



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

ANA PAULA CARVALHO PEREIRA

**MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO NA
FASE DE PROJETO: proposta de plano de execução
BIM para a SUMAI / UFBA**

Salvador
2017

ANA PAULA CARVALHO PEREIRA

**MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO NA
FASE DE PROJETO: uma proposta de plano de execução
BIM para a SUMAI / UFBA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura da
Universidade Federal da Bahia como requisito para
obtenção do título de Doutor em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Arivaldo Leão de Amorim

Salvador
2017

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca da Faculdade de Arquitetura – UFBA

P436 Pereira, Ana Paula Carvalho
Modelagem da informação da construção na fase de projeto:
uma proposta para a SUMAI/UFBA / Ana Paula Carvalho Pereira -
Salvador, 2017.
340 f.: il. Color.

Orientador: Prof. Dr. Arivaldo Leão de Amorim
Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Faculdade
de Arquitetura, 2017.

1. Modelagem da informação da construção. 2. Projeto
arquitetônico. 3. Construção civil - Edificações. I. Amorim, Arivaldo
Leão de. II. Universidade Federal da Bahia. III. Título.

CDU: 69.658

ANA PAULA CARVALHO PEREIRA

**MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO NA
FASE DE PROJETO: uma proposta de plano de execução
BIM para a SUMAI / UFBA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia como requisito para obtenção do título de Doutor em Arquitetura e Urbanismo.

Salvador, 04 de dezembro de 2017.

Banca examinadora

Arivaldo Leão de Amorim (orientador) _____
Doutor em Engenharia de Transportes, USP
PPG-AU / Faculdade de Arquitetura / UFBA

Sérgio Scheer _____
Doutor em Informática/Computação Gráfica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Universidade Federal do Paraná

Emerson de Andrade Marques Ferreira _____
Doutor em Engenharia Civil, USP
Escola Politécnica / UFBA

Fábio Macedo Velame _____
Doutor em Arquitetura e Urbanismo, UFBA
PPG-AU / Faculdade de Arquitetura / UFBA

Natalie Johanna Groetelaars _____
Doutora em Arquitetura e Urbanismo, UFBA
PPG-AU / Faculdade de Arquitetura / UFBA

Érica de Sousa Checcucci _____
Doutora em Difusão do Conhecimento, UFBA
PPG-AU / Faculdade de Arquitetura / UFBA

Ao meu pai, **Cândido Pereira**, que
pôs em mim a vontade de aprender,
norteando a minha vida e sendo a
inspiração de cada dia.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, proteção e por ter colocado pessoas tão especiais ao meu lado neste caminho.

Ao Prof. Arivaldo Leão de Amorim, pelo acolhimento, por todos os ensinamentos, pelas valiosas contribuições e condução deste trabalho. Obrigada por estimular o meu interesse pelo conhecimento e pela vida acadêmica, sendo uma referência profissional e pessoal para meu crescimento.

Aos professores Sérgio Scheer, Emerson Ferreira, Fábio Velame, Natalie Groetelaars e Érica Checcucci, que aceitaram compor minha banca de qualificação e de defesa, pelas importantes contribuições e sugestões de aprimoramento deste trabalho.

Aos meus pais, Cândido Pereira (*in memoriam*) e Marialva Pereira, pelo exemplo, pelo incentivo, apoio, carinho e amor incondicionais, pelos valores que norteiam minha vida.

Aos meus filhos, João Cândido e João Licurgo, que trazem luz para minha vida, agradeço pela compreensão, apoio e amor.

Às minhas irmãs, Martha e Maria Cândida, e toda minha família pelo estímulo e carinho.

Aos colegas e amigos do Laboratório de estudos avançados em Cidade, Arquitetura e tecnologias Digitais (LCAD) da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia pela colaboração em momentos específicos da pesquisa, e em especial, a Profa. Érica Checcucci, pela infinita disponibilidade em me ajudar, sempre me incentivando neste caminhar.

Ao LCAD pelo apoio e estrutura disponibilizados.

À SUMAI pela importante colaboração nesta pesquisa e especialmente ao Prof. Fábio Velame, Márcia Pinheiro, Rosana de Leo, Clara Soledade e Alberto Herrera.

Aos arquitetos e professores Luiz Contier e Miriam Castanho da Contier Arquitetura, pela colaboração, discussão sobre BIM e informações gentilmente cedidas.

A todos que de alguma maneira colaboraram com este trabalho, meus sinceros agradecimentos.

PEREIRA, A. P. C. **MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO NA FASE DE PROJETO**: uma proposta de plano de execução BIM para a SUMAI/UFBA. 2017. 340 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

RESUMO

A indústria da construção civil passa por um momento de grandes transformações, buscando alterar seus processos de produção. O uso do *Building Information Modeling* (BIM) possibilita a melhoria da qualidade do produto, permitindo a integração das fases do ciclo de vida da edificação, contribuindo para a gestão das atividades, reduzindo o retrabalho e os conflitos entre disciplinas, fomentando a comunicação entre os envolvidos etc. No entanto, para que o BIM seja incorporado, é necessário reestruturar o processo do projeto, de modo que haja maior colaboração entre os projetistas, resultando em desafios para as práticas gerenciais. Neste contexto, esta pesquisa envolve a observação de um problema prático com vistas à obtenção de contribuições teóricas e operacionais, na implantação de BIM na fase da projeção. O objetivo geral desta pesquisa é contribuir para a melhoria do processo de projeto na SUMAI por meio do uso da Modelagem da Informação da Construção. O método de pesquisa utilizado foi o *Design Science Research* por se basear na resolução de problemas enfrentados no mundo real. Assim, a pesquisa cobriu as principais etapas do método: identificação do problema, análise e diagnóstico (através do estudo de caso único); desenvolvimento da solução/intervenção (plano de execução BIM); e avaliação/comunicação. O plano de execução BIM foi avaliado através de três critérios: operacionalidade (análise da funcionalidade do artefato); generalidade (delimitação do uso do artefato nos diversos tipos de projetos); e facilidade de uso (observação da usabilidade do artefato pelos técnicos do órgão). Com base nas avaliações e na literatura, infere-se que o artefato poderá ser usado como versão inicial na implantação do BIM no órgão, possibilitando a sistematização dos processos de trabalho, facilitando a interação das disciplinas de projeto, a manipulação de suas informações e abordando o processo de projeto de forma colaborativa, a fim de integrar as partes envolvidas. Dentre os resultados da pesquisa, destaca-se que: (a) a explicitação detalhada dos processos em uso é essencial na otimização / substituição dos mesmos; (b) o planejamento da implantação de BIM deve considerar o contexto específico da instituição; (c) na inserção do BIM nos processos de projeto deverá ser promovida a integração entre disciplinas e as atividades de todos os envolvidos; (d) as funções e responsabilidades de cada um dos envolvidos na projeção precisam estar bem definidas; (e) a sistematização das atividades, com prazos, responsáveis, insumos necessários e produtos relacionados às mesmas devem ser previamente explicitados; (f) os procedimentos de colaboração e gestão do processo de projeto devem estar claramente definidos; (g) devem ser definidas as premissas para a elaboração do modelo BIM de modo que o mesmo seja útil nas demais fases do ciclo de vida da edificação; (h) é relevante estabelecer as verificações a serem realizadas visando garantir a qualidade do modelo. Deste modo, espera-se contribuir para a melhoria dos processos de projeto da instituição.

Palavras-chave: Implantação de BIM. Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO). Projeção Arquitetônica. Trabalho Colaborativo. Gestão de Processos de Trabalho de Projeto.

ABSTRACT

The civil construction industry is going through a time of great transformations, seeking to change their production processes. The use of Building Information Modeling (BIM) integrates building lifecycle phases, contributes to the management of activities, improves product quality, reduces reworks and conflicts between disciplines, fosters communication among those involved etc. However, in order for BIM to be incorporated, it is necessary to restructure the design process, so that there is greater collaboration among designers, resulting in challenges for managerial practices. In this context, this research involves the observation of a practical problem in order to obtain theoretical and operational contributions, in the implementation of BIM in the project phase. The overall objective of this research is to contribute to the improvement of the design process at SUMAI through the use of Building Information Modeling. The research method used was Design Science Research because it was based on solving problems faced in the real world. Thus, the research covered the main steps of the method: problem identification, analysis and diagnosis (through the single case study); development of the solution / intervention (BIM implementation plan); and evaluation / communication. The BIM execution plan was evaluated through three criteria: operability (analysis of artifact functionality); generality (delimitation of the use of the artifact in the different types of projects); and ease of use (observation of the usability of the artifact by the organ technicians). Based on the evaluations and literature, it is inferred that the artifact can be used as an initial version in the implantation of BIM in the organ, enabling the systematization of the work processes, facilitating the interaction of the design disciplines, the manipulation of its information, and approaching the design process in a collaborative way, in order to integrate the parties involved. Among the results of the research, it is highlighted that: (a) the detailed explanation of the processes in use is essential in the optimization / substitution of the same; (b) planning the implementation of BIM considering the specific context of the institution; (c) the inclusion of BIM in the design processes should promote the integration between disciplines and the activities of all those involved; (d) the roles and responsibilities of each of those involved in the project need to be well defined; (e) the systematization of the activities, with deadlines, responsible, necessary inputs and related products are previously explained; (f) the procedures for collaboration and management of the project process are clearly defined; (g) the premises for the elaboration of the BIM model are defined so that it is useful in the other phases of the lifecycle of the building; (h) it is relevant to establish the verifications to be carried out in order to guarantee the quality of the model. Thus, it is hoped to contribute to the improvement of the institution's design processes.

Keywords: Implementation of BIM. Architecture, Engineering, Construction and Operation (AECO). Architectural Project. Collaborative work. Management of Project Work Processes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Etapas da pesquisa e capítulos	36
Figura 2 -	Etapas da pesquisa	36
Figura 3 -	Revisão bibliográfica	38
Figura 4 -	Convergência de várias fontes de evidências	38
Figura 5 -	Componentes de estudo	39
Figura 6 -	Panorama da tese	43
Figura 7 -	BIM no ciclo de vida da edificação	45
Figura 8 -	Estudo de volumetria e implantação realizado com o SketchUp	47
Figura 9 -	Centro de reabilitação médica (<i>software</i> Treligence)	47
Figura 10 -	Fluxo de trabalho do empreendimento comercial Hillwood usando o Dprofiler	48
Figura 11 -	Opções de projeto do edifício comercial Hillwood	49
Figura 12 -	Produtos entregues no processo tradicional e com BIM	51
Figura 13 -	Projeto no Revit do Bronx-Lebanon Hospital Center's New Life Recovery	52
Figura 14 -	Imagens das instalações do edifício	53
Figura 15 -	Sequência de modelagem paramétrica de alternativas para um edifício	54
Figura 16 -	Detecção de interferências	55
Figura 17 -	Dinâmica dos fluidos computacional ou <i>Computational Fluid Dynamic</i> (CFD)	56
Figura 18 -	Simulação de desempenho lumínico	56
Figura 19 -	Simulação da incidência solar no Autodesk Revit	57
Figura 20 -	Programação e simulação da execução feita no Navisworks	63
Figura 21 -	Modelo 5D	65
Figura 22 -	Exemplos de acompanhamento e controle de obra	66
Figura 23 -	Previsto/realizado da <i>Oil Refinery Construction</i>	67
Figura 24 -	Gerenciamento de Facilities	68
Figura 25 -	Gerenciamento de espaços em FM	70
Figura 26 -	Dois exemplos de Modelo e Ambiente construído	71
Figura 27 -	Exemplo de nuvem de pontos de uma edificação	72

Figura 28 - Sequência do processo de reforma do Courtyard by Marriott	72
Figura 29 - Conceito de projeto	76
Figura 30 - Processo de projeto	83
Figura 31 - O processo de tomada de decisão	85
Figura 32 - Desenvolvimento do projeto como processo criativo (fases 1, 2, 3 e 4)	86
Figura 33 - Modelo de processo de projeto	87
Figura 34 - Processo de projeto (TZORTZOPOULOS, 1999)	88
Figura 35 - BIM e as fases do ciclo de vida da edificação	92
Figura 36 - Mapa conceitual: implantação BIM	94
Figura 37 - Objetivos e usos BIM	95
Figura 38 - Infraestrutura	97
Figura 39 - Modelos de processos	102
Figura 40 - Raias da fase	105
Figura 41 - Partições da sequência do processo	106
Figura 42 - Modelo do processo de uma fase da projeção	107
Figura 43 - Modelo: modelagem e supermodelagem	108
Figura 44 - Subdivisão adotada no projeto do Edifício Birmann 32	111
Figura 45 - Estrutura do nome dos sistemas/elementos	116
Figura 46 - Parede no LOD 200	119
Figura 47 - Parede no LOD 300	119
Figura 48 - Parede no LOD 350	120
Figura 49 - Parede no LOD 400	121
Figura 50 - Diretrizes para implantar BIM: objetivos, usos, infraestrutura, modelos de processos e modelo	124
Figura 51 - Procedimentos de colaboração e gestão: supermodelagem e metamodelagem	125
Figura 52 - Legenda da Figura 53: troca de informações	127
Figura 53 - Troca de informações	128
Figura 54 - Etapas do processo de compatibilização	133
Figura 55 - Classificação de interferências	134
Figura 56 - Exemplo de interferência	134

Figura 57 - Visão geral do esquema IFC4	141
Figura 58 - Estrutura hierárquica dos objetos	143
Figura 59 - Composição do código de uma janela metálica classificada como produto	154
Figura 60 - Composição do código de classificação por material	154
Figura 61 - Classes da NBR 12006-2:2010 e tabelas do Omniclass	162
Figura 62 - Composição do código de granito	166
Figura 63 - Composição do código da fase estudo de viabilidade do projeto	167
Figura 64 - Composição do código de norma de eficiência energética	167
Figura 65 - Diretrizes para implantar BIM: procedimentos de colaboração e gestão	168
Figura 66 - Organograma da SUMAI	171
Figura 67 - Mapa de processo do programa de necessidades	174
Figura 68 - Mapa de processo do estudo de preliminar	176
Figura 69 - Mapa de processo do anteprojeto	178
Figura 70 - Mapa de processo de licitação de projetos	180
Figura 71 - Mapa de processo de acompanhamento técnico do desenvolvimento dos projetos básicos e executivos	182
Figura 72 - Convenções de símbolos	183
Figura 73 - Layers para projeto de arquitetura	184
Figura 74 - Carimbo das pranchas	185
Figura 75 - Padrões projeto esgoto	185
Figura 76 - Padrões projeto hidráulico	186
Figura 77 - Padrões projeto de elétrica	186
Figura 78 - Mapa de processo de suporte técnico à obra	188
Figura 79 - Mapa de processo de avaliação e encaminhamento de aditivo	190
Figura 80 - Modelo "AS-IS"	192
Figura 81 - Verificação do rigor da pesquisa	200
Figura 82 - Modelo "TO-BE"	201
Figura 83 - Implantação BIM na projeção	203
Figura 84 - Inter-relação dos itens do plano de execução BIM	204
Figura 85 - Modelo "As-is" do processo dos projetos básico e executivo	206

Figura 86 - Coordenação dos projetos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais (parte A)	208
Figura 87 - Coordenação dos projetos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais (parte B)	208
Figura 88 - Funções e responsabilidades para a contratada	254
Figura 89 - Funções e responsabilidades para a SUMAI	255
Figura 90 - Modelo geral de processos	257
Figura 91 - Modelo do processo do marco 1.1 / fase 1: concepção do produto	259
Figura 92 - Modelo do processo do marco 1.2 / fase 1: concepção do produto	261
Figura 93 - Modelo do processo do marco 1.3 / fase 1: concepção do produto	263
Figura 94 - Subprocesso do estudo de viabilidade (fase 1: concepção de produto)	265
Figura 95 - Modelo do processo do marco 2.1 (fase 2: definição do produto)	267
Figura 96 - Subprocesso do estudo preliminar (fase 2: definição de produto)	269
Figura 97 - Modelo do processo do marco 2.2 (fase 2: definição de produto)	271
Figura 98 - Subprocesso do anteprojeto (fase 2: definição de produto)	273
Figura 99 - Modelo do processo do marco 2.3 (fase 2: definição de produto)	275
Figura 100 - Modelo do processo do marco 3.1 (fase 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto)	277
Figura 101 - Modelo do processo do marco 3.2 (fase 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto)	279
Figura 102 - Modelo do processo do marco 3.3 (fase 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto)	281
Figura 103 - Modelo do processo do marco 3.4 (fase 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto)	283
Figura 104 - Modelo do processo do marco 3.5 (fase 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto)	285
Figura 105 - Modelo do processo do marco 3.6 (fase 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto)	287
Figura 106 - Subprocesso coordenação dos projetos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais (Parte A)	289
Figura 107 - Subprocesso coordenação dos projetos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais (parte B)	290
Figura 108 - Modelo do processo do marco 4.1 (fase 4: detalhamento do projeto)	293
Figura 109 - Modelo do processo do marco 4.2 (fase 4: detalhamento do projeto)	295

Figura 110 - Modelo do processo do marco 5.1 (Fase 5: pós-entrega do projeto)	297
Figura 111 - Modelo do processo da fase 5.2 (Fase 5: pós-entrega do projeto)	299
Figura 112 - Modelo do processo da fase 6.1 (Fase 6: pós-entrega da obra)	301
Figura 113 - Coordenadas “zeradas” do Project Base Point	308
Figura 114 - Coordenadas obtidas do arquivo AutoCAD Civil 3D	308
Figura 115 - Convenções SUMAI	311
Figura 116 - Composição do código da disciplina	318
Figura 117 - Composição do código da fase estudo de viabilidade do projeto	318
Figura 118 - Estrutura de pastas	319

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 - Protocolo de entrevista	40
Quadro 2 - Vantagens potenciais que a UFBA poderá obter com a adoção do BIM	73
Quadro 3 - Serviços da fase A	79
Quadro 4 - Serviços da fase B	79
Quadro 5 - Serviços da fase C	80
Quadro 6 - Serviços da fase D	81
Quadro 7 - Serviços da fase E	81
Quadro 8 - Serviços da fase F	82
Quadro 9 - Exemplos da divisão do processo de projeto	82
Quadro 10 - Proposição da divisão do processo de projeto	83
Quadro 11 - Fase, etapas, objetivos e usos	96
Quadro 12 - Principais elementos do BPMN	103
Quadro 13 - Esquema do BIM em níveis de modelagem	108
Quadro 14 - Pontos de referência	112
Quadro 15 - Quadro sinótico para a comunicação e o monitoramento do fluxo de informações	131
Quadro 16 - Facetas UniClass	150
Quadro 17 - Relação de tabelas do OmniClass	152
Quadro 18 - Exemplos de pontos de vista de acesso a informação	155
Quadro 19 - Termos da norma ABNT NBR 12006-2:2010: definições e exemplos	160
Quadro 20 - Termos da norma ABNT NBR 15965-1:2011: definições e exemplos	163
Quadro 21 - Estrutura das classes	164
Quadro 22 - Estrutura de identificadores da norma 15965-1:2011	165
Quadro 23 - Proposta de classificação baseada na norma 15965-1:2011	165
Quadro 24 - Fontes de evidências	169
Quadro 25 - Distribuição dos computadores na CPPO	170
Quadro 26 - Distribuição dos funcionários na CPPO	170
Quadro 27 - Perfil dos avaliadores	197

Quadro 28 - Questionário aplicado	198
Quadro 29 - Informações do processo licitatório	223
Quadro 30 - Equipe técnica mínima	233
Quadro 31 - Cronograma	237
Quadro 32 - Contatos-chave do projeto	249
Quadro 33 - Objetivos BIM	250
Quadro 34 - Usos BIM	250
Quadro 35 - <i>Workstation</i>	251
Quadro 36 - Servidor	251
Quadro 37 - <i>Software</i>	252
Quadro 38 - LOD, fases, descrição e usos	303
Quadro 39 - Modelos a serem desenvolvidos	304
Quadro 40 - Gerentes de modelos	305
Quadro 41 - Formatos de entrega	306
Quadro 42 - Unidades de medida	307
Quadro 43 - Formatos das pranchas	310
Quadro 44 - Exemplos de premissas de modelagem de alguns componentes arquitetônicos	313
Quadro 45 - Formato da extração de quantitativo dos componentes do modelo	316
Quadro 46 - Legenda dos quadros de troca de informações	321
Quadro 47 - Fase 1 com as informações necessárias e as trocas previstas para cada atividade com nível de detalhamento e responsável	322
Quadro 48 - Fase 2 com as informações necessárias e as trocas previstas para cada atividade com nível de detalhamento e responsável	323
Quadro 49 - Fase 3 com as informações necessárias e as trocas previstas para cada atividade com nível de detalhamento e responsável	324
Quadro 50 - Quadro da Fase 4 com as informações necessárias e as trocas previstas para cada atividade com nível de detalhamento e responsável	326
Quadro 51 - Quadro sinótico da Fase 1 para a comunicação e o monitoramento do fluxo de informações	327
Quadro 52 - Quadro sinótico da Fase 2 para a comunicação e o monitoramento do fluxo de informações	328

Quadro 53 - Quadro sinótico da Fase 3 para a comunicação e o monitoramento do fluxo de informações	328
Quadro 54 - Quadro sinótico da Fase 4 para a comunicação e o monitoramento do fluxo de informações	330
Quadro 55 - Verificações de qualidade	340

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPMP	Association of Business Process Professionals
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
AIA	The American Institute of Architects
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOP	Análise de Orientação Prévia
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
Asbea	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
ASSJUR	Assessoria para Assuntos Jurídicos da Reitoria UFBA
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BPM	<i>Business Process Management</i>
BPMN	<i>Business Process Modeling and Notation</i>
CAT	Certidão de Acervo Técnico
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CICRP	<i>Computer Integrated Construction Research Program</i>
CIPIC	Construction Industry Project Information Committee
CFD	<i>Computational Fluid Dynamic</i>
CGA	Coordenação de Gestão Administrativa
CMP	Coordenação de Material e Patrimônio
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CPPO	Coordenação de Planejamento, Projetos e Obras
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CSC	Construction Specifications Canada
CSI	Construction Specifications Institute
CTE	Centro de Tecnologia de Edificações
CURT	Construction Users Roundtable
EPIC	<i>Electronic Product Information Cooperation</i>

FAUFBA	Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia
FIC	Facility Information Council
FM	<i>Facilities Management</i>
FPS	<i>Frames per second</i>
GBC	Green Building Council
GUID	<i>Global Unique Identifier</i>
GPU	<i>Graphic Processor Unit</i>
HDD	<i>Hard Disk Drive</i>
HVAC	<i>Heating, Ventilating and Air Conditioning</i>
IAI	International Alliance for Interoperability (buildingSMART)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDM	<i>Information Delivery Manual</i>
IFBA	Instituto Federal da Bahia
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
IFD	<i>International Framework for Dictionaries</i>
IFMA	Internacional Facilities Management Association
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia
IPD	<i>Integrated Project Delivery</i>
IPS	<i>In-Plane Switching</i>
ISO	International Organization for Standardization
JIT	<i>Just in Time</i>
LCAD	Laboratório de estudos avançados em Cidade, Arquitetura e tecnologias Digitais
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
Leed	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
LOD	<i>Level of Development</i>
LOI	<i>Level of Information</i>
LOUOS	Lei de Ordenamento do Uso e Ocupação do Solo do Município de Salvador
MEP	<i>Mechanical, Electrical, and Plumbing systems</i>
MSG	<i>Model Support Group</i>

MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
MVD	<i>Model View Definition</i>
NBIMS	National Building Information Modeling Standard Committee
NBR	Normas Brasileiras
NBS	<i>National Building Specification</i>
NIBS	National Institute of Building Sciences
NO	Núcleo de Obras
NPPPi	Núcleo de Planejamento, Projetos e Patrimônio Imobiliário
RA	Realidade Aumentada
RFI	<i>Request for Information</i>
RIBA	Royal Institute of British Architects Royal Institute of British Architects
RRT	Registro de Responsabilidade Técnica
SDAI	Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio
SIASG	Sistema Integrado de Administração e Serviços Gerais
SICAF	Sistema de Cadastramento Unificado de Fornecedores
SIPAC	Sistema de Patrimônio, Administração e Contratos
SINAPI	Sistema de Preços, Custos e Índices
SPDA	Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
SSD	<i>Solid-State Drive</i>
SUCOM	Superintendência de Controle e Ordenamento do uso do solo do Município de Salvador
SUMAI	Superintendência de Meio Ambiente e Infraestrutura UFBA
TQM	<i>Total Quality Management</i>
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UTM	Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	JUSTIFICATIVA	29
1.2	OBJETO DE ESTUDO E OBJETIVOS	31
1.2.1	Objetivos	33
1.3	MÉTODO	33
1.3.1	Etapas da pesquisa	35
1.3.2	Descrição das estratégias utilizadas na condução do processo de pesquisa em cada etapa	36
1.3.2.1	Fase 1: identificação do problema	37
1.3.2.2	Fase 2: análise e diagnóstico	38
1.3.2.3	Fase 3: solução / intervenção	41
1.3.2.4	Fase 4: avaliação / comunicação	41
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	42
2	BIM E AS FASES DO CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO	44
2.1	BIM NAS DIVERSAS FASES DO CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO	44
2.1.1	Fase 1 - Estudo de viabilidade	45
2.1.2	Fase 2 - Projetação	49
2.1.3	Fase 3 – Planejamento da construção	59
2.1.4	Fase 4 - Construção	65
2.1.5	Fase 5 – Uso: operação e manutenção	67
2.1.6	Fase 6 – Demolição ou reforma	71
2.1.7	Benefícios BIM	73
2.2	PROJETO DE EDIFICAÇÕES	74
2.2.1	Conceito	75
2.2.2	Gestão do processo de projeto	77
2.2.3	Fases do processo de projeto	78
2.2.4	Modelagem do processo de projeto	84
3	DIRETRIZES PARA IMPLANTAR BIM: OBJETIVOS, USOS, INFRAESTRUTURA, MODELOS DE PROCESSOS E MODELOS DA EDIFICAÇÃO	93
3.1	OBJETIVOS E USOS	95
3.2	INFRAESTRUTURA	97
3.2.1	Hardware	97
3.2.1.1	Unidade de processamento	97

3.2.1.2	Memória RAM	98
3.2.1.3	Placa de processamento gráfico	98
3.2.1.4	Unidade de armazenamento	99
3.2.1.5	Monitor de vídeo	99
3.2.2	Software	99
3.2.3	Mão de obra	100
3.3	MODELOS DE PROCESSOS	101
3.4	MODELO – MODELAGEM E MICROMODELAGEM	108
3.4.1	Modelagem	108
3.4.1.1	Diretrizes básicas para o modelo BIM	109
3.4.1.2	Formatos de arquivos modelo BIM	110
3.4.1.3	Cenários de modelagem	110
3.4.1.4	Unidades do projeto	112
3.4.1.5	Definição do zero do projeto	112
3.4.1.6	Arquivo Padrão	112
3.4.1.7	Nomenclatura de pastas, arquivos e sistemas/elementos de projeto	113
3.4.1.8	Estilo de impressão	116
3.4.1.9	<i>Levels of Development</i> ou Níveis de Desenvolvimento – LOD	116
3.4.2	Micromodelagem	121
4	DIRETRIZES PARA IMPLANTAR BIM: PROCEDIMENTOS DE COLABORAÇÃO E GESTÃO	125
4.1	SUPERMODELAGEM	126
4.1.1	Normas para o intercâmbio de informações	126
4.1.2	Métodos de comunicação	130
4.1.3	Revisão de interferências	132
4.1.4	Formas de contratação	135
4.2	METAMODELAGEM	138
4.2.1	Interoperabilidade	138
4.2.1.1	<i>Industry Foundation Classes</i> (IFC) - ISO 16739	139
4.2.1.2	<i>Information Delivery Manual</i> (IDM)- ISO-29481-1 e ISO 29481-2	143
4.2.1.3	<i>Model View Definition</i> (MVD) – buildingSMARTMVD	144
4.2.1.4	<i>International Framework for Dictionaries</i> (IFD) - ISO-12006-3	145
4.2.1.5	<i>BIM Collaboration Format</i> (BCF)	145
4.2.2	Sistemas de classificação da informação da construção	146
4.2.2.1	<i>MasterFormat</i>	149
4.2.2.2	<i>UniClass</i>	149

4.2.2.3	<i>UniFormat</i>	150
4.2.2.4	EPIC	151
4.2.2.5	<i>OmniClass</i>	151
4.2.2.6	Normas internacionais	156
4.2.2.7	Normas nacionais	158
5	MODELO “AS-IS” DA SUMAI	169
5.1	INFRAESTRUTURA	170
5.2	PROCESSO DE PROJETO	172
5.2.1	Programa de necessidades	172
5.2.2	Estudo preliminar	175
5.2.3	Anteprojeto	177
5.2.4	Processo licitatório para contratação de empresa	179
5.2.5	Acompanhamento da execução dos serviços contratados (projetos básicos e executivos) por empresa terceirizada	181
5.2.6	Compatibilização dos projetos	183
5.2.7	Registro de reuniões e comunicações	183
5.2.8	Convenções de representação gráfica	183
5.2.9	Produtos entregues	187
5.2.10	Suporte técnico à construção	187
5.2.11	Aditivos contratuais	189
6	MODELO “TO-BE” PARA A SUMAI - TERMO DE REFERÊNCIA E PLANO DE EXECUÇÃO BIM	193
6.1	TERMO DE REFERÊNCIA	193
6.2	PLANO DE EXECUÇÃO BIM	195
6.2.1	AVALIAÇÃO DO ARTEFATO	197
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	202
7.1	CONCLUSÕES	203
7.2	DESDOBRAMENTO E CONTINUIDADE	210
	REFERÊNCIAS	212
	APÊNDICE A	222
	APÊNDICE B	248

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, em decorrência de fatores socioeconômicos, a indústria da construção civil passa por um momento de grandes transformações, buscando alterar seus processos de produção, adequar seus produtos às exigências do mercado, reduzir custos, atender às normas de desempenho e direitos do consumidor. Esta situação não é nova e em 2002, Fabrício já afirmava que

Num contexto de incremento das exigências frente aos produtos e aos processos, as empresas têm buscado novos métodos, mais ágeis e mais competentes, para desenvolver produtos e serviços que respondam às crescentes exigências e mudanças do mercado e da sociedade (FABRÍCIO, 2002, p. 1).

Estas demandas levaram à busca por novos paradigmas que promovam o suporte às necessidades atuais. O *Building Information Modeling* (BIM) representa o estado da arte em termos de conceitos, ferramentas e processos para lidar não só com a projeção, mas com o ciclo de vida da edificação.

Pode-se conceituar BIM como um processo colaborativo e integrado onde os diversos especialistas interagem em um ambiente computacional complexo que utiliza um sistema gráfico tridimensional paramétrico para execução dos projetos, e todas as atividades que abrangem o ciclo de vida da edificação, desde o estudo de viabilidade, passando pela projeção, o planejamento da construção, a construção, a operação, a manutenção, até a demolição ou a requalificação. Também,

[...] define-se como BIM uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção (EASTMAN et al., 2011, p. 16, tradução nossa).¹

Para o NBIMS - National Building Information Modeling Standard Committee², o BIM é

[...] uma representação digital de características físicas e funcionais de uma edificação. Como tal, ela serve como uma fonte de conhecimento compartilhado para obter informações sobre uma edificação formando uma base confiável para as decisões durante o seu ciclo de vida desde início (NBIS, 2007, p. 21, tradução nossa)³.

¹ No original: [...] *define BIM as a modeling technology and associated set of processes to produce, communicate, and analyze building models* (EASTMAN et al., 2011, p. 16).

² O National Building Information Modeling Standard Committee (NBIMS) é uma comissão do National Institute of Building Sciences (NIBS) Facility Information Council (FIC) (NBIS, 2007).

³ No original: *A BIM is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. As such it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its lifecycle from inception onward.*

O uso do BIM favorece a integração das fases do ciclo de vida da edificação, contribuindo para o gerenciamento das atividades, possibilitando a melhoria da qualidade do produto, seja pela redução de conflitos entre disciplinas, retrabalho etc., seja pelo favorecimento da comunicação entre os diversos agentes envolvidos com a edificação durante sua vida útil. Nesse contexto, a edificação deve ser representada numericamente antes da construção física, garantindo que o conhecimento agregado por cada profissional seja integrado em uma base de dados unificada e autoconsistente.

Essa base de dados digital, também conhecida como edifício virtual ou modelo BIM, reúne informações sobre uma dada edificação, sendo composta por componentes construtivos (objetos geométricos), seus atributos e suas relações com os demais componentes da construção.

Um modelo BIM [...] combina a capacidade de representar vários aspectos da informação de projeto necessária para suportar visões multidisciplinares dos objetos, bem como a capacidade para encapsular aspectos comportamentais, restrições de projeto e informações do ciclo-de-vida da edificação [...] (GONÇALVES et al., 2007, p. 4).

No modelo BIM, vários tipos de informações podem ser agregadas ao longo do ciclo de vida da edificação, permitindo a ampliação do uso das informações e a racionalização dos processos de projeto, construção e manutenção.

O uso das tecnologias BIM tem o potencial de melhorar a qualidade da edificação a ser criada, com contribuições significativas tanto na projeção, como na construção e no uso da mesma. No estudo de viabilidade do empreendimento público ou privado, as informações obtidas são compatibilizadas e integradas permitindo delinear melhor o produto, facilitando a realização de estudos de volumetria, de orçamentos preliminares, dentre outros.

Na projeção é modelada a edificação, sendo agregados todos os componentes construtivos das diversas disciplinas, armazenando sua geometria, suas propriedades, e as relações funcionais entre eles, possibilitando estabelecer regras a serem atendidas para que os objetos permaneçam consistentes. O modelo BIM promove a melhor compreensão da edificação pelos projetistas das diferentes disciplinas, nas diversas fases do desenvolvimento do projeto, evitando erros, aumentando a agilidade dos processos, auxiliando a geração de alternativas de solução e favorecendo a tomada de decisões, além de fornecer dados para as

outras fases do ciclo de vida da edificação.

De acordo com Andrade e Ruschel (2009) a utilização de uma prática baseada em BIM pode ter um papel decisivo na melhoria das fases do processo de projeto, auxiliando na geração de propostas coerentes com as solicitações dos clientes, na integração dos projetos, entre si e com a construção, na redução do tempo e do custo da construção.

No entanto, para que o *Building Information Modeling* seja plenamente incorporado na projeção, é necessária uma reestruturação dos processos, de modo que exista uma maior colaboração entre os projetistas. Assim, lança-se o desafio para os profissionais e pesquisadores, tendo em vista o grande potencial para a melhoria da qualidade do projeto, agregando-lhe valor e melhorando a comunicação entre os agentes envolvidos na construção, na busca contínua de melhoria dos produtos finais (SCHEER; AZUMA, 2009).

A Tecnologia da Informação e Comunicação tem facilitado a difusão de informações, substituindo o processo hierárquico por um projeto colaborativo. Como as práticas de AEC necessitam de colaboração e informações compartilhadas, torna-se fundamental a coparticipação dos profissionais nas decisões projetuais, onde o BIM assume um papel fundamental (FLORIO, 2007, p. 1).

Sendo assim, cada vez mais será exigido um ambiente colaborativo de trabalho, onde ocorra o gerenciamento dos projetos, a colaboração entre construtor e projetistas desde o início do processo, promovendo uma partilha de conhecimentos que possibilitem gerar uma edificação de maior qualidade (KYMMELL, 2008).

As fases de planejamento da construção e da construção propriamente dita são facilitadas pelas informações consistentes e integradas contidas no edifício virtual, pois estas possibilitam um melhor gerenciamento da obra e a simulação de processos.

Com o BIM, a compatibilização entre os projetos das diversas disciplinas é facilitada através de processos de coordenação 3D e detecção de interferências durante a sua execução, possibilitando as soluções ainda na fase projetual. Isso gera a possibilidade de planejamento detalhado do cronograma e da execução dos serviços em obra sem surpresas e retrabalho, e conseqüentemente, diminuindo custos e prazos e aumentando a produtividade no canteiro de obras.

O planejamento da construção utiliza o modelo 4D, que permite a simulação

da execução da obra no período previsto para a sua duração. Esta simulação é feita através de animação, utilizando o modelo BIM, agregando a dimensão tempo no planejamento e na simulação da construção. Com esse recurso é possível comparar o previsto/realizado das atividades com mais precisão; planejar a execução dos trabalhos, analisando as interferências entre os diversos serviços ao longo do tempo, para não faltar espaço e/ou equipamentos na obra.

Os modelos 5D, que agregam ao modelo 4D as informações referentes aos recursos materiais e financeiros utilizados na construção, possibilitam a programação antecipada do consumo de materiais, mão de obra e equipamentos, ajudando na logística e produtividade do canteiro de obras e provisionamento otimizado (SANTOS, 2012).

Através do paradigma BIM, a possibilidade de se propiciar suporte a todo o ciclo de vida, ampliando o modo de pensar e agir sobre a edificação, representa uma mudança significativa, pois aumenta as possibilidades de gerenciamento eficaz da edificação. Para que as informações contidas no modelo BIM sejam úteis para a manutenção, é necessário documentar as alterações (*as-built*) realizadas durante a obra.

A fase de uso (operação/manutenção) requer planejamento, pois as ações a serem realizadas durante esta fase necessitam de informações precisas sobre a edificação para que sejam executadas de forma mais rápida, com menor custo e visando menor impacto ambiental. A vantagem do uso do BIM na operação e manutenção da edificação se dá através das informações que o modelo BIM pode oferecer para realizá-las, ou seja, através dos dados dos elementos construtivos, como a identificação da localização precisa de um determinado equipamento ou instalação, ou ainda, através da conferência do prazo de validade dos componentes construtivos de uso essencial, ou de segurança, e da emissão de avisos e relatórios, possibilitando que componentes possam ser substituídos ao fim da sua vida útil, antes que apresentem falhas.

Estas informações também são muito úteis quando a edificação já cumpriu a sua vida útil, pois existe a possibilidade de estudar em detalhe a requalificação ou a demolição da mesma.

No entanto, mesmo com tantas vantagens potenciais, a difusão do BIM no Brasil ainda é pequena, embora tenha crescido ao longo dos últimos anos (CHECCUCCI; PEREIRA; AMORIM, 2011). Utilizando a classificação de Tobin

(2008), o estágio predominante de adoção é o BIM 1.0, que se caracteriza pela utilização de um modelador geométrico parametrizado para elaboração do projeto de arquitetura, sendo um uso isolado, onde os profissionais não trabalham de forma integrada.

No estágio BIM 2.0, os construtores podem extrair quantitativos automaticamente, utilizando a modelagem 4D (tempo) e 5D (custo) para planejar etapas da construção através de simulações. Os projetistas trabalham de forma integrada e utilizam as ferramentas para realizar simulações objetivando as melhores soluções de projeto, definindo como deverá ser confeccionado o modelo em função dos usos previstos.

Finalmente, no estágio BIM 3.0, os modelos são construídos em uma base de dados centralizada e hospedada em um servidor, acessível de qualquer lugar, onde os participantes interagem com o modelo através da sua especialidade, olhando o edifício como um empreendimento compartilhado.

Segundo Checcucci, Pereira e Amorim (2013) e Pereira (2013a), em Salvador existem poucas empresas que já adotaram o BIM, e estas estão no estágio BIM 1.0. A grande maioria ainda não adotou o paradigma, ou mesmo desconhece o conceito e sua abrangência.

Assim, faz-se necessário o desenvolvimento de metodologias de trabalho e padrões de componentes que permitam incorporar o aumento da produtividade do processo projetual e construtivo, da qualidade do empreendimento, da eficácia do desempenho das edificações, e ao mesmo tempo simplificar o gerenciamento da edificação ao longo do seu ciclo de vida.

Com a implantação do paradigma BIM, a metodologia projetual deverá ser alterada, possibilitando, a sincronização dos trabalhos em equipe, uma maior coordenação das diversas atividades, a inserção, em fases antecipadas, de novos atores no processo.

Além disso, deve-se considerar que existem ainda outras questões para serem resolvidas, como a proteção da informação inserida no modelo, o controle de versões, a certificação de autoria e a origem da documentação gerada a partir do modelo. Para tanto, é necessária a adoção de novas abordagens para os vários procedimentos, como contratação, produção de documentos, responsabilidades legais, formas de entrega, entre outras (SCHEER; AYRES FILHO, 2009).

Olatunji (2011) apud Checcucci (2014) relaciona questões legais envolvidas no BIM, tais como: propriedades do modelo; questões de direitos autorais; validação e usos não autorizados do modelo; padronização de ferramentas; segurança cibernética (roubo de informações, vírus); jurisdição, taxações de contratos, renúncia, erros vindos de outros parceiros; dentre outras.

Segundo Hardin e Mccool (2015), o BIM não significa apenas usar modelos inteligentes tridimensionais, implica também em mudanças significativas no fluxo de trabalho. Então, para iniciar o processo de implantação, faz-se necessário estabelecer um plano de execução do BIM, analisando a organização, os usos, os objetivos e os processos com objetividade, respeitando as particularidades de cada instituição onde será implantado o mesmo.

O plano de execução é uma ferramenta estratégica para realizar as interações dos membros da equipe BIM, devendo ser estudados os processos e os métodos de desenvolvimento de projetos e demais atividades do ciclo de vida da edificação, que devem ser mapeados e analisados, objetivando identificar as mudanças necessárias com a adoção deste paradigma.

O mapeamento dos processos mostra o sequenciamento e a comunicação entre os membros das equipes, permitindo que cada membro entenda claramente como os seus processos de trabalho interagem com os processos dos demais membros das outras equipes e como a informação deverá ser organizada. Também servirá como base para a identificação de outros temas importantes, incluindo a infraestrutura e os critérios de seleção para futuros integrantes da equipe (CICRP, 2011).

Segundo a NBIS (2007), uma das premissas básicas do BIM é a colaboração de diferentes atores em diferentes fases do ciclo de vida de uma edificação, visando inserir, extrair, atualizar ou modificar as informações no modelo, para apoiar cada parte interessada. A utilização compartilhada das informações com a colaboração antecipada das partes interessadas possibilita um processo de tomada de decisão aberto e colaborativo desde a fase inicial de projeto, contribuindo para a redução de retrabalho, conflitos e custos, pressupondo a geração de um produto melhor resolvido.

O plano de execução BIM também deve contemplar os procedimentos de colaboração, incluindo a definição de procedimentos de gestão, como: métodos de comunicação; processos de revisão de interferências (*clashes*); *templates*;

nomenclatura; e as normas para a partilha de informações, tanto externa quanto internamente.

Esse plano deve possibilitar uma sistematização das atividades de projeto relacionadas à AECO no contexto da instituição, de forma a melhorar a solução a ser obtida e racionalizar os recursos disponíveis.

A partir desse contexto será apresentado um plano de execução BIM, que visa estabelecer diretrizes para que a implantação do BIM na projeção possa acontecer de forma mais efetiva e eficaz.

1.1 JUSTIFICATIVA

No período de março de 2011 a maio de 2013 a autora realizou pesquisa de mestrado, que teve como objetivo analisar as vantagens e as dificuldades da adoção do paradigma BIM em escritórios de projetos de arquitetura em Salvador. Esta pesquisa resultou no panorama sobre a experiência de adoção do paradigma BIM nos escritórios desta cidade.

A análise dos dados coletados permitiu que fossem identificados diversos problemas enfrentados pelos escritórios, tais como: a resistência em alterar os métodos de trabalho já consolidados; a necessidade de mudança na forma de pensar o projeto; o tempo necessário para implantação da tecnologia; a necessidade de formação de mão de obra especializada; a integração com a equipe de parceiros; a falta de planejamento estratégico para implantação, dentre outros. Enfim, ficou patente que o insucesso ou a pouca efetividade associada a essas experiências de implantação, deveu-se a equívocos conceituais nas estratégias de implantação (PEREIRA, 2013a).

Verificou-se também que o paradigma BIM apresenta questões ainda em aberto, referentes aos processos, às ferramentas utilizadas e aos modelos gerados, necessitando de aprofundamento de pesquisas sobre vários aspectos referentes à sua implantação.

Para a implantação adequada do BIM, que possibilite utilizar os vários recursos que ele oferece na concepção e no desenvolvimento de projetos, é necessário trabalhar, concomitantemente, com aspectos formais, funcionais, construtivos e gerenciais de projeto, pois o conceito desta modelagem incorpora todos estes quesitos como pressupostos simultâneos de trabalho.

Para fazer frente a estas demandas, foi dada continuidade a pesquisa de mestrado, com enfoque e aprofundamento na implantação do BIM na fase de projeto. Foi analisado o paradigma na projeção, buscando estabelecer diretrizes para que sua implantação possa acontecer de forma segura e possa produzir os resultados esperados.

Na projeção, o modelo BIM incorpora os dados pertinentes a todos os elementos construtivos das diversas disciplinas, facilitando a compatibilização destas informações. Isto auxilia a geração de alternativas de projeto, contribui para a adoção de uma solução formal otimizada. Além disto, funciona como centro distribuidor de informações para as fases seguintes.

