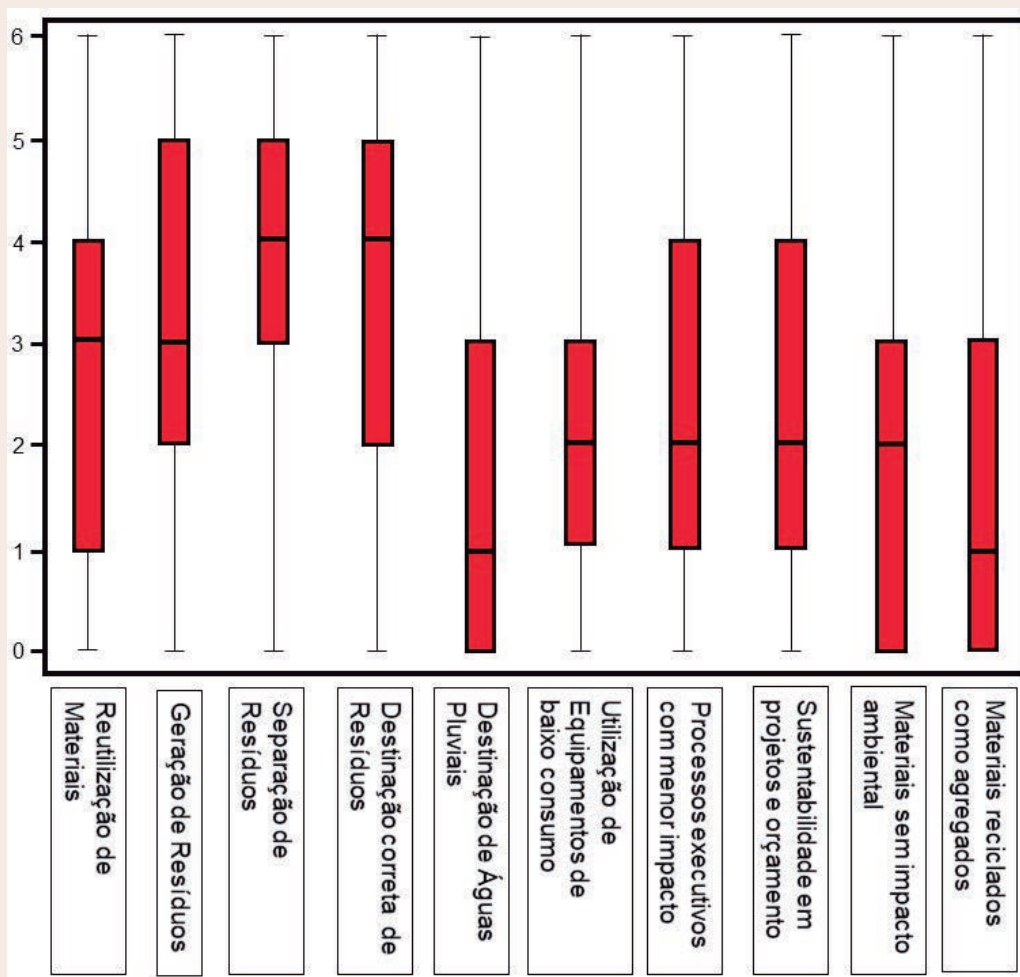


Figura 3. Gráfico Box-plot das práticas sustentáveis praticadas pelas empresas

A partir da Figura 3, nota-se que há poucas práticas sustentáveis no que concerne à destinação de água pluvial e utilização de materiais reciclados como agregados, visto que são os itens que apresentam a menor mediana (1), o que significa que metade das respostas para as perguntas referentes a esses fatores têm valor igual ou menor que 1. Já separação de resíduos e destinação correta de resíduos apresentam a maior mediana (4), indicando mais adeptos a essa prática.

Um dos motivos do alto atendimento à correta destinação e segregação dos resíduos pode ser que diversos Municípios, visando atender a Resolução CONAMA 307 (CONAMA, 2002), possuem leis próprias em prol da correta finalidade de RCD, como o caso, dentre as cidades avaliadas, de Curitiba-PR que tem vigente a Lei N° 11.682 (CURITIBA, 2006) que obriga os construtores a realizarem a finalização adequada aos resíduos de obra.

Já a pouca utilização de RCD como agregados pode ser explicado pela demanda de ensaios tecnológicos que essa substituição exige, já que para trocar um agregado do concreto ou argamassa, por exemplo, é necessário saber se o novo agregado vai permitir ao produto final as mesmas características de resistência e trabalhabilidade, o que exige ensaios laboratoriais, causando déficit temporal e econômico.

3.1 TESTE DE CORRELAÇÃO

Segundo Field (2009), a correlação mede o relacionamento linear entre variáveis. A matriz da Correlação de Spearman, gerada a partir do *software IBM SPSS Statistics*, mostra o coeficiente de correlação entre duas variáveis. A Tabela 2 foi relacionada através de cores, em que as células vermelhas de valor de coeficiente igual a 1,0 correspondem a correlação entre a mesma variável, seguindo uma variação gradativa de cores até o branco de valor próximo a 0,5 e passando por tonalidades de azul até valores próximos de zero.

	Reutilização de Materiais	Gerenciamento de Resíduos	Separação de Resíduos	Destinação de Resíduos	Captação, tratamento e reutilização de águas pluviais	Utilização de equipamentos de baixo consumo	Processos executivos com menor impacto	Práticas de sustentabilidade em projetos e orçamento	Prioridade para materiais sem impacto ambiental	Materiais reciclados como agregados
Reutilização de materiais	1	0,702**	0,53**	0,45**	0,435**	0,541**	0,707**	0,371**	0,603**	0,453**
Gerenciamento de resíduos	0,702**	1	0,807**	0,68**	0,346**	0,471**	0,719**	0,229*	0,5**	0,413**
Separação dos resíduos	0,53**	0,807**	1	0,77**	0,206	0,365**	0,569**	0,116	0,355**	0,281*
Destinação correta dos resíduos	0,449**	0,684**	0,774**	1	0,307**	0,287*	0,485**	0,211	0,294**	0,233*
Captação, tratamento e reutilização de águas pluviais	0,435**	0,346**	0,206	0,31**	1	0,622**	0,457**	0,534**	0,554**	0,506**
Utilização de equipamentos de baixo consumo	0,541**	0,471**	0,365**	0,29*	0,622**	1	0,801**	0,706**	0,819**	0,598**
Processos executivos com menor impacto	0,707**	0,719**	0,569**	0,49**	0,457**	0,801**	1	0,558**	0,81**	0,597**
Práticas de sustentabilidade em projetos e orçamento	0,371**	0,229*	0,116	0,211	0,534**	0,706**	0,558**	1	0,731**	0,531**
Prioridade para materiais sem impacto ambiental	0,603**	0,5**	0,355**	0,29**	0,554**	0,819**	0,81**	0,731**	1	0,648**
Materiais reciclados como agregados	0,453**	0,413**	0,281*	0,23*	0,506**	0,598**	0,597**	0,531**	0,648**	1

**A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades). *A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

Tabela 2. Correlação entre as variáveis

Fonte: Autores (2021).

Considera-se forte a correlação entre variáveis dados com valor >0,5 (FIELD, 2009), dessa maneira, na Tabela 2, as correlações fortes estão em indicadas em vermelho. Esses efeitos de correlação são positivos, assim, pode-se deduzir que à medida que uma prática sustentável desenvolvida pela empresa aumenta, existe uma melhoria

correspondente nos conceitos de outra prática sustentável. Já os valores da significância para os demais coeficientes de correlação são menores do que 0,5, ou seja, há correlação média (de 0,3 a 0,5) ou fraca (menores que 0,3).

Assim, percebe-se forte correlação entre as práticas de gerenciamento de resíduos, destinação correta dos resíduos e separação dos resíduos, o que é coerente, pois na prática são etapas da gestão dos resíduos sólidos. Também se destaca a forte correlação entre os processos executivos com menor impacto, o gerenciamento de resíduos e a reutilização de materiais, pois entende-se que uma maneira de diminuir os impactos ambientais seja a diminuição dos rejeitos em obra.

Já a prática de sustentabilidade em projetos e orçamentos tem correlação forte com utilização de equipamentos de baixo consumo, o que é natural quando busca-se a sustentabilidade de orçamentária, bem como a prioridade para materiais sem impacto ambiental e reciclados, que provavelmente já foram estabelecidos em projeto.

3.2 ANÁLISE FATORIAL

O objetivo da utilização da análise fatorial é de reduzir o conjunto inicial de variáveis por um menor número de fatores (LUZ et al., 2015). Dessa forma, a principal função dessa análise é identificar as relações internas entre as diferentes variáveis, de forma a obter um padrão (KATTRHEE; NAIK, 2000). Para as variáveis estudadas, a análise fatorial resultou em dois grupos distintos, conforme Tabela 3.

Práticas sustentáveis	Componente	
	1	2
Prioridade para materiais sem impacto ambiental	0,8899	-
Utilização de equipamentos de baixo consumo	0,8661	-
Práticas de sustentabilidade em projetos e orçamento	0,8651	-
Materiais reciclados como agregados	0,7330	-
Captação, tratamento e reutilização de águas pluviais	0,7012	-
Processos executivos com menor impacto	0,6971	0,5792
Separação dos resíduos	-	0,9237
Gerenciamento de resíduos	-	0,8737
Destinação correta dos resíduos	-	0,8355
Reutilização de materiais	0,4952	0,6464

Tabela 3. Resultado da Análise fatorial

Fonte: Autores (2021).

Como pode-se constatar, os grupos resultantes foram relacionados à gestão de resíduos sólidos (Componente 2) e às demais atividades (Componente 1). O teste de rotação Varimax demonstra que os fatores isoladamente estão bem estabelecidos em cada componente, já que os valores das cargas variam entre 0,6464 e 0,9237 e como afirma Hair et al. (2009), cargas de $\pm 0,50$ ou maiores são tidas como praticamente significantes e cargas que excedem $\pm 0,70$ indicam estruturas bem definidas.

Ainda, obteve-se KMO de 0,852, demonstrando um grande ajuste ao modelo, pois, de acordo com Hair et al. (2009), KMO maiores que 0,8 indicam que as variáveis são extremamente adequadas. De forma semelhante, a porcentagem de variância acumulada de 74,962%, comprovando, assim, o ajuste ao modelo.

Pode-se notar que os itens de maior relevância são: no Componente 1, a prioridade para materiais sem impacto ambiental e no Componente 2, a separação de resíduos.

4. CONCLUSÕES

A implantação de práticas e gestão sustentáveis na construção civil tem evoluído juntamente com a conscientização, mudança de mentalidade e cobrança dos envolvidos para a melhoria dos processos, bem como com o avanço de tecnologias para sua implantação. Percebe-se com a análise dos dados que as práticas relacionadas à gestão e destinação dos resíduos são as mais difundidas pelas empresas participantes da pesquisa, enquanto a destinação correta das águas pluviais e a utilização de materiais reciclados como agregado são as soluções que menos são praticadas.

Ainda, as análises de Correlação e Fatorial realizadas apresentam resultados compatíveis, pois a separação dos componentes da Análise Fatorial, ficou próximo aos grupos de proximidade da Análise de Correlação, indicando tanto a complementaridade das análises quanto a homogeneidade da amostra.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAMA. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios, procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília-DF.

Curitiba. Lei nº 11.682, de 6 de abril de 2006. (2006) Dispõe sobre o programa municipal de gerenciamento de resíduos da construção civil em Curitiba - PROMGER. Disponível em <https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/lei-ordinaria/2006/1169/11682/lei-ordinaria-n-11682-2006-dispoe-sobre-o-programa-municipal-de-gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil-em-curitiba-promger-conforme-especifica>.

Field, A. (2009). Descobrimo a Estatística usando o SPSS. 2. ed. Porto Alegre: Bookman.

Luz, Janayna Rodrigues de Moraes; Carvalho, José Ribamar Marques de; Cavalcanti, Paulo Roberto Nóbrega. Aplicação da análise fatorial na identificação dos fatores de custos da qualidade das empresas do setor de construção civil de Campina Grande, PB. Revista Capital Científico - Eletrônica (RCCe) - ISSN 2177-4153 - Vol. 13 n.3 - Julho/setembro 2015. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/capitalcientifico/article/view/3051/2745>>.

Hair Jr., Joseph F., et al (2009) *Análise multivariada de dados*. tradução Adonai Schlup Sant'Anna. 6. ed. Dados eletrônicos. Porto Alegre: Bookman.

Iwassa, Thais Jui. Adoção de práticas sustentáveis no setor da construção civil: um estudo de caso em uma instituição financeira em Dourados/MS. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2018.

Khattree, Ravindra; Naik, Dayanand N.,(2000) *Multivariate Data Reduction and Discrimination with SAS® Software*. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Matos, Daniel Abud Seabra; Rodrigues, Erica Castilho. (2019). *Análise fatorial*. Brasília: Enap, 2019. 74 p. ISBN: 978-85-256-0118-6. Disponível em: <<https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/4790/1/Livro%20An%C3%A1lise%20Fatorial.pdf>>

Santos, F. F. dos, Sehen, D. F. P., de Sousa, M. A. B., & Cechin, N. F. (2020). Práticas de sustentabilidade na construção civil: um estudo em empresas construtoras de edificações. *Organizações e Sustentabilidade*, v.8(2), 34-53. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/ros/article/view/40687>>. Acesso em: 24 junho 2021.

Shelbourn, M., et al (2006). Managing knowledge in the context of sustainable construction. *Journal of Information Technology in Construction*, 11, pp. 57-71. ISSN 1874-4753. Disponível em: <<http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/16711/>>. Acesso em: 24 junho 2021.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) para elaboração do trabalho.

ARTIGO

MAPEAMENTO DO *STATUS QUO* DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DENTRO DE UM AMBIENTE COLABORATIVO DE *LIVING LAB*

CASTRO, Sarah

(sarahbueno@discente.ufg.br)

Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil

CASTRO, Daniela

(eng.danielacastro@gmail.com)

Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil

CARASEK, Helena

(hcarasek@ufg.br)

Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil

CASCUDO, Oswaldo

(ocascudo@ufg.br)

Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Resíduos de construção civil, gestão de resíduos, living lab, quádrupla hélice, sustentabilidade.

RESUMO

O *Living Lab C* é um projeto proposto pela Universidade Federal de Goiás (UFG), com foco em inovação e sustentabilidade na construção civil, que se configura como um ambiente de inovação aberta, colaborativo, fundamentado em uma abordagem sistemática e multidisciplinar de cocriação por meio de interações em modelo quádrupla hélice. No contexto desse *Living Lab* - LL, a pesquisa tem como objetivo conhecer o status quo quanto aos resíduos de construção civil - RCC, no Estado de Goiás. Utilizando-se da metodologia *Design Thinking*, em reunião de cocriação com *stakeholders* da cadeia produtiva, estabeleceu-se o mapeamento dos gargalos ligados à gestão e ao reaproveitamento de RCC. Os resultados da pesquisa permitiram compreender a atual cadeia de geração, manejo, destinação e reaproveitamento desses resíduos, fator que subsidiará a promoção de soluções criativas e inovadoras, que contribuirão efetivamente para a sustentabilidade no setor da construção civil no Estado.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção é uma das atividades econômicas que mais consome recursos naturais; comparando com outros segmentos industriais, é responsável pela maior parcela de resíduos sólidos gerados no país, representando cerca de 60% (ABRELPE, 2019). Nesse ponto, a quantidade de resíduos gerados no setor está causando pressões no espaço limitado de aterros urbanos e implicando em impactos de ordem ambiental, econômica e social para todos os envolvidos na cadeia produtiva (RODRÍGUEZ *et al.*, 2015).

A necessidade crescente de sustentabilidade na indústria da construção tem impulsionado novas posturas para a implementação de uma cultura contínua de pesquisas e desenvolvimento de inovações, considerando a economia circular um modelo de produção e consumo que visa melhorar a qualidade dos processos, produtos e serviços no setor (CHEN *et al.*, 2019; ROSADO *et al.*, 2017).

Os debates sobre estratégias para conciliar as atividades produtivas com as necessidades sociais e ambientais assumiram, no campo científico e político, proporções globais. Nos últimos anos, o interesse em mensurar a quantidade de resíduos no setor da construção civil, inserido no contexto da redução de desperdícios, tem sido estimulado por organizações, profissionais, usuários e autoridades, com a finalidade de promover a sustentabilidade em diversos segmentos nos centros urbanos e estimular a “pegada” ambiental no ambiente construído (LÓPEZ *et al.*, 2019).

Atualmente, nota-se um grande potencial para a redução de RCC's nos canteiros de obras, visto que com as práticas de design sustentável, novos modelos de gestão e a consciência sobre a racionalização dos sistemas produtivos em diversas etapas da edificação, pode-se obter resultados expressivos quanto à redução do impacto das atividades construtivas no meio ambiente (SOUZA, 2014).

Nesse ponto, os *Living Labs* - LL's (em português, laboratórios vivos) surgem como um ambiente colaborativo, de cocriação e de inovação aberta que, segundo Silva (2015), atuam na mobilização dos representantes da cadeia produtiva para discussões sobre problemas pré-existentes por meio de um ecossistema em quádrupla hélice (como ilustrado na Figura 1), que busca por soluções, serviços ou modelos de negócio que sejam replicáveis, visando à inovação social.

De acordo com a rede internacional ENoLL - *European Network of Living Labs* (2021), criada em 2006, os *livings labs* são organizações orientadas para a prática, as quais facilitam e promovem a inovação aberta e colaborativa. Esses ambientes, que podem ser físicos ou virtuais, operam como intermediários entre os cidadãos, as organizações de pesquisa, as empresas, as cidades e regiões, para a cocriação de valor conjunto, prototipagem rápida ou validação de soluções que visam expandir a inovação e os negócios.



Figura 1. Ecosistema quádrupla hélice dos Living Labs. Figura adaptada pelos autores (STEEN, K.; VAN BUEREN, E., 2017).

Considerando esse modelo de articulação, o primeiro laboratório vivo no Centro-Oeste com foco em inovação e sustentabilidade na construção civil, o *Living Lab C*, reuniu *stakeholders* ligados à cadeia produtiva da construção, a universidades, a entidades e ao poder público em nível federal, estadual e municipal, com o objetivo de promover o compartilhamento de vivências e de conhecimento, estimulando os(as) participantes a debaterem quanto aos gargalos atuais na geração, gestão, reaproveitamento e disposição final dos resíduos de construção civil (RCC).

2. METODOLOGIA

Com promoção da Universidade Federal de Goiás (UFG) e realização pela Comunidade da Construção (Polo Goiano) – programa constituído pela cooperação técnica entre a ABCP, o Sinduscon-GO e a UFG –, foi realizada uma reunião de trabalho *on-line*, da qual participaram profissionais de 30 empresas da cadeia produtiva da construção civil, sendo construtoras e incorporadoras, fornecedores de

materiais, laboratórios, escritórios de projetos, consultorias ambientais e gerenciadoras de RCC. Também estiveram presentes representantes das entidades Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Goiás (Sinduscon-GO), Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás (CREA-GO), Conselho de Arquitetura e Urbanismo de Goiás (CAU/GO), SEBRAE-GO, SENAI-GO, Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI-MCTI), bem como do poder público, a saber: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI); Secretaria de Estado de Desenvolvimento e Inovação (SEDI); Secretaria Municipal de Inovação, Ciência e Tecnologia (SIC-TEC); Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Economia Criativa (SEDEC); Agência Municipal do Meio Ambiente de Goiânia (AMMA); Companhia de Urbanização de Goiânia (COMURG); Agência de Regulação de Goiânia; e Secretarias de Aparecida de Goiânia (de Desenvolvimento Urbano e de Meio Ambiente e Sustentabilidade).

Os resultados da presente pesquisa são frutos dessa reunião técnica que propiciou a interação de 70 especialistas, os quais debateram e delinearão os principais gargalos no que diz respeito à geração, gestão e reaproveitamento de resíduos sólidos advindos de atividades construtivas.

A dinâmica de cocriação foi estruturada na metodologia *Design Thinking*, onde, partindo da pergunta “Por quê?”, buscou-se explorar todos os estágios da problemática ao promover ciclos de discussão efetivos.

De forma dinâmica e colaborativa, o encontro foi dividido em 4 etapas, sendo 3 rodadas de discussão e um momento para alinhamento final e considerações gerais, conforme ilustrado na Figura 2. Em cada rodada, foram definidos subtemas e o tempo de interação; os participantes foram separados aleatoriamente em pequenos subgrupos de 5 a 7 integrantes para que pudessem interagir, compartilhar e listar seus conhecimentos e experiências quanto ao tópico em questão.

Nas fases 1, 2 e 3 os especialistas foram convidados a pensar nos resíduos de construção civil antes da obra, durante a construção das edificações e no pós-obra, respectivamente. A cada ciclo, todos eram novamente reunidos em uma única sala virtual para que os representantes dos subgrupos pudessem apresentar os apontamentos feitos, estimulando ponderações por parte de diferentes elos do ecossistema criado.

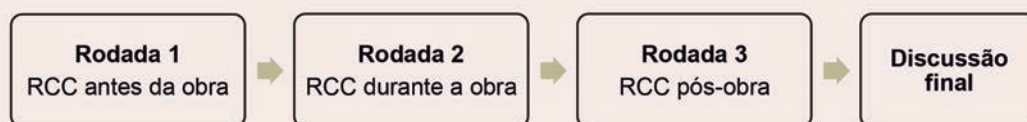


Figura 2. Metodologia da reunião de cocriação realizada pelo *Living Lab C*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta condição de intensa discussão sobre os resíduos sólidos no setor, Ribeiro (2017) aponta que os resíduos são gerados principalmente em três etapas do processo construtivo: fase preliminar de planejamento de projeto; execução da obra; seguido da etapa final, quando há serviços de reformas, manutenções e/ou demolições.

Nesse sentido, a metodologia proposta para a reunião de cocriação do *Living Lab C* estimulou os *stakeholders* convidados a compartilharem seus conhecimentos técnicos e suas experiências práticas, contribuindo para o levantamento e a priorização de problemas relevantes relacionados à geração, gestão e reaproveitamento de resíduos de construção civil, como detalhado na Tabela 1.

Etapas da dinâmica	Problemas elencados
Rodada 1 - Antes da obra	<ul style="list-style-type: none">• Planejamento estratégico ineficiente: falhas na etapa de estudo e concepção do produto (foco somente em prazos e custos; análise ambiental pouco detalhada, sem considerar os custos da geração à disposição final de RCC; não visa sistemas/processos construtivos com foco na redução de RCC);• Pouco conhecimento do PGRCC - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil;• Deficiências na concepção e compatibilização de projetos;• Dificuldades com as licenças dos fornecedores de serviço, tanto de demolição quanto de transporte dos resíduos;• Deficiência na formação acadêmica de engenharia civil e arquitetura (viés ambiental insuficiente);• Dificuldade na escolha de materiais de menor impacto ambiental e na contratação de fornecedores que atendam às exigências técnicas, ambientais, licenças, e que tenham política de logística reversa;• Ausência de instrumentos por parte do poder público que cobrem, desde o projeto básico, análise ambiental detalhada;• Alta tributação para sistemas/processos mais industrializados.
Rodada 2 - Durante a obra	<ul style="list-style-type: none">• Ineficiência na logística (<i>layout</i> de canteiro inadequado, estoque, armazenamento e transporte de materiais);• Deficiência na gestão e no planejamento durante a obra;• Falta de controle de qualidade dos materiais, da mão de obra e da construção (ex.: desperdícios durante a execução);• Falta de informação/capacitação profissional das equipes de trabalho quanto à importância da gestão de RCC na obra;• Ausência ou deficiência no plano de gerenciamento de resíduo formal na obra;• Falha/ausência do manejo adequado (contaminação de RCC);• Custo elevado para triagem do material na obra e para transporte até aos locais de reciclagem;• Dificuldade em encontrar empresas qualificadas para remoção, destinação final, e de reciclagem de RCC;• Quanto à gestão pública: poucas áreas para disposição e transbordo; ineficiência na fiscalização e pouco incentivo à economia circular.

Continua...

Etapas da dinâmica	Problemas elencados
<p>Rodada 3 - Pós-obra</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Custo elevado para destinação final de resíduos; • Descarte clandestino; • Ausência/falha no monitoramento do pós-obra por meio de indicadores e retroalimentação de novos projetos com a análise crítica desses dados; • Métodos construtivos que dificultam a manutenção não-destrutiva e a reutilização de materiais pós-demolição; • Falta de coordenação e fiscalização, pelo poder público, quanto ao cumprimento do plano de gerenciamento de resíduos; • Falta de conhecimento/falha na gestão (segregação e destinação) de RCC gerados em reformas e em readequações de imóveis particulares – individuais e em condomínios; • Falta de estrutura dos condomínios e dificuldade para segregação dos materiais de pós-obra (volume menor); • No processo de alvará de conclusão de obras (habite-se), falta exigência de documentos de comprovação de RCC gerados durante a obra; • Falta de incentivos para abertura de novas empresas de reciclagem e tecnologias voltadas ao reaproveitamento de resíduos.

Tabela 1. Pontos levantados pelos *stakeholders* durante a reunião técnica de cocriação.

Na Rodada 1 de discussão, os problemas elencados na fase preliminar de obra envolveram, principalmente, aspectos ligados à gestão e ao planejamento dos empreendimentos; aos projetos; aos fornecedores e materiais; à educação e conscientização ambiental; e à gestão pública.

Durante as argumentações foi destacado que os problemas se iniciam na etapa de estudo e concepção. Com prazos cada vez mais encurtados, dificilmente os gestores e projetistas conseguem equacionar os aspectos ambientais, econômicos e de qualidade. Desse modo, nem sempre é feita uma análise ambiental detalhada; os projetos são desenvolvidos sem considerar soluções que visam à redução na geração de resíduos e à economia de materiais na obra. As decisões técnicas, a definição de sistemas e processos construtivos, a seleção de fornecedores e de materiais são pautadas muitas vezes pelo custo, ficando em segundo plano outros aspectos importantes para o desenvolvimento de construções mais sustentáveis.

Gargalos como a ineficiência no planejamento estratégico; deficiências na concepção e compatibilização de projetos; má comunicação entres projetistas e as equipes de planejamento e de gestão de obra; falhas no cronograma físico-financeiro; equívocos ao escolher e quantificar os materiais, não considerando os ciclos de vida; são pontos críticos que refletem diretamente na geração de resíduos em etapas subsequentes. Além disso, a escolha de fornecedores com políticas de logística reversa que possibilitem a reciclagem ou a reutilização, bem como a seleção de insumos que sejam compatíveis com os sistemas produtivos e com bons desempenhos técnicos, são fundamentais para a produção mais limpa no setor. Todas essas questões estão diretamente ligadas à deficiência nos estudos de concepção e planejamento, o que confirma a importância do delineamento do escopo e dos objetivos do projeto (SOUZA *et al.*, 2014).

Para Silva (2014), um adequado planejamento possibilita a elaboração de estratégias que minimizem o desperdício de materiais ainda em fase preliminar de projeto, todavia, as abordagens sustentáveis no setor, para exploração de todo o potencial produtivo visando a não geração de resíduos, ainda são desafios para o país. Na percepção de Jani e Kaveri (2011), a implementação da produção mais limpa necessita de fatores determinantes, como políticas governamentais, consciência ecológica, aceitação social e condições de mercado para que o desenvolvimento sustentável no setor tenha resultados expressivos.

Outro fator considerado diz respeito à própria formação acadêmica dos profissionais de engenharia e arquitetura, sendo evidenciado que a temática de resíduos não é trabalhada de forma direta; as grades curriculares e os respectivos conteúdos programáticos carecem de complementações quanto às políticas de conservação ambiental.

Silva (2021) e Oliveira *et al.* (2020) salientam que, para que qualquer sistema de gestão ambiental obtenha sucesso, é preciso que seja desenvolvida a consciência ambiental dos profissionais envolvidos, todavia, essa sensibilização é ainda mais eficiente quando feita durante a formação do profissional, fase em que é desenvolvido o pensamento crítico, inovador e possibilita contribuições com maior assertividade para essas questões.

Na Rodada 2, no âmbito da etapa de produção, as oportunidades de melhorias foram voltadas à necessidade de implantação de ações de educação ambiental e maiores esforços tecnológicos nas atividades produtivas. Foi evidenciado que um eficiente gerenciamento de resíduos nos canteiros de obras pode ser otimizado com a capacitação contínua das equipes de trabalho, promovendo adequada identificação e separação dos resíduos que, por sua vez, impactam diretamente nos custos de destinação e possibilitam o reaproveitamento e a reciclagem, tendo em vista que a contaminação entre os diferentes materiais é mitigada no processo.

Outro argumento diz respeito à dificuldade enfrentada pelas construtoras para encontrar empresas licenciadas e aptas para gerirem os resíduos de construção. Nessa linha, a falta de comunicação entre as partes interessadas dificulta a abertura e o avanço das cooperativas de reciclagem, bem como de toda a cadeia de logística reversa. Na percepção de Giovanninilisak e Kruglianskas (2008) e Chen *et al.* (2019), para que a prática da reciclagem seja estruturada no país, é preciso a coordenação entre os agentes econômicos e sociais, a fim de que haja uma harmonia entre toda a cadeia produtiva, visto que os resíduos controlados pelas cooperativas possibilitam novas aplicações no campo da engenharia, considerando o cenário da economia circular.

Por outro lado, do ponto de vista dos sistemas e processos construtivos, há significativa quantidade de resíduos gerados devido às falhas no planejamento e no controle de execução das obras; à baixa qualificação da mão de obra de produção; às falhas no acondicionamento e no uso dos materiais; à logística de canteiro ineficiente, que impacta em perdas durante o transporte dos materiais; e até mesmo devido às alterações de projeto, detalhamentos insuficientes e especificações incompletas ou incoerentes.

A Rodada 3 teve como principal foco a discussão sobre os desafios ligados às etapas de pós-obra ou uso-manutenção. Nesse ciclo de discussão, os problemas foram associados quanto ao alto custo para a destinação final de resíduos; descarte clandestino em locais de bota-fora irregulares e sem condições de controle e manejo dos resíduos; e a falta de fiscalização, pelo poder público, quanto ao cumprimento do plano de gerenciamento de resíduos.

Segundo Rocha e Cheriaf (2003), os custos elevados para a destinação, por sua vez, estão associados à ineficiência da gestão de RCC. Os procedimentos de transporte, segregação e armazenamento dos resíduos influenciam diretamente na reciclabilidade, tendo em vista que os resíduos de classes diferentes tendem a ser misturados nessas etapas, ocasionando contaminações e custo elevado (GHISELLINI, CIALANI e ULGIATI, 2016).

Portanto, esse processo, no que lhe concerne, viabiliza a reciclagem e agrega valor aos resíduos para aplicação em diversos segmentos da engenharia. Além disso, o interesse pela tecnologia de reciclagem e a responsabilidade pela geração de resíduos deve estar vinculada a todos os representantes da cadeia produtiva (LÓPEZ *et al.*, 2019; CHEN *et al.*, 2018).

Os *stakeholders* também argumentaram que há ausência de ações do poder público no acompanhamento e fiscalização dos geradores de resíduos. Neste ponto, Silvero *et al.* (2019) destaca que a ação ineficiente dos órgãos governamentais dificulta todo o controle e mensuração da geração de resíduos no setor.

Segundo os especialistas participantes da reunião, em países da Europa, os mecanismos de fiscalização dos geradores, da gestão ambiental e da qualidade dos projetos estão atrelados à aprovação dos projetos nos órgãos de regulação, prática que viabiliza todo o controle do sistema de gestão ambiental. No Brasil, alguns Estados têm implementado a obrigatoriedade da comprovação do Plano de Gerenciamento de Resíduos ao longo das etapas construtivas. Todavia, quanto aos protocolos para emissão do auto de conclusão de obras, o Estado de Goiás ainda traz falhas na disponibilização de informações e das exigências por parte das prefeituras quanto à apresentação do PGRCC, o que dificulta a coordenação e a fiscalização da gestão de resíduos.

A falta de controle de dados e da implantação de sistemas de indicadores que visem à avaliação da qualidade, da produtividade e do quantitativo de resíduos gerados nas construções, também foi debatida. Os indicadores são ferramentas essenciais para o estabelecimento de metas e identificação de pontos fortes e fracos para conscientizar a gerência quanto às melhorias no processo de aquisição e consumo de materiais nos canteiros de obra, que por sua vez, refletem nos processos de gerenciamento dos resíduos (PALIARI, 1999).

Outro ponto destacado se refere às questões pertinentes às reformas, manutenções e alterações de projetos, as quais também contabilizam parcela significativa na geração de resíduos. Os especialistas citaram práticas comuns, durante e após o término das obras, em que clientes repensam o *design* dos imóveis e solicitam alterações no projeto, ocasionando a demolição de alvenarias, substituição de pisos já assentados, “rasgos” em lajes para novas instalações e demais alterações de *la-*

yout dos ambientes. Martins e Dornelas (2017) afirmam que a indicação de prazos e limites para as alterações em projetos, além da compatibilização de processos e métodos de construção mais flexíveis a modificações, são alternativas para a redução de resíduos ocasionados devido a esse tipo de demanda.

A última etapa da atividade colaborativa e de cocriação baseou-se nos alinhamentos e considerações gerais dos especialistas sobre os pontos levantados. Nesse aspecto, fica claro que a geração de resíduos está presente em todo do processo construtivo, desde a concepção ao pós-obra, podendo ser abordada em diferentes aspectos, principalmente com relação aos recursos e etapas envolvidas, e estão diretamente associadas à qualidade da gestão e ao planejamento e execução dos projetos (RIBEIRO, 2017; SILVERO *et al.*, 2019).

Uma das formas de representação deste processo é apresentada por Andrade (1999), Figura 3, no qual todas as etapas do sistema produtivo constituem como instrumento que viabiliza o controle da geração de RCC's.

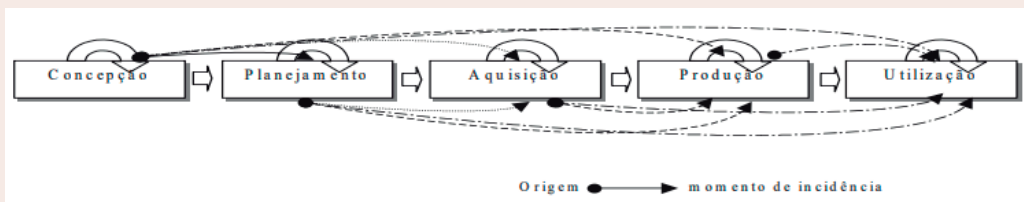


Figura 3. Geração de resíduos segundo suas origens (ANDRADE, 1999).

No que tange ao reaproveitamento de resíduos, os especialistas discutiram que as universidades e centros de pesquisa, por sua vez, exercem um importante papel ao desenvolverem tecnologias para o completo reaproveitamento e uso desses produtos como matéria-prima secundária, no âmbito da economia circular.

A implementação de sistemas mais inteligentes na construção civil – considerando o ecodesign com o objetivo de projetar ambientes construídos em conformidade com os princípios da sustentabilidade –, é um importante ponto de partida para a promoção de soluções aplicáveis e que visem à resolução das questões pontuadas, como citado pelos especialistas na reunião. Para isso, o incentivo à abertura de novas empresas que se proponham a trabalhar com tecnologias de reaproveitamento de resíduos de construção, ou em nichos semelhantes, é fundamental para o crescimento desse setor.

Do ponto de vista do status quo de resíduos da construção civil, a iniciativa do *Living Lab C* foi exitosa sob dois aspectos: primeiro, por possibilitar um olhar coletivo e detalhado sobre as diversas nuances do problema apresentado; segundo, por favorecer à criação de um ambiente com ampla representatividade de *stakeholders*, de diversos setores, promovendo um canal de comunicação aberto para o debate mais aprofundado desse passivo ambiental; estimulando a discussão quanto às responsabilidades (individuais e compartilhadas) de cada hélice desse ecossistema; e incentivando iniciativas, por meio de futuras articulações e parcerias, que efetivamente promovam as mudanças necessárias que a sociedade e o meio ambiente precisam.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria da construção, considerando as suas particularidades no processo produtivo e o elevado consumo de recursos, constitui-se com atividades de grande geração de resíduos quando comparada a outros segmentos industriais.

A metodologia *Design Thinking* se mostrou como uma ferramenta eficiente ao estimular o pensamento crítico e criativo dos participantes, orientando, de forma sistemática e interdisciplinar, o apontamento dos gargalos relacionados ao gerenciamento de RCC's. Essa ação (e os resultados alcançados até o momento), sem dúvida, movimenta e incentiva à retomada de discussões acerca do tema, também fomenta o surgimento de novas iniciativas a partir dessa primeira articulação. Tendo em vista que, as diretrizes técnicas pertinentes à gestão de resíduos são recentes e a implantação ainda é parcial no setor, o eficiente gerenciamento de resíduos é um problema que desafia a todos da cadeia produtiva.

Nesse ponto, a ação promovida pelo *Living Lab C* atuou como um importante meio de intermediação entre os *stakeholders* para a compreensão sobre as responsabilidades na cadeia de resíduos, considerando, sob uma perspectiva integrada, as oportunidades de processamento, reaproveitamento e técnicas para disposição final dos RCC's. Além disso, o projeto visa preencher alguns desses *gaps*, seja pela promoção, desenvolvimento ou coordenação de soluções criativas e inovadoras, que possam contribuir de forma efetiva para a produção mais limpa na construção civil no Estado de Goiás, sendo referência para outras regiões do País.

Para tanto, novos encontros serão promovidos e alguns temas já estão em pauta (no que tange à redução, à responsabilização dos resíduos gerados e à fiscalização), sempre considerando o papel de cada representante desse ecossistema em quádrupla hélice para a adequada conciliação entre todos da cadeia produtiva, na busca pelo crescimento sustentável no setor.

Para os fins deste estudo foi feito o convite às partes interessadas para participação em reuniões subsequentes do projeto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (2019). Disponível em <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/,2019>>.