Nesse sentido, foi elaborada uma proposta de implantação do BIM, na fase de projeção, para a Superintendência de Meio Ambiente e Infraestrutura (SUMAI) da Universidade Federal da Bahia (UFBA). A escolha da Universidade Federal da Bahia para análise e proposição de implantação do BIM, se deu pela sua presença marcante no cenário sociocultural baiano, demandando investimentos e ações na criação e manutenção de várias estruturas indispensáveis a sua atuação. Além disto, o fato do PPG-AU estar sediado nesta Universidade permitiu um acesso mais fácil às suas informações e possibilitou que o trabalho possa contribuir de forma mais efetiva com a implantação do BIM em um ambiente concreto, trazendo, como possíveis desdobramentos da tese e trabalhos futuros, o acompanhamento do processo de implantação nesta instituição.

Para contextualizar o atual cenário da UFBA, é importante analisar a expansão que vem acontecendo desde a sua adesão ao plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), lançado em 2007, pelo Ministério da Educação. Este programa possibilitou o estabelecimento de uma nova reorganização da infraestrutura da Universidade, com a realização de ampliações, reformas e construções, modificando a estrutura física da UFBA. Além do REUNI, a instituição conta com outras fontes de recursos oriundos de Programas de Ministérios como Fundo de Infra-Estrutura CT-INFRA, Programa de Aceleração do Crescimento (PAC - Cidades Históricas), emendas parlamentares, convênios e projetos de pesquisa.

Foram feitos 115 projetos (Salvador, Barreiras, Vitória da Conquista e UFRB), incluindo novas construções, ampliações e reformas em edificações já existentes, e ainda estão previstos novos projetos de construções, visando criar infraestrutura

compatível ao alcance dos objetivos estabelecidos pela instituição.

Com as transformações físicas iniciadas em 2008, e com novas construções, ampliações e reformas fundamentais para a melhoria de sua infraestrutura, a UFBA enfatiza a necessidade de agilidade, eficiência e eficácia em projetos, planejamento, execução e manutenção de suas edificações (UFBA, 2012). Além das novas construções, a UFBA possui um imenso patrimônio construído (164 edifícios que totalizam 378.000,00 m² de área construída) distribuídos em quatro campi: os Campi Universitários de Salvador – Ondina, Federação e Canela - e o campus universitário Anísio Teixeira em Vitória da Conquista, além de algumas unidades isoladas (residências universitárias, Faculdade de Economia, Medicina etc.). Assim, as questões de operação e manutenção da infraestrutura da Universidade e as obras existentes necessitam de soluções mais eficazes, pois demandam serviços especializados de arquitetura, de engenharia, de controles, fiscalização, processos e procedimentos.

Por fim, a UFBA tem como atividades fins o ensino, a pesquisa e a extensão, e como atividade meio, a administração, que tem o enfoque técnico-administrativo. Esta última busca suprir e racionalizar o uso do espaço físico e das instalações da Universidade, visto que a instituição precisa prestar contas ao Tribunal de Contas da União (TCU) do custo anual de manutenção por unidade. Para isso, percebe-se que é necessária a busca por edificações mais eficientes e com custos reduzidos de construção, operação e manutenção.

1.2 OBJETO DE ESTUDO E OBJETIVOS

O objeto de estudo desta pesquisa é a implantação do paradigma BIM (*Building Information Modeling*) na fase de projeto de edificações. Como recorte metodológico adotou-se a Superintendência de Meio Ambiente e Infraestrutura (SUMAI) da Universidade Federal da Bahia (UFBA), para qual foi elaborado um plano de implantação, tendo em vista que esse órgão é o responsável pela realização dos projetos das edificações.

O órgão também é responsável pelo gerenciamento de todo o ciclo de vida da infraestrutura física de todos os campi da Universidade. Foge ao escopo deste trabalho o estudo dos aspectos relacionados às demais fases do ciclo de vida das edificações, ou das áreas e infraestrutura externas às mesmas, ficando o mesmo

restrito à fase da projeção das edificações.

Para melhor entendimento do contexto, segue um breve histórico do órgão. Na finalização das obras do Hospital das Clínicas e da Escola de Enfermagem (anterior a 1946) é criado o Serviço de Engenharia da UFBA para concluir e gerenciar as obras de implantação do Campus Canela, prosseguindo até o início da implantação do Campus Federação com a construção da Escola Politécnica (final dos anos 50) e da Faculdade de Arquitetura (meados dos anos 60). Entre 1967 e 1971 são executadas as obras dos Institutos de Biologia, Física, Geociências, Matemática, Química e Centro de Processamento de Dados, sendo uma proposta elaborada pelo Departamento Cultural (órgão subordinado ao Gabinete do Reitor), que posteriormente, se tornou Setor de Estudos e Projetos da Prefeitura do Campus.

Entre 1971 e 1975 são feitos os projetos e obras das faculdades: de Medicina, de Educação e de Administração, no Vale do Canela. Entre 1975 a 1983 o Escritório Técnico Administrativo (ETA) executa o plano de ocupação física do Campus Federação/Ondina, licitando e fiscalizando suas obras, continuando a Prefeitura do Campus com a manutenção e conservação dos Campi.

Entre 1988 e 1991, a Prefeitura do Campus projeta, licita e fiscaliza as obras de conclusão da urbanização dos Campi Federação e Ondina com a implantação de novos estacionamentos e acessos, drenagem e novas edificações.

Atualmente, o órgão que é responsável por planejar, coordenar e controlar o desenvolvimento da infraestrutura e patrimônio físico da universidade; elaborar, acompanhar e coordenar a implantação das políticas de gestão ambiental; bem como zelar pela manutenção das instalações físicas e espaços comuns da universidade é a Superintendência de Meio Ambiente e Infraestrutura (SUMAI).

A SUMAI é fruto da união dos setores: Planejamento do Espaço Físico (APAF), Prefeitura de Campus (PCU), Grupo Reuni (profissionais dedicados as obras do Reuni) e da Coordenação de Meio Ambiente.

O órgão enfrenta dificuldades em gerenciar e fiscalizar suas obras, possuindo um déficit de mão de obra especializada. Além disso, as edificações se tornaram mais complexas, impulsionando a expansão do uso de novas tecnologias na tentativa de solucionar essas questões. Neste cenário, a UFBA estuda a possibilidade de implantação do BIM.

Deste modo, este trabalho visa contribuir no desenvolvimento de um novo modelo de processo de projeto que possa propiciar o aumento de produtividade,

qualidade e eficiência operacional na projeção.

Para tal, será investigada a implantação do BIM na fase de elaboração dos projetos das edificações; quais são as maiores dificuldades e que mecanismos podem ser criados para superá-las. Para utilizar o BIM em sua potencialidade, faz-se necessário o entendimento dos conceitos que o paradigma envolve, e o desenvolvimento de métodos de trabalho adequados e eficientes para que os modelos resultantes possam ser usados nas demais fases do ciclo de vida da edificação.

1.2.1 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é a implantação do paradigma BIM na fase de projeto de edificações, na SUMAI. Tal proposição será alcançada por meio da realização dos seguintes objetivos específicos:

- Analisar os objetivos, a organização e os processos de projeto, explicitando o modelo em uso pelo órgão e suas características;
- Propor uma estratégia que identifique os fluxos das atividades, defina os usos, as trocas de informações entre as partes e a infraestrutura necessária para a implantação do BIM (plano de execução BIM⁴);
- Validar o plano de execução proposto.

1.3 MÉTODO

Pesquisa pode ser definida como um “[...] procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos.” (GIL, 2007, p. 17). As pesquisas realizadas sob o padrão das ciências tradicionais (naturais e sociais) resultam em estudos que se dedicam em explicar, descrever ou explorar fenômenos, objetivando entender a realidade. No entanto, compreender um problema não é suficiente para dar uma solução para o mesmo, é necessário desenvolver e testar possíveis maneiras de resolvê-lo (VAN AKEN, 2004).

⁴ O Plano de Execução BIM define os usos, identifica os fluxos das atividades, define as trocas de informações entre as partes e a infraestrutura necessária para a implantação (CICRP, 2011).

Então, quando se deseja realizar pesquisas orientadas à solução de problemas, recomenda-se o uso da *Design Science* (DS), que é a ciência que procura desenvolver soluções para melhorar sistemas existentes, resolver problemas e criar novos artefatos⁵ que contribuam para melhor atuação humana. Também tem como característica a busca por soluções satisfatórias, viáveis e não necessariamente ótimas (DRESCH, 2013).

Segundo Van Aken (2004), a missão da *Design Science* é desenvolver conhecimento científico através de intervenções ou artefatos ligados a um desfecho ou desempenho desejado em um determinado campo de aplicação, e onde os fatores organizacionais e contextuais geram impacto no resultado.

O método que operacionaliza e fundamenta a condução deste tipo de pesquisa é o *Design Science Research* (DSR), que contempla o processo de projetar artefatos e/ou prescrição para resolver problemas, avaliar e comunicar os resultados obtidos. Segundo March e Smith (1995), os produtos deste método são artefatos, classificados como:

- Constructos - conceitos utilizados para descrever os problemas e especificar as respectivas soluções;
- Modelos - representações usadas para descrever situações, capturando a estrutura da realidade.
- Métodos - são conjuntos de passos usados para executar atividades dirigidas a objetivos. São utilizados para traduzir um modelo em um caminho para a resolução de um problema. Os métodos são criações típicas das pesquisas em *Design Science*.
- Instanciações – é a concretização (operação) de um artefato (constructos, modelos e métodos) em um determinado ambiente real, demonstrando a viabilidade e a eficácia dos mesmos.

March e Smith (1995) dividem as atividades da *Design Science* em construir o artefato e avaliá-lo através do desempenho do mesmo em relação a critérios. Quando estes artefatos são métodos sua avaliação considera a operacionalidade, eficiência, generalização e facilidade de uso.

⁵ Artefato é algo que é construído pelo homem, isto é, um objeto artificial que pode ser caracterizado por objetivos e funções. Sendo uma interface entre o ambiente interno, substância e organização do próprio artefato, e um ambiente externo, local e condições em que o artefato irá operar. (SIMON, 1996).

Sendo assim, entende-se que é adequada uma abordagem fundamentada na *Design Science* para esta pesquisa, uma vez que a mesma objetiva realizar mudanças em um sistema, buscando sua melhoria através da prescrição de soluções visando diminuir a lacuna entre a teoria e a prática.

1.3.1 Etapas da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida segundo as seguintes etapas:

- Domínio do problema - revisão bibliográfica
 - i. Estudo sobre as fases do ciclo de vida da edificação
 - ii. Estudo sobre a projeção
 - iii. Estudo sobre implantação do BIM

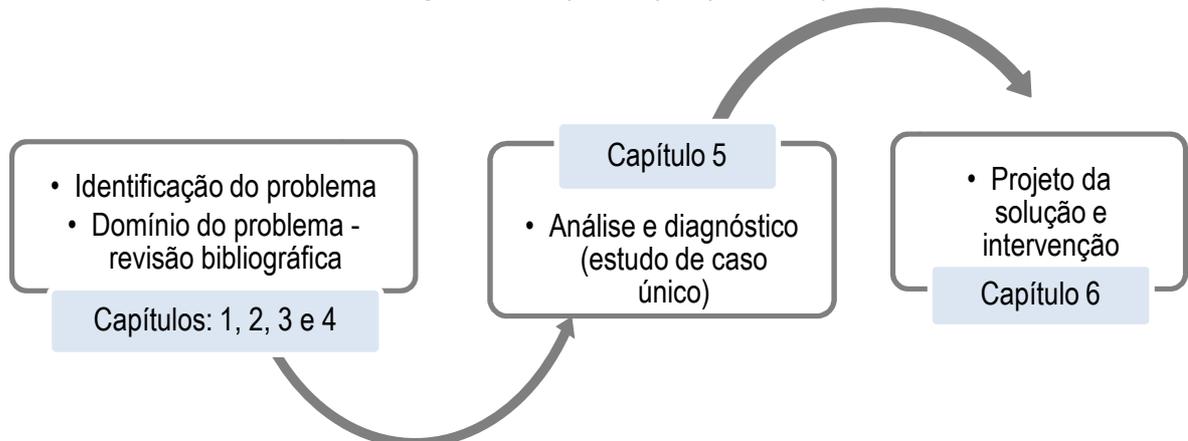
- Análise e diagnóstico – estudo de caso único na SUMAI/UFBA
 - i. Coleta de dados através de fontes de evidências: documentos de projeto, normas, editais etc.; entrevista e observação direta
 - ii. Análise dos objetivos, usos e processos do órgão
 - iii. Mapa de processos (“*as-is*”)

- Proposição – projeto da solução e intervenção
 - i. Elaboração de um plano de execução BIM para a SUMAI/UFBA

- Avaliação - comunicação
 - i. Avaliar o plano de execução BIM através dos critérios de facilidade de uso, operacionalidade e generalidade
 - ii. Realizar a comunicação da pesquisa através da tese

A Figura 1 mostra como as etapas da pesquisa se distribuem nos capítulos.

Figura 1 – Etapas da pesquisa e capítulos

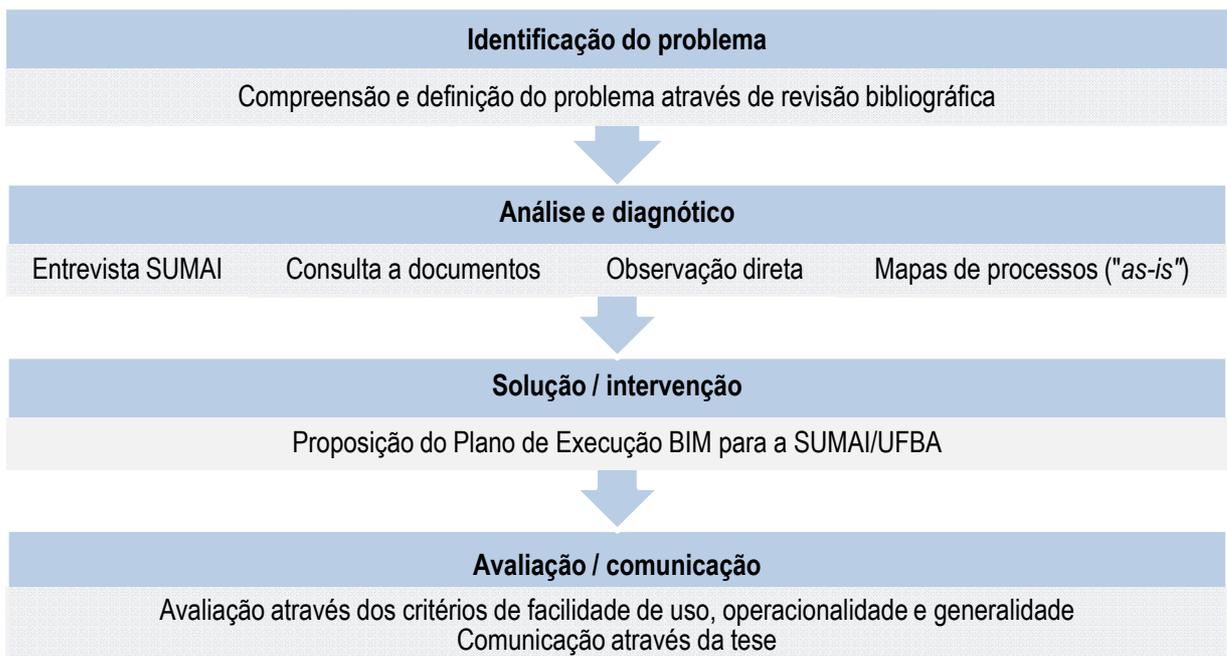


Fonte: elaborado pela autora, 2017.

1.3.2 Descrição das estratégias utilizadas na condução do processo de pesquisa em cada etapa

Depois de definida a abordagem da pesquisa – *Design Science* e o método a ser utilizado – *Design Science Research*, faz-se necessário descrever as estratégias usadas na mesma. O processo de pesquisa é formado por processos iterativos de compreensão do problema, análise e diagnóstico, desenvolvimento da solução e avaliação, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 – Etapas da pesquisa



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

1.3.2.1 Fase 1: identificação do problema

O ponto de partida para a realização da pesquisa foi a identificação do problema, resultando na definição e a compreensão do mesmo através de revisão bibliográfica, abrangendo o estado da arte do paradigma BIM tanto no exterior quanto no Brasil.

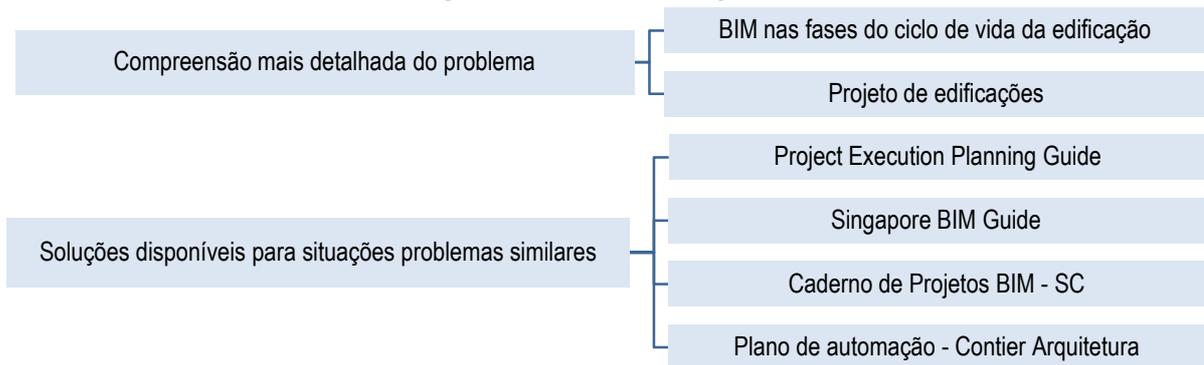
O passo inicial foi a participação, em outubro de 2013, do “*Workshop Implantação de BIM – IFBA/UFBA*”, promovido pela UFBA em parceria com o Instituto Federal da Bahia (IFBA) e realizado pelo Laboratório de estudos avançados em Cidade, Arquitetura e tecnologias Digitais (LCAD)⁶. Este evento teve como objetivo fundamentar e iniciar os trabalhos para implantação do paradigma BIM nos setores técnico-administrativos destas instituições. Contou com a presença dos principais pesquisadores nacionais da área, para um ciclo de palestras e mesas redondas. Além disso, houveram reuniões do grupo de trabalho com o objetivo de definir o escopo do projeto de implantação de BIM para estas instituições. Após esse evento, e identificar um problema relevante na prática com potencial de pesquisa e contribuições teóricas, foi definido o objeto, objetivos e método de pesquisa para o presente trabalho.

Como já abordado, o método de pesquisa utilizado foi o *Design Science Research* (DSR), e como método auxiliar, o Estudo de Caso Único, objetivando viabilizar o entendimento do cenário atual do processo de projeto da SUMAI.

Na sequência, foi iniciada a revisão bibliográfica (Capítulos 2, 3 e 4) que enfocou a literatura internacional, visto que outros países encontram-se em estágios mais avançados de adoção do BIM. Foi estudado o BIM nas fases do ciclo de vida da edificação e mais especificamente, o projeto de edificações; e analisados guias de implantação internacionais, buscando identificar os procedimentos que podiam se adequar à realidade brasileira, conforme Figura 3.

⁶ Em setembro de 2014 o nome e o regulamento que define as normas de funcionamento do LCAD foram alterados para adequá-lo às mudanças administrativas que foram implantadas na Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia. A denominação do LCAD – então Laboratório de Computação Gráfica Aplicada à Arquitetura e ao Desenho passou a ser Laboratório de estudos avançados em Cidade, Arquitetura e tecnologias Digitais.

Figura 3 – Revisão bibliográfica



Fonte: Elaborada pela autora, 2016.

1.3.2.2 Fase 2: análise e diagnóstico

A fim de buscar entender as causas do problema e evidenciar as inter-relações existentes, foi feita a análise e diagnóstico do mesmo e do ambiente e contexto no qual ele ocorre através da coleta de dados possíveis. Para isto, foi adotado o estudo de caso único como método auxiliar, pois este contribui para a compreensão de fenômenos individuais, organizacionais e sociais, buscando caracterizar o funcionamento de uma realidade ou organização. Através dele pode-se “[...] explorar aquelas situações nas quais a intervenção que está sendo avaliada não apresenta um conjunto simples e claro de resultados.” (YIN, 2001, p. 34).

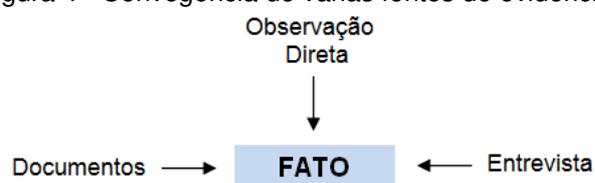
Foram utilizadas como evidências: entrevistas, observação direta e documentos.

Basicamente, a pesquisa é desenvolvida por meio da observação direta das atividades do grupo estudado e de entrevistas com informantes para captar suas explicações e interpretações do que ocorre no grupo. Esses procedimentos são geralmente conjugados com muitos outros, tais como a análise de documentos, filmagem e fotografias. (GIL, 2002, p. 53).

Foi feita a convergência destas fontes de informação (Figura 4), pois para Yin,

[...] qualquer descoberta ou conclusão em um estudo de caso provavelmente será muito mais convincente e acurada se se basear em várias fontes distintas de informação, obedecendo a um estilo corroborativo de pesquisa (YIN, 2001, p. 121).

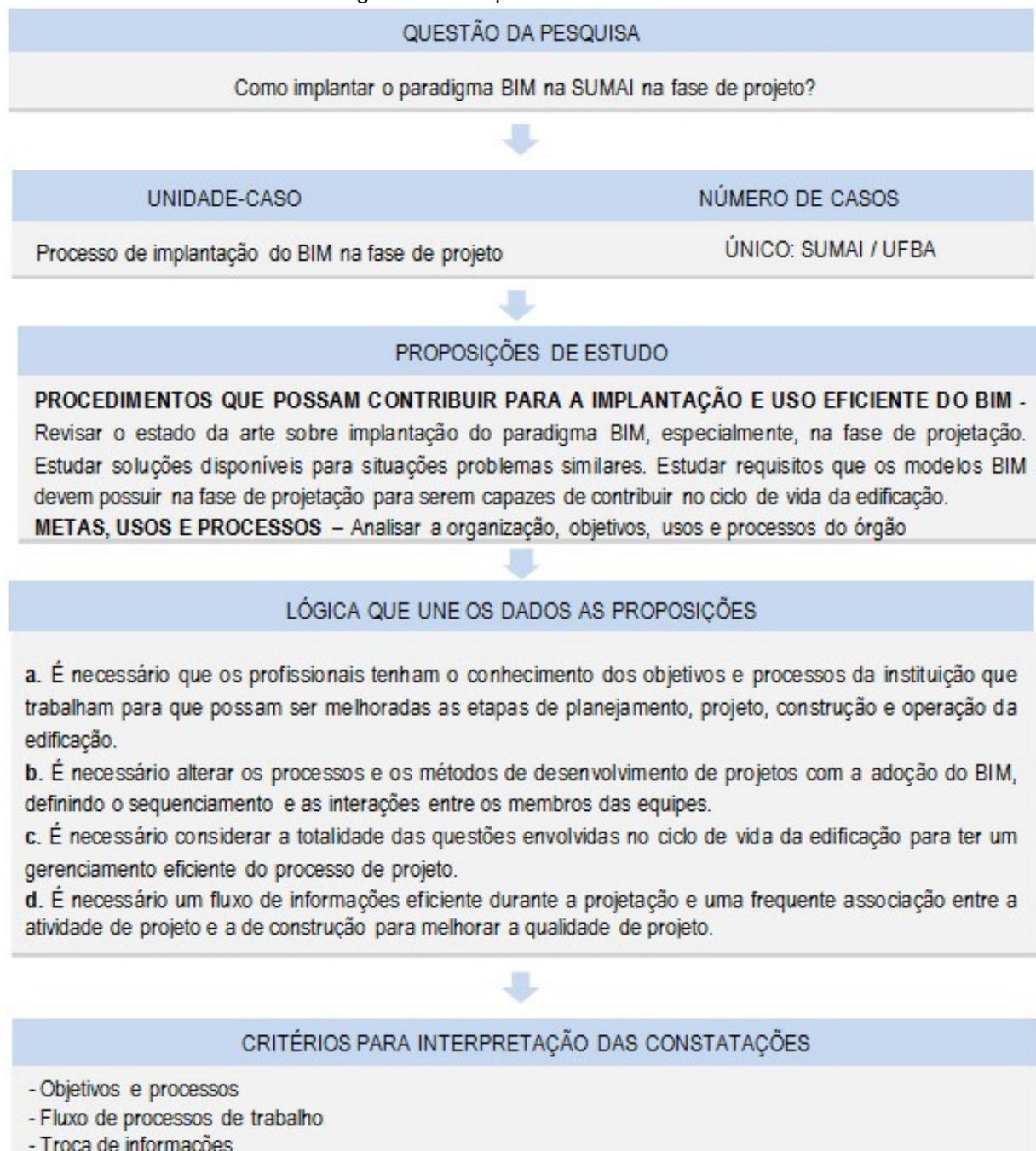
Figura 4 - Convergência de várias fontes de evidências



Fonte: adaptado de YIN, 2001.

O estudo de caso representa uma maneira de se investigar um tema seguindo-se um conjunto de procedimentos pré-especificados. Para tanto, faz-se necessário elaborar um projeto de pesquisa que contemple a definição dos componentes de estudo: questão da pesquisa, proposições de estudo, unidade-caso, número de casos, lógica que une os dados às proposições e critérios para interpretação das constatações, conforme Figura 5.

Figura 5 – Componentes de estudo



Fonte: elaborado pela autora, 2016.

A amostra da pesquisa foi definida através de duas variáveis, a unidade-caso e o número de casos pesquisados.

A delimitação da unidade-caso não constitui tarefa simples. É difícil traçar os limites de um objeto. A totalidade de um objeto, seja ele físico, biológico ou social, é uma construção intelectual. Não existem limites concretos na definição de qualquer processo ou objeto (GIL, 2002, p. 138).

Nesta pesquisa a unidade-caso é a implantação do BIM na fase de projeto na SUMAI.

Os estudos de caso podem ser constituídos de um único ou de múltiplos casos. Costuma-se utilizar um único caso quando o acesso a múltiplos casos é difícil e o pesquisador tem possibilidade de investigar um deles. “[...] o "caso" também pode ser algum evento ou entidade que é menos definido do que um único indivíduo. Já se realizaram estudos de caso sobre decisões, sobre programas de vários tipos, sobre o processo de implantação de alguma coisa em alguma empresa ou entidade e sobre uma mudança organizacional.” (YIN, 2002, p. 44).

Os critérios de seleção dos casos variam de acordo com os propósitos da pesquisa. Neste trabalho foi utilizado o caso único: a SUMAI/UFBA.

Para a realização da coleta de dados foi construído um instrumento – protocolo de entrevista –, contendo duas unidades de contexto: infraestrutura e processo de projeto. Este instrumento foi aplicado com a possibilidade de acréscimo de itens ou detalhamento, diante da realidade apresentada e da observação direta, auxiliando a obtenção de dados das práticas e das rotinas do órgão (Quadro 1).

Quadro 1 – Protocolo de entrevista

INFRAESTRUTURA	Hardware
	Software
	Mão de obra
PROCESSO DE PROJETO	Como acontece a demanda do projeto?
	Quais são as fases do processo de projeto?
	Quem faz os projetos? O órgão ou empresa contratada?
	Como é feito o programa de necessidades?
	Como é feito o estudo preliminar?
	Como é desenvolvido o anteprojeto?
	Como é feito o processo licitatório para a contratação de empresa?

Quadro 1 – Protocolo de entrevista (continuação)

PROCESSO E PROJETO	Como é feito o acompanhamento da execução dos serviços contratados (projetos básicos e executivos) por empresa terceirizada?
	Como é feita a compatibilização dos projetos?
	Como é feito o registro de reuniões e comunicações?
	Quais as convenções de representação gráfica do órgão?
	Quais são os entregáveis dos projetos?
	Como são resolvidos os problemas que surgem no decorrer da obra?
	Os prazos são cumpridos? Há necessidade de aditivos contratuais?

Fonte: elaborado pela autora, 2016.

Após a obtenção dos dados através da entrevista, da análise de documentos existentes e da observação direta, os mesmos foram transformados de forma que permitissem a descrição do conteúdo através da construção de mapas de processos, formalizando o modelo “*as-is*” do órgão.

1.3.2.3 Fase 3: solução / intervenção

A solução proposta para a promoção de aumento na eficiência operacional do processo de projeto foi um Plano de Execução BIM para a SUMAI. Caracteriza-se como um artefato tipo método, pois estabelece passos usados para executar atividades dirigidas aos objetivos BIM.

O desenvolvimento da solução iniciou assim que foram identificados os principais entraves do processo de projeto através do estudo de caso. Assim foram elencados os itens que devem constar em um plano de execução BIM. A condução desta atividade foi acompanhada de orientações de base teórica através da revisão bibliográfica feita ao longo do processo de pesquisa.

Na etapa seguinte, de intervenção, a solução proposta foi instanciada no contexto real – SUMAI, contribuindo para a visualização dos conceitos teóricos que foram sendo expostos, facilitando o entendimento dos mesmos.

1.3.2.4 Fase 4: avaliação / comunicação

A solução proposta (artefato tipo método: plano de execução BIM) foi avaliada através de três critérios apresentados por March e Smith (1995):

- operacionalidade – análise da funcionalidade do artefato;

- generalidade – delimitação do uso do artefato nos diversos tipos de projetos;
- facilidade de uso – observação da usabilidade do artefato pelos técnicos do órgão.

E por fim, foi realizada a comunicação através deste trabalho.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado da seguinte forma:

O Capítulo 1, Introdução, faz uma abordagem inicial sobre o tema, apresenta justificativa, caracteriza o objeto, os objetivos e a metodologia deste trabalho.

O Capítulo 2, BIM e as Fases do Ciclo de Vida da Edificação, trata especialmente das características do uso do BIM nas diversas fases do ciclo de vida da edificação e como a implantação do mesmo pode beneficiar a UFBA.

O Capítulo 3, Diretrizes para Implantação do BIM: objetivos, usos, infraestrutura, modelos de processos e modelos da edificação, apresenta e discute diretrizes para implantação do BIM na fase projetual, visando definir e estabelecer processos para a projeção no contexto BIM e diretrizes relativas ao modelo, arquivo padrão, nomenclaturas etc.

O Capítulo 4, Diretrizes para Implantação do BIM: processos de colaboração e gestão, apresenta e discute diretrizes para implantação do BIM relativas aos processos, como: normas de intercâmbio de informações, métodos de comunicação, revisão de interferências, interoperabilidade e sistemas de classificação da informação da construção.

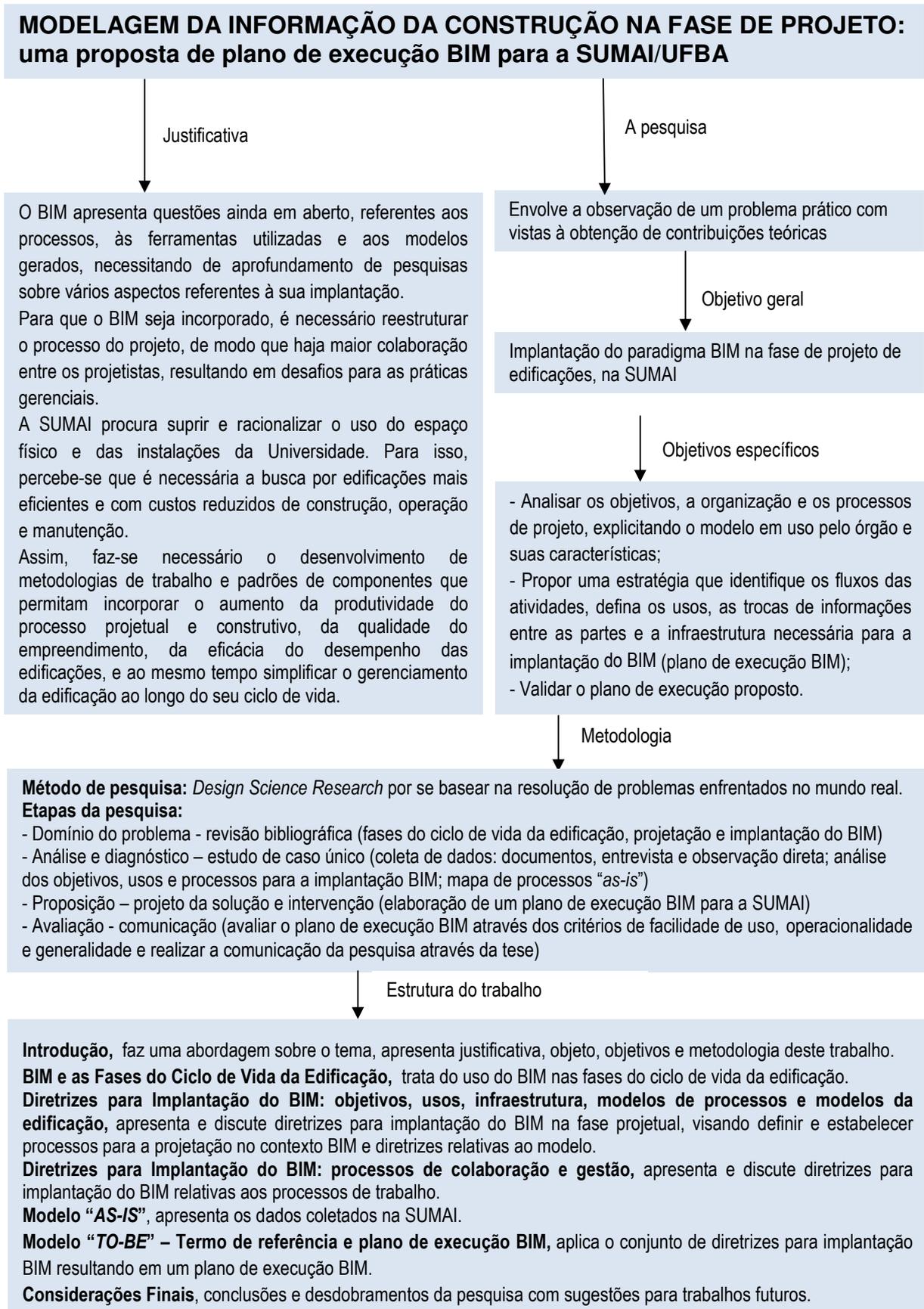
O Capítulo 5, Modelo “*AS-IS*”, apresenta os dados coletados na SUMAI.

O Capítulo 6, Modelo “*TO-BE*” – Termo de referência e plano de execução BIM, aplica o conjunto de diretrizes para implantação BIM resultando em um plano de execução BIM.

O Capítulo 7, Considerações Finais, apresenta as conclusões e os desdobramentos da pesquisa com sugestões para trabalhos futuros.

A Figura 6 mostra o panorama da tese.

Figura 6 – Panorama da tese



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

2 BIM E AS FASES DO CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO

Este capítulo aborda o projeto de edificações, e as vantagens do uso do BIM em cada fase do ciclo de vida e de que forma a sua implantação pode trazer benefícios à UFBA.

2.1 BIM NAS DIVERSAS FASES DO CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO

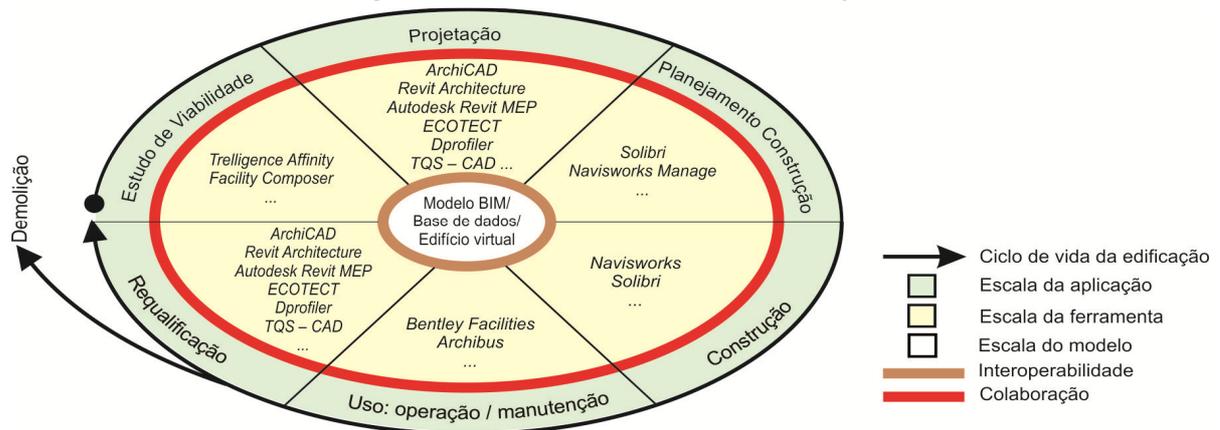
O uso do BIM possibilita a melhoria da qualidade da edificação a ser criada, com contribuições significativas tanto na projeção, como na construção e no uso da mesma. Vários tipos de informações podem ser agregadas ao modelo ao longo do ciclo de vida da edificação, permitindo a ampliação do uso das informações e a racionalização da projeção, construção e manutenção. Também favorece a integração entre as fases do ciclo de vida da edificação, contribuindo para o gerenciamento das atividades, possibilitando a redução de custos, de conflitos entre disciplinas e favorecendo a comunicação entre os diversos agentes envolvidos com a edificação durante sua vida útil.

Com o BIM faz-se necessário o desenvolvimento de novas formas de produzir e compartilhar o conhecimento, pois a edificação deverá ser concebida através da participação multidisciplinar integrada, onde todos os profissionais tenham a compreensão holística do modelo e viabilizem a transferência contínua de conhecimento entre eles. Desta forma, otimiza-se o processo de trabalho colaborativo.

A criação de modelos BIM se dá em um sistema integrado por vários *software*, com diferentes objetivos, para dar suporte a diversos aspectos do ciclo de vida da edificação. A interoperabilidade entre os sistemas e os programas promove a troca de informações sem perdas, evitando-se a reentrada de dados e o retrabalho, garantindo uma utilização eficiente da informação.

A Figura 7 mostra o BIM nas diversas fases do ciclo de vida da edificação: estudo de viabilidade; projeção; planejamento da construção; construção; uso - manutenção e operação; e requalificação/demolição (EASTMAN, 1999) e as mediações necessárias (colaboração e interoperabilidade) para a modelagem acontecer na sua plenitude.

Figura 7 – BIM no ciclo de vida da edificação



Fonte: CHECCUCCI; PEREIRA; AMORIM, 2011.

A seguir serão abordadas as fases do ciclo de vida da edificação, iniciando pela fase 1 - estudo de viabilidade.

2.1.1 Fase 1 - Estudo de viabilidade

A fase de “estudo de viabilidade” é definida pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (CAMBIAGUI; AMÁ, 2006) como *Concepção do produto*, ou seja, ela é composta pelo levantamento de dados, programa de necessidades e estudo de viabilidade. Nela é feito o levantamento de informações legais, técnicas e programáticas que objetivam conceituar e caracterizar o partido arquitetônico e as restrições que o regem.

Inicialmente, o empreendedor ou incorporador realiza um "estudo econômico" do empreendimento, onde são analisados: a viabilidade da compra do terreno; qual o tipo de empreendimento dará melhor retorno; o que a legislação permite; realiza estimativa do “volume de construção”; faz avaliação do custo da obra; aspectos do financiamento etc. Posteriormente, algumas destas questões passam a ser refinadas pelo arquiteto, tais como: qualificar e quantificar o potencial construtivo do empreendimento; definir o número total de unidades; e conceituar a implantação geral em termos de massas edificadas, de forma a verificar sua viabilidade física, financeira e legal. Ou seja, envolve a geração do plano básico da edificação, sua volumetria, implantação e orçamento preliminar. No empreendimento público a viabilidade do mesmo está vinculada a qualidade da prestação dos serviços e do princípio da economicidade através da racionalização dos recursos.

Usualmente, estes itens são trabalhados sem muita precisão, visto que, frequentemente os custos de uma obra ficam acima do esperado, sendo necessário ampliar o orçamento. Para tentar solucionar o problema de extrapolação de custos, as instituições tendem a adicionar um valor reservado para as incertezas que surgem durante a construção, e/ou realizar aditivos aos contratos.

É importante salientar que as primeiras análises, como o estudo da volumetria e implantação da edificação, são fundamentais para obter-se a melhor decisão arquitetônica. O uso do BIM possibilita que as decisões iniciais possam ser melhor embasadas quanto ao programa, custos de construção e de operação, e considerações ambientais. A precisão dos modelos BIM proporciona uma fonte de informação mais confiável para realizar o estudo de volumetria, implantação, simular diferentes métodos construtivos e estimativas de custos, pois as informações obtidas são compatibilizadas e integradas no modelo, podendo delinear melhor o produto.

Entre as questões sobre implantação, está a análise da morfologia do terreno, condicionantes físicos e legais. A implantação deve conter uma decisão arquitetônica que utilize os recursos naturais e pouco modifique o terreno, reforçando a necessidade de mais aprofundamento na análise das possibilidades de implantação. Em uma cidade como Salvador, com relevo acidentado, os resultados destes estudos podem levar a uma melhor solução arquitetônica, e conseqüentemente, levar a UFBA a obter melhores implantações de suas edificações com o uso do BIM.

Segundo Eastman e colaboradores (2014), atualmente, um número crescente de ferramentas está disponível para serem usadas nesta fase. Algumas delas se concentram na modelagem geométrica, como o SketchUp. Para explorar alternativas de projeto com as variações paramétricas de formas, pode ser utilizado o Rhinoceros. Outras ferramentas dão suporte à geração de plantas baixas a partir do programa do edifício, como Facility Composer e Treligence Affinity. Outra área importante para o desenvolvimento do estudo de viabilidade é a avaliação de custos, que pode ser feita com o Dprofiler.

Os modeladores geométricos possuem mecanismos de modelagem de sólidos e de superfícies capazes de representar a forma da edificação, com a possibilidade de geração rápida de desenhos esquemáticos e renderização. A Figura 8 exemplifica um estudo de volumetria realizado no programa SketchUp.

Figura 8 - Estudo de volumetria e implantação realizado com o SketchUp



Fonte: EASTMAN et al., 2014, p. 159.

O planejamento espacial é realizado com base no programa de necessidades da edificação, onde é descrito a quantidade, tipo, tamanho e as possíveis relações entre os espaços. Procura-se definir alguns níveis de relações entre os ambientes, por meio de três categorias: contiguidade, proximidade e separação.

Ferramentas como o Facility Composer e Treligence Affinity traduzem o programa da edificação em imagens, permitindo trabalhar com diagramas e não apenas com planilhas e funcionograma. A Figura 9 mostra o programa de um centro de reabilitação feito por Array Architects utilizando o software Treligence.

Figura 9 - Centro de reabilitação médica (software Treligence)



Fonte: TRELIGENCE AFFINITY, 2013, p. 1.

A utilização da modelagem BIM possibilita estudos mais rápidos e apurados do empreendimento permitindo também alterar a solução dependendo da necessidade, e visualizar rapidamente o orçamento atualizado. Isto é possível porque os quantitativos dos componentes podem ser extraídos do modelo e a partir dos mesmos obter-se o custo de cada solução estudada.

O estudo de caso apresentado por Eastman e colaboradores (2014) do empreendimento comercial Hillwood (situado em Dallas, Texas, EUA) demonstra o potencial de suporte dos modelos da informação da construção para estimativa nas fases iniciais. O processo iterativo envolveu exploração de alternativas de projeto e de custos, ficando clara a redução de tempo em relação ao tradicional. Um exemplo de ferramenta BIM utilizada para estimativa de custo nesta fase é o DProfiler. O uso da ferramenta

[...] DProfiler para estimativa, comparada à estimativa tradicional baseada em um processo manual, resultou em uma redução de 92% do tempo na produção de uma estimativa com o processo digital. [...] Como consequência, a equipe de projeto pode atingir o mesmo resultado em muito menos tempo, com uma maior precisão e a habilidade de explorar mais cenários (EASTMAN et al., 2014, p. 436).

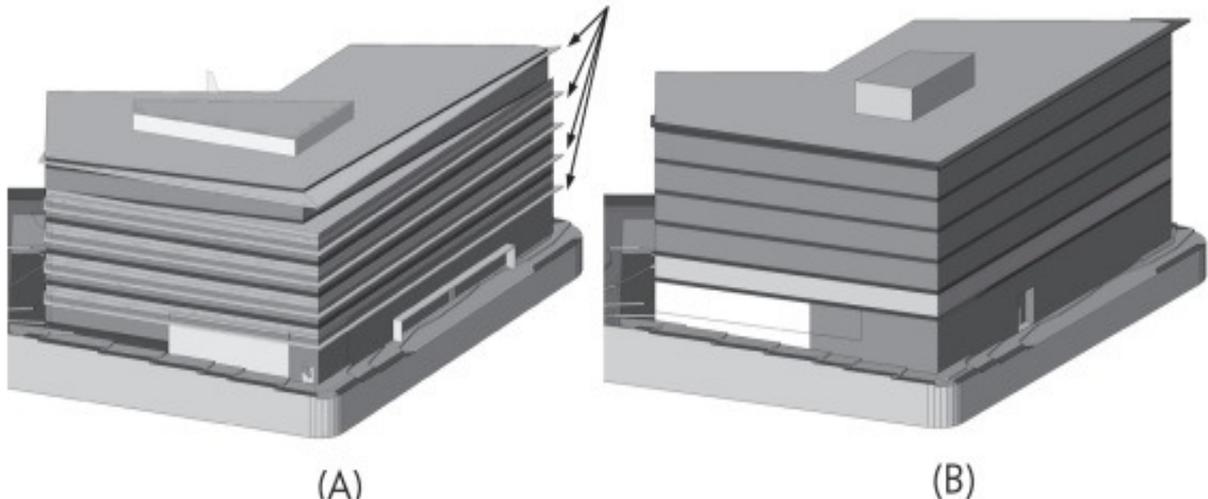
A Figura 10 mostra o fluxo de trabalho usando o DProfiler que inclui: (a) desenvolvimento e modelagem do partido inicial do empreendimento usando componentes paramétricos vinculados a itens de custos; (b) avaliação da estimativa de custo com a percepção de um projetista experiente e um gerente de empreendimento; e (c) apresentação e revisão da opção de projeto.