Andrade, A. C (1999). Método para quantificação das perdas de materiais em obras de construção de edifícios: superestrutura e alvenaria. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo, Escola Politécnica. São Paulo, Brasil.

Angulo, S. C (2005). Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia e Construção Civil. São Paulo, Brasil.

- Chen, W.; Ruoyo, J.; Yidong, X.; Dariusz, W.; Bo, L.; Libo, Y.; Zhihong, P.; Yang, Y (2019). *Adopting Recycled Aggregates As Sustainable Construction Materials: A Review Of The Scientific Literature. Construction And Building Materials*, V. 218, p. 483-496.
- ENoLL. *European Network of Living Labs* (2021). Disponível em <<https://enoll.org/>>.
- Ghisellini, P.; Cialani, C.; Ulgiati, S (2016). *A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. Journal of Cleaner production*, V. 114, p. 11-32.
- Janani, R.; Kaveri, V (2011). *A Critical Literature Review On Reuse And Recycling Of Construction Waste In Construction Industry. Materials Today: Proceedings*, V. 37, p. 3077-3081.
- López, C. D.; Carpio, M.; Morales, M. M.; Zamorano, M (2019). *A comparative analysis of sustainable building assessment methods. Sustainable Cities and Society*, V. 49.
- Martins, A. C.; Dornelas, M. A (2017). Práticas que auxiliam na redução da geração de resíduos da construção civil: estudo de caso em construtora no interior de Minas Gerais. XIX Engema
- Oliveira, A. F.; Silva, L. F. R.; Rosa, B. B. B (2020). A importância da gestão ambiental para a engenharia civil. *Educação Ambiental (Brasil)*, V. 1, n. 3.
- Ribeiro, B. Z (2017). Construção de uma cadeia sustentável para destinação de resíduos da construção civil (RCC) pelo método do design thinking. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Cultura e Meio Ambiente). Universidade Federal do Tocantins, Pós-Graduação em Ciências do Ambiente, Palmas, Brasil.
- Rocha, J. C.; Cheriaf, M (2003). Aproveitamento de resíduos na construção. *Coleção Habitare: Utilização de Resíduos na Construção Habitacional. Ambiente Construído*, V. 4.
- Rodríguez, G.; Medicina, C.; Alegre, F. J.; Asensio, E.; Sánchez de Rojas, M. I (2015). *Assessment of construction and demolition waste plant management in Spain: in pursuit of sustainability and eco-efficiency. Journal of Cleaner Production*, V. 90, pp. 16-24.
- Rosado, L.P.; Vitale, P.; Penteado, C.S.G.; Arena, U (2017). *Life cycle assessment of natural and mixed recycled aggregate production in Brazil. Journal of Cleaner Production*, V. 151, pp. 634-642.
- Silva, C. A. V. M (2014). O projeto de arquitetura como elemento redutor de resíduos sólidos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.
- Silva, S. B (2015). Orquestração de redes de inovação em living labs brasileiros para o desenvolvimento de inovações sociais. Tese (Doutorado em Estratégias Organizacionais). Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Pós-Graduação em Administração. São Leopoldo, Brasil.
- Silva, M. A. O (2021). *The emerging necessity of the study of environmental management in the training of the civil engineer. Construindo*, V. 13, n. 1.

Silvero, F.; Rodrigues, F.; Montelpare, S.; Spacone, E.; Varum, H (2019). *The path towards buildings energy efficiency in South American countries*. *Sustainable Cities and Society*, V. 44, p. 646-665.

Souza, U.E.L.; Paliari, J.C.; Agophyan, V.; Andrade, A.C (2014). *Diagnosis and action to reduce waste generation in buildings sites: a progressive approach*. *Ambiente Construído*, V. 4, p. 33-46.

STEEN, K.; VAN BUEREN, E. *Urban Living Labs: A living lab way of working*. 1. Ed. Amsterdam: *Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions (AMS)*, 2017. 96p.

Ulsen, C (2011). *Caracterização e separabilidade de agregados miúdos produzidos a partir de resíduos de construção e demolição*. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia e Construção Civil. São Paulo, Brasil.

ARTIGO

RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: DIAGNÓSTICO E SOLUÇÕES TÉCNICAS PARA A REGIÃO DO POTENGI

SANTOS, Letícia Ribeiro

(ribeiro.leticia@academico.ifrn.edu.br)

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
(IFRN), Brasil*

MAURÍCIO, Rita Varela

(rita.v@academico.ifrn.edu.br), ARAÚJO

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
(IFRN), Brasil*

Neuber Nascimento

(neuber.araujo@ifrn.edu.br)

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
(IFRN), Brasil*

FERREIRA, Daniela da Silva

(ferreira.daniela@academico.ifrn.edu.br)

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
(IFRN), Brasil*

DANTAS, Petterson Michel

(petterson.dantas@ifrn.edu.br)

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
(IFRN), Brasil*

SILVA, Ariany Kelly Soares de Araújo

(ariany.araujo@academico.ifrn.edu.br)

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
(IFRN), Brasil*



PALAVRAS-CHAVE:

Resíduos da Construção Civil, Gestão de resíduos, Ecoponto.

RESUMO

A partir da necessidade de promover e divulgar ações que prove-nham a educação ambiental na comunidade, assim como destinar adequadamente os resíduos gerais, este projeto consiste em elaborar um instrumento de gestão de Resíduos da Construção Civil (RCC) para municípios do Rio Grande do Norte situados na região do Potengi, buscando proporcionar à população o acesso às informações ambientais relacionadas ao gerenciamento dos resíduos, além de oferecer possibilidades de reutilização, reciclagem e redução destes no ambiente; propiciar aos alunos envolvidos o desenvolvimento de pesquisas, correlacionando informações obtidas e verificando a interdisciplinaridade entre os cursos do campus. Com isso, a metodologia apresentada visou contribuir para o processo de interiorização da educação profissional. O trabalho foi desenvolvido durante o período da pandemia causada pelo novo coronavírus, portanto, para sua realização, a equipe utilizou plataformas e aplicativos que permitissem o trabalho à distância. Foram realizadas reuniões na plataforma Google Meet para definir a execução de metas e tarefas e para realizar o levantamento do material bibliográfico técnico, teórico e normativo sobre o gerenciamento do RCC, em períodos pré-determinados. Investigou-se a viabilidade da implantação de um Ecoponto na cidade de Boa Saúde, avaliando sua eficiência e ressaltando as vantagens deste modelo de gestão do RCC. Os resultados indicaram a ausência de comunicação entre a prefeitura e a população sobre a destinação do RCC e permitiram elaborar um estudo inicial do projeto para uma unidade de destinação adequada aos resíduos no município.

1. INTRODUÇÃO

A deposição irregular dos Resíduos da Construção Civil (RCC) em locais públicos e inadequados têm sido uma problemática nos municípios brasileiros, provocando diversos impactos ambientais e expensas de limpeza pública aos órgãos municipais. A capital potiguar (Natal) conta com cerca de 890.480 habitantes (IBGE, 2020) e são coletadas mais de 8 mil toneladas de RCC por mês, que são destinados para um aterro especializado localizado em Extremoz dentro de uma Área de Proteção Ambiental (ARAÚJO, 2020).

Estima-se que em torno de 35% das quantidades geradas de resíduos de construção e demolição do mundo sejam direcionadas para aterros, sem nenhum tratamento adicional, embora esforços para reciclar e reutilizar sejam cada vez mais investigados (MENEGAKI; DAMIGOS, 2018).

Constatou-se que não há tratamento para o RCC em alguns municípios do Rio Grande do Norte, exceto em Natal e Extremoz. Logo, os demais municípios do estado não possuem destinação nem tratamento adequado para seus RCC, tornando esse projeto de suma relevância para o contexto ambiental contemporâneo.

Em relação ao respaldo legal, a PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos) estabelece meios e normas à criação de um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, que representa a condição para o município ter acesso aos recursos financeiros necessários para a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. A Resolução CONAMA 307/02, instituiu que o manejo, o tratamento e o descarte ambientalmente adequados do RCC, de acordo com sua classificação (A, B, C e D), é uma responsabilidade tanto do gerador (pessoa física ou jurídica) quanto dos municípios.

Fundamentado nos fatos de que a geração de RCC é um problema presente no cotidiano das pessoas, e de que em Boa Saúde e na região do Potengi não há um plano de gerenciamento para a destinação e tratamento adequados desses resíduos, o projeto se justifica a partir da necessidade da criação de um instrumento de orientação no que concerne ao destino adequado dos RCC gerados na região, propondo soluções técnicas ambientalmente viáveis para a deposição adequada destes. Além disso, inclina-se a sensibilizar a população local no tocante à geração, à coleta e às formas de tratamento adequadas existentes, com ênfase na reciclagem e na reutilização.

2. OBJETIVO

O projeto tem como objetivo geral elaborar uma proposta resolutiva para os problemas relacionados ao descarte inadequado de RCC para a região do Potengi, com base nas recomendações legais e normativas vigentes. Espera-se ainda divulgar informações técnicas em relação às potencialidades apresentadas pelos resíduos e as possibilidades de reciclagem e reutilização destes, proporcionando incentivos para o fortalecimento de políticas ambientais locais.

Ademais, por meio desta pesquisa, pretende-se apresentar um panorama da percepção da população da cidade potiguar de Boa Saúde/RN quanto ao gerenciamento do RCC, propondo um estudo inicial de projeto para a criação de uma unidade de destinação adequada dos resíduos do município.

3. METODOLOGIA

Para obtenção dos objetivos propostos, a metodologia identificada visa contribuir para o processo de interiorização da educação profissional. Com isso, o desenvolvimento deste projeto se deu por meio de ações que envolveram alunos dos cursos Técnico em Edificações e Técnico em Meio Ambiente e professores do IFRN - *campus* São Paulo do Potengi, além da comunidade em geral do município escolhido como o foco do estudo: Boa Saúde, Rio Grande do Norte.

Foram realizadas reuniões *online* para determinação das metas a serem atingidas em períodos pré-determinados e um levantamento de materiais bibliográficos e normativos que serviram de base para a concepção técnico-teórica em relação ao gerenciamento de RCC. Uma das metas determinadas foi a aplicação de um questionário aos cidadãos de Boa Saúde, visando mapear o conhecimento da comunidade acerca do gerenciamento do RCC pela prefeitura. Além disso, com a impossibilidade de utilizar os laboratórios da instituição de ensino dos discentes e docentes (IFRN), para o desenvolvimento do trabalho a equipe recorreu a aplicativos gráficos para *smartphone* e plataformas que permitissem o trabalho à distância.

A partir dos dados coletados na comunidade por meio de um questionário virtual, foram elaboradas propostas e projetos capazes de minimizar os impactos ambientais causados com a disposição inadequada destes resíduos no município.

4. RESULTADOS

4.1 DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE BOA SAÚDE

Para iniciar um diálogo com a população, analisou-se dados coletados em uma pesquisa *online* aplicada à população de Boa Saúde entre os dias 13 de novembro e 04 de dezembro de 2020 (127 entrevistados). Para saber se tinham conhecimento acerca do gerenciamento do RCC em Boa Saúde, que é realizado pela prefeitura municipal, a pesquisa mostrou que 45,7% dos respondentes disseram que sabiam que sim, havia recolhimento dos resíduos; 44,1% não souberam informar; e 10,2% disseram que não havia gerenciamento de RCC na cidade.

Quando perguntados sobre com que frequência ocorria a coleta de RCC, 34,6% não souberam informar e 44,1% afirmaram que ocorria semanalmente. Essas duas perguntas permitiram concluir que há uma falta de comunicação entre a prefeitura e a população, já que uma porcentagem considerável de cidadãos não soube informar acerca da coleta do RCC.

Analisou-se também as visões pessoais dos entrevistados em relação à consciência ambiental dos mesmos, a respeito do descarte adequado do RCC e dos produtos feitos a partir de materiais reciclados. A 3ª pergunta verificou se a população se sentia ou não responsável pelo RCC gerado em suas obras, em que 81,9% das pessoas responderam “sim” e 18,1%, “não”.

Para a pergunta: “Supondo que não há coleta dos resíduos pela prefeitura e sabendo que o descarte inadequado dos resíduos contribui com a poluição do meio ambiente: você contrataria alguma empresa para realizar o descarte adequado?”, 82,7% disseram que sim, o que indica que há preocupação da maior parte da população em não prejudicar o meio ambiente, mas ainda assim 17,3% responderam que não.

Sobre os materiais reciclados, a maioria (94,5%) respondeu que utilizaria produtos feitos a partir do RCC e uma porcentagem mínima de 5,5% afirmou que não utilizaria, o que demonstra certa aceitação por produtos feitos a partir da reciclagem na cidade.

4.2 ESTUDO PRÉVIO PARA IMPLANTAÇÃO DO ECOPONTO

Para desenvolvimento do estudo de projeto para um Ecoponto na cidade de Boa Saúde, foi inicialmente identificado um terreno favorável no município. Paralelamente, foram efetuados estudos de referência de projetos de Ecopontos já realizados em outras cidades. A partir desses estudos e da realidade local, foi definido o programa de necessidades do projeto, em função de setores, espaços, suas funções e infraestrutura necessária.

Com base nos estudos, um terreno ao lado de um campo de futebol foi definido como local de implantação do ecoponto (Figuras 1 e 2), por ser um espaço extenso, inutilizado e se encontrar em uma área bem localizada e de fácil acesso à população.



Figura 1. localização do terreno.



Figura 2. Ponto de implantação do ecoponto.

Analogamente ao estudo do terreno, um programa de necessidades foi elaborado para o Projeto do Ecoponto (Tabela 1), visando a organização do espaço (em setores) e para prever e/ou definir itens úteis às pessoas que irão desenvolver suas atividades no local.

Setor	Espaço	Infraestrutura
Entrada/Saída	Guarita	Luz, sistema de segurança, cadeira e geladeira (para armazenamento de água e comida).
Coleta Seletiva	Área de coleta do lixo comum (papel, vidro, plástico)	Container com 5 divisórias, 2 latas de lixo e cartazes contendo formas ambientalmente corretas de destinação dos resíduos.
Coleta de RCC	Destinação temporária dos Resíduos da Construção Civil	1 container, 3 caçambas de entulho, 2 máquinas para suspender as caçambas dentro do container.
Triagem	Área de separação dos resíduos	Pilares e cobertura, mesas, tambores ou contêineres pequenos e murais informativos sobre separação correta dos resíduos.

Tabela 1. Programa de Necessidades.

4.3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO ARQUITETÔNICO

Com o local escolhido e o programa de necessidades feito, realizou-se um estudo de ocupação do terreno, que resultou na elaboração de um croqui do projeto arquitetônico (Figura 3), com o intuito de demonstrar as ideias iniciais de um layout para ecoponto.

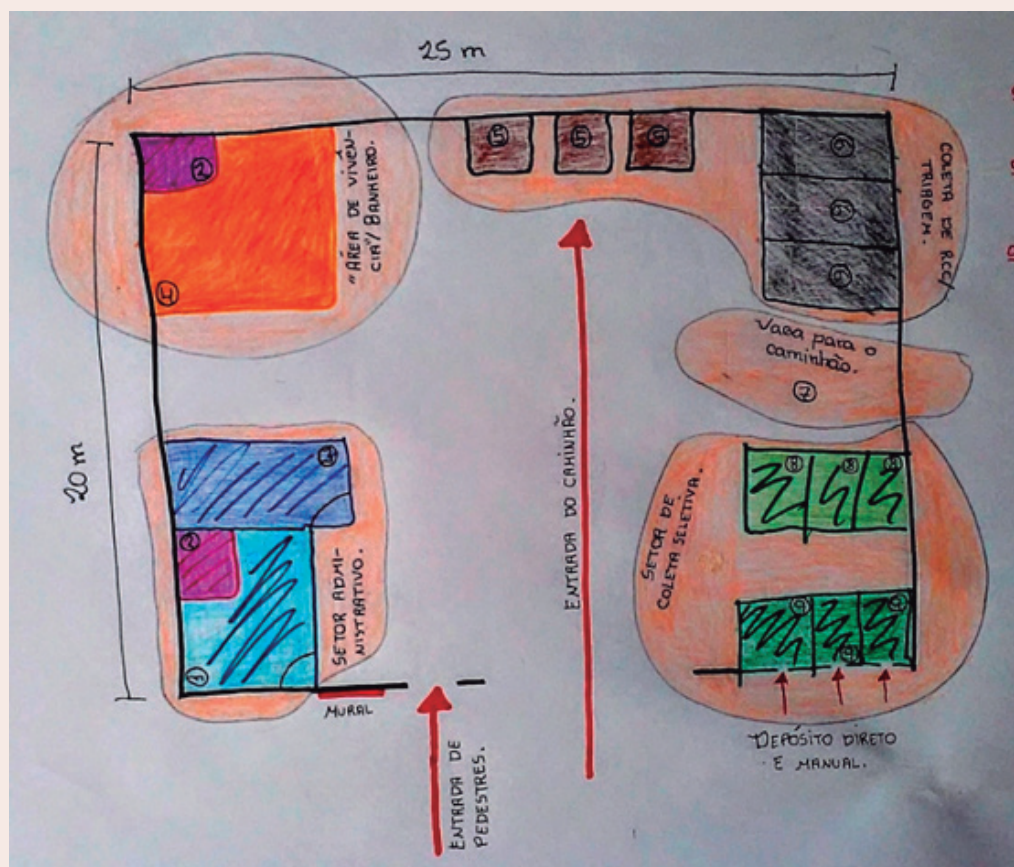


Figura 3. Croqui com estudo de ocupação do terreno.

Paralelamente a isso, também foi elaborada uma divisão de setores mais completa e específica com base no programa de necessidades e nas funções e atividades que serão exercidas no local, como exemplificado na Tabela 2.

	Área	Função
1	Guarita	Regular o fluxo de entrada e saída de pedestres e veículos.
2	Vaga veicular	Vaga de estacionamento para o caminhão.
3	Banheiro	Atender aos trabalhadores.
4	Depósito	Estocar materiais de trabalho (pás, luvas e afins).
5	Área de vivência	Local aberto e arejado, servirá como refeitório e espaço de interação entre os trabalhadores.
6	Contêineres	Local onde será depositado o RCC, pelo caminhão.
7	Armazenamento temporário	Local de armazenagem do RCC após a triagem manual.
8	Triagem	Local em que ocorre a separação dos RCC e resíduos domésticos.
9	Armazenamento temporário (Coleta Seletiva)	Local de armazenamento dos resíduos da coleta seletiva.
10	Coleta seletiva	Local onde a população depositará os resíduos manualmente (papel, vidro, papelão e outros).

Tabela 2. Áreas do Eco ponto com suas respectivas funções.

A representação gráfica da proposta partiu de croquis de concepção, sendo utilizado em seguida Gna CAD para dimensionamento preciso dos espaços. O Gna CAD é um aplicativo para dispositivos móveis utilizado para produção de desenho técnico em formato CAD. Portanto, elaborou-se um projeto 3D no programa, em que a planta baixa foi modelada precisamente, com as medidas de cada ambiente, para melhor representação (Figura 4).

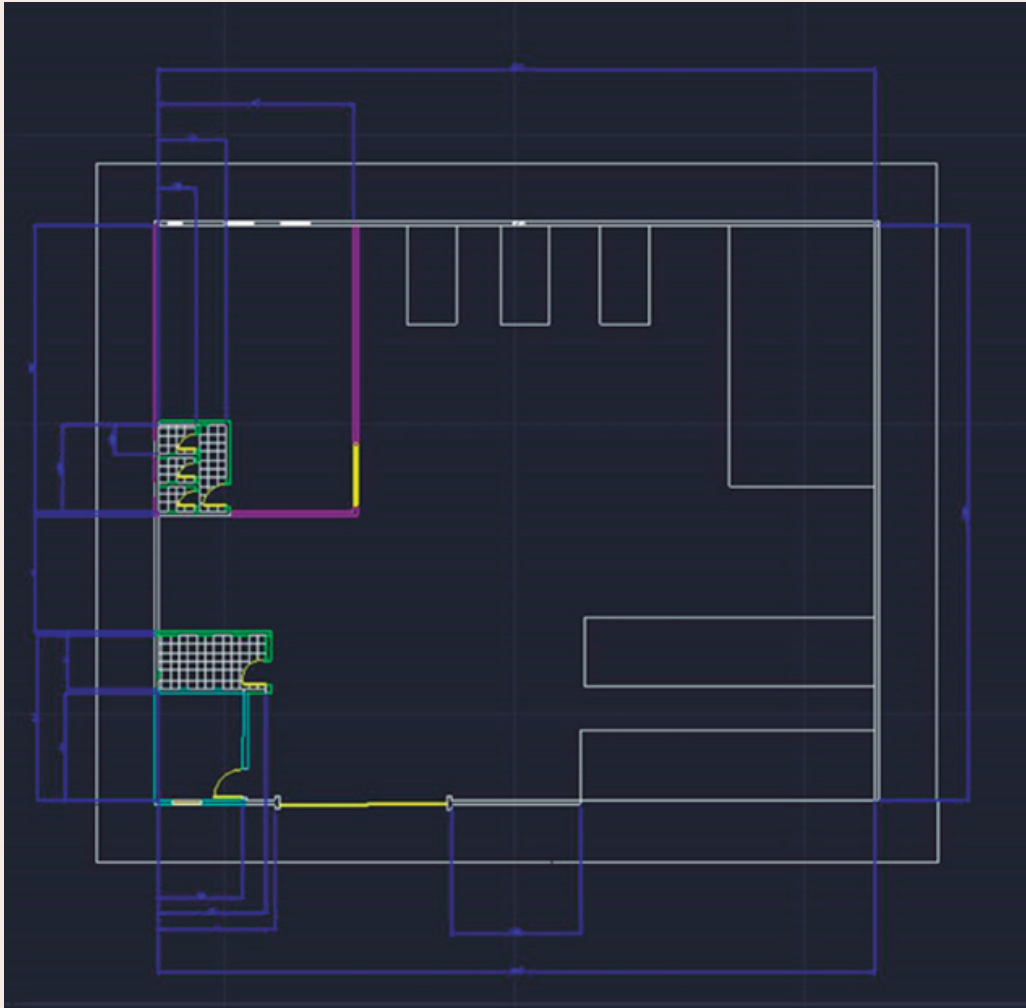


Figura 4. Planta baixa.

Por fim, a planta do Eco ponto foi desenhada no aplicativo Planner 5D - outro aplicativo para dispositivos móveis que permite a modelagem de plantas com representação 2D e 3D -, com a intenção de obter uma visualização tridimensional e com superfícies texturizadas para fins de demonstração e divulgação do projeto (Figuras 5 e 6).



Figura 5. Planta baixa no Planner 5D.

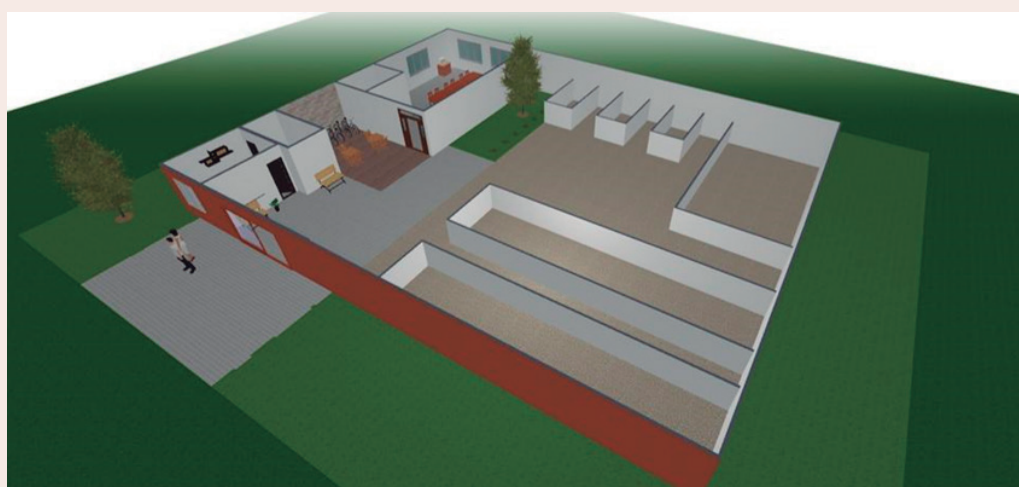


Figura 6. Modelo do Ecoponto em 3D.

Para este novo sistema de gerenciamento de resíduos funcionar de maneira efetiva, a contribuição da população é indispensável, por isso campanhas de sensibilização também devem fazer parte deste processo, além de implantar a educação ambiental continuada sobre gerenciamento de resíduos recicláveis nas escolas do município (JARDIM et al., 2012). Em suma, é indispensável a participação ativa do poder público, para que todo o gerenciamento de resíduos opere de forma eficaz, na instalação e manutenção do ecoponto.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo esclareceu o quanto uma rede instalada de ecopontos diminui o impacto de disposições irregulares no ambiente urbano, determinando sua eficiência do ponto de vista econômico-financeiro para o gestor local. Ademais, a cidade apresentará diminuição em potenciais focos de contaminação para o solo, ar e recursos hídricos, e danos para a saúde da população, devido à proliferação de vetores.

Observou-se a existência de uma grande falta de comunicação entre a prefeitura e os cidadãos de Boa Saúde sobre a disposição dos resíduos. Dessa forma, é importante que trabalhos futuros sejam direcionados para práticas de educação ambiental continuada, que visem sensibilizar a população quanto ao descarte adequado dos resíduos e incentivar hábitos de consumo sustentável. A partir de agora, faz-se necessário a atuação mais efetiva do poder público municipal no que tange à instalação do Ecoponto, facilitando desta forma o descarte correto de resíduos pela população.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Maria Júlia Gonçalves de. **Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil na cidade de Natal: uma análise à luz da sustentabilidade**. 2020. 88f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

BRASIL. Casa Civil. **Lei n. 12.305, de 01 de agosto de 2010**. Diário Oficial da União. Brasília, 02 de agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 5 out. 2021.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n. 307, de 04 de julho de 2002**. Diário Oficial da União, 17 de julho de 2002. Disponível em: <https://bvresiduos-api.pmbv.rr.gov.br/arquivos/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CONAMA%20307-2002.pdf>. Acesso em: 5 out. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação: População do Brasil**. IBGE. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>. Acesso em: 31 mar. 2021.

MENEGAKI, M.; DAMIGOS, D. **A review on current situation and challenge of construction and demolition waste management**. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, v. 13, p. 8-15, 2018.

ANAIS
IV EURO ELECS
2021

99



SESSÃO TEMÁTICA 9

EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS: PARTICIPAÇÃO E EDUCAÇÃO



ARTIGO

O ATENDIMENTO DAS EXIGÊNCIAS DOS USUÁRIOS EM OBRAS DE MELHORIAS HABITACIONAIS

SOMBRIO, Catarina Moraes de Oliveira

(csombrio@gmail.com)

Universidade de Brasília (UnB), Brasil

ZANONI, Vanda Alice Garcia

(vanda.a.g.zanoni@gmail.com)

Universidade de Brasília (UnB), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Melhorias habitacionais, assistência técnica para HIS, norma de desempenho, habitação de interesse social.

RESUMO

A resolução dos problemas habitacionais é um desafio para o desenvolvimento sustentável das cidades brasileiras. A desigualdade social marca o crescimento das cidades, refletindo na ocupação do solo urbano e nas condições de moradia. Dentre as ações para solução do problema habitacional, está a Lei da Assistência Técnica (2008) que prevê a assistência de arquitetos e engenheiros à população de baixa renda na construção ou reforma de moradias. Isso envolve a melhoria da habitação carente para retirá-la da situação de inadequação. Algumas iniciativas governamentais e de universidades estão atuando na oferta de Assistência Técnica.

Com a publicação da Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais em 2013, questiona-se como os seus requisitos e critérios podem ser aplicados e contribuir para o bom desempenho das habitações inadequadas. Assim, o objetivo deste artigo é analisar quais exigências do usuário consideradas pela norma foram atendidas em obras de melhorias habitacionais realizadas em três Estados Brasileiros. Para isso, foram relacionados os serviços realizados às exigências e critérios da NBR 15.575:2013, considerando para a avaliação dos resultados os critérios de segurança, habitabilidade e sustentabilidade, e seus fatores específicos. Os resultados puderam demonstrar que as melhorias habitacionais buscam atender prioritariamente as exigências de segurança e habitabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A resolução dos problemas habitacionais é um desafio no desenvolvimento sustentável das cidades brasileiras, o rápido crescimento populacional urbano ocorrido no século XX não foi acompanhado da estrutura urbana - oferta de serviços e empregos - necessária ao atendimento de todos os cidadãos. Assim, o processo de industrialização do país, responsável pela migração do campo para as cidades, não resolveu o problema da desigualdade social, o que reflete na ocupação do solo urbano (RAMOS, NOIA, 2016).

As cidades se configuraram de forma que as áreas centrais se tornaram inacessíveis a população de baixa renda, que se instalou em áreas informais e em moradias autoconstruídas sem assessoria técnica. Políticas habitacionais foram implantadas desde a década de 1930, baseadas na construção de novas moradias nas periferias, porém de abrangência limitada. A partir de 1970 surgem movimentos de luta por moradia que em alguns casos contaram com equipes de assistência técnica para melhorias dos locais já ocupados. Temos exemplos de implementação de projetos de urbanização de favelas no Rio de Janeiro e assistência técnica a moradia econômica em Porto Alegre (CARDOSO, AMORE, 2018).

Em 2008 a Lei de Assistência Técnica é publicada prevendo a assistência de arquitetos e engenheiros à população de baixa renda para a construção de moradias, isso envolve a melhoria da habitação carente, para retirá-la da situação de inadequação. Segundo a Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais, NBR 15.575:2013, o bom desempenho da habitação baseia-se em critérios de segurança, habitabilidade e sustentabilidade, que envolvem as dimensões relacionadas na Figura 1.

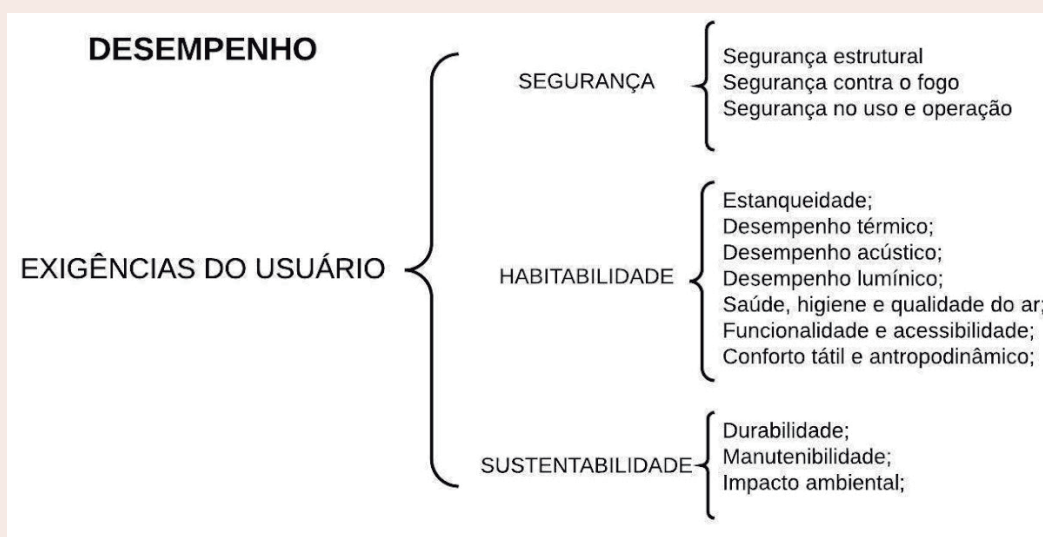


Figura 1. Exigências e Requisitos de Desempenho de Edificações Habitacionais da NBR 15.575:2013

Tendo essas exigências como princípio norteador para a caracterização das reformas de melhorias habitacionais, o objetivo deste estudo é analisar quais exigências do usuário consideradas pela NBR 15575:2013 foram atendidas em obras de melhorias habitacionais apresentadas em seis publicações, que as descrevem com plan-

tas e imagens. As obras ocorreram em três programas de Assistência Técnica em Habitação de Interesse Social (ATHIS) de diferentes regiões do Brasil, nos estados de Alagoas, Espírito Santo e no Distrito Federal.

2. ESTUDOS DE CASO

O programa de melhorias habitacionais do Estado de Alagoas, chamado Vida Nova nas Grotas, visa promover melhorias aos bairros carentes por meio de intervenções nas moradias, com prioridade em três serviços: reforma da cobertura, reforma completa do banheiro e reforma parcial da cozinha. As reformas englobam substituição do madeiramento da cobertura, aumento de pé direito, troca de telhas, aplicação de pisos e revestimentos cerâmicos nos banheiros e cozinhas, pintura e reparos nas instalações elétricas, conforme imagens da Figura 2. Segundo Silva dos Santos et al. (2018), as intervenções melhoraram problemas de salubridade, conforto tátil e antropodinâmico, estanqueidade, impermeabilização, desempenho lumínico, desempenho térmico, condições de saúde, higiene e qualidade do ar, segurança contra incêndio e acessibilidade. O valor médio para a reforma de cada habitação foi de cinco mil reais e os autores concluíram que houve melhora do desempenho de todos os itens.



Figura 2. Melhorias no programa Vida Nova nas Grotas – AL.

Fonte: Silva dos Santos et al. (2018)

No Espírito Santo, o Programa Adote uma Casa, iniciado em 2015 e desenvolvido no âmbito do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Vila Velha, tem o objetivo de oferecer reformas de melhorias habitacionais às famílias moradoras de áreas de interesse social na Grande Vitória. O programa foca em melhorias relativas à salubridade, acessibilidade, conforto térmico e humanização dos espaços, identificados como os principais problemas que poderiam ser resolvidos dentro das possibilidades e limitações do programa. As reformas incluíram acabamento nas paredes como reboco, pintura e revestimento cerâmico, acabamento de pisos, aberturas para ventilação e iluminação naturais, instalação de esquadrias, adequação de instalações elétricas e hidráulicas e troca de telhados, conforme alguns exemplos apresentados na Figura 3, e são realizadas por meio de doações e parcerias com empresas do segmento da construção civil (FRAGA, 2020).

Na experiência do Distrito Federal (DF), o programa de Assistência Técnica em Habitações de Interesse Social (ATHIS), entre 2015 e 2018, implementou melhorias habitacionais em 10 regiões. Segundo os registros da equipe técnica da Companhia de Desenvolvimento Habitacional do DF (CODHAB, 2019), os problemas típicos das moradias eram alvenaria exposta, esgotamento inadequado, cobertura danificada, instalações elétricas e hidráulicas inadequadas, risco estrutural, ventilação e iluminação insuficientes, falta de acessibilidade a pessoas com necessidades especiais (PNE), infiltração, mofo, pé-direito baixo e cômodos insuficientes. A Figura 4 mostra exemplos de uma reforma interna e uma reforma externa. A publicação da CODHAB, organizado por Araújo (2019), também delimita as possibilidades de intervenção no escopo do Programa de Melhorias Habitacionais em soluções para problemas de: ventilação e iluminação; reforço estrutural, ampliação de cômodos, regularização e acabamento de paredes e pisos, reparos e acabamentos de áreas molhadas e soluções para os telhados. Em 2019, na Jornada de Assistência Técnica (JATHIS) realizada pela CODHAB, o orçamento para cada reforma era de 20 mil reais.

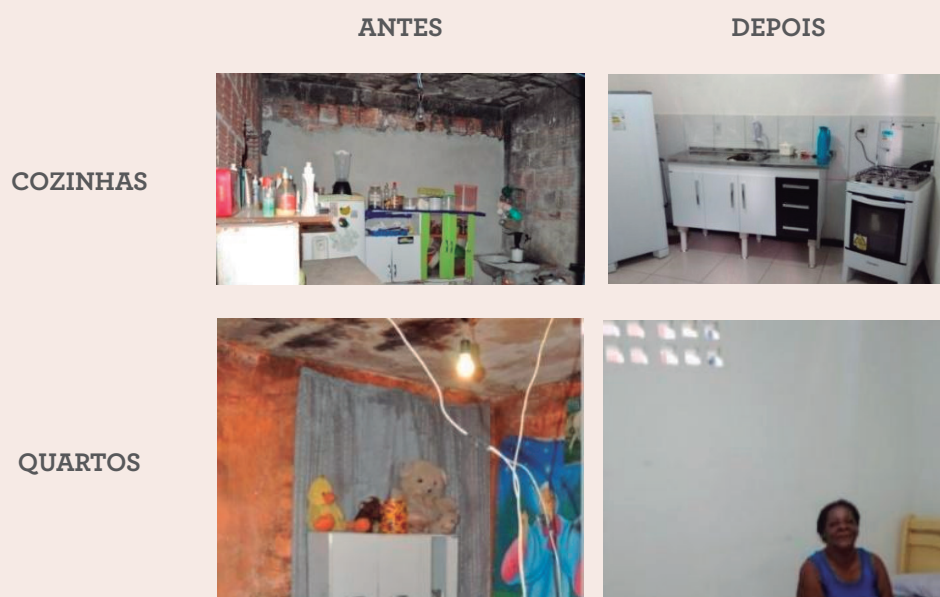


Figura 3. Melhorias no programa Adote uma Casa – ES.

Fonte: Fraga (2020)



Figura 4. Melhorias no programa Vida Nova nas Grotas – AL.

Fonte: Silva dos Santos et al. (2018)

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O levantamento dos dados foi realizado em publicações sobre reformas de melhorias habitacionais no Brasil com informações em texto e imagens. Foram selecionados seis textos, sendo cinco artigos e um livro, que trazem imagens de antes e depois, conforme as apresentadas nas figuras 2, 3 e 4. No total, as publicações apresentam informações sobre 47 moradias, sendo 21 em Maceió (AL), 04 em Vitória (ES), e 22 no DF. Estas informações estão organizadas na Tabela 1, com os estudos de caso nomeados por localidade em A, B, C, D, E e F e a informação quanto às reformas de melhorias que se limitaram a resolver problemas da estrutura existente ou as que apresentaram alterações no projeto de arquitetura, com acréscimo de cômodos ou aumento de pé direito.

As exigências dos usuários estão listadas na Tabela 2, assim como seus requisitos. Para cada requisito foram relacionados, nos respectivos subitens a, b, c, d, os serviços de melhorias executados nos estudos de referência.

Na Tabela 3, os itens foram organizados em serviços de melhoria relacionados aos sistemas da edificação, seguindo a organização da NBR 15.575:2013, acrescido do sistema elétrico, que não é contemplado pela norma. Soluções como acréscimo de cômodos ou aumento de pé direito foram desmembradas em itens de serviços para possibilitar a relação com os sistemas apresentados pela norma, suas exigências e requisitos de desempenho. Então, os serviços foram relacionados aos estudos de referências nas três regiões do país e a Tabela 3 foi complementada, relacionando as melhorias executadas nos estudos de referência às exigências dos usuários consideradas pela NBR 15.575:2013.

Programas de Melhorias Habitacionais	Quantidade de Casas	Estudo de Caso
Grota da Macaxeira - Maceió - AL	21 casas	A
Adote uma Casa Grande Vitória - ES	04 casas	B
Trecho 02 - Sol Nascente - DF	12 casas	C
Trecho 03 - Sol Nascente - DF	05 casas	D
Porto Rico, Santa Maria - DF	03 casas	E
Fercal - DF	02 casas	F

Tabela 1. Estudos de Caso

Exigências do usuário relativas ao desempenho	
D E	Desempenho Estrutural Estabilidade e resistência estrutural.
S I	Segurança contra incêndio Dificultar princípio de incêndio - proteção contra risco de ignição nas instalações elétricas.
S U O	Segurança no uso e operação Segurança na utilização dos sistemas - os sistemas não devem apresentar rupturas, instabilizações, tombamentos ou quedas que possam colocar em risco a integridade física dos ocupantes ou de transeuntes nas imediações do imóvel; partes expostas cortantes ou perfurantes; deformações e defeitos acima dos limites especificados em normas específicas; Evitar a ocorrência de ferimentos ou danos aos usuários, em condições normais de uso.
E S T	Estanqueidade Estanqueidade a fontes de umidade externas à edificação - Estanqueidade à água de chuva e à umidade do solo e do lençol freático; Estanqueidade a fontes de umidade internas à edificação - Estanqueidade à água utilizada na operação e manutenção do imóvel.
D T	Desempenho Térmico Exigências de desempenho no verão - Apresentar condições térmicas no interior do edifício habitacional melhores ou iguais às do ambiente externo, à sombra, para o dia típico de verão; Exigências de desempenho no inverno - Apresentar condições térmicas no interior do edifício habitacional melhores que do ambiente externo, no dia típico de inverno.
D A	Desempenho Acústico Isolação acústica entre ambientes.
D L	Desempenho Lumínico Iluminação Natural - Níveis mínimos de iluminância natural.
S H Q A	Saúde, Higiene e Qualidade do AR Proliferação de microrganismos; Poluentes na atmosfera interna à habitação; Poluentes no ambiente de garagem.

Continua...

F	Funcionalidade e Acessibilidade
A	Altura mínima de pé direito; Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação; Adequação para pessoas com deficiências físicas ou pessoas com mobilidade reduzida; Possibilidade de ampliação da unidade habitacional.
C	Conforto Tátil e Antropodinâmico
T	Conforto tátil e adaptação ergonômica.
A	

Tabela 2. Legenda das exigências dos usuários e seus requisitos presentes nas melhorias dos estudos de referência. Fonte: ABNT NBR 15.575:2013.

Estudos de Caso							Exigências do Usuário - NBR 15.575:2013																							
Serviço de Melhoria	A	B	C	D	E	F	Sistemas	D	E	S	I	S	U	O	E	S	T	D	A	D	L	S	H	Q	A	F	C	T	A	
Execução de fundações			●		●	●	Sistemas Estruturais	●		●	●														●					
Execução de pilares			●		●	●		●			●															●				
Execução de estrutura de cobertura	●	●	●	●	●	●		●			●	●														●				
Execução de contrapiso			●	●	●		Sistema de Piso			●	●													●	●	●				
Regularização do contrapiso	●	●								●																●	●			
Revestimento cerâmico em pisos	●	●	●	●	●					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Construção de paredes			●	●	●	●	Vedações Verticais	●		●		●	●												●					
Demolição de paredes				●	●																					●				
Aumento da altura da parede	●		●					●																						●
Aberturas em paredes para iluminação	●	●	●	●	●	●							●	●										●	●					
Aberturas em paredes para ventilação	●	●	●	●	●	●							●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					
Instalação de esquadrias	●	●	●	●	●	●							●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				
Instalação de elementos vazados	●												●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					
Retirada de esquadrias		●			●	●																				●	●			
Construção de muretas de proteção					●			●		●																●	●			
Abertura de poço de iluminação e ventilação		●														●								●	●					
Reboco em paredes externas	●		●	●	●	●					●															●				●
Reboco em paredes internas	●		●	●	●	●					●															●				●
Pintura em paredes internas	●	●	●			●																								●
Pintura em paredes externas	●	●	●	●		●																								●
Retirada de vedações em madeirite			●			●							●	●												●				
Reparo de frestas e fissuras de paredes	●												●	●												●				●
Instalação de barras de apoio em banheiro	●												●													●				●

Continua...

Estudos de Caso							Exigências do Usuário - NBR 15.575:2013										
Serviço de Melhoria	A	B	C	D	E	F	Sistemas	D	S	S	E	D	D	D	S	F	C
								E	I	U	S	T	A	L	H	A	T
Revestimento cerâmico em banheiros	●	●		●	●	●					●			●	●		●
Revestimento cerâmico em cozinhas	●		●	●	●	●				●				●	●		●
Instalação de telhas	●	●	●	●	●				●	●	●	●	●				
Instalação de telhas translúcidas		●												●			
Retirada de telhas	●	●	●						●	●	●			●			
Aberturas zenitais	●									●	●			●			
Instalação de forro de PVC			●								●			●			
Limpeza de calha	●									●					●		
Reboco da laje de forro		●															
Pintura de laje de forro		●												●			
Retirada do madeiramento da cobertura	●	●							●		●						
Instalação de tanque									●						●	●	●
Instalação de bacia sanitária	●	●	●						●						●	●	●
Retirada da bacia sanitária	●	●														●	●
Instalação de bancada na cozinha			●		●				●							●	●
Instalação de caixa d'água			●						●						●	●	●
Instalação de chuveiro	●	●	●						●						●	●	●
Retirada de chuveiro		●														●	●
Instalação de lavatório	●	●	●						●						●	●	●
Retirada do lavatório	●	●														●	●
Instalação de pia na cozinha	●		●	●	●										●	●	●
Retirada de pia na cozinha	●															●	●
Instalação de metais				●	●											●	●
Reparos nas instalações hidrossanitárias		●								●					●		
Retirada de bacia sanitária	●															●	
Acréscimo nas instalações hidrossanitárias		●	●	●	●	●									●		
Acréscimo de instalação elétrica	●		●	●					●						●		
Reparos nas instalações elétricas	●	●							●	●						●	●

Tabela 3. Relação dos Serviços Executados nos Estudos de Caso

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 3 demonstra que aberturas em paredes para iluminação, ventilação e a instalação de esquadrias apareceram em todos os programas analisados. São melhorias que atendem aos critérios de habitabilidade da NBR 15.575:2013, e estão ligadas ao desempenho térmico e lumínico, e à salubridade e qualidade do ar. As

melhorias que foram executadas em 05 dos 06 programas analisados foram: execução de estrutura de cobertura e instalação de telhas, que se referem ao acréscimo de área coberta como varandas, garagens e áreas de serviço, à construção de novos cômodos ou à substituição de cobertura em condições precárias; revestimento cerâmico em pisos, banheiros e cozinhas; reboco e pintura em paredes externas; reboco em paredes internas; e acréscimo de instalações hidrossanitárias. Estes serviços atendem a segurança e a habitabilidade. Nota-se que as melhorias nos sistemas de vedações verticais foram as mais numerosas no conjunto de estudos de caso quando comparado aos outros sistemas.

Dentro das exigências de segurança, os serviços executados que devem atender à dimensão de segurança estrutural foram a construção de novos cômodos, acréscimos de telhados e coberturas elevadas. Eles atendem também à dimensão de exigências funcionais, dentro da habitabilidade. As melhorias referentes à segurança contra incêndio foram os reparos nas instalações elétricas, que atendem simultaneamente a segurança no uso e operação, junto com as melhorias nos acabamentos.

Nas exigências de habitabilidade, melhorias nos revestimentos, tubulações hidráulicas, impermeabilizações e coberturas, sanam problemas relacionados ao excesso de umidade, que quando agravados por problemas como ausência de ventilação, facilitam o aparecimento de mofo ou outros microrganismos prejudiciais à saúde humana. As dimensões de desempenho térmico e lumínico foram as mais atendidas como já exposto, e unindo intervenções relativas à estanqueidade, desempenho térmico e lumínico, são atendidas exigências relativas à qualidade do ar. As melhorias em acessibilidade foram reparos nos contrapisos, melhoria nos revestimentos de pisos e instalação de barras de apoio em banheiros. Sobre a funcionalidade, os ambientes foram reorganizados, melhor ventilados e iluminados, as instalações elétricas e hidráulicas foram reparadas ou acrescidas de forma a aprimorar o uso. O conforto tátil e antropodinâmico refere-se, segundo a NBR 15.575:2013, principalmente aos acabamentos de pisos e paredes.

Para atender as exigências de sustentabilidade relativas à durabilidade e manutenibilidade, é preciso que os projetos e os materiais utilizados atendam as normas técnicas específicas, e as publicações analisadas não apresentam esses dados. Quanto à manutenção, é procedimento de responsabilidade do morador. Por se tratar de reformas realizadas em edificações existentes e sem histórico registrado de projeto, execução e manutenção, o cálculo de vida útil de projeto (VUP) exigido pela norma não é um requisito que possa ser verificado. Não há dados referentes ao impacto ambiental.

5. CONCLUSÕES

A análise das relações entre os serviços executados em obras de melhorias habitacionais, os sistemas das edificações e as exigências de desempenho da NBR 15.575:2013 permitiu, por meio da sistematização de itens de serviço, mostrar que serviços relacionados às melhoria de iluminação natural e ventilação natural fo-

ram os mais presentes nos casos estudados e o sistema que sofreu mais modificações para a adequação das moradias foi o sistema de vedações verticais, seguido pelo sistema hidrossanitário.

As reformas habitacionais analisadas nesse estudo apresentaram melhorias nas exigências do usuário consideradas pela NBR 15.575:2013 nos critérios de segurança e habitabilidade, em várias de suas dimensões. Apenas a dimensão de desempenho acústico, dentro das exigências de habitabilidade, não foi atendida especificamente, porém as melhorias gerais nas vedações, esquadrias, acabamentos e na ampliação das casas resultam em aprimoramento acústico.

Não foi possível levantar melhorias específicas das exigências de sustentabilidade por falta de dados nas publicações estudadas, porém avalia-se que é viável atingir os fatores de durabilidade e manutenibilidades desde que as especificações sejam adequadas e atendam as normas técnicas. Quanto aos procedimentos de manutenção, o morador pode receber orientações que o ajude a conhecê-los e executá-los. No que diz respeito à adequação ambiental, a dificuldade encontra-se na necessidade de aplicação de recursos maiores do que os normalmente disponíveis em obras de melhorias habitacionais. Esta exigência trata do consumo racionalizado de recursos naturais, da utilização de reuso da água, e da minimização do consumo energético, soluções que ainda estão além dos limites orçamentários deste tipo de intervenção.

Porém, apesar das exigências de sustentabilidade apresentadas pela norma não terem sido verificadas nestes estudos de caso, ao melhorarem os aspectos de segurança e de habitabilidade, pode-se concluir que as melhorias habitacionais atendem a sustentabilidade em seu conceito amplo, que se apoia nos pilares ambiental, econômico e social, pois moradias seguras, salubres e funcionais atendem à justiça social.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT Associação Brasileira De Normas Técnicas (2013). NBR 15.575: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro.

Araújo, L. E. S. Bomtempo, M. R. Melo, D. B. V. Coelho, M. C. Marinho, S.M.F. (2019). Assistência Técnica em Urbanismo e Arquitetura de Interesse Social: Anotações sobre o processo de imersão da equipe técnica da CODHAB nas periferias do Distrito Federal: 2015-2018. 1. ed., Brasília: IAB DF.

BRASIL. Lei federal 11.888/2008 – Lei da Assistência Técnica. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 24 dez. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm>. Acesso em: 19 jun. 2021.

Cardoso, F. S. Amore C. S. (2018). Assessoria e Assistência Técnica para Habitação de Interesse Social no Brasil. In: XV Coloquio Internacional de Geocrítica - Las ciencias sociales y la edificación de una sociedad post-capitalista, maio, 2018, pp. 1-19, Universitat de Barcelona, Espanha.

Fraga, E. F. (2020). Arquitetura Social: Estudantes levam assistência técnica à periferia de Vitória. Portal CAU/BR. Disponível em: <https://www.caubr.gov.br/arquitetura-social-adote-uma-casa/>

Ramos, J. S.; Noia, A. C. (2016). A construção de políticas públicas em habitação e o enfrentamento do déficit habitacional no Brasil: uma análise do Programa Minha Casa Minha Vida. In: Desenvolvimento em Questão, vol. 14, núm. 33, janeiro-março, 2016, pp. 65-105, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, Brasil

Santos, A. H. S. Santos, P. O. C. Batista, J. O. (2018) As Melhorias Realizadas Em Moradias Precárias Na Grotta Da Macaxeira: Uma Análise Frente À Norma De Desempenho - NBR 15575. In: Revista Ímpeto (UFAL), nº 8, Maceió, Brasil.

SESSÃO 9
EDIFICAÇÕES
SUSTENTÁVEIS:
PARTICIPAÇÃO
E EDUCAÇÃO

ARTIGO

EMAU E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA NO CONTEXTO DOS CURSOS DE ARQUITETURA E URBANISMO

SANTOS, Gabriel Lyon Figueiredo dos
(gabriellyonfs@gmail.com)
Universidade de Brasília (UnB), Brasil

ANDRADE, Liza Maria Souza de
(lizamsa@gmail.com)
Universidade de Brasília (UnB), Brasil

SILVA, Ana Luiza Aureliano
(alaurelianosilva@gmail.com)
Universidade de Brasília (UnB), Brasil

LOUREIRO, Vânia Raquel Teles
(vania.teles.loureiro@gmail.com)
Universidade de Brasília (UnB), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Extensão universitária. Inserção curricular. Escritório Modelo. Transdisciplinaridade. Participação social.

RESUMO

Parte fundamental do tripé institucional formado pelo Ensino, Pesquisa e Extensão, a Extensão Universitária busca desenvolver a aproximação entre universidade e sociedade por meio de atividades, projetos e programas relacionados com as realidades socioespaciais. Possibilitando uma comunicação mais efetiva com a sociedade, a extensão permite a troca de saberes e a prática de uma educação verdadeira, potencializando a transformação social. No contexto dos cursos de Arquitetura e Urbanismo do Brasil os EMAUs (Escritório Modelo de Arquitetura e Urbanismo), se destacam como projeto potente no estabelecimento desse diálogo associando a extensão à pesquisa e ao processo de graduação, com caráter transdisciplinar e democrático, especialmente nas regiões Sul, Sudeste, e Centro-oeste do país onde se concentram o maior número de escritórios (FENEA, 2019). A importância desses grupos se destaca nesta pesquisa que visibiliza o papel do EMAU no processo de institucionalização da extensão, tendo como principal objeto de estudo o EMAU CASAS e a sua relação com a FAU-UnB. Este artigo tem por objetivo relacionar a situação dos EMAUs a nível nacional, bem como a representatividade do projeto nas regiões brasileiras, as condições de institucionalização dos escritórios, e a sua importância para a formação dos estudantes, tendo em vista a função social da profissão. A pesquisa se estruturou com base nos planos e programas de extensão universitária vinculados ao projeto, no banco de dados da FeNEA e em questionários on-line direcionados aos EMAUs em todo o País, possibilitando um panorama das condições de institucionalização dos escritórios nas Faculdades. A pesquisa, que revelou um grande percentual de EMAUs não institucionalizados, demonstra o fundamental papel da institucionalização do EMAU na curricularização da extensão universitária nos cursos de Arquitetura e Urbanismo, enfatizando a importância da manutenção desses programas em uma perspectiva de transformação do sistema de ensino e no processo de formação política dos estudantes.

1. INTRODUÇÃO

A Extensão Universitária tem como fundamental objetivo desenvolver o diálogo entre universidade e sociedade de forma próxima por meio da promoção de atividades que estão diretamente ligadas às realidades socioespaciais. Existe, portanto, a possibilidade de realizar uma comunicação efetiva com a sociedade produzindo conhecimento, a partir da troca de saberes, e resultando na formação dos agentes inseridos nesse contexto (universidade, instituições, comunidades e movimentos sociais), bem como na transformação social.

No contexto da formação em arquitetura e urbanismo, é necessário adentrar uma perspectiva mais crítica em relação ao espaço construído e às demandas sociais, levando em conta a estrutura societária, os padrões de consumo vigentes, e as desigualdades espacializadas. Nesse sentido, deve-se buscar um processo formativo que vá ao encontro do que Paulo Freire apresenta como uma construção da extensão não como uma extensão de um conhecimento pronto que chega à comunidade, mas como a construção da comunicação entre o saber científico e o saber social, em uma interação dialógica (FREIRE, 1983).

De acordo com Name e Mossab (2020), historicamente as ciências sociais foram “eivadas pelo eurocentrismo”, nesse contexto “as noções de progresso científico se confundiram com as de progresso material dos países hegemônicos” (NAME e MOSSAB, 2020, p. 14). A própria inserção da área no mercado de trabalho formal, tradicionalmente colabora na manutenção de um status quo da profissão, apagando a função social da mesma e influenciando no ensino e na produção de conhecimento da área. Dessa forma a mesma lógica de dominação, também se estabelece no que diz respeito à formação tradicional em arquitetura e urbanismo, em sua própria dinâmica de organização. É preciso forjar meios de reinventar o conhecimento acerca da arquitetura e urbanismo, sobretudo olhando para o próprio território, seus saberes, culturas e memórias em uma perspectiva decolonial. A arquitetura e o urbanismo, no campo das ciências sociais aplicadas, que deve ter na práxis associada à teoria o diálogo com a sociedade como eixo estruturante, apresenta possibilidades de intervenção nesse contexto e possui um papel importante na valorização e construção desse conhecimento.

Não é possível aprender sobre as cidades, os espaços, a ocupação urbana detendo-se somente à sala de aula e teorias, devemos buscar nos espaços das cidades, como reunião de símbolos, culturas e histórias o espaço para o aprendizado mútuo, explorando toda a sua “potencialidade para o campo pedagógico” (RIOS, 2012, P.4). Buscar caminhos alternativos, ampliando com isso a noção espacial e territorial por meio da área do conhecimento da arquitetura e do urbanismo é possível e necessário. Aproxima a área de conhecimento da sociedade, questiona o *status quo* e possibilita uma dimensão da arquitetura mais abrangente e diversa, atendendo inclusive ao princípio “dialógico multidimensional” da sustentabilidade apontado por Andrade (2014) (ANDRADE, 2014. p.506).

Dentre os projetos de extensão existentes nas faculdades de arquitetura e urbanismo brasileiras, estão presentes os Escritórios Modelo de Arquitetura e Urbanismo ou EMAUs. Segundo a Federação Nacional de Estudantes de Arquitetura

e Urbanismo do Brasil (FeNEA), o EMAU é um projeto de extensão universitária ligado à pesquisa e ao processo de graduação e “visa a melhoria da educação e da formação profissional através da vivência social e da experiência teórico-prática como um todo” (FeNEA, 2007). Com a livre participação de todos os estudantes da área, o EMAU se torna um espaço de produção e debate aberto a toda a sociedade, demonstrando assim um caráter transdisciplinar e democrático. Tendo como princípio norteador a formação de um espaço de debate técnico e político e de produção de conhecimento por meio da realização de projetos de ação compartilhada e flexível. No contexto da FAU-UnB em 2002 foi constituído como o EMAU da Universidade de Brasília, o CASAS (Centro de Ação Social em Arquitetura Sustentável), que pode ser considerado como importante porta de entrada dos estudantes da graduação para a temática da sustentabilidade, associada à tecnologia em diálogo com a sociedade.

Este artigo, se constitui como um dos produtos da pesquisa realizada no âmbito do Edital Vida Estudantil (Edital DEG/DEX/DAC no. 20/2018) “Precisamos falar sobre o ensino da FAU” e analisa o panorama dos escritórios modelo em âmbito nacional como espaços de promoção da extensão universitária. A pesquisa visa apresentar a importância desse projeto para a institucionalização da extensão universitária e para a formação dos agentes envolvidos com as escolas de Arquitetura e Urbanismo do país, bem como das comunidades. Além desse contexto, o trabalho tem como objeto de estudo o EMAU CASAS e sua relação com a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, onde está instituído.

O Art. 207 da CF de 1988, atribui às universidades “autonomia didático científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial”, e determina o “princípio de indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão” (BRASIL, 2020). Já a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB - Lei 9394/96), em seu Art. 43, atesta que a educação superior tem por finalidade, entre outras, “promover a extensão, aberta à participação da população, visando à difusão das conquistas e benefícios resultantes da criação cultural e da pesquisa científica e tecnológica geradas na instituição” (BRASIL, 2018a). Por sua vez, o Plano nacional de Educação (PNE) em vigor (Lei nº 13.005/2014), em sua Meta 12.7, determina que se assegure “no mínimo, 10% do total de créditos curriculares exigidos para a graduação em programas e projetos de extensão universitária, orientando sua ação, prioritariamente, para áreas de grande pertinência social” (BRASIL, 2014).

A Resolução CNE/CES Nº 7/2018 determina as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regula o disposto na meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014, que aprova o PNE 2014-2024 (BRASIL, 2018b). Esta resolução regulamenta (art.4º) que as atividades de extensão devem compor, no mínimo, 10% do total da carga horária curricular estudantil dos cursos de graduação, as quais deverão fazer parte da matriz curricular dos cursos, e que essas atividades devem ser obrigatoriamente presenciais (art.9º) (Idem). De acordo com a mesma resolução, são consideradas atividades de extensão (art.7º) as intervenções que envolvam diretamente as comunidades externas às instituições de ensino superior e que estejam vinculadas à formação do estudante. Além disso, estruturam a concepção e a prática das Diretrizes da Extensão na Educação Superior, entre outras: “a interação dialógica da comunidade acadêmica com a sociedade”, “a formação cidadã dos estudantes”, e

“a promoção de iniciativas que expressem o compromisso social das instituições de ensino superior com todas as áreas” (Ibidem).

Todas essas normativas representam um certo avanço institucional no que diz respeito ao reconhecimento da extensão como um eixo importante no processo formativo dos estudantes. O desafio está em transformar os planos políticos pedagógicos e as estruturas dos cursos no âmbito do ensino superior para que, não somente permitam a inserção curricular da extensão, como também reconheçam seu valor cultural e educacional. Tomamos como base os pensamentos de Freire (1983) que, que reflete sobre a indispensável relação dialógica do conhecimento no mundo humano, que é o mundo da comunicação, uma vez que “não há pensamento isolado, na medida em que não há homem isolado” (FREIRE, 1983, p. 44). No âmbito da extensão, é necessária a valorização do contexto dos sujeitos, a “co-participação de outros sujeitos”, na prática do pensar coletivo (Idem. p. 45). As práticas desenvolvidas pelos EMAUs nos cursos de arquitetura e urbanismo demonstram o apreço por uma formação que não somente se ampara na técnica, mas que se dispõe à uma construção política em torno de práticas mais sustentáveis e valorizando a dimensão social do indivíduo. Dessa forma, os EMAUs não buscam em sua prática a domesticação do saber, a partir de uma “extensão educativa” (Ibidem, p.15), mas uma educação libertadora que se baseia na prática da comunicação e do diálogo.

2. OBJETIVO

Diante da necessidade da inserção curricular da extensão nos cursos de graduação, este estudo tem como objetivo trazer visibilidade para o projeto EMAU como prática extensionista nos cursos de arquitetura e urbanismo. Reforçando assim, a importância dos escritórios modelo para disseminação da arquitetura mais sustentável nos cursos de Arquitetura e Urbanismo no Brasil. Contribuindo para o novo projeto político e pedagógico da FAU-UnB a partir da análise de experiências desenvolvidas fora do âmbito acadêmico, visando um ensino inovador e inclusivo tendo como fundamento abordagens de estreitamento entre o saber acadêmico e popular, assim como a garantia do bem-estar e condições de permanência de todos envolvidos nos diversos processos de aprendizagem.

3. METODOLOGIA

Como construção metodológica foram desenvolvidos levantamentos sobre a estrutura e criação do Projeto EMAU, levantados dados sobre os EMAUs no banco de dados disponibilizado pela FeNEA bem como nos SeNEMAUs, elaborado e disponibilizado um questionário de alcance nacional a fim de entender a relação dos estudantes com os escritórios modelos, bem como a situação atual desses escritórios, presentes em outras universidades brasileiras visando, portanto, identificar potencialidades. A observação participante também fez parte do processo, uma vez que, um dos autores do artigo integra o EMAU CASAS na Universidade de

Brasília. Além disso, foi realizada a sistematização e análise dos dados recolhidos, que são apresentados neste artigo.

4. O CONTEXTO DOS EMAUS

No início dos anos 90, com a retomada das atividades dos Centros Acadêmicos das Universidades e da FeNEA, houve uma reabertura dos espaços de discussão política, que buscavam além da complementação do ensino universitário, a reafirmação do compromisso social da academia no Brasil (FENEAE, 2005). Nesse contexto, buscava-se ainda uma “imersão na comunidade, na liberdade da idealização”, que levou à criação do EMAU, um projeto de Extensão Universitária idealizado pela FeNEA (Idem). O escritório modelo funciona como um espaço de experimentação e aplicação do intercâmbio de conhecimentos adquiridos no processo de aprendizado mútuo entre as instituições de ensino e a sociedade, buscando o princípio básico da extensão: o desenvolvimento nos dois campos a partir da troca de saberes.

A carta de definição dos EMAUs, elaborada durante o XXXI Encontro Nacional de Estudantes de Arquitetura e Urbanismo (ENEAE) realizado no ano de 2007, apresenta as principais características que justificam e materializam toda sua relevância para a extensão universitária nas escolas de Arquitetura e Urbanismo do Brasil. A carta apresenta a relação entre os pilares da universidade: ensino, pesquisa e extensão, que promovem essa constante comunicação entre a universidade e sociedade, a fim de reforçar a responsabilidade coletiva envolvida nessa relação, afirmando: “a melhoria da educação e da formação profissional através da vivência social e da experiência teórico-prática como um todo” (FENEAE, 2007).

A carta define ainda alguns princípios básicos para que sejam considerados como escritórios modelos, tendo como base os eixos norteadores éticos desses princípios, quatro postulados pela UNESCO e União Internacional de Arquitetos para educação em Arquitetura e Urbanismo:

“Garantir qualidade de vida digna para todos os habitantes dos assentamentos; Uso tecnológico que respeite as necessidades sociais, culturais e estéticas dos povos; Equilíbrio ecológico e desenvolvimento sustentável do ambiente construído; Arquitetura valorizada como patrimônio e responsabilidade de todos.” (Idem, p.1)

Com base nesses postulados, os princípios que definem os EMAUs observam a “Gestão Estudantil”, “Horizontalidade nas Tomadas de Decisão”, “Coletividade”, “Multidisciplinaridade”, “Não assistencialismo”, “Atuação em locais não alcançados pelo profissional arquiteto”, “ausência de fins lucrativos” (Ibidem). Dessa forma os EMAUs trazem a coletividade como ponto central na realização de suas atividades, fomentando a prática da transdisciplinaridade onde a participação nos projetos não se restringe aos campi universitários e busca uma relação onde não exista a hierarquia do saber científico sobre o saber popular, entendendo que a

melhoria da qualidade de vida de qualquer comunidade só pode ser promovida se os seus agentes são considerados de forma equivalente dentro desse processo.

Para além disso, é reforçado o caráter de organização horizontal, sem a hierarquização das funções realizadas dentro e fora do escritório. Essa forma de atuação se faz essencial para que a prática do diálogo entre os agentes envolvidos com o EMAU construa uma sustentabilidade da comunidade com trocas ativas de conhecimentos. Uma das principais formas de atuação do escritório se dá no exercício de trabalhar ações flexíveis e compartilhadas com as comunidades, onde não é proposta a realização de projetos já acabados e sim de evidenciar a importância do método participativo, considerando assim a arquitetura como um processo contínuo.

O projeto visa o corpo discente como agente protagonista, evidenciando assim a relevância da autonomia estudantil para o funcionamento desses espaços. Não somente o processo formativo a partir da prática se enriquece com a integração dos estudantes aos EMAUs como a valorização da função social da profissão, bem como a perspectiva política da arquitetura e do urbanismo e a sua importância para a gestão coletiva e democrática de projetos tanto no contexto do escritório modelo, quanto no contexto de atuação profissional e social.

4.1 O POEMA E OS SENEMAUS

O Projeto de Orientação a Escritórios Modelo de Arquitetura e Urbanismo (POEMA) é um documento que visa nortear, configurar e estimular a criação e gestão dos EMAUs, por meio da definição conceitual, princípios éticos e dos históricos de escritórios existentes. Seus objetivos são “entusiasmar o estudante” e “expressar as características principais também em sua programação visual, o contato direto com as comunidades” (FENEA, 2005, p. 88).

Esse contínuo projeto, começou a ser elaborado em 1990, e permanece sendo discutido ao longo dos encontros promovidos pela FeNEA, em específico nos Seminários Nacionais de Escritório Modelo em Arquitetura e Urbanismo - SeNEMAUs. O projeto não possui a intenção de apresentar um passo-a-passo de como conceber um EMAU, e sim apresentar uma análise através das experiências de funcionamento daqueles que surgiram antes sua elaboração.

Importante na troca de experiências entre os membros dos EMAUs, o Seminário Nacional de Escritórios Modelo de Arquitetura e Urbanismo (SeNEMAU), é um encontro nacional que propicia debates sobre o ensino e a extensão universitária, especialmente no que diz respeito à democratização da Arquitetura e Urbanismo (FENEA [s.d.]). Com a participação de vários representantes de Escolas do Brasil, o primeiro SeNEMAU foi realizado na cidade de Maceió - AL no ano de 1997, com a contribuição de arquitetos e estudantes que discutiram o possível funcionamento interno do projeto e quais princípios mais se aproximavam do escritório (Idem).

O SeNEMAU tem um caráter de funcionamento voltado para práticas ativas de troca de experiências entre EMAUs (em formação e em funcionamento) que fortalece o movimento e empodera a construção e manutenção de novos escritórios. O seminário não possui um modelo formal uma vez que sua programação, apesar

de ter sido previamente pensada, é diariamente discutida e se necessário reformulada, reforçando assim sua condição de espaço democrático e participativo. O encontro é acima de tudo um ambiente de diálogo com intercâmbio de vivências e ideias, onde um saber não sobrepõe nenhum outro e os mesmos princípios que orientam os Escritórios Modelo, são exercitados e discutidos.

Os princípios do EMAU ficam evidentes durante o evento, que é construído tendo em vista a realidade social local, e o processo formativo de aprendizado coletivo, baseado na troca de saberes, valorizando processos de autoconstrução, mutirão e canteiro de obras (Figuras 1 e 2). No último evento realizado, um dos objetivos foi “entender como a relação morador produtor e moradia produto pode alimentar um sentimento de pertencimento e levar a estruturas sociais que garantem uma maior resiliência, quebrando por completo a ideologia do arquiteto Deus.” (ARCH-DAILY, 2019). Tais preocupações revelam uma relação inerente do projeto com a questão da sustentabilidade, entendendo o conceito de habitar como como resultado das práticas de “participar de uma vida social, de uma comunidade, aldeia ou cidade” (LFEBVRE, 2001, p.23).



Figura 1. Mutirão de Bioconstrução na Ocupação Fidel Castro - MTST, SeNEMAU UDI 2019



Figura 2. Mutirão de Bioconstrução na Ocupação Fidel Castro - MTST, SeNEMAU UDI 2019

5. RESULTADOS

5.1 OS EMAUS PELA VISÃO DOS SEUS MEMBROS

Com objetivo de compreender a atual situação dos EMAUs e visibilizar o trabalho realizado pelos escritórios, foi realizado um questionário via google forms, disponibilizado de forma online para que membros de todos os EMAUs pudessem responder. O questionário foi divulgado a partir de grupos de WhatsApp, perfis do Instagram e grupos de e-mail, alcançando um total de 62 respostas, com representações de 25 EMAUs diferentes. A partir dos resultados alcançados foi realizada uma atualização do Mapa dos Escritórios Modelos de Arquitetura disponibilizado pela FeNEA, chegando ao resultado apresentado na figura 3.

Observa-se a partir do mapa e dos dados obtidos no questionário, que 61,5% dos EMAUs estão em pleno funcionamento, 11,5% deles não estão ativos e cerca de

26,9% estão em processo de criação/reativação. O quantitativo regional de EMAUs somam atualmente, em abrangência nacional, mais de sessenta escritórios em atividade ou em processo de criação, com uma baixa concentração de escritórios na região Norte. Entretanto, expressa um número ainda pequeno frente ao somatório de escolas de Arquitetura e Urbanismo. A participação do movimento EMAU revela uma abrangência de aproximadamente 13,3% frente à quantidade total dessas escolas: cerca de 450 instituições no âmbito público e privado (RUF, 2019).

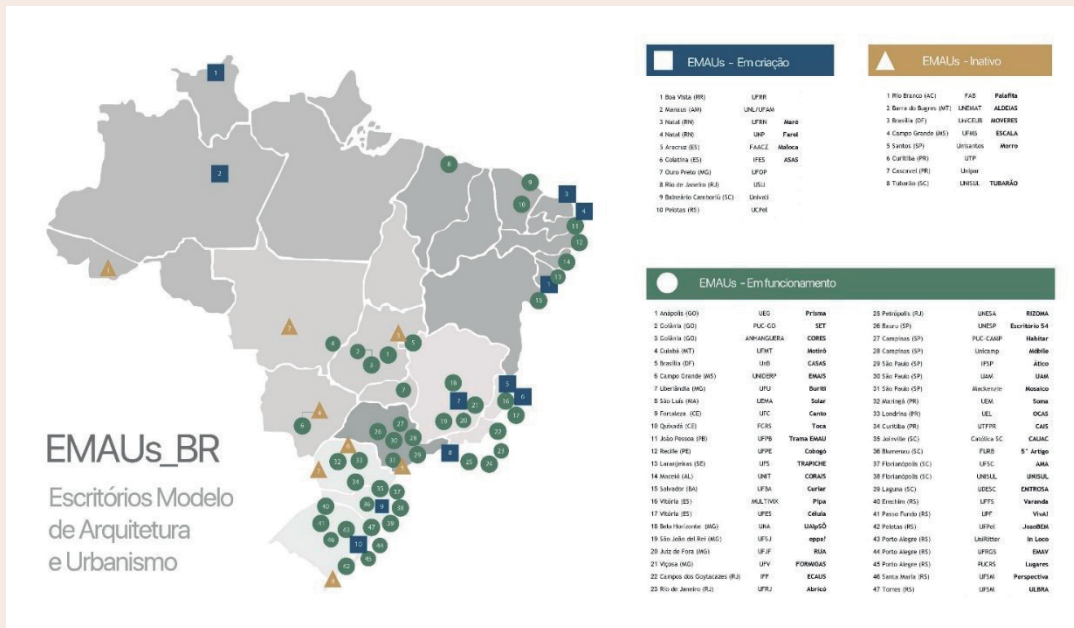


Figura 3. Escritórios modelo de arquitetura e urbanismo no Brasil. Elaborado e atualizado a partir do mapa base da FeNEA.

Dos EMAUs que participaram do formulário somente 40% são institucionalizados. Para além da oportunidade de apoio com bolsas provenientes de editais de extensão, a institucionalização se torna uma forma de garantir o reconhecimento e apoio da própria instituição para a estruturação e desenvolvimento dos projetos dentro de cada escritório. Dentre os membros que responderam à pesquisa e que participaram do escritório na condição de estudantes, somente 15% afirmou ter recebido bolsa durante a participação. Dos que afirmam ter recebido bolsa, 77% fazem parte de EMAUs que são institucionalizados. Essa relação indica a importância dos processos de institucionalização para a formalização dos grupos no âmbito universitário, inclusive como possibilidade de pleitear.

Em relação à complementação formativa, 56% dos estudantes revelaram ter participado de algum curso, capacitação, ou oficina através do escritório. Em conformidade com o caráter político que o EMAU representa, pode-se perceber ainda um engajamento dos estudantes com outras organizações estudantis, coletivos, centro acadêmicos: 51% dos participantes revelaram fazer parte de algum desses grupos. A perspectiva do coletivo se reforça nesse dado e no dado sobre a participação dos estudantes nos encontros relacionados aos EMAUs, uma vez que 60% dos respondentes já participou desses encontros.

diversidade de áreas que dialogam com a Arquitetura e o Urbanismo em ações transdisciplinares nos territórios.

5.2 O CONTEXTO DO CASAS

No âmbito da FAU-UnB, o CASAS - Centro de Ação Social em Arquitetura Sustentável se constitui como o escritório modelo da Faculdade. O processo de construção do escritório se iniciou durante uma greve ocorrida nas Universidades Públicas entre agosto e novembro de 2001. No contexto da cidade de Brasília, onde as comunidades excluídas estão à margem do projeto para a capital do país, surgiu também a necessidade de estreitar o contato com a sociedade, fazendo cumprir o papel social do arquiteto e urbanista. Por isso, no ano de 2002 o CASAS foi constituído como o EMAU da UnB. O CASAS é um projeto sem fins lucrativos de assessoria técnica às comunidades vulneráveis, pautado na troca de experiências e conhecimento, com a preocupação em formar arquitetos com consciência social.