Fonte: adaptado de Eastman et al., 2014, p. 437.

A Figura 11 mostra duas opções de projeto para a edificação: (a) edificação com abrigos para a proteção da luz solar e (b) edificação com estas proteções retiradas, fazendo uso de película de proteção solar no vidro.

Figura 11 – Opções de projeto do edifício comercial Hillwood



Fonte: EASTMAN et al., 2014, p. 440.

2.1.2 Fase 2 – Projetação

O processo de projeto envolve todas as decisões e formulações que visam dar suporte à construção de uma edificação. Um dos fatores determinantes da qualidade final do produto é a qualidade do projeto. Assim, faz-se necessário estabelecer o gerenciamento eficiente do processo de projeto, sistematizando e controlando as diversas atividades, de forma a otimizar a solução a ser obtida e racionalizar os recursos disponíveis. A projeção da edificação deve considerar a totalidade das questões envolvidas no seu ciclo de vida.

O precário fluxo de informações durante a projeção e a frequente dissociação entre a atividade de projeto e de construção geram muitos problemas para a indústria da construção.

Diante da necessidade de mudanças na forma de produção da construção civil, é imprescindível uma redefinição no processo de projeto, visando à transformação do processo tradicional num processo menos sujeito a erros, mais colaborativo e integrado no intercâmbio de informações entre os diversos agentes desde as fases iniciais da projeção, visando a melhoria dos processos e dos produtos. Através do paradigma BIM estas questões podem ser enfrentadas, pois o

mesmo possui recursos com potencial para aumentar significativamente a qualidade dos processos e dos produtos da indústria da construção civil.

A adoção da tecnologia BIM pressupõe mudanças nos paradigmas de projeto, nas formas e nos métodos de trabalho dos profissionais do setor, pois ao invés de representar a edificação através de desenhos, especificação de componentes e processos, os profissionais irão representá-la através de uma base de dados digital única e consistente.

Na modelagem BIM, as informações são centralizadas numa base de dados única, que representa o modelo digital da edificação, agregando todas as informações produzidas pelas diferentes disciplinas, possibilitando extrair informações atuais e precisas, detectar precocemente os conflitos e erros, reduzir os custos e o tempo de execução da obra, e conseqüentemente, aumentar a qualidade do produto final.

O modelo BIM pode ser definido como uma base de dados digital unificada, integrada, autoconsistente, que reúne informações sobre uma dada edificação, representando-a.

Para o *National Institute of Building Standards* (NIBS) o modelo BIM é:

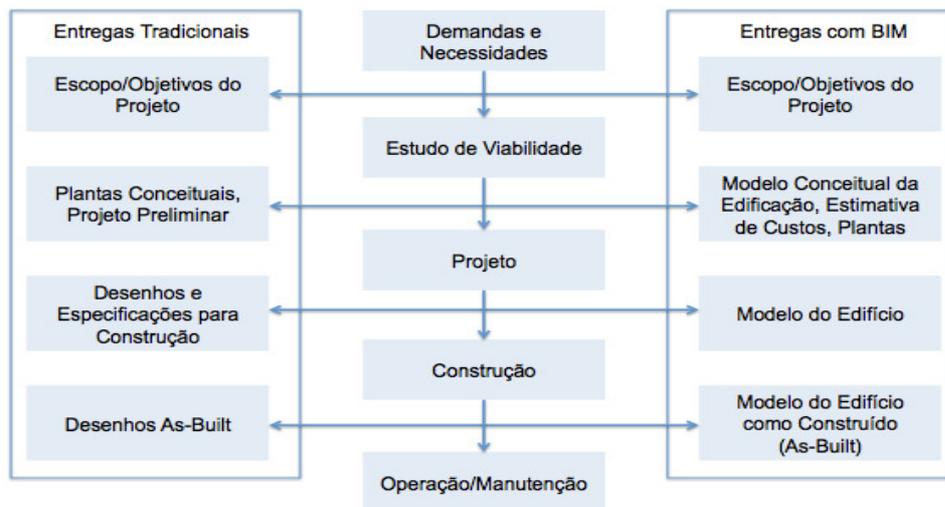
[...] uma representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação. Como tal, ele serve como uma fonte de conhecimento compartilhado para obter informações sobre uma edificação, formando uma base confiável para tomada de decisões durante o seu ciclo de vida desde o início. (NIBS, 2007, p. 21, tradução nossa⁷).

É possível gerar através do mesmo, vários produtos, como: plantas baixas, cortes, fachadas, perspectivas, imagens fotorrealísticas, animações, quantitativos, orçamentos, cronogramas, simulações e análises (estabilidade estrutural, desempenho energético e acústico etc.).

A Figura 12 compara os produtos entregues nas diversas fases do ciclo de vida da edificação no processo de desenvolvimento de projeto tradicional e numa abordagem BIM.

⁷ No original: "A BIM is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. As such it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life-cycle from inception onward."(NIBS, 2007, p. 21).

Figura 12 – Produtos entregues no processo tradicional e com BIM



Fonte: adaptado de Eastman et al., 2014, p. 140.

O BIM pode influenciar as atividades da projeção, desde os estágios iniciais de desenvolvimento de um empreendimento, lidando com a viabilidade e o projeto conceitual, como foi abordado no item 2.1.1, até o desenvolvimento do projeto (anteprojeto e/ou projeto legal; e projeto executivo como será abordado a seguir).

O anteprojeto/projeto legal é o projeto do empreendimento desenvolvido a partir do estudo preliminar, determinando alternativas de materiais e acabamentos, e identificando todos os subsistemas do edifício. Os projetistas desenvolvem a arquitetura, a estrutura, estudos preliminares de outras disciplinas e realizam simulações e análises. São refinadas as restrições do código de obras e zoneamento, e pode-se incluir a atualização da estimativa de custos baseada nas informações adicionais.

Para a representação de uma edificação são confeccionados desenhos, documentos de especificação e quantificação de todos os componentes e sistemas. Estes documentos têm a finalidade de descrever os elementos necessários e suficientes para a construção da edificação, sendo no processo tradicional, feitos manualmente ou através do CAD, onde as edições envolvem sempre retrabalho.

Com o modelo BIM é possível a extração automática de documentos. Com isso, a atenção do projetista é, portanto, destinada primordialmente às soluções projetuais, e não à confecção dos desenhos técnicos.

O modelo é constituído por elementos construtivos que podem ser modificados através dos seus parâmetros, gerando diferentes “instâncias” de um mesmo tipo de objeto. Com a possibilidade de mudar estes parâmetros, pode-se

facilmente criar tipos de elementos construtivos (variações de um componente do modelo BIM), atribuindo-lhes parâmetros com diferentes valores.

As alterações são menos trabalhosas, pois a “inteligência” associada ao modelo faz com que, uma vez realizada uma modificação no projeto, a mesma seja automaticamente alterada em todas as instâncias de visualização, já que a alteração realizada no modelo se propaga para os diversos tipos de documentos gráficos ou não gráficos, dando coerência e consistência aos produtos gerados a partir do modelo.

A edificação é modelada nesta fase agregando todos os componentes construtivos das diversas disciplinas, armazenando tanto os elementos e suas propriedades, quanto as relações funcionais entre eles. Isto permite estabelecer regras a serem atendidas para que os objetos permaneçam coerentes. Por exemplo, as paredes podem estar vinculadas às lajes de piso e cobertura (ou teto), então, quando a altura do pé direito é alterada, a altura das paredes assume o novo valor.

A Figura 13 mostra algumas janelas de visualização do projeto do Bronx-Lebanon Hospital Center’s New Life Recovery em Nova York.

Figura 13 - Projeto no Revit do Bronx-Lebanon Hospital Center’s New Life Recovery



Fonte: AUTODESK, 2015.

Um dos problemas no desenvolvimento de projetos na forma tradicional está relacionado à visualização e compreensão da edificação. Dificuldades com a falta de informação nos projetos e deficiência de comunicação e visualização geram

problemas que só são detectados durante a execução da obra. Isto traz transtornos para solucioná-los, retrabalho, aumento de custos e tempo.

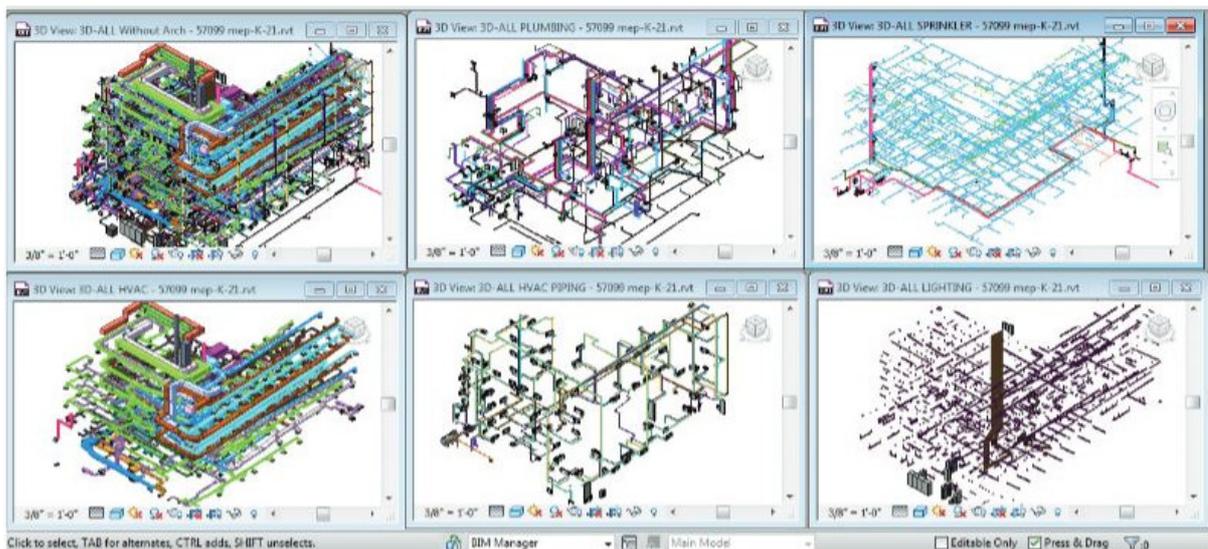
Segundo KYMMELL (2008), as ferramentas BIM possibilitam a melhor visualização e a comunicação das informações sobre a edificação, facilitando a compreensão do projeto, e conseqüentemente, a colaboração entre os participantes, que podem usufruir das vantagens da base de dados que constitui o modelo da edificação.

Os recursos de colaboração de uma ferramenta BIM para a fase projetual, integram diferentes disciplinas e permitem o desenvolvimento do projeto da edificação em equipe. Possibilitam a troca de ideias e melhor visualização, coordenação, comunicação e colaboração de todo o projeto.

Um empreendimento de construção requer projeto não apenas do produto construído, mas também do processo de construção. Esse reconhecimento está no centro da integração projeto-construção. [...] Em termos práticos, o empreendimento de um edifício baseia-se na colaboração próxima entre especialistas situados em um espectro de conhecimento da construção, bem como na colaboração próxima entre a equipe de projeto, construtores e fabricantes. O resultado pretendido é um produto projetado e um processo coerente, que integrem todo o conhecimento relevante (EASTMAN et al., 2014).

A colaboração entre os agentes envolvidos durante o processo de projeto facilita a integração do projeto com a construção, possibilitando melhorar a qualidade final da edificação. A Figura 14 mostra a integração de diferentes disciplinas do Bronx-Lebanon Hospital Center's New Life Recovery em Nova York.

Figura 14 - Imagens das instalações do edifício



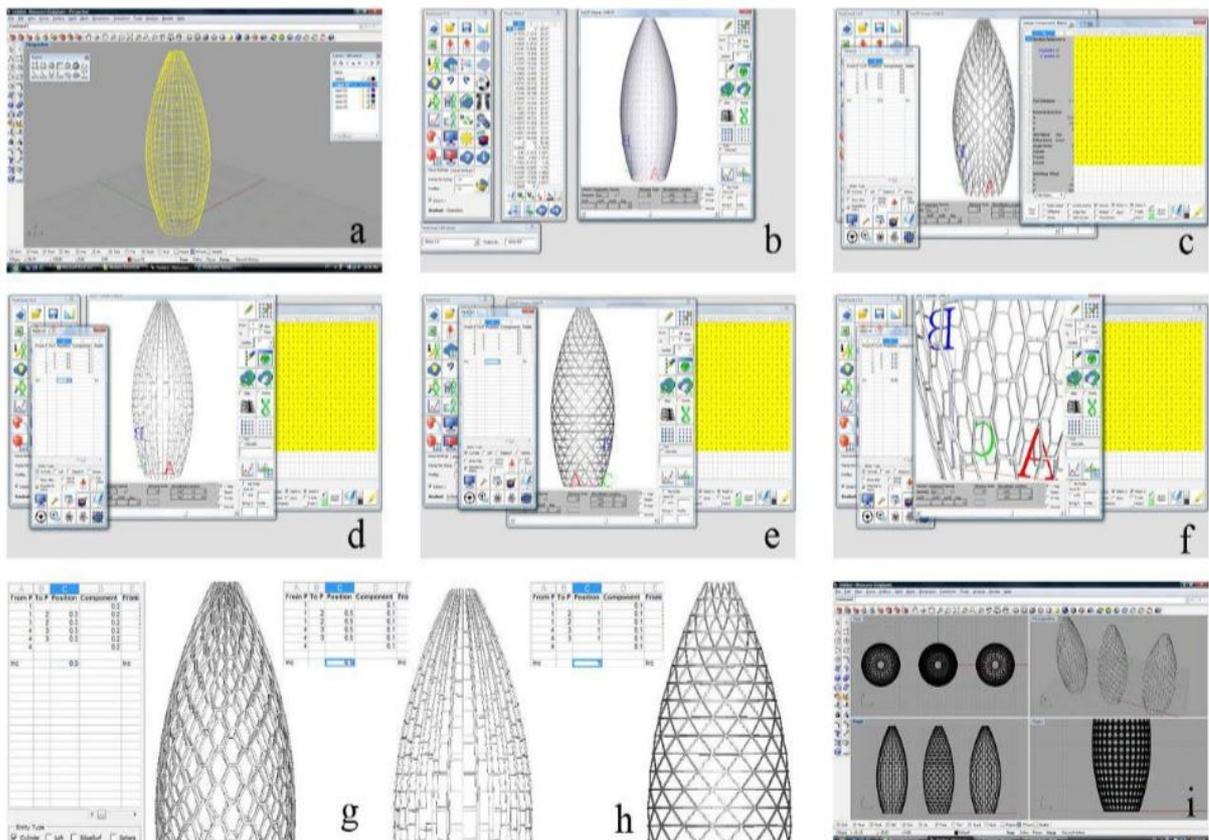
Fonte: AUTODESK, 2015.

Normalmente, durante o processo de criação e desenvolvimento de um projeto de arquitetura é comum acontecer mudanças nos elementos construtivos. No processo de projeto tradicional, cada aspecto da geometria de um elemento é editado manualmente, possibilitando a geração de erros.

O BIM traz a vantagem de possuir uma estrutura baseada em parâmetros e hierarquia: as variações paramétricas. Os componentes são modelados com informações geométricas e seus atributos, simplificando os procedimentos para realização de alterações nos projetos, possibilitando a construção de uma maior quantidade de alternativas para a edificação e podendo facilitar o processo de definição de formas complexas.

Como exemplo, pode-se modelar a estrutura de um edifício a partir de parâmetros pré-definidos, alterando suas dimensões e obtendo-se diferentes configurações para a estrutura. A Figura 15 mostra o estudo de um edifício feito através de variações paramétricas, onde a modelagem da estrutura foi feita modificando o perímetro a cada pavimento e mantendo a regularidade da modulação.

Figura 15 - Sequência de modelagem paramétrica de alternativas para um edifício



Fonte: FLORIO, 2009, p. 587.

A modelagem paramétrica também pode estar relacionada à possibilidade de modulação das edificações, que consiste em adotar uma medida de referência, que serve de unidade para determinar as demais, assegurando ao mesmo tempo, flexibilidade de combinação de medidas e facilidade de produção da edificação. A utilização da modulação possibilita gerar projetos mais racionais, pois através da mesma pode-se estabelecer relações métricas entre componentes.

Como o modelo BIM representa os diferentes componentes da construção, o modo como estão relacionados uns com os outros, a semântica presente no modelo e nos seus componentes permite a codificação de rotinas (programação computacional) para a verificação dos condicionantes presentes no código de obras, a serem cumpridos pela edificação. Então, é possível utilizar o *code checking*, que é um recurso ligado a projeção arquitetônica que permite a verificação automática do modelo BIM quanto ao atendimento do código de obras, proporcionando benefícios na projeção e na construção, incluindo uma maior consistência na interpretação e cumprimento dos códigos e regulamentos, contribuindo para aprovações de projetos mais rápidas (emissão de alvarás), dentre outros. A iniciativa para a verificação automática do código de obras foi iniciada em Singapura (KHEMLANI, 2005).

Outra questão a ser considerada, é que a coordenação dos projetos de sistemas prediais usando um modelo BIM é mais eficaz, pois a localização e as relações de todos os componentes podem ser melhor visualizadas e, conseqüentemente, os potenciais conflitos podem ser resolvidos durante a projeção. A análise de consistência do modelo pode ser feita com o auxílio de ferramentas específicas para detectar sobreposições, espaçamentos ou dimensões indevidas, conforme Figura 16.

Figura 16 – Detecção de interferências

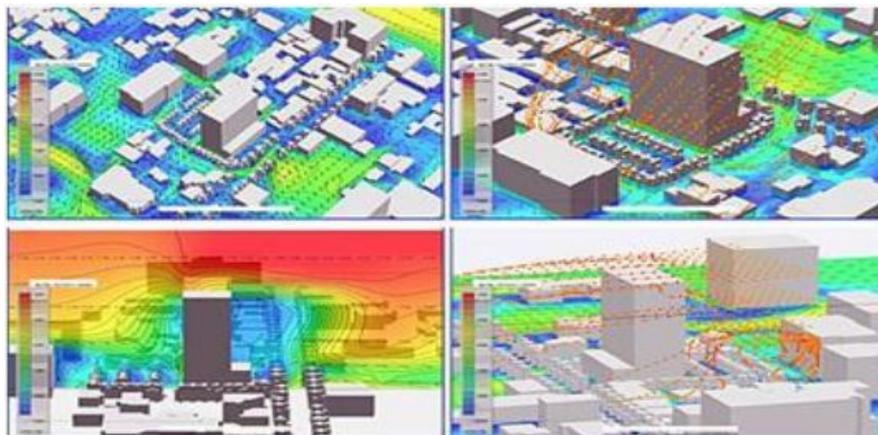


Fonte: ndBIM Virtual Building, 2016.

Outro item que pode ser explorado na fase de projeto é a adoção do modelo BIM para realizar análises e simulações, objetivando a melhoria na qualidade do projeto e da edificação, além da redução nos custos de construção, operação e manutenção. Esta possibilidade traz benefícios para toda a vida útil da edificação, pois dá subsídios aos diversos profissionais para a tomada de decisão quanto às opções projetuais mais adequadas em cada situação, promovendo eficiência e eficácia no ambiente construído.

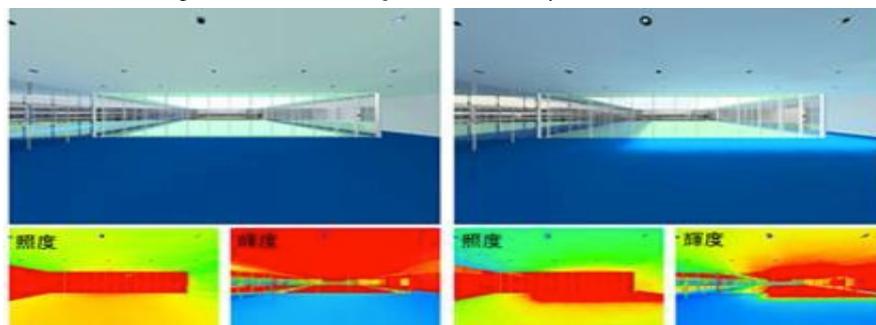
Com as tecnologias BIM, podem-se fazer simulações de desempenho estrutural, acústico, lumínico, térmico, análises de incidência solar e ventilação natural, dentre outras. As Figuras 17 e 18 mostram exemplos de simulação de ventilação através da dinâmica de fluidos computacional e do desempenho lumínico.

Figura 17 – Dinâmica dos fluidos computacional ou *Computational Fluid Dynamic* (CFD)



Fonte: YASUI ARCHITECTS & ENGINEERS, INC., 2015.

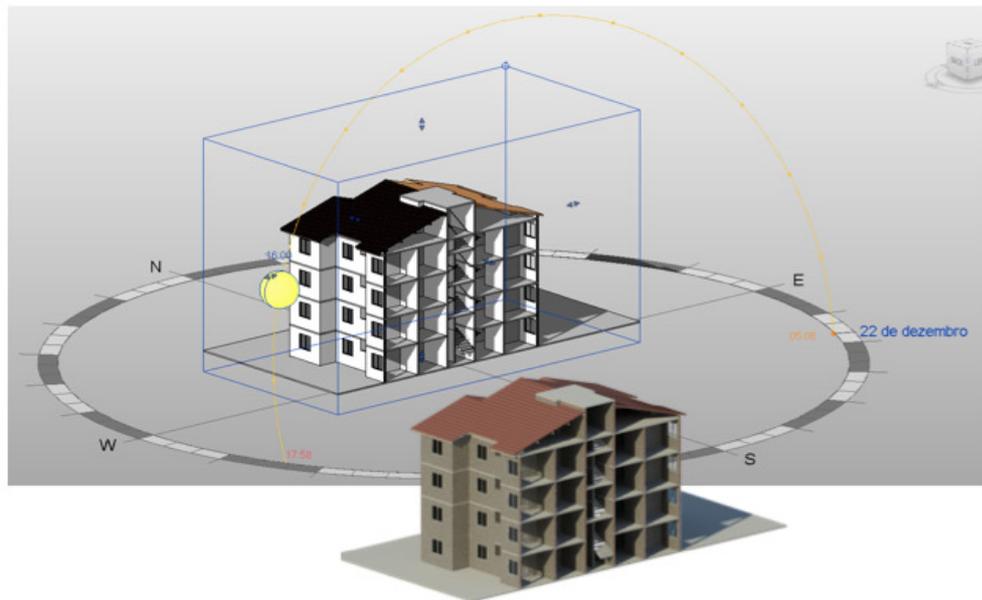
Figura 18 – Simulação de desempenho lumínico



Fonte: YASUI ARCHITECTS & ENGINEERS, INC., 2015.

A Figura 19 mostra a simulação da incidência solar em uma edificação do projeto Minha Casa Minha Vida, Lagoa da Paixão, em Salvador, Bahia, durante o solstício de verão às 16 horas.

Figura 19 – Simulação da incidência solar no Autodesk Revit



Fonte: Imagem cedida por Akemi Tahara, 2013.

A modelagem geométrica paramétrica, a geração automática de documentos, a integração, consolidação e consistência das informações, a inteligência associada ao modelo, a possibilidade de simulação e análise da edificação são algumas das características que, integradas e utilizadas, tornam vantajoso o uso do BIM na ação projetual, desde a concepção até a elaboração do projeto executivo.

O projeto executivo é composto por plantas baixas detalhadas incluindo todos os principais sistemas de construção (paredes, fachadas, pavimentos e todos os sistemas: estrutural, fundação, iluminação, mecânico, elétrico, comunicação, segurança, acústica, etc.) com detalhes; materiais e seus acabamentos; drenagem do terreno e paisagismo.

Nesta fase, o modelo BIM deve possuir elementos com geometria detalhada e precisão em termos de especificações, quantidades, dimensões e formatos. Deve possuir informações completas sobre todos os elementos e sistemas da edificação, permitindo a extração das mesmas para elaboração do projeto executivo. Para alcançar este nível de desenvolvimento é necessário realizar a análise dos projetos desenvolvidos, consolidando os dados.

Algumas questões devem ser analisadas para o desenvolvimento do projeto executivo em um ambiente BIM, entre elas estão a quantidade de detalhes e informação necessária e suficiente para não tornar o modelo muito carregado, e a

possibilidade do modelo possuir informações relativas à pré-fabricação externa de componentes.

O modelo BIM, conhecido como edifício virtual, representa a edificação e é formado por componentes (objetos geométricos), seus atributos e suas relações com os demais componentes da construção. Estes elementos podem possuir níveis diferentes de detalhamento da geometria. Quanto mais detalhada a geometria do modelo, maior capacidade de processamento é necessária para sua manipulação. Por isso, o nível de detalhe geométrico deve ser estabelecido analisando a real necessidade da representação dos mesmos, pois isto implica nos custos: computacional e de modelagem.

Segundo Maritano (2011), a representação geométrica de um componente é menos importante que as informações acrescentadas a ele, ou seja, não compensa “gastar bytes” detalhando as formas de um produto, e sim provê-lo de dados, utilizando a proporção de 80% de informação e 20% de conteúdo gráfico. É importante na modelagem de componentes considerar a finalidade do componente, a quantidade de informação que este deve possuir e como as informações serão inseridas, pois isto irá determinar a relação entre a complexidade e a produtividade de um modelo.

Diante do exposto, os projetistas podem conduzir o desenvolvimento de um modelo com menos detalhes de geometria para o planejamento da construção. Nessa visão, o modelo de projeto é o ponto inicial para o uso do BIM nas fases subsequentes do ciclo de vida da edificação.

Também é importante salientar que o modelo BIM na fase de projeto executivo pode conter as informações necessárias à pré-fabricação de componentes. Alguns componentes podem ser produzidos e/ou montados fora do canteiro e entregues na obra para instalação. A pré-fabricação reduz riscos no canteiro e possibilita a redução de custos, já que podem ser fabricados em localidades distantes e com menor preço. Entretanto, a fabricação externa exige planejamento e informações de projeto precisas.

O detalhamento dos componentes a serem pré-fabricados pode ser feito pelos projetistas em conjunto com os fabricantes, ou mesmo pelos fabricantes, respeitando as diretrizes do projeto. Os projetistas devem elaborar as informações de projeto conforme o necessário, tanto para manter a intenção de projeto, quanto para refiná-lo para a fabricação. Todos os fabricantes podem refinar seus

detalhamentos usando o mesmo modelo.

Na medida em que o modelo BIM é desenvolvido, são inseridas informações relacionadas com as diversas fases do ciclo de vida da edificação. A partir da definição de usos do modelo, no início do projeto, é importante acordar o uso de níveis de desenvolvimento ou *Level of Development* (LOD) de cada fase do projeto, pois estes níveis variam de acordo com o tipo de características do empreendimento e uso que será dado ao modelo.

O BIMForum (2016) estabeleceu seis níveis de desenvolvimento ou *Level of Development* (LOD), com níveis progressivos de detalhamento e complementação: LOD 100; LOD 200; LOD 300; LOD 350; LOD 400; e LOD 500. Estas definições foram estabelecidas identificando conteúdos específicos para cada nível de desenvolvimento até atingir progressivamente a completude do modelo BIM.

O *Project Execution Planning Guide* (CICRP, 2011) relaciona um conjunto de possíveis usos BIM: análise de implantação; criação e concepção; validação de códigos e normas; coordenação 3D; análises: energética, estrutural, luminotécnica, climatização, entre outras; avaliação de sustentabilidade – LEED⁸; definição do programa de necessidades; *design review*; estimativa de custo etc.

Salienta-se que mesmo que não sejam utilizados todos estes recursos, a prática baseada em BIM pode ter um papel decisivo na melhoria da projeção, na integração dos projetos entre si, e com a construção.

2.1.3 Fase 3 – Planejamento da construção

Constata-se que, ao longo dos anos, ocorreu aumento da complexidade das edificações e, entretanto, houve insuficiente evolução na gestão da construção (KYMMELL, 2008). Entre as questões que dificultam a gestão da construção, está a comunicação entre os participantes do processo. Ou seja, as instruções para a obra são comunicadas por desenhos, tabelas e textos, onde geralmente, não estão esclarecidos e explicitados todos os detalhes suficientes e necessários ao planejamento e execução da obra, gerando situações não previstas. Para solucioná-

⁸ O *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) é um sistema de certificação e orientação ambiental de edificações. Criado pelo U. S. Green Building Council, é um selo de reconhecimento internacional e utilizado em todo o mundo, inclusive no Brasil. O Green Building Council é uma organização que objetiva auxiliar o desenvolvimento da indústria da construção sustentável, através do processo integrado de concepção, construção e operação de edificações (GBCBRASIL, 2012).

las é gasto mais tempo e dinheiro, e nem sempre, é dada uma solução eficaz ao problema.

O planejamento da construção envolve o sequenciamento de atividades no espaço e no tempo, considerando provisionamento, recursos, limitações espaciais e outras questões envolvidas no processo. Os métodos tradicionais de planejamento e programação da obra não visualizam adequadamente os diversos componentes e as respectivas atividades relacionados a eles. Isto gera dificuldades na compreensão da programação e na logística do canteiro de obras.

A ineficiência da indústria da construção tem gerado estudos com propostas para abordar métodos para melhorar o desempenho no processo de construção, buscando maior assertividade nos custos, planejamento mais eficaz, melhor controle de prazos, mais qualidade e menos desperdício.

Facilitar a projeção, a construção e a operação da edificação, reduzindo os riscos, os custos e o tempo da obra são metas a serem alcançadas neste processo de melhoria. As soluções para algumas destas principais questões estão ligadas à prática dos princípios da *Lean Construction*⁹ ou Construção Enxuta.

Alguns princípios da construção enxuta apresentados por Koskela (1992) são: eliminação de processos que não agregam valor; eliminação de erros e de retrabalho; manutenção de um fluxo produtivo contínuo; desenvolvimento simultâneo de atividades; aperfeiçoamento contínuo; e aumento da transparência do processo.

Segundo Hardin e McCool (2015), a *Lean Construction* concentra-se em aumentar as atividades produtivas e eliminar o trabalho improdutivo, buscando uma melhoria contínua dos processos de trabalho.

Projeto e construção podem ser vistos como uma sequência de atividades, em que algumas adicionam valor e outras não. No processo de projeto, existem diversas atividades que consomem tempo, mas não agregam valor, como correção de erros e retrabalho, manipulação física e organização de documentos. Já no processo de construção há transporte de materiais, inspeção para determinar as condições da obra e manutenção de equipamentos e instalações.

O fluxo contínuo de trabalho e a transparência do processo possibilitam aperfeiçoar o trânsito das informações entre os membros das equipes, formando um

⁹Os conceitos da *Lean Construction* originaram-se de filosofias como o *Just in Time* (JIT) e o *Total Quality Management* (TQM). O JIT enfatiza a eliminação de períodos de espera enquanto o TQM enfatiza a eliminação de erros e de retrabalho, focalizando na melhoria da produtividade e na redução de custos através da diminuição de perdas.

ambiente em que eles são capazes de interagir e colaborar de maneira mais eficiente e tomar decisões de forma integrada em tempo hábil, evitando erros e retrabalho.

Sacks e colaboradores (2009) fazem uma análise das interações entre BIM e *Lean Construction* e apontam as principais funcionalidades do BIM: melhor visualização da forma; rápida geração e avaliação de alternativas de projeto; uso dos dados do modelo para análises prévias; integridade do modelo; geração automática de documentos a partir do modelo; maior colaboração no projeto e construção.

Como explicitado, o BIM e a “construção enxuta” estão intrinsecamente ligados e ganham espaço no mercado juntos, pois ambos buscam a melhoria contínua dos processos de trabalho. Ou seja, o BIM favorece a aplicação da construção enxuta. Segundo Lima e colaboradores (2011), as recentes pesquisas com o intuito de melhorar o processo de projeto apontam para o *Lean Design*, que é a aplicação dos princípios da produção enxuta, onde ocorre a eliminação das perdas e das atividades que não agregam valor ao processo de projeto.

Eastman e colaboradores (2014) apresentam o estudo de caso da expansão da fábrica da General Motors em Flint, onde os princípios da construção enxuta e uma completa integração da abordagem BIM foram os meios para encurtar o ciclo projeto-construção.

Uma abordagem enxuta foi adotada para integrar estreitamente os processos de projeto e construção a fim de garantir fluxos de informação transparentes de um para o outro. Os processos eliminaram passos que não agregavam valor e mecanismos adequados foram ajustados para garantir fluxos de informação. (EASTMAN et al. 2014, p. 332).

O BIM facilita a visualização de possíveis problemas na fase de planejamento da obra, antecipando a resolução dos mesmos. Isto acontece porque as informações são integradas e consistentes, possibilitando um melhor planejamento, gerenciamento da obra e a simulação de processos (KYMMELL, 2008).

A otimização da programação das atividades pode ser alcançada através de uma melhor colaboração entre os membros envolvidos no processo. Para isso é necessário analisar o processo de construção, realizando um exame detalhado sobre a duração das diversas tarefas de construção e suas interdependências. A qualidade geral do projeto e do planejamento da obra podem melhorar os processos

de construção, diminuindo o impacto sobre o meio ambiente, escolhendo métodos melhores e mais seguros de construção e reduzindo resíduos, tempo, custo e riscos.

No planejamento da construção pode-se fazer a simulação da execução da obra através de animação, agregando ao modelo BIM a dimensão tempo (modelo 4D). Assim, é possível planejar a execução dos trabalhos, analisando as interferências entre os diversos serviços ao longo do tempo, para não faltar espaço e/ou equipamentos na obra.

Existem vários processos e ferramentas em uso na indústria da construção para realizar atividades necessárias a execução da obra, tais como: levantamento de quantitativos e estimativa de custos; análise e planejamento da construção; *layout* do canteiro; pré-fabricação externa de componentes do edifício, entre outras.

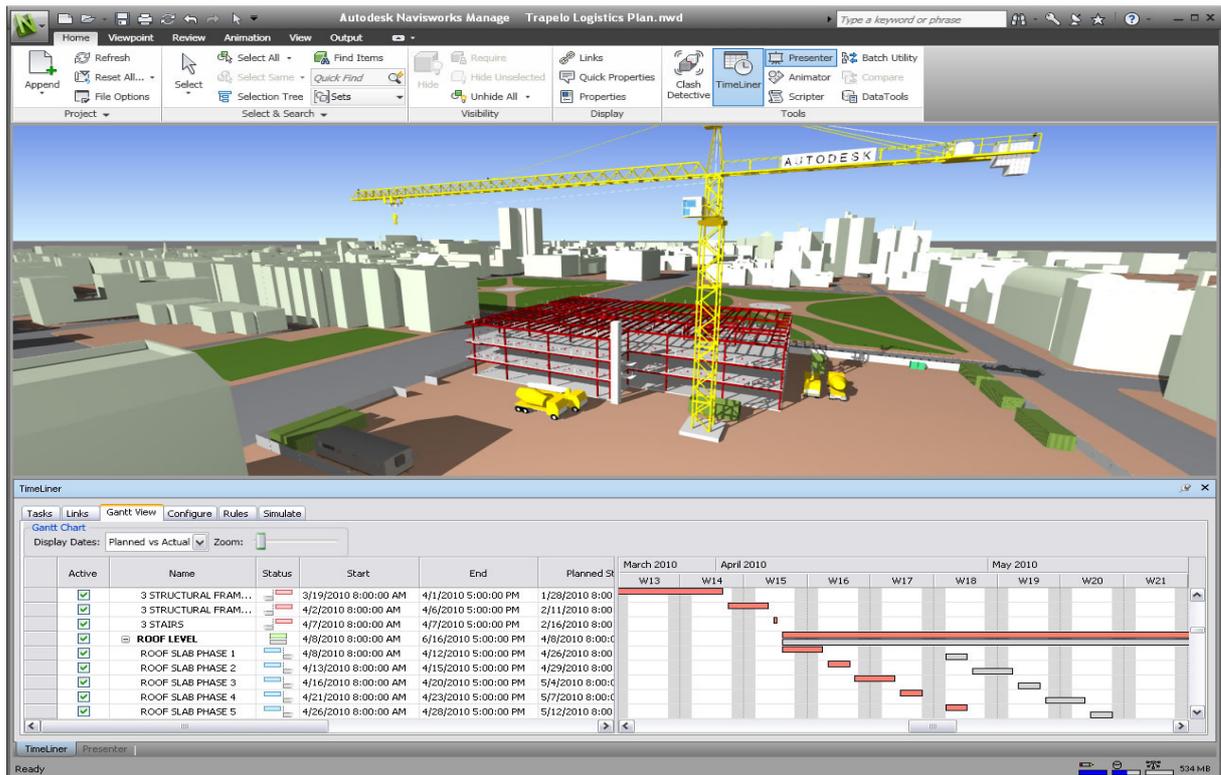
Segundo Florio (2007), os programas BIM podem contribuir muito para a integração das informações provenientes dos diversos projetos em um modelo digital 4D, pois este permite o detalhamento da integração dos elementos construtivos; a análise da sequência das atividades necessárias para a construção e o entendimento da melhor sequência de operações que são realizadas pelos diversos profissionais na obra.

Para o planejamento e a simulação da construção é necessário que os componentes e as informações sejam agregados no modelo de acordo com as fases da construção e ligados às atividades apropriadas no cronograma. A participação do construtor já na projeção pode agregar às soluções escolhidas, informações mais confiáveis sobre a construtibilidade, o sequenciamento das obras e o custo estimado da construção.

A integração entre os processos de projeto e produção no setor da construção mostra que sua efetivação depende, principalmente, de um planejamento adequado e do gerenciamento do fluxo de informações (REZENDE, 2008).

Um dos programas que pode ser usado nesta fase é o Navisworks, pois permite: analisar e coordenar os projetos, identificando e resolvendo os conflitos e as interferências; simular e otimizar o planejamento da construção com as variáveis tempo e custo; simular a construção através de animação, dentre outros aspectos. A Figura 20 mostra um detalhe de um modelo BIM com a programação de uma obra feita com o auxílio dessa ferramenta.

Figura 20 – Programação e simulação da execução feita no Navisworks



Fonte: MR AS BUILT INC., 2015.

O processo construtivo deve ser pensado durante o desenvolvimento do projeto, pois o entendimento das atividades que serão realizadas no canteiro de obras é fundamental para antecipar decisões e soluções que contribuam para evitar desperdícios de tempo, de materiais e de recursos financeiros.

Quando o projeto é representado através de desenhos e especificações na forma tradicional, geralmente possui incompatibilidades entre os projetos de arquitetura, estrutura e instalações prediais. Este tipo de representação também pode gerar inconsistências entre os documentos gerados, além de exigir que a extração de quantitativos seja feita manualmente, consumindo tempo e sendo susceptível a erros.

Usualmente, as obras têm extrapolado os prazos e os recursos financeiros destinados a elas. Isto ocorre porque a estimativa de custo não está de acordo com a realidade. Aliado a isso, o planejamento da construção não é consistente, os projetos não são compatibilizados totalmente, gerando problemas na obra e aumentando o custo e o tempo de execução. Nas obras públicas, o planejamento inadequado implica em acréscimo de tempo de obra que incide diretamente nos custos (taxa de administração, reajuste de serviços e materiais etc.).

O BIM traz muitos benefícios ao planejamento e à administração da construção, pois o modelo pode fornecer informações consistentes e precisas para efetuar as estimativas, coordenação, planejamento da construção, fabricação, provisionamento e outros.

O modelo BIM além de permitir a geração dos desenhos necessários para a execução da obra traz informações detalhadas da edificação, possibilitando também a extração de quantitativos e propriedades dos componentes. Também podem estar incluídos os componentes temporários (equipamentos, fôrmas, escoramentos etc.), que são essenciais para a sequência da execução da obra, mas não fazem parte do edifício.

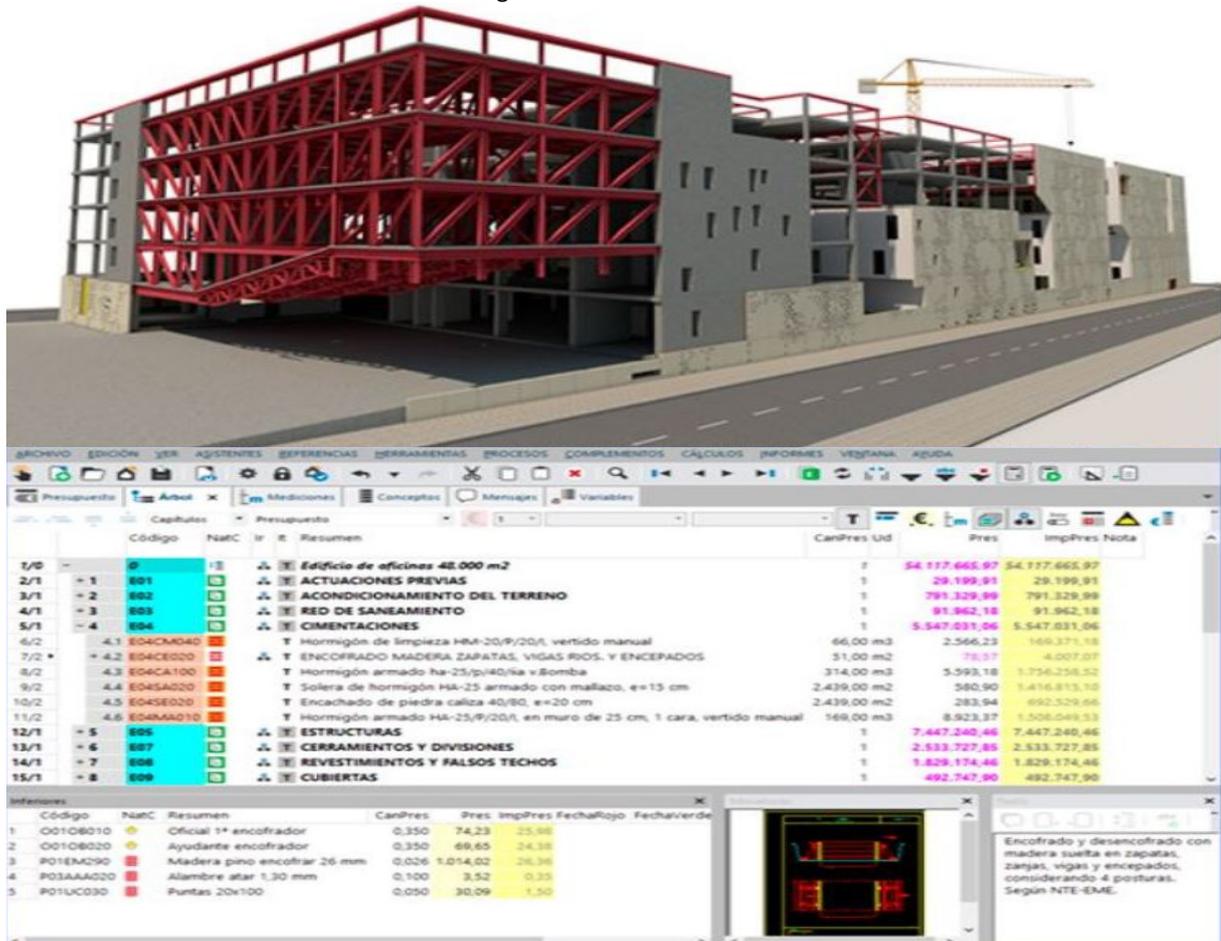
O planejamento define as atividades e as sequências de execução, estabelecendo um relacionamento com os elementos do modelo BIM. Assim, um primeiro requisito para a programação da obra, é que o modelo possua os insumos necessários para a obtenção das quantificações dos elementos e para o levantamento de custos e prazos.

O planejamento e o controle de obras podem ser feitos através da integração de *software* como o REVIT, PRIMAVERA e NAVISWORKS. O primeiro auxilia na modelagem geométrica, o segundo no planejamento e na confecção do cronograma e o terceiro no gerenciamento dos conflitos e na simulação da execução da edificação.

A simulação permite a análise sistêmica e integrada de todo o processo construtivo, objetivando a otimização de resultados e do produto final. Esta análise deve feita com a participação das equipes interdisciplinares responsáveis pela execução da obra.

O modelo 5D contém geometria, informações técnicas, cronograma, especificações e custos, onde cada elemento do projeto passa a ter vinculação a dados de preço. A Figura 21 mostra um exemplo de modelo 5D, onde a alvenaria mostrada no pavimento fica associada ao seu orçamento e a seus respectivos insumos de produção. Ou seja, uma alteração de dimensão e/ou de especificação em um componente, atualiza o orçamento automaticamente.

Figura 21 – Modelo 5D



Fonte: MATTOS, 2014.

2.1.4 Fase 4 – Construção

Em decorrência de fatores socioeconômicos, a indústria da construção civil passa por um momento de grandes transformações¹⁰, buscando alterar seus processos de produção. Desde a fase inicial do ciclo de vida da edificação, existem questões que precisam ser modificadas, como o desenvolvimento isolado dos projetos das diferentes disciplinas (arquitetura, instalações, estrutura etc.). Isto causa um distanciamento entre o projeto e a construção, e incide na falta de planejamento sistemático da obra, contribuindo assim, para os altos índices de desperdício na construção civil.

¹⁰A globalização, a competitividade, o desenvolvimento sustentável e tecnológico requerem do setor AECO melhoria na produtividade, qualidade e eficiência nos seus produtos e processos. Associado a isso, a indústria da construção, no que diz respeito ao uso de novas tecnologias, está atrasada em relação a outros setores da indústria.

A indústria da construção deve preocupar-se com a melhoria de processos, de modo que os edifícios sejam construídos consumindo os recursos necessários, sem desperdícios. Isso demanda a identificação e a remoção dos obstáculos e gargalos, na busca estabilidade do fluxo de trabalho (EASTMAN et al., 2014).

A busca por edificações mais eficientes e de menor custo vem impulsionando o setor de AECO a procurar soluções para alcançar estes objetivos. O paradigma BIM auxilia nesta questão ao permitir a “construção virtual” da edificação antes que seja iniciada a execução física da obra, possibilitando um melhor gerenciamento dos fluxos de informações em todo o ciclo de vida da edificação.

Durante o processo de construção é importante a comparação do cronograma previsto com o realizado. Com a modelagem BIM é possível ter sistemas de acompanhamento e controle de obra mais apurados, associados a recursos de visualização em tempo real das informações, como *tablets*, *notebooks* e *smartphones*. Estas ferramentas podem ser usadas por engenheiros, técnicos, mestres-de-obras, encarregados e operários. Como exemplo, pode ser citado o sistema de controle com auxílio de realidade aumentada¹¹, que permite visualizar as diferenças entre as atividades planejadas e as realizadas, como mostra a Figura 22.

Figura 22 – Exemplos de acompanhamento e controle de obra



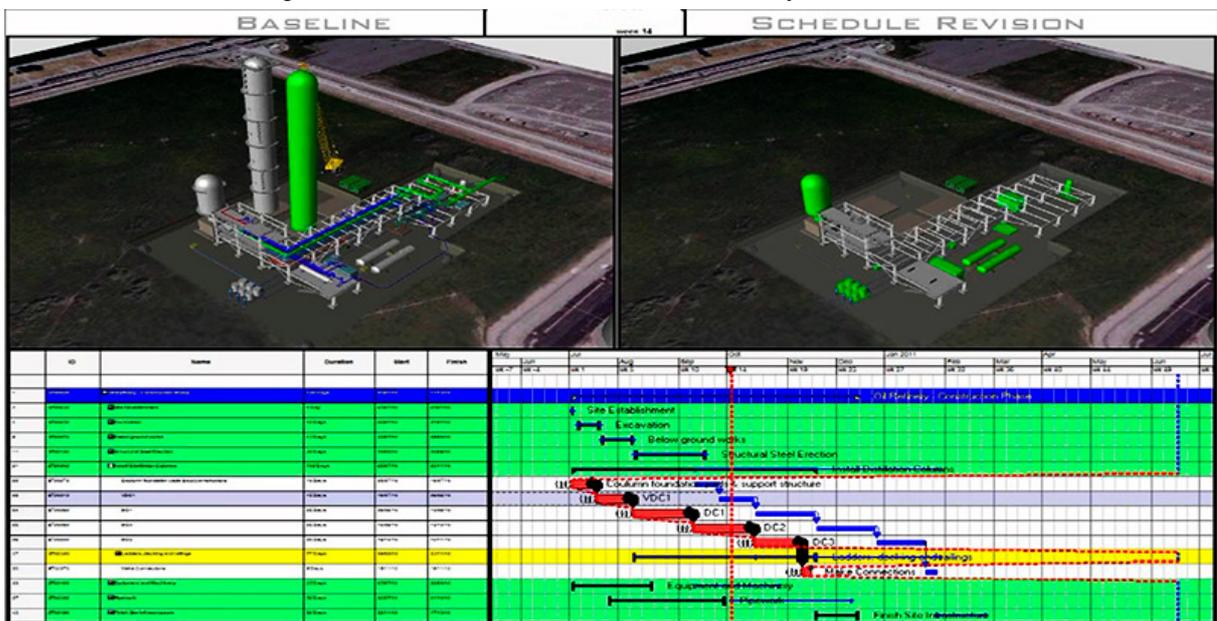
Fonte: NAKAMURA, 2014.

O uso de ferramentas BIM possibilita a análise da obra e a verificação dos problemas potenciais ou existentes, otimizando os processos de construção. O estudo de logística do canteiro de obras possibilita a administração das áreas de armazenamento, dos acessos, da locação de equipamentos, e da coordenação do trabalho em espaços pequenos, entre outros.

¹¹A Realidade Aumentada (RA) adiciona elementos virtuais (gerados por computador) ao ambiente real, em tempo real. O objetivo da RA é aumentar a percepção do usuário sobre o mundo real, através da interação com os objetos virtuais sobrepostos ao ambiente real (AMIM, 2007).

A modelagem BIM permite também o acompanhamento do provisionamento de serviços e materiais, facilitando a identificação de eventuais falhas no seu planejamento. Como o cronograma está relacionado com modelo, é possível visualizar onde o atraso no provisionamento poderá causar algum impacto na obra. E por fim, o modelo também possibilita a avaliação das condições de trabalho, identificando com mais facilidade as áreas de risco no canteiro. A Figura 23 mostra a comparação entre o previsto e o realizado na obra de uma refinaria de óleo.

Figura 23 – Previsto/realizado da Oil Refinery Construction



Fonte: SYNCHRO, 2015.

2.1.5 Fase 5 - Uso: operação e manutenção

Geralmente a maior preocupação dos proprietários de uma edificação, sejam eles públicos ou privados, relaciona-se com os custos de projeto e construção. Entretanto, os custos de operação e manutenção durante a fase de uso representam, quase sempre, um valor muito maior do que o correspondente às fases de projeto e construção, visto que é a fase de uso a mais longa do ciclo de vida.

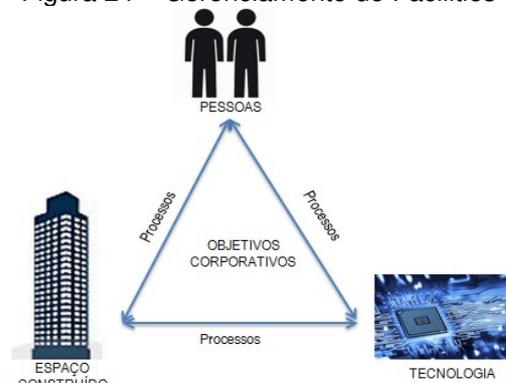
O crescente aumento da consciencialização da importância da fase de operação e manutenção, que ocupa cerca de 80% do custo total, leva a uma necessidade de gestão do edifício após construído, surgindo assim o *Facility Management* (MEIRELES, 2015).

Atualmente há um crescente interesse em *Facilities Management* (FM) ou Gestão de Facilidades. Isto se deve ao fato que as novas edificações estão se tornando mais complexas através da agregação cada vez maior de novos sistemas tecnológicos, para dar suporte e conforto às diversas atividades humanas. Aliado a isso, existe a necessidade de aumentar a confiabilidade dos vários sistemas e componentes, e minimizar os custos e os problemas de operação e de manutenção das edificações. Segundo o *website* do *Internacional Facilities Management Association* (IFMA, 2015), FM é uma atividade que abrange várias disciplinas com o objetivo de garantir a funcionalidade do ambiente construído através da integração de pessoas, ambiente, processos e tecnologia. Para Antonioli (2003), o Gerenciamento de Facilidades é a

[...] integração de pessoas, espaço e tecnologia através do gerenciamento dos processos de inter-relacionamento de sistemas, visando a satisfação dos objetivos corporativos da organização que os contêm (ANTONIOLI, 2003, p. 44).

A Figura 24 mostra a representação do conceito de FM.

Figura 24 – Gerenciamento de Facilities



Fonte: adaptado de Antonioli, 2003, p. 44.

Então, entende-se que FM é a prática de trabalho necessária para manter a edificação em uma condição adequada ao uso para os fins designados, através de uma visão holística e sistêmica, de forma a permitir o entendimento da edificação como um todo. Tem como objetivos:

- a) Eficácia (refere-se a fazer o que deve ser feito), ou seja, para ser eficaz deve fazer as coisas necessárias ao atendimento das solicitações dos usuários.
- b) Eficiência (refere-se a como as coisas são feitas), ou seja, deve, por exemplo,

visar o consumo energético, o retorno econômico e o uso de recursos considerando todo o ciclo de vida da edificação;

- c) **Efetividade** (refere-se a fazer corretamente as coisas certas, com qualidade), ou seja, para que seja efetivo deve objetivar a qualidade do ambiente construído.

Estes três objetivos estão respectivamente relacionados com a produtividade, o desempenho e a qualidade.

Durante a fase de uso, a manutenção das instalações e equipamentos tem grande importância. Para BECERIK-GERBER e colaboradores (2013), manutenção é definida como a atividade que possibilita o desempenho ideal com o custo mínimo, durante todo o ciclo de vida de uma edificação, instalação (sistema) ou equipamento. Para a ABNT, manutenção é o:

Conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de atender às necessidades e segurança dos seus usuários. (ABNT NBR 5674, 1999, p. 2).

Segundo Antonioli (2003), a manutenção pode ser:

- a) **preventiva**, visa evitar a deterioração ou quebra futura de um sistema, equipamento ou parte deste, através de inspeções dos componentes, sistemas e dispositivos para verificar a necessidade de substituição dos mesmos antes da ocorrência de problemas.
- b) **preditiva**, objetiva o acompanhamento periódico dos equipamentos, em intervalos apropriados de tempo, visando obter uma avaliação para determinar se é necessário alguma ação para o aumento do aproveitamento da vida útil e confiabilidade do desempenho dos equipamentos. Por exemplo, ao invés de trocar o óleo no prazo de validade, este pode ser avaliado e continuar sendo usado se ainda possuir viscosidade e outras características necessárias ao bom funcionamento do equipamento.
- c) **corretiva**, realiza a reparação ou substituição do equipamento quando este está defeituoso, sendo prejudicial e mais onerosa à produção por não poder ser programada.

A utilização do BIM propicia a prática da manutenção preventiva e preditiva, gerando diminuição de transtornos e custos no uso da edificação.

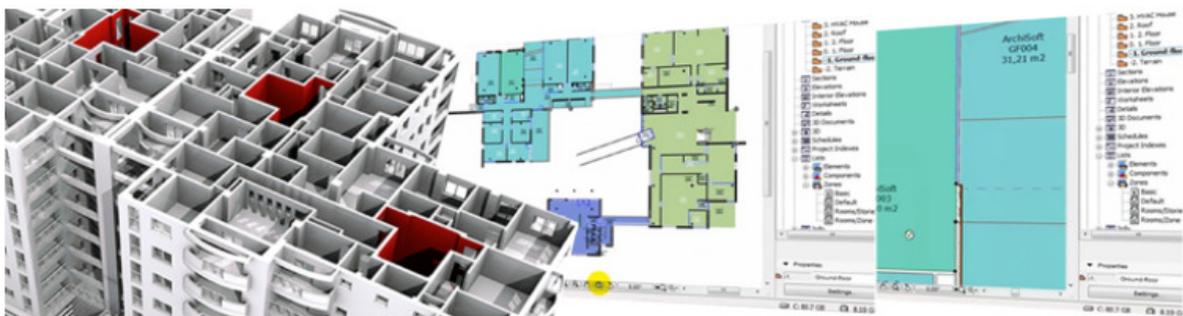
O ambiente construído geralmente possui uma grande quantidade de

instalações e serviços (iluminação, telefonia, elevadores, rede de computadores, proteção patrimonial, sistema contra incêndios, controle de acessos e vigilância, entre outros), e este número de componentes tecnológicos gera a necessidade de gerenciamento e operação com mais precisão, visando assegurar um bom funcionamento da edificação e dos seus sistemas. A qualidade do ambiente construído possibilita o aumento de eficiência, produtividade e satisfação dos ocupantes.

As edificações são o suporte físico para a realização direta ou indireta de todas as atividades produtivas, e possuem, portanto, um valor social fundamental. Todavia, as edificações apresentam uma característica que as diferencia de outros produtos: elas são construídas para atender seus usuários durante muitos anos, e ao longo deste tempo de serviço devem apresentar condições adequadas ao uso que se destinam, resistindo aos agentes ambientais e de uso que alteram suas propriedades técnicas iniciais. (ABNT NBR 5674, 1999, p. 1).

O Gerenciamento dos espaços, através da atualização das necessidades e conseqüentemente do *layout*, permite a otimização constante da utilização do espaço construído, evitando ampliações desnecessárias e mau uso dos ambientes da edificação. Para o gerenciamento de espaços, o modelo deve possuir dados como: identificações, descrições, limites, áreas, volumes, o uso pretendido do espaço etc. (Figura 25).

Figura 25 – Gerenciamento de espaços em FM



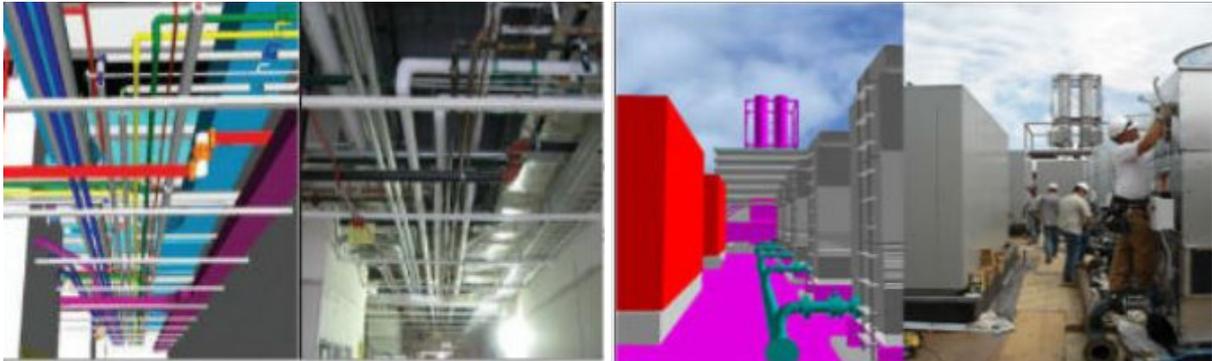
Fonte: ndBIM Virtual Building, 2015.

O incremento de automação predial, a necessidade de maior flexibilidade dos espaços e de gerenciamento e operação mais eficazes da edificação, fazem com que novas tecnologias sejam cada vez mais necessárias. A vantagem do uso do BIM na fase de operação e manutenção se dá através das informações que o modelo deve conter. Para que as informações contidas no modelo sejam úteis nesta a fase, é necessário documentar as alterações (*as-built*) realizadas durante a obra.

Ou seja, o modelo tem que estar atualizado e conforme o ambiente construído.

A Figura 26 mostra dois exemplos de ambientes construídos e de modelos conformes.

Figura 26 – Dois exemplos de Modelo e Ambiente construído



Fonte: BAYLEY, 2015.

O modelo pode conter informações dos equipamentos e sistemas (HVAC¹², instalações elétricas, hidráulica, telefonia, elevadores, rede de computadores, segurança, sistema contra incêndios, climatização, entre outros). Também podem ser agregadas informações do fabricante (modelo, série, etc.); de localização (andar, sala, etc.); descrição e atributos de equipamentos (peso, consumo de energia etc.); especificações; garantias; e manuais (BECERIK-GERBER et al., 2013).

2.1.6 Fase 6 - Demolição ou Reforma

As informações contidas no modelo BIM também são muito úteis nesta fase. O BIM possibilita estudar em detalhe a requalificação da edificação ou auxiliar na programação da demolição da mesma.

Várias tecnologias associadas ao BIM podem ser utilizadas para um projeto de requalificação. Por exemplo, a utilização de *3D Laser Scanning*¹³ para a realização do cadastro da edificação existente (*as-found*). A precisão dos dados que podem ser obtidos deste cadastro traz benefícios e possibilita o desenvolvimento de melhores soluções arquitetônicas para a reforma.

¹² HVAC - *Heating, ventilating and air conditioning* ou Aquecimento, ventilação e ar condicionado.

¹³ *3D Laser Scanning* (Sistema de varredura a Laser ou *High Definition Survey*) é uma tecnologia que permite obter modelos geométricos (nuvens de pontos) a partir da varredura do objeto com um feixe de raios laser, efetuado por um scanner específico associado a um microcomputador (GROETELAARS; AMORIM, 2011).

A Figura 27 apresenta exemplo de nuvem de pontos de uma edificação.

Figura 27 – Exemplo de nuvem de pontos de uma edificação



Fonte: UALG, 2015.

Um exemplo desta aplicação foi a reforma de um edifício de escritórios – Toronto National Building, construído em 1982, para transformá-lo em um hotel, o Courtyard by Marriott. Com o objetivo de levantar as condições existentes da edificação, foi feito o cadastro por varredura a laser.

As nuvens de pontos permitiram a detecção das irregularidades das lajes (desalinhadas com o plano da fachada). Com isso, pôde ser feita a correção das irregularidades das lajes para poder serem acomodados os painéis na fachada. Isto foi detectado na digitalização da estrutura e pôde ser dada uma solução na projeção (EASTMAN et al., 2011).

A Figura 28 mostra fases da reforma da edificação.

Figura 28 – Sequência do processo de reforma do Courtyard by Marriott



Fonte: EASTMAN et al., 2011, p. 419.

A coordenação de projetos e do planejamento da reforma foi feita no Navisworks, facilitando a detecção precoce de conflitos e permitindo rever e aperfeiçoar continuamente o modelo. Isto facilitou o processo de construção e a pré-fabricação dos componentes.

A simulação da execução da obra permitiu uma compreensão mais profunda da complexidade do processo, e foi possível realizar uma melhor previsão de potenciais conflitos, reduzindo os atrasos e os problemas de sequenciamento das atividades, logística de canteiro e fornecimento etc.

2.1.7 Benefícios BIM

Kymmell (2008) classifica os benefícios do BIM sob três princípios básicos: visualização, que se refere à melhoria da compreensão a partir do uso do modelo; colaboração, que diz respeito à facilitação de uma ação cooperativa e multidisciplinar; e eliminação, que consiste em benefícios como redução de conflitos, de perdas e de riscos.

A UFBA, por possuir uma grande e complexa infraestrutura, pode utilizar o BIM em diversas práticas, tais como mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - Vantagens potenciais que a UFBA poderá obter com a adoção do BIM

Benefícios potenciais BIM
Qualificação e quantificação do potencial construtivo do terreno
Orçamentação preliminar facilitada
Disponibilização de informações mais confiáveis para realizar o estudo de volumetria, implantação e custos
Possibilidade de realizar mais análises e simulações
Processo colaborativo e integrado
Modelo digital autoconsistente e integrado
Documentação gerada a partir do modelo (precisa e consistente)
Integração do processo de projeto e construção
Detecção precoce de conflitos e erros
Coordenação e compatibilização mais eficaz
Alterações projetuais menos trabalhosas
Melhor visualização e compreensão do projeto
Maior integração, consolidação e consistência das informações
Maior controle de custos, de tempo e resíduos
Aumento da produtividade
Melhor planejamento e gerenciamento da obra

Quadro 2 - Vantagens potenciais que a UFBA poderá obter com a adoção do BIM (continuação)

Possibilidade pré-fabricação externa de componentes
Redução de erros, improvisos e atrasos na obra
Aumento da precisão do planejamento dos insumos necessários
Coordenação de operações (segurança)
Aumento da eficácia no planejamento do layout do canteiro
Melhoraria dos estudos de construtibilidade
Redução de custo de operação e de manutenção
Manutenção preventiva e preditiva
Gerenciamento de espaços, energia, equipamentos e mobiliário
Controle de segurança
Auxílio na tomada de decisões estratégicas
Geração de informações confiáveis
Possibilidade de realizar estudo detalhado da requalificação da edificação da mesma forma que na projeção
Auxílio na programação da demolição da edificação

Fonte: elaborado pela autora, 2015.

A UFBA pode usar o BIM durante todo o ciclo de vida da edificação, possibilitando assim, entre muitos benefícios já elencados, uma gestão com visão sistêmica das atividades e com o foco na eficiência operacional das edificações. Isto inclui a possibilidade de administrar com maior controle os itens de consumo, como energia, água e gás, pois estes podem representar uma grande diferença nos custos, se bem gerenciados. Estima-se um potencial de redução de consumo com a implementação de ações de eficiência energética nos sistemas de iluminação, ar condicionado e intervenções arquitetônicas de edificações existentes para melhoria da qualidade da edificação.

Salienta-se que a UFBA possui um patrimônio de edificações antigas que necessitam de reforma, e a maioria destas edificações não possui plantas ou modelo “as-is”, ou seja, documentação da edificação atualizada. O uso de *3D Laser Scanning* associado a outros métodos de cadastro, poderá facilitar o desenvolvimento de modelos das edificações existentes para serem utilizados nos projetos de reforma e/ou ampliação e na manutenção do patrimônio edificado.

2.2 PROJETO DE EDIFICAÇÕES

Na seção anterior foi discutido como a implantação do BIM pode contribuir em todas as fases do ciclo de vida das edificações. Como este trabalho tem o enfoque e

aprofundamento na fase de projeto, esta seção caracteriza o processo de projeto e sua gestão, apresentando o conceito e as etapas de projeto.

Apresenta também alguns modelos que representam o processo tradicional de projeto e permitem investigar as possíveis dificuldades deste processo frente às novas demandas de colaboração que a modelagem BIM apresenta.

2.2.1 Conceito

O conceito de projeto de arquitetura normalmente está associado a dois aspectos: o processo e o produto. Enquanto o processo integra a elaboração de soluções técnicas e estéticas a partir de condicionantes do problema e de informações geradas na concepção, no planejamento de um empreendimento e na análise dos processos de execução, o produto compreende o conjunto de documentos constituído por informações gráficas e textuais que materializam e comunicam a proposta técnica para resolução de determinado problema. Vale ressaltar que o produto (projeto) envolve dois aspectos: a qualidade da informação, ou seja, dos elementos necessários à perfeita execução e manutenção da edificação (documentação) e a qualidade da solução proposta, que se refere à maior ou menor adequação da proposta aos condicionantes do problema (PEREIRA, 2013a).

A NBR 5674 (ABNT, 1999) define projeto como uma descrição gráfica e escrita das propriedades de um serviço ou obra de engenharia ou de arquitetura, definindo seus atributos técnicos, econômicos, legais e financeiros.

Para Mitchell (2008) os projetos arquitetônicos descrevem edificações que estão na imaginação através de um modelo proposto (solução). Para isto utiliza-se o mundo projetual¹⁴ que esboça possibilidades para o mundo real. A formulação dessas possibilidades envolve um trabalho criativo e abrangente, visto que “[...] a arquitetura requer um processo de projeto capaz de lidar com uma gama extraordinariamente ampla de assuntos complexos.” (LAWSON, 1990, p. 54).

O segundo aspecto do conceito de projeto (projetação) tem como característica a busca contínua e o crescente refinamento da definição de um conjunto de soluções que resulte em uma proposta otimizada (projeto-produto) para um determinado problema, resolvendo as variáveis que o envolvem, até a

¹⁴Para Mitchell (2008), um mundo projetual é um espaço povoado por símbolos, ou seja, uma superfície de desenho ou um sistema de coordenadas cartesianas tridimensional.

formulação de uma solução consistente que atenda adequadamente aos requisitos estabelecidos (PEREIRA, 2013a). Para Succar, processo é

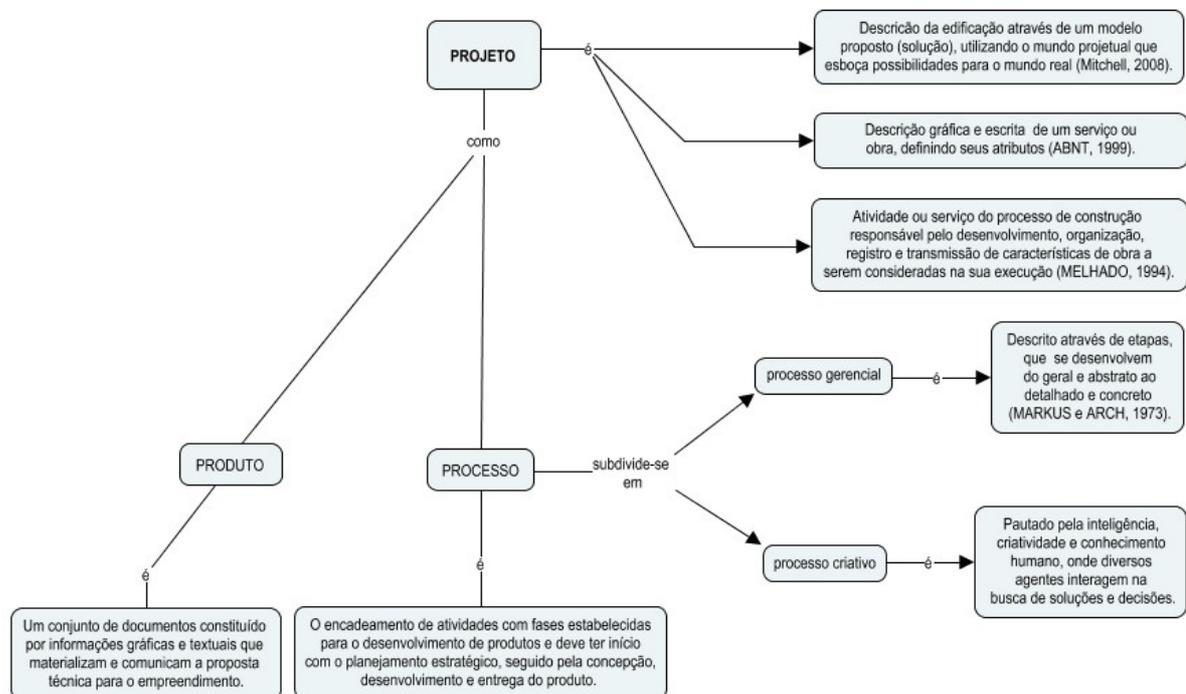
[...] uma ordenação específica das atividades de trabalho através do tempo e do lugar, com um começo, um fim, e entradas e saídas claramente identificados: uma estrutura para a ação. (SUCCAR, 2009, p. 359, tradução nossa)¹⁵.

A maioria das descrições do processo de projeto subdivide o mesmo em dois tipos: o processo criativo e o processo gerencial. O processo criativo é um processo intelectual, pautado pela inteligência, criatividade e conhecimento humano, onde diversos agentes interagem na busca de soluções e decisões. Já processo gerencial

[...] é descrito através da subdivisão do processo em etapas, que divide o tempo total para a tomada de decisões em fases que se desenvolvem do geral e abstrato ao detalhado e concreto (MARKUS; ARCH, 1973, p. 77).

Ressalta-se que tanto o processo criativo, quanto o gerencial devem ter a mesma importância para elaboração eficiente e eficaz do produto (projeto). A Figura 29 mostra o conceito de projeto com suas variantes.

Figura 29 – Conceito de projeto



Fonte: elaborado pela autora, 2015.

¹⁵ No original: "Process is a specific ordering of work activities across time and place, with a beginning, an end, and clearly identified inputs and outputs: a structure for action" (SUCCAR, 2009, p. 359).

2.2.2 Gestão do processo de projeto

Não se tem precisão quanto ao tempo e custos necessários para a elaboração de um projeto, porém sabe-se que em países desenvolvidos o tempo de projeto muitas vezes chega a ser o mesmo dedicado à obra, objetivando evitar as deficiências e os desperdícios comuns na fase de execução e obter um melhor desempenho do produto final. Entretanto, no Brasil, não existe tal cultura, sendo o projeto quase sempre feito em função das exigências legais, resultando em projetos sem detalhes e definições suficientes para subsidiar a obra (CAMARGO et al. 2007).

O processo de projeto é um conjunto de atividades com fases estabelecidas para o desenvolvimento de produtos e deve ter início com o planejamento estratégico, seguido pela concepção, desenvolvimento e entrega do produto. Para Andrade e colaboradores (2011), o processo de projeto é como uma sequência íntegra de acontecimentos, que parte das primeiras concepções de um projeto e vai até a realização total.

A projeção pode ser vista como um processo intelectual, pautado pela inteligência, criatividade e conhecimento humano, onde diversos agentes interagem na busca de soluções e decisões. É uma atividade que envolve vários profissionais de diferentes disciplinas, devendo ser realizada em comum acordo e com uma visão holística da mesma. É um trabalho que exige atitudes integradoras, compatíveis com a multidisciplinaridade dos processos envolvidos.

O gerenciamento sistêmico do processo de projeto está diretamente relacionado com a melhoria da qualidade do projeto (produto). Aqui qualidade é definida "[...] como a totalidade de características de uma entidade que lhe confere a capacidade de satisfazer as necessidades implícitas e explícitas." (ABNT, 1994 b, p. 1). Já sistema é um conjunto de elementos (físicos ou não) que interagem, sendo interdependentes e complementares, e tendo pelo menos um objetivo.

Assim, a visão sistêmica do processo demonstra que qualquer parte do trabalho deve ser vista e analisada em relação ao todo, possibilitando que todos os intervenientes passem a ter uma visão global do processo, seus papéis e responsabilidades definidos claramente. Proporcionando, conseqüentemente, o aumento da transparência do processo e a troca de informações entre os envolvidos (TZORTZOPOULOS, 1999).

Para assegurar a qualidade da solução de projeto [...], é necessário controlar a qualidade do seu processo de elaboração. Para tal, é necessário que a empresa contratante do projeto estabeleça diretrizes para o desenvolvimento do projeto, garanta a coordenação e integração entre os vários projetos, exerça a análise crítica dos mesmos e controle a qualidade quando do recebimento do projeto (SOUZA, 1997 apud TZORTZOPOULOS, 1999, p. 4).

A gestão do processo de projeto de edificações é um dos subprocessos mais importantes da construção civil. Por isso, devem ser identificadas as relações entre o processo de projeto e os demais processos da construção civil, buscando explicitar as atividades relacionadas ao projeto que são desenvolvidas em cada uma das fases do processo de produção da edificação. Esta abordagem do projeto incorpora desde as fases iniciais, de concepção e planejamento do empreendimento, até o acompanhamento do uso do produto.

A partir desta visão do processo de projeto, torna-se clara a importância do uso da Modelagem da Informação da Construção na projeção, pois o BIM além de abordar a colaboração envolvendo equipes multidisciplinares desde a fase de concepção de projeto, também inclui simulações, análises, levantamento de custos, comunicação dos profissionais e fases do projeto e construção.

Para Andrade e Ruschel (2011),

O BIM implica mudanças no processo de projeto, construção e acompanhamento do ciclo de vida do edifício, com novos processos de projeto, baseados na coordenação, na interoperabilidade, no compartilhamento e no reuso de informações. No campo do projeto, implica redistribuir os esforços da atividade dos projetistas [...] e mudar a estrutura da ação projetual (ANDRADE; RUSCHEL, 2011, p. 422).

2.2.3 Fases do processo de projeto

O processo de projeto envolve todas as decisões e formulações que visam subsidiar a criação e a produção de um empreendimento público ou privado (FABRÍCIO, 2002). Na bibliografia existem diferentes fases para o desenvolvimento de projeto, não existindo consenso na literatura, sobre a quantidade e nomenclatura utilizadas. Segundo Cambiagui e Amá (2006), o processo de projeto de empreendimentos imobiliários é subdividido em seis fases:

Fase A - Concepção do produto: levantamento de informações jurídicas, legais, técnicas e programáticas que objetivam conceituar e caracterizar o partido arquitetônico e as restrições que o regem. Esta fase está subdividida nas seguintes

etapas: levantamento de dados, programa de necessidades e estudo de viabilidade. Contempla os serviços listados no Quadro 3.

Quadro 3 – Serviços da Fase A

Essenciais	<ul style="list-style-type: none"> - Contato inicial com o empreendedor, definição do escopo de coordenação e formulação do Programa de Necessidades (<i>briefing</i>) geral do empreendimento; - Ciência e análise das restrições legais de uso e ocupação para o terreno em estudo; - Identificação das especialidades, qualificações e escopos de projeto a contratar; - Estimativa dos recursos necessários ao desenvolvimento dos projetos; - Organização, realização e registro de reuniões de coordenação de projetos; - Controle do processo quanto ao tempo e demais recursos, incluindo as ações corretivas necessárias.
Específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Análise das propostas de prestação de serviços dos projetistas e assessoria para contratação dos projetistas; - Assessoria quanto à análise e definição da tecnologia construtiva.
Opcionais	<ul style="list-style-type: none"> - Obtenção de Boletins de Dados Técnicos (BDT) nas esferas competentes, segundo características de cada empreendimento; - Parametrização e análise de custos do empreendimento e da sua viabilidade financeira para um dado terreno; - Levantamento de demanda ou pesquisa de mercado para um produto; - Assessoria ao empreendedor para aquisição de terrenos ou imóveis.

Fonte: adaptado de Cambiagui e Amá (2006).

Fase B - Definição do produto: desenvolvimento do partido arquitetônico, definindo as informações necessárias à verificação da sua viabilidade técnica, física e econômica bem como possibilitar a elaboração do projeto legal. Esta fase está subdividida nas seguintes etapas: estudo preliminar, anteprojeto e projeto legal. Contempla os serviços listados no Quadro 4.

Quadro 4 – Serviços da Fase B

Essenciais	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação e planejamento das etapas de desenvolvimento dos projetos; - Coordenação do fluxo de informações entre os agentes envolvidos; - Identificação e análise crítica das interfaces técnicas dos projetos; - Organização, realização e registro de reuniões de coordenação de projetos; - Validação do produto e liberação para início das etapas subsequentes dos projetos; - Análise crítica e validação de memoriais e desenhos de vendas, estande de vendas, maquetes e unidade modelo; - Controle do processo quanto ao tempo e demais recursos, incluindo as ações corretivas necessárias.
Específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Análise das propostas de prestação de serviços dos projetistas e assessoria para contratação dos projetistas; - Definição de subsistemas e métodos construtivos, considerando o processo de produção e a estratégia do empreendedor.

Quadro 4 – Serviços da Fase B (continuação)

Opcionais	<ul style="list-style-type: none"> - Consulta à legislação e aos órgãos técnicos públicos municipais, estaduais e federais; - Parametrização e análise de custos do empreendimento; - Análise de custos de alternativas tecnológicas para execução; - Assessoria ao empreendedor para contratação da construtora; - Participação na elaboração de memoriais descritivos do produto.
-----------	--

Fonte: adaptado de Cambiagui e Amá (2006).

Fase C - Identificação e soluções de interfaces de projeto: coordenação da caracterização de todos os elementos do projeto, com as definições necessárias para o intercâmbio de informações entre todos envolvidos no processo de projeto, resultando em soluções para as interferências entre os vários sistemas e com as suas interfaces resolvidas, de modo a subsidiar a análise de métodos construtivos e a estimativa de custos e prazos de execução.

Contempla os serviços listados no Quadro 5.

Quadro 5 – Serviços da Fase C

Essenciais	<ul style="list-style-type: none"> - Coordenação do fluxo de informações entre os agentes envolvidos; - Análise crítica e tomada de decisões sobre as necessidades de integração das soluções; - Análise das soluções técnicas e do grau de solução global atingida; - Organização, realização e registro de reuniões de coordenação de projetos; - Validação de produtos intermediários e liberação para início das etapas subseqüentes; - Controle do processo quanto ao tempo e demais recursos, incluindo as ações corretivas necessárias.
Específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação da necessidade, seleção e contratação de especialistas para análise crítica de projetos; - Avaliação de desempenho dos serviços de projeto contratados; - Avaliação de projetos por indicadores; - Conferência de documentação legal de aprovação de projetos; - Supervisão/acompanhamento dos processos para aprovação de modificativo de projetos legais; - Coordenação de alterações de projeto.
Opcionais	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de alternativas de métodos construtivos; - Liberação de parcelas de pagamento de projetistas vinculadas a etapas de serviço; - Serviços de despacho.

Fonte: adaptado de Cambiagui e Amá (2006).

Fase D - Detalhamento de projetos: detalhamento de todos os elementos de projeto, de modo a gerar um conjunto de documentos necessários e suficientes para perfeita caracterização das obras e serviços a serem executadas, possibilitando a avaliação dos custos, métodos construtivos e prazos de execução. O resultado deve ser um conjunto de informações técnicas claras e objetivas sobre todos os

elementos, sistemas e componentes do empreendimento (projeto executivo).
Contempla os serviços listados no Quadro 6.

Quadro 6 – Serviços da Fase D

Essenciais	<ul style="list-style-type: none"> - Coordenação do fluxo de informações entre os agentes envolvidos; - Análise crítica do detalhamento de projetos e ações corretivas necessárias; - Controle do processo quanto ao tempo e demais recursos, incluindo as ações corretivas necessárias; - Organização, realização e registro de reuniões de coordenação de projetos; - Validação de produtos finais e liberação para início das etapas subsequentes.
Específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação de desempenho dos serviços de projeto contratados; - Avaliação de projetos por indicadores; - Coordenação de alterações de projeto.
Opcionais	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de orçamentos de serviços de execução de obras; - Liberação de parcelas de pagamento de projetistas vinculadas a etapas de serviço; - Análise do planejamento da execução da obra; - Análise de proposições de métodos construtivos; - Verificação de todos os documentos gerados pelos projetistas e especialistas.

Fonte: adaptado de Cambiagui e Amá (2006).

Fase E - Pós-entrega de projetos: garante, como os demais itens, a compreensão e utilização das informações de projeto e a sua correta aplicação para avaliar o desempenho do projeto. Contempla os serviços listados no Quadro 7.

Quadro 7 – Serviços da Fase E

Essenciais	<ul style="list-style-type: none"> - Coordenação da apresentação dos projetos à equipe de execução da obra; - Acompanhamento e avaliação da qualidade dos projetos na obra; - Coordenação da elaboração de projetos “como construído” (as built); - Análise crítica e validação do manual do proprietário.
Específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação de desempenho dos serviços de projeto contratados; - Coordenação de alterações de projeto.
Opcionais	<ul style="list-style-type: none"> - Organização, realização e registro de reuniões de preparação da execução da obra; - Elaboração do manual do proprietário.

Fonte: adaptado de Cambiagui e Amá (2006).

Fase F - Pós-entrega da obra: análise e avaliação do comportamento da edificação em uso para verificar e reafirmar se os condicionantes e pressupostos de projeto foram adequados e se eventuais alterações realizadas em obra, estão

compatíveis com as expectativas do empreendedor e com as necessidades dos usuários. Contempla os serviços listados no Quadro 8.

Quadro 8 – Serviços da Fase F

Essenciais	- Organização, realização e registro de reuniões de avaliação dos projetos e retroalimentação
Específicos	- Avaliação da qualidade dos projetos pelas equipes da construtora
Opcionais	- Avaliação pós-ocupação global

Fonte: adaptado de Cambiagui e Amá (2006).

No Quadro 9 são listados alguns exemplos da divisão do processo de projeto e suas fases.

Quadro 9 – Exemplos da divisão do processo de projeto

FASES	ETAPAS		
	AUTORES		
	NBR 13.531 (1995)	TZORTZOPOULOS (1999)	CAMBIAGUI e AMÁ (2006)
Concepção do produto	Planejamento e concepção do empreendimento	Planejamento e concepção do empreendimento	Levantamento de dados
	-	-	Programa de necessidades
	-	-	Estudo de viabilidade
Definição do produto	Estudo preliminar	Estudo preliminar	Estudo preliminar
	Anteprojeto	Anteprojeto	Anteprojeto
	Projeto legal	Projeto legal	Projeto legal
Identificação/solução de interfaces de projeto	-	-	Projeto básico ou Pré-executivo
Detalhamento de projetos	Projeto executivo	Projeto executivo	Projeto executivo com detalhamento
Pós-entrega do projeto	Acompanhamento de obra	Acompanhamento de obra	Pós-entrega do projeto
Pós-entrega da obra	Acompanhamento de uso	Acompanhamento de uso	Pós-entrega da obra

Fonte: adaptado da ABNT (1995); Tzortzopoulos (1999); Cambiagui e Amá (2006).

Neste trabalho serão consideradas as etapas de processo de projeto e sua correlação com as fases definidas por Cambiagui e Amá (2006), conforme Quadro

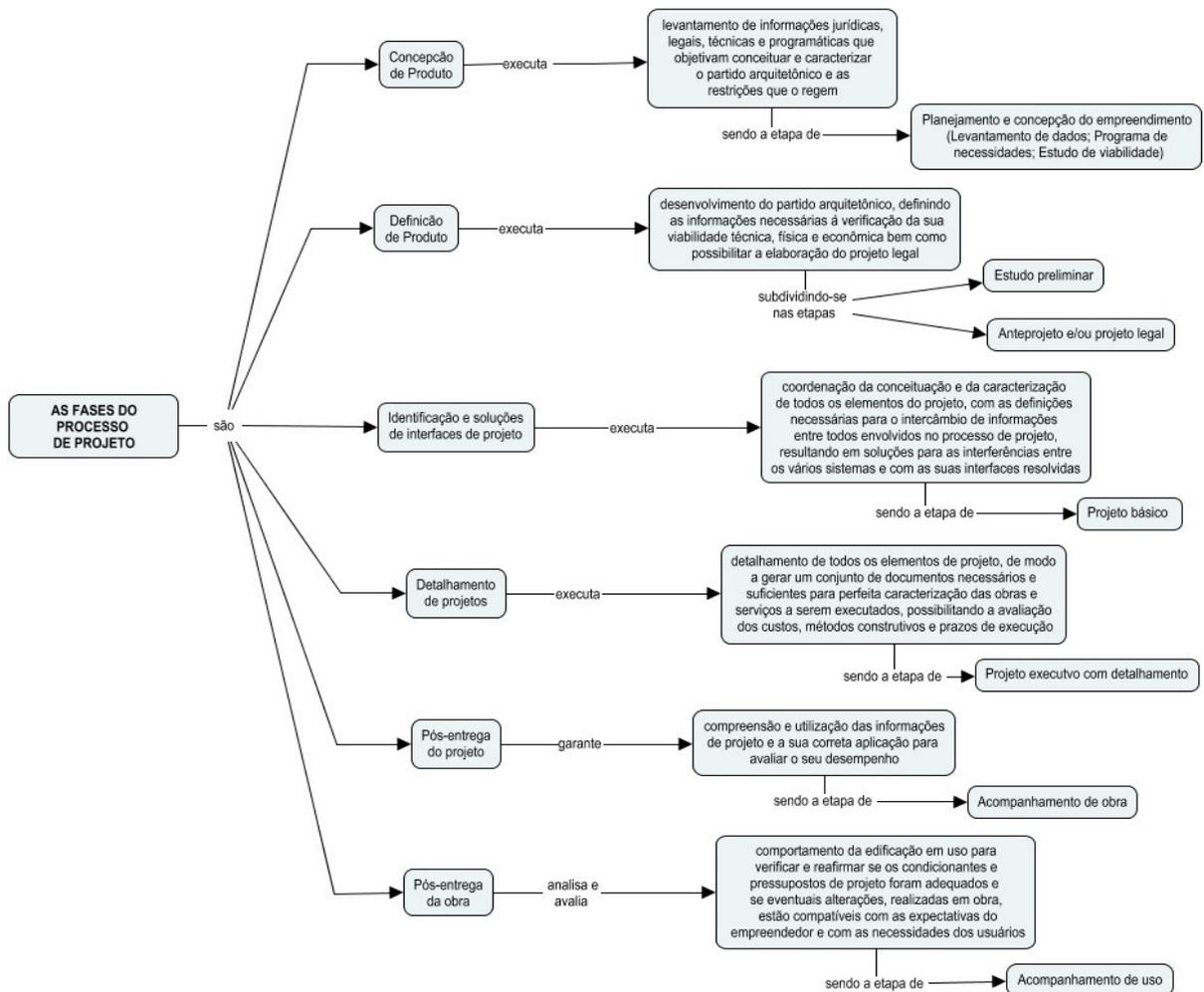
10 e Figura 30. Foram escolhidas as fases desta entidade, porque é representada pelos profissionais da área, ou seja, agregando suas experiências laborais na definição.

Quadro 10 – Proposição da divisão do processo de projeto

FASES	ETAPAS
Concepção do Produto	Planejamento e concepção do empreendimento (Levantamento de dados; Programa de necessidades; Estudo de viabilidade)
Definição do Produto	Estudo preliminar
	Anteprojeto e/ou Projeto legal
Identificação/Solução de Interfaces de Projeto	Projeto básico
Detalhamento de Projetos	Projeto executivo com detalhamento
Pós-entrega do projeto	Pós-entrega do projeto
Pós-entrega da obra	Pós-entrega da obra

Fonte: elaborado pela autora, 2015.