A gestão do Escritório, feita pelos estudantes, é realizada de maneira horizontal, com todas as decisões sendo tomadas em conjunto. A seleção das demandas de projeto é efetivada por meio de reunião geral da gestão. Uma vez selecionado, o projeto é desenvolvido dentro do PEMAU (Prática em Escritório Modelo de Arquitetura e Urbanismo), disciplina optativa da Faculdade. Criada ao longo do desenvolvimento do EMAU, a disciplina está vinculada ao CASAS, e permitiu a integração entre extensão e ensino nesse contexto. Segundo a Lei Federal No. 11.888/2008 - Assistência Técnica Pública e Gratuita para Habitação de Interesse Social, os escritórios modelos das Instituições de Ensino Superior (IES) estão habilitados a desenvolver atividades de assistência técnica, sob a supervisão de pesquisadores e professores (BRASIL, 2008). Dessa forma, essas ações foram sendo discutidas e realizadas por meio do escritório, tanto no âmbito do ensino, quanto através da atividade extensionista.

Orientada pelo professor responsável, a disciplina pode ser cursada por alunos dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil da UnB e concede créditos de teoria, prática e extensão. A disciplina tem o intuito de elaborar projetos, que estejam em consonância com os objetivos e princípios do CASAS, junto às comunidades e desenvolver habilidades relativas à abordagem do projeto arquitetônico como ferramenta de aproximação com os territórios. Isso a partir da premissa de que os projetos serão frutos da contribuição tanto dos alunos envolvidos quanto dos membros da comunidade em questão, despertando assim a ideia de autonomia e de reconhecimento de si enquanto ser social influente na realidade. Juntos, professor e alunos, criam metodologias de abordagem e construção de projeto a partir desse viés social. Aumentando, dessa forma, o leque de oportunidades dos alunos desenvolverem suas capacidades enquanto arquitetos conscientes do contexto social corrente e concretizando os objetivos da Extensão com um dos pilares da Universidade Pública.

Como forma de institucionalizar os projetos realizados no âmbito do EMAU, são desenvolvidos planos de ação para inscrição no Programa de Extensão de Ação Contínua (PEAC). Nesse sentido, o CASAS possui o Programa de Assistência Téc-

nica em Urbanismo e Arquitetura (PATUA) e o Ação Social em Arquitetura Sustentável (ASAS), onde se busca desenvolver projetos de Arquitetura e Urbanismo para comunidades organizadas, movimentos sociais e abordar discussões que, por vezes, são invisibilizadas no âmbito acadêmico. Temáticas como técnicas tradicionais de construção, pedagogia urbana e relações entre corpo e espaço são questões que contemplam os atuais projetos desenvolvidos pelo escritório modelo.

Atividades extensionistas como as desenvolvidas pelo CASAS, possuem grande relevância para que os formatos dos planos políticos pedagógicos sejam de fato discutidos e questionados dentro das escolas de Arquitetura e Urbanismo, a fim de se entender o papel social do profissional formado por sistemas de ensino que em geral não questionam minimamente as relações de projeto fomentadas e desenvolvidas desde a academia até o mercado de trabalho. Nesse sentido, pode-se dizer que a extensão cria uma ponte entre o ensino e a comunidade, entretanto, essa relação não é dada de forma unilateral. O conhecimento trocado durante esses processos de ensino/aprendizagem deve servir também para que a academia pratique constantemente o exercício de autocritica quanto ao ensino produzido e que, por vezes, não reflete realidade na qual a faculdade está inserida.

6. CONCLUSÕES:

Este artigo apresenta a importância do projeto EMAU no contexto da extensão universitária dos cursos de arquitetura e urbanismo. A partir da estruturação do projeto, é possível estabelecer uma perspectiva possível de atuação extensionista que observa desde a sua concepção, a comunicação como premissa para ação em uma educação verdadeira, que considera a realidade dos sujeitos, e que se preocupa com uma visão multidimensional da sustentabilidade em uma perspectiva transdisciplinar, valorizando os processos de aprendizagem e troca de saberes a partir dos territórios.

A participação dos diversos EMAUs e seus representantes deixam evidentes a contribuição do escritório para uma perspectiva de atuação profissional diversa que valoriza a função social e política da profissão e que apresenta novos horizontes não somente em relação à prática da arquitetura e do urbanismo, como também ao aprendizado e ao fazer ciência. Ressaltamos assim, os escritórios como importantes ferramentas para promoção da Extensão Universitária, e para a solidificação do tripé institucional Ensino, Pesquisa e Extensão.

O contexto do EMAU CASAS, prova que é possível associar a extensão ao ensino e abre caminhos para práticas arquitetônicas que se baseiam na sustentabilidade e na realidade dos territórios que, no formato de extensão, podem se inserir nos currículos das escolas de arquitetura e urbanismo. Com base nesse cenário e naqueles apresentados pelos participantes da pesquisa, acreditamos que não somente a valorização do projeto EMAU como prática de ensino, deve ser incorporada no contexto da curricularização da extensão como consideramos primordial, a integração efetiva com outras áreas do conhecimento internas e externas ao universo acadêmico.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, L. M. de S. (2014). *Conexão dos Padrões Espaciais dos Ecossistemas Urbanos: A construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e o no nível da paisagem*. Tese de doutorado.

ArchDaily (2019). *Seminário Nacional de Escritórios Modelos de Arquitetura e Urbanismo - SeNEMAU*. Disponível em: <https://bityli.com/fBSSEC>

Brasil (2008). *Lei da Assistência Técnica*. lei nº 11.888, de 24 de dezembro de 2008.

Brasil (2014). *Lei Federal 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências*. Brasília, DF, 25. Jun. 2014.

Brasil (2018 a). *Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

Brasil (2018 b). *Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação - PNE 2014-2024 e dá outras providências*. Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018.

BRASIL. [Constituição (1988)]. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, DF: Presidência da República, [2020].

FeNEA ([s.d]). *SeNEMAU. Federação Nacional de Estudantes de Arquitetura e Urbanismo*. Disponível em: <http://www.fenea.org/senemau-1>

FeNEA (2005). *Projeto de Orientação à Escritórios Modelo de Arquitetura e Urbanismo (POEMA)*. Disponível em: <https://bityli.com/Min3X9>

FeNEA. (2007). *Carta de definição para Escritórios Modelo de Arquitetura e Urbanismo*. Disponível em: <https://bityli.com/hHWT9F>

Freire, P. (1983). *Extensão ou comunicação?* São Paulo: Paz e Terra.

Lefebvre, H. (2001). *O direito à cidade*. São Paulo: Centauro.

Moassab, A. e Name, L. (2020) *Por um ensino insurgente em arquitetura e urbanismo*. 1. ed. Foz do Iguaçu: EDUNILA.

Rios, G. A. (2012). *As cidades como cenários de uma aprendizagem integradora*. Em Aberto, Brasília, v. 25, n. 88, p. 163-174, Disponível em: <https://bityli.com/fdz96n>

RUF (2019). *RUF 2019. Ranking Universitário da Folha*. <https://bityli.com/Caw94m>

ARTIGO

PAREDE HIDRÁULICA EXPERIMENTAL: O APRENDIZADO DE SISTEMAS PREDIAIS HIDROSSANITÁRIOS

VERÓL, Aline Pires

(alineverol@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

OLIVEIRA, Carolina Tavares de Figueiredo

(carolina.tavares@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

GERALDO, Rebeca Schettini

(rebeca.geraldo@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

OLIVEIRA, Beatriz Fernandes de

(beatriz.oliveira@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

TEIXEIRA, Verônica Baiense

(veronica.teixeira@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

ROLA, Sylvia Meimaridou

(sylviarola@fau.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Parede hidráulica experimental, sistemas prediais hidrossanitários, SPHS

RESUMO

A experiência laboratorial atua como um catalisador no âmbito da aprendizagem. A apresentação somente de dados teóricos e expositivos pode não ser suficiente para o pleno entendimento do conteúdo de disciplinas com forte teor prático. A Parede Hidráulica Experimental, concebida no Laboratório de Saneamento e Sistemas Prediais Hidrossanitários (LabHidro) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2018, teve o intuito de recriar, de forma sistêmica e didática, os Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS) de uma residência. Todas as instalações são visíveis e funcionais, para permitir maior compreensão da operação de um sistema predial hidrossanitário, seus equipamentos, usos e desempenhos. O experimento é aplicado como suporte didático ao curso de Arquitetura e Urbanismo, assim como em pesquisas de Iniciação Científica, no âmbito dos SPHS. O presente trabalho vem apresentar os resultados obtidos na primeira fase de testes, que simulou o uso dos aparelhos sanitários, tal qual em uma residência: duas vezes ao dia, cinco dias por semana, com registro da vazão em cada aparelho sanitário e, também, em cada hidrômetro. Com a construção da Parede Hidráulica Experimental, houve uma aproximação dos alunos com os sistemas prediais hidráulicos e sanitários de forma prática. A utilização de experimentos com modelos físicos valoriza o aprendizado, aproximando os alunos da realidade e permitindo maior apreensão dos sistemas usados atualmente na construção civil.

1. INTRODUÇÃO

O curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) tem, em seu currículo, disciplinas voltadas para a definição de sistemas prediais e, também, para a realização de planos de intervenção no espaço urbano, metropolitano e regional fundamentados nos sistemas de infraestrutura, saneamento básico e ambiental. Dentre elas, destacam-se as disciplinas de Saneamento Predial e de Saneamento Urbano.

Para fomentar tal estudo foi criado o Laboratório de Saneamento e Sistemas Prediais Hidrossanitários (LabHidro), que tem como objetivo atuar na área de Saneamento e de Sistemas Prediais, em particular, os Sistemas Hidráulicos e Sanitários (SPHS). Este novo laboratório preenche uma importante lacuna no curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFRJ, pois proporciona o aprofundamento do conhecimento nas áreas de sistemas urbanos e prediais, atendendo alunos em todas as fases do curso de graduação e pós-graduação. Dentre as linhas de pesquisa que são desenvolvidas no âmbito do Laboratório, ressaltam-se pontos tais como: uso racional da água; sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial em edificações; e manejo sustentável de águas urbanas.

A metodologia usada para o ensino das disciplinas de Saneamento Predial e Saneamento Urbano tem sido, historicamente, aquela pautada no uso de tabelas, gráficos, ábacos e cálculos manuais, com o uso de calculadoras e, eventualmente, planilhas *excel*. Com o advento dos computadores, tornou-se possível o uso de *softwares* aplicados a essas áreas, permitindo a solução de problemas com mais rapidez, alta precisão e com fácil interpretação, além de seu uso nas atividades de projeto e de planejamento de um determinado empreendimento. Desta forma, por exemplo, no desenvolvimento de um projeto de SPHS de um edifício se tornou possível a aplicação de métodos mais precisos com saídas gráficas informatizadas e com possibilidade de simulação de vários cenários num curto espaço de tempo com baixo custo. O mesmo também ocorre na simulação de redes de abastecimento de água e de drenagem, no ambiente urbano.

Conjuntamente ao desenvolvimento feito pelo ensino em sala de aula e pelo uso de *softwares* no aprimoramento do estudo, existe a necessidade da utilização de experimentos com modelos físicos em laboratório, que valorizam o aprendizado, aproximando os alunos da realidade e permitindo maior apreensão dos sistemas usados atualmente, tanto na construção civil, quanto em obras públicas. De acordo com diversos autores (Cachapuz, 2000; Gil-Pérez *et al.*, 1999; Hart, Mulhall, Berry, Loughran e Gunstone, 2000; Saraiva-Neves, Caballero e Moreira, 2006, apud Cunha *et al.*, 2012), o trabalho experimental ampara o processo de ensino e aprendizagem.

Neste contexto, na primeira fase de criação de modelos físicos para o LabHidro-FAU/UFRJ estava o desenvolvimento da Parede Hidráulica Experimental, experimento em escala real, com intuito de recriar, de forma sistêmica e didática, os SPHS de uma residência, desde a entrada da água potável até a sua saída enquanto esgoto.

Considerando a importância e obrigatoriedade de conhecimento dos SPHS para a formação do Arquiteto e Urbanista, a Parede Hidráulica Experimental surge como uma aliada no processo didático. De acordo com Silva (2017), a realização de atividades experimentais valoriza a participação dos estudantes no processo de construção do conhecimento, aumentando seu interesse nos assuntos programáticos.

Além de suporte didático, a Parede Hidráulica Experimental se insere na pesquisa acadêmica, sendo base para estudo e análise de dados para maior compreensão do consumo doméstico e esgoto gerado em uma residência. O experimento está disponível para um público anual de 240 alunos, bem como para palestras, demonstrações, e está aberta aos alunos dos demais cursos da UFRJ.

2. OBJETIVOS

Este artigo tem como objetivo apresentar a Parede Hidráulica Experimental, projetada e construída na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro no ano de 2018, para fins didáticos e de pesquisa no âmbito dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS).

3. METODOLOGIA

A Parede Hidráulica Experimental representa todas as áreas molhadas de uma residência, começando pelo seu armazenamento em um reservatório superior, percorrendo unidades como banheiro (bacia sanitária, chuveiro e lavabo), cozinha (pia) e área de serviço (tanque), e terminando com a coleta do esgoto.

O projeto foi desenvolvido no âmbito do próprio LabHidro-FAU/UFRJ, em consonância com as normas vigentes na ocasião: NBR5626:1998 (ABNT, 1998) e NBR 8160:1999 (ABNT, 1999), tendo como referência experimentos de alguns importantes laboratórios nacionais, tais como: Laboratório de Instalações Prediais da Universidade de Caxias do Sul (UCS, 2006), Laboratório do Ensino para Construção e Indústria (ENCID), Laboratório de Instalações Prediais - FAAT Faculdades (FAAT, 2017), Laboratório de Instalações Prediais e Saneamento - LIP (IPT, 2008) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2008).

De acordo com o projeto elaborado, o sistema predial de água fria contempla o armazenamento de água potável em um reservatório inferior com volume de 125 L, próximo a uma motobomba que succiona e recalca esta água para um reservatório superior, também de 125 L. As áreas molhadas previstas são abastecidas por duas colunas de água fria de 25 mm, cada qual alimentando um ramal de 20 mm: o primeiro ramal abastece a cozinha (pia) e a área de serviço (tanque), e o segundo abastece o banheiro (bacia sanitária, chuveiro e lavatório). Cada ramal é controlado por um registro de gaveta e possui um hidrômetro próprio. A água servida gerada por cada aparelho é coletada pelo sistema predial de esgoto sanitário, composto por tubulações de esgoto primário (efluente da bacia sanitária e do ramal

de esgoto) e de esgoto secundário (efluente do tanque e da pia), caixas sifonada, de gordura e de inspeção. Após a coleta, os efluentes são encaminhados para um reservatório, que tem duas funções: a de simular a caixa de inspeção final de uma residência, ao mesmo tempo em que funciona como reservatório inferior. Este artifício foi empregado para permitir a recirculação de água no sistema, evitando desperdício. Nos reservatórios foram previstos dispositivos de esvaziamento total do sistema, para limpeza. Ademais, existe um ponto de entrada de água, ligado ao sistema de abastecimento formal, para alimentar o experimento após o esvaziamento total. Todas as instalações são visíveis e funcionais, para permitir maior compreensão do real funcionamento de um sistema predial, suas instalações, usos e desempenhos. Todas as tubulações e conexões são em PVC. A figura 1 apresenta em perspectiva o projeto da Parede Hidráulica Experimental.

A Parede Hidráulica Experimental foi construída nas dependências do LabHidro-FAU/UFRJ durante os meses de junho e julho de 2018 e teve seu uso iniciado no segundo semestre de 2018, inicialmente como demonstração para os estudantes da graduação. Os estudantes, organizados em grupos, eram recebidos no laboratório pelos monitores da disciplina, que explicavam a função de cada aparelho e demonstravam o funcionamento do experimento como um todo. Além disso, também era requisitada a medição dos hidrômetros antes e depois da abertura dos aparelhos, para que seja registrado o consumo de água durante a demonstração. Como produto da visita, os estudantes elaboravam um desenho esquemático do experimento, identificando cada uma de suas partes constituintes, bem como produziam um breve relatório da visita. Na figura 2 é possível visualizar as etapas de sua construção e início de operação e na figura 3 é possível observar o experimento finalizado.

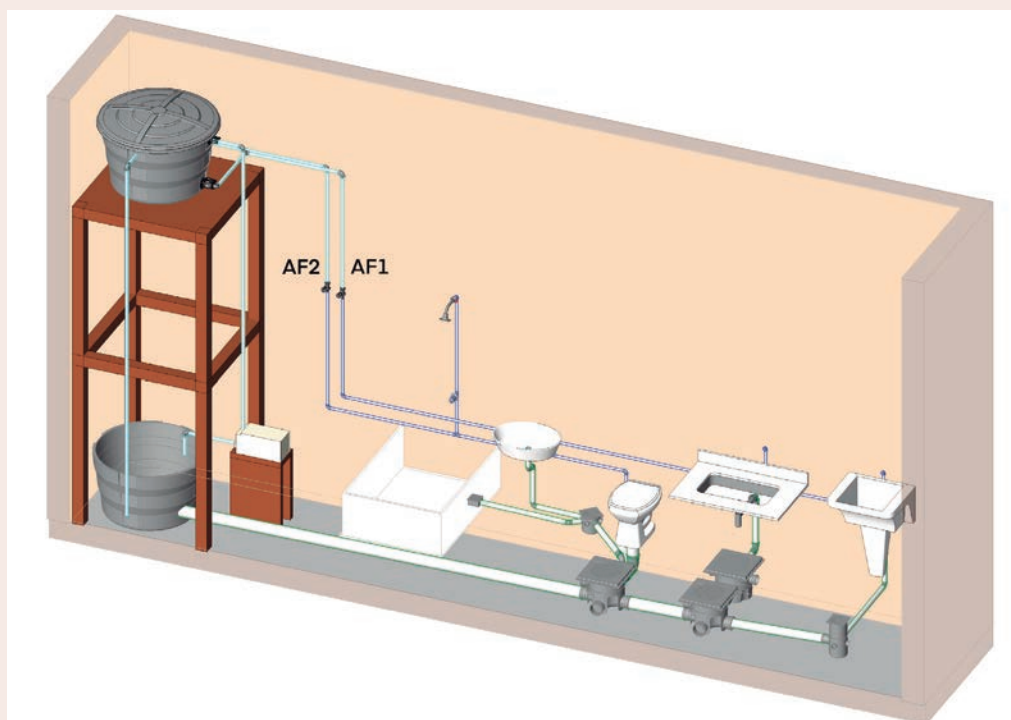


Figura 1. Projeto da Parede Hidráulica Experimental.



Figura 2. Etapas de construção e início de operação da Parede Hidráulica Experimental - LabHidro-FAU/UFRJ em 2018.



Figura 3. Parede Hidráulica Experimental. Foto de Alexandre Bueno, 2019.

Como segunda etapa de implantação do experimento, foi montada uma equipe, formada por docentes e estudantes, para realizar uma bateria de medições de consumo de água. Nesse sentido, foram realizadas medições nos dois hidrômetros, em ambas as colunas, em dois momentos: antes e após o uso dos aparelhos sanitários. As medições foram realizadas duas vezes ao dia, cinco dias por semana, com registro de vazão de ambos os hidrômetros. A fim de variar o tempo e coletar novos dados, foram previstas duas etapas de medição, conforme descrito na tabela 1. Os testes ocorreram durante o ano letivo de 2019.

1ª etapa de medições		2ª etapa de medições	
Tanque	3 min	Tanque	5 min
Torneira	3 min	Torneira	5 min
Bacia com caixa acoplada	1 descarga completa	Bacia com caixa acoplada	1 descarga completa
Lavatório	3 min	Lavatório	3 min
Chuveiro	5 min	Chuveiro	5 min
Recalque	Se necessário	Recalque	Se necessário

Tabela 1. Etapas de medições, com tempos específicos para cada aparelho sanitário.

Como procedimento de registro das informações, foi estabelecido que inicialmente deveria ser anotado o valor apresentado em ambos os hidrômetros. Em seguida, abria-se cada aparelho sanitário, coletando o volume de água em um bécher de 1L e registrando o tempo de coleta com um cronômetro, conforme estabelecido na tabela 1. O volume coletado era anotado em planilha específica e, posteriormente, a vazão correspondente era calculada. Ao final do uso de cada aparelho, o consumo de cada um dos hidrômetros era medido.

4. RESULTADOS

Após a coleta dos resultados, na etapa inicial de funcionamento da Parede Hidráulica Experimental, os dados registrados foram plotados em um gráfico. Neste mesmo gráfico, foram plotados dados de aparelhos tradicionais, disponíveis na NBR 5626:1998 (ABNT, 1998), que foi consultada como referência em virtude de a nova versão, publicada em 2020 (ABNT, 2020), não apresentar tal informação. Também foram plotados no gráfico dados de aparelhos economizadores existentes no mercado. Utilizou-se, a título de exemplo, os aparelhos economizadores disponíveis nos catálogos do fabricante Docol. A figura 4 apresenta estas informações.

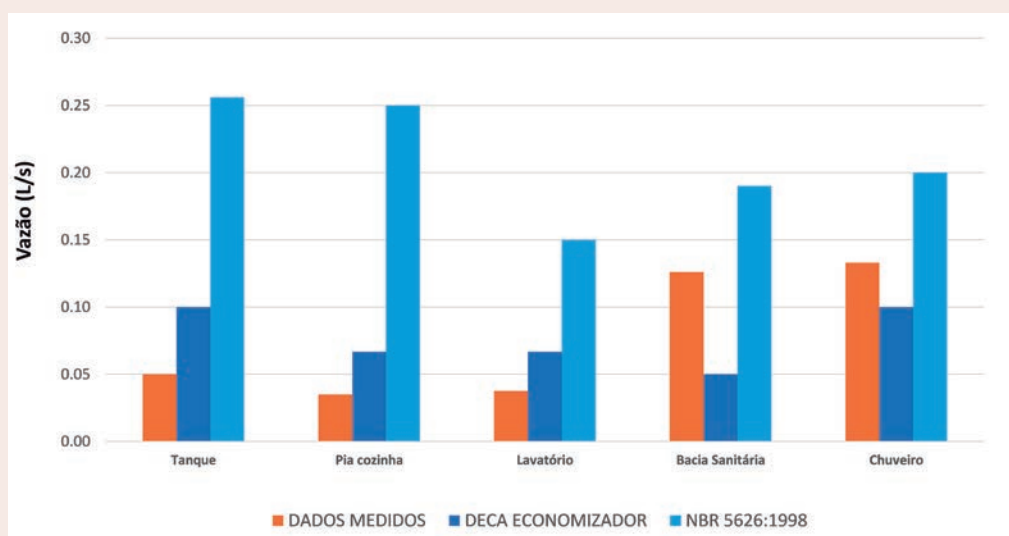


Figura 4. Resultados das medições realizadas na primeira etapa.

Observa-se que os valores medidos nesta etapa inicial são inferiores àqueles apresentados na norma técnica e aproximados aos dos aparelhos economizadores, sendo inferiores no tanque, na pia da cozinha e no lavatório e superiores na bacia sanitária e no chuveiro. Percebe-se, com isso, a baixa pressão disponível no sistema, semelhante ao funcionamento de aparelhos economizadores, que introduzem uma perda de carga que diminui a pressão. O reservatório superior do experimento está localizado a três metros de altura do piso do laboratório, o que pode justificar as baixas vazões medidas.

Os testes iniciais foram realizados durante o ano letivo de 2019, mas não puderam ter continuidade no ano seguinte em virtude do estado de pandemia pelo COVID-19. Pretende-se realizar uma nova bateria de testes, como segunda etapa de instalação da Parede Hidráulica Experimental, quando as dependências da Universidade puderem ser acessadas com segurança novamente. Nesta nova etapa de testes, pretende-se, inclusive, medir a pressão dos aparelhos sanitários por meio do uso de piezômetros, a serem adquiridos e instalados.

Em relação ao seu funcionamento como suporte didático à disciplina da graduação, a Parede Hidráulica Experimental obteve sucesso, despertando o interesse e aproximando os estudantes dos SPHS, o que se confirma pelo aumento no interesse das pesquisas de Iniciação Científica relacionadas ao tema. Na figura 5 pode ser visto o desenho, feito à mão, por estudantes da disciplina, como registro da visita ao laboratório.

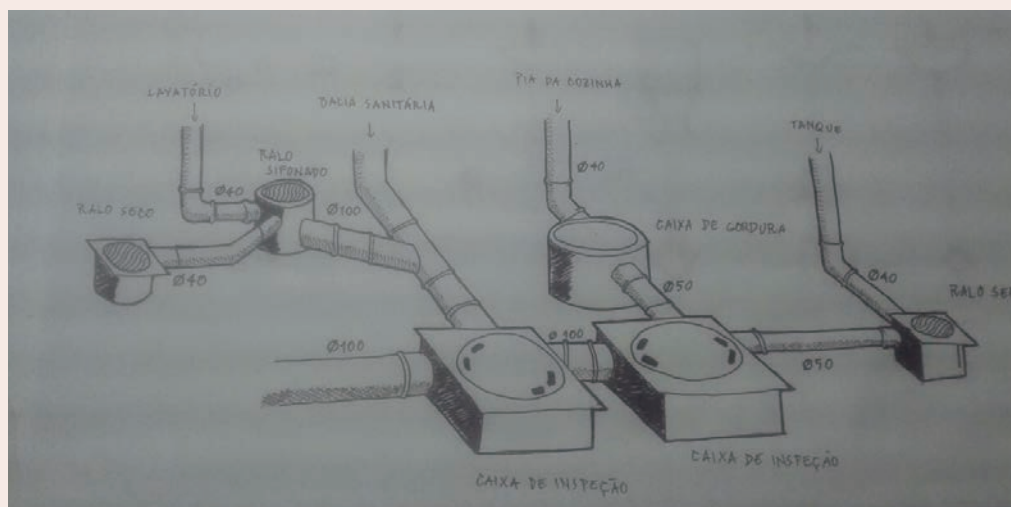


Figura 5. Desenho da Parede Hidráulica Experimental elaborado por Leticia da Silva Ramos e Antonio Braga Araújo Junior em 2019.

No ano de 2020, por conta da pandemia, houve a necessidade de realização de ensino em formato remoto. Com isso, as visitas ao laboratório foram suspensas, assim como todas as atividades de ensino presencial na Universidade. Como tentativa de aproximar os novos alunos do experimento, os monitores da disciplina elaboraram, sob orientação das professoras responsáveis pela disciplina, e utilizando fotografias, desenhos e vídeos gravados anteriormente, um vídeo didático que apresenta a Parede Hidráulica Experimental, disponibilizado no Canal YouTube da FAU/UFRJ (Parede hidráulica experimental. ([s.d.])).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação da Parede Hidráulica Experimental no âmbito do LabHidro-FAU/UFRJ se mostrou um importante instrumento de suporte ao aprendizado dos SPHS pelos estudantes do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFRJ.

A instalação do experimento permitiu ampliar o entendimento entre teoria e construção. Nas visitas de campo em edifícios residenciais é comum observar apenas alguns elementos, mais visíveis dos SPHS, como reservatórios, hidrômetros, ralos e caixas de inspeção. Tendo em vista que a Parede Hidráulica Experimental apresenta todas as suas instalações de maneira aparente, elementos que costumam ficar ocultos nas edificações, tais como as tubulações de água fria e esgoto, estão expostos aos olhares dos estudantes.

A realização de um vídeo didático sobre a Parede Hidráulica Experimental permitiu aos estudantes que cursaram a disciplina em formato remoto a aproximação com o experimento. Além disso, permitiu a estudantes e pesquisadores de outras instituições conhecerem o trabalho realizado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1998). NBR 5626. Instalações Prediais de água fria. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1999). NBR 8160. Sistemas prediais de esgoto sanitário. Rio de Janeiro.

Cohim, E.; Garcia, A. P.; Kiperstok. (2008). A. Captação e Utilização de Água Pluvial em Residências Para População de Baixa Renda em Áreas Urbanas: estudo de caso. Salvador.

Cunha, A. E. et al. (2012). Envolver os alunos na realização de trabalho experimental de forma produtiva: o caso de um professor experiente em busca de boas práticas. Revista eletrônica de enseñanza de las ciencias, Vigo, v. 11, n. 3, p. 635-659. Disponível em <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC_11_3_9_ex658.pdf>.

Docol. Catálogo geral (2018/2019). Disponível em <<https://docol-product-file.s3-sa-east-1.amazonaws.com/Catalogo/catalogo-geral-2018-2019.pdf>>.

“EGC UNIDAVI: Inovações Amanco”. EGC UNIDAVI (2016). Disponível em <<http://engenhariacivilunidavi.blogspot.com/2016/05/inovacoes-amanco.html>>.

FAAT Faculdades. (2017). <<http://www.faat.com.br/site/noticias01.asp?noticia=2544>>.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. (2008) <https://www.ipt.br/centros_tecnologicos/CETAC/laboratorios_e_sessoes/51-laboratorio_de_instalacoes_prediais_e_saneamento___lip.html>.

Marinoski, D. L.; Ghisi, E; Gomez, L. A. (2004). Aproveitamento de Água Pluvial e Dimensionamento de Reservatório para Fins Não Potáveis: Estudos de Caso em um Conjunto Residencial Localizado em Florianópolis-SC - I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo.

Parede hidráulica experimental. ([s.d.]). Recuperado em 7 de agosto de 2021, de <https://www.youtube.com/watch?v=g7FKI3ESu5c>

Silva, E. D. (2017). A importância das atividades experimentais na educação. Tese de mestrado (mestrado em docência). Faculdade Cândido Mendes. Rio de Janeiro, Brasil.

UCS - Universidade de Caxias do Sul (2006). Disponível em <<https://www.ucs.br/site/tourvirtual/locais/detalhe/327/laborat%C3%B3rio-de-instalac%C3%A3o-hidr%C3%A1ulica-e-eletrica>>.

UCS - Universidade de Caxias do Sul (2006). Disponível em <<https://www.ucs.br/site/tourvirtual/locais/detalhe/355/laborat%C3%B3rio-de-instalac%C3%B5es-prediais>>.

Veról, A.P.; Vazquez, E.G.; Miguez, M.G. (2018). Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários: Projetos Práticos e Sustentáveis. Rio de Janeiro: Elsevier.

Veról, A. P.; Rola, S. M. (2018). O ensino de sistemas prediais hidráulicos e sanitários em arquitetura no âmbito do ateliê integrado 1. Reflexões sobre o ensino integrado do projeto de arquitetura, p. 170-196. Rio de Janeiro, Rio Books.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Superpesa, AquaFluxus, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/UFRJ e o Laboratório de Hidráulica Computacional/COPPE UFRJ, pelo financiamento da construção da Parede Hidráulica Experimental.

O CANTEIRO EXPERIMENTAL NO DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS

CARVALHO, Conrado Gonçalves

(conrado.carvalho@fau.ufrj.br)

*Programa de Pós Graduação em Arquitetura da Universidade
Federal do Rio de Janeiro - (PROARQ/UFRJ), Brasil*

SILVOSO, Marcos Martinez

(silvoso@fau.ufrj.br)

*Programa de Pós Graduação em Arquitetura da Universidade
Federal do Rio de Janeiro - (PROARQ/UFRJ), Brasil*



PALAVRAS-CHAVE:

Canteiro Experimental; Tecnologia da construção; Ensino de arquitetura; Sustentabilidade nas construções; Desenvolvimento sustentável.

RESUMO

O canteiro experimental é um equipamento didático inovador no ensino de arquitetura, que qualifica o aprendizado e proporciona integração de disciplinas por meio do projeto e construção de modelos e protótipos. Além disso, possibilita uma abordagem sistêmica a partir da vivência e interação do estudante com eventos diversos próprios de um ambiente de canteiro. É, sobretudo, um espaço para o estudante experimentar sua potencialidade transformadora no ato de projetar e construir. Nesse sentido, o trabalho explora a experimentação em canteiro de técnicas e materiais construtivos, abordando o canteiro experimental como espaço de busca de soluções relacionadas com a sustentabilidade no âmbito dos sistemas e processos construtivos e sua viabilidade social de custos e aplicações. No intuito de expandir as potencialidades experimentais do canteiro, foram analisadas criticamente práticas experimentais no ensino de arquitetura no Brasil e no exterior, e realizada uma revisão bibliográfica em torno da temática da sustentabilidade nas construções, sobretudo no que se refere a impactos ambiental e urbano e da acessibilidade aos materiais e processos, incorporando, assim, o viés social e econômico da sustentabilidade, tendo em conta o contexto urbano latino-americano. É apresentada uma contextualização do ensino de arquitetura e urbanismo no Brasil contemporâneo, relacionando o papel das escolas, sua infraestrutura e atores envolvidos no sentido de colaborar para a mitigação de problemas ambientais e urbanos comuns aos processos de urbanização das cidades. Nesse sentido, o trabalho faz uma avaliação crítica que considera o canteiro experimental como essencial na formação do profissional arquiteto, com grande potencial de contribuição para o desenvolvimento de técnicas e tecnologias construtivas associadas com a sustentabilidade, bem como na popularização e viabilização do seu uso pela sociedade.

1. O CANTEIRO EXPERIMENTAL

O canteiro experimental é um equipamento didático inovador no ensino de arquitetura, que qualifica o aprendizado e proporciona a produção de conhecimento pela integração de disciplinas e a exploração de uma abordagem sistêmica, por meio de atividades que culminam no desenvolvimento de projetos e da execução de modelos e protótipos. É um espaço pedagógico que assume múltiplos significados, permitindo um fortalecimento do vínculo entre a arquitetura e a sua dimensão social e econômica, promovendo a reaproximação entre trabalhos intelectuais e manuais, a oportunidade da vivência de trabalhos coletivos de participação mútua, um lugar de experimentação no ato de concepção e construção arquitetônica, promovendo ampliação na compreensão sobre o desenho como ferramenta orientadora para a materialização da obra (Silvoso; Cordeiro; Albuquerque, 2017).

É, portanto, uma proposta pedagógica que oferece mais que um espaço para a prática da execução de obras; é um lugar de emancipação e de construção de conhecimento, que contribui para o desenvolvimento da autonomia de estudantes de arquitetura e urbanismo a partir do exercício da reflexão propositiva e pela mobilização de seus próprios recursos diante de situações-problema sem a interferência externa (Ronconi, 2020). No canteiro experimental o estudante encontra oportunidades de estabelecer ações que estimulem o seu olhar sistêmico para compreensão e proposição de soluções de situações em diversos graus de complexidade. Segundo Ronconi, “o propósito é deixar explícito, para o estudante, a oportunidade de sua vivência e interação com os eventos diversos poderem ser relacionados com seus conhecimentos científicos. (...) O canteiro não é o lugar da atividade prática, em detrimento da atividade intelectual (tal separação não existe), é o lugar da atividade plena” (Ronconi, 2005, p.145). Estamos falando do canteiro experimental como um espaço para o desenvolvimento de processos de descoberta, da invenção e da reinvenção, onde o erro e imprevistos muitas vezes são tão (ou mais) importantes para a constituição do processo de aprendizado do que o acerto, propriamente.

A Lei de Diretrizes e Bases (LDB)¹, de 1996, possibilitou apontar o canteiro experimental como obrigatório nas escolas de arquitetura e urbanismo. Apesar disso, na prática, são exceções as faculdades que o possuem. Em alguns casos, o equipamento pedagógico existe formalmente de acordo com as recomendações da Lei, mas sob condições inadequadas de instalações, de manutenção ou, ainda, de modo desarticulado com as demais disciplinas, não devidamente integrado aos projetos pedagógicos dos cursos. Segundo Ronconi (2005), ainda que a LDB oriente sobre o formato adequado de um canteiro, a Lei entende o canteiro experimental como equipamento complementar à formação, o que, no entanto, deveria ser defendido como uma proposta pedagógica de caráter estrutural e transversal para a formação. Por essas questões, portanto, se faz necessário a ampliação do debate sobre o papel do canteiro experimental nas escolas de arquitetura e urbanismo, bem como a sua expansão e integração às disciplinas e saberes do ensino de arquitetura e urbanismo. Nesse sentido, o artigo busca contribuir para a promoção de uma formação profissional de arquitetos e urbanistas mais autônomos no exercício das suas

atividades junto à sociedade. Para isso, retoma reflexões apresentadas em outros momentos sobre o ensino de tecnologias da construção para estudantes de arquitetura e urbanismo e a abordagem do canteiro experimental da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), definindo, nesta ocasião, um recorte temático pela perspectiva da sustentabilidade nas construções considerando a escala das áreas urbanas das cidades, observando os diversos processos de constituição do espaço urbano das cidades brasileiras.

2. A EXPERIMENTAÇÃO COMO CAMINHO PEDAGÓGICO PARA A AUTONOMIA NOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS

O ensino de tecnologias das construções nos cursos de arquitetura e urbanismo no Brasil vem sendo, de forma geral, progressivamente negligenciado e subestimado no ensino da profissão, o que pode-se dizer é reflexo de determinada concepção de um perfil profissional desejado, que vem experimentando “um sistemático esvaziamento de sua significância política e social” (Lopes, 2014; Cunha, 2020) e que, via de regra, encontra-se centrada no projeto enquanto desenho e entende a execução da obra como etapa desagregada da etapa de concepção e proposição de soluções.