Figura 30 – Processo de projeto



Fonte: elaborado pela autora, 2015.

Durante todas as fases, a informação serve como insumo e produto do processo de projeto. Como são vários os atores que participam deste processo, o fluxo de informações é complexo e torna-se fundamental para a projeção eficiente.

No entanto, o precário fluxo de informações durante a projeção e a frequente dissociação entre a atividade de projeto e a de construção geram muitos problemas para a indústria da construção. O uso do BIM traz vantagens, pois induz a redefinições no processo de projeto, visando à transformação do processo tradicional num processo mais colaborativo e integrado, e no intercâmbio de informações entre os diversos agentes desde as fases iniciais da projeção.

Assim, faz-se necessário estabelecer o gerenciamento eficiente do processo de projeto, sistematizando as atividades, de forma a otimizar a solução a ser obtida e a racionalizar os recursos disponíveis. A concepção da edificação deve considerar o maior número possível das questões envolvidas no seu ciclo de vida.

Desta forma, a gestão do processo de projeto pode ser definida como uma atividade de suporte, voltada à integração dos requisitos e das decisões de projeto, que deve ser executada durante toda a projeção, de forma a fomentar a interatividade entre os membros da equipe e melhorar a qualidade do produto final.

2.2.4 Modelagem do processo de projeto

Organizar o conhecimento sobre o processo de projeto é o ponto de partida para a melhoria do mesmo. Para tanto, faz-se necessária a sistematização do desenvolvimento das atividades, bem como das informações utilizadas em cada fase, objetivando a melhoria do processo como um todo.

A modelagem do processo de projeto

[...] tem como função definir o sequenciamento das tarefas que devem ocorrer ao longo do processo, descrevendo seu conteúdo e as informações necessárias ao seu desenvolvimento, bem como as produzidas por cada tarefa (TZORTZOPOULOS, 1999, p. 5).

Uma maneira possível para compreender o processo de tomada de decisões, por parte de cada projetista no processo de projeto, é a descrição do caminho através do qual o processo é desenvolvido do princípio ao fim, utilizando desenho de mapas ou diagramas (LAWSON, 1980).

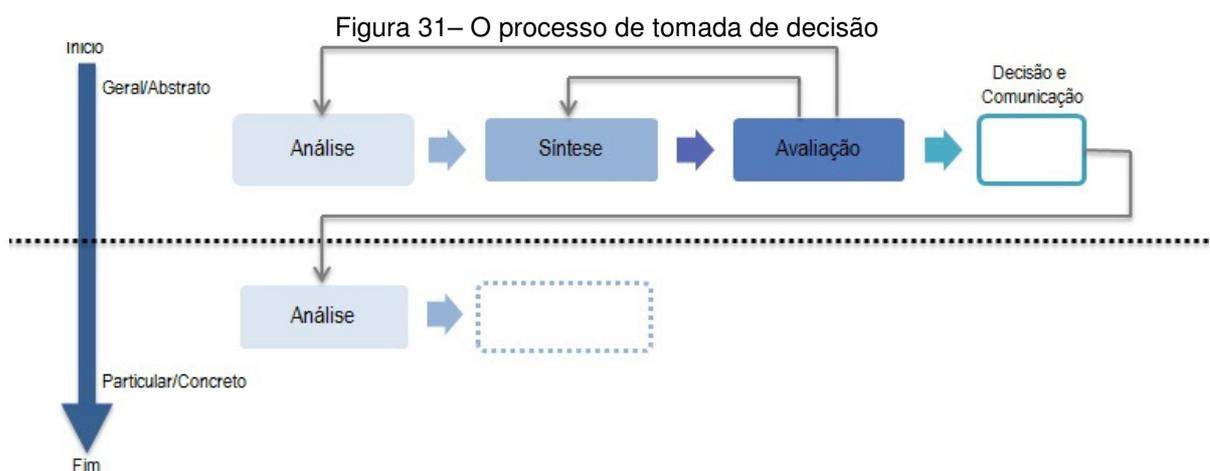
A gestão do processo de projeto vem sendo objeto de estudo de alguns

autores (MARKUS; ARCH, 1973; RIBA, 1980; MELHADO, 1994; TZORTZOPOULOS, 1999) que chamam a atenção que a boa gestão potencializa a melhoria e racionalização dos projetos.

Markus e Arch (1973) apresentam um modelo horizontal, relacionado ao processo criativo, e um vertical, relacionado ao processo gerencial. O modelo horizontal é apresentado como uma maneira de compreender o pensamento dos projetistas, sendo subdividido em três estágios principais:

- (1) **Análise** - compreensão do problema incluindo a coleta de informações relevantes e o estabelecimento de relações, restrições, objetivos e critérios para o desenvolvimento da solução;
- (2) **Síntese** - produção de uma solução de projeto podendo resultar em uma ou várias soluções;
- (3) **Avaliação** - estabelecimento do desempenho da solução envolvendo uma avaliação crítica da qualidade da solução, através de três passos: a representação da solução, a medição dos resultados (em termos de custos, espaço, flexibilidade, etc.) e avaliação dos resultados medidos.

Na etapa de análise, o projeto poderá ser examinado e modificado. Isto pode ocorrer quantas vezes forem necessárias até ser tomada a decisão final, sendo que as definições de projeto são desenvolvidas do geral e abstrato ao específico e concreto (Figura 31).



Fonte: adaptado de MARKUS e ARCH, 1973, p. 89.

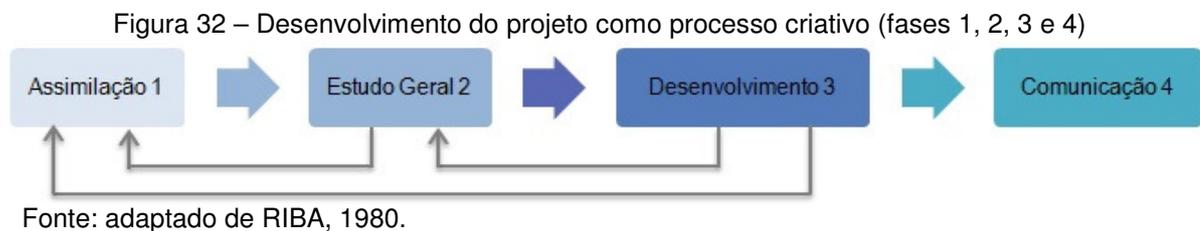
O modelo proposto pelo Royal Institute of British Architects (RIBA, 1980) sugere uma abordagem sobre os conteúdos das diversas fases nas quais as atividades do processo de projeto e suas relações podem ser agrupadas em uma

sequência de tempo. A natureza do processo criativo do projeto é explicitada através de sua divisão em quatro fases:

- (1) **Assimilação** - consiste no acúmulo e ordenação de informações gerais e informações especificamente relacionadas ao problema a ser resolvido;
- (2) **Estudo Geral** - consiste em duas partes: investigação da natureza do problema e investigação das possíveis soluções;
- (3) **Desenvolvimento** – consiste no refinamento de uma ou mais tentativas de soluções durante o estudo geral, e
- (4) **Comunicação** – consiste em informar uma ou mais soluções a pessoas de dentro ou fora do grupo de projeto.

Este modelo é semelhante ao de Markus e Arch (1973), pois a maioria das fases se correspondem: a fase de **assimilação** é semelhante a fase de **análise** e as fases de **estudo geral** e **desenvolvimento** são correspondentes à fase de **síntese**.

O processo de projeto nas quatro fases possui várias operações de tomada de decisão, e é ressaltada a importância da retroalimentação das informações entre as fases. Em termos simples, o processo é apresentado como um sistema, conforme o diagrama da Figura 32, uma progressão principal com retroalimentação ocasional.

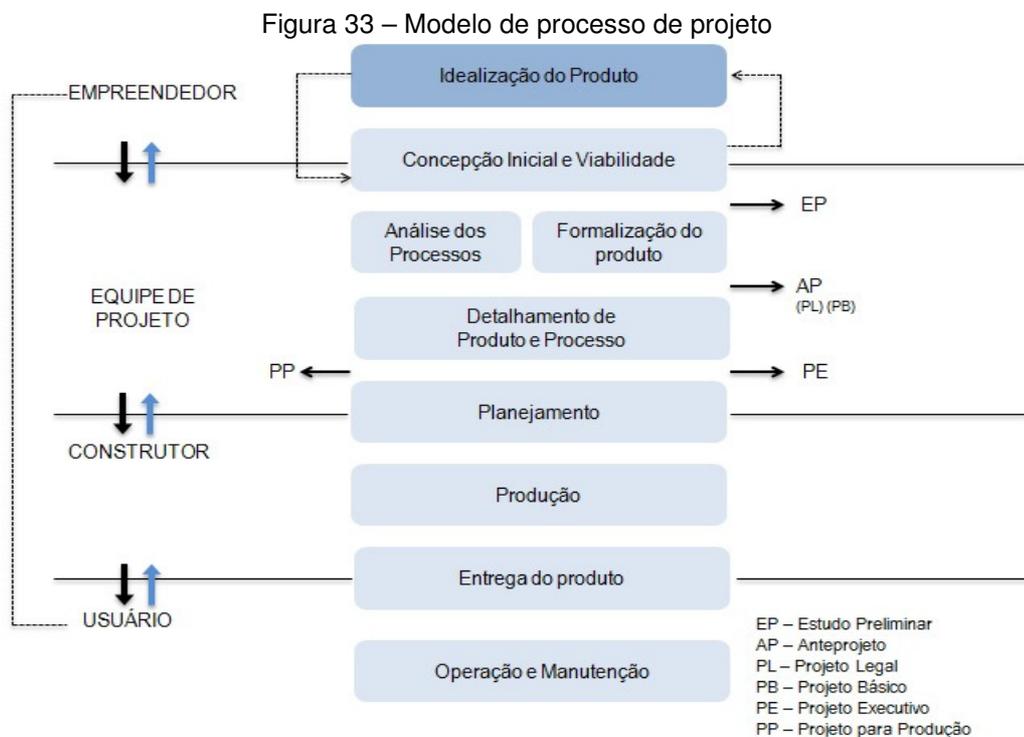


Melhado (1994) apresenta um modelo que reúne os principais agentes do empreendimento, levando em consideração a formação das equipes multidisciplinares sob a orientação do coordenador e abrangendo desde a concepção até operação e manutenção da edificação.

Este modelo também apresenta procedimentos e diretrizes para as principais fases, mostrando a participação dos quatro principais agentes do empreendimento: o empreendedor, a equipe de projeto, o construtor e o usuário. As fases são (ver Figura 33):

- (i) **Idealização do produto** - solução inicial para atendimento do programa de necessidades;
- (ii) **Análise de viabilidade** - avaliação da solução contra critérios de custo,

- tecnologia, restrições legais num processo iterativo traduzido em estudo preliminar, base para a continuidade do desenvolvimento do produto;
- (iii) Formalização - concretização da solução, dando origem ao anteprojeto;
 - (iv) Detalhamento - detalhamento em paralelo do processo de projeto (projeto executivo) e do projeto do processo (projeto para produção);
 - (v) Planejamento e execução - realização do planejamento da obra; e
 - (vi) Entrega - onde o produto é passado para o usuário, com o apoio inicial da construtora para a operação e manutenção, e onde futuramente serão coletadas informações para a retroalimentação do processo.



Fonte: adaptado de MELHADO, 1994.

Melhado (1994) recomenda a prática da análise crítica¹⁶ ao final de cada uma das fases, visando garantir o atendimento aos clientes do projeto e os objetivos iniciais estabelecidos.

Tzortzopoulos (1999) mostra diretrizes básicas para o desenvolvimento do processo de projeto, que são:

¹⁶É a avaliação do projeto ou de uma parte, propondo alterações ou complementações, visando atender a uma dada diretriz ou atingir um dado objetivo – adequar características do produto, aumentar sua construtibilidade, reduzir custos ou prazos, otimizar métodos construtivos e racionalizar a produção, ou quaisquer outros que contribuam para a qualidade (MELHADO, 1994, p. 200).

- a) Os conteúdos apresentados nos modelos de gestão de projetos devem ser flexíveis, de forma a possibilitar o ajuste, visando atender aos diversos padrões e culturas existentes no mercado;
- b) Os modelos devem possuir uma definição clara das fases e atividades do processo e de suas relações;
- c) Deve-se atentar para o grau de detalhamento do modelo, não sendo nem muito genérico, nem muito detalhado;
- d) No modelo devem estar previsto as aprovações das atividades e fases do processo, objetivando seu controle e melhoria.

Esta autora ressalta que o envolvimento de todas as disciplinas de projeto no desenvolvimento do modelo é essencial para possibilitar que o mesmo incorpore a visão multidisciplinar daqueles que desenvolvem projetos. Apresenta um modelo geral do processo de projeto de edificações (Figura 34), onde descreve as principais atividades e suas relações de precedência, assim como os papéis e responsabilidades dos principais intervenientes do processo. Este modelo é formado por sete fases seqüenciais: (a) as quatro primeiras, destinadas à concepção geral das edificações; (b) a quinta, destinada ao detalhamento do projeto e elaboração dos projetos para produção; e (c) as duas últimas destinadas à retroalimentação do processo a partir da obra e da utilização da edificação pelos clientes finais.

Figura 34 – Processo de projeto (TZORTZOPOULOS, 1999)

ETAPAS DO PROCESSO	INTERVENIENTES										
	DI	G	V	A	GP	ES	EI	H	F	O	
Vem do Planejamento Estratégico											
↓											
PLANEJAMENTO E CONCEPÇÃO DO EMPREENDIMENTO											
↓											
ESTUDO PRELIMINAR			C		C	C	C	C	C	C	
↓											
ANTEPROJETO			C		C						
↓											
PROJETO LEGAL DE ARQUITETURA											
↓											
PROJETO EXECUTIVO					C						
↓											
ACOMPANHAMENTO DE OBRA	C										
↓											
ACOMPANHAMENTO DE USO											
↓											
FEEDBACK PARA NOVOS PROCESSOS											
	C	ATUA COMO CONSULTOR									
		ATUA PLENAMENTE									
LEGENDA - INTERVENIENTES											
DI	Diretoria da empresa				ES	Projetista estrutural					
G	Gerente de projetos				EI	Projetista de instalações elétricas					
V	Corretores, vendas				H	Projetistas de instalações hidrissanitárias					
A	Projetistas de arquitetura				F	Projetista de fundações					
GP	Gerente de produção				O	Outros projetistas					

Fonte: adaptado de TZORTZOPOULOS, 1999.

Os projetistas abordam o problema de projeto e desenvolvem seu trabalho de formas diferentes, por isso não existe um único método utilizado por todos. As diferentes abordagens quanto à resolução de problemas vêm sendo explicitadas através de modelos de processos de projeto. Estes procuram incluir procedimentos racionais para o processo de projeto das diversas áreas do conhecimento, buscando evitar erros que ocorrem no trabalho.

A partir da análise destes modelos, nota-se que todos buscam formalizar os procedimentos de projeto, tentando traduzir, através de diagramas, o caminho seguido pelo projetista durante a projeção.

O modelo do processo de projeto é considerado como o conjunto de subprocessos necessários ao desenvolvimento adequado do projeto. Nele deve ser claramente estabelecido o conteúdo de cada subprocesso, seus insumos e produtos, além de suas relações de precedência. Além disto, os responsáveis e o grau de participação de cada interveniente na execução destes subprocessos devem ser claramente estabelecidos (TZORTZOPOULOS, 1999).

Existem questões que precisam ser levadas em consideração para confecção de um modelo de processo de projeto, entre elas, estão:

- Os projetistas trabalham separadamente e, na maior parte dos casos, em locais fisicamente diferentes. Isso aumenta a segmentação entre eles, fato que pode ocasionar também o aumento da possibilidade de ocorrerem incompatibilidades entre os projetos;
- A necessidade de uma visão sistêmica do processo e seu entendimento por todos os participantes permitindo que os agentes compreendam melhor sua participação dentro do processo e suas relações de interdependência. O contato entre especialistas intensifica o desempenho dos participantes e, conseqüentemente, melhora o produto;
- A multidisciplinaridade do processo gera a necessidade de ser criado um conjunto de diretrizes voltadas para melhorar a interação e a comunicação entre os participantes, permitindo racionalizar e garantir o fluxo de informações.

O modelo do processo de projeto é um plano geral que possibilita o controle e melhoria do trabalho, sendo importante para o desenvolvimento eficiente do produto. A definição deste plano geral visa diminuir ou evitar problemas relacionados à falta de planejamento do processo de projeto.

Neste processo estão incluídas as atividades de Gestão, Coordenação e Compatibilização de Projetos. A primeira consiste do planejamento e controle das atividades de projeto, visando assegurar os aspectos relativos à distribuição do tempo, o desenvolvimento e análise do fluxo de informações e trocas de produtos intermediários, incluindo as ações corretivas necessárias. Envolve também a tomada de decisões de caráter gerencial como aprovação de produtos intermediários, a liberação para o início das etapas de projeto e o acompanhamento de providências operacionais para o desenvolvimento do projeto (CTE, 1997).

A coordenação técnica consiste na análise e tomada de decisão sobre as partes constituintes do projeto para atingir os resultados desejados, possuindo caráter relacionado a definições de conteúdo técnico (CTE, 1997). A compatibilização de projeto é considerada, neste trabalho, como a atividade de integrar os projetos das diferentes disciplinas que compõe a edificação, objetivando o perfeito ajuste entre eles com a solução das incompatibilidades.

O uso do BIM altera a forma de produção da edificação, pois nele está inserido o conceito de *Lean Construction*. Quando aplicado ao processo de projeto, o pensamento *Lean* implica em: reduzir o desperdício por meio da eliminação de etapas desnecessárias do processo, que não produzem valor direto, como a produção de desenhos; projeto simultâneo, para eliminar o máximo de erros e retrabalhos; e redução da duração dos ciclos de produção (EASTMAN, 2014).

A forma de produção convencional baseia-se no modelo de conversão, onde os insumos são transformados em um produto através de um processo de conversão. Nesta abordagem, projetar é a atividade de transformar requisitos e necessidades dos clientes em projetos, focalizada na tomada de decisões e resolução de problemas. Não visa um gerenciamento sistêmico do processo de projeto, onde o trabalho deve ser visto e analisado em relação ao todo, tornando as atividades, envolvidas no processo, mais facilmente controladas.

Sendo assim, a principal diferença entre o modelo de conversão e o modelo da *Lean Construction* é o fato de que neste último, entende-se o sistema de produção como um conjunto de atividades de conversão e de fluxo, sendo o principal insumo do processo de projeto, a informação (KOSKELA, 1992).

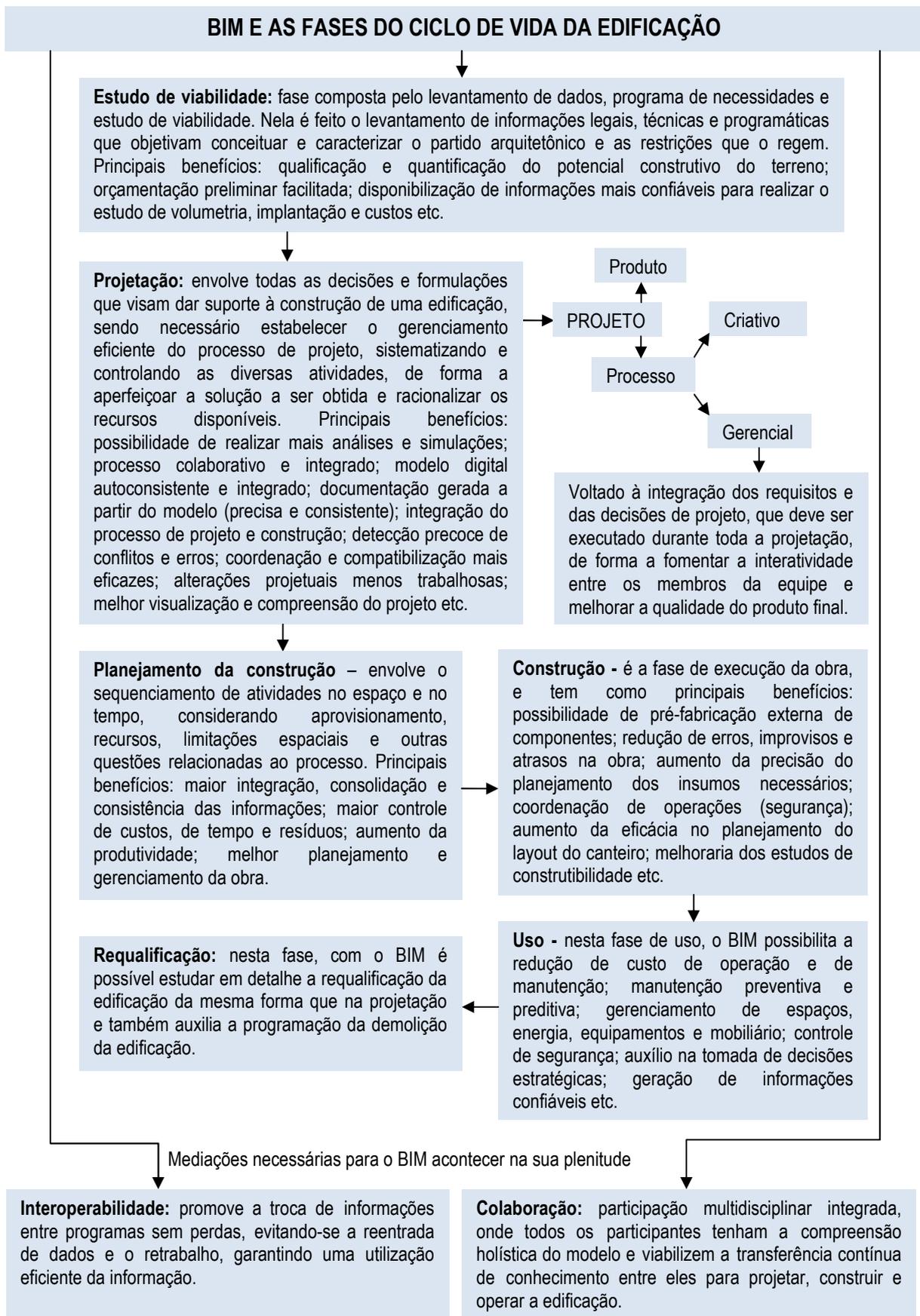
A grande diferença está na análise dos fluxos além das atividades de conversão, pois a partir da análise do seqüenciamento das atividades pode-se propor melhorias relativas à redução do número de passos, eliminando algumas

perdas do processo. Dentre estas perdas pode-se citar a diminuição de períodos de espera no processo, possibilitada através de seu planejamento eficaz.

Com o uso do BIM é necessário definir como as etapas do processo de projeto serão gerenciadas, e de que forma a equipe poderá trocar as informações, entre outras questões, objetivando uma gestão de qualidade do processo de projeto. Isto é abordado nos Capítulos 3 e 4.

A Figura 35 mostra o BIM e as fases do ciclo de vida da edificação.

Figura 35 – BIM e as fases do ciclo de vida da edificação



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

3 DIRETRIZES PARA IMPLANTAR BIM: OBJETIVOS, USOS, INFRAESTRUTURA, MODELOS DE PROCESSOS E MODELOS DA EDIFICAÇÃO

Existe a necessidade de formalizar e desenvolver conhecimentos sobre a Modelagem da Informação da Construção no Brasil. De acordo com Arayici e colaboradores (2011), a implantação do BIM não é somente uma simples inovação tecnológica, trata-se de mudanças no ambiente sócio cultural da indústria da construção civil.

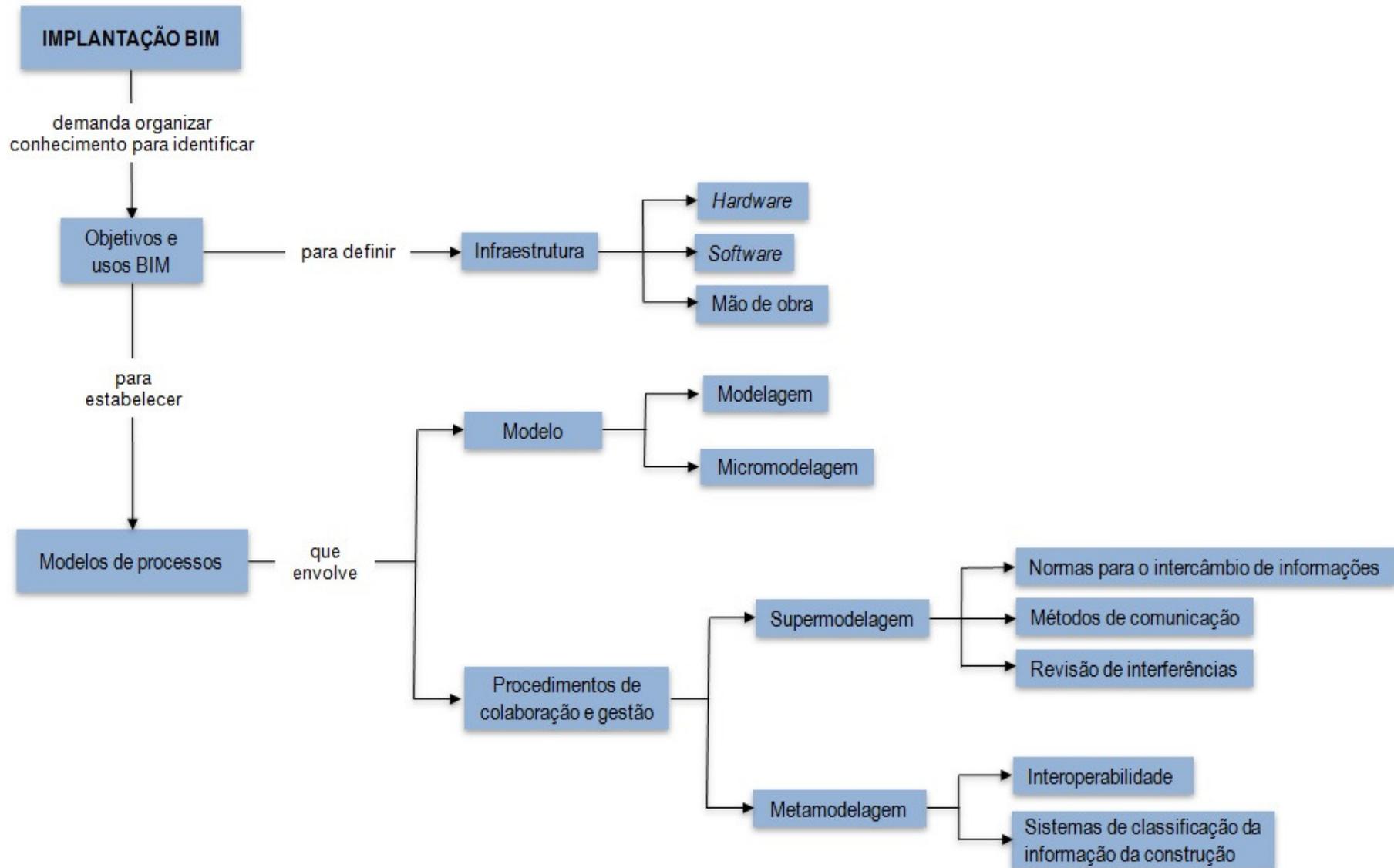
Através dos problemas e das soluções apresentadas na literatura, é discutido um conjunto de diretrizes para que a implantação do BIM aconteça de forma eficiente, e que os modelos resultantes possam ser usados nas demais fases do ciclo de vida da edificação.

Para a adoção, faz-se necessário estabelecer um plano de execução BIM, analisando os usos, objetivos e processos com objetividade, respeitando as particularidades de cada instituição onde será implantado.

Segundo o CICRP (2011), o plano de execução BIM deverá definir o âmbito de aplicação, identificar o fluxo dos processos de trabalho, definir as trocas de informações entre as partes, e descrever a infraestrutura necessária para a implantação. Deve conter os objetivos; usos; procedimentos de gestão, colaboração e desenvolvimento de projetos; funções e responsabilidades dos envolvidos nos processos; entregas e prazos; níveis de desenvolvimento; trocas de informações e toda a infraestrutura necessária. Deve ser desenvolvido colaborativamente e atualizado periodicamente.

São abordadas, neste capítulo, as principais diretrizes para um plano de execução BIM na projeção. No entanto, a instituição deverá desenvolver um plano de execução para cada projeto a ser desenvolvido em BIM, com as particularidades, objetivos e usos específicos, por meio de uma equipe de planejamento composta por representantes da instituição, projetistas e gerentes. A Figura 36 ilustra os tópicos que devem compor um plano de implantação BIM.

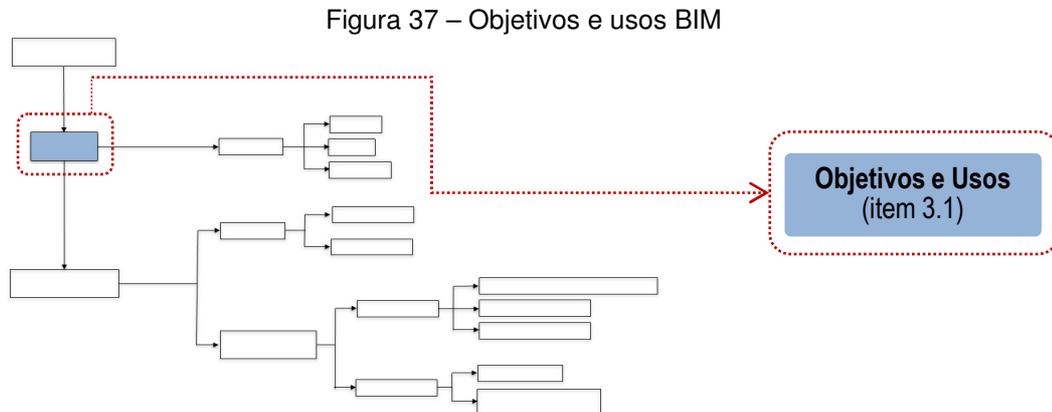
Figura 36 – Mapa conceitual: implantação BIM



Fonte: adaptado de PEREIRA, 2013a.

3.1 OBJETIVOS E USOS BIM

A Figura 37 sinaliza, em azul, o assunto da Figura 36 que é abordado nesta seção.



Fonte: elaborado pela autora, 2016.

Os objetivos devem ser específicos da instituição e mensuráveis, visando melhorar as fases de planejamento, projeto, construção e operação da edificação. Um dos objetivos deve especificar qual o desempenho esperado para o projeto, considerando sua duração, eficiência e custo. Podem ser citados como exemplos de objetivos: desenvolvimento de um projeto mais eficiente em relação à energia e sustentabilidade; aumentar a produtividade e a qualidade do trabalho de campo através de grandes quantidades de pré-fabricação de componentes; eliminar conflitos e problemas na obra; dentre outros.

Os usos do modelo estão atrelados aos objetivos da instituição. A identificação dos usos deve começar com a avaliação do potencial de utilização final da informação, ou seja, devem ser analisadas todas as fases do empreendimento na ordem inversa – uso (operação e manutenção), construção, planejamento da construção e projeto –, identificando os usos desejados e as informações que serão valiosas a jusante (CICRP, 2011).

No *Project Execution Planning Guide* são elencados 25 usos para o BIM, dentre eles: modelagem de condições existentes; análise de implantação; criação e concepção; conformidade dos modelos quando a códigos e normas; elaboração do projeto; análises de engenharia (estrutural, energética, luminotécnica etc.); coordenação de projetos; planejamento da construção; estimativa de custos; planejamento do canteiro de obras, gestão da edificação; dentre outros. É

necessária a definição dos usos para o mapeamento dos processos de trabalho, onde as tarefas são identificadas e analisadas (CICRP, 2011).

Os objetivos e usos precisam estar definidos antes de iniciar o projeto do empreendimento. Eles devem ficar acordados entre os envolvidos no processo e estar contidos no plano de execução. O Quadro 11 mostra possíveis objetivos e usos em quatro fases da projeção.

Quadro 11 – Fases, etapas, objetivos e usos

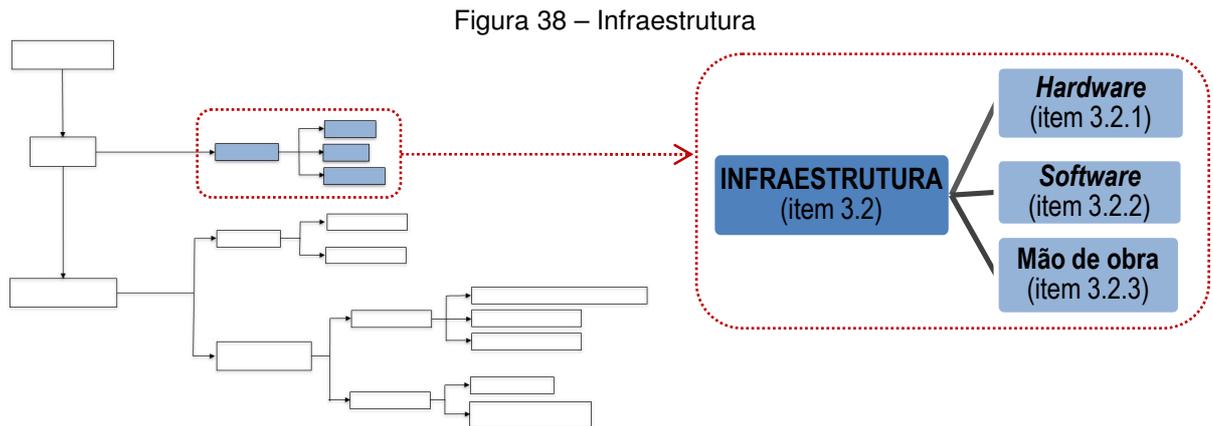
FASE	ETAPA	OBJETIVO	USO
Concepção do produto	Levantamento de dados; Programa de necessidades; Estudo de viabilidade	Construir estudos massa e/ou outras formas de dados: representação com dimensões, área, volume, localização e orientação	Fazer o plano de execução BIM
			Conceituar o objeto de projeto e definir o partido
			Estudo de implantação e análise de viabilidade
			Analisar áreas e volumes dos espaços
			Subsidiar a projeção da edificação
			Fornecer valores que permitam a estimativa de custo
Definição do produto	Estudo preliminar; Anteprojeto e/ou Projeto legal	Desenvolver e atualizar o modelo BIM	Estudo preliminar
			Orçamento preliminar
			Fazer relatório de especificação e orçamento
			Avaliar o projeto e o aperfeiçoar
			Desenvolvimento do projeto estrutural
			Fazer relatório de coordenação
			Obter estes projetos compatibilizados
			Desenvolvimento dos projetos MEP
			Fazer relatório de coordenação
			Obter estes projetos compatibilizados
			Desenvolvimento dos demais projetos
			Fazer relatório de coordenação
Obter estes projetos compatibilizados			
Identificação/ solução de interfaces de projeto	Projeto básico	Compatibilização dos componentes e sistemas de todos os projetos, resultando em um modelo consolidado	Fazer relatório de coordenação final
			Consolidar as informações e soluções encontradas para os problemas
Detalhamento de projetos	Projeto executivo	Modelagem detalhada dos componentes e sistemas. Representação com: dimensões, forma, localização e quantidade precisas	Obter modelo arquitetônico atualizado e compatibilizar com as outras disciplinas
			Obter modelo estrutural atualizado e compatibilizar com as outras disciplinas
			Obter modelos dos projetos MEP atualizados e poder compatibilizar com as outras disciplinas
			Obter modelos dos projetos das outras disciplinas atualizados e compatibilizar

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Tendo-se definido os objetivos e usos específicos para o empreendimento, passa-se para analisar questões referentes à infraestrutura.

3.2 INFRAESTRUTURA

A Figura 38 sinaliza, em azul, os assuntos da Figura 36 que são abordados neste item.



Fonte: elaborado pela autora, 2016.

É importante que a instituição possua a infraestrutura necessária e suficiente para a implantação do BIM. Isto está condicionado à disponibilidade de *hardware* e *software* adequados, bem como, mão de obra qualificada (*peopleware*).

3.2.1 Hardware

Com o BIM as informações precisam ser compartilhadas entre os vários projetistas, e para que isso aconteça, é importante que sejam escolhidos equipamentos que se adéquem aos usos previstos.

Em geral, faz-se necessário uma reestruturação do parque informático, visto que plataformas BIM exigem equipamentos robustos, com maior capacidade de memória e de processamento. Algumas questões precisam ser consideradas quando da escolha dos equipamentos.

3.2.1.1 Unidade de processamento

É importante que o processador escolhido possua um *clock* (frequência de operação) elevado e que tenha uma quantidade maior de núcleos físicos (*cores*),

pois isso permite a execução de vários processos ao mesmo tempo sem sobrecarregar ou causar fila no processamento. Além disso, é fundamental ter a maior quantidade de memória *cache* no processador, pois esta memória é integrada no processador e é de acesso muito mais rápido que a memória RAM (SANTOS, 2015).

3.2.1.2 Memória RAM

Todo programa ou arquivo aberto é carregado e alocado na memória RAM, permitindo acesso mais rápido por parte do processador. Por isso, quanto maior a quantidade de memória RAM o computador possuir, melhor será para o uso dos *software* BIM. Porém, não basta tê-la em grande quantidade, é necessário verificar a frequência de operação, que determina a velocidade de transferência de dados (GUGELMIN, 2012).

3.2.1.3 Placa de processamento gráfico

É importante ter uma placa de processamento gráfico de uso profissional, direcionada para trabalhos gráficos de alto desempenho. Este tipo de placa é separada da placa mãe (*off-board* ou dedicada), possuindo memória RAM e processador próprio (GPU - *Graphic Processor Unit* ou Unidade de Processamento Gráfico) com maiores velocidades de *clock*. Exemplos deste tipo de placas gráficas são as da série QUADRO (Nvidia) ou FIRE GL (ATi). Estas placas são otimizadas para etapas de renderização profissional, o que as diferencia das placas gráficas otimizadas para jogos.

Numa placa de processamento gráfico, deve-se observar também a taxa de quadros (*frame rate*) determinada em quadros por segundo (*frames per second*, FPS), ou seja, indicam quantas imagens uma placa pode exibir por segundo. A taxa de FPS é determinada por dois parâmetros: triângulos ou vértices por segundo e taxa de preenchimento de *pixels*. O primeiro parâmetro indica a velocidade para calcular os polígonos ou os vértices que o compõem, já o segundo descreve quantos *pixels* a placa pode processar em um segundo. O olho humano pode processar cerca de 25 imagens por segundo, mas vídeos de ação rápida podem exigir um mínimo de até 60 FPS para fornecer animação e transição suaves (AMOROSO, 2009).

3.2.1.4 Unidade de armazenamento

Para armazenamento do sistema operacional, dos programas instalados e dos arquivos usados no dia a dia, recomenda-se um dispositivo SSD (*Solid-State Drive* ou Dispositivo de Estado Sólido). É um dispositivo similar aos cartões SD que possuem vantagens, se comparados aos HDD (*Hard Disk Drive* ou Disco Rígido) convencionais, tais como: maior velocidade na leitura e gravação de dados; maior resistência a impactos; maior vida útil e confiabilidade. Porém, são mais caros (SANTOS, 2015).

Para armazenamento dos demais conteúdos, não utilizados constantemente, recomenda-se um HDD convencional para uso interno no *desktop* e uma unidade externa para *backup*, devido ao preço mais baixo se comparado aos SSD.

3.2.1.5 Monitor de vídeo

Recomenda-se o uso de dois monitores ou mais para melhor visualização do trabalho. Na escolha dos monitores deve-se atentar para a definição, fidelidade das cores e tamanho.

Os monitores mais utilizados são os de tecnologia LCD (*Liquid Crystal Display*), mas existe outra tecnologia: IPS (*In-plane Switching*), que é uma variação da tecnologia LCD. A diferença está nos cristais líquidos que são alinhados horizontalmente ao invés do tradicional alinhamento vertical, permitindo que o sistema chegue a taxas de atualização de até 240 Hz, enquanto telas convencionais de LCD têm uma taxa entre 60 e 75 Hz. O resultado é que isso proporciona imagens nítidas com alterações suaves nas cores, independentemente do ângulo de visualização (LANDIM, 2009).

3.2.2 Software

Existem várias opções de ferramentas para cada fase do ciclo de vida da edificação. Deverão ser definidos quais programas serão utilizados para os diferentes processos, detalhando as plataformas de trabalho, redes, pacotes de *software* e suas versões. É essencial que as ferramentas se comuniquem e funcionem bem em conjunto. Também é importante ter em mente que o *hardware*

deve se adequar aos *software*, ou seja, se for usar um programa específico, pode ser que ele demande uma configuração mais potente.

A escolha das ferramentas e demais questões relacionadas a elas devem ser determinadas pelos envolvidos no processo, e constar no plano de execução BIM. A troca de informações entre essas ferramentas deve ocorrer sem perdas, evitando-se a reentrada de dados e o retrabalho, garantindo uma utilização eficiente da informação e a efetiva criação do modelo BIM, ou seja, deve haver a interoperabilidade entre os sistemas utilizados.

Vale salientar que os componentes do modelo combinam a capacidade de representar vários aspectos da informação necessária para suportar visões multidisciplinares, bem como a capacidade de incluir aspectos comportamentais, restrições de projeto e informações do ciclo de vida.

Então, para garantir a interoperabilidade entre as ferramentas, deve ser decidido se será adotado um formato de arquivo proprietário ou padrão aberto. Cada um tem características positivas e negativas. A opção pelo uso de plataforma única, composta por *software* proprietário, pode limitar o número de projetistas qualificados e contratados, porém facilita o uso dos dados, visto que minimiza as perdas de informações. Já um padrão aberto poderá resultar numa maior capacidade de manter a acessibilidade dos dados ao longo do tempo (CURT, 2010).

O padrão aberto atualmente proposto para a modelagem da informação da construção é o *Industry Foundation Classes* (IFC), que é um padrão neutro, estabelecido para o compartilhamento de informações, que utiliza uma linguagem padronizada. A transferência de dados referentes a objetos codificados em formatos proprietários para o padrão IFC acontece através da decomposição dos objetos em componentes básicos: geometria, relações e propriedades, possibilitando o compartilhamento de dados do modelo entre as diversas disciplinas.

3.2.3 Mão de obra

Todos os envolvidos no processo devem entender o conceito e abrangência do paradigma BIM, sobretudo, da visão do ciclo de vida da edificação. É essencial realizar uma prática integrada de trabalho dos participantes nas diversas fases do ciclo de vida da edificação, objetivando um proficiente acesso aos processos de

trabalho das diversas equipes e estabelecendo a cultura de compartilhamento de conhecimento.

Na formação da equipe é essencial focar nas habilidades necessárias para cada função/membro, sendo definidos os papéis específicos para os profissionais levando em consideração que as funções e responsabilidades nos processos tradicionais de projeto deverão ser ampliadas e que outras irão surgir no contexto BIM.

Existem funções bem definidas. São elas:

- a) Gerente BIM: gerencia os recursos técnicos, humanos e financeiros na implantação e manutenção dos processos no contexto BIM;
- b) Operador BIM: profissionais que utilizam quaisquer recursos de produção no contexto BIM;
- c) Analista BIM: realiza as simulações e as análises baseadas no modelo de modo a facilitar a tomada de decisão. A função pode ser exercida por um especialista da instituição, ou por um consultor externo;
- d) Facilitador BIM: auxilia os profissionais que ainda não estão qualificados no uso de ferramentas BIM;
- e) Consultor BIM: orienta os projetistas, os desenvolvedores e os construtores na implantação BIM.

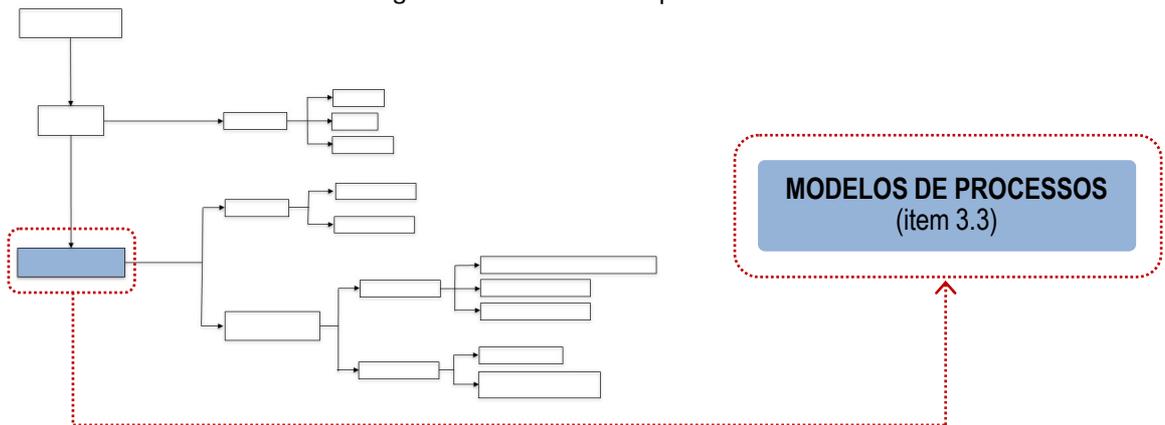
Estes profissionais poderão trabalhar para diversos participantes (o proprietário, o construtor, os projetistas etc.) durante o ciclo de vida da edificação, e não é indispensável que cada função seja desempenhada por um profissional distinto, sendo mais provável que isso seja definido pelo porte da organização (KYMMELL, 2008; BARISON e SANTOS, 2011).