Normalmente o ensino de tecnologias construtivas para o estudante de arquitetura e urbanismo no Brasil é realizado de forma abstrata e não integrada ao objeto arquitetônico – enquanto obra: projeto e materialidade – e, assim, desassociada de tal forma das aplicações reais do exercício profissional que é comum, em geral, o estudante não assimilar os porquês do aprendizado de determinados conhecimentos teóricos e dessa maneira, não desenvolver interesse pelos conteúdos da área de tecnologia das construções. O aprendizado tende, então, a constituir-se pela memorização, repetição mecânica de conteúdos e reprodução abstrata de raciocínio, que castra a curiosidade do estudante (Silvoso; Cordeiro; Albuquerque, 2017). Segundo o pensamento do educador Paulo Freire (2020), essa didática tolhe a liberdade e a capacidade de o educando aventurar-se e pensar criticamente. Freire conceitua esse processo como Educação Bancária, no qual o docente deposita o conhecimento no estudante, em um processo unidirecional que não abre espaço para o diálogo e o pensamento crítico.

Paulo Freire rejeita o “bancarismo” nas práticas educativas e defende como contraposição uma Educação Problematizadora (ou Libertadora), que abra espaço ao diálogo, ao questionamento, à reflexão sobre o estado das coisas e que compreenda o ser humano como um ser inacabado em constante transformação. Freire entende a educação como um ato político e transformador e considera que aprender é um ato de conhecer a realidade. Para isso, exalta a importância do pensamento

crítico, desenvolvido com a curiosidade epistemológica², e defende uma Pedagogia da Autonomia centrada em experiências estimuladoras da decisão e da responsabilidade, sempre permeadas pelo diálogo: “A autonomia vai se constituindo na experiência de várias, inúmeras decisões que vão sendo tomadas” (Freire, 2020, p.105), a partir de um saber construído.

A presença de um canteiro experimental em uma escola de arquitetura e urbanismo, constitui-se, então, numa oportunidade didático-pedagógica de alto potencial para ampliação do conhecimento de tecnologia da construção pelo estudantes, com aplicações de procedimentos que contribuem para romper a abstração dos conteúdos sobre construção, normalmente baseados em modelos analíticos, que trabalhados através de uma abordagem que privilegia o ensino crítico, dão condições para o aprofundamento de questionamentos. O canteiro experimental é, portanto, um espaço dialógico, que contribui para a superação da abstração, que promove o aprender fazendo, onde o estudante assume a responsabilidade pelas suas decisões e operações, a partir da experimentação pelas próprias mãos ou *hands-on*³.

3. SUSTENTABILIDADE E PROCESSOS CONSTRUTIVOS NAS CIDADES BRASILEIRAS

De acordo com dados do último censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de 2010, a população urbana do Brasil abrangia 80% do total de 195 milhões de habitantes. Em *O Processo de Urbanização Brasileiro e a Função Social da Propriedade Urbana* o professor João Sette Whitaker Ferreira (2010) descreve que mais de 50% do território urbano no país se constitui e reproduz na informalidade, sem nenhum controle. Essa configuração socioespacial é constituída pela concentração de iniquidades refletidas em problemas habitacionais, infraestruturais urbanos e ambientais, comuns aos contextos da crise urbana dos países latino-americanos.

A *Nova Agenda Urbana* adotada na Habitat III, a Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável realizada em Quito (ONU, 2016) pauta a sustentabilidade no desenvolvimento urbano como passo decisivo para a concretização do desenvolvimento sustentável de maneira integrada e coordenada do nível local ao global, destacando a importância do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 de tornar as cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. O documento salienta, que

² A curiosidade epistemológica surge pelo exercício crítico da capacidade de aprender. É a curiosidade que assume uma rigorosidade metódica, que é oposta à curiosidade do senso comum, “ingênua” (FREIRE, 2019).

³ *Hand-on* equivale à locução coloquial “mãos na massa”. É uma expressão em inglês que se refere a metodologias ativas de procedimento de construção de conhecimento.

os impactos ambientais estão cada vez mais concentrados nas cidades, trazendo enormes desafios para a sustentabilidade em termos de habitação, infraestrutura, recursos naturais, entre outros.

Em consonância com o que foi posto, o presente trabalho reflete sobre a questão do impacto ambiental do desenvolvimento urbano, com um recorte nas dinâmicas e processos construtivos de edificações, sobretudo acerca dos realizados em áreas informais. Essas áreas normalmente se constituem através de processos de construção que não contam com a participação de arquitetos ou engenheiros, com excesso de geração de resíduos de obras e resíduos originados no uso das edificações (esgotos e resíduos sólidos), com habitações precárias, muitas vezes em severa situação de segurança e de conforto ambiental, que demandam alto consumo energético e de recursos hídricos; uma conjuntura que acarreta em aumento da vulnerabilidade social da população.

Na perspectiva do ensino de arquitetura e urbanismo, sobretudo considerando a função social do arquiteto e urbanista e o potencial de contribuição da categoria profissional no desenvolvimento de tecnologias e de inovação de maneiras de transformação do espaço para mitigação da crise urbana e ambiental, este tópico busca contextualizar a questão da sustentabilidade pelo seu viés social tecnológico, a partir do entendimento de que o desenvolvimento de tecnologias que gerem menor impacto ambiental devem ser acessíveis, compreendidas, replicadas e financeiramente viáveis à maioria da população. Nesse sentido, o trabalho compreende a importância da realização de projetos sob uma ótica sistêmica e integrada às diversas disciplinas associadas ao fazer arquitetônico, e de maneira compatíveis às realidades ambiental, social e cultural, apropriando-se adequadamente dos recursos disponíveis.

Diante disso, observando o recrudescimento da crise urbana e ambiental no Brasil, é necessário investigar o papel do ensino de arquitetura e urbanismo no sentido da valorização profissional e democratização do acesso aos serviços dos arquitetos, bem como na produção de análises críticas, debates propositivos e desenvolvimento de soluções que colaborem para a redução de desigualdades, para a melhora da qualidade de vida da população e para o caminhar em direção a uma mudança de paradigma urbano visando o desenvolvimento sustentável.

4. AS ESCOLAS DE ARQUITETURA NO ENFRENTAMENTO À QUESTÃO URBANA E AMBIENTAL: UM OLHAR SOBRE O PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO DOS ESTUDANTES NO SÉCULO XXI

A categoria profissional de arquitetos e urbanistas têm por atribuição a atuação no desenvolvimento das cidades através da participação em projetos e execuções de obras da construção civil, pela reflexão crítica acerca das dinâmicas e processos

urbanos e construtivos, pela contribuição na elaboração de planos, programas e políticas urbanas ou na proposição de alternativas para o enfrentamento das questões urbanas.

Nesse âmbito, cabe destacar a baixa participação de arquitetos e urbanistas nos processos de construção e reforma nas cidades brasileiras e a situação da qualificação profissional de acordo com o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU/BR). O CAU/BR aponta que dos brasileiros que já realizaram alguma reforma ou construção, apenas 15% contou com a participação de arquiteto ou engenheiro. Dessa parcela, a grande maioria é pertencente das classes sociais mais elevadas (CAU/BR, 2015). Em relação à qualificação, o Conselho sugere que é preciso repensar o ensino de forma a atender às demandas cotidianas da sociedade a partir de um conhecimento voltado para o dia-a-dia, de acordo com o que a sociedade realmente necessita, tendo em vista que “(...) muitos recém-formados saem da graduação sem condições de atuar no mercado, por falta de conhecimento básico de edificações” (CAU/BR, 2014). Diante desse cenário, é indispensável refletir sobre o papel do ensino, sobretudo no que se refere ao ensino de tecnologias e processos construtivos, para o processo de valorização e democratização da profissão.

A partir do século XXI observou-se um vertiginoso acréscimo no número de profissionais de arquitetura e urbanismo no país, de modo que em 2020 havia 1.000 habitantes para cada arquiteto e urbanista formado (IGeo-Público, 2020). Esse crescimento resulta da política de expansão do Ensino Superior que aumentou expressivamente o número de Instituições de Ensino Superior (IES), majorando o número de escolas de arquitetura e urbanismo no país de aproximadamente 128 no ano 2000, 265 em 2012 e 818 em 2020 (Maragno, 2013; Ministério da Educação, 2020).

Como um dos efeitos do “pacote”⁴ da expansão do Ensino Superior no país está a inclusão de um novo perfil sociodemográfico de estudantes nas universidades. Assim, houve uma transformação histórica pela presença de estudantes oriundos de famílias pobres, em sua maioria pessoas negras, pardas ou indígenas. Nos cursos de arquitetura e urbanismo, essa mudança foi importante pois até então o curso era visto como “de elite”, no sentido de em geral absorver estudantes oriundos de camadas sociais mais privilegiadas, e que agora contam com a participação de discentes que muitas vezes são moradores de áreas periféricas, que são espaços que concentram problemas infraestruturais habitacionais, urbanos e ambientais.

Com isso, surge surgem estudantes e novos profissionais de arquitetura e urbanismo habitando e circulando por espaços urbanos que até pouco tempo não eram vivenciados pela figura do arquiteto e urbanista. Um outro modo de olhar esse novo cenário é que, até então, eram exceções as ocasiões em que pessoas pobres e

4 Como Expansão do Ensino Superior considera-se a criação de novas universidades públicas, a consolidação de programas de financiamento estudantil, como o Fies e o Prouni, e a Lei de Cotas. Para mais informações, ver *A democratização e expansão da educação superior no país 2003 - 2014* (MEC, 2014). Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16762-balanco-social-sesu-2003-2014&Itemid=30192 >

moradoras de áreas periféricas vivenciavam os ambientes acadêmicos de construção de conhecimento científico e tecnológico.

No entanto, apesar disso, podemos dizer que as escolas de arquitetura, em geral, não consideraram o potencial de contribuição dessa democratização na academia para a sociedade brasileira. Ainda que esse debate venha timidamente ganhando força na academia, o ensino de arquitetura e urbanismo no Brasil segue majoritariamente pautado por referências teóricas, tecnológicas e arquitetônicas estrangeiras de países ricos, com definições de programas arquitetônicos nas disciplinas de ateliê na maioria das vezes em tema afastado da realidade urbana dos futuros profissionais e distante das necessidades cotidianas da maior parte da população do país.

A realidade da presença de estudantes moradores e com rotinas e culturas urbanas relacionadas a áreas periféricas, que possuem dinâmica e desenvolvimento urbanos próprios e que concentram iniquidades e problemas ambientais e urbanos, é entendida pelo trabalho como uma oportunidade para a promoção de novas reflexões e debates, a partir de olhares e experiências de sujeitos que antes não encontravam espaço nos ambientes de produção acadêmica. Assim, é também uma oportunidade para uma revisão de escopo no ensino de arquiteturas a partir da ampliação da visão sobre o desenvolvimento de tecnologias mitigadoras dos problemas urbanos de cidades. Nesse sentido, o canteiro experimental é um espaço de convergência de formas diferentes de entendimentos e saberes acadêmicos e não acadêmicos nas escolas de arquitetura e urbanismo e de liberdade de desenvolvimento de práticas construtivas inovadoras que, direcionadas no sentido de buscar soluções aos urgentes problemas ambientais e urbanos da sociedade contemporânea, assume papel fundamental no ensino e formação dos futuros profissionais.

“(…) é preciso preparar o jovem chegado à universidade para uma ação responsável com a realidade social, e não apenas treiná-lo para atender ao modo como o mercado organiza o consumo de sua profissão” (Ronconi, 2005, p.146)

5. CAMINHOS PARA A EXPERIMENTAÇÃO PRÁTICA CONSTRUTIVA SUSTENTÁVEL NA ARQUITETURA: UM “VÔO” POR EXPERIÊNCIAS ESTRANGEIRAS E NACIONAIS

Considerando o cenário de segregação entre o ensino de tecnologias, de projeto e de teoria nas escolas de arquitetura e urbanismo brasileiras, sendo isto um fator responsável pela “fragilidade dos recém-formados no trato das questões tecnológicas, insuficiência no domínio das práticas construtivas ou até mesmo relativas à interlocução entre projeto e construção” (Lopes, 2014, p.4) e tendo em vista a crise

urbana e ambiental, que urge por inovações e mudanças de paradigmas tecnológicos e processuais da construção, o tópico busca embasar a reflexão crítica acerca do potencial do canteiro experimental no desenvolvimento de inovações construtivas sustentáveis.

Para isso, será apresentado de maneira sintética⁵ um levantamento de experiências que abordam a prática construtiva como estratégia de ensino, onde a partir da análise das características de cada situação observada, serão ponderados aspectos de sustentabilidade na arquitetura ou elementos que configuram potencial para tal. Foram elencadas iniciativas com base em uma revisão bibliográfica com abordagens críticas que têm por intuito corroborar com o debate sobre a importância da expansão do ensino de tecnologias construtivas na formação profissional como estratégia para qualificação do fazer arquitetônico. Nesse sentido, as principais referências foram: o trabalho do Edson Santos Neto (2019); o trabalho do Lotufo (2014); a apresentação de resultados do projeto de extensão universitária publicado por Amanda Nascimento, Marcos Silvoso e Jardel Gonçalves (2017); e a experiência do canteiro experimental da Faculdade de Arquitetura de Urbanismo da UFRJ, destacando sua infraestrutura e atividades relacionadas.

A partir do trabalho do Santos Neto, intitulado *Ensino de Construção para Arquitetura como Ensino de Projeto: Reflexões e concepções pedagógicas* (2019), serão destacadas as experiências estrangeiras da Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto (FAUP), em Portugal, do curso de arquitetura da Universidade Tecnológica de Eindhoven (TU/e), na Holanda e as chilenas da Escola de Arquitetura e Design (e[ad]) da Pontifícia Universidade Católica de Valparaíso (PUCV) e da Escola de Arquitetura da Universidade de Talca.

Em relação à experiência da FAUP, o autor percebe que a prática de construção não é o mesmo que a prática do ensino de construção. Na faculdade portuense a prática do ensino de construção surge associada ao ensino de projeto e à prática do desenho de elementos construtivos de forma a alimentar o domínio projetual. A construção, pois, é ensinada como parte integrante do desenho e inserida na prática da disciplina de projeto. Nessa direção, os estudantes esmiúçam obras referenciais com um olhar sistêmico num processo atravessado pelo exercício do desenho, pela modelagem computacional tridimensional e pela elaboração de modelos físicos em escala 1:2 ou 1:5 de trechos selecionados da obra, que incluem todas as camadas de materiais.

Cabe contextualizar o cenário exposto da FAUP com o fato da restrição cada vez maior no acesso de estudantes aos canteiros de obras no país e com a da defesa de professores da faculdade de que é preciso ir além no entendimento da Construção como apenas um suporte para o entendimento do Projeto, considerando que as

5 O artigo não tem a pretensão de apresentar uma análise aprofundada e detalhada das experiências, mas apontar características gerais, identificando a natureza das atividades desenvolvidas em cada caso, de maneira a contribuir para a questão central acerca do potencial dos canteiros experimentais na perspectiva da sustentabilidade na arquitetura. Para conhecimento aprofundado das investigações aqui apontadas, recomendamos a leitura das referências indicadas.

exigências ao profissional são novas competências e uma maior conexão com a realidade sociocultural na qual está inserido o seu trabalho (Santos Neto, 2019).

“(…) mais do que um lápis maravilhoso importa criar mentes maravilhosas” (Nuno Lopes, 2016)⁶.

Na TU/e o tema da Construção também surge associado ao projeto da construção, mas com maior ênfase no desenvolvimento de modelos físicos. Em Eindhoven a experimentação prática, a partir do desenvolvimento de modelos físicos em escala 1:1, é facilitada pela infraestrutura da instituição, na qual os modelos são desenvolvidos com os mesmos materiais construtivos do projeto original estudado. As atividades contam com o apoio do Laboratório de Pesquisas Estruturais do Departamento do Ambiente Construído, que realiza pesquisas para a indústria e oferece infraestrutura de espaço, ferramentas e materiais para apoio ao aprendizado dos estudantes.

A investigação feita por Santos Neto sobre a e[ad] da Pontifícia Universidade Católica de Valparaíso aponta uma forte vertente associada à poesia e artes de maneira geral, um caráter de apreciação à geografia e cultura sul-americana e a existência de uma série de disciplinas e o desenvolvimento de atividades que “estimulam a reflexão na ação e a integração entre construção e projeto de arquitetura” (Santos Neto, 2019, p. 187) a partir da construção em escala 1:1 de arquitetura efêmeras e perenes. São destacados os projetos “Cidade Aberta”, o “Travessias” e a “Oficina de Obra”. O primeiro trata de um terreno distante 16 quilômetros de Valparaíso em que os estudantes têm a oportunidade de desenvolverem projetos e executarem a construção de arquiteturas como parte de disciplinas de ateliê de projeto.

O *Travessias* é um projeto que consiste na realização de uma viagem anual com um grupo de professores e estudantes para alguma comunidade escolhida na América do Sul. Nessas experiências os alunos exercitam a prática projetual e da construção, considerando a dinâmica da comunidade local e a disponibilidade de materiais. A Oficina de Obra corresponde a uma modalidade para a realização do Trabalho de Titulação, na qual o estudante aprende fazendo e desenvolve atividade de construção de uma obra na Cidade Aberta.

Ainda de acordo com Santos Neto, o ensino na Escola de Arquitetura da Universidade de Talca é fortemente baseado na prática, na consideração sobre o território onde a faculdade está localizada, na exploração dos materiais disponíveis e na capacitação para os estudantes desenvolverem a sua atividade profissional. De acordo com os planos do curso, o projeto pedagógico é baseado mais no material do que no espacial e o perfil que se pretende para os estudantes egressos é a aquisição do domínio do “praticar, operar e inovar”, que são focados ao longo da graduação e demonstrados na Obra de Titulação, a partir do desenvolvimento de um trabalho de projeto e gestão da execução de um edifício ou equipamento que se relacione com o público.

6 A citação apresentada corresponde à fala do professor Nuno Lopes, da FAUP, no documento *Relatório, Programa, Conteúdos e Métodos* (2016), referente à disciplina Construção 2. A referência completa está em Santos Neto (2019).

Lotufo (2014) apresenta o *Rural Studio*, proposta pedagógica do curso de arquitetura da Universidade de Auburn, no Alabama, estado do sul dos Estados Unidos. Nessa experiência, os estudantes aprendem fazendo, projetando e construindo em comunidades pobres, em método participativo, com financiamento privado. Funciona como uma espécie de projeto de extensão universitária, atuando com população pobre, e de acordo com um limite no número de participantes.

O projeto *Canteiro Experimental: Experiências em Universidades Brasileiras* (Nascimento, Silvosos e Gonçalves, 2017), realizou um panorama do ensino prático construtivo através de um levantamento dos canteiros experimentais em faculdades de arquitetura e urbanismo no Brasil. Das 22 ocorrências identificadas, foram selecionadas quatro para a realização de uma visita técnica, a saber: Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) e UFRJ. Observou-se a relevância dos equipamentos pedagógicos nessas escolas no ensino de estruturas e processos construtivos, que são realizados através do desenvolvimento de disciplinas das áreas tecnológicas, e também a importância como espaço para desenvolvimento de pesquisas, principalmente quando o canteiro está associado a Laboratórios, e aplicação prática de projetos de Trabalhos Finais de Graduação (TFG).

Por fim, será apresentada brevemente a experiência do Canteiro Experimental da FAU/UFRJ, coordenado pelo professor Marcos Silvosos, implementado na FAU em 2014. O Canteiro Experimental da FAU/UFRJ é vinculado e situado contigualmente ao Laboratório de Ensaio de Materiais de Construção e Estudos do Solo (LEMC), e busca centrar suas atividades de experimentação prática construtiva como ação de convergência entre ensino, pesquisa e extensão.

Para isso, são desenvolvidas atividades através de: disciplinas obrigatórias de Processos Construtivos, onde são fortemente trabalhadas experimentações em relação à materiais convencionais, vernaculares e reaproveitados, como no caso dos trabalhos apoiados no conceito de economia circular (Caldas, Figueiredo e Silvosos, 2020); de disciplinas optativas, como a Tecnologia da Construção com Terra; atividades de apoio à TFG's; pesquisas de Iniciação Científica; atividades de Extensão; e Oficinas de Construção (Silvosos, Cordeiro e Albuquerque, 2017), muitas vezes associadas à realização de eventos interinstitucionais, como foi o caso do *Terra Brasil*, realizado em 2018, congresso promovido pela Rede Terra Brasil⁷, instituição que busca fomentar e disseminar tecnologias construtivas com terra.

Após a análise dos casos, foi possível identificar diferentes formas de entendimento e desenvolvimento da prática construtiva nas escolas de arquitetura. Essas diferentes formas, vale dizer, não estão restritas a uma ou outra experiência. Ao contrário, de uma certa forma, perpassam todas as experiências observadas, em diferentes níveis de destaque. Estamos falando da percepção do ensino de construção fundamentado no ensino aprofundado de projeto, como é o caso da FAUP e da TU/e; das experiências em situação favorável no que diz respeito à infraestrutura física e recursos, como na TU/e e no *Rural Studio*; as experiências que desenvolvem atividades além dos limites da faculdade, com trabalhos em comunidades,

como é o caso do *Rural Studio*, das experiências chilenas da PUCV e de Talca, e as atividades organizadas por canteiros experimentais de faculdades brasileiras, sobretudo às relacionadas com a Extensão. Também em relação às experiências brasileiras, destaca-se o exercício da experimentação integrado a disciplinas de tecnologias e a concepção sistêmica nas ações desenvolvidas.

No que se refere à questão da sustentabilidade, podemos considerar que na medida em que contribuem para o melhor entendimento e domínio do exercício projetual e construtivo, todas as experiências observadas contribuem com o tema, tendo em vista que a qualidade da obra, considerada de maneira sistêmica e entendendo o projeto e o processo construtivo de maneira integrada, tende a levar a soluções mais racionais, mais confortáveis e que geram menos impacto ambiental. Além disso, as ações em comunidades mitigam problemas urbanos e ambientais, o que também pode ser relacionado com a sustentabilidade. Outra consideração importante nesse aspecto estão as iniciativas que apresentam uma maior preocupação em relação às questões de materiais de construção em relação à facilidade de acesso, de acordo com o contexto local, e/ou em relação à utilização de materiais de baixo impacto ambiental, sobretudo os alternativos e vernaculares, como no caso da UFRJ, que realiza captação e armazenamento de água de chuva para o desenvolvimento das atividades no canteiro experimental e promove exercícios de processos construtivos com terra crua; e do canteiro experimental da USP, que em associação com o Laboratório de Culturas Construtivas realizou a construção de cobertura verde de ambiente do Laboratório.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização do levantamento de experiências, foi possível perceber que embora possam ser identificados aspectos relacionados com a sustentabilidade em cada uma das situações destacadas, conforme posto anteriormente, não se observou uma maneira de encarar a sustentabilidade como uma questão central e orientada mais diretamente pelo cenário de impacto e degradação ambiental relacionado com os processos construtivos nas cidades, sobretudo em relação ao contexto contemporâneo do desenvolvimento urbano em países do sul global.

A recente transformação no cenário do ensino de arquitetura e urbanismo no Brasil em relação à democratização do acesso ao Ensino Superior, com a inclusão de estudantes com novos perfis sociodemográficos é situação que precisa ser melhor, mais profundamente e amplamente explorada para uma reformulação no ensino de arquitetura e urbanismo, no sentido de buscar uma maior concordância com as necessidades cotidianas da sociedade brasileira.

Nesse sentido, a necessidade de discutir uma reestruturação no ensino de arquitetura e urbanismo no Brasil passa por questões estruturais que devem estar embasadas no fortalecimento e ampliação do ensino prático construtivo, integrado ao ensino de projeto e teorias, cujos temas e problemas trabalhados devem buscar conformidade com a realidade sociocultural urbana brasileira, sobretudo da maioria da população que normalmente não acessa os serviços de arquitetura e urbanismo.

Dessa maneira, o canteiro experimental se confirma como equipamento essencial para o fortalecimento de um ensino crítico de arquitetura e urbanismo, com o ensino de tecnologia construtiva não-dissociado do ensino de projeto, se configurando como um lugar de resistência e democrático, frente às imposições mercadológicas e elitistas que fortalecem desigualdades e a replicação de processos construtivos sem o real comprometimento com a questão ambiental e urbana. O canteiro experimental é um lugar que atua na promoção do diálogo em prol da construção de conhecimento, um espaço de inovação de processos construtivos e tecnologias sociais que se integrem a culturas e processos construtivos populares, economicamente acessíveis, sustentáveis e que podem ter nos “novos” estudantes a constituição de agentes transformadores da sociedade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caldas, L. R.; Figueiredo, L. M. B.; Silvos, M. M. (2020). Economia circular no ensino de arquitetura: a experiência do canteiro experimental. In: Archdaily Brasil. Disponível em: < <https://www.archdaily.com.br/br/942501/economia-circular-no-ensino-de-arquitetura-a-experiencia-do-canteiro-experimental> >

Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU/BR). (2014). Relatório de Gestão Fundadora do CAU/BR (2011-2014). Brasília. Disponível em < https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/CAU-Relatorio_Gestao_Fundadora1.pdf >.

Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU/BR). (2015). Percepções da sociedade sobre arquitetura e urbanismo. Brasília. Disponível em < <https://www.caubr.gov.br/pesquisa2015/> >.

Cunha, G. (2020). Ensino de arquitetura e trabalho livre: a experiência didática das disciplinas de canteiro experimental da UNILA. In: Moassab, A.; Name, L. (Orgs.). Por um ensino insurgente em arquitetura e urbanismo; EDUNILA. p. 305-326.

Ferreira, J. (2010). O processo de urbanização brasileiro e a função social da propriedade urbana. In: Ações integradas de urbanização de assentamentos precários; Brasília/São Paulo: Ministério das Cidades/Aliança das Cidades.

Freire, P. (2020). Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa, 63ª ed., Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra.

IGeo-Público (2020). Sistema de Inteligência Geográfica do CAU/BR. Brasília. Disponível em: < <https://igeo.caubr.gov.br/publico> >.

Lopes, J. M. de A. (2014). Quando menos não é mais: tectônica e o ensino tecnológico da arquitetura e do urbanismo. In: Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, 3, São Paulo. ENANPARQ 2014 – Arquitetura, cidade e projeto: uma construção coletiva: Anais... São Paulo. ANPARQ; USP, disponível em < <http://www.anparq.org.br/dvd-enanparq-3/htm/Artigos/ST/ST-NPNT-005-5-LOPES.pdf> >.

Lotufo, T. A. (2014). Um novo ensino para outra prática. Rural Studio e canteiro experimental, contribuições para o ensino de arquitetura no Brasil. Dissertação de Mestrado (Mestre em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, Brasil.

Maragno, G. V. (2013). Quase 300 cursos de Arquitetura e Urbanismo no país: como tratar a qualidade com tanta quantidade? Algumas questões sobre qualificação e ensino no Brasil. In: Revista *Arqtextos – Vitruvius*, 14, 161.07. Disponível em: < <https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/14.161/4930> >.

Ministério da Educação. (2020) e-MEC – Sistema de Regulação do Ensino Superior. Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior – Relatório da Consulta Avançada. Relatório processado em: outubro de 2020. Disponível em: < <https://emec.mec.gov.br/emec/nova#avancada> >.

Nascimento, A.C.; Silvano, M. M.; Gonçalves, J. P. (2017). O canteiro experimental como estratégia de ensino de estruturas. In: Encontro Nacional de Ensino de Estruturas em Escolas de Arquitetura, 3, Ouro Preto. ENEA 2017: Anais; UFOP, disponível em < https://drive.google.com/file/d/1kCwF3bj22b5ICvI96hzi-cYcE5Z7v_zK/view >

ONU. (2016). A nova agenda urbana. Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III), Quito.

Ronconi, R. L. N. (2005). Canteiro experimental: uma proposta pedagógica para a formação do arquiteto e urbanista. In: Pós. Revista do programa de pós-graduação em arquitetura e urbanismo da FAUUSP. São Paulo: FAUUSP. p. 142-159. Disponível em <<https://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/43406/47028>>.

Ronconi, R. (2020). O canteiro experimental e a formação do arquiteto e urbanista. In: Moassab, A.; Name, L. (Orgs.). Por um ensino insurgente em arquitetura e urbanismo; EDUNILA. p. 291-304.

Santos Neto, E. F. D'O. (2019). Ensino de construção para arquitetura como ensino de projeto: Reflexões e concepções pedagógicas. Tese de Doutorado (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal da Bahia (UFBA). Salvador, Brasil.

Silvano, M. M.; Cordeiro, P.C.; Albuquerque, R.T. (2017). O ato de construir como uma ação integradora de conteúdos no canteiro experimental da FAU/UFRRJ. In: Encontro Nacional de Ensino de Estruturas em Escolas de Arquitetura, 3, Ouro Preto. ENEA 2017: Anais; UFOP, disponível em < https://drive.google.com/file/d/1kCwF3bj22b5ICvI96hzi-cYcE5Z7v_zK/view >

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

ARTIGO

INTERAÇÃO COM A REGIÃO DO MARAJÓ: PROJETOS DE ESCOLAS EM UMA PERSPECTIVA REGENERATIVA

*SILVA, Luis
(lifariaesilva@gmail.com)
Escola da Cidade, Brasil*

*MONTEIRO, Noelia
(noeliamonteirodr@gmail.com)
Escola da Cidade, Brasil*

*BUORO, Anarrita
(ritabuoro@gmail.com)
Escola da Cidade, Brasil*

*AMARAL, Eduardo
(eduardoamaralmp@gmail.com)
Escola da Cidade, Brasil*

*MICHELINO, Giulio
(giuliomich@gmail.com)
Escola da Cidade, Brasil*

*MARIN, Ana Clara
(anaclara.marin@hotmail.com)
Escola da Cidade, Brasil*

PALAVRAS-CHAVE

Marajó, políticas públicas, escolas ribeirinhas, saberes locais, regeneração da paisagem

RESUMO

O artigo trata das interações de um grupo de projeto formado no âmbito da Plataforma Arquitetura e Biosfera, que opera sob a Associação Escola da Cidade, com a região do Arquipélago de Marajó, no Pará, como apoio para políticas públicas e programas com valorização de saberes locais. Em função da demanda do município de Chaves, no norte daquela região, empreendeu-se contato com forças e fragilidades da cultura local marajoara, na busca por oportunidades de disseminar ações regenerativas a partir de reformas dos edifícios escolares. Através de projetos para atualização ecológica dos edifícios existentes e investigação a partir da cartografia sobre ações combinadas em escala abrangente no território marajoara. A intenção é a de contribuir para processo de cuidado e regeneração quanto a ecossistemas locais, impactados em vários graus, em interação com ação antrópica que poderá ser recomposta no sentido de uma valorização da diversidade biocultural neles presentes. Os procedimentos utilizados no processo têm sido interação com agentes locais, visitas a campo, vivências, investigações propositivas, produção cartográfica, apoio na construção de propostas de programas locais e reflexão a partir de autores de referência. Alguns resultados já foram conquistados, como execução de cartografia de apoio, projetos de atualização de edifícios escolares, recomposição e ampliação da escola sede no pólo Alto Cururu (pólos são as divisões do município quanto a questões administrativas e de gestão), e preparação de material de apoio para política pública. Percebeu-se, ao longo do processo de interações, uma região de grande riqueza biocultural, com fragilidades face à crise socioambiental no país e no planeta; mas onde se pode entrever novos rumos para as ações antrópicas, sobretudo a partir da oportunidade estratégica da recomposição dos edifícios escolares e do sentido de uma ação pedagógica com perspectiva regenerativa e visão sistêmica na gestão da paisagem.

1. INTRODUÇÃO

A região do Marajó é uma terra criada e modificada pelas águas, originada a partir de sedimentos e matéria orgânica trazidos pelas águas dos rios. O povo Aruã habitava essa terra aproximadamente cinco mil anos atrás, em áreas seguras por conta de sua altura em relação ao nível do rio, nas quais a vegetação existente e aquela plantada para fornecer alimento eram irrigadas de forma inteligente a partir de compreensão dos ciclos das águas.

A ocupação portuguesa promoveu desmatamento, foi pouco sensível aos ciclos naturais e desejou criar ali povoados definitivos. Esqueceram-se de consultar as águas. Hoje, por conta da persistência dessa forma de interagir, diversas obras de contenção têm sido feitas na região marajoara para lidar com a força das águas, mas, segundo alguns moradores antigos, muitas construções e terrenos já foram engolidos pelo rio.

Essa parece ser questão central colocada pelos ciclos da natureza na região marajoara, onde é inevitável imaginar que, eventualmente, algum dia, cidades terão que mudar de lugar, aceitando essa relação com águas tão monumentais, que já modificaram a paisagem no período de vida de muitos antigos moradores.

1.1 CULTURA LOCAL MARAJOARA

A população marajoara é a confluência, ao longo de séculos, entre o povo indígena Aruã, colonizadores portugueses e aquela proveniente de regiões próximas, o que resulta em notável riqueza cultural.

No Marajó, seguem-se os ritmos das marés, que são muitos. Com a dispersão dos povoados pelo arquipélago, é dificultado o acesso à energia elétrica a partir das matrizes preponderantes de produção energética no Brasil, algo que afeta atividades diárias. Em função da falta de energia elétrica, conservar a comida que não é mais a tradicional torna-se uma tarefa muito difícil. Isso leva ao consumo de enlatados, embutidos e outros alimentos ricos em sódio que acabam por prejudicar a saúde da população local.

O território do Arquipélago é dividido principalmente em latifúndios, com grande parte de seus produtos vendidos para fora da região e lucros investidos em outras localidades, uma vez que empresários não costumam morar na região. A produção de agricultura familiar, que poderia auxiliar na redução de desigualdade, é pouco incentivada e quase inexistente.

1.2 PRINCÍPIOS NORTEADORES DO GRUPO DE PROJETO

Na medida em que a região marajoara é de grande riqueza biocultural e com fragilidades (como aquelas acima mencionadas), estas aprofundadas face à crise socioambiental no país e no planeta, a ideia do grupo de projeto e pesquisa apresentado neste texto tem sido a de identificar possibilidades quanto a novos rumos

para as ações antrópicas, encabeçadas pela oportunidade estratégica da recomposição dos edifícios escolares e do sentido da ação pedagógica com uma perspectiva regenerativa e visão sistêmica na gestão da paisagem.

Nesse sentido, a partir de interações daquele grupo, formado no âmbito da Plataforma Arquitetura e Biosfera, que opera sob a Associação Escola da Cidade (AEC), e a região marajoara, duas escalas de abordagem (macro e micro) foram adotadas como base para propostas entendidas como parte de políticas públicas e programas locais, na mesma medida em que foram encaradas como apoio para a explicitação das possibilidades visualizadas, que apontam para uma visão sistêmica em que se entrelaçam ensino e manejo ecológico dos ecossistemas, com a perspectiva de regeneração e fomento da biodiversidade, processos de projeto associados à valorização de saberes locais, entre várias ações no âmbito cultural e político.

Face à demanda do poder público da região e ao contato estabelecido que desenvolveu forças e fragilidades da cultura local, os princípios do grupo se estruturaram no sentido de aproveitar e catalisar oportunidades de disseminar ações regenerativas a partir das atualizações dos edifícios escolares.

Através de projetos para atualização ecológica de edifícios escolares e investigação, através de cartografia, a respeito de possíveis ações combinadas em escala abrangente no território marajoara, o objetivo do grupo é o de contribuir para processo de cuidado e regeneração quanto a ecossistemas locais, impactados em vários graus, em interação com ação antrópica que poderá ser recomposta no sentido de uma valorização da diversidade biocultural neles presentes.

1.3 PERSPECTIVA REGENERATIVA NA RECOMPOSIÇÃO DAS AÇÕES ANTRÓPICAS

A aproximação com o Marajó por parte do grupo que opera no âmbito da Plataforma Arquitetura e Biosfera (Grupo de Trabalho e Pesquisa Marajó - GTP Marajó) se iniciou com uma visita de participantes da Organização Não Governamental - ONG Cururuar e servidores do município marajoara de Chaves à sede da AEC, cuja mantenedora acolhe aquela Plataforma. Surgiu daquela visita o convite para participar de um encontro no rio Cururu, importante corpo d'água na região, próximo às suas cabeceiras no município de Chaves, situado no norte do arquipélago marajoara. O encontro foi organizado com oficinas, rodas de conversa para escuta e diálogo entre professores das escolas municipais e vários profissionais e pesquisadores - pedagogos, artistas, engenheiros, representantes da Embrapa e, a partir do convite à AEC, um arquiteto para acompanhar os trabalhos e identificar possibilidades de contribuições.

O objetivo do encontro era o de refletir conjuntamente sobre o ensino na região e investigar, trocar ideias e ensaiar caminhos quanto à sua desejada renovação, na perspectiva de se afastar de procedimentos convencionais desconectados da realidade local e que, salvo situações excepcionais, não estariam sintonizados com a ideia de valorização de saberes ali presentes, abafados por uma intensa e crescente adoção de hábitos e ideário provenientes dos grandes centros urbanos do país.

Entende-se, assim, que se configurou uma ação no sentido de uma cultura regenerativa, que remete ao que tem sido defendido por Daniel Wahl, parte de um movimento que se inicia com a migração do uso “de recursos fósseis para recursos biológicos renováveis e regenerados, juntamente com um aumento radical na produtividade e reciclagem de recursos” (WAHL, 2019, p.58).

A expectativa é a de atingir uma condição regenerativa a partir de uma ação pedagógica em prol de uma compreensão quanto a questões ecológicas, ou seja, uma ecoalfabetização - “capacidade de compreender a organização dos sistemas naturais e os processos que mantêm o funcionamento saudável dos sistemas vivos e sustentam a vida na Terra” (WAHL, 2019, p.198). Para que se formem pessoas ecologicamente instruídas, que sejam capazes “de aplicar esse entendimento ao projeto e à organização de nossas comunidades humanas e à criação de uma cultura regenerativa” (WAHL, 2019, p.198). Uma alfabetização ecológica já defendida por Fritjof Capra, cuja base será reconectar-se com a teia da vida, o que significa “construir, nutrir e educar comunidades sustentáveis, nas quais podemos satisfazer nossas aspirações e nossas necessidades sem diminuir as chances das gerações futuras.” (CAPRA, 2006, p.231)

A perspectiva de uma cultura regenerativa vai ao encontro da ideia de cuidado que tem sido defendida nos textos recentes de Leonardo Boff, na medida em que “na atual confusão de episódios racionalistas e técnicos perdemos de vista e nos despreocupamos do ser humano; precisamos agora voltar humildemente ao simples cuidado” (BOFF, 2014, p.118)

Diante do fato de que “nós, seja como Terra, seja como pessoas humanas, embora situados num canto irrisório de nosso sistema galáctico e universal, temos a ver com o todo” e de que “o todo conspirou para que nós existíssemos e tivéssemos chegado até aqui” (BOFF, 2014, p.85), o cuidado quanto ao planeta, entendido como organismo que compõe todos os seres e suas relações, surge na perspectiva pedagógica quanto às ações e a necessidade da incorporação coletiva de uma compreensão sistêmica e sensível aos ciclos naturais e meio ambiente. Comunidades, nesse sentido, devem “fazer o mesmo percurso de inserção no ecossistema local e cuidar do meio ambiente; utilizar seus recursos de forma frugal, minimizar desgastes, reciclar materiais, conservar a biodiversidade” (BOFF, 2014, p.158). Fundamental, assim, um processo coletivo de educação, em que a maioria participe, com acesso a saberes que “revelam dimensões da realidade local e são portadores de verdade e de sentido profundo a ser decifrado e a ser incorporado por todos” (BOFF, 2014, p.158). Algo que poderá resultar em uma “profunda harmonia dinâmica do ecossistema onde os seres vivos e inertes, as instituições culturais e sociais, enfim todos encontram seu lugar, interagem, se acolhem, se complementam e se sentem em casa.” (BOFF, 2014, p.159)

A perspectiva de ações regenerativas reflete uma Ecologia Profunda, um novo paradigma que “reconhece a interdependência fundamental de todos os fenômenos, e o fato de que, enquanto indivíduos e sociedades, estamos todos encaixados nos processos cíclicos da natureza” (CAPRA, 2006, p. 25) - alinhamo-nos com aqueles que entendem que estamos no início de uma necessária Revolução Ecológica, que “envolve a transição de uma economia condenada de crescimento industrial para

uma sociedade sustentável comprometida com a recuperação de nosso mundo”. (MACY et al., 2012, p. 26, tradução do autor)

Na medida em que o projeto aqui apresentado reflete uma outra maneira de se relacionar com a base física onde se instala, em interação com saberes localmente sedimentados abafados por dinâmicas recentes, entende-se que se está em consonância com Wahl para quem “sustentabilidade não é o bastante: precisamos de culturas regenerativas” (2019, p. 56) - não basta ser sustentável, ou “zerar o impacto”, já que estamos diante de uma condição de destruição sem precedentes e é necessário, assim, regenerar, avançar no sentido de ações regenerativas (para além da sustentabilidade) nas relações e na paisagem - esta, entendida como base física acrescida de significados a ela associados.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos utilizados pelo GTP Marajó têm sido interação com agentes locais, visitas a campo, vivências, investigações propositivas, produção cartográfica, apoio na construção de propostas de programas locais e reflexão a partir de autores de referência. Alguns resultados já foram conquistados, como execução de cartografia de apoio, projetos de atualização de edifícios escolares, recomposição e ampliação da escola sede no pólo Alto Cururu (pólos são as divisões do município quanto a questões administrativas e de gestão), e preparação de material de apoio para política pública.

2.1 HISTÓRICOS DAS INTERAÇÕES

O contato com saberes locais pode ser exemplificado pelas conversas com moradores da localidade no Alto Cururu de São Benedito, que seguiam com hábitos antigos, como Dona Luciana que não admitia que a cobertura de palha de seu quarto fosse substituída pelas telhas de fibrocimento que se tornaram uma constante nas construções ribeirinhas, fazendo com que os ambientes ficassem excessivamente quentes e barulhentos, e o Sr. Lorival, apontado como o detentor da técnica da construção em palha, mas cuja casa era coberta com as inadequadas telhas de fibrocimento, sendo apenas construções no seu quintal, como o galinheiro, com cobertura feita com a técnica que o destacava - figura 1.



Figura 1. Saberes tradicionais: Telhado de palha. Alto Cururu - Chaves - PA.

Também o que se mostrou uma técnica imemorial de lidar com a variação do nível das águas na região face à necessidade de manutenção de áreas para cultivo de alimentos foi demonstrada onde se viam elevações artificialmente produzidas com troncos de madeira utilizados como contenção de terra, cujo nível era pensado para ficar abrigado das cheias do rio. Artifício semelhante (quicá uma reminiscência) aos “tesos”, morrotes de formato geometrizado, produzidos para também garantir porções de terra abrigados das águas das cheias, estratégia dos antigos habitantes da região de campos do arquipélago marajoara, muito conhecidos por sua cerâmica desvendada pelo primeiro movimento de arqueologia na Amazônia. Na figura 2 temos indicados “tesos” e hortas.



Figura 2. Saberes tradicionais: tesos e hortas. Alto Cururu - Chaves - PA.

Conhecimentos quanto à construção com madeira, ao manejo e fabricação dos barcos, à fauna e flora locais, aos ciclos naturais somam-se àqueles acima descritos e foram entendidos como premissas para o projeto da escola renovada, pensada simultaneamente como catalisadora e mantenedora daqueles importantes saberes sedimentados imemorialmente na ação antrópica face às condições existentes na região.

Tanto saberes locais como conhecimentos como tratamento da água (banheiros secos, sistemas de captação de água e filtros para tratamento de água proveniente de cursos fluviais, na figura 3) foram adotados como princípios de projeto, aplicados na renovação da Escola Edmar Barbosa, em um processo entendido como piloto para as escolas maiores do município, que em geral encabeçam uma série de escolas menores chamadas de anexos, que seriam objeto de investigação propositiva em um segundo momento.



Figura 3. Banheiros secos e captação de água de chuva. Ilha das Onças, Belém - PA.

No desenho da nova escola sede do pólo Cururu (chamada Edmar Barbosa), algumas intuições apareceram e se tornaram robustas durante as oficinas acima mencionadas (promovidas pela ONG Cururuar): a ideia de pontes-corredores como

conexões cobertas com palha, articulação de construções independentes, como em uma pequena localidade ribeirinha. Elevações artificialmente produzidas para servirem de laboratórios de investigação sobre a produção de alimentos (com conhecimentos a partir da permacultura, das práticas de agroflorestas e agroecologia) e como berçário para a fauna local. Atividades rotineiras alçadas à condição de pesquisa. Nesse sentido: cozinha, banheiros, tratamento das águas e produção de energia como laboratórios com atividades pedagógicas. Detentores de saberes locais e convidados de realidades outras chamados para diálogos em uma arena central apelidada de Muçuã em homenagem a uma tartaruga nativa que hiberna nos períodos de seca (quando é facilmente presa de caça - hoje infelizmente desregrada e predatória), símbolo de adequação às condições locais. As propostas se desdobraram a partir da observação e interação com a realidade local - Figura 4.

Outra base fundamental para o processo de projeto tem sido a interação com instituições como a Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, para incorporar saberes técnicos, vinculados ao manejo do recurso hídrico, através do Secretário Municipal Adjunto de Meio Ambiente e Adjunto de Saúde do Município de Chaves, de 2017 a 2020.

3. AÇÕES REALIZADAS

3.1 ESCOLA EDMAR BARBOSA: - RECOMPOSIÇÃO E AMPLIAÇÃO DA ESCOLA SEDE DO PÓLO CURURU

Ação de maior envergadura do grupo até o momento foi o projeto para a escola sede no pólo Cururu, no município de Chaves. As ideias que serviram de base para esse projeto, como descrito acima, foram levantadas inicialmente nas oficinas realizadas com a presença de professores da região e facilitadores levados através da ONG Cururuar em parceria com o poder público local.

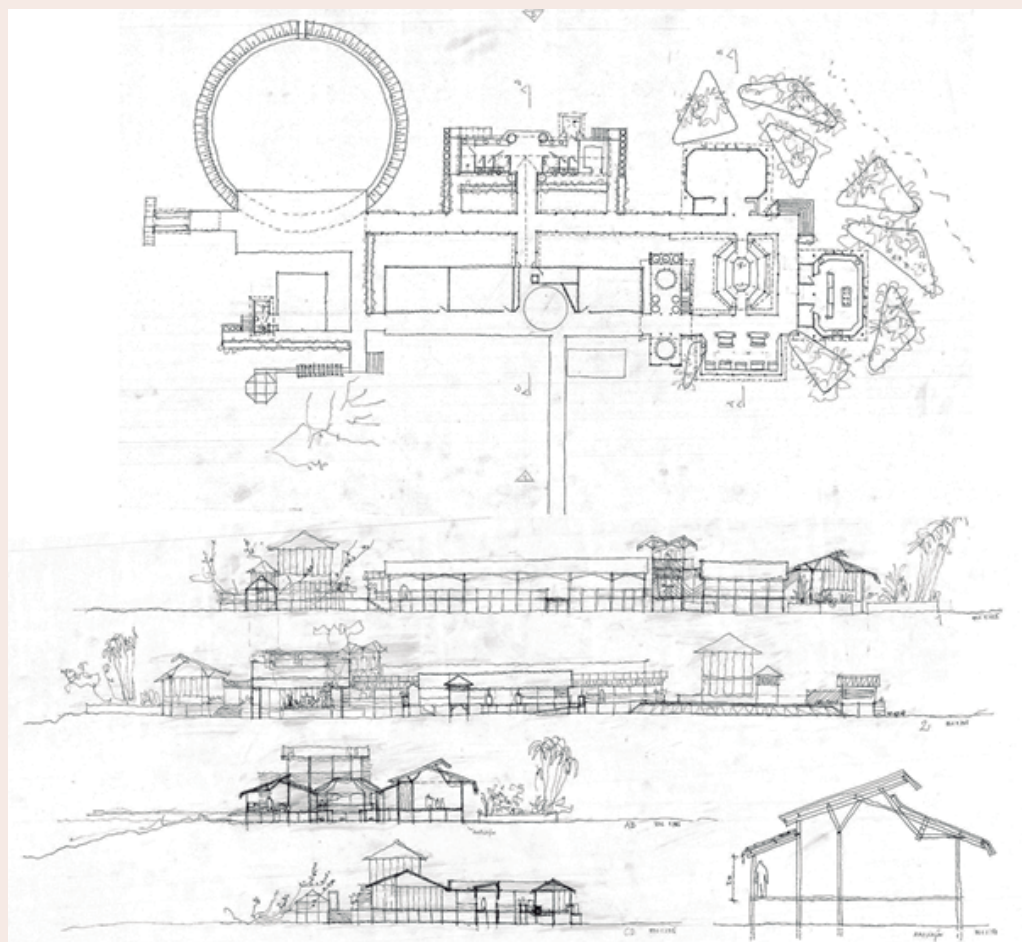


Figura 4. Desenhos realizados pelo grupo para a ampliação/atualização da escola Edmar Barbosa, no alto Cururu, Chaves, Marajó (planta, fachadas, cortes, ampliação corte edifício novo)

Durante as oficinas, emergiu o papel da arquitetura da escola no processo que tinha como meta uma nova relação com o ensino e saberes locais. A relação com a paisagem envolvente, o tipo de arranjo adotado no conjunto construído nas localidades ribeirinhas, os materiais utilizados tradicionalmente (alguns preteridos em nome de materiais produzidos industrialmente, cuja obtenção demanda significativos constrangimentos financeiros, sem que seu desempenho necessariamente seja adequado às condições socioambientais da região), a organização dos espaços nas salas de aula, interação com infraestrutura ecológica, até a conceituação das dinâmicas relacionadas ao ensino em si - o reflexo dessas questões se mostrou evidente quanto ao possível desenho da escola renovada.

Croquis realizados durante as oficinas em que se pensava a respeito dessa escola renovada passaram a ter um importante protagonismo nos diálogos empreendidos, na medida em que expressão gráfica de rápida apreensão. Em torno dos desenhos realizados com a intenção de captar possibilidades a partir dos diálogos em curso, aprofundaram-se os temas levantados. Em croquis se recordava a presença da paisagem, dos campos intermitentemente alagados, com búfalos e o localmente chamado gado branco, da mata entremeada pelas pastagens naturais, do rio com

seu movimento de cheias e de barcos no seu vai-e-vem, com viajantes acenando para os moradores que espiavam pelas janelas de suas casas ribeirinhas, a partir das pontes usadas como passeios ou atracadouros, e de embarcações aportadas. E, a partir dessas lembranças, desenhos começaram a surgir em busca da possibilidade de uma construção escolar em interação mais aberta e plena com aquela paisagem encantadora, com a perspectiva de cuidar da flora e fauna local, tendo como prerrogativa uma investigação quanto a uma ação regenerativa através da presença da escola, tanto da relação com os ciclos naturais e fomento à biodiversidade, como das relações entre as gerações e agentes participantes da construção contínua da presença humana naquela região - Figura 5.



Figura 5. Desenhos realizados durante a oficina no alto Cururu, que serviram de apoio para a reflexão sobre possibilidades na transformação e atualização tecnológica dos edifícios escolares, em sintonia com a reforma pedagógica pretendida.

3.2 VISITAS DE APOIO TÉCNICO

Em função do desenvolvimento do projeto da escola Edmar Barbosa e interação quanto a possibilidade de produção de material de apoio para política pública, foram realizadas duas visitas de apoio técnico ao Marajó por parte do GTP em 2018. A primeira viagem foi de 19 de abril até 8 de maio. Ida e retorno para Belém de Pará, na rota inversa do açaí, figura 6.

No decorrer da viagem debateu-se sobre as descrições de Aziz Nacib Ab'Sáber ao falar de formações geológicas que derivam na paisagem. Aziz descreve entre as paleopaisagens da região amazônica, os terraços fluviais - tipo Belém-Marajó - passando para sedimentos escalonados na direção do interior, muito bem caracterizados no transepto entre Belém e Castanhal (AB'SÁBER, 1996, p.41). São nesses terraços à margem dos rios que pousam as vilas ribeirinhas e suas escolas. Ajustando sua relação com a paisagem em dois andares de chegada à construção dos cais que apresentam um platô no nível de cheia dos rios, e um outro nível inferior que durante os períodos de cheia fica submerso mais de três metros abaixo no qual se acessa por rampa.

Pensando na contribuição dessa experiência, que na sua proposta de extensão universitária combina tempos contraditórios entre o fazer de um mandato de governo, e o de pesquisa acadêmica que propõem uma construção sólida, como modelo que possa ir crescendo e somando saberes locais e acadêmicos, adicionando, acertando

do e errando, mas sempre adicionando aprendizados para futuras experiências. Assim, nas visitas técnicas a constante troca de ideias entre construtores, carpinteiros, estudantes e arquitetos visam registrar cada descoberta, para deixarem de ser apenas “recursos técnicos”; tornando-se subsídio à análise de um projeto que propõe conjugar o “fazer” e o “saber” tanto do carpinteiro ribeirinho como do professor e o estudante de arquitetura na execução da escola ribeirinha, na condição do bioma amazônico. Na primeira visita técnica, traçou-se um entendimento da geografia, a morfologia das ilhas de Marajó como delta da foz dos rios Amazonas e Tocantins para formação de canais. Esses canais, habitados por comunidades ribeirinhas, possibilitam um sistema de escolas orientadas à defesa de uma ética de práticas ecológicas respeitando tais comunidades. Essas comunidades ribeirinhas, sua escala e relação com o entorno proporcionam um vínculo com os rios e a natureza, que mediante intervenções de pequeno porte, demonstram potencial para se manterem em harmonia com seu entorno.



Figura 6. Região do Marajó - Trajetos das viagens.

Fonte: IBGE, Google.

Durante a visita, as seguintes atividades foram realizadas: 1) Oficina de fotografia utilizando folhas das plantas aquáticas aguapé e mururé; 2) Visita à Vila São Benedito (conversa com carpinteiros locais); 3) Estudo de desenhos; 4) Estudo de cartografia; 5) Visita à obra Edmar Barbosa; 6) Acompanhamento rotina das crianças em sala de aula; 7) Visita horta da escola; 8) Visita à construção de Escola Padrão FNDE de 1 sala de aula - chamadas de “anexo”; 9) Desenho de tesoura protótipo para cobertura do refeitório; 10) Revisão construtiva de Estudo de Projeto; 11) Visita à Vila Paraíso; 12) Visita Posto de saúde Boa Esperança; 13) Avaliação de reforma/manutenções de Escola Clara Santos para tipologia padrão 1 sala de aula; 14) Construção de protótipo de cobertura escala 1:1,5; 15) Visita a estaleiro local; 16) Levantamento estrutura anexa para moradia do diretor da escola Edmar Barbosa; 17) Estudo da técnica de cobertura de palha com construtor local; 18) Visita horta suspensa em canoa desativada; 18) Visita a entreposto de açaí, ponto de entrega e coleta prévio ao transporte até o Ver-o-Peso; 19) Acompanhamento do restauro

construtivo da Escola Clara Santos; 20) Cálculos para cobertura experimental em palha, em passarelas da Escola Edmar Barbosa. O próprio caráter experimental desta prova piloto de ampliação da escola, contou com oficinas de capacitação realizadas de forma voluntária para fomentar a troca entre arquitetos, mestre carpinteiro, ajudantes e consultores. Entende-se assim a forma possível de desenvolver a obra como parte de uma investigação acadêmica que alimenta a produção e discussão de projetos inseridos no bioma da Amazônia.

A segunda viagem foi de 28 de junho até 7 de julho de 2018. Ida e retorno por Macapá no Amapá: Esta visita teve objetivos diferentes da primeira, permitindo conhecer o território desde outra perspectiva. Apenas dois meses depois da primeira viagem, a paisagem era outra, com os rios em cota mais baixa e aproximando-se ao período de seca. Na paisagem marajoara, onde não há as ruas da cidade, os rios compõem uma malha, um sistema a ser decifrado e dele entender o deslocamento das crianças para ir a estudar, figura 6.

Durante a visita, as atividades realizadas foram: 1) Visita à festividade Junina em Afuá; 2) Mapeamento de comunidades ribeirinhas no percurso da viagem; 3) Parada em Vila Nova Salem (provisão de açaí); 4) Acompanhamento em obra da montagem de cobertura do refeitório da Escola Edmar Barbosa; 5) Desenvolvimento de desenhos de orientação para resoluções construtivas e cálculo de materiais / escritório flutuante; 6) Acompanhamento da montagem do telhado do refeitório; 7) Acompanhamento da montagem de telhado de palha nas passarelas da Escola Edmar Barbosa; 8) Percursos de reconhecimento no rio Cururu.

O projeto como um todo defende a renovação da escola em constante interlocução com os construtores locais, resgatando as memórias construtivas de antigos moradores, na intenção de aplicar técnicas por vezes prestes a serem esquecidas. Exemplo disso foi a aplicação de cobertura de palha nas passarelas de conexão da escola. A palha proveniente da palma de Baçu, hoje pouco utilizada na bacia do rio Cururu, foi estigmatizada como signo de falta de progresso econômico, sendo progressivamente substituída por telha de amianto, com efeitos nocivos para saúde, completamente ineficiente no controle acústico em sala de aula nos dias de chuva, e no controle da temperatura interna dos espaços para o conforto térmico. A segunda viagem, além de seu caráter de apoio técnico como atividade de extensão universitária, teve a possibilidade de investigar o quanto se poderia apoiar ações como a do projeto para a escola, de forma consistente, em políticas públicas. Na medida em que não teve as visitas à construção da Escola como resultado ou finalidade, mas sim o acompanhamento do processo construtivo para discutir sobre o desafio de reduzir nosso impacto no meio-ambiente natural. Constrói-se nesse sentido uma disposição subjetiva de gerar transformações na formação de cada um de nós como arquitetos, que mais do que transformar o espaço, somos transformados por ele.

3.3 WORKSHOP DE 2018

Em Julho de 2018 foi realizado o Workshop/viagem chamado Arquiteturas Anfíbias, uma ação combinada entre a AEC e a Prefeitura Municipal de Chaves (PLATAFORMA HABITA-CIDADE, 2018). Foram realizados diversos encontros do

grupo de professores convidados, e funcionários da prefeitura local na AEC para contextualizar a região, clima, e contexto cultural-arquitetônico e preparação para a viagem para o Marajó.

A viagem foi realizada por um grupo de alunos e professores que saíram de São Paulo com destino a Macapá para iniciar a expedição marajoara, na qual se pôde “observar as dinâmicas envolventes desse bioma em relação a simbiose entre o homem e o meio amazônico, investigando sua cultura” (MARIN, 2020). Conforme destaca Andriolo (2001) se ver não é olhar e olhar é viajar, o olhar viajante prolonga-se no campo perceptivo como experiência estética, porque realiza o objeto estético em outro nível de significação.

A vivência da região iniciou-se com a travessia do rio em direção a ilha do Marajó partindo do porto de Macapá num final de tarde. Macapá, Afuá, Chaves, Arapixi foram os polos visitados. A capital do Município de Chaves foi a referência para os trajetos, com vivências junto ao poder público municipal além da percepção dos recursos e seus limites de acesso e domínio.

3.4 VIVÊNCIA EXTERNA - ALUNOS DA ESCOLA DA CIDADE FICAM POR QUATRO MESES NA REGIÃO

Na sequência do workshop, alguns alunos da graduação se mantiveram na região do Marajó e integraram o grupo de trabalho como estagiários da então chamada Plataforma habita-cidade. O estágio durante a graduação se deu por meio da vivência externa da AEC, atividade que ocorre ao longo do décimo semestre do curso, na qual os estudantes escolhem um escritório ou instituição de ensino para ingressar.

A vivência externa consistia em acompanhar a obra de reforma da Escola Edmar Barbosa na condição de estagiários em arquitetura, produzindo registros das qualidades de conforto ambiental (temperatura, ventilação, umidade), detalhamentos de soluções projetuais e implantação e descrição das dinâmicas das atividades realizadas no canteiro de obras. Os registros eram apresentados e discutidos semanalmente em reuniões online com arquitetos da Plataforma habita-cidade, e esporadicamente contava com a presença de membros da ONG Cururuar e servidores públicos de Chaves, possibilitando um acompanhamento da obra de forma dinâmica com participantes em diferentes lugares.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo aqui apresentado traz algumas das informações e impressões sobre a região marajoara a partir de interações por parte de um grupo de projeto da AEC com agentes e população locais. Iniciadas em um conjunto de oficinas da qual fez parte um arquiteto professor do grupo, as interações seguiram em função do desenvolvimento de projeto e obra de uma escola (Edmar Barbosa) que se pretendia tornar referência na renovação do ensino e quanto à atualização ecológica de infraestrutura, em função do qual houve algumas visitas técnicas. A aproximação do

grupo de projeto com agentes locais resultou em uma demanda que se desdobrou em um workshop com alunos da AEC que estiveram na região marajoara para refletir sobre espaços da Cultura no município marajoara de Chaves. Alguns alunos ficaram na região depois do workshop, envolvidos com a obra da escola Edmar Barbosa e em um reconhecimento da realidade amazônica, tendo feito viagens para outras partes do estado do Pará.

Tendo o grupo de projeto como princípio básico a perspectiva de regeneração da paisagem e das relações, ocorreram as interações aqui relatadas e muitos ensinamentos resultaram do processo. No projeto para a escola Edmar Barbosa, que contou com visitas técnicas e com alunos em vivência externa, propostas de valorização da paisagem e saberes locais foram empreendidas - grande parte delas incorporadas na construção realizada, algo que refletiu renovação pedagógica pretendida e também trouxe insumos para as novas dinâmicas desenvolvidas no processo.

Atualmente o grupo de projeto se dedica a estudos para as escolas menores na região, chamadas de anexos das escolas sede. Também se intenciona uma atualização ecológica da infraestrutura nelas existentes. Tem sido empreendida também no âmbito do grupo de projeto reflexão sobre programas e articulação possível do ensino com o planejamento das bacias hidrográficas na região, apontando para seu manejo ecológico.

Entende-se o processo aqui relatado como uma busca no sentido de reverter a maneira como têm sido tratadas realidades e ecossistemas locais de forma a que se aponte para a consolidação de uma postura apoiada na regeneração do impressionante arquipélago marajoara.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'Sáber, A. (1996) **A Amazônia: do discurso à práxis**. São Paulo, Brasil: EDUSP.
- Andriolo, A. (2001) **A metamorfose do olhar na viagem de Goethe à Itália**. São Paulo, Brasil: Saraiva.
- Boff, L (2014) **Saber Cuidar: Ética do humano - compaixão pela Terra**, Petrópolis: Vozes.
- Capra, F. (2006) *A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix.
- Macy, J.; Johnstone, C. (2012) **Active Hope. How to face the mess we're in without going crazy**. Novato, California: New World Library
- Marin, A.C. (2020) **Vidas Anfíbias: arquitetura e cultura nas flutuações das marés: Uma experiência marajoara**. Trabalho de Conclusão do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Escola da Cidade. São Paulo, Brasil.
- Plataforma Habita-Cidade (2018) **Arquiteturas Anfíbias**. disponível:<<https://abre.ai/marajo>>
- Wahl, D. C. (2019) **Design de Culturas Regenerativas**, Rio de Janeiro: Bambual Editora.

ARTIGO

MÃOS À OBRA ZABELÊ – PROJETO PARTICIPATIVO PARA UMA COMUNIDADE SUSTENTÁVEL E RESILIENTE

SILVA, Luis Octavio P. L. de Faria e
(lifariaesilva@gmail.com)
Escola da Cidade, Brasil

DE GOUVEA, Julia Carvalho Dias
(julia.gouvea@cja.ufsb.edu.br)
Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), Brasil

TUPINAMBÁ, Yakuy
(yakuy.indiosonline@gmail.com)
Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), Brasil

TUPINAMBÁ, Potyratê
(Potyrate@gmail.com)
Coletivo Levanta Zabelê, Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Arquitetura de baixo Impacto, Comunidades Sustentáveis, Cultura Regenerativa, Projeto Participativo, Sustentabilidade

RESUMO

O Projeto Mãos à Obra Zabelê foi elaborado para atender a uma demanda real apresentada pelo Coletivo Levanta Zabelê, formado por uma rede de apoiadores de variadas origens, culturas e áreas do conhecimento para a realização do projeto do espaço do Universo Autônomo Intercultural dos Saberes Útero Amotara Zabelê (UAIZ), que consiste em uma escola filosófica dos povos originários, idealizada por Yakuy Tupinambá, cuja primeira sede será em Una-BA (sul do Território Tupinambá) em função de ali ser área essencial em termos simbólicos e de sustentação para a etnia naquela terra ancestral. O Projeto Mãos à Obra Zabelê foi criado com o objetivo de realizar uma assessoria técnica participativa, integrando saberes acadêmicos e saberes tradicionais, para elaboração de projeto arquitetônico sustentável para o conjunto das edificações da UAIZ, que incluem aquelas que servirão de ponto de apoio para a população Tupinambá e para pessoas ligadas à comunidade em situação de vulnerabilidade por conta do impacto da COVID-19. O Projeto visa trazer a dimensão pedagógica na interação da comunidade local com a comunidade acadêmica, ao integrar ensino, extensão e pesquisa. Com metodologia qualitativa, o projeto é baseado na escuta e os métodos utilizados nas diferentes etapas são a Etnografia Afetiva e a Pesquisa-ação. Trata-se, assim, de uma assessoria técnica para elaboração de Projeto Arquitetônico que tem como princípio proporcionar aprendizados e transformação socioambiental a partir da troca de saberes, tanto para a comunidade local como para a comunidade acadêmica. A etapa preliminar do projeto já foi realizada, o resultado foi avaliado como satisfatório pela comunidade tradicional e acadêmica, de modo que após a submissão deste resumo serão iniciadas as oficinas participativas com os construtores da comunidade.

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVAS

O projeto Mãos à Obra Zabelê, aqui apresentado, é o que aglutina os participantes do grupo de pesquisadores ativistas nele envolvidos - sua missão é a de mediar a busca por uma expressão da materialidade, ou seja, da arquitetura que reflita o movimento decolonial na conceituação do UAIZ, que se pode associar ao que Alberto Costa coloca quando defende que 'sem negar os elementos positivos da ciência e da tecnologia, há que se compreender o que representam os elementos fundacionais das ideias ainda dominantes de progresso e civilização: ideias que amamentaram o desenvolvimento, convertendo-o em uma ferramenta neocolonial e imperial' (ACOSTA, 2016, p.58) - a perspectiva, então, é a de trabalhar em outra chave, empreender a procura por uma alternativa criativa, que vá, assim, ao encontro de demandas face à crise do Antropoceno, termo utilizado por Latour (2020) para se referir à condição atual em que o planeta se vê sufocado por processos acelerados de transformação que resultam na perda de equilíbrio dos ecossistemas em nome de um projeto humano que se insiste desconectado dos ciclos naturais.

A expectativa é a de encontrar, na chave dessa necessária mudança de rumo, a arquitetura apropriada para o *Universo Autônomo Intercultural dos Saberes Útero Amotara Zabelê (UAIZ)*, idealizado por Yakuy Tupinambá, anciã Indígena da Comunidade Olhos D'água (local onde foi realizada a caminhada em Memória dos Mártires do Massacre do Rio Cururupe), que tem como princípios: fomentar a troca de saberes, promover a reconexão com a Terra e fortalecer o processo de cuidado, em consonância com a perspectiva de decolonização que se coloca, afastando-se da ideia de que 'brancos europeus podiam sair colonizando o resto do mundo' por que haveria 'uma humanidade esclarecida que precisava ir ao encontro da humanidade obscurecida, trazendo-a para essa luz incrível' (KRENAK, 2019, p.7). A ideia é, a partir da compreensão de saberes de diversas culturas, a de recuperar uma relação de cuidado com a Terra, com os seres que dela fazem parte e com as relações, princípios básicos da Permacultura (MOLLINSON, 1988). Evoca-se, assim, a defesa de Boff no sentido de que devemos recuperar o cuidado como atitude básica: 'Hoje, na crise do projeto humano, sentimos a falta clamorosa de cuidado em toda parte. Suas ressonâncias negativas se mostram pela má qualidade de vida, pela penalização da maioria empobrecida da humanidade, pela degradação ecológica e pela exaltação exacerbada da violência' (BOFF, 1999, p.227). Entende-se que essa dimensão do cuidado é ainda praticada por aqueles que não estão descolados do organismo que é a Terra, aqueles 'que ficaram meio esquecidos pelas bordas do planeta [...] caiçaras, índios, quilombolas, aborígenes' (KRENAK, 2019, p.11), em cujos saberes o UAIZ coloca a luz, na medida em que estes são exemplares como alternativas preciosas na revisão da maneira com que tem sido tratado o planeta.

Para atender a essa demanda, o Coletivo Levanta Zabelê buscou apoio técnico para elaboração de um projeto arquitetônico a partir do entendimento indígena, no qual o meio ambiente não pode sofrer qualquer tipo de agressão. Nesse sentido, a busca foi por uma equipe de arquitetura que entendesse a cosmovisão indígena, na qual a natureza é entendida como mãe terra: no modo de vida do ser indígena, aprende-se com a natureza e assim deveria ser o projeto de arquitetura, ou seja, projetado para a natureza, que respeitasse e dialogasse com a natureza. Assim, o

projeto Mãos à Obra Zabelê foi criado e também, já de saída, sua perspectiva era a de que se constituísse uma assessoria técnica participativa. No processo participativo decorrente, a meta é a de um projeto arquitetônico para os edifícios da *Aldeia Zabelê*, primeira etapa do UAIZ voltada para a consolidação de um espaço de acolhida para membros e convidados da comunidade, na perspectiva de implantação preliminar de tecnologias sustentáveis, suporte para a Aldeia e para o conjunto como um todo.

Com objetivo de garantir o apoio no atendimento à demanda da comunidade, no início de 2020 iniciou-se diálogo para elaboração de Projeto de Extensão envolvendo três Instituições: o Coletivo Levanta Zabelê, a Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB) e a Escola da Cidade, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - esta última através da Plataforma Arquitetura e Biosfera, que desenvolve relevante atividade junto a comunidades indígenas em diversas regiões do Brasil.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Em 2015, Yakuy Tupinambá (de Olivença - BA) idealizou o UAIZ junto com indígenas das etnias Payaya (norte da Bahia), Guarani (MS, SP, MA e RO), Pataxó (extremo sul da Bahia) e com pessoas não indígenas; em 2018 formou o Coletivo Levanta Zabelê; em Junho de 2019 Yakuy Tupinambá e seu companheiro se mudaram para a área da Lagoa do Mabaça, local onde se pretende a implementação do Projeto e em 2020 iniciou-se a formalização do Coletivo, presidido por Potyratê Tupinambá, Advogada, Professora e membro da Comunidade Itapoã.

A expectativa é a de que o UAIZ tenha no futuro várias sedes - a primeira delas, em função da ação encabeçada por Yacuy Tupinambá, está localizada na Comunidade Lagoa do Mabaça, no Município de Una-BA, parte do Território Indígena do Povo Tupinambá em processo de demarcação. Este Território como um todo é composto por 23 Comunidades, com 15 Caciques, sendo duas mulheres, espalhadas pelos municípios de Ilhéus, Una e Buerarema - na maioria com conflitos, tensão e violência. Dentro do território, localizado às margens do Rio da Maré, rio que desagua junto à foz do Rio Una, o terreno da Comunidade Lagoa do Mabaça no qual a primeira sede do UAIZ está em processo de instalação, de aproximadamente 60 hectares, é composto por áreas de mangue, restinga e mata atlântica, com pouca intervenção antrópica. Ao longo do século XX a área foi habitada por algumas famílias Indígenas Tupinambá, ficando alguns períodos sem moradores. O terreno da Comunidade Lagoa do Mabaça, por ser uma ocupação tradicional e não uma área de retomada, está sob posse da família de Yakuy Tupinambá e no âmbito do Cacicado de Maria Valdelice Tupinambá.

Embora a área tenha sido habitada por muitos anos, a única construção e a infraestrutura que restaram no local foram: a edificação da antiga escola, que hoje serve como local de moradia, e um cais que atravessa o mangue e leva ao rio, onde se realiza pesca artesanal para subsistência. A edificação existente apresenta patologias construtivas, com risco de desabamento, sendo assim se faz extremamente necessária a implementação na área de estruturas adequadas para receber membros das comunidades tupinambá e aderentes ao projeto - este, assim, se justifica,

além da necessidade de estruturas seguras no terreno, na medida em que é experiência enraizada na intenção de troca de saberes e cuidados com o planeta e com as relações, algo imprescindível no momento de crise socioambiental que, para ser enfrentada, entende-se que todo ensaio é bem vindo na busca caminhos possíveis. Ideias e procedimentos de Ian McHarg já nos anos 1960 têm servido de parâmetros e inspiração para a observação e investigação propositiva em curso - segundo aquele autor, devemos evitar 'visões exclusivamente centradas no homem, para iniciar a consideração de valores básicos e focar particularmente no lugar da natureza no mundo do homem - o lugar do homem na natureza' (MCHARG, 1992, p.43) e há, assim, que garantir que 'a sociedade proteja os valores dos processos naturais e seja ela própria protegida' (MCHARG, 1992, p.56).

1.2 O PROJETO

Diante da Pandemia do COVID-19, muitas famílias indígenas foram impactadas e se encontram em situação de vulnerabilidade Social. Ao longo de 2020 diversas pessoas buscaram a Comunidade Lagoa do Mabaça para abrigo e/ou segurança alimentar. Com acesso ao mangue e ao mar, o local tem muita oferta de frutos do mar e pode oferecer alimentos a essas famílias, no entanto não pôde abrigar famílias em situação de vulnerabilidade que o procuraram, por falta de infraestrutura. Diante deste cenário, o programa de necessidades idealizado inicialmente pelo Coletivo Levanta Zabelê quanto ao UAIZ foi readequado para atender a realidade colocada pela Pandemia. Assim surgiu a proposta para Aldeia Zabelê, local para acolhimento e fortalecimento cultural, complementar ao programa de ensino já esboçado anteriormente. Desta forma, no âmbito das investigações propositivas quanto à arquitetura, tem sido pensado o espaço previsto para o UAIZ, que será composto por duas centralidades: a *Aldeia Zabelê*, com edifícios para moradia da Comunidade local e de Aldeias Indígenas impactadas pela Pandemia da COVID-19, e posteriormente será projetada a *Escola Filosófica*, composta por edifícios de ensino, pesquisa e hospedagem de visitantes.

O Projeto Mãos à Obra Zabelê, ao avançar na materialização das estruturas necessárias e demandadas (e como estratégia de apoio à empreitada), aprofunda algo intrínseco à proposta do UAIZ na medida em que visa integrar Ensino, Pesquisa e Extensão. Começou a ser idealizado no início de 2020 - então, pretendia-se realizar uma série de oficinas participativas e mutirões presenciais envolvendo estudantes e a comunidade local. Devido às circunstâncias colocadas pela Pandemia do COVID-19, o projeto precisou ser reestruturado pelas instituições envolvidas, sempre entendido como parte das atividades do núcleo de arquitetura do Coletivo Levanta Zabelê. O Projeto foi cadastrado junto à Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB) como projeto de extensão com o nome *Mãos à Obra Zabelê*. Mesmo diante do cenário da Pandemia, as atividades de ensino envolvendo o Projeto para a Comunidade Lagoa do Mabaça continuaram de modo remoto. Também seguiu ativo em formato remoto o grupo de trabalho e pesquisa (GTP) Universo dos Saberes, que opera junto à Plataforma Arquitetura e Biosfera, acolhida pela Escola da Cidade, no âmbito do qual se promoveram ensaios de projetos para editais e na perspectiva de avançar com o diálogo para consolidar o projeto para o ambien-

te construído do UAIZ. Como colaboradores, estiveram envolvidos em diferentes etapas do processo os profissionais: Bacurau Tupinambá, Taquari Pataxó e Otoniel Alves Da Silva, Marcella Arruda, Nayane Alves, Pedro Praia, Rosa Rasuk, Gabriel Granado, Allyne Braulio da Costa.