Os fatores tecnológicos influenciam a adoção do paradigma BIM, no entanto a dimensão gerencial e cultural são as que mais impactam esta adoção. A escassez de mão de obra especializada e a resistência em alterar os métodos de trabalho consolidados, são exemplos de dificuldades gerenciais e culturais da implantação do BIM (PEREIRA, 2013a).

3.3 MODELOS DE PROCESSOS

A Figura 39 sinaliza, em azul, o assunto da Figura 36 que é abordado neste item.

Figura 39 – Modelos de processos



Fonte: elaborado pela autora, 2016.

Após serem identificados os usos BIM, resolvidas as questões referentes à infraestrutura, faz-se necessário compreender os vários processos e atividades a serem realizadas para alcançar os objetivos e os usos definidos. Pode-se usar uma disciplina gerencial¹⁷ para compreender como uma instituição está configurada, tornando-se possível o entendimento e o aprimoramento dos processos, visando gerar melhor eficiência nos resultados. O *Business Process Management* (BPM) é um exemplo deste tipo de disciplina.

Para a Association of Business Process Management Professionals¹⁸, o Gerenciamento de Processos de Negócio (BPM – *Business Process Management*) é

[...] uma disciplina gerencial que integra estratégias e objetivos de uma organização com expectativas e necessidades de clientes, por meio do foco em processos ponta a ponta. BPM engloba estratégias, objetivos, cultura, estruturas organizacionais, papéis, políticas, métodos e tecnologias para analisar, desenhar, implementar, gerenciar desempenho, transformar e estabelecer a governança de processos (ABPMP, 2013, p. 40).

Para melhor entendimento do Gerenciamento de Processos de Negócio é importante definir, neste contexto, o que é negócio e processo.

O termo negócio, conforme utilizado no BPM CBOK refere-se a pessoas que interagem para executar um conjunto de atividades de entrega de valor para os clientes e gerar retorno às partes interessadas. Negócio abrange todos os tipos de organizações com ou sem fins lucrativos, públicas ou privadas, de qualquer porte e segmento de negócio. (ABPMP, 2013, p. 35).

¹⁷ Disciplina gerencial é um conjunto de conhecimentos que trata de princípios e práticas de administração para orientar recursos organizacionais em direção a objetivos definidos (BPM CBOK, 2013, p. 42).

¹⁸ A ABPMP é uma associação internacional de profissionais de BPM (*Business Process Management*), sem fins lucrativos, independente de fornecedores e dedicada à promoção dos conceitos e práticas de BPM (ABPMP, 2013, p. 14).

Processo é um grupo de atividades realizadas numa sequência lógica com o objetivo de produzir um produto ou um serviço. Segundo ABPMP (2013, p. 35), "Processo é uma agregação de atividades e comportamentos executados por humanos ou máquinas para alcançar um ou mais resultados.

Os processos são compostos por atividades inter-relacionadas que solucionam uma questão específica. Essas atividades são governadas por regras no contexto de seu relacionamento com outras atividades para fornecer uma visão de sequência e fluxo. As atividades representam a disposição física do trabalho realizado e a forma de fazê-lo, já os processos representam uma composição lógica dessas atividades.

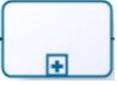
O BPM também auxilia a instituição a enxergar os pontos fortes e pontos que precisam ser melhorados, tais como: complexidade na operação, falhas de integração, atividades redundantes, tarefas de baixo valor agregado, retrabalhos, excesso de documentação e aprovações e redução de custos. Ou seja, está diretamente associado aos princípios da Construção Enxuta e BIM.

Para expressar graficamente os processos de negócio pode ser utilizado o *Business Process Modeling and Notation* (BPMN), que é um padrão criado pela Business Process Management Initiative (BPMI). Esta notação, BPMN, apresenta um conjunto de símbolos para diferentes aspectos de processos de negócio, possibilitando representar seus modelos. Os principais elementos BPMN estão apresentados no Quadro 12.

Quadro 12 – Principais elementos do BPMN

ELEMENTOS	UTILIZAÇÃO
	<p>Pool (piscina): representa um processo</p>
	<p>Lane (raia): é uma partição da <i>pool</i>. São usadas para organizá-la e categorizá-la.</p>
	<p>Milestone (marcos): cria partições na sequência do processo. Geralmente utilizada para indicar fases dentro do processo ou períodos de tempo demarcados.</p>

Quadro 12 – Principais elementos do BPMN (continuação)

ELEMENTOS	UTILIZAÇÃO
	Atividade: é um passo dentro do processo.
	Subprocesso: é definido como um processo que está embutido no processo “pai”. Oferece a possibilidade de diagramar hierarquicamente um processo, detalhando-o em vários níveis.
	Ciclo ou Loop Padrão: compreendem atividades que podem ser executadas várias vezes, até que se cumpra a condição estabelecida no <i>loop</i> .
	Gateway (Decisão): usado para controlar as ramificações e os encontros dos fluxos de sequência.
	Gateway exclusivo: representa um ponto de decisão onde apenas um caminho dos vários possíveis pode ser escolhido.
	Gateway paralelo: é utilizado quando várias atividades podem ser realizadas concorrentemente ou em paralelo.
	Evento de início: é usado para iniciar o processo. Cada processo tem um único início.
	Evento Intermediário: acontece durante o curso de um processo. Um processo pode ter vários eventos intermediários.
	Evento intermediário com condição: evento que depende de uma condição para o processo prosseguir.
	Enlace: permite conectar duas seções do processo, ou seja, atua como conector entre “páginas” de um diagrama.
	Evento de Fim: finaliza o fluxo do processo. Um processo pode ter um ou mais eventos de fim.
	Anotações: utilizadas para fornecer informações adicionais que facilitem a leitura do diagrama por parte do usuário.
	Objetos de dados: podem fornecer informações sobre o que a atividade necessita para ser executada.
	Grupos: são mecanismos visuais que permitem agrupar as atividades, com fins de documentação ou análise.
	Linha de sequência: utilizadas para conectar as figuras básicas.
	Linhas de mensagens: representam a comunicação existente entre dois processos.
	Associações: ligam os artefatos (anotações, objetos de dados, grupos) a outros elementos do mapa.

Fonte: adaptado de ALMEIDA, 2013.

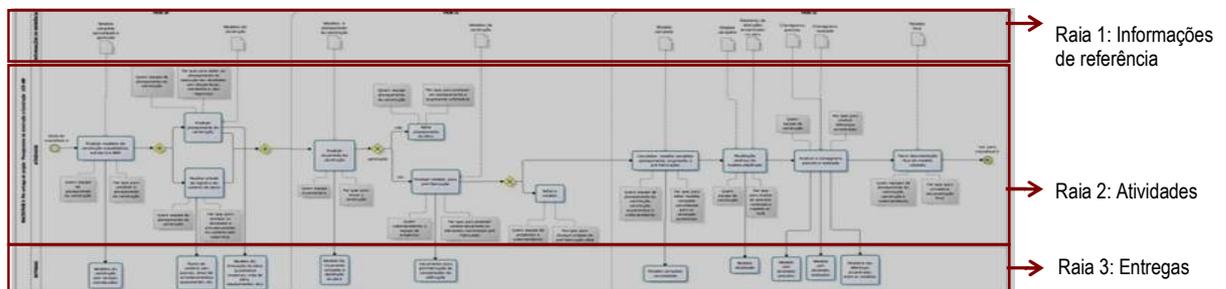
Os modelos de processos são representações das atividades e servem como meio para comunicar, analisar e documentar diferentes aspectos de um processo. Tem como conteúdo ícones que representam as atividades, eventos, decisões, condições, justificativa, informações necessárias, responsáveis e outros elementos do processo.

O primeiro passo na criação de um novo modelo de processo ou na atualização de um existente é entender o estado atual do processo (modelo "**as-is**"), observando as dificuldades e se ele cumpre os seus objetivos. Este entendimento objetiva diminuir desperdícios, retrabalho, problemas e aumentar a eficiência e a produtividade. Assim, o novo modelo de processo (modelo "**to-be**") inclui as seguintes definições: **o que** (atividade), **quando** (em que fase), **por que** (justificativa), **como** (as informações necessárias) e **por quem** o trabalho é realizado.

É importante que um modelo de processos de implantação BIM, aponte os processos, os subprocessos e a sequência das atividades a serem realizadas, identificando os responsáveis por cada uma e as trocas de informações.

Deve ser considerado o tamanho do processo que será representado. Sendo importante dividi-lo, quando necessário, para melhor compreensão. Ele é representado em uma piscina que pode ser dividida em raias. A Figura 40 exemplifica uma fase do processo de projeto, onde está representado em uma piscina dividida em três raias: atividades; informações de referência para estas atividades; e entregas feitas através destas atividades.

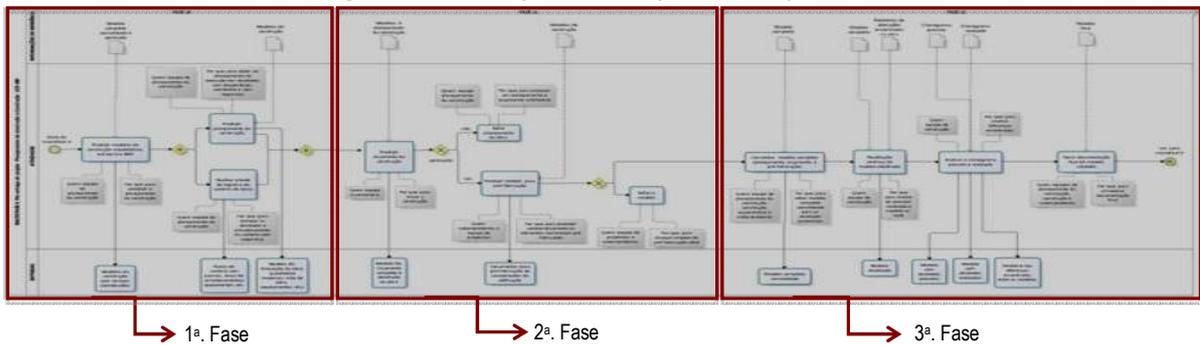
Figura 40 – Raias da fase



Fonte: elaborado pela autora, 2016.

A piscina também pode estar dividida em marcos (*milestones*), que são partições na sequência do processo, conforme exemplificado na Figura 41.

Figura 41 – Partições da sequência do processo



Fonte: elaborado pela autora, 2016.

O modelo de processo deve abranger toda a projeção, identificando atividades, fases, subprocessos, justificativas, informações necessárias e atores responsáveis nas diferentes áreas envolvidas.

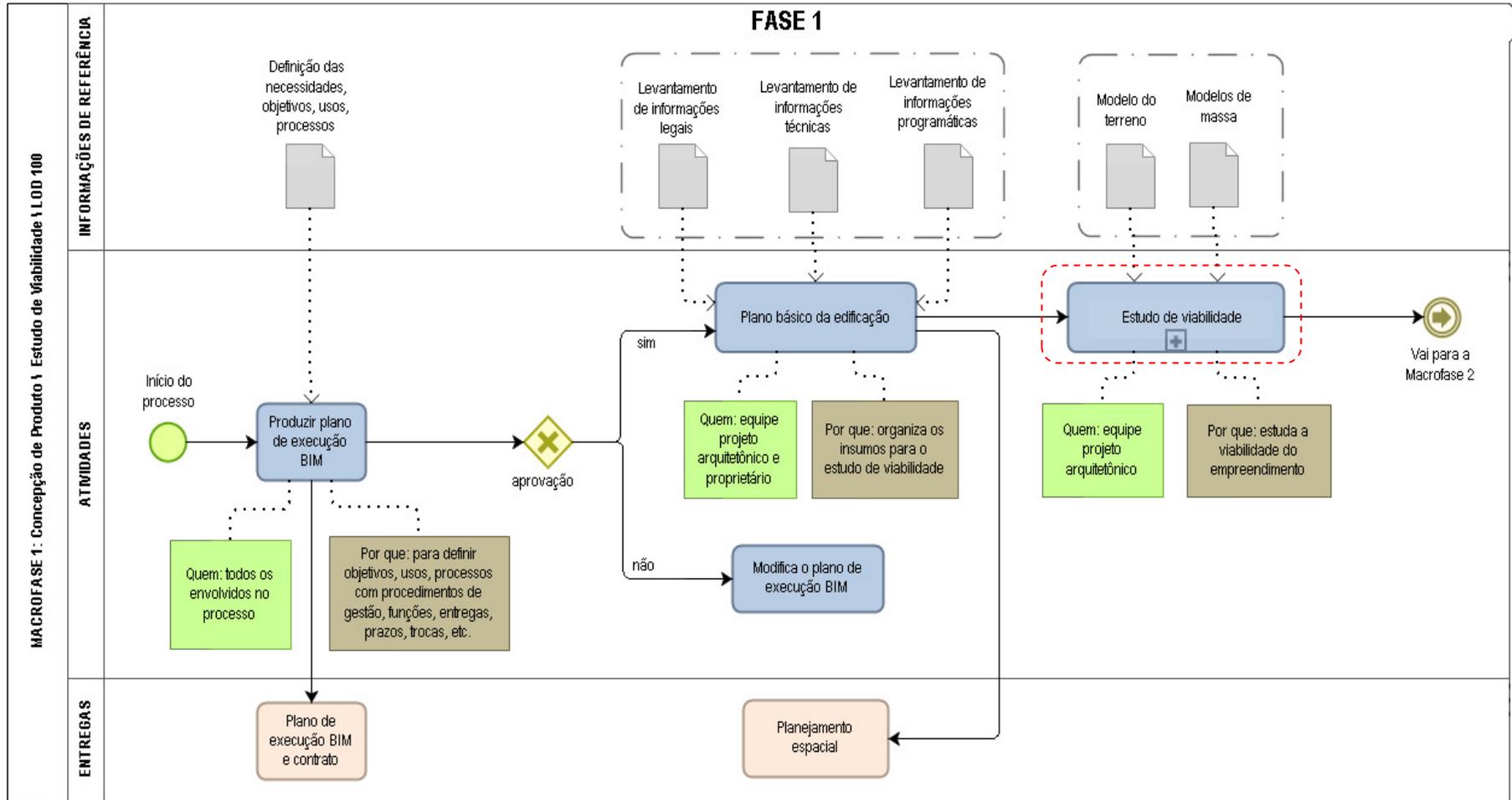
A Figura 42 exemplifica uma fase da projeção que possui três atividades: elaboração do plano de execução BIM; plano básico da edificação¹⁹; e estudo de viabilidade. Possui um subprocesso que está contornado em vermelho e representa a atividade estudo de viabilidade.

As atividades requerem informações de referência para sua execução, e estas estão definidas na primeira raia. A segunda raia mostra as atividades, justificativa e por quem serão realizadas. Já a terceira raia mostra os produtos a serem entregues através das atividades. Para as atividades que precisam ser aprovadas na sequência do processo, é usada uma estrutura de decisão (losango com x), que ressalta a necessidade de aprovação da mesma.

As atividades estão na cor azul; os responsáveis pela execução da atividade estão na cor verde; a justificativa está na cor bege; as informações de referência estão na cor cinza; e os produtos na cor rosa, conforme a Figura 42.

¹⁹O Plano básico da edificação qualifica e quantifica o potencial construtivo do empreendimento, utilizando o levantamento de dados técnicos e legais e o programa de necessidades.

Figura 42 - Modelo do processo de uma fase da projeção

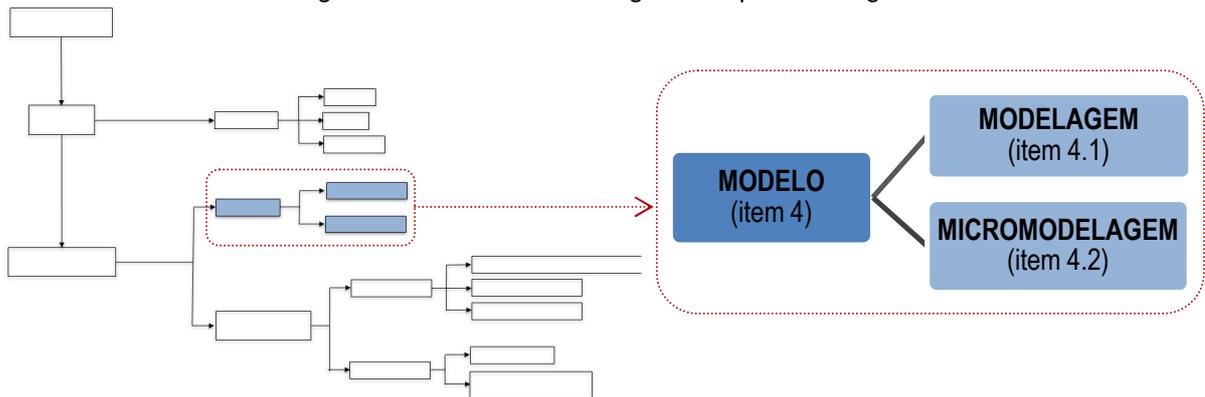


Fonte: elaborado pela autora, 2016.

3.4 MODELO – MODELAGEM E MICROMODELAGEM

Esta seção irá continuar a tratar das diretrizes para implantação do BIM, especificamente sobre o modelo, abordando a modelagem e a micromodelagem. A Figura 43 sinaliza, em azul, os assuntos da Figura 36 que são abordados neste item.

Figura 43 – Modelo: modelagem e supermodelagem



Fonte: elaborado pela autora, 2016.

Para Scheer e Ayres Filho (2009), o BIM pode ser mais facilmente compreendido se for abordado a partir de quatro níveis de modelagem: supermodelagem (ocupa-se dos processos envolvidos na produção), metamodelagem (produz padrões para troca de informações), modelagem (produz o modelo de uma determinada edificação) e micromodelagem (cria objetos que passarão a constituir os modelos), conforme a Quadro 13.

Quadro 13 – Esquema do BIM em níveis de modelagem

	FOCO	OBJETIVO
SUPERMODELAGEM	Processos	Cooperação
METAMODELAGEM	Padrões	Interoperabilidade
MODELAGEM	Instâncias	Semântica
MICROMODELAGEM	Objetos	Comportamento

Fonte: SCHEER; AYRES FILHO, 2009.

3.4.1 Modelagem

A modelagem da edificação é o processo de instanciação dos diferentes objetos que representam os componentes construtivos em um modelo BIM. O modelo BIM é uma base de dados unificada, integrada, autoconsistente, que reúne

informações sobre uma dada edificação, representando-a de modo isomórfico. O modelo BIM é formado por objetos geométricos dotados de atributos e relações com outros componentes da construção. Isto possibilita estabelecer regras que garantam que os objetos permaneçam coerentes, mantendo a sua integridade no decorrer das operações efetuadas sobre o modelo.

A modelagem é responsável pela criação e manutenção da integridade do modelo BIM que agregará todos os elementos que compõe o edifício, nas diferentes fases de seu ciclo de vida.

O modelo BIM (geometria, propriedades e comportamento) promove a melhor compreensão da edificação pelos usuários de diferentes disciplinas, em várias fases do desenvolvimento do projeto, evitando erros, aumentando a qualidade do projeto através da melhoria na visualização, coordenação, simulação e otimização da edificação. Possibilita mais eficiência e melhorias na produtividade em todas as fases do ciclo de vida da edificação, pois as informações podem ser compreendidas, avaliadas, e trocadas com mais precisão. Para que isto ocorra é necessário estabelecer regras e definir como serão feitos os modelos.

A seguir serão descritas diretrizes básicas para o modelo BIM; cenários de modelagem; formatos de entrega; unidades de projeto; arquivo padrão etc., com o objetivo de viabilizar que o modelo BIM tenha escopo, nível de desenvolvimento e conteúdo de informação adequado aos objetivos pretendidos.

3.4.1.1 Diretrizes básicas para o modelo BIM

O modelo é o ponto focal para a evolução do processo de projeto, devendo ser definida a forma como este será iniciado, organizado, comunicado e controlado.

Os itens a considerar incluem:

- a) Definir a nomenclatura dos arquivos a ser usada por todos os envolvidos nos processos de projeto, construção e uso da edificação.
- b) Definir as permissões de acesso ao modelo, e se necessário, como o modelo vai ser estruturado (por exemplo, por torre, por andares - níveis, por zonas, por disciplinas etc.);
- c) Definir o local de armazenamento dos modelos e processos de backup;
- d) Definir os processos de transferência de arquivos;
- e) Identificar procedimentos de coordenação de projetos e detecção de conflitos;

- f) Identificar o LOD exigido em cada etapa do projeto;
- g) Definir o sistema de classificação da informação da construção a ser utilizado;
- h) Definir os tipos de modelos a serem produzidos em cada fase de modelagem arquitetônica (concepção de produto, definição do produto, detalhamento de projeto, pós-entrega do projeto e pós-entrega da obra), pois os modelos estão vinculados as entregas contratuais.
- i) Definir critérios para estabelecer quais objetos não precisam ser modelados (ex.: objetos menores que 100 milímetros).
- j) Definir os parâmetros necessários para os objetos (ex: tipo, material, ID, dimensões etc.).
- k) Verificar a não duplicação de elementos de modelo. Ou seja, os elementos construtivos só devem ser representados no projeto original, não devendo ser duplicados em projetos que o utilizam como referência/base. A referência deverá ser utilizada sempre com o projeto original através de vínculos ("links"). Exemplo: no modelo arquitetônico nenhum elemento estrutural deve ser "modelado" para não haver discrepâncias e duplicidades em relação ao projeto/modelo estrutural.

3.4.1.2 Formatos de arquivos do modelo BIM

O modelo pode ser criado em formato IFC e/ou em formato nativo dos *software* de modelagem (ex.: RVT do Revit, PLN do ArchiCAD etc.), incluindo todas as bibliotecas de objetos utilizados nos modelos.

3.4.1.3 Cenários de modelagem

Inicialmente, deve ser definida a forma de desenvolvimento dos modelos. Se o projeto terá uma abordagem integrada de modelagem ou se será adotado um modelo federado.

Na adoção do "modelo federado", cada disciplina desenvolve o seu próprio modelo, que é vinculado a um único modelo central. Nesta abordagem, os modelos são atualizados por seus respectivos criadores e combinados para coordenação, conforme o projeto avança. Cada disciplina tem um profissional ou equipe que mantém a responsabilidade e a "propriedade" do respectivo modelo.

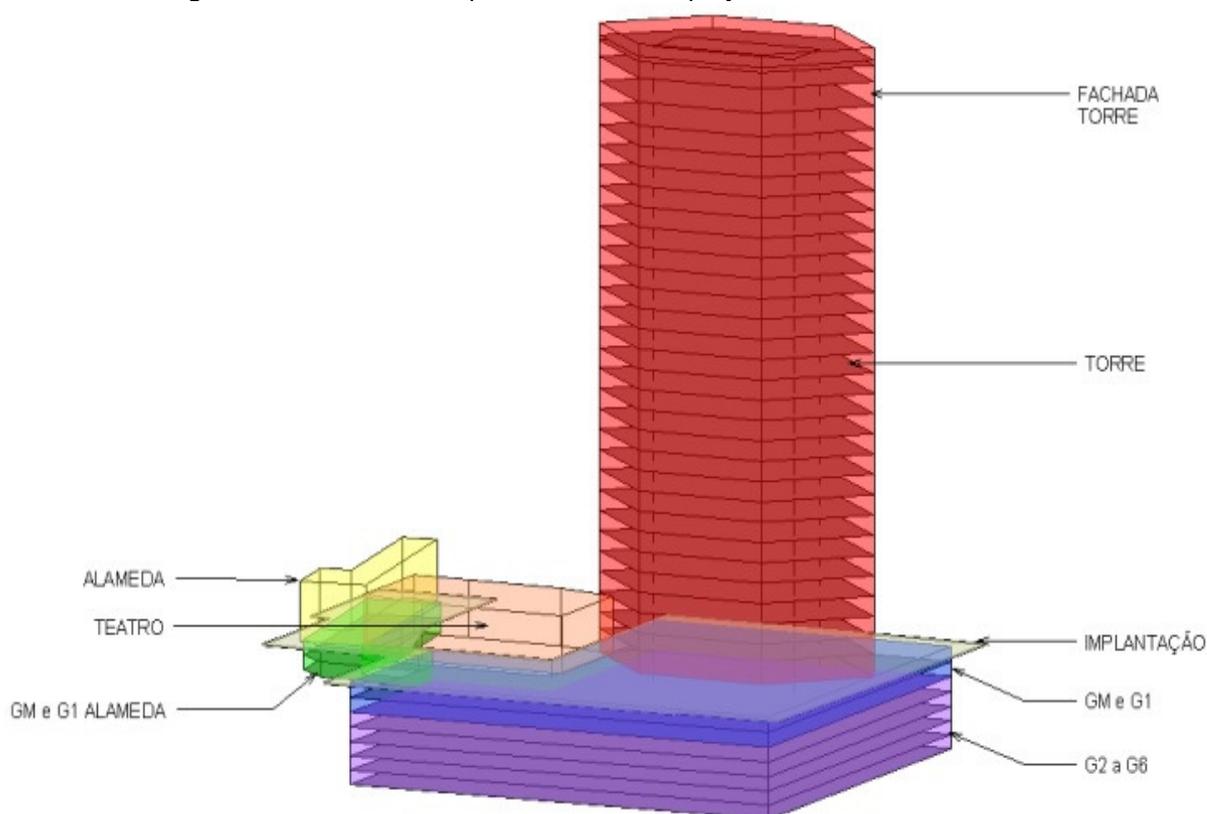
Na adoção do "modelo integrado", os "sistemas" das diversas disciplinas convivem em um único modelo, ou seja, todos os envolvidos no processo BIM trabalham em um mesmo modelo, e a manutenção deste é feita por uma equipe responsável, designada para este fim.

Além da definição do cenário de modelagem, é importante a depender do tamanho da edificação, a divisão dos modelos em partes, a fim de resultarem arquivos menores que permitam o trabalho em equipe e o seu melhor gerenciamento.

A alteração da divisão original dos modelos pode ocorrer, porém sua alteração tardia poderá gerar retrabalho em outras disciplinas. O registro dessas divisões deverá estar sempre atualizado no Plano de Execução BIM.

A Figura 44 exemplifica um esquema com a subdivisão e indicação de cada submodelo, adotado por todas as disciplinas no desenvolvimento do projeto do Edifício Birmann 32 (CONTIER ARQUITETURA, 2014).

Figura 44 - Subdivisão espacial adotada no projeto do Edifício Birmann 32



Fonte: CONTIER ARQUITETURA, 2014.

3.4.1.4 Unidades do projeto

As unidades das grandezas, o sistema métrico e a precisão de casas decimais a serem empregadas devem ser pré-configuradas no sistema.

Os itens abordados neste trabalho terão como exemplo o *software* Revit da Autodesk, visto que é o programa que a SUMAI irá utilizar.

3.4.1.4 Definição do zero do projeto

Deve ser definido e utilizado durante todo o desenvolvimento do projeto uma origem comum – “zero” - do projeto com as coordenadas x, y e z. Por exemplo, o Revit utiliza um sistema de coordenadas interno onde os objetos referenciam-se uns aos outros, sem o apoio de uma “coordenada absoluta”. Em outras palavras, as coordenadas do Revit só fazem sentido dentro do arquivo, não se relacionando com outros arquivos de qualquer origem.

Através das Coordenadas Compartilhadas é possível trabalhar com vários arquivos Revit diferentes, além de trazer dados de outros *software* (Ex: AutoCAD Civil 3D). Isso é feito assumindo as coordenadas de um *link* externo ou exportando as coordenadas do Revit, porém deve ser usado sempre o mesmo arquivo-base para o procedimento. As Coordenadas Compartilhadas possuem três conceitos fundamentais (Quadro 14):

Quadro 14 – Pontos de referência

<i>Survey Point</i>	Ponto de referência entre vários projetos ou arquivos
<i>Project Base Point</i>	Ponto de referência do projeto ou arquivo
<i>Origin</i>	Utilizado para importar ou fazer o <i>link</i> entre arquivos com a opção “ <i>Origin to origin</i> ”. Recomenda-se não alterar a posição do “ <i>Project Base Point</i> ” para não alterar o posicionamento entre a exportação e a importação do mesmo arquivo.

Fonte: elaborado pela autora, 2016.

3.4.1.6 Arquivo padrão

A organização do modelo refere-se ao modo como os componentes e as informações são organizados. O *software* utilizado irá determinar como um modelo e

suas informações podem ser organizados dentro do arquivo. Quase todos os programas de modelagem BIM possuem mecanismos que possibilitam a manipulação dos componentes e seus atributos como visualização, filtragem, agrupamento, extração de propriedades. No caso do Revit os elementos são criados como famílias de componentes e podem ser manipulados utilizando filtros.

As premissas da modelagem devem estar definidas no arquivo padrão (*template*). Por isso, é importante produzir os *templates* necessários para atender os diversos tipos de projetos a serem desenvolvidos (ex.: projetos de edifícios comerciais, urbanismo etc.).

A seguir, serão abordados itens a serem definidos em um *template* no Revit. Inicialmente, devem ser criados os níveis da edificação, sendo inserido automaticamente no navegador do projeto (ex: plantas baixas, plantas de forro). Os cortes, vistas, detalhes e tabelas são incluídos na medida em que são criados através da inserção do elemento de corte, elemento posicionado da vista, dos detalhes e tabelas a serem criadas.

Também devem ser criados os elementos necessários (*datum elements, view elements, model elements e view specific elements*) e carregadas às famílias de objetos mais utilizados.

Devem ser analisados, criados e carregados todos os elementos necessários para o desenvolvimento de um tipo de projeto. Cada agrupamento destes elementos gera um tipo de arquivo padrão, que deve ser nomeado de acordo com suas características (ex: pavilhão de salas de aula, laboratórios, administrativo, refeitório/cozinha etc.).

Posteriormente devem ser definidas as unidades de medida, como: m, m², m³, % para medida de inclinação, graus decimais para ângulos. As principais propriedades das vistas podem ser configuradas, objetivando controlar a maneira como os objetos são exibidos (linha, *shade*, acabamento). Isto além de acelerar o trabalho posteriormente, permite a padronização das vistas.

3.4.1.7 Nomenclatura de pastas, arquivos e sistemas/elementos de projeto

A estrutura de pastas organiza os arquivos do projeto, por isso deve ser definida previamente e adotada por todos os envolvidos do processo. O Caderno de

Apresentação de Projetos em BIM do Governo de Santa Catarina (2014) exemplifica uma estrutura de pastas e seus nomes.

a) Nomes de pastas

- **Pasta Raiz:** o nome da pasta raiz é composto por três partes separadas pelo caractere “_” (*underline*). A primeira parte corresponde à abreviação do nome da instituição em que a edificação está diretamente vinculada; a segunda parte é a abreviação do nome da atividade ou da edificação; a terceira parte corresponde ao número do município (código IBGE²⁰) onde se localiza a edificação. Ex: SED_HIJG_05407 (Secretaria de Estado de Saúde – Hospital Infantil Joana de Gusmão – 05407: Florianópolis).
- **Pasta Produto de AEC e Contrato:** o nome da pasta produto de AEC e contrato é composto por duas partes. A primeira parte corresponde à primeira letra de um dos produtos de AEC (“E” – Estudo; “P” – Projeto; e “O” – Obra); e a segunda parte equivale ao número do contrato (PJ-00129-2012). Ex: O_PJ-00129-2012.
- **Pasta Etapas de projeto:** esta pasta deve ter apenas um número e duas letras que correspondem respectivamente à ordem e as etapas de projetos. Ex: “3PL” (terceira versão do projeto legal).
- **Pasta Disciplinas:** esta pasta deve ter apenas três letras que correspondem à disciplina de projeto. Ex: “ARQ” (Arquitetura).
- **Pasta Tipos de Arquivo:** esta pasta deverá ser dividida em “BIM”, “DOC” e “PLT”.

b) Nomes de arquivos

É essencial a padronização para nomear os arquivos de projetos em BIM. O Caderno de Apresentação de Projetos em BIM (Governo de Santa Catarina, 2014) apresenta um sistema de nomenclatura de arquivos, conforme se demonstra a seguir.

Os nomes dos arquivos de modelagem dos projetos são compostos por seis partes. A primeira parte corresponde à abreviação do nome da atividade ou da

²⁰ IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

edificação (“HIJG” - Hospital Infantil Joana de Gusmão); a segunda parte deverá possuir apenas duas letras referentes às etapas de projetos (“PL” - Projeto Legal); a terceira parte corresponde às três letras referentes à disciplina de projeto (“HID” - Hidráulica); a quarta parte é opcional e diz respeito às subdisciplinas ou sistemas/elementos relacionados à disciplina em desenvolvimento (“_Água_Fria”); a penúltima parte diz respeito ao número de revisões e é composta pela letra “R” e por dois algarismos, que podem variar de “00” ao “99” (“R01”, “R02”, sucessivamente); e a última parte deverá ser separada por ponto “.”, refere-se à extensão do arquivo de modelagem do projeto (“.ifc”, “.dgn”, “.rvt”, “.pln”, entre outros). Por fim, as partes do nome devem ser separadas por *“underline”* (“HIJG-PL-HID”). Ex: HIJG-PL-HID_Água_Fria_R05.ifc.

A nomenclatura proposta para os arquivos de plotagem difere um pouco dos arquivos de projetos. A estrutura é composta por nove partes, sendo as quatro primeiras iguais ao arquivo de projetos. A quinta parte que corresponde ao tipo de planta (“DET – Detalhe); a sexta parte que corresponde identificação do objeto representado (“BAR” – Barrilete); a antepenúltima parte refere-se ao número de revisões e é composta pela letra “R” e por dois algarismos, que podem variar de “00” a “99”, igual à penúltima parte do arquivo de modelagem do projeto; a penúltima parte é relacionada à ordem e a quantidade de pranchas, num total de seis algarismos separados por um ponto (“005.120”, é a 5ª prancha do total de 120 pranchas); e a última parte deverá ser separada por ponto “.”, refere-se à extensão para plotagem (“.pdf”). Ex: “HIJG-PL-HID_Água_Fria-DET-BAR-R05-001.002.pdf”.

A nomenclatura dos arquivos para os demais documentos gerados a partir dos projetos ou referentes aos mesmos tem uma estrutura com sete partes. A primeira, segunda, terceira e quarta parte são iguais às dos arquivos de modelagem do projeto; a quinta parte corresponde ao tipo de documento (“MED” - Memorial Descritivo); a penúltima parte diz respeito ao número de revisões e é composta pela letra “R” e por dois algarismos, que podem variar de “00” a “99”; a última parte deverá estar separada por ponto “.”, refere-se à extensão do *software* nativo (“.doc”, “.docx”, “.xls”, “.pdf”, entre outros). Ex: “HIJG-PL-HID_Água_Fria-MED-R05.doc”.

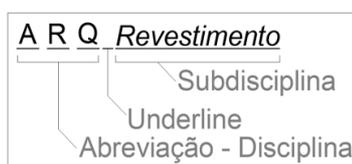
c) Nomes de sistemas/elementos de projeto

Os arquivos de elementos de projeto (componentes, famílias etc.) devem

também ser nomeados de forma padronizada. Segundo, ainda, as sugestões de Santa Catarina (2014), os nomes são compostos por quatro partes. A primeira parte corresponde às três letras referentes à disciplina de projeto (“HID” - Hidráulica); a segunda parte corresponde aos sistemas/elementos (“_Água_Fria”); a última parte corresponde a uma descrição sintética do elemento de projeto (Tê 90° de 25 mm: T-90-25 mm). Ex: “HID_Água_Fria_Descrição.IFC”.

Os nomes dos sistemas são compostos por duas partes. A primeira parte do nome refere-se à disciplina em desenvolvimento; e a segunda parte, após o *underline*, é a referência do sistema/elemento ou da subdisciplina no desenho. Ex.: “ARQ_Alvenaria”, conforme mostra a Figura 45.

Figura 45 – Estrutura do nome dos sistemas/elementos



Fonte: Governo de Santa Catarina, 2014, p. 60.

Estas definições devem constar no plano de execução BIM e podem conter outras orientações a depender do tipo de projeto e equipe envolvida.

3.4.1.8 Estilo de impressão

Também devem ser definidos padrões de representação dos arquivos digitais. Os projetos em BIM devem adotar a nomenclatura, espessuras e características de sistemas/elementos, a fim de permitir e facilitar a manipulação dos arquivos por todos envolvidos. A padronização auxilia o processo de gestão de produtos de AEC, permitindo um fluxo adequado do escopo do projeto até a entrega da obra (Caderno BIM, 2014).

3.4.1.9 *Levels of Development* ou Níveis de Desenvolvimento – LOD

Para entendimento da especificação dos níveis de desenvolvimento, se faz necessário conceituar:

- Nível de desenvolvimento (LOD): fornece um padrão para descrever o estado de desenvolvimento de vários sistemas, conjuntos e componentes dentro de um modelo BIM da edificação;
- Elemento do modelo: é uma parte do modelo que representa um componente ou sistema da edificação;
- Dado digital: inclui comunicações, desenhos, especificações e o modelo, criados ou armazenados para o projeto em formato digital (AIA, 2013a).

No modelo BIM, a natureza dos componentes e da informação, e a ligação entre os dois devem ser planejadas cuidadosamente. Neste contexto, deve ser analisada a relação entre o nível de detalhe e de informação do modelo em cada fase. Então, faz-se necessário estabelecer quanto de detalhamento geométrico deve ser representado no modelo e seus componentes, e quanto de informação precisa estar contida ou conectada ao modelo.

O nível de desenvolvimento (LOD) é uma referência que permite aos profissionais da indústria AECO especificar o conteúdo (geometria e informação) do modelo BIM que deve ser fornecido em vários momentos do processo de projeto, possibilitando especificar as entregas BIM e fornecer um padrão que pode ser referenciado nos contratos e planos de execução BIM.

Entretanto, o LOD, às vezes, é interpretado como nível de detalhe em vez de nível de desenvolvimento. Por isso, é importante deixar claro que o *nível de detalhe* é essencialmente o refinamento do detalhamento da geometria que está incluída no componente e o *nível de desenvolvimento* é composto pelo grau de detalhamento geométrico acrescido do grau de informação.

A AsBEA (2015) refere-se ao conteúdo não gráfico dos modelos para cada estágio de seu desenvolvimento como LOI (*Level of Information*), porém, independentemente dos nomes dados, o essencial é entender que o nível de desenvolvimento (LOD) é composto pelo grau de certeza e fidedignidade da geometria e informações, identificando assim, o conteúdo específico mínimo para o modelo em cada LOD.

O conceito do LOD vem se desenvolvendo ao longo dos anos: em 2008, a AIA publicou o seu primeiro conjunto de nível de definições no documento E202-2008: *Building Information Modeling Protocol*. Com a rápida evolução do uso do BIM, a AIA avaliou este documento, e como resultado desta avaliação foram elaborados os seguintes documentos: AIA E203-2013: *Building Information Modeling and Digital*

Data Exhibit; AIA G201-2013: Project Digital Data Protocol Form e AIA G202-2013: Building Information Modeling Protocol Form. Em 2011, o grupo de trabalho BIMForum²¹ iniciou o desenvolvimento da especificação LOD, objetivando ajudar a padronização e o uso consistente do esquema LOD (BIMForum, 2016).

O BIMForum interpretou e exemplificou as definições básicas do LOD do AIA para cada sistema de construção. As definições de LOD que são usadas nesta especificação são idênticas às publicadas nos 2013 *AIA Digital Practice Documents*, com exceção do LOD 350. Este nível de desenvolvimento foi criado porque foi identificada a necessidade de um nível que permitisse a coordenação detalhada entre as disciplinas. Os requisitos para este nível são mais elevados que os do LOD 300, mas não são tão altos como os do LOD 400. Por isso foi designado o LOD 350 (BIMForum, 2016). O esquema LOD (AIA, 2013c e BIMForum, 2016) permite a consistência na comunicação e colaboração, facilitando a definição detalhada das entregas BIM. Os exemplos de cada nível de desenvolvimento descritos a seguir estão relacionados com paredes internas de alvenaria²² (BIMForum, 2016 e AIA, 2013c).

a) LOD 100

Neste nível de desenvolvimento, os elementos são representados graficamente com um símbolo ou outra representação genérica, com o objetivo de indicar a existência de um componente, sem possuir forma, dimensão e localização precisas. As informações são anexadas a esta representação.

b) LOD 200

O elemento é representado graficamente no modelo como um elemento genérico do sistema ou conjunto, com tamanho, forma, localização, orientação e quantidades aproximadas. As informações não gráficas também podem ser anexadas ao elemento. São representados objetos genéricos separadas por tipo de

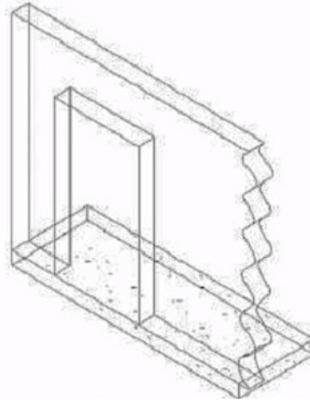
²¹ O BIMForum é um grupo de trabalho composto por colaboradores do setor de AEC que visa ajudar a padronização do uso do esquema LOD do AIA, interpretando suas definições básicas para cada sistema de construção. O AIA licenciou o BIMForum para utilizar a sua mais recente definição de LOD.

²² Paredes internas de alvenaria: C1010.10.10 21-03 10 10 10 10 (BIMForum, 2016).

material (ex: gesso, alvenaria etc.). A espessura da parede é aproximada e com uma composição simples na representação. Forma, localização e dimensões ainda são flexíveis.

A Figura 46 mostra a representação do elemento no LOD 200.

Figura 46 – Parede no LOD 200

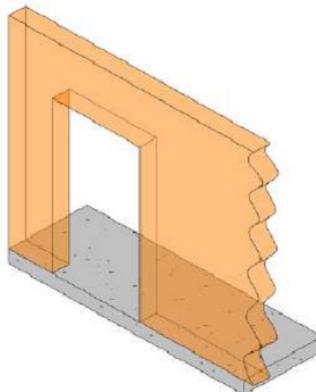


Fonte: BIMForum, 2016, p. 44.

c) LOD 300

O elemento é representado graficamente no modelo como um componente construtivo, que especifica quantidade, tamanho, forma, localização e orientação. Estas informações podem ser obtidas diretamente a partir do modelo. As informações não gráficas estão inseridas no elemento. A Figura 47 mostra a representação do elemento no LOD 300.

Figura 47 – Parede no LOD 300



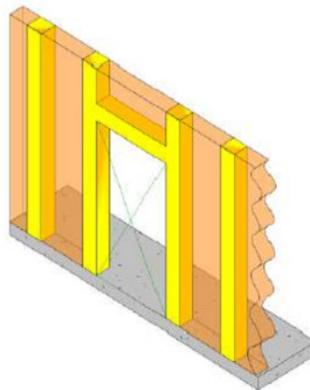
Fonte: BIMForum, 2016, p. 44.

d) LOD 350

O elemento é representado graficamente no modelo como um sistema específico, objeto ou conjunto em termos de quantidade, tamanho, forma, localização, orientação e interfaces com outros sistemas de construção. As informações não gráficas estão inseridas ao elemento. Também devem ser modeladas neste nível, as peças necessárias para a coordenação dos elementos com elementos próximos ou ligados. Estas peças irão incluir itens como apoios e ligações.

A Figura 48 mostra a representação do elemento no LOD 350.

Figura 48 – Parede no LOD 350



Fonte: BIMForum, 2016, p. 44.

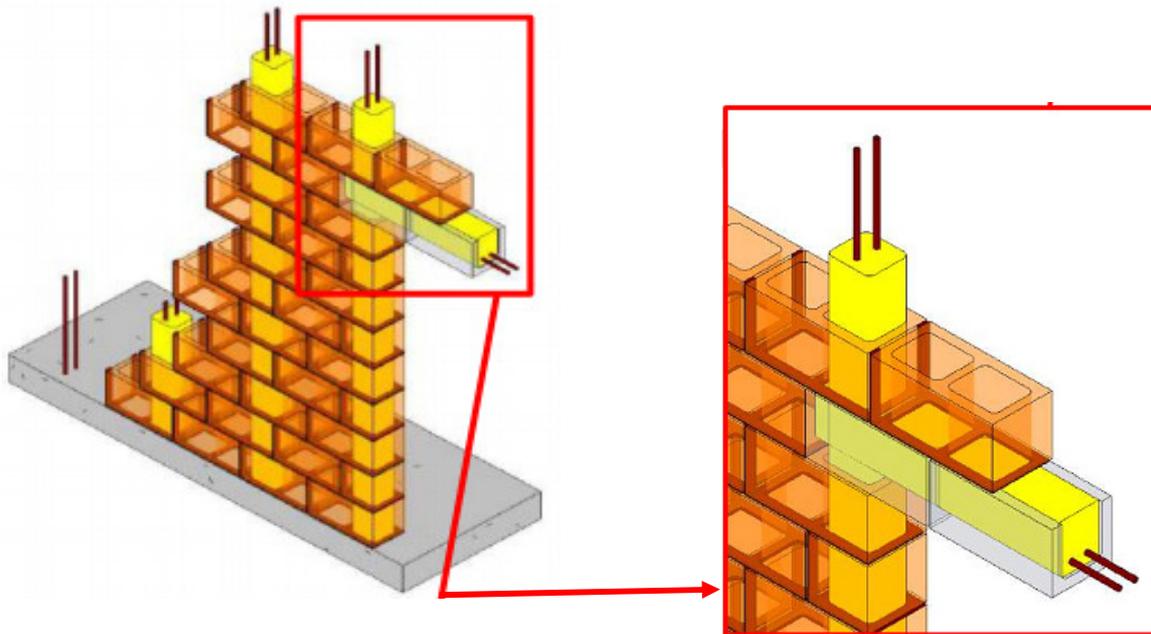
e) LOD 400

O elemento é representado graficamente no modelo como um sistema, objeto ou montagem específica em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação com detalhamento, fabricação, montagem e informações de instalação. Estas informações podem ser obtidas diretamente do modelo sem utilizar as informações não modeladas, tais como notas ou *call-outs*. As informações não gráficas estão inseridas ao elemento.

Um elemento neste nível deve ser modelado com detalhe e precisão suficientes para a fabricação do mesmo.

A Figura 49 mostra a representação do elemento no LOD 400.

Figura 49 – Parede no LOD 400



Fonte: BIMForum, 2016, p. 45.

f) LOD 500

O elemento é uma representação em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação que é verificada em campo. As informações não gráficas também estão ligadas aos elementos do modelo. O LOD 500 refere-se a uma verificação em campo da edificação.

Por fim, a especificação do LOD facilita a aplicação de um processo de modelagem planejado, limitando o desenvolvimento do modelo a detalhes e informações identificadas como úteis. O objetivo do modelo tem de ser claramente entendido para gerar uma especificação de modo a que a finalidade e resultado desejados sejam atingidos.

3.4.2 Micromodelagem

A criação de componentes (objetos) usados para a constituição do modelo da edificação, incluindo suas características (geométricas e físicas) e relacionamentos com os outros objetos, chama-se micromodelagem. Os principais tipos de objetos são os que representam os elementos construtivos, como pisos, paredes, portas e janelas, porém existem outros tipos de objetos, como os símbolos de cotas, níveis, dentre outros.

Na micromodelagem, informações a respeito do elemento construtivo a ser representado são armazenadas, podendo agregar automaticamente ao projeto não só a forma (geometria tridimensional) dos elementos construtivos, como também atributos semânticos (propriedades físicas, desempenho etc.).

Diante disso, ter elementos com opções gráficas prontas agiliza e padroniza o trabalho, por isso é importante definir os elementos mais comuns e modelá-los, formando uma biblioteca própria. Estes elementos podem ser encontrados prontos. Pode-se buscar objetos já modelados e adaptá-los a necessidade da instituição ou modelá-los.

O desenvolvimento e a administração da biblioteca de componentes introduzem novos desafios em função do grande número de objetos que precisam ser estruturados para os diversos usos. Para isso é necessário que os objetos possuam nomenclatura e atributos padrões pré-definidos, pois isso irá permitir que os usuários possam encontrar, visualizar, usar os componentes e seus conteúdos.

À medida que um projeto é desenvolvido, as definições de um objeto se tornam mais específicas. Assim, vários níveis de definição e especificação de objetos são necessários. Eles abrangem desde os estágios iniciais de projeto usando objetos genéricos até o detalhamento de seu nível de fabricação. Nesse processo, objetos seguem a sequência de refinamento para dar suporte às análises, simulações, estimativas de custos, entre outros usos (EASTMAN, 2014).

Os componentes necessários para a elaboração do projeto deverão possuir características físicas (dimensões, materiais, cores, texturas etc.) e informações (custo, prazo de entrega, desempenho, instruções para montagem ou construção, operação e manutenção) que sejam importantes para usos futuros, tais como: coordenação, orçamento, planejamento da construção, construção e *Facilities Management*.

Como referência geral, os objetos podem incorporar quatro classes de informações: **informações geométricas** (nível de detalhamento; geometria segundo fase ou uso; ponto de inserção; cor; textura etc.); **informações paramétricas** (dimensionamento e posicionamento paramétrico variacional; determinação de vínculos e restrições geométricas etc.); **especificações** (especificações técnicas, funcionais e semânticas; parâmetros para simulações, análises de engenharia e Orçamentação; normas técnicas etc.); e **representações bidimensionais** (plantas; vistas; cortes etc.) (CBIC, 2016a).

O nível de detalhamento precisará ser grande nos produtos que serão utilizados para gerar imagens fotorrealísticas, permitindo visualizar características como textura, cor e brilho. Já para os componentes técnicos, o nível de detalhamento geométrico poderá ser pequeno visando reduzir o tamanho dos arquivos eletrônicos.

Objetos paramétricos oferecem ao usuário a possibilidade da alteração das medidas e demais características das suas partes constituintes. Além das informações que já vêm integradas aos objetos, também é possível inserir outros dados, como por exemplo, pode-se gravar num equipamento (objeto) a data em que foi iniciada sua operação, o nome da empresa que o instalou, quando termina seu prazo de garantia etc., constituindo um banco de dados para a gestão da manutenção. Os objetos além de conter as informações importantes sobre si mesmo, podem ter informações sobre a sua relação com outros componentes.

Existem objetos com maior e menor complexidade que podem se vincular e se relacionar com outros componentes utilizados na construção de edificações. Por exemplo, uma janela é um objeto de alta complexidade porque possui inúmeros elementos e se relaciona com outros componentes. Já um bloco cerâmico, é um objeto bem menos complexo, porque tem poucas regras de inter-relacionamento com outros elementos ou com o ambiente construído.

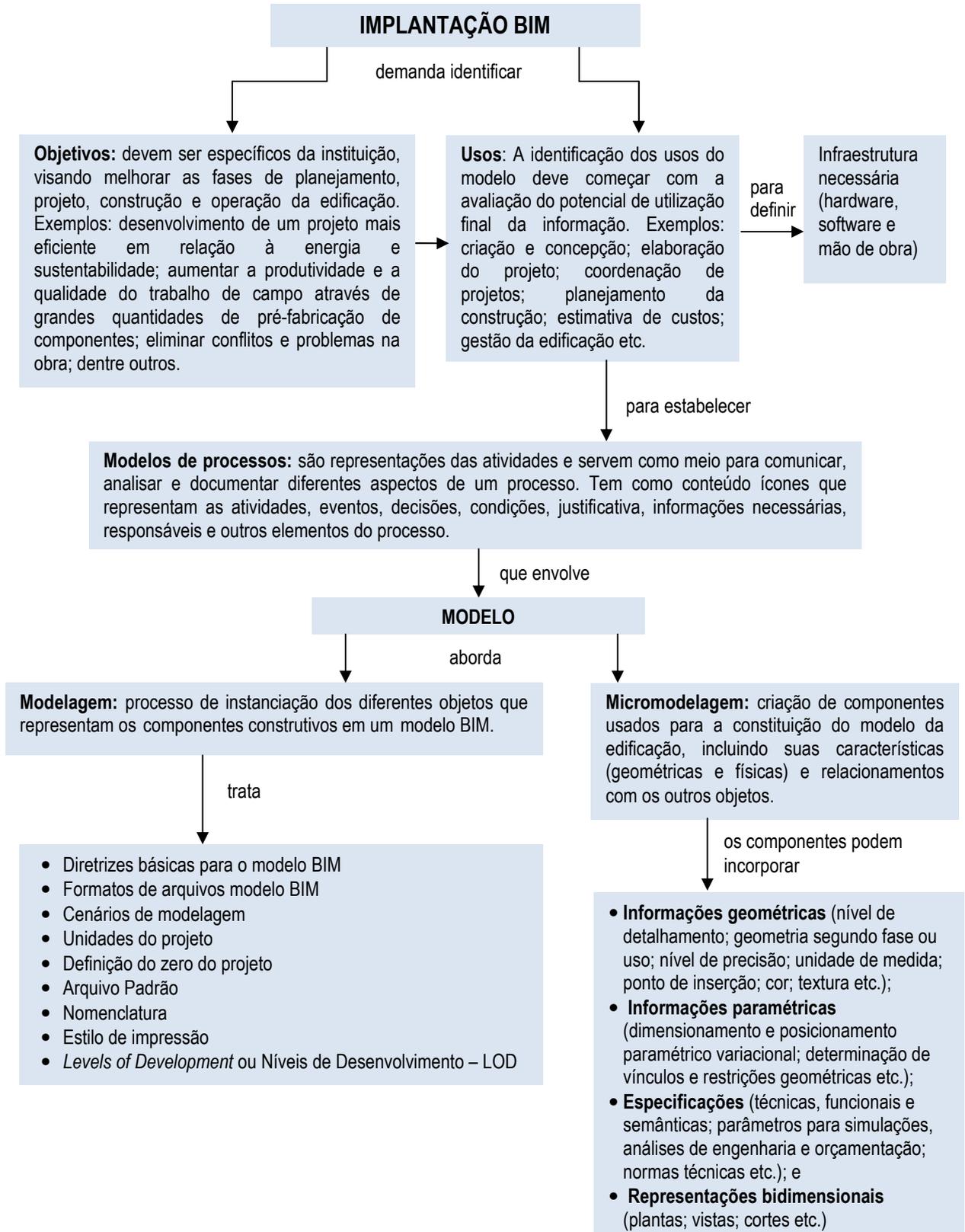
As especificações técnicas e funcionais, bem como as propriedades que deverão ser incorporadas nos objetos, são essenciais para desenvolvimento dos projetos, simulações e orçamentos. Porém, é importante salientar que as propriedades que devem ser incorporadas em cada diferente versão dos objetos desenvolvidos devem obedecer ao propósito principal de uso previsto.

Outro aspecto a ser considerado no desenvolvimento dos componentes é a forma como eles serão mapeados no formato IFC. É importante estabelecer como premissa, que todos os parâmetros organizados e integrados nos objetos sejam mapeados nas suas correspondentes classes IFC para garantir compatibilidade e integridade nas suas exportações nesse formato.

Como visto, é importante definir o que deve ser modelado, e como os componentes serão representados no modelo. Além disso, devem ser definidas quais informações serão anexadas aos componentes, ou seja, o grau de complexidade deverá ser especificado tanto em relação ao nível de detalhe geométrico quanto ao nível das informações que devem ser incorporadas a ele.

A Figura 50 dá uma visão geral do que foi abordado neste capítulo.

Figura 50 – Diretrizes para implantar BIM: objetivos, usos, infraestrutura, modelos de processos e modelos da edificação

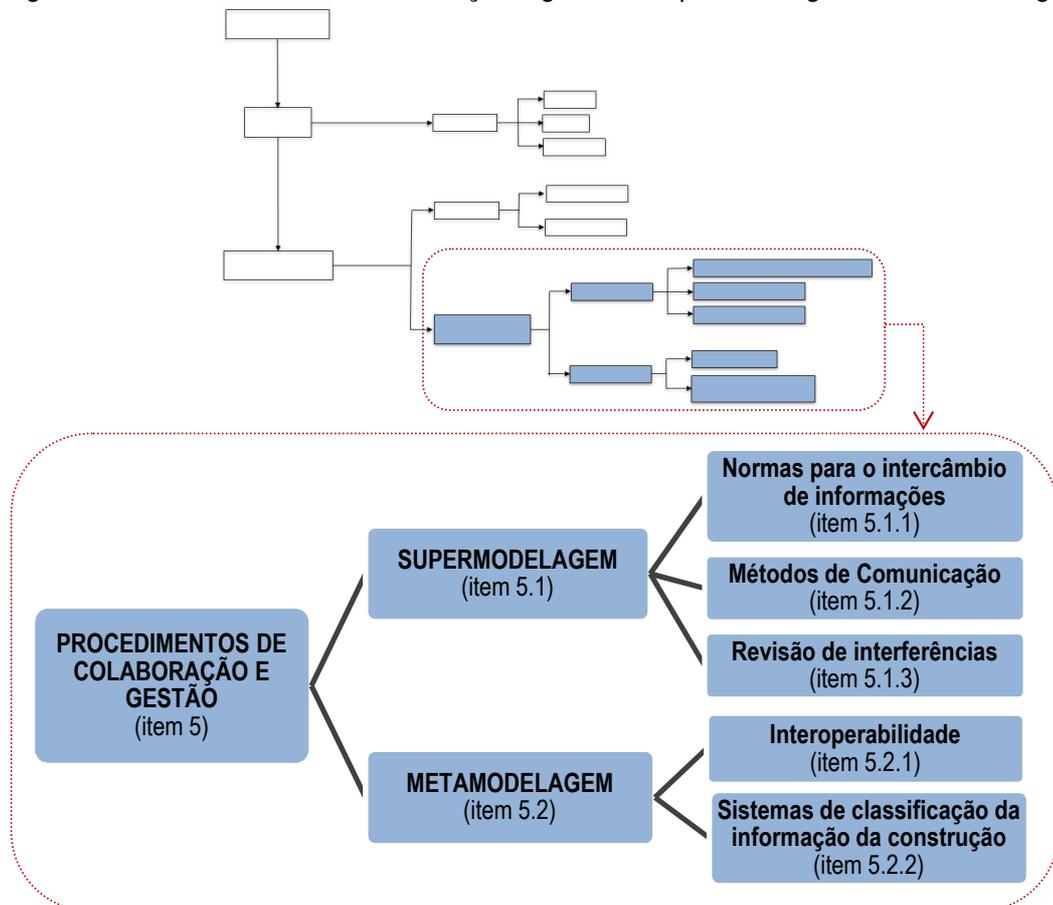


4 DIRETRIZES PARA IMPLANTAR BIM: PROCEDIMENTOS DE COLABORAÇÃO E GESTÃO

Como dito anteriormente, o BIM pode ser mais facilmente compreendido se for abordado a partir de quatro níveis de modelagem: supermodelagem, metamodelagem, modelagem e micromodelagem (SCHEER; AYRES FILHO, 2009). Dois deles tratam dos procedimentos de gestão e colaboração: supermodelagem e metamodelagem. A supermodelagem é um procedimento de modelagem de informação que orienta o encaminhamento das atividades, ocupando-se dos processos envolvidos na produção e objetivando a cooperação. Já a metamodelagem produz padrões para troca de informações, visando a interoperabilidade.

A Figura 51 sinaliza, em azul, os assuntos da Figura 36 (Capítulo 3) que são abordados neste capítulo.

Figura 51 - Procedimentos de colaboração e gestão – supermodelagem e metamodelagem



Fonte: elaborado pela autora, 2016.

A construção de edificações é uma atividade multidisciplinar que depende da colaboração de vários profissionais de diferentes disciplinas, que produzem soluções específicas de cada uma delas (SCHEER; AYRES FILHO, 2009). Diante disso, a colaboração torna-se um dos temas centrais no estudo da melhoria do processo de projeto e construção, pois o trabalho colaborativo é realizado em comum acordo e com uma visão holística da edificação. Por isso é essencial estudar a natureza dos processos envolvidos no ciclo de vida da edificação, bem como a característica da informação que é requerida em cada um deles.

4.1 SUPERMODELAGEM

A supermodelagem identifica e analisa os processos envolvidos no ciclo de vida da edificação com o objetivo de promover a cooperação e troca de informações entre os agentes.

Para Hardin e Mccool (2015), o uso bem sucedido do BIM requer três fatores principais: processos, tecnologia e comportamento. Os processos de trabalho devem ser adequados ao contexto BIM, implicando na integração das fases de projeto, construção e uso da edificação e permitindo que as atividades se desenvolvam da melhor forma e em direção a um objetivo comum. É importante também escolher as ferramentas a serem adotadas, para serem adequadas a necessidade da instituição. Entretanto, destes três fatores, o comportamento é o mais difícil de mudar, pois o BIM exige uma mudança cultural dos envolvidos, servindo como um canal de intercâmbio de informações e trabalho colaborativo, transformando a forma como praticamos o projeto e a construção.

Nesse sentido, o BIM tem contribuído na abertura do diálogo sobre novos métodos de trabalho e colaboração, questionando os processos existentes para encontrar uma maneira melhor de permitir o fluxo de informações eficiente.

A seguir serão abordadas algumas normas para intercâmbio de informações, métodos de comunicação e revisões nos projetos.

4.1.1 Normas para o intercâmbio de informações

A definição do fluxo de trabalho com o compartilhamento eficiente dos dados é essencial para o desenvolvimento eficaz de um projeto. É importante que cada

participante forneça seus subprodutos em cada fase de projeto, de modo a dar subsídios aos demais integrantes e fases posteriores. Isto impõe a definição da forma como o modelo deverá ser desenvolvido e como a informação deverá ser produzida, quem e quando irá gerá-la e usá-la. Para isso, é fundamental a definição de procedimentos para intercâmbio dos dados, objetivando a boa gestão e acesso à informação.

Para definir o intercâmbio de dados nas atividades da projeção, os profissionais precisam entender quais informações são necessárias para realizar suas atividades e para entregar cada produto. Com o desenvolvimento do mapa de processo, as trocas de informações ficam identificadas, mas é necessário definir o nível de detalhes das informações, quem é responsável pelas mesmas e as interações necessárias entre os envolvidos nas diversas fases de projeto e do desenvolvimento do modelo.

A Figura 54 exemplifica as trocas de informações, apresentando: as atividades; as informações de entrada; as informações de saída; os níveis de detalhes; e os responsáveis por estas informações. Cada item deste está marcado com uma cor, os níveis de detalhes e os responsáveis pelas informações estão definidos na legenda, conforme a Figura 52.

Figura 52 - Legenda da Figura 53: troca de informações

NÍVEL DE DETALHE DAS INFORMAÇÕES		RESPONSÁVEIS	
A	Informações detalhadas	P	Proprietário
B	Informações gerais	ARQ	Arquitetos
C	Informações esquemáticas	PE	Projetistas Estruturalistas
		IP	Projetistas Instalações Prediais
		OP	Outros Projetistas
		T	Todos os envolvidos
		E	Especialistas
		O	Orçamentistas

	NÍVEL DE DETALHE DAS INFORMAÇÕES
	INFORMAÇÕES DE ENTRADA
	RESPONSÁVEIS
	ATIVIDADE
	INFORMAÇÕES DE SAÍDA / PRODUZIDA

Fonte: elaborado pela autora, 2016.

As informações de entrada dão subsídio à atividade a ser realizada e elas podem ser provenientes de leis, de manuais, normas e/ou dos vários agentes envolvidos no processo (proprietário, arquitetos, engenheiros, especialistas, fabricantes, orçamentistas etc.). Já as informações de saída, em geral, são em

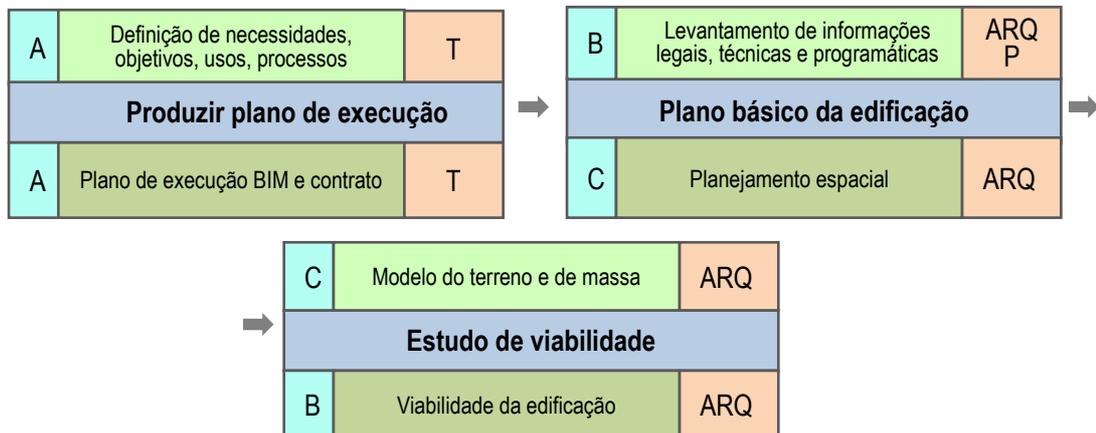
forma de produtos desenvolvidos ao longo da projeção, tais como: estudo de viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto etc.

As informações da parte física do componente construtivo incluem as dimensões, a localização do mesmo em relação a outros objetos no modelo, e o nível de detalhamento da sua representação.

As informações de entrada e de saída devem possuir níveis diferentes de especificação conforme a fase do projeto. São adotados três níveis para as informações adaptado do CICRP (2011).

- **Especificação nível A - Informações detalhadas**, ou seja, os componentes construtivos devem possuir tamanho e localização exatos, além de incluir os parâmetros necessários e suficientes para as fases seguintes do ciclo de vida da edificação. Ex: materiais; propriedades mecânicas etc.
- **Especificação Nível B - Informações genéricas**. Neste estágio devem ter tamanho, localização e incluir alguns parâmetros.
- **Especificação Nível C - Informações esquemáticas**. Neste estágio, o tamanho e a localização são aproximados. A Figura 53 exemplifica as informações necessárias e trocas previstas para três atividades.

Figura 53 – Troca de informações



Fonte: elaborado pela autora, 2016.

A primeira atividade é a produção do plano de execução BIM, que necessita de definições por todos os envolvidos (responsáveis pelas informações de entrada) das necessidades, objetivos, usos e processos (informações de entrada), em nível detalhado (nível A) para que todos (responsáveis pelas informações de saída) produzam o plano de execução BIM (informações de saída).

A atividade 2, plano básico da edificação, que tem como informações de entrada o levantamento jurídico, técnico e programático para a edificação, tendo nível B de detalhamento e o arquiteto e proprietário como responsáveis pelas mesmas. A informação produzida é o planejamento espacial da edificação feito pelo arquiteto e com especificação nível C.

A última atividade é o estudo de viabilidade, que tem como informação de entrada o modelo do terreno e o modelo de massa (nível C) feitos pelo arquiteto. A informação produzida é a viabilidade da edificação (nível B) feita pelo arquiteto ou especialista.

Aqui foram apresentadas três atividades em um processo de projeto. Vale salientar que os fluxos de trabalho podem ser alterados a depender das especificidades de cada projeto. Por exemplo, antecipar o orçamento ou os projetos de instalações prediais, se for necessário devido ao porte e complexidade da edificação.

Além de discutir as atividades no processo de projeto, precisa também ser definido o intercâmbio de informações, que pode ser feito de diferentes formas:

a) todos os envolvidos no processo BIM trabalham em rede, conectados a um mesmo modelo que fica em um local virtual. Esse cenário viabiliza a atualização de toda a informação de forma imediata, permitindo uma colaboração contínua. Entretanto, exige uma grande velocidade de conexão capaz de transmitir um grande volume de dados.

b) os modelos de todas as disciplinas são desenvolvidos separadamente e vinculados a um único modelo central integrado, onde a frequência de *uploads* e *downloads* determina a disponibilização de informações atualizadas (modelos federados).

Outras questões também devem ser observadas em relação às informações: a procedência e a integridade da informação. Deve ser estabelecido o controle dos dados, possibilitando que a informação fique protegida desde a sua criação até a utilização compartilhada, tanto na fase da projeção como nas fases futuras do ciclo de vida da edificação, gerando confiabilidade ao modelo. Isso deve ser garantido através do estabelecimento de regras que assegurem que os profissionais tenham acesso ao subconjunto das informações a que estão autorizados, definindo quem vai usá-las e com que finalidade. Mecanismos de controle do modelo devem ser

adotados, como relatórios de progresso físico, relatórios de modificações do modelo, dentre outros.

4.1.2 Métodos de Comunicação

A complexidade do processo de projeto exige que a comunicação entre os participantes seja confiável e plena. A comunicação é baseada em uma troca bidirecional de informação, ou seja, não basta dar (enviar) informação, um receptor tem que responder para que a comunicação seja estabelecida. Também deve ser verificado se a informação foi compreendida, estabelecendo um entendimento comum entre os participantes, pois todos os aspectos do projeto devem ser claros e acessíveis a todos os interessados.

No desenvolvimento do modelo BIM, as informações relevantes são refinadas e são fornecidas e utilizadas pelos diversos membros envolvidos. Um dos problemas dos projetos é a visualização incorreta ou má compreensão das informações, o que pode gerar diversos problemas.

Por isso é fundamental estabelecer a troca de informação e comunicação eficaz entre os envolvidos no processo de projeto. Segundo Kimmell (2008) o método padrão para abordar tais questões é emitir o *Request for Information* (RFI) ou pedido de informação, que é a indicação de que a comunicação foi inadequada, a informação não foi entendida ou não existe. Ou seja, quanto maior a quantidade de RFI, pior a eficiência da comunicação.

Cada membro da equipe de projeto e outros envolvidos devem ser responsáveis pela comunicação de informações essenciais durante o projeto através de canais de comunicação claramente definidos e testados no início do projeto.

Para planejar os canais de comunicação e monitorar o fluxo de informações pode ser usado um quadro em que é definido **o quê, quem, quando e como** serão realizadas as atividades, possibilitando desenvolver orientações claras para as relações entre os membros das equipes de projeto, conforme o Quadro 15.

Quadro 15 – Quadro sinótico para comunicação e monitoramento do fluxo de informações

Fase 1: concepção de produto				
Data:		Participantes:		
No.	Atividade (o quê)	Como	Quem	Quando
1	Insumos para o plano de execução BIM	Definições necessárias e suficientes sobre os itens que serão descritos no plano, feitas por cada equipe	Nesta coluna devem ser inseridos os responsáveis pela execução das atividades	Nesta coluna devem ser inseridas as datas de entrega das atividades
2	Definir o plano de execução BIM	Reunião com representantes das equipes e envolvidos para definir: objetivos, usos, processos com procedimentos de gestão, funções, entregas, prazos etc.		
3	Produzir e aprovar o plano de execução BIM	Confeccionar o documento do plano de execução BIM e submeter à aprovação de todos os envolvidos		
4	Contrato	Confeccionar o contrato de trabalho		
5	Levantamento de informações legais	Consulta ao código de obras, a LOUOS e outras legislações pertinentes		
6	Levantamento de informações técnicas	Consulta ao levantamento topográfico, sondagens do terreno, levantamento heliotérmico e relatório de dados		
7	Levantamento informações programáticas	Reunião com proprietário para definição do programa e funcionograma da edificação		
8	Plano básico da edificação	Consolidação dos dados dos levantamentos realizados		
9	Modelo do terreno	Modelagem do terreno		
10	Modelos de massa	Modelagem de estudos de massa da edificação		
11	Estudo de viabilidade	Escolhe a melhor opção projetual e implantação		

Fonte: elaborado pela autora, 2016.

Vale ressaltar que este instrumento pode ser desmembrado, ou seja, pode existir um geral para cada fase com todos os envolvidos no processo, e outro de cada equipe em separado, facilitando o detalhamento do mesmo. A identificação das informações e definições quanto à sua transferência entre os intervenientes do processo é um dos principais objetivos do planejamento. Através do planejamento pode ser definido claramente o fluxo de informações, possibilitando a diminuição de perdas, retrabalho, bem como a organização de grupos multidisciplinares.

A gestão desta comunicação torna-se um desafio por causa da quantidade de envolvidos, por isso a avaliação contínua da planilha de comunicação é importante na busca pela melhoria, de modo que possam ser feitos ajustes, conforme necessário.

4.1.3 Revisão de interferências

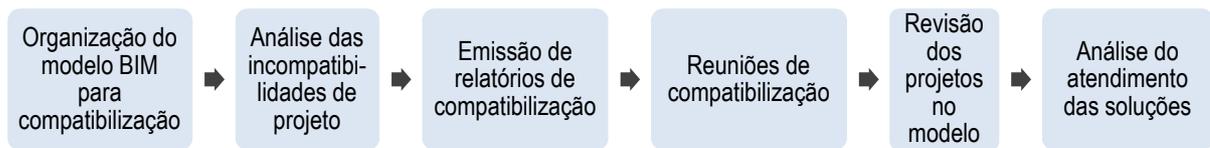
O modelo BIM armazena tanto os elementos construtivos e suas propriedades, como as relações funcionais entre eles, possibilitando estabelecer regras a serem atendidas para que os objetos permaneçam coerentes, permitindo, por exemplo, realizar análises para verificar conflitos a partir do modelo.

O modelo BIM é uma excelente ferramenta para coordenar os sistemas da edificação e detectar os conflitos existentes. Para isso, o modelo deverá conter a localização de todos os componentes do sistema, de modo que possam ser identificados os objetos que estão ocupando o mesmo espaço, ou estão localizados muito próximos uns dos outros, sem espaço para instalação e manutenção. Através da análise da sequência de construção também podem ser detectadas as inconsistências relacionadas ao cronograma da obra que se relaciona com o trabalho que está sendo feito na mesma área por diferentes equipes, ou um trabalho que depende de outro estar pronto para começar. Isto permite resolver os conflitos de localização e de agenda, garantindo que os componentes fiquem coordenados e que possam ser instalados sem conflitos.

A integração e análise dos modelos BIM das diversas disciplinas auxiliam na identificação de quaisquer inconsistências adicionais existentes no projeto que precisem ser resolvidas antes da execução, ou seja, muitos conflitos potenciais e problemas podem ser solucionados ainda na fase de projeto, reduzindo os riscos e custos na construção. Para isso, deve ser assegurado que o edifício seja modelado com um nível de detalhe apropriado, ou seja, deve ter um nível suficiente de detalhes para representar tubulações, dutos, conexões e outros componentes, de forma que as interferências possam ser detectadas com precisão.

A verificação de interferência nos projetos deve ocorrer continuamente entre as disciplinas. Cada projetista de cada especialidade deve ficar atento à interface da própria disciplina com as demais e garantir que estas estejam compatíveis em cada etapa do fluxo de projeto BIM, identificando e analisando as questões que devem ser tratadas e levadas para as discussões em reuniões de compatibilização com os projetistas responsáveis. Estas reuniões devem ter a participação de representantes de cada disciplina, para serem resolvidos os problemas encontrados, permitindo assim, que todos possam contribuir com seu conhecimento especializado para a solução. O processo de compatibilização apresenta-se na Figura 54.

Figura 54 – Etapas do processo de compatibilização



Fonte: AsBEA, 2015, p. 19.

No início do projeto, deve-se definir um sistema de coordenadas comum a todas as disciplinas de forma a garantir que, durante todo o processo, os modelos sejam sobrepostos no posicionamento correto, viabilizando a análise da interface entre as disciplinas. Também devem ser definidos os ciclos de detecção dos conflitos (*clash detection*) e a definição de cores para cada sistema, para facilitar a visualização, a análise e a comunicação. Posteriormente, devem ser revisados os modelos das diversas disciplinas, garantindo que as soluções definidas sejam incorporadas. O processo apresentado deve ser repetido a cada etapa.

As interferências (*clashes*) podem ser físicas, que é quando dois ou mais componentes da edificação entram em conflito, ocupando o mesmo espaço. Ou espaciais, que é quando um componente está ocupando o espaço de manutenção de outro.

Segundo Eastman (2014), existem dois tipos predominantes de tecnologias para a detecção de conflito: ferramentas de projeto BIM e ferramentas de integração BIM que executam também esta tarefa. Os principais *software* de projeto BIM incluem alguns recursos que permitem ao projetista verificar interferências durante a fase de projeto. Já a segunda classe de programas permite que sejam importados modelos de uma variedade de aplicações de modelagem para que seja visualizado o modelo integrado (Ex: Navisworks e o Solibri). As análises que essas ferramentas fornecem são capazes de identificar mais tipos de conflitos.

Depois que os *software* localizam as interferências entre os objetos, os relatórios podem ser extraídos automaticamente e compartilhados com as equipes responsáveis por cada uma das disciplinas. Alguns programas oferecem formatos padronizados de listas de conflitos que já incluem a imagem do problema e referências da sua localização no modelo. Segundo CBIC (2016a), algumas soluções classificam as interferências como:

- Leves: uma tubulação de pequeno diâmetro interfere em outra também de pequeno diâmetro. Ou seja, seria uma interferência de fácil solução, porque não é muito difícil desviar uma tubulação de pequeno diâmetro.

- Moderadas: uma tubulação de diâmetro médio com uma de diâmetro pequeno é vista como uma interferência média, considerando o grau de dificuldade para a solução.
- Críticas: uma tubulação de diâmetro grande com um componente da estrutura, por exemplo, um pilar ou uma viga, seria considerado como crítica. A Figura 55 mostra esta classificação de interferências.

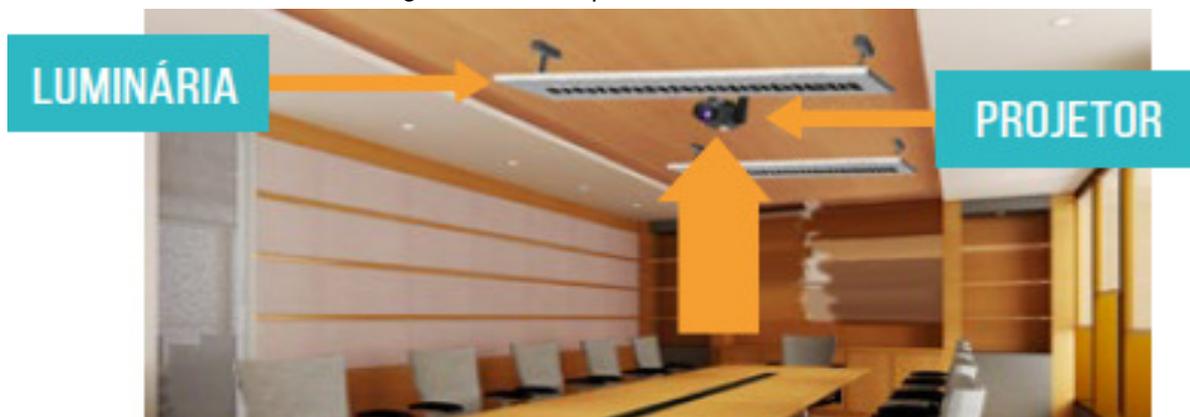
Figura 55 – Classificação de interferências



Fonte: CBIC, 2016a, p. 34.

Algumas soluções são capazes ainda de identificar as chamadas interferências funcionais (*soft clash*). Por exemplo, um projetor fixado no teto é posicionado atrás de uma luminária, ou seja, mesmo não ocupando o mesmo lugar no espaço, essa situação se configura em uma interferência, pois embora haja espaço para a instalação do equipamento, o posicionamento da luminária externa seria um obstáculo para o adequado funcionamento do projetor (CBIC, 2016a) (Figura 56).

Figura 56 – Exemplo de interferência



Fonte: CBIC, 2016a, p. 34.

Também podem ser inseridas ‘regras de verificação’ para averiguar a consistência da rota de acesso de pessoas com alguma deficiência física às edificações ou para a verificação de rotas de fuga, entre outras possibilidades.

Pode ser feita a coordenação de projetos, sob a ótica da garantia de acesso para futuras atividades de manutenção. Por exemplo, no sobreforro de algumas áreas de hospitais ou shopping centers, onde há grande congestionamento de dutos de instalações, não é suficiente apenas a eliminação das interferências e colisões. É importante que sejam garantidas as condições de acesso aos profissionais de manutenção, considerando o espaço necessário para o acesso e o uso de ferramentas. Então, é fundamental coordenar a caracterização de todos os elementos do projeto, com as definições necessárias a todos os agentes envolvidos, resultando em um projeto com todas as interferências resolvidas, de modo a subsidiar a avaliação de custos, métodos construtivos, prazos de execução, visando à minimização dos problemas de execução da obra (GOVERNO DE SANTA CATARINA, 2014).

4.1.4 Formas de contratação

No contexto BIM, a colaboração contínua dos envolvidos no desenvolvimento do modelo BIM para a incorporação dos conhecimentos relativos à construtibilidade²³, custos e planejamento no processo traz benefícios para todo o empreendimento e exige novos contratos.

Os aspectos legais da implantação do BIM precisam de estudos e definições claras, como as questões relacionadas com a propriedade e gestão de modelos e dados; responsabilidades e direitos autorais; acesso e uso de informações; responsabilidade pela atualização e segurança dos dados etc. Os benefícios e as possibilidades agregadas pelo uso do BIM precisam estar previstos e refletidos nas formas de contratação utilizadas.

A seguir serão abordadas diferentes formas de contratação.

- a) *Desig-Bid-Build* (DBD): é a modalidade de contratação mais típica no Brasil (GRILO; MELHADO, 2002). Neste modelo, o proprietário busca um parceiro incorporador e contrata um arquiteto para desenvolver o programa e o projeto

²³ Construtibilidade é “[...] o uso ótimo do conhecimento e da experiência em construção no planejamento, projeto, contratação e trabalho no canteiro, para atingir os objetivos globais do empreendimento.” (CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE CII, 2017).

da edificação. Posteriormente, o arquiteto seleciona projetistas para o desenvolvimento dos projetos de estrutura, instalações prediais etc. Geralmente são feitos contratos separados com estes agentes, que são comprometidos somente com as etapas específicas de sua participação, não tendo responsabilidade pelo todo da obra. Depois é selecionada a construtora, que contrata subempreiteiros para ambos construírem a edificação. Nesta modalidade, as fases de projeto, concorrência e construção ocorrem sequencialmente. Os principais riscos deste modelo de contratação envolvem tempo longo de entrega; possibilidade de conflitos entre os participantes; alterações de projetos; e reações não cooperativas.

- b) *Desig-Build* (DB): foi desenvolvido para consolidar a responsabilidade pelo projeto e pela construção em uma única entidade contratada e para simplificar a administração de tarefas para o proprietário. Nesse modelo, o proprietário contrata diretamente uma empresa de projeto e construção para desenvolver o programa e o projeto da edificação, posteriormente, esta empresa seleciona subempreiteiros, e ambos executam a obra. O proprietário aprova o projeto, o planejamento e acompanha a construção. Este modelo se caracteriza por: definição e foco num preço global para a realização do empreendimento; execução integrada do empreendimento; definição e foco em um prazo máximo para a execução da obra; e responsabilidade única e concentrada.
- c) Aliança estratégica: nesta modalidade, duas empresas, com princípios e visão em comum, trabalham juntas objetivando: ampliar suas potencialidades; serem mais competitivas; e compartilharem riscos, ônus e bônus. Este modelo se caracteriza por objetivar a promoção da cooperação e confiança entre as empresas e maior incentivo à “Engenharia de Valor”²⁴.
- d) *Integrated Project Delivery* (IPD): é uma modalidade de contrato relativamente nova que, como as alianças estratégicas, exige confiança entre todos os participantes, que compartilham decisões, riscos e resultados. Difere da modalidade aliança estratégica por envolver diversos participantes e não

²⁴ Engenharia de valor “É o emprego sistemático de técnicas comprovadas para a avaliação das funções de um produto ou tarefa, com o objetivo de encontrar novos caminhos que preencham as funções necessárias de maneira econômica, preservadas todas as condições de segurança.” (Society of American Value Engineers, 1990).

apenas duas empresas. Este modelo de contrato relacional²⁵ foi abordado em 2007 pelo American Institute of Architects (AIA) e pelo Conselho Nacional da Califórnia do AIA, que, em conjunto, publicaram o *IPD Guide*, com o objetivo de orientar contratantes, construtoras e profissionais de projeto para implementarem modelos de contrato visando à melhoria de seus processos de projeto, construção e operação. O conceito de IPD definido pelo AIA é:

IPD é uma abordagem para implementação de empreendimentos que integra pessoas, sistemas, estruturas de negócios e práticas profissionais em um processo que colaborativamente aproveita os talentos e percepções de todos os participantes para otimizar resultados do empreendimento, aumentar o valor para o proprietário, reduzir o desperdício e maximizar a eficiência em todas as etapas do projeto, fabricação e construção. (AIA, 2007, p. 2, tradução nossa²⁶).

- e) Lei 8.666/1993: estabelece normas gerais para as licitações e contratos, em todas as modalidades, para as administrações públicas diretas, autárquicas, fundações, empresas públicas e sociedades de economia mista. Ela é conhecida como “Lei de Licitações e Contratos”.
- f) Lei 12.462/2011 (Regime Diferenciado de Contratação - RDC): é uma nova forma de aquisição pública que traz novidades em relação aos modelos tradicionais de compras públicas principalmente para a parte das obras. Foi criado inicialmente para atender às obras de infraestrutura e contratação de serviços para: aeroportos (das capitais distantes até 350 Km das cidades sedes dos jogos da copa); copa do mundo; olimpíadas; Programa de Aceleração do Crescimento (PAC); Sistema Único de Saúde (SUS); Sistemas Públicos de Ensino. Os contratos administrativos celebrados com base no RDC são regidos pelas normas da Lei nº 8.666/1993, com exceção das regras específicas previstas por esse regime.

As modalidades DBB e DB apresentam contratos tradicionais, que se caracterizam pela troca de um produto ou serviço prestado e não tem como metas estabelecidas a maximização dos resultados e o trabalho colaborativo. Já na Aliança

²⁵ Contratos relacionais são “[...] acordos que envolvem um código de conduta não formalizado que garante o comportamento entre as partes por meio de princípios de confiança e continuidade do relacionamento entre eles.” (CHEUNG et al., 2006).

²⁶ No original: “*Integrated Project Delivery (IPD) is a project delivery approach that integrates people, systems, business structures and practices into a process that collaboratively harnesses the talents and insights of all participants to optimize project results, increase value to the owner, reduce waste, and maximize efficiency through all phases of design, fabrication, and construction.*” (AIA, 2007, p. 2).

Estratégica e no *Integrated Project Delivery* (IPD), os contratos são relacionais, que se caracterizam pelo foco no processo de trabalho com relações equilibradas entre as partes; compartilhamento de riscos e benefícios; maior interdependência entre os participantes; e governança bilateral e unificada.

Na maior parte das vezes, os contratos de AECO são formados por meio de licitações por preço, desenvolvidas a partir dos projetos de construção. Os modelos tradicionais de contratação DBB e DB geram um isolamento entre as fases de projeção e construção do empreendimento, possui barreiras para a efetiva coordenação dos projetos, a colaboração é limitada, e o enfoque se dá na valorização individual das partes envolvidas em detrimento da otimização global.

4.2 METAMODELAGEM

A criação de modelos BIM se dá em um ambiente composto por vários programas. A troca de informações entre os aplicativos deve acontecer sem perda de dados, esse é o requisito da interoperabilidade. A metamodelagem trata da definição de formato de arquivo aberto e neutro, dotados de estruturas de dados, capazes de viabilizar e armazenar os vários tipos de objetos, visando à troca destas informações, promovendo a interoperabilidade entre diferentes ferramentas e plataformas. Serão abordados dois aspectos da metamodelagem: a interoperabilidade e os sistemas de classificação da informação da construção.

4.2.1 Interoperabilidade

Segundo Succar (2009), o intercâmbio de informações dá-se quando se exportam ou importam dados que são estruturados e computáveis por outros aplicativos. Esse intercâmbio assume uma interoperabilidade adequada quando as informações permanecem sem perdas, evitando-se reentrada de dados e retrabalho, garantindo uma utilização eficiente da informação.

Segundo Eastman (2014), há duas abordagens para o compartilhamento de dados: (a) usar somente produtos de determinado fornecedor de *software*; ou (b) usar *software* de vários fornecedores que podem intercambiar dados usando um padrão aberto. A primeira abordagem permite uma integração mais intensa entre os produtos, porém requer que todos os membros usem aplicativos do mesmo

fornecedor. A segunda abordagem utiliza um padrão neutro, não proprietário e com especificações padronizadas para o BIM, como o *Industry Foundation Classes* (IFC). Este padrão objetiva a troca de informações entre diferentes aplicações AECO, de diferentes fornecedores de *software*, ao longo do ciclo de vida da edificação.

Em 1994, a Autodesk e outras companhias americanas juntaram esforços para verificar a possibilidade de trabalharem de modo integrado com diferentes *software*. Este grupo de trabalho foi chamado inicialmente de Industry Alliance for Interoperability. Em 1997, tornou-se uma entidade aberta, neutra, sem fins lucrativos, e composta por entidades, empresas e pesquisadores ligados ao setor de AECO sob o nome de Internacional Alliance for Interoperability (AIA), que posteriormente (2008) passou a se chamar “buildingSMART”. O *Model Support Group* (MSG) é o responsável pelo desenvolvimento contínuo do IFC, sendo constituído por um grupo de especialistas internacionais da buildingSMART.

É importante ressaltar que para existir um fluxo contínuo de informações deve haver um entendimento comum a respeito do significado da informação e a definição de qual informação trocar e quando realizar a troca. Estes requisitos são contemplados pelo modelo IFC, que é responsável pelo armazenamento e transporte de informações; pelo *Information Delivery Manual* (IDM), que descreve os processos; pelo *Model View Definitions* (MVD) que traduz os processos em requisitos técnicos; pelo *International Framework for Dictionaries* (IFD), que define a terminologia dos elementos; e pelo *BIM Collaboration Format* (BCF), que é um formato XML para arquivos abertos que permite a comunicação durante o fluxo de trabalho entre diferentes ferramentas. A buildingSMART desenvolve e mantém estes padrões internacionais abertos que viabilizam o conceito de *openBIM*²⁷.