O Projeto Mão à Obra Zabelê está alinhado com os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os objetivos com os quais o projeto dialoga diretamente são: ODS 6: Água Potável e Saneamento (em função de pesquisa de sistemas de tratamento das águas cinzas e soluções para o banheiro seco visando - meta 6.2), ODS 7: Energia Limpa e Acessível (previstas soluções de implantação de energia renovável na Aldeia Zabelê), ODS 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis (apoio para que a comunidade tenha acesso a habitação segura, com serviços básicos, com manejo ecológico dos resíduos sólidos, ressignificados como recursos, em uma aprendizagem viva - em que se aprende fazendo), ODS 12: consumo e produção sustentável (previstos sistemas de produção de alimentos, manejo florestal e de compostagem).

2. OBJETIVOS

Oferecer de forma participativa, integrando saberes acadêmicos e saberes tradicionais, assessoria técnica para elaboração de projeto arquitetônico sustentável para o conjunto das edificações do UAIZ que também servirão de ponto de apoio para a população Tupinambá e comunidades tradicionais do entorno, para o Coletivo Levanta Zabelê e para vítimas de violência doméstica.

Trazer a dimensão pedagógica na interação da comunidade local com a comunidade acadêmica, ao integrar ensino, extensão e pesquisa.

3. ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

A equipe formada para a etapa de elaboração do projeto Mãos à Obra Zabelê foi composta por membros da Comunidade Indígena Tupinambá e de comunidades tradicionais do entorno, colaboradores do Coletivo Levanta Zabelê, professores e estudantes da UFSB e professores da Escola da Cidade. Houve diversos encontros de diálogo entre todos os membros e um intenso processo de escuta entre a comunidade local e a comunidade acadêmica em atividades de ensino e extensão.

Têm sido utilizadas, assim, metodologias qualitativas tais como: Etnografia Afetiva, utilizada presencialmente com membros da Comunidade local e em oficinas participativas presenciais, com os construtores da Comunidade, e Pesquisa-ação, utilizada pela equipe executora de modo remoto ao longo das diversas etapas do projeto.

A Etnografia afetiva visa compreender os processos do dia-a-dia e fortalecer os vínculos entre as pessoas. Nesta abordagem é fundamental o respeito, a escuta coletiva (para resgate, recriação e ressignificação), a atitude de tranquilidade, a co-

ragem e o pensamento/ação com viés crítico e criativo. A pesquisa-ação é utilizada para compreender as demandas e os saberes locais e propor, via assistência técnica, soluções construtivas e ambientais que visem o aprimoramento das práticas já realizadas na comunidade.



Figura 1. Registro da discussão realizada de forma remota sobre croquis da Aldeia Zabelê.



Figura 2. Perspectiva do Estudo Preliminar de Arquitetura

Parte central dos procedimentos utilizados, os encontros virtuais utilizaram a plataforma digital Google Meet e ferramentas audiovisuais para trabalho colaborativo, como o aplicativo do Google *JamBoard*, que permitiu a realização de croquis, desenhos e estudos entre duas ou mais pessoas de forma remota, conforme ilustrado na figura 1.



Figura 3. Atividade de Campo. **Figura 4.** Atividade de Campo para o estudo da implantação da Aldeia Zabelê
Crédito: Nayane Alves

Outro procedimento básico, atividades de campo participativas foram realizadas em três ocasiões: primeiramente foi realizado o reconhecimento do terreno e o mapeamento das áreas alagáveis, em seguida um encontro para identificação preliminar dos elementos naturais disponíveis para construção (figura 3) e por fim um encontro para estudar a implantação da Aldeia Zabelê (figura 4). No primeiro encontro foi realizado um mapeamento georreferenciado das áreas de alagamento do terreno e da localização das edificações existentes, utilizando-se o aplicativo para aparelho móvel: *Mobile Topographer*, com sistema de Coordenadas SIRGAS 2000. Os dados foram exportados para o software *Google Earth Pro* e para *QGIS*, e a partir disso foi gerada uma base de trabalho em *dwg* para os estudos de implan-

tação da Aldeia Zabelê. No segundo encontro foi realizada uma imersão na mata e a identificação de materiais botânicos como: árvores, cipós e palhas. Essa imersão foi filmada e os dados foram planilhados em atividade acadêmica de ensino realizada na UFSB (tabela 1).

código	Nome popular	Tipo	Função	Observações
1	Pindoba	palha	construção (cobertura e paredes)	inflamavel
2	cipó cabloco	cipó	artesanato e construção	
3	cipó do ar	cipó com folhas	medicinal (banho e cha)	
4	aderno	arvore	construção (esteio e peça)	
5	tiririca dura		construção (cobertura)	menos inflamavel
6	biriba	arvore	artesanato (vestimenta)	
7	taquara			
8	amescla	arvore	medicinal	
9	Alandi	arvore		árvores que estão caidas
10	Paraju	arvore		
11	cipó verdadeiro	cipó		
12	tala do dendê			trançados

Tabela 1. Catalogação de materiais botânicos para a construção e artesanato.

Há ainda espécies a serem acrescentadas, como o Musserengue, que dura muitos anos como estrutura, e é encontrado na região.

As atividades participativas foram realizadas a partir de um roteiro que foi aprimorado, sempre na perspectiva de garantir um processo participativo, e assim se consolidou:

- Abertura dos trabalhos: nesta etapa será incentivado o protagonismo local na co-facilitação do encontro. Será proporcionada uma troca de experiências em roda a partir do saber de cada integrante.
- Vivência para trocas de saberes e validação das ideias elaboradas nas etapas de projeto.
- Momentos de convivência: nestes momentos se aprofunda nos vínculos, desenvolve-se relações de confiança e aproximações reais.
- Encerramento: todo o processo terá um encerramento, com o qual objetiva-se reconhecer os avanços adquiridos com o processo, e sugerir o próximo encontro.
- Processamento do material: após a oficina se faz necessário processar o material e deixá-lo com registros fotográficos e relatórios das atividades realizadas após cada etapa
- Devolutiva da atividade participativa: após toda oficina a comunidade deverá receber um retorno, seja de forma remota, seja na oficina sequencial prevista.

4. RESULTADOS

Alguns resultados até o momento: atividades de troca de saberes acadêmicos e tradicionais, estudos desenvolvidos pelos estudantes da UFSB nas atividades de

ensino¹, investigações propositivas de arquitetura (figuras 2, 6 e 7) para a Aldeia Zabelê, formalização do projeto *Mãos a obra Zabelê* como projeto de Extensão junto a UFSB, consolidação de grupo de trabalho e pesquisa no âmbito da Plataforma Arquitetura e Biosfera, que opera sob a Associação Escola da Cidade, realização de encontros com o Coletivo Levanta Zabelê e com os construtores para a apresentação e trocas de saberes quanto às investigações propositivas no estágio do estudo preliminar de arquitetura para a Aldeia Zabelê, e por fim aprendizados no sentido de uma transformação socioambiental a partir da troca de saberes, tanto para a comunidade local como para comunidade acadêmica.

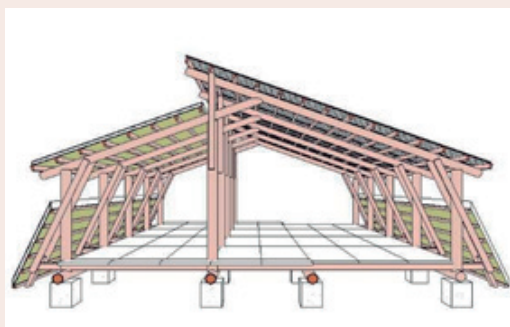


Figura 6. Desenho utilizado na investigação propositivas (no estágio de estudos preliminar) em curso no que se refere a edificação da Aldeia Zabelê



Figura 7. Perspectiva referente a investigações propositivas em curso no que se refere à Aldeia Zabelê

Os procedimentos do processo a serem realizados, via o Projeto de extensão *Mãos a Obra Zabelê*, daqui para diante serão:

- Planejamento das Oficinas: previamente à realização das oficinas haverá uma preparação do seu objetivo específico, procedimentos e resultados esperados.
- Oficina Participativa com os construtores: Serão adotadas dinâmicas participativas no processo de projeto, utilizando como metodologia a Etnografia afetiva. Estas oficinas irão envolver os Construtores e as lideranças do Coletivo Levanta Zabelê.

No encontro 1, será realizado um levantamento quantitativo e qualitativo com os construtores dos materiais disponíveis no local que poderão ser utilizados na construção, será apresentada uma prévia do projeto de arquitetura e será realizada uma maquete física com materiais locais para estudar as técnicas construtivas a serem realizadas.

No encontro 2, será apresentado o resultado dos estudos realizados após o processamento do material do encontro 1. Será realizada a validação do planejamento

¹ Na UFSB, em atividade final no Componente Curricular *Ciências Sociais e Meio Ambiente*, ofertado nos cursos de graduação de Engenharia Ambiental e da Sustentabilidade e Engenharia Sanitária e Ambiental (nos quadrimestres: 2020.1 e 2020.3.), foi adotado como objeto de observação analítica e propositiva a Comunidade Lagoa do Mabaça. Lideranças da Comunidade estiveram presentes de modo remoto dialogando com os estudantes e assistiram ambas as apresentações dos trabalhos finais.

ecológico para Implantação do projeto e realizadas oficinas sobre as tecnologias sustentáveis.

No encontro 3, será consolidado o projeto, realizada uma lista dos materiais e ferramentas necessários para a execução da obra e encaminhada a próxima etapa do projeto.

Elaboração do Projeto arquitetônico e o Planejamento ecológico preliminar: Ao longo do processo serão realizados desenhos após as oficinas participativas. Será realizado um desenho final para definir o local de implantação do conjunto arquitetônico considerando as condicionantes ambientais como áreas de alagamento, direções do vento e Insolação. Pesquisa de Tecnologias sustentáveis - Serão realizadas pesquisas a respeito de duas ou mais tecnologias elencadas a seguir: Captação e reúso de água da chuva, banheiro seco, tratamento de águas cinzas, técnicas de bioconstrução com materiais locais, Jardins comestíveis e medicinais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo apresentado tem cumprido com os objetivos propostos ao se aprofundar na troca de saberes, buscando integrar os saberes tradicionais aos acadêmicos, de forma participativa. Atividades foram realizadas predominantemente de forma remota, utilizando ferramentas virtuais para interação síncrona que fortaleceram muito a comunicação e o diálogo. As atividades participativas presenciais, no entanto, embora muito pontuais, foram de extrema relevância para o levantamento de dados, para a compreensão dos processos do dia-a-dia e para o fortalecimento dos vínculos interpessoais. Os resultados do processo até o momento foram avaliados como satisfatórios por todos envolvidos, por terem sido levados em conta propósitos colocados pelo UAIZ. As etapas para conclusão do projeto de arquitetura para a Aldeia Zabelê já estão planejadas pelo núcleo de arquitetura do UIAZ e serão realizadas ao longo dos próximos semestres, tendo como apoio o projeto de extensão *Mãos à Obra Zabelê* junto à UFSB e o grupo que opera junto à Escola da Cidade.

Foram encontrados alguns desafios ao longo da realização do processo aqui descrito. Entre eles, as restrições impostas pela Pandemia do COVID-19 que inviabilizaram as atividades presenciais previstas inicialmente envolvendo estudantes e limitaram muito o contato presencial entre os docentes e a Comunidade local. Outro desafio encontrado foi a ausência de recursos e bolsas para estudantes para possibilitar maior dedicação de tempo das pessoas envolvidas.

O projeto *Mãos à Obra Zabelê* também busca se alinhar com a proposta da reforma da Universidade proposta por Santos (2017), interrompendo o processo de exclusão social e étnica que inferioriza os conhecimentos de determinados grupos. Nesta linha, a expectativa do grupo envolvido no projeto é que se consiga romper esta barreira entre os saberes acadêmicos e os saberes tradicionais, no caso sobretudo entre a prática de projeto de arquitetura e as práticas construtivas tradicionais. Algumas questões se colocam quanto ao desafio representado pelo projeto aqui descrito: De que forma os saberes se encontram? De que forma eles se integram?

Entende-se que para que se consiga realizar um projeto coletivo, é necessário equilibrar esses saberes. Por fim, defende-se também, para uma condição harmoniosa, que além da espécie humana, todas as formas de vida sejam contempladas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, A. (2016) O bem viver: uma oportunidade para imaginar outros mundos. São Paulo: Elefante Editora.

Boff, L. (1999) Saber cuidar: ética do humano - compaixão pela Terra Petrópolis: Vozes

Krenak, A. (2019) Ideias para adiar o fim do mundo. São Paulo: Companhia das Letras

Latour, B. (2020). Onde aterrar? Como se orientar politicamente no antropoceno. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo editorial.

McHarg, I. (1992), Design with Nature. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Mollison, B. (1988) Permaculture: designer's manual Maryborough: Tagari

Santos, B. S.; Almeida-Filho, N. (2017) A Universidade no Século XXI: para uma reforma democrática e emancipatória da Universidade. São Paulo: Cortez Editora.

ARTIGO

DESIGN, COMPORTAMENTO E SUSTENTABILIDADE: UMA PROPOSTA DE *FRAMEWORK* PARA PROCESSOS DE PROJETO DE ARQUITETURA

MAKERT, Rodrigo¹

(rodrigo.makert@ufms.br)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

YUBA, Andrea Naguissa

(naguissa.yuba@ufms.br)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

ALVES, Gilfranco

(gilfranco.alves@ufms.br)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Sustentabilidade, usuário, comportamento, projeto, arquitetura.

RESUMO

Os avanços das soluções tecnológicas permitem o aumento da eficiência de produtos e serviços, mas as decisões e hábitos do usuário têm grande efeito sobre os recursos utilizados nestes sistemas. A filosofia do *design* centrado no usuário é uma forma de tornar estes sistemas mais eficazes como alternativa à filosofia do *design* centrado na tecnologia. Para reduzir esse impacto, estratégias de mudança para um comportamento mais consciente são implementadas em campos de *design* para sustentabilidade, como *design* de produto, arquitetura, planejamento urbano, saúde, marketing e na formulação de políticas. Ao abordar a relação entre o *design*, o comportamento humano e as fases prescritivas do processo de projeto de arquitetura, este artigo objetiva mapear diretrizes metodológicas de *design* para comportamentos mais sustentáveis de forma a provocar soluções projetuais mais conscientes para os atores do processo de projeto. O estudo consistiu de duas etapas: a realização da revisão bibliográfica acerca dos objetos do artigo e a criação de um mapa dos estágios de projeto de arquitetura. As etapas foram subdivididas em: (i) visão geral dos fatores que afetam o comportamento humano, (ii) compreensão do *design* centrado no usuário e dos métodos de pesquisa com o usuário, (iii) apreensão do potencial do *design* para mudança do comportamento para a aplicação em projetos de arquitetura; (iv) revisão da literatura sobre o conceito e as possíveis estratégias de *Design* para o Comportamento Sustentável (DpCS) e (v) avaliação dos aspectos da elaboração de projeto de arquitetura e a aplicação dos conceitos estudados em um diagrama do processo de projeto, sendo este último o resultado da pesquisa. Os *insights* obtidos são novas oportunidades para a prática de *design* pró-sustentabilidade e caminhos para aplicabilidade do DpCS em projetos de arquitetura.

1. INTRODUÇÃO

Na esteira da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (1992), do Protocolo de Kyoto (1998) e do Acordo de Paris (2016) há um consenso global crescente de que as questões de sustentabilidade estão entre as principais preocupações atuais e incluem um conjunto complexo de problemas ambientais, sociais e econômicos (WILSON; BHAMRA; LILLEY, 2016). Nas últimas décadas, o desenvolvimento sustentável tem sido foco de atenção de pesquisadores e profissionais de diferentes áreas, entre elas o *design*. A área de *Design* para Sustentabilidade tem apresentado uma evolução de inovação em seu escopo teórico: *design* verde, *ecodesign*, biomimética, do berço ao berço, *design* emocionalmente durável, *design* para a base da pirâmide, *design* para o comportamento sustentável, *design* para inovação social, *design* de sistema de serviço de produto, *design* sistêmico, *design* para inovações e transições de sistema (CESCHIN; GAZIULUSOY, 2016). Infere-se desta evolução que apenas uma intervenção tecnológica mais eficiente pode não ser a solução, pois, conforme apontado por Wilson, Bhamra e Lilley (2016), frequentemente é o comportamento do usuário quem impulsiona o consumo de recursos.

Em seu livro “*Sustainability by Design*”, John Ehrenfeld (2008) argumenta que abordar as causas básicas da (in)sustentabilidade exige uma mudança em nossos modos de vida. Para Spencer, Lilley e Porter (2015), o contexto cultural do usuário é um dos maiores fatores que afetam o comportamento. Chamberlin e Boks (2018) adicionam que este contexto pode representar tanto fatores motivadores quanto barreiras comportamentais (por exemplo, a busca pela elevação ou manutenção do status social amplia o impacto ambiental pelo consumo). Para Bhamra e Lilley (2015), as pessoas não conseguem estabelecer uma relação entre as atividades que realizam e os impactos que estas causam. Medidas educacionais, econômicas e jurídicas visam resolver esse problema, no entanto, devido à gravidade do problema ambiental, meios adicionais devem ser buscados. Neste sentido, métodos de *design* possuem potencial para ajudar a persuadir ou orientar os usuários a operar produtos de forma mais sustentável a fim de autogerenciar o uso e o consumo de recursos. Para Lockton, Harrison e Stanton (2008), é possível “tornar o usuário mais eficiente”. Neste cenário, uma transformação radical exige uma mudança de perspectivas, prioridades e práticas que resultam do desenvolvimento de comunidades e indivíduos mais conscientes, informados e instruídos. É necessário, assim, apoiar uma mudança de modos de vida em direção a escolhas e hábitos de consumo mais sustentáveis visando a redução dos impactos ambientais. O campo do *Design* para o Comportamento Sustentável (DpCS) responde a essa necessidade por meio de modelos que descrevem a influência do *design* de produtos e serviços no comportamento das pessoas para apoiar a mudança de hábitos e processos de tomada de decisão (BHAMRA; LILLEY, 2015). Estratégias em DpCS podem ser usadas para moldar a percepção, aprendizagem e interação de um indivíduo em diferentes aspectos do discurso e da prática da sustentabilidade (DE MEDEIROS; ROCHA; RIBEIRO, 2018). Isso possibilita ao *designer* a oportunidade de desafiar e influenciar a ação do indivíduo, mitigando ou moldando as consequências e os impactos resultantes. Assim, o foco deste artigo é compreender e explorar o po-

tencial do uso do *design* como indutor de comportamentos mais sustentáveis na elaboração de projetos em arquitetura.

2. OBJETIVOS

O artigo propõe investigar o *design* orientado para a mudança de comportamento como princípio de sustentabilidade latente nas fases iniciais do processo de projeto de arquitetura. O objetivo é mapear e propor diretrizes metodológicas de *design* para comportamentos mais sustentáveis.

3. METODOLOGIA

Foram realizados: (i) revisão de literatura para compreensão dos *frameworks* da pesquisa baseados na estrutura para selecionar estratégias de *design* de comportamento sustentável apresentada em Daae (2014) e (ii) a criação de um diagrama de suporte à decisão que buscasse reunir as principais contribuições percebidas nos *frameworks* para a aplicabilidade em projetos de Arquitetura. Portanto, os *frameworks* escolhidos (Figura 1) são:

Fatores que afetam o comportamento - Nesta fase é revisado como elementos do comportamento humano desempenham um papel importante no projeto de mudança de comportamento e como eles se vinculam a diferentes níveis e intervenções de *design*.

Como conseguir informação - Para alinhar os resultados com uma perspectiva a partir do *design* centrado no usuário, foram apresentadas descrições de métodos de pesquisa do usuário, em especial os métodos para comunicação com usuários.

Como o *design* afeta o comportamento - De forma categorizada, algumas dimensões e estratégias de mudança de comportamento são aqui apresentadas.

Quais estratégias de *design* - Relaciona as descobertas identificadas pelos autores selecionados de DpCS de forma a encontrar diretrizes de *design* que poderiam ser aplicadas em um processo de projeto em arquitetura.

Seleção de estratégias - Foi realizado o mapeamento dos conceitos da pesquisa e, então, organizados em etapas de elaboração de projetos de arquitetura. Para apreensão da complexidade de um projeto de arquitetura, foi explorada a metodologia de projeto axiomático.



Figura 1. Diagrama da estratégia metodológica. Do autor

Construído a partir de regras simples e níveis de abstração, o resultado foi a criação de um mapa para orientar a fase de exploração inicial de um projeto de arquitetura, apoiar decisões e integrar parâmetros de comportamento do usuário às atividades de *design*.

4. DESIGN, COMPORTAMENTO E SUSTENTABILIDADE

Daae (2014) classifica o *Design* para o Comportamento Sustentável na sobreposição de três componentes principais: o *Design* Centrado no Usuário, a Psicologia Comportamental e a Sustentabilidade. Esta pesquisa investiga o processo de projeto considerando o *Design* Centrado no Usuário e a Psicologia Comportamental como caminhos para a sustentabilidade em arquitetura.

4.1 MUDANÇAS DE COMPORTAMENTO

A compreensão psicossocial do comportamento baseia-se na noção de que é possível entender as razões pelas quais as pessoas se comportam da maneira que o fazem e, assim, identificar os fatores que podem afetar o comportamento (DAAE, 2014). Compreender as razões para o comportamento tem sido tema de distintas pesquisas em várias disciplinas. As atitudes e mudanças comportamentais das pessoas são impulsionadas por fatores internos e externos complexos, por fatores psicológicos individuais, pelo social e pela cultura. Logo, compreender melhor o usuário e suas motivações são essenciais para compreender as relações entre *design*, comportamento e sustentabilidade. Para tal, dois modelos são destacados a seguir.

O modelo sugerido por Tang e Bhamra (2008) faz uma conexão entre antecedentes de mudança comportamental e habitual com vários níveis de estratégias de intervenção de *design*. No modelo, os elementos de mudança de comportamento (intenção, hábitos e controles) são considerados importantes para os antecedentes imediatos e mediadores da mudança comportamental.

Separado em três níveis principais diferentes (informar, persuadir e determinar), o modelo apresentado em Daae (2014) faz uso de um guia que permite ordenar os princípios de *design* com base em dois parâmetros exemplificativos: o grau de controle que um produto permite que o usuário tenha sobre seu comportamento e o grau de obstrução que é projetado na solução. Os autores usam diagramas simples para ilustrar como essa escolha pode ser feita. Na extremidade informativa do espectro, o usuário está completamente no controle, mas recebe informações ou *feedback* sobre o comportamento ou as consequências dele. Na parte persuasiva, o produto assume mais controle tornando o comportamento desejado mais fácil ou intuitivo. As estratégias determinantes tiram o controle do usuário ao restringir determinado comportamento ou executar ações automaticamente.

4.2 DESIGN CENTRADO NO USUÁRIO

O *Design Centrado no Usuário* (DCU) é uma abordagem que coloca em foco as necessidades, capacidades e comportamento humanos e, em seguida, utiliza o *design* para acomodar essas necessidades, capacidades e maneiras de se comportar (NORMAN, 2018). Segundo Still e Crane (2017), o DCU é uma estrutura de processos em que são fornecidas atenção ao usuário em cada estágio do processo de *design* para, assim, gerar soluções que se adaptem melhor a este. Os métodos de pesquisa podem tornar os usuários ativos ao processo de projeto.

Reunida a partir da revisão da literatura relevante dos métodos do DCU, Daae (2014) apresenta uma categorização de métodos de pesquisa do usuário divididos de acordo com a forma como as informações são coletadas: métodos de comunicação com os usuários (baseados em informações providas pelo usuário por meio de entrevistas, grupo focal, pesquisa, protocolo verbal, técnicas conjuntas, análise de desejos e necessidades, classificação de cartões, análise de tarefa de grupo e sondagens), métodos para investigar o que os usuários fazem (reúne informações sobre o usuário ou o contexto indiretamente recorrendo a observação, estudando documentação, etnografia de vídeo, sombreamento, teste de usuário, *design* enfático e pesquisas com foco cultural) e métodos de investigação do que os usuários fazem e de comunicação com os usuários (combinando os anteriores, utiliza-se da etnografia aplicada e inquérito contextual). Apenas os métodos que visam reunir informações sobre o usuário (como hábitos, crenças, atitudes, intenções, restrições, normas e valores dos indivíduos) ou contexto foram incluídos nesta categorização. Ressalta-se que os métodos de comunicação com os usuários são baseados em informações subjetivas fornecidas pelo usuário, no entanto, não são adequados para fornecer informações sobre fatores dos quais o usuário não está consciente, necessitando complementos ao processo.

4.3 DESIGN PARA MUDANÇA DE COMPORTAMENTO

Com o objetivo de descobrir dimensões ao longo das quais um *designer* pode manipular ao projetar um produto que visa a mudança de comportamento, Daae (2014) apresenta uma série de *workshops*. Cada *workshop* consistiu em etapas

como: (i) a introdução do potencial de benefício ambiental da mudança de como as pessoas interagem com produtos; (ii) a apresentação de produtos e a necessidade de considerar *princípios* de *design* que podem afetar o comportamento; (iii) um incentivo a buscar novas dimensões de acordo com a própria experiência e uma explicação das dimensões sugeridas, (iv) uma discussão sobre como a compreensão do comportamento muda por meio do *design* e, por fim, (v) como tais dimensões devem ser apresentadas para apoiar *designers*. Os testes aclararam a necessidade de fornecer uma orientação considerável para entender o desafio, colocá-los em prática e gerar reflexões significativas. Após, com o objetivo de desenvolver suporte para auxiliar a compreensão dos *designers* de DpCS e para ajudar na seleção de princípios de *design* adequados, as dimensões geradas foram estruturadas de uma forma mais clara e lógica, como categorias distintas de como os *designers* podem influenciar o comportamento: controle, obstrução, encorajamento, significado, direção, empatia, importância, tempo e exposição. Ressalta-se que para oferecer suporte aos *designers*, tais ferramentas devem ser fáceis, inspiradoras, flexíveis e rápidas de entender e de implementar, devem oferecer suporte à colaboração, permitir controle aos *designers* e possibilitar a aplicação em partes e não somente ao todo. Para os *workshops* citados foram utilizados pequenos cartões e pôsteres.

4.4 DESIGN PARA O COMPORTAMENTO SUSTENTÁVEL

O *design* ecológico tradicional tem um forte enfoque no lado da oferta (como reduzir impactos por meio de *design* para desmontagem, reciclabilidade, materiais ambientalmente conscientes, entre outros), no entanto, parte das soluções ignora o papel dos seres humanos na equação (WEVER; VAN KUIJK, BOKS, 2008). O reconhecimento de que os usuários desempenham um papel fundamental na geração de mais (ou menos) impacto ambiental durante o uso do produto levou a diversos estudos sobre *design* e como ele pode ser usado para influenciar o comportamento do usuário (DAAE, 2014). Este campo é frequentemente referido como *Design para Comportamento Sustentável* (DpCS) (BOKS; LILLEY; PETTERSEN, 2017). Em suma, a abordagem DpCS implica alterar o *design* de um artefato para que um padrão de interação ou comportamento mais sustentável possa ser alcançado (BHAMRA; LILLEY, TANG, 2011). Os princípios básicos que podem ser encontrados no DpCS tratam de fazer com que se queira (ou não queira) realizar um comportamento desejado ou tornar este mais fácil (ou mais difícil) para ser adotado (NIEDDERER et al., 2014), porém diferentes abordagens podem resultar em um extenso espectro de estratégias.

Um dos pioneiros do DCU, Norman (2018) aborda inúmeros tópicos na sobreposição da psicologia e do *design* (como *affordances*, restrições, *feedback* e modelos conceituais). Mais recentemente, Bhamra, Lilley e Tang (2011) identificam uma coleção de sete estratégias de intervenção para mudança de comportamento e as colocaram em relação ao controle do usuário: ecoinformações estimulam o usuário a refletir sobre seu comportamento a partir da visualização; ecoescolha oferece opções aos usuários e os incentivam a estarem cientes de seu comportamento; *ecofeedback* facilita a tomada de decisões ambientalmente corretas a partir do *feedback*; ecoestímulo usa recompensas ou penalidades para

um comportamento desejado; ecocondução facilita o uso sustentável com ajuda de prescrições de uso e restrições; ecotecnologia usa tecnologia avançada para conter o ou persuadir o comportamento desejado; *design* inteligente diminui o impacto ambiental por meio de soluções de *design* inovadoras sem necessidade de conscientizar ou mudar um comportamento. Embora forneçam *insights* interessantes, Lilley (2009) adverte que tais estratégias não têm sido amplamente aplicadas e há falta de dados sobre sua eficácia e aceitabilidade. Para Lilley, existe um eixo de influência entre usuário e produto que determina onde está o poder na tomada de decisão: algumas soluções de *design* podem simplesmente fornecer informações, outras podem persuadir e seduzir ou ainda podem se concentrar em tornar o comportamento indesejável impossível em busca de um comportamento mais sustentável. Tromp et al. (2011) propõem onze estratégias considerando níveis de força (fraca ou forte) e saliência (oculta ou aparente): criar uma barreira perceptível para o comportamento indesejado; tornar evidente o comportamento inaceitável do usuário (vergonha); fazer do comportamento uma atividade necessária para utilizar um produto; fornecer ao usuário argumentos para um comportamento específico; sugerir ações; desencadear motivações diferentes para o mesmo comportamento; suscitar emoções para desencadear tendências de ação; ativar processos fisiológicos para induzir o comportamento; criar condições ideais para comportamentos específicos; desencadear tendências humanas para respostas comportamentais automáticas e tornar o comportamento desejado o único comportamento possível de realizar. Em Daae (2014) se investiga quando diferentes estratégias podem ter o efeito pretendido de acordo com a divisão de controle entre o usuário e o produto: influências situacionais, processos intencionais, processos habituais e processos normativos.

Conhecido como “*Design com Intenção*”, Lockton, Harrison e Stanton (2010) criaram um conjunto de cartões com sugestões, provocações e exemplos para orientar *designers* ao usar o *design* para influenciar o comportamento. Estes padrões são agrupados em seis “lentes” diferentes: arquitetônicas, à prova de erros, persuasivas, visuais, cognitivas e de segurança. A partir de um subconjunto dos padrões de *design* mais aplicáveis a cada lente, o *designer* formula intenções de projeto em termos de uma gama de comportamentos-alvo. Por exemplo, a “lente arquitetônica” se baseia em técnicas usadas para influenciar o comportamento do usuário em arquitetura, planejamento urbano e disciplinas relacionadas por meio do uso de ângulos; de convergências e divergências; de “correias transportadoras”; pela exclusão de recursos; ao esconder coisas; pelas propriedades dos materiais; em labirintos; caminhos preferidos; posicionamentos; bloqueios; segmentação e espaçamento e simplicidade. Embora o *kit* de ferramentas tenha sido aplicado em contextos de sustentabilidade, também foi desenvolvido como uma ferramenta para *designers* de interação de forma mais ampla.

4.5 CAMINHOS PARA A SUSTENTABILIDADE

Graça, Kowaltowski e Petreche (2011) propõem o uso da metodologia axiomática como uma possibilidade para o gerenciamento de informações durante processos de projetos multidisciplinares. Axiomas são “declarações formais do que as

“As pessoas sabem ou do conhecimento do que as pessoas fazem ou usam diariamente”. Através do mapeamento das necessidades de um problema, o projeto axiomático cria soluções sintetizadas que satisfaçam tais necessidades por meio de requisitos funcionais e parâmetros de projeto. As soluções partem de um conjunto fundamental de princípios que determinam boas práticas de projeto. O método axiomático pode ser visto como uma alternativa a sistematização da tomada de decisão em projeto arquitetônico ao mapear e decompor os parâmetros de projeto e os requisitos funcionais (como controle das águas, fornecimento de energia, estrutura, funcionalidade, conforto térmico, conforto luminoso, acústica) de maneira hierárquica. O uso das estratégias de DpCS em arquitetura se tornam mais claras a partir desses encaminhamentos (Figura 2) e avançam nas decisões de projeto a partir do domínio funcional ou físico até as soluções arquitetônicas (ou pelo caminho oposto).



Figura 2. Exemplificação do emprego de diferentes estratégias em diversos domínios. Do autor

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2017), por meio da ABNT NBR 16636-2, orienta o planejamento e o desenvolvimento de projetos arquitetônicos em todas as suas etapas. Até a fase de estudo preliminar o projeto deve ser orientado por informações de referência a utilizar (programa de necessidades, levantamentos e estudo de viabilidade), informações técnicas a produzir (funções, usos, formas, dimensões, localização; elementos construtivos, tecnologias; soluções alternativas, vantagens e desvantagens) e documentos técnicos a apresentar (desenhos, textos, perspectivas, maquetes, fotografias e outros recursos audiovisuais). Com estas diretrizes foi criado um *framework* de um processo para elaboração de projetos de arquitetura integrando aos conceitos de DpCS.

5. RESULTADOS

O estudo de métodos de projeto busca transformar a posição do projetista como criador de um processo “mágico” (uma caixa preta) para o desenvolvimento do projeto a partir de etapas de resolução de problemas. Assim, as principais contri-

buições da revisão da literatura são mapeadas e propostas em um mapa do processo de projeto de arquitetura para comportamentos mais sustentáveis (Figura 3).

O diagrama se organiza em dois eixos. O eixo horizontal tem como linha guia os estágios evolutivos dos “Princípios de mudança de comportamento” (DAAE, 2014) e o “Modelo de intervenção de comportamento de *design*” (TANG; BHAMRA, 2008) e o conjunto é desenhado baseado no diagrama de suporte a decisão de De Medeiros; Rocha e Ribeiro (2018). O eixo vertical representa um encapsulamento das informações referentes a cada fase (em tons cinzas que escurecem à medida que os estágios avançam). Este nível de abstração é importante pois o processo não deve ser visto como uma fórmula determinística de soluções. O projetista deve ser livre para usar o método em sua totalidade ou abordar apenas as fases que considerar mais importantes ao envolver os aspectos relacionados ao usuário (em laranja) e os aspectos relacionados ao processo de projeto de arquitetura (em azul). O projetista tem a função de mediar ambos os lados e, quando a relação não é clara, o diagrama não define cores, permanecendo branco. Considera-se que projetar visando mudar o comportamento do usuário envolve três fases:

- i Análise: o momento de coleta de informações. A NBR-16636-2 lista as informações a utilizar em projeto, como o levantamento de dados para arquitetura e de outras disciplinas, os parâmetros de projeto e os requisitos funcionais. O foco é escolher os métodos corretos para coletar informações a partir do usuário. Estas podem identificar os fatores mais importantes para o usuário: o que ele deseja, os hábitos, o que o usuário pensa ser certo ou errado, etc.

Uma vez que as informações sobre o usuário e o contexto foram coletadas, é importante estar ciente dos comportamentos que tanto causam impacto ambiental quanto são possíveis de serem afetados por meio do *design*. Por exemplo, o “encorajamento” deve promover o desejado ou o indesejado deve ser desencorajado? Ao mediar o processo o projetista pode apresentar o potencial de benefício ambiental de como as pessoas interagem com os ambientes a partir de ilustrações e com uma explicação de como diferentes princípios podem induzir ao comportamento pretendido. O objetivo deste estágio é estudar e compreender as características do usuário e do ambiente.

- ii Criação: o desenvolvimento de ideias. Os princípios de *design* que são direcionados à mudança de comportamento se transformam em soluções respondendo a uma função, um uso, uma forma, etc. Aqui utilizam-se as estratégias de DpCS sugeridas, seja selecionando soluções preexistentes ou criando-as. O objetivo é descobrir como o ambiente pode ser projetado para atender aos requisitos de comportamento. A experiência de cada participante pode apoiar o processo ao fornecer novas inspirações e soluções.

A etapa de solução criativa de problemas é similar a outros processos de *design* e pode envolver *brainstormings*, *workshops*, etc. Ao sugerir soluções, o projetista pode mediar as informações, apresentar as consequências esperadas dos princípios de *design* e orientar quais soluções podem ser mais adequadas para afetar o comportamento. O poder de decisão deste estágio possui níveis de controle tanto pela arquitetura, quanto pelo usuário (setas no diagrama). Por exemplo, é possível facilitar um comportamento para que ele se torne habitual, combinando-o a uma rotina existente? Ou usar as propriedades dos materiais para fazer algumas ações mais confortáveis que outras?

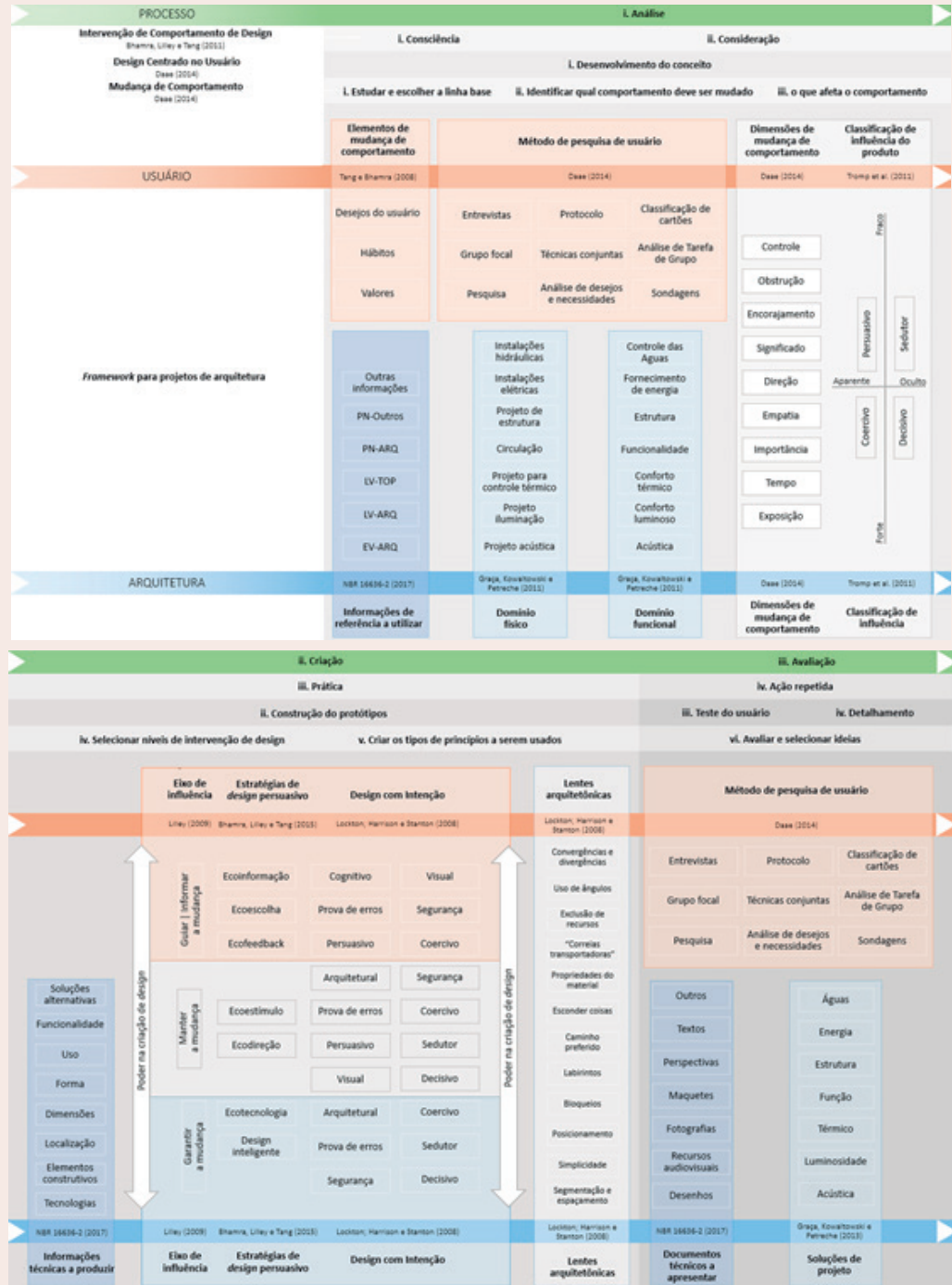


Figura 3. Framework com os conceitos e estratégias de DpCS e etapas do processo de projeto de arquitetura nos estágios de Análise (acima), Criação e Avaliação (abaixo).
Do autor

Avaliação: a validação das soluções. O desafio é avaliar as ideias de maneira estruturada e identificar as mais promissoras. Para isso, pode-se avaliar como as ideias cumprirão uma lista de requisitos. Uma vez que as ideias mais promissoras tenham sido selecionadas, o processo de *design* centrado no usuário pode ser incorporado utilizando-se de protótipos e de testes de usuário até o detalhamento final. Para aproximar a resolução das ideias criadas aos desafios originais, uma nova avalia-

ção com base em métodos de pesquisa de usuários pode ser feita. Esta pode ser interna (com os participantes do processo) ou externa (por plataformas de colaboração online, por exemplo). O objetivo é eleger as melhores soluções.

A fase de avaliação pode ser posicionada com o *output* servindo de *input* e o projetista sendo inserido no processo não apenas como agente, mas como um observador de segunda ordem no *feedback looping* característico proposto pela Cibernética de Segunda Ordem.

6. CONCLUSÕES

O mapa resultante possibilita uma visão ampla da revisão da literatura do *DpCS*, propõe caminhos e os expandem para novas soluções de *design* preocupados com a sustentabilidade. No entanto, aplicar as recomendações com as variações inerentes às atividades e relações do cotidiano pode ser desafiador visto que os dados sobre o comportamento humano são frequentemente qualitativos. Ressalta-se que, devido à complexidade do campo da Arquitetura e Urbanismo, é desejável considerar a possibilidade de recortes mais focados, assim, a criação de cartões para áreas específicas pode se tornar útil. Apesar disso, pesquisas futuras podem explorar relações com outras áreas do *design* como o *Design* de Experiência do Usuário, o *Design* Colaborativo e a Gamificação. Por fim, compreendemos que o mapa proposto pode ser usado como diretriz para auxiliar *designers* na exploração de novas oportunidades de *design*.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2017). ABNT NBR 16636-2. Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Parte 2: Projeto arquitetônico. Rio de Janeiro: ABNT.

Bhamra, T.; Lilley, D. (2015). IJSE special issue: Design for sustainable behaviour. *International Journal of Sustainable Engineering*, 8, p. 146-147.

Bhamra, T.; Lilley, D.; Tang, T. (2011). Design for sustainable behaviour: using products to change consumer behaviour. *The Design Journal*, 14, p. 427-445.

Boks, C., Lilley, D., & Pettersen, I. N. (2015). The future of design for sustainable behaviour, revisited. In: M. Matsumoto, K. Masui, S. Fukushige, S. Kondoh (Org.), *Sustainability through innovation in product life cycle design*. Singapore: Springer, p. 675-689.

Ceschin, F.; Gaziulusoy, I. (2016). Evolution of design for sustainability: from product design to design for system innovations and transitions. *Design Studies*, 47, p. 118-163.

Chamberlin, L.; Boks, C. (2018). Marketing approaches for a circular economy: using design frameworks to interpret online communications. *Sustainability*, 10, p. 2070.

- Daae, J. Z. (2014). Informing design for sustainable behaviour. Tese de doutorado (Doutorado em Filosofia). Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Engineering Science and Technology. Trondheim, Noruega.
- De Medeiros, J.F.; Rocha, C.; Ribeiro, J. (2018). Design for sustainable behavior (DfSB): analysis of existing frameworks of behavior change strategies, experts' assessment and proposal for a decision support diagram. *Journal of Cleaner Production*, 188, p. 402-415.
- Ehrenfeld, J. (2008). *Sustainability by Design: A subversive strategy for transforming our consumer culture*. New Haven: Yale University Press.
- Graça, V.A.C.; Kowaltowski, D.C.C.; Petreche, J.R.D. (2011). O projeto axiomático. In: Kowaltowski, D. et al. (Org.). *O processo de projeto em arquitetura*. São Paulo: Oficina de Textos, p. 151-180.
- Lilley, D. (2009). Design for sustainable behaviour: strategies and perceptions. *Design Studies*, 30, p. 704-720.
- Lockton, D.; Harrison, D.; Stanton, N. (2008). Making the user more efficient: design for sustainable behaviour. *International Journal of Sustainable Engineering*, 1, p. 3-8.
- Lockton, D.; Harrison, D.; Stanton, N. (2010). *Design with intent: 101 patterns for influencing behaviour through design*. Windsor: Equifine.
- Niedderer, K.; MacKrill, J.; Clune, S.; Lockton, D.; Ludden, G.D.; Morris, A.; Cain, R.; Gardiner, E.; Gutteridge, R.; Evans, M.; Hekkert, P. (2014). *Creating sustainable innovation through design for behaviour change: full report*. University of Wolverhampton, Project Partners & AHRC.
- Norman, D. (2018). *O design do dia-a-dia*. Rio de Janeiro: Anfiteatro.
- Spencer, J.; Lilley, D.; Porter, S.C. (2015). The implications of cultural differences in laundry behaviours for design for sustainable behaviour: A case study between the UK, India and Brazil. *International Journal of Sustainable Engineering*, 8, p. 196-205.
- Still, B.; Crane, K. (2016). *Fundamentals of user-centered design: a practical approach*. Boca Raton: CRC Press.
- Tang, T.; Bhamra, T. (2008). Changing energy consumption behaviour through sustainable product design. In: *International Design Conference, 10., 2008, Dubrovnik. DS 48: Design 2008: Proceedings...* Dubrovnik: International Design Conference. p. 1359-1366.
- Tromp, N.; Hekkert, P.; Verbeek, P. (2011). Design for socially responsible behavior: a classification of influence based on intended user experience. *Design Issues*, 27, p. 3-19.
- Wever, R.; Kuijk, J.V.; Boks, C. (2008). User-centred design for sustainable behaviour. *International Journal of Sustainable Engineering*, 1, p. 9-20.
- Wilson, G.T.; Bhamra, T.; Lilley, D. (2016). Evaluating feedback interventions: a design for sustainable behaviour case study. *International Journal of Design*, 10, p. 87-99.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil e com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

SESSÃO 9
EDIFICAÇÕES
SUSTENTÁVEIS:
PARTICIPAÇÃO
E EDUCAÇÃO

ARTIGO

CENTROS COMUNITÁRIOS DE BAIRRO E GERAÇÃO DE RENDA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES EM COMUNIDADES VULNERÁVEIS

NERBAS, Patrícia de Freitas
(fnerbas@unisin.br)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil

LIMA, Márcia Azevedo de
(malima@unisin.br)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil

LAZZARETTI, Diógenes Igor
(d.lazzaretti@hotmail.com);

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil

GOMES, Marthial Rieger Morem
(marthialmorem@gmail.com)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil

ROSSI, Nichele
(nichelerossi@hotmail.com)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil

REICHELT, Pedro Fracasso
(pedroreichelt@gmail.com)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Centros comunitários, equipamentos de geração de renda; América Latina; tecnologias sociais; processos colaborativos.

RESUMO

A escassez de recursos econômicos é uma realidade, especialmente nos países em desenvolvimento que, devido à pandemia da COVID-19, vem se agravando ainda mais. Por isso, considerando os desafios do desenvolvimento sustentável apresentados na Agenda 2030, especialmente o objetivo 11 - tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, entende-se a importância de buscar soluções que ajudem a mitigar essa escassez de recursos, através de desenho urbano mais adequado para nossas cidades. Neste sentido, este artigo propõe o debate sobre espaços comunitários voltados para a geração de renda, identificando desafios e oportunidades em comunidades vulneráveis no contexto dos países em desenvolvimento. Para tanto, foi realizada breve revisão da literatura sobre centros comunitários e equipamentos de geração de renda na América Latina. A partir disso, foram selecionados projetos implantados em diferentes países que procuram responder demandas locais, por meio de tecnologias sociais e processos colaborativos de projeto e auto construção assistida. A intenção foi de analisar e identificar características comuns entre os projetos, sistematizar os dados e resultados parciais da pesquisa. Assim, este artigo pretende contribuir para o debate de soluções de desenho urbano adaptáveis ao contextos locais, para melhorar a qualidade de vida e contribuir para a produção de cidades mais inclusivas, resilientes, sustentáveis e saudáveis.

SESSÃO 9
EDIFICAÇÕES
SUSTENTÁVEIS:
PARTICIPAÇÃO
E EDUCAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A escassez de recursos econômicos é uma realidade, especialmente nos países em desenvolvimento que, devido à pandemia da COVID-19, vem se agravando ainda mais. Dados recentes mostram que as vulnerabilidades econômicas e socioambientais crescem vertiginosamente diante do contexto mundial de escassez de recursos e do fenômeno Covid-19 (INSTITUTO PÓLIS, 2020). Neste sentido, a relevância dos espaços urbanos como lugares de transformação de realidades sociais, econômicas e ambientais evidenciam a importância de projetos de cidades saudáveis, educadoras e sustentáveis para mitigar essas vulnerabilidades e ampliar ofertas para implementar a qualidade de vida de todos.

Ao olhar a história da Arquitetura e Urbanismo, percebe-se que no início do século XIX os arquitetos do período moderno já estavam debatendo sobre arquitetura e cidades como direito universal. Neste momento, as soluções que pautavam questões sobre as demandas socioeconômicas se concentravam em definições sobre o habitar mínimo, a racionalização construtiva e o entremear com a natureza, com muitos desdobramentos e soluções que transitavam entre a escala da cidade e do edifício. No entanto, a visão sistêmica da natureza e economia, os processos de projeto e construção colaborativas, assim como alternativas com o uso de tecnologias sociais, eram desconhecidas e/ou ainda não aprofundadas. A mudança de paradigma no campo do conhecimento de Arquitetura e Urbanismo é natural à própria essência da profissão. Eventos como a Bienal de Veneza, com o tema 'Reporting From The Front', realizada em 2016 e o UIA, com o tema 'Todos os Mundos um só Mundo', realizado em 2021 representam estas mudanças sobre o atuar dos arquitetos e urbanistas em seus territórios. Concursos de projetos na área da arquitetura (ONU HABITAT, 2019; CAU, 2019) também corroboram a interdependência entre os sistemas físicos que configuram as cidades e os aspectos sociais, econômicos e ambientais. Estes eventos reforçam e ampliam o olhar sobre os espaços para além do habitar.

A partir dos resultados do Programa Minha Casa Minha Vida e dos investimentos públicos anteriores relacionados ao BNH, observa-se que concentrar os esforços em soluções específicas na escala do habitar doméstico não é o suficiente. Além disso o habitar pressupõe a necessidade de espaços e serviços públicos essenciais para a qualidade de vida humana. Ainda no século XIX, Clarence e Perry (CASTELLO, 2008) demonstram em suas pesquisas que a escala doméstica inclui serviços e equipamentos, tais como praças, escolas, comércios e serviços públicos, entre outros, e formulam princípios para a criação de unidades de vizinhanças. Estudos na área de assistência social, sociologia e arquitetura social corroboram o fato de que subsidiar os processos de acesso à habitação são direitos fundamentais e vão além, apontam que o direito à cidade, serviços e equipamentos públicos que possam garantir qualidade de vida das pessoas incluem aspectos relacionados aos direitos humanos essenciais como renda, saúde, educação e lazer.

1.1 ESPAÇOS COMUNITÁRIOS COMO TRANSFORMAÇÃO DE VULNERABILIDADES: ARQUITETURA COMO PROJETO INACABADO

Segundo Cutter (1996), estar vulnerável é estar em risco. A vulnerabilidade é usualmente associada a fatores socioeconômicos, entretanto, o Atlas de Vulnerabilidade Social (IVS, 2021) alerta que as comunidades podem estar em situação de vulnerabilidade devido a problemas climáticos, geográficos e ambientais. Neste sentido, ao observar a realidade da América Latina, percebe-se que as comunidades que apresentam vulnerabilidade socioeconômica, também estão localizados em territórios com riscos ambientais e falta de infraestrutura pública. Diante desse cenário de carência, a criação de espaços adequados que possam criar oportunidades para o desenvolvimento comunitário é fundamental. Espaços que atendam aos conceitos de desenvolvimento comunitário, “uma técnica social de promoção do homem e de mobilização de recursos humanos e institucionais” pautam suas ações na “participação ativa e democrática da população, no estudo, planejamento, e execução de programas ao nível de comunidades de base, destinados a melhorar o seu nível de vida” (Carmo, 2001: 4). O objetivo é a união da população com os agentes públicos, a fim de melhorar a situação econômica, cultural e social e integrar-se na vida da nação e contribuir para o progresso nacional geral. (Silva, 1963: 543).

Há diversas interpretações para os espaços comunitários. Aqui, parte-se do pressuposto de que são espaços socialmente compartilhados, de natureza polifuncional, assumindo funções de acordo com definições e significados que emergem das ações entre a própria comunidade. Na perspectiva adotada, os espaços comunitários são catalisadores para o desenvolvimento local, são condições fundamentais para a articulação social e estrutura para as ações humanas. Os espaços como dimensão chave, tanto para a emergência, o enriquecimento e a consolidação de ações para geração de renda e transformações socioambientais locais (BONFIM, 2000). Ressalta-se que o direito à cidade vai muito além dos princípios relacionados na legislação brasileira que, segundo Baltazar e Kapp (2006), “ênfatisa o direito dos usuários sobre os serviços e equipamentos públicos disponíveis ou não nos espaços urbanizados. Referimo-nos no direito dos cidadãos coparticiparem dos processos de decisão e transformação do território da cidade, assim como sugere as formulações teóricas de Lefebvre (2008), retomadas por Harvey (2008), que descreve a relevância das ações coletivas nas cidades, sobre o que e como a cidade pode ser e ter.”

Em complemento, a Rede de Tecnologias Social (RTS) foi fundada em 2005 como estratégia de desenvolvimento local (RTS, 2005). Tecnologias sociais são ferramentas importantes que permitem as trocas entre o saber acadêmico e popular. São o conjunto de métodos e técnicas direcionadas às necessidades da comunidade, objetivando a transformação e melhoria das condições de vida da sociedade por meio das experiências. A comunidade se apropria do conhecimento repassado adaptando aos saberes populares e condições ambientais daquela região do país, transformando sua realidade. São atitudes capazes de resultar em melhorias físicas, do entorno e edificações, e melhorias sociais como inclusão social e geração de renda (RTS, 2004).

Observa-se que a produção espontânea dos espaços da cidade resulta em distinções espaciais e socioeconômicas, preocupantes para a população que habita estes lugares, assim como para todo o território da cidade. Entretanto, há oportunidades para a geração de renda e processos de aprendizagem na ação na requalificação da cidade informal, pois segundo Baltazar e Kapp (2006) estes espaços permitem maior autonomia no processo de tomada de decisões por parte dos usuários e construtores. Neste contexto, a criação de espaços comunitários para territórios informais, pode ser um meio importante de transformação socioeconômica, pois o processo de projeto, construção e apropriação destes espaços oportuniza o encontro entre diferentes processos de aprendizado na ação. São projetos inacabados, com oportunidades e desafios de transformação. Sigfried Giedion, nos anos 1920, já alertava para o fato de que seria interessante considerar a arquitetura diante da lógica de um produto inacabado, (apud Baltazar e Kapp, 2006). Ou seja, um produto em constante processo de uso, permanência e transformação.

Com base no exposto e considerando os desafios do desenvolvimento sustentável apresentados na Agenda 2030, especialmente o objetivo 11 - tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, entende-se a importância de buscar soluções que ajudem a mitigar essa escassez de recursos, através de desenho urbano mais adequado para nossas cidades. Neste sentido, este artigo propõe o debate sobre espaços comunitários voltados para a geração de renda, identificando desafios e oportunidades em comunidades vulneráveis no contexto dos países em desenvolvimento. Assim, tem como objetivo sistematizar estratégias projetuais para esses equipamentos comunitários para comunidades em situação de vulnerabilidade social, a partir de processos colaborativos e executados com métodos de autoconstrução orientada por profissionais da Arquitetura e Urbanismo. A intenção é demonstrar as ações integradas como importante solução para o desenvolvimento sustentável, pois a criação destes espaços são alternativas de auto gestão, fortalecimento das redes sociais, além de serem espaços apropriados à geração de renda local e implementação das metas propostas na Agenda 2030.

2. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos deste trabalho, foi realizada breve revisão da literatura sobre centros comunitários e equipamentos de geração de renda, bem como sobre espaços comunitários como transformação de vulnerabilidades e a natureza dos espaços comunitários: a arquitetura como projeto inacabado. A partir disso, foram selecionados quatro projetos implantados em diferentes países que procuram responder demandas locais, por meio de tecnologias sociais, processos colaborativos de projeto, autoconstrução assistida e aplicam estratégias de bioarquitetura. Os projetos selecionados são espaços destinados à geração de renda e/ou aos processos de educação continuada e promoção da cultura local, situam-se em territórios vulneráveis de países da América Latina. A intenção foi analisar e identificar características comuns entre os projetos, sistematizar os dados e resultados parciais da pesquisa com vistas a aprofundamentos e detalhamentos futuros.

Nas últimas décadas, os arquitetos buscam relações entre as tradições culturais e os valores sociais, as características da cidade em que se trabalha, aspectos individuais locais, sem perder de vista as demandas ambientais globais. Portanto, a análise projetual identificou se há uma tipologia que se repete entre os projetos estudados, observando os aspectos tradicionais dos projetos de arquitetura, tais como as relações formais com o lugar, o programa e a materialidade, conforme tríade vitruviana. Além disso, foram analisadas as características relacionadas às estruturas físicas destes espaços, considerando os temas da sustentabilidade ambiental, comumente abordados em sistemas de certificações ambientais, tais como: (a) relações com paisagem local; (b) águas; (c) eficiência energética e conforto ambiental; (d) sistemas e materiais. Essa análise visa facilitar a compreensão desses espaços na escala microlocal para orientar políticas e programas públicos locais.

3. CENTROS COMUNITÁRIOS NO TERRITÓRIO DA AMÉRICA LATINA

A análise dos projetos verificou correspondências programáticas, formais, de materialidade entre cada situação típica dos espaços comunitários, edifício e espaço livre, que se repete nestes diferentes territórios, assim como as individualidades específicas a cada lugar. Busca compreender se há correlações entre os tipos de espaços criados, as formas de apropriação e as possibilidades de geração de renda e/ou aprendizagem continuada. Os quatro projetos analisados se situam no Equador, Peru, Colômbia e Brasil.

3.1 CENTRO COMUNITÁRIO RENASCER DE CHAMANGA

O Centro Comunitário Renascer (Figura 1), foi executado em San José de Chamanga, Esmeraldas, no Equador, 2016, em processo colaborativo de projeto com o Estudio, MCM+A e Martín Rea, Al Borde, Patricio Cevallos e o Sindicato local. O processo de auto construção assistida pelo mesmo grupo do projeto, contou com a participação da Comunidade Nova Jerusalén, Actuemos do Equador e com voluntários nacionais e internacionais. O território é uma localizado na zona rural, no extremo sul da Província de Esmeraldas. O clima tropical, com chuvas distribuídas ao longo de todo o ano, caracteriza-se por dias normalmente nublados (WEATHER SPARK, 2021). Portanto, as estratégias de conforto são a ventilação permanente em todas as direções. Para mitigar o calor da incidência solar das coberturas de zinco foram dispostas peças de bambu, entre as vigas do mesmo material e o telhado de zinco, de modo a reduzir a transmissão de calor abaixo da cobertura. Além disso, foi criado um sistema de proteção solar na parte superior da fachada principal, para mitigar a incidência direta de sol.



Figura 1. Moradores em frente à fachada principal e no interior da edificação.
Fonte: <http://www.ramaestudioec.com/casacomunalrenacerdechamanga-2/> (2021)

O programa proposto inclui uma área coberta para eventos comunitários, cozinha, espaço para refeições, sanitários e recreação infantil. A estrutura formal contempla uma planta livre com materialidade composta por materiais de baixo impacto ambiental tais como o bambu guadua, troncos de teca e pneus reciclados, assim como alguns elementos constituídos por tecnologias comuns à localidade, tais como o concreto e telhas de zinco. O projeto surgiu por meio de oficinas comunitárias, que buscaram entender as necessidades e técnicas locais (RAMA ESTUDIO, 2016). Ao observar as imagens de satélite da área onde se insere o projeto, percebe-se a presença predominante de edificações térreas e informais, com cobertura de telhas de zinco e fechamentos ora de alvenaria, ora de painéis de bambu entrelaçado. Deste modo, o projeto construído em bambu, em único pavimento, e coberto, também, por telhas de zinco, condiz com o entorno e materialidade locais.

3.2 ESPAÇO COMUNITÁRIO DO REFEITÓRIO SAN MARTÍN

O espaço Comunitário do Refeitório San Martín (Figura 2), foi executado no Barrio de La Balanza, Distrito de Comas, Lima (Peru). O processo de auto construção assistida contou com a participação de NN arquitetos, construtores do bairro, CAPLaB (Centro de Aprendizaje y Producción de La Balanza) e voluntários locais. (ARCHDAILY PERU, 2021). O clima local tem um verão árido e quente, com céu encoberto e inverno longo, mas ameno, seco. (WEATHER SPARK, 2021a). Portanto, o espaço foi pensado para ter ventilação cruzada e permanente no segundo pavimento, com pé-direito duplo. Na cozinha, as esquadrias são altas para saída de calor e por aproveitamento dos espaços internos.



Figura 2. Estrutura pré-existente, processo e acréscimo espaço multiuso.
Fonte: https://issuu.com/revista-a-pucp/docs/revista_a13-arq-pucp (2019)

O território local tem vocação cultural com forte foco no teatro de rua. O refeitório está inserido em uma quadra que abriga duas quadras esportivas, onde acontece a FITECA (Fiesta Internacional de Teatro en Calles Abiertas) e uma escola de educação primária. O projeto consiste na reforma e ampliação do Refeitório popular San Martin, transformando o mesmo em um centro cultural. O programa proposto inclui cozinha comunitária, refeitório com áreas de estar, sala de usos múltiplos, biblioteca, sanitários e horta comunitária. Na horta são cultivadas parte dos alimentos preparados no refeitório (CITIO e CCC, 2019). Resultado de um processo de colaborativo e auto construção assistida, sobre um edifício pré-existente. O acréscimo de área ao novo programa tem uma estrutura formal de planta livre e foi executado de estrutura metálica com fechamentos compostos por molduras em OSB que podem ser preenchidas de diversas maneiras. Os painéis de vedação são modulares e executados com material de reuso, pelos próprios moradores.

3.3 OFICINA DE COSTURA COMUNITÁRIA AMAIRIS

A oficina de Costura Comunitária Amairis (Figura 3), foi executada na zona rural da Comunidade de San Isidro, Puerto Caldas, Pereira, Colômbia, em 2019, pelo coletivo Ruta 4 Taller. O clima é típico temperado, quente com pluviosidade significativa ao longo do ano. O projeto segue o ritmo do movimento solar local. (SECRETARÍA DE PLANEACIÓN, 2014).



Figura 3. Área de trabalho e fachadas.

Fonte: <https://issuu.com/ruta4arquitectura/docs/portafolio> (2020)

O edifício está inserido em meio a um complexo de equipamentos comunitários. A ideia do projeto surge da condição rural em um contexto específico; onde a planície que projeta o vale do rio, as colinas distantes, o pôr-do-sol a oeste, as culturas de milho e o céu azul desbotado, são as premissas fundamentais para delimitar e configurar a ideia construída. O programa do projeto inclui um setor de confecção, setor de corte, área de exposição, armazenamento, escritório, banheiros públicos, copa. (ARCHDAILY BRASIL, 2020). A estrutura formal parte de uma planta livre, com materialidade de bambu guadua e blocos cerâmicos na composição da fachada. “O projeto é implantado no terreno a partir do reconhecimento do trânsito solar que altera a fachada principal e como esta condição determina um dispositivo dinâmico que permite uma variação de aberturas” (ARCHDAILY BRASIL, 2020). A forma linear e a planta livre procuram atender as demandas da economicidade e adaptabilidade dos usos. Os sistemas e técnicas são apropriados às condições regionais e às tradições dos construtores da localidade.

3.4 COOPERATIVA DAS MULHERES PRODUTORAS DE CASTANHAS DE CAJU

A Cooperativa das Mulheres produtoras de Castanhas de Caju (Figura 4), foi executada em Nova Vida, no município de Bom Jesus das Selvas, do Maranhão/ Brasil, em 2018, pela equipe do Estúdio Flume. A execução foi feita através de mutirões com a equipe de arquitetos, o mestre de obra Severino Macedo Horas e mulheres da Cooperativa de Produtores. É uma pequena comunidade na zona rural, com edificações térreas de alvenaria autoportante e telhado cerâmico. O clima é tropical semiúmido, quente. (IBGE, 2020). Portanto, a ventilação foi uma premissa, sendo adotado o próprio bloco cerâmico de 8 furos usado na construção, como elementos vazados para propiciar ventilação permanente.

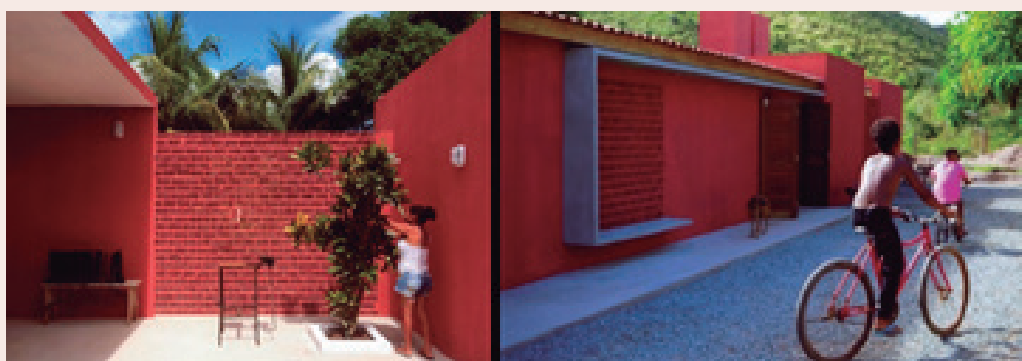


Figura 4. Pátio e fachada de convivência para vizinhança.

Fonte: <http://www.estudioflume.com/flume-castanhas-de-caju> (2021)

O programa proposto inclui área de cozinha e de produção, sanitários, espaço para venda e administração, pátios interno e externo. Estes pátios articulam atividades com a comunidade local, pois há ausência de equipamentos públicos na comunidade. Na fachada frontal os elementos como a marquise e banco de concreto são convites para a comunidade (ARCHDAILY BRASIL, 2020). A obra parte de uma estrutura pré-existente e segue a mesma composição de materialidade feita por tijolos cerâmicos e cobertura de telhas cerâmicas. Além de reaproveitar ao máximo a residência existente de alvenaria, foram incluídos materiais disponíveis no povoado, num processo de criação coletiva com a comunidade. Princípios da permacultura também foram incorporados, sobretudo pela falta de sistema de esgoto e abastecimento regular de água potável. Na construção, foram inseridos coleta de água da chuva, biodigestor de fossa séptica para o tratamento de esgoto e círculo de bananeiras para filtrar as águas cinzas. A ideia do estúdio é que estas técnicas possam ser difundidas e replicadas na comunidade (SustentArqui, 2020). Traçando um paralelo entre os projetos analisados percebe-se que apesar das diferenças projetuais pertinentes a cada território, todos tem em comum o processo de projeto colaborativo e de auto construção assistida. Todos foram desenvolvidos com a participação dos moradores, grupos de voluntários e arquitetos responsáveis, a partir de diferentes técnicas e oficinas, sobre processos de criação colaborativos e técnicas sociais, de baixo custo e algumas soluções que podem mitigar impacto ambiental, além de promover a economicidade no uso de materiais

loais. As oficinas têm como finalidade a transferência de tecnologias e oportunizar a criação de soluções sustentáveis, amigáveis ao ambiente no qual se inserem, adaptáveis às necessidades sociais locais e que possam proporcionar alternativas de geração de renda para o bairro. Cada projeto apresenta suas particularidades, conforme condições físicas, como percurso solar, clima e características humanas de cada território. Além disso, a disponibilidade de materiais de cada região foi determinante para a escolha das técnicas e abordagem projetual. Portanto, todos têm como finalidade atender os processos de coparticipação nos processos de transformação do território das cidades, recomendados por Baltazar e Kapp (2006).

4. CONCLUSÕES

Este artigo é fruto de um estudo exploratório sobre o tema e apresenta resultados parciais da pesquisa em desenvolvimento. O breve recorrido teórico sobre centros comunitários e equipamentos de geração de renda na América Latina, bem como sobre espaços comunitários como transformação de vulnerabilidades e a natureza dos espaços comunitários, contribui para a análise da relevância dos processos colaborativos de projeto e autoconstrução assistida. Os quatro projetos analisados, implantados em diferentes países procuram responder às demandas de cada território, sem perder de vista objetivos regionais e globais, conforme agendas internacionais. Em comum são projetos que atendem as demandas locais por meio de tecnologias sociais e processos colaborativos de projeto e autoconstrução assistida.

Esses projetos levam o imaginário do arquiteto e urbanista ao cotidiano de comunidades vulneráveis e propõem soluções espaciais que incluem estratégias de baixo custo e sustentabilidade ambiental, como meio eficaz para a criação de tecnologias sociais pautadas nos recursos disponíveis em cada região. Estratégias para a construção de espaços que possam oportunizar a regeneração de culturas e fomentar a economia local. O debate sobre o fazer juntos, significa ampliar as possibilidades profissionais dos arquitetos e urbanistas, que saem da passividade de responder solicitações de clientes específicos e se tornam agentes propositivos, ao observar e vivenciar as dinâmicas que regem as cidades. São projetos não caracterizados por um produto acabado e um resultado autoral. O maior aprendizado se situa no processo de projeção e construção, que reúnem várias vozes.

Arquitetura para regenerar economias, culturas e paisagens. Um desafio que transpassa fronteiras e o meio de diálogo não é exclusivamente técnico. Desenhos técnicos e mapas são abstrações, portanto os projetos apresentados demonstram a necessidade do arquiteto aprender a partilhar melhor suas ações com outros cidadãos. São processos que não tem uma regra clara pré-estabelecida, tampouco há um único tipo de classificação. Projetos que reconhecem a existência de outros saberes e os arquitetos e urbanistas são parte, estão em constante aprendizagem, provocam diálogos e mediam encontros e desencontros entre as soluções pensadas em comunidade. Por fim, este artigo pretende contribuir para o debate de soluções de desenho urbano adaptáveis aos contextos locais e alinhadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030, para melhorar a qualidade de

vida e contribuir para a produção de cidades mais inclusivas, resilientes, sustentáveis e saudáveis.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCHDAILY BRASIL (2017a). Centro Comunitário Renascer de Chamanga / Actuemos Ecuador. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/884772/centro-comunitario-renascer-de-chamanga-actuemos-ecuador?ad_medium=gallery.

ARCHDAILY BRASIL (2020). Oficina de Costura Comunitária Amairis/Ruta 4 Taller. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/938831/oficina-de-costura-comunitaria-amairis-ruta-arquitectura>.

ARCHDAILY BRASIL (2020). Sede Castanhas de Caju / Estudio Flume. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/931333/sede-castanhas-de-caju-estudio-flume>.

ARCHDAILY PERU (2017). De Comedor a Local Comunal: Un proyecto que enmarca la memoria del barrio La Balanza-Comas en Lima. Disponível em: <https://www.archdaily.pe/pe/867095/de-comedor-a-local-comunal-un-proyecto-que-enmarca-la-memoria-del-barrio-la-balanza-comas-en-lima>

BALTAZAR E KAPP, Silke (2006). Por uma Arquitetura não Planejada: o arquiteto como designer de interfaces e o usuário como produtor de espaços. Disponível em: http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/01_biblioteca/arquivos/baltazar_06_por_uma_arquitetura.pdf

BONFIM, Catarina de Jesus (2000). Centro Comunitário. Disponível em: https://www.seg-social.pt/documents/10152/13331/Centro_comunitario/a0a29948-aba9-446b-afc0-8561ad725e37/a0a29948-aba9-446b-afc0-8561ad725e37.

CARMO, Hermano (2001) - A actualidade do desenvolvimento comunitário como estratégia de intervenção social [Em linha]. In *Actas da 1ª Conferência sobre desenvolvimento comunitário e saúde mental*. Lisboa: ISPA, p. 1-28.

CASTELLO, Iara Regina (2008). Bairros, loteamentos e condomínios: elementos para o projeto de novos territórios habitacionais. Porto Alegre: Editora da UFRGS.

CAU (2019). Conheça os vencedores do Concurso de Ideias. Disponível em: <https://www.caus.gov.br/conheca-os-vencedores-do-concurso-de-ideias-casa-saudavel-cidade-saudavel/>.

CUTTER, SUSAN (1996). Vulnerability environmental hazard. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/030913259602000407>.

CITIO e CCC. Proyecto Fitekantropus. In: Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Año 11, N°13, junio 2019. Disponível em: https://issuu.com/revista-a-pucp/docs/revista_a13-arq-pucp

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021). Cidades e Estados. Portal Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/bom-jesus-das-selvas/panorama>. Acesso em 16 Jul 2021.

- IVS (2021). Atlas de Vulnerabilidade Social. Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/>. Acesso em 15 de julho de 2021.
- INSTITUTO PÓLIS (2020). Quem são as pessoas mais afetadas pela pandemia? Disponível em: <https://polis.org.br/noticias/quem-sao-as-pessoas-mais-afetadas-pela-pandemia/>
- ONU HABITAT (2019). Onu Habitat: O mais recente de arquitetura e notícia. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/tag/onu-habitat>.
- RAMA ESTUDIO (2016). Casa Comunal Renacer de Chamanga. Quito. Disponível em: <http://www.ramaestudioec.com/casacomunalrenacerdechamanga-2/#>.
- RTS (2004). Rede de Tecnologia Social. Caderno de Debate: Tecnologia Social no Brasil – direito à ciência e ciência para a cidadania. São Paulo: RTS.
- RTS (2005). Rede de Tecnologia Social. Documento Constitutivo da Rede de Tecnologia Social. Disponível em: <http://www.rts.org.br/rts/a-rts/historico>.
- Secretaría de Planeación (2014). Sistema de Planeación Participativa y Democrática del Municipio de Pereira. Disponível em: <http://www.pereira.gov.co/Planeacion/DIAGNOSTICOS%20SOCIOENCONOMICOS/DIAGNOSTICOS%20SOCIOENCONOMICOS/16.%20CORREGIMIENTO%20PUERTO%20CALDAS.pdf>.
- SILVA, Maria M. da (1963) – Fases de um processo de Desenvolvimento Comunitário. *Análise Social*. Vol. I, nº4, 538-558. Disponível em <http://analisesocial.ics.ul.pt/documentos/1224155768W1lYCowpoLl19BR8.pdf>
- SustentArqui (2020). Arquitetura bioclimática e permacultura em uma comunidade no Maranhão. Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/arquitetura-bioclimatica-e-permacultura-em-uma-comunidade-no-maranhao/>.
- WEATHER SPARK (2021). Condições meteorológicas médias de Esmeraldas. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/19369/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Esmeraldas-Ecuador-durante-o-ano>. Acesso em: 9 julho 2021.
- WEATHER SPARK (2021a). Condições meteorológicas médias de Lima Peru. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/20441/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Lima-Peru-durante-o-ano>. Acesso em: 15 de julho de 2021.



FORMATO
210 X 297 mm

FONTES
ARCHER
BAHNSCHRIFT





WWW.EUROELECS2021.WIXSITE.COM/
EUROELECS2021

10, 11 e 12 de novembro de 2021
Evento Virtual



ORGANIZAÇÃO



PROMOÇÃO



APOIO



PATROCÍNIO