4.2.1.1 *Industry Foundation Classes* (IFC) - ISO 16739

O desenvolvimento contínuo de padrões *openBIM* (padrões abertos para BIM) permite a melhoria na interoperabilidade entre aplicações AECO de diferentes fornecedores de programas. O IFC é o principal padrão que está sendo desenvolvido desde 1997, quando foi lançada a versão 1.0, e após sucessivas

²⁷ OpenBIM é uma abordagem universal para projetar, construir e operar colaborativamente a edificação com base em padrões abertos e fluxos de trabalho. É uma iniciativa da buildingSMART e de vários fornecedores líderes de *software* que utilizam o modelo de dados aberto da buildingSMART (buildingSMART, 2017b).

atualizações encontra-se hoje na versão IFC4 Add2, lançada em 2016.

Segundo Eastman (2014), o IFC basea-se nos conceitos e na linguagem ISO-STEP EXPRESS para criar um grande conjunto de representações de dados consistentes da edificação, visando o intercâmbio entre as aplicações AECO e representando a geometria, as relações, os processos, os materiais e outras propriedades necessárias para o projeto e a produção da edificação.

A arquitetura do modelo de dados IFC foi desenvolvida utilizando um conjunto de princípios que regem a sua organização e estrutura. Esta arquitetura do IFC fornece uma estrutura modular para o desenvolvimento de componentes do modelo.

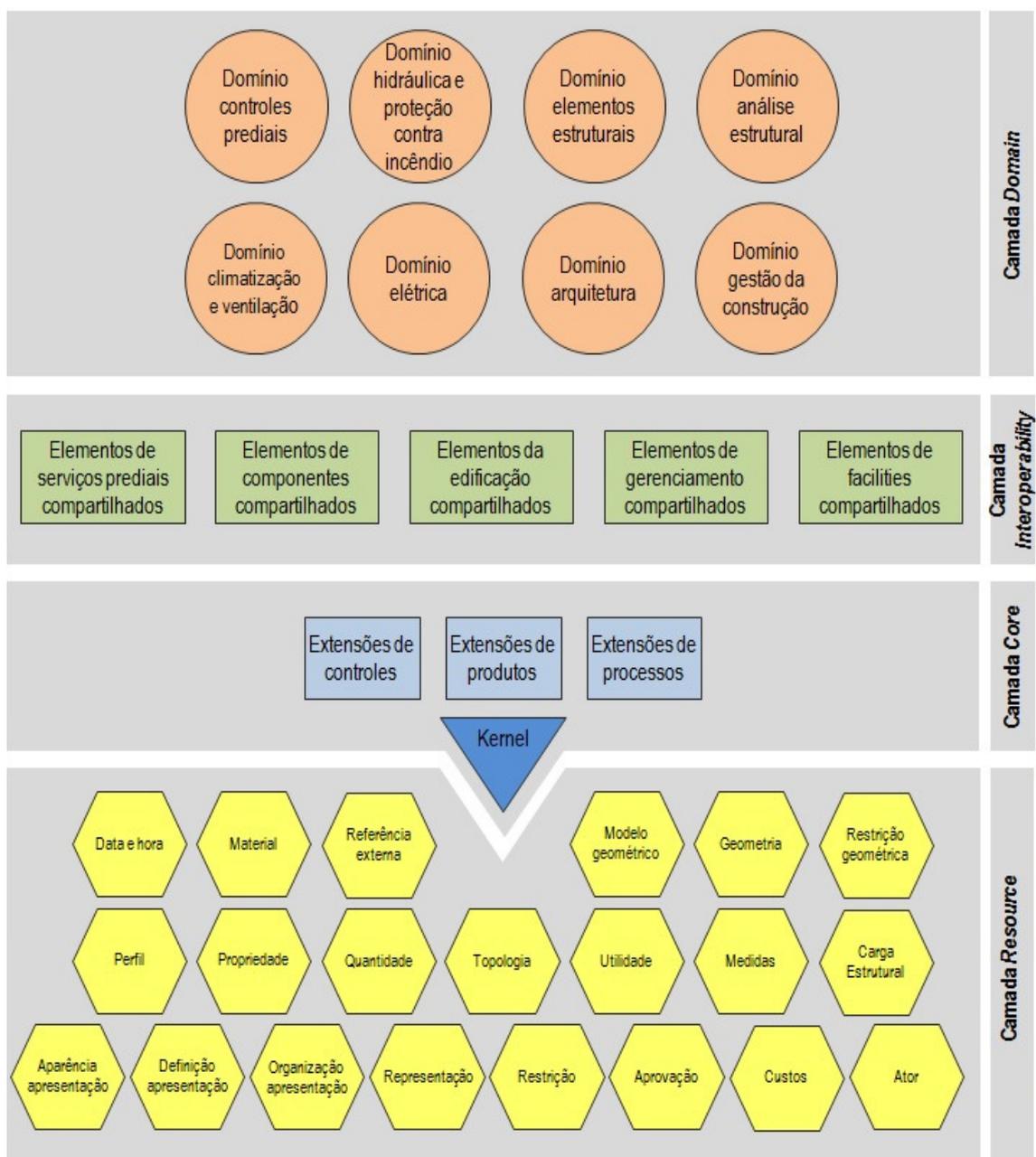
Segundo a buildingSMART (2013), o padrão IFC consiste em um modelo de dados dividido em esquemas gerenciáveis que são interligados por uma rígida estrutura global. A arquitetura do IFC define quatro camadas conceituais:

- a) **Domain:** esta camada é a mais alta e permite a descrição de informações específicas para cada disciplina envolvida no desenvolvimento da edificação, como mostrado em laranja na Figura 57.
- b) **Interoperability:** nesta camada são descritos os mapeamentos de dados para permitir a troca de informação entre diferentes *domains*. Ou seja, compreende as categorias de entidades, como mostradas em verde na Figura 57.
- c) **Core:** os esquemas de dados centrais estabelecem a camada mais geral dentro da arquitetura do esquema IFC, como mostrados em azul na Figura 57. As entidades definidas nesta camada podem ser referenciadas e especializadas pelas camadas superiores (*Domain* e *Interoperability*). Esta camada fornece a estrutura básica, as relações fundamentais e os conceitos comuns para todas as outras especializações em modelos específicos. Todas as entidades definidas nesta camada derivam da raiz do IFC (*ifcRoot*) e contêm identificação, nome, descrição e informações de controle de mudanças. A camada núcleo é subdividida em:
 - **Extensões Core (núcleo)**
 - Controle: trabalha com os conceitos relacionados ao controle do processo;
 - Produto: define componentes de construção abstratos (ex: local, elemento).
 - Processo: capta idéias sobre o mapeamento de processos em uma sequência lógica de trabalho e as tarefas necessárias para a sua conclusão.

- **Kernel:** fornece a estrutura de base, que são os conceitos fundamentais relativos aos objetos, aos relacionamentos, as definições de tipo, aos atributos e as funções.
- d) **Resource:** esta é camada mais baixa, contém a descrição de conceitos básicos e independentes que são usados pelas camadas mais altas, como mostrado em amarelo na Figura 57 (buildingSMART, 2013).

A Figura 57 mostra a organização conceitual do IFC, que foi adaptada das especificações da buildingSMART (2013) na visão geral do esquema IFC4.

Figura 57 - Visão geral do esquema IFC4



Fonte: adaptado da buildingSMART, 2013.

A transferência de dados referente a objetos codificados em formatos proprietários para o padrão IFC acontece através da decomposição dos objetos em componentes básicos: geometria, propriedades e relações (*ifcObject*, *ifcPropertyDefinition*, *ifcRelationship*) (LIEBICH; WIX, 2000).

- ***ifcObject***: elementos físicos tangíveis (paredes, vigas); itens fisicamente existentes (espaços) e abstratos (tarefas, processos).
- ***ifcPropertyDefinition***: o IFC enfatiza os conjuntos de propriedades que podem ser atribuídas aos objetos, definindo o material, o desempenho e as propriedades contextuais (dados de vento e clima etc.). As propriedades são associadas a diferentes comportamentos de materiais, custo, tempo etc.
- ***ifcRelationship***: o modelo de dados do IFC representa um conjunto de relações entre objetos, definido por atribuir, decompor, associar, definir e conectar.

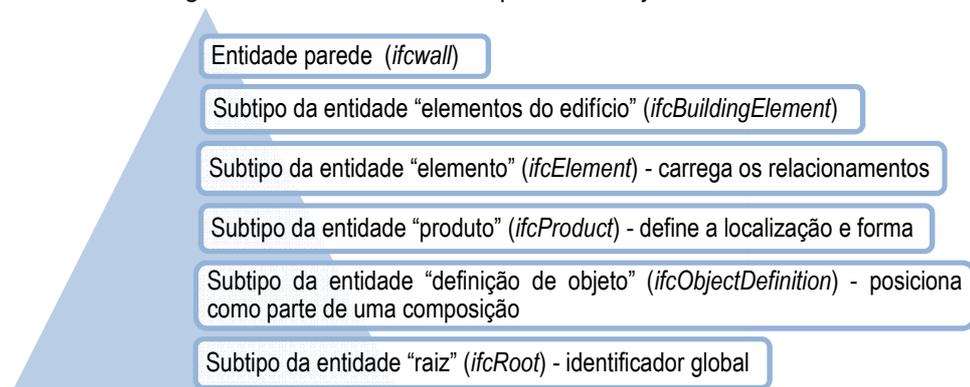
O IFC é um modelo de dados extensível e orientado a objetos, por isso as entidades-base podem ser elaboradas e especializadas por subtipos para criar as subentidades. Os subtipos fornecem a definição de novas classes de objetos, que herdam as propriedades das classes pais e acrescentam novas propriedades, tornando-as distintas.

Os objetos (entidades) estão acomodados em uma árvore de subentidades em uma estrutura hierárquica (Figura 58). Por exemplo, uma entidade parede (*ifcwall*) é definida por uma hierarquia de entidades. Ou seja, é definida como um subtipo da entidade “elementos do edifício” (*ifcBuildingElement*), que por sua vez é um subtipo da entidade “elemento” (*ifcElement*), que é subtipo da entidade “produto” (*ifcProduct*), que é subtipo da entidade “definição de objeto” (*ifcObjectDefinition*) que é, por fim, subtipo da entidade “raiz” (*ifcRoot*). Percurso deste exemplo:

***IfcRoot* → *IfcObjectDefinition* → *IfcProduct* → *IfcElement* → *IfcBuildingElement*
→ *IfcWall***

Cada nível incorpora diferentes atributos e relações à entidade “parede”: o *IfcRoot* atribui um identificador global e outras informações de identificação; o *IfcObjectDefinition* posiciona a parede como parte de uma composição e também identifica os componentes da parede; o *IfcProduct* define a localização da parede e sua forma; o *IfcElement* carrega os relacionamentos desse elemento com outros (EASTMAN, 2014).

Figura 58 – Estrutura hierárquica dos objetos



Fonte: elaborado pela autora com base em EASTMAN et al., 2014.

Para melhor entendimento, descreve-se um cenário típico de intercâmbio de dados entre um programa fonte que modelou informações para serem usadas por um *software* receptor. O programa fonte possui um tradutor que extrai instâncias de informação de sua estrutura de dados e as atribui a classes de entidades IFC. Os dados da instância da entidade são mapeados em um arquivo que é recebido pelo receptor e interpretados pelo tradutor do mesmo. O módulo de tradução das informações do *software* receptor escreve os objetos IFC relevantes no formato de sua estrutura nativa de dados para utilizá-los (EASTMAN, 2014).

4.2.1.2 *Information Delivery Manual (IDM)* - ISO 29481-1 e ISO 29481-2

Para que um livre fluxo de informações ocorra, é necessário: a definição do formato para troca de informações; a especificação de quais informações e quando serão trocadas e; a compreensão padronizada do que constitui a informação a ser trocada. O Manual de Informação de Entrega (IDM) é um manual que trata das definições dos processos de troca, especificando quando e quais informações serão trocadas ou compartilhadas.

No IDM, cada processo é composto por: mapeamento (descreve objetivo e fase); descrição de cada requisito de troca; e a parte funcional (descrição detalhada da transferência da informação). O IDM especifica qual informação deve ser trocada em cada cenário possível durante as atividades de desenvolvimento da edificação, e relaciona essa definição com as entidades IFC. Um requisito de troca representa a conexão entre os processos e os dados do modelo em uma determinada fase do projeto. O IDM é capaz de estruturar os processos, permitindo o desenvolvimento

das especificações detalhadas dos dados necessários para os intercâmbios entre os agentes envolvidos. O resultado final é uma definição clara das informações a serem trocadas, a fase do ciclo de vida, e os tipos de aplicativos a serem utilizados.

4.2.1.3 *Model View Definition* (MVD) – buildingSMARTMVD

Como existem muitas classes no IFC, torna-se essencial organizar as necessidades específicas de informações para cada tipo de negócio. Para atender a esta demanda a buildingSMART criou subconjuntos do modelo de dados IFC que são necessários para suportar os requisitos específicos de intercâmbio de dados do setor de AECO. Estes subconjuntos inicialmente foram chamados de “vistas” e depois de *Model View Definitions* (MVD). O MVD fornece orientação de implementação para todos os conceitos do IFC (classes, atributos, relações, conjuntos de propriedades, definições de quantidade etc.) utilizados dentro de um subconjunto particular (WIX, 2010).

O MVD detalha como a informação descrita pelo o IDM deverá ser intercambiada. A definição IDM em conjunto como esquema MVD realiza sobre o modelo IFC uma espécie de ordenamento e seleção das entidades, ou seja, fornece um conjunto de dados necessários para um determinado domínio (disciplina). Por exemplo, durante a projeção faz-se necessária a integração de modelos de diferentes disciplinas (ex: arquitetônico e estrutural), para isto é preciso mapear os Requisitos de Trocas de Modelos (ERM) que define quais dados serão necessários para efetivar esta integração. Estes requisitos de troca sevem como base para o *Model View Definition* (MVD).

O MVD têm a mesma estrutura de um banco de dados relacional, ou seja, define um subconjunto lógico e consistente do modelo completo focado em um determinado uso ou tipo de aplicação. É essencialmente uma agregação de conceitos necessários para um cenário de troca de dados.

Segundo o NBIS (2007), é importante compreender a relação muitos-para-um entre os requisitos de câmbio IDM e MVD, pois embora cada IDM seja focado em um dos muitos processos específicos do usuário final, um MVD está alinhado a uma troca entre duas partes interessadas no projeto e/ou tipos de aplicação, como por exemplo, do arquiteto para o engenheiro estruturalista. Portanto, cada MVD vai integrar necessidades de troca de um para muitos requisitos de câmbio.

4.2.1.4 *International Framework for Dictionaries (IFD) – ISO 12006-3*

O padrão internacional aberto IFC define um formato de troca de informações relativas a uma edificação. Para isto é necessário que o emissor e o receptor concordem sobre quais informações trocar. O objetivo do Manual de Informação de Entrega (IDM) e do *Model View Definition* (MVD) é especificar exatamente quais informações devem ser trocadas em cada cenário de câmbio e como relacioná-la com o modelo IFC. Por exemplo, o estruturalista precisa saber a função de cada um dos espaços do edifício, a fim de calcular as cargas para a estrutura. O IDM junto com MVD explica o cenário de câmbio em texto simples, porém, mesmo que as palavras estejam escritas corretamente não existe garantia de que o aplicativo que recebe vai entender exatamente o que significa essa sequência de caracteres de texto, pois os nomes dos elementos que compõem a edificação variam em diferentes regiões. Sendo assim, faz-se necessário um entendimento comum sobre os elementos descritos nos modelos IFC.

Então, o IFD propõe um catálogo com a nomenclatura dos objetos, reunindo diferentes conjuntos de dados, em uma visão comum e integrada da edificação, descrevendo os objetos, as suas propriedades, unidades e valores. O IFD é um dicionário de dados que determina a terminologia dos elementos de edificações e a relaciona com as entidades IFC. Os conteúdos do IFD são de dois tipos básicos:

- Conceitos (termos): objetos que podem ser reconhecidos por um nome e definidos por características formais;
- Características (propriedades): são termos que fornecem a descrição de um objeto (ex: comportamento, função, medidas, propriedade, unidade etc.).

O IFD é uma biblioteca aberta, onde os conceitos são semanticamente descritos com um único número de identificação, isso permite que todas as informações no formato IFC tenham um Identificador Exclusivo Global (GUID). Um componente pode ter mais de um nome, e por isso é necessário que seja dado o GUID correto para o mesmo afim de que seja compreendido corretamente pela aplicação receptora.

4.2.1.5 *BIM Collaboration Format (BCF)*

Para comunicar questões, trocar propostas e solicitações de alteração em modelos BIM pode ser usado o *BIM Collaboration Format* (BCF), que é um formato

aberto XML "bcfXML" que permite a comunicação durante o fluxo de trabalho entre diferentes ferramentas. Em 2010, a Tekla Corporation e a Solibri, Inc. desenvolveram o "bcfXML v1" para codificar mensagens contendo tópicos abordados em modelos BIM e transferiram a propriedade e os direitos para a buildingSMART. Em 2014 foi lançado o "bcfXML v2" e em março de 2017, o "bcfXML v2.1" (buildingSMART, 2017a).

O BCF pode ser usado na coordenação de projetos, onde vários problemas são identificados e precisam que os projetistas envolvidos fiquem cientes e possam dar as soluções aos mesmos. O uso do BCF traz a vantagem de que apenas as questões encontradas e não todo o modelo BIM precisa ser comunicado entre os programas, o que permite um método ordenado e eficaz de comunicação, aumentando o grau de colaboração entre os parceiros.

4.2.2 Sistemas de classificação da informação da construção

A indústria da construção engloba uma grande quantidade de materiais, componentes construtivos, equipamentos etc., e cada um deles possui características próprias que se refletem em linguagens técnicas específicas. A definição de uma terminologia adequada não é apenas útil para produtos, materiais ou serviços, mas tem como função integrar todo o processo construtivo e os produtos que dele resultam.

A cadeia de produção do setor além de extensa é variada, e o aumento na quantidade e tipos de informações que são geradas ao longo do ciclo de vida da edificação exige que as mesmas sejam organizadas e classificadas de forma a poder compartilhá-las e utilizá-las por diferentes participantes em cada fase do ciclo de vida da edificação. O fluxo de informações em todo o processo é um fator relevante para o sucesso de um empreendimento. A falta de definição dos fluxos de informação pode originar problemas como: atrasos nos prazos, baixa produtividade e qualidade, aumento dos custos, dificuldade de implementação do BIM etc.

Os problemas derivados da ausência de uma terminologia consolidada e da multiplicidade de propostas de classificação de elementos e componentes da edificação têm dificultado a implementação de tecnologias de informação na construção. (AMORIM; PEIXOTO, 2006, p. 189).

Sendo assim, é fundamental o uso de uma estrutura de classificação da

informação para auxiliar a organização dos processos do setor de AECO e facilitar a interoperabilidade nos modelos BIM.

Os sistemas de classificação são utilizados para organizar e gerenciar as informações, pois são linguagens que permitem a representação mais fácil e efetiva de um conteúdo. Através da classificação, que é um conjunto de conceitos organizados sistematicamente de acordo com os critérios ou características escolhidas (ISO TR 14177, 1994), ordena-se o conhecimento.

Neste trabalho é importante destacar os conceitos de classificação enumerativa e facetada. A classificação enumerativa é caracterizada por uma série de classes e grupos ordenados em sucessiva subordinação, representados de maneira hierárquica, de forma que cada classe pertença a um subgrupo de um grupo maior e assim por diante. Este tipo de classificação é baseado na divisão contínua de um universo considerado até um nível de partição conveniente. Este método cria problemas na inserção de novos itens neste universo, já que as entidades estão ordenadas em uma ordem pré-estabelecida, e também pode trazer problemas de notação, já que as codificações podem se tornar bastante extensas (TRISTÃO; FACHIN; ALARCON, 2004).

A classificação facetada organiza a informação em classes (facetadas). O esquema de facetadas divide os assuntos em categorias fundamentais, examinando e separando os conceitos em grupos homogêneos, de acordo com características bem definidas (AMORIM; PEIXOTO, 2006). Permite uma sistematização do conhecimento através do agrupamento de entidades em categorias, considerando um conjunto de propriedades semelhantes.

A classificação facetada é conhecida como um esquema analítico sintético porque envolve dois processos distintos: a análise do assunto em facetadas e a síntese dos elementos que constituem o mesmo, sendo, portanto, aplicável a qualquer área do conhecimento. [...] Analisa-se o assunto fragmentando-o em suas partes constituintes, decompondo elementos mais complexos (assuntos) em conceitos simples (conceitos básicos ou facetadas), e é sintético na medida em que procura sintetizar, condensar, examinar cada uma dessas partes, para, posteriormente, uni-las de acordo com as características do documento que vai ser descrito e representado (TRISTÃO; FACHIN; ALARCON, 2004, p. 165).

Sendo assim, um sistema de classificação da informação se propõe a ordenar e a hierarquizar as informações, organizando por classes e/ou princípios de especialização, facilitando o entendimento e uso. Entre sistemas de classificação da

informação criados estão: *Masterformat*, *Uniclass*, *Unifomat*, EPIC, *Omniclass* e normas técnicas.

Os sistemas de classificação da informação da construção surgem no início do século XX. Em 1920, o Instituto Americano dos Arquitetos desenvolveu o *Standard Filing System and Alphabetical Index*, sistema de indexação alfabética. Posteriormente, em 1963, o Construction Specifications Institute (CSI) e o Construction Specifications Canada (CSC) iniciaram o desenvolvimento do *MasterFormat*. Em 1968, o Royal Institute of British Architects (RIBA) desenvolveu o sistema *Classification Index/SfB* (CI/SfB), que mais tarde, com a necessidade de estabelecimento de um sistema universal, deu origem ao ISO/TR 14177:1994 e, em 1997 foi desenvolvido o sistema *Unified Classification for the Construction Industry* (*UniClass*). O *Electronic Product Information Cooperation* (EPIC) foi desenvolvido por representantes de dez países europeus, e publicada a primeira versão em 1994. O *UniFormat* foi publicado em 1998 e desenvolvido em conjunto pelo CSI e pelo CSC (PEREIRA, 2013b).

A continuação dos trabalhos por parte da comissão que redigiu o ISO/TR 14177:1994 leva à publicação em 2001 da norma internacional ISO 12006-2 “*Building construction -- Organization of information about construction works -- Part 2: Framework for classification of information*”. Esta norma contribuiu para o desenvolvimento dos sistemas de classificação da informação da construção numa perspectiva internacional.

Em harmonização com os princípios do *UniClass* e tendo como base sistemas como: *MasterFormat*, *UniFormat* e EPIC, surge em 2006, o *OmniClass*, desenvolvido pelos Construction Specifications Institute (CSI); Construction Specifications Canada (CSC); e The American Institute of Architects (AIA). O *OmniClass* combinou diversos sistemas de classificação existentes, que tratam de diferentes assuntos relacionados com a construção, em um único sistema. Ele compila e aperfeiçoa as informações existentes nestes outros sistemas, utilizando partes de seus conteúdos. Para organizar serviços, utilizou o *MasterFormat*; o *UniFormat* para os elementos da construção e o EPIC para estruturação dos produtos. A sua semelhança com o *UniClass* é denotada pela organização da informação em facetas, para além de terem utilizado a norma ISO 12006-2 como referência.

A seguir serão abordados os sistemas de classificação existentes

(*Masterformat*, *Uniclass*, *Unifomat*, *EPIC*, *Omniclass* e a Norma ISO 12006) que serviram de base para o sistema de classificação que está sendo produzido no Brasil através da ABNT (NBR 12006-2:2001 e NBR 15965).

4.2.2.1 *MasterFormat*

O sistema de classificação *MasterFormat* é um dos sistemas precursores de classificação de informações, desenvolvido inicialmente em 1963 pelo Construction Specifications Institute (CSI) e Construction Specifications Canada (CSC). A edição do *MasterFormat* 2004 trouxe uma listagem dos “Resultados do trabalho” com mudanças significativas na sua organização, títulos e números, fornecendo assim, a base para a “Tabela 22 - Resultados do trabalho” do *Omniclass* (CSI, 2016a). A edição atual da “Tabela 23 - Produtos” do *Omniclass* abrange produtos utilizados na construção e operação de edifícios, muitos extraídos do *MasterFormat*.

O *MasterFormat* lista os títulos e números de seção para organizar dados sobre os requisitos de construção, produtos e atividades. Ao padronizar essas informações, a comunicação entre arquitetos, empreiteiros e fornecedores torna-se mais fácil (CSI, 2016a).

4.2.2.2 *UniClass*

Unified Classification for the Construction Industry (UniClass) é um sistema de classificação criado em 1997 no Reino Unido. O Construction Industry Project Information Committee (CIPIC), representando as quatro principais organizações patrocinadoras (Construction Confederation, Royal Institute of British Architects, Royal Institution of Chartered Surveyors e Chartered Institution of Building Services Engineers), e o Department of the Environment Construction foram responsáveis por dirigir o projeto, que foi desenvolvido pela *National Building Specification* (DAWOOD, 2001).

O *UniClass* é basicamente um sistema de classificação facetada, no entanto, muitas vezes para classificar itens em detalhe, o sistema hierárquico é parcialmente usado dentro de uma faceta. O sistema prevê o detalhamento de cada faceta através de uma escala decimal, sendo que os códigos do sistema são caracterizados por uma letra maiúscula seguida de um número de dígitos condizente

com o grau de detalhamento (DAWOOD, 2001). O *UniClass* possui 15 tabelas (quadros), cada uma representa uma faceta diferente de informações (Quadro 16).

Quadro 16 - Facetas *UniClass*

FACETAS	
A	Formulário de informações
B	Disciplinas
C	Gestão
D	<i>Facilities</i>
E	Entidades de construção
F	Espaços
G	Elementos para edifícios
H	Elementos para obras de engenharia civil
J	Seções de trabalho para edifícios
K	Seções de trabalho para obras de engenharia civil
L	Produtos de construção
M	Auxiliares de Construção
N	Propriedades e características
P	Materiais
Q	Classificação decimal universal

Fonte: adaptado de DAWOOD, 2001.

As facetas A, B, e C são para resumos gerais relativos ao formulário de informação ou área de gestão. D, E, F, G, H e K são compostas por equipamentos, espaços, elementos e operações para obras civis. L, M, N, P e Q são úteis para classificar informações sobre produtos, materiais e atributos. Este sistema foi um dos pontos de partida para o desenvolvimento do *OmniClass*.

4.2.2.3 *UniFormat*

O sistema de classificação *UniFormat* foi publicado pela primeira vez em 1998 e desenvolvido em conjunto pelo Construction Specifications Institute (CSI) e pelo Construction Specifications Canada (CSC) (CSI, 2016b).

Este sistema fornece um método padrão para organizar informações de

construção em torno das partes físicas de uma edificação, que são caracterizados pela sua função, sem levar em conta os materiais e métodos utilizados para a sua realização.

Segundo o CSI (2016b) o *Uniformat* divide a edificação em sistemas e conjuntos que executam uma função predominante, como: infraestrutura; envoltória; interiores; e serviços, sem definir as soluções técnicas para fornecer essas funções. Isso facilita a realização da estimativa de custos, permitindo melhor avaliação das alternativas de projeto. É organizado em três níveis:

- O nível 1 - compreende os maiores grupos de elementos do edifício;
- O nível 2 - detalha os maiores grupos em grupos menores; e
- O nível 3 - considera cada elemento da edificação individualmente.

O *UniFormat* serve como base para a “Tabela 21 – Elementos” do *OmniClass*, que tem uma importância crescente na gestão de edificações, pois identifica sistemas dentro de uma edificação.

4.2.2.4 EPIC

O *Electronic Product Information Cooperation* (EPIC) é um padrão para o compartilhamento de informações entre bancos de dados de produtos para a construção, desenvolvido por representantes de dez países europeus, e publicado a primeira versão em 1994. Encontra-se na segunda versão, lançada em 1999, e teve como base para a sua estrutura a norma ISO 12006-2:2001. Ele é a base para as seguintes tabelas *OmniClass*: Tabela 23 - Produtos; Tabela 41 - Materiais; e Tabela 49 – Propriedades (*OMNICLASS*, 2006).

4.2.2.5 *OmniClass*

O Sistema de Classificação da Construção *OmniClass* (OCCS) foi projetado para fornecer uma base padronizada para a classificação de informações criadas e utilizadas pelo setor de AECO em todo o ciclo de vida da edificação.

Este sistema caracteriza-se como uma estratégia para a classificação do ambiente construído, sendo utilizado para a organização de formas diferentes de informações, como informações de custo, especificação, e outras informações que são geradas durante o ciclo de vida da edificação. Fornece uma estrutura para base

de dados que aborda desde a organização de bibliotecas de materiais, até a organização sobre o projeto.

O *OmniClass* incorpora como base para suas tabelas outros sistemas de classificação existentes, que descrevem o ambiente construído e processos associados. Ele também se baseia nas normas ISO 12006-2 e ISO 12006-3, que definem métodos de organização da informação associada à edificação, e também promovem uma definição padrão de modelagem de objeto para os conceitos abordados.

O sistema *OmniClass* incorpora algumas das taxionomias²⁸ mais comumente usadas na indústria da construção, tais como: *MasterFormat*, *Unifomat*, *Uniclass* e *EPIC*. Utiliza o *MasterFormat* para classificar os resultados do trabalho, o *Unifomat* para classificar os sistemas e elementos de um edifício, e *EPIC* para os produtos (*OMNICLASS*, 2006).

Possui uma classificação facetada, ou seja, descreve objetos do ambiente construído a partir de vários pontos de vista (material, elemento construtivo etc.). É formado por 15 tabelas hierárquicas (Quadro 17), cada uma representando um aspecto diferente da informação. Elas podem ser utilizadas de forma independente ou em conjunto com informações de outras tabelas para descrever assuntos de maior complexidade. Cada tabela se desenvolve em diversos níveis e cada nível possui uma identificação única.

Quadro 17 – Relação de tabelas do *OmniClass*

Tab.	Descrição	Definição	Exemplos
11	Entidades de construção pela função	São unidades definíveis do ambiente construído composto por elementos e espaços inter-relacionados e caracteriza-se por função	Edificação residencial unifamiliar, hotel, rodoviária
12	Entidades de construção pela forma	São unidades definíveis do ambiente construído composto por elementos e espaços inter-relacionados e caracterizados pela forma	Edifício alto, ponte suspensa, plataforma
13	Espaços pela função	São unidades básicas do ambiente construído delineado por fronteiras físicas ou abstratas e caracteriza-se por função	Cozinha, escritório, estrada
14	Espaços pela forma	São unidades básicas do ambiente construído delineadas por fronteiras físicas ou abstratas e caracterizadas pela forma física	Pátio, alcova

²⁸ Taxonomia pode ser definida como um sistema para organizar, classificar e facilitar o acesso à informação. Funciona como um vocabulário controlado de uma determinada área do conhecimento, servindo como instrumento ou elemento de estrutura para alocar, recuperar e comunicar informações de uma maneira lógica dentro de um sistema (TERRA et al., 2005).

Quadro 17 – Relação de tabelas do *OmniClass* (continuação)

21	Elemento	Parte de entidade da construção que, por si só ou em combinação com outras partes, cumpre uma função predominante da entidade de construção	Pisos estruturais, paredes exteriores, galerias de águas pluviais, escadas, telhado
22	Resultados do trabalho	São resultados alcançados na fase de produção	Carpintaria, impermeabilização
23	Produtos	São componentes ou conjuntos de componentes para incorporação permanente em entidades de construção	Concreto, tijolo comum, porta, janela
31	Fases	Fases do ciclo de vida da edificação	Projetação, construção, uso
32	Serviços	São as atividades, processos e procedimentos relativos às fases do ciclo de vida da edificação	Projetação, licitação, estimativa de custos, construção, manutenção
33	Disciplinas	São as áreas de atuação e especialidades dos atores que realizam os processos e procedimentos que ocorrem durante o ciclo de vida da edificação	Arquitetura, estrutural, MEP
34	Funções organizacionais	São as posições funcionais ocupadas pelos atores que realizam os processos e procedimentos que ocorrem durante o ciclo de vida da edificação	Proprietário, arquiteto, orçamentista, engenheiro estruturalista, gerente facility
35	Ferramentas e equipamentos	São os recursos usados para desenvolver o projeto e construção que não são parte permanente da edificação	<i>Hardware, software</i> , retroescavadeira, guindaste de torre
36	Informações	São dados de referência utilizados durante o processo de criação e manutenção do ambiente construído	Especificações de materiais e equipamentos, leis, manuais
41	Materiais	São substâncias utilizadas na construção ou para a fabricação de produtos e itens utilizados na construção	Areia, arenoso, madeira, vidro, plásticos, rochas
49	Propriedades	São características de entidades de construção	Cor, largura, comprimento, área

Fonte: adaptado *OmniClass*, 2006.

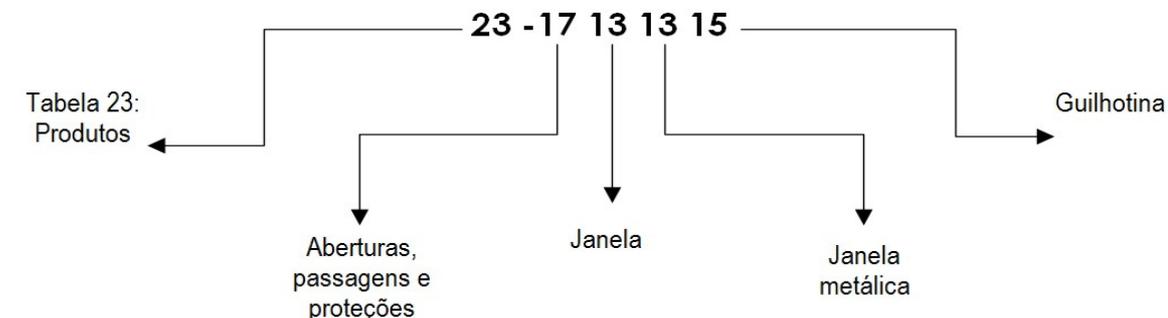
A partir destas tabelas são identificadas as facetas pertinentes a cada grupo de objetos da construção, abrangendo produtos e serviços, e os diversos estágios do processo construtivo. A codificação do objeto se dá pela composição do código da sua situação relativa às facetas pertinentes. Cada grupo de facetas dispõe de dois dígitos identificadores. Um par de dígitos irá designar o número da tabela (ou seja, 11, 12, 13 ... 36, 41, 49). Os pares adicionais de dígitos irão designar cada nível de classificação. Isto irá fornecer 99 espaços de entradas em cada nível.

A profundidade em níveis de classificação é lida da esquerda para a direita, ou seja, o primeiro par de números corresponderá ao nível um, ou nível superior de classificação, o próximo par representa o nível dois, o terceiro par representa o nível três etc.

Todas as tabelas *OmniClass* têm um número que precede o número afixado a cada uma de suas entradas, separadas pelo símbolo traço "-" como um delimitador.

Por exemplo, usando a Tabela 23 - Produtos com o número 17 13 13 15, é apresentado como 23 – 17 13 13 15. A Figura 59 mostra a composição do código de uma janela metálica, tipo guilhotina, classificada como produto.

Figura 59 - Composição do código de uma janela metálica classificada como produto



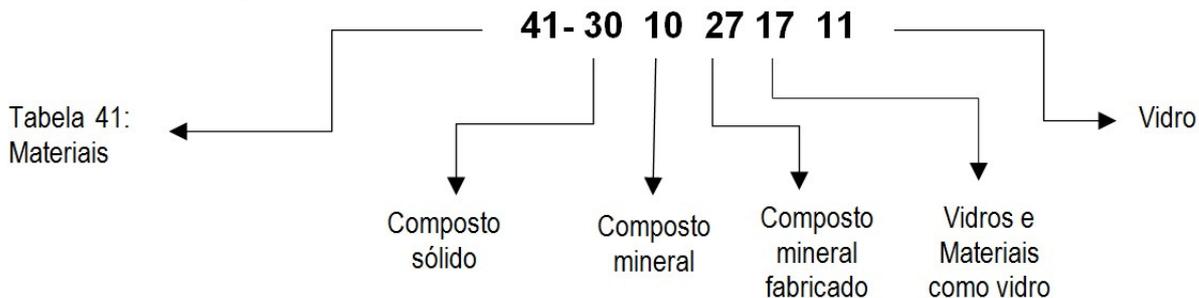
Fonte: elaborado pela autora, 2016.

As tabelas *OmniClass* podem trabalhar em conjunto para refinamento da classificação. Dependendo da complexidade do objeto a ser classificado e do grau de pormenor desejado, um objeto pode ter ocorrências em uma ou mais tabelas. Ocorrências em várias tabelas podem ser combinadas usando símbolos para combinar entradas e criar números de classe para classificação mais detalhada.

O sinal de adição "+" é usado para combinar facetas, seja de dentro da mesma tabela ou entre diferentes tabelas. Por exemplo, pode-se usar a Tabela 23 – Produtos associada à Tabela 41- Materiais para classificar uma janela metálica com vidro (23-17 13 13 15 + 41-30 10 27 17 11).

A Figura 60 mostra a composição do código de classificação por material, que somado ao código da Figura 59 formam a classificação detalhada da janela metálica, tipo guilhotina com vidro.

Figura 60 - Composição do código de classificação por material



Fonte: elaborado pela autora, 2016.

O sinal de barra "/" é utilizado para indicar uma gama de classes consecutivas dentro de uma única tabela que são aplicáveis para a classificação de um objeto. Por exemplo, 22-26 00 00/22-23 00 00 identifica todos os "resultados do trabalho" relacionados com a construção da parte elétrica e HVAC.

Os símbolos "<" e ">" são usados para indicar que um objeto de construção é parte de outro. Por exemplo, 13-21 11 00<11-21 12 00, "estacionamento externo que faz parte de um hospital".

A classificação facetada permite o acesso a um objeto ou atividade a partir de vários pontos: *Qual, Quem, Quando e Por que*. Conforme mostrado no Quadro 18.

Quadro 18 – Exemplos de pontos de vista de acesso a informação

Qual tipo de edificação?	Tabela 11 - Entidades de construção pela função
Qual tipo de espaço?	Tabela 13 - Espaços por função
Qual tipo de sistema MEP?	Tabela 21 - Elementos; Tabela 23 - Produtos
Qual tipo de bomba?	Tabela 23 – Produtos; Tabela 49 - Propriedades
Qual de trabalho é necessário?	Tabela 32- Serviços
Quem faz o trabalho?	Tabela 33 - Disciplinas; Tabela 34 - Funções organizacionais
Quando é realizado o trabalho?	Tabela 31 - Fases de projeto (IFC); Tabela 32 – Serviços (fases de construção)
Quais informações ou ferramentas são necessárias?	Tabela 36 – Informações; Tabela 35 – Ferramentas e equipamentos
Por que isso é uma informação importante para uma atividade de projeto?	Tabela 32 - Serviços

Fonte: elaborado pela autora, 2016.

O objetivo principal da numeração é fornecer um “mapa mental” para localização de um objeto dentro de um conjunto de tabelas de classificação, facilitando a comunicação sobre as entradas junto aos usuários, e rapidamente deixar claro o nível hierárquico e localização de qualquer entrada.

4.2.2.6 Normas internacionais

A International Organization for Standardization (ISO) é uma organização internacional independente, não-governamental que desenvolve normas internacionais. Foi fundada em 1947 e abrange membros de 163 países. As normas dão especificações de classe mundial para produtos, serviços e sistemas, garantindo a qualidade, segurança e eficiência (ISO, 2016c).

O trabalho de preparação de Normas Internacionais é normalmente realizado através de comitês técnicos da ISO. Dentro da estrutura ISO, o comitê TC 59 – *Building Construction* é responsável pela organização das informações sobre obras de construção civil, e o Subcomitê SC 13 é responsável pela organização da informação no processo construtivo: projeto, produção, manutenção e demolição.

a) ISO/TR 14177:1994 Classificação da Informação na Indústria da Construção

Este relatório técnico teve como finalidade fornecer as diretrizes para a melhoria do fluxo de informação em todo o processo produtivo, assim como estabelecer um método para a organização da informação. Define tabelas para classificação das informações que estão ligadas a construção.

Os recursos utilizados no processo construtivo podem ser separados em informação e recursos físicos (produtos de construção; recursos complementares; e recursos humanos).

Este relatório apresenta os resultados do processo construtivo de acordo com a seguinte estrutura: edificação (estrutura física, composta por espaços servindo de abrigo para pessoas ou equipamentos); espaços (áreas ou volumes que se caracterizam de acordo com a sua função); e componentes físicos (parte física da edificação com uma função característica definida).

Propõe uma classificação de tabelas e classes, partindo de uma análise entre os intervenientes do processo construtivo e os seus relacionamentos. Nesta classificação, é proposto fazer a ligação entre seis variáveis, sendo elas: instalações, espaços, elementos, serviços de construção, produtos de construção e recursos complementares. É definido o processo de construção, os agentes e documentos, que intervêm em todo o ciclo de vida do empreendimento, assim como uma visão abrangente da informação na construção. Os processos e os

relacionamentos entre os diversos tipos de informação são bem definidos através de modelos gráficos.

A continuação dos trabalhos por parte da comissão que redigiu o ISO/TR 14177:1994 leva à publicação em 2001 da norma internacional ISO 12006-2.

b) ISO 12006– 2:2001 - Organization of Information about Construction Works – Part 2: Framework for Classification of Information

A norma ISO 12006 (Organização de informações sobre obras de construção) consiste nas seguintes partes: Parte 2: Estrutura para a classificação e Parte 3: Estrutura para a informação orientada a objeto.

A parte 2 da ISO 12006 foi produzida pela primeira vez em 2001, quando havia pouca normatização internacional dos sistemas de classificação para a construção. Em 2015 foi atualizada, ampliada e foram aperfeiçoadas as definições para melhor servir todos os setores da construção. Foi traduzida para o português, ABNT-NBR-ISO-12006-2:2010, como “Construção de edificação: Organização de informação da construção - Parte 2: Estrutura para classificação de informação” (ver item 4.2.2.7).

Esta parte da ISO 12006 se destina a facilitar o intercâmbio de informações entre os participantes e aplicações ao longo do ciclo de vida da edificação. Define uma estrutura para o desenvolvimento de sistemas de classificação do ambiente construído. Fornece uma estrutura básica de informações sobre a construção, agrupando-as em quatro categorias principais que compõem o modelo de processo: *resultado da construção, processo da construção, recurso de construção e propriedade dos produtos e materiais*.

Identifica um conjunto de títulos recomendados para as classes de acordo com visões particulares, por exemplo, pela forma ou função, apoiado por definições. Identifica classes para a organização da informação e mostra como as classes de objetos classificados em cada tabela estão relacionadas. Lista as tabelas que são recomendadas para serem desenvolvidas e usadas de acordo com princípios de especialização e aplica-se a todo o ciclo de vida da edificação.

A segunda edição, 2015, cancela e substitui a primeira edição (ISO 12006-2: 2001), a qual foi tecnicamente revisada. O conteúdo técnico desta norma é igual à

norma brasileira ABNT NBR 12006-2:2010, então o mesmo é abordado mais detalhadamente no item 4.2.2.7.

c) ISO 12006-3:2007 - *Organization of Information about Construction Works – Part 3: Framework for Object-oriented Information*

A ISO 12006-3 foi produzida em 2007 e fornece uma estrutura para a informação orientada a objeto. Ou seja, consiste na especificação de um modelo de taxonomia, que fornece a capacidade de definir conceitos por meio de propriedades, grupo e relacionamentos. O conjunto de propriedades associadas a um objeto fornece a definição formal do objeto, bem como o seu comportamento típico.

A abordagem "orientada a objeto" descreve as características das coisas sem transmitir uma preferência de agrupamento ou ordem hierárquica. Na abordagem orientada a objetos, o objeto é central, atuando como uma base para características ou propriedades que o descrevem (OMNICLASS, 2006, p. 5, tradução nossa²⁹).

Os objetos são divididos em disciplinas, atividades, atores, unidades, valores e medidas com as unidades e propriedades. Os relacionamentos fornecem um mecanismo de associação entre objetos, e são divididos em associação, grupo, especialização, composição, envolvimento, propriedade e sequenciamento. As propriedades são entidades que fornecem o contexto para os dados armazenados e são diferenciadas de acordo com o tipo de dados.

4.2.2.7 Normas Nacionais

Com a adoção da tecnologia BIM pelas empresas do setor de construção, fez-se necessário um processo de criação de um sistema de classificação nacional que desse suporte à indústria, de maneira a consolidar a tecnologia para o setor, dentro de parâmetros eficazes, seguros e de fácil aplicação.

Diante disso, a ABNT, através do Foro Nacional de Normalização, estabeleceu a Comissão de Estudo Especial em Modelagem da Informação da Construção – ABNT/CEE 134, formada por representantes do setor AECO, como:

²⁹ No original: "The "object-oriented" approach describes the characteristics of things without imparting a grouping preference or hierarchical order. In the object-oriented approach, the object is central, acting as a basis for characteristics or properties that describe it." (OMNICLASS, 2006, p. 5).

fornecedores, consumidores e neutros (universidades); e, a partir desta comissão foram elaboradas duas normas:

- ABNT NBR 12006-2:2010³⁰: Construção de edificação – Organização de informação da construção - Parte 2: Estrutura para classificação de informação;
- ABNT NBR 15965: Sistema de classificação da informação da construção (constituída de sete partes).

a) ABNT NBR 12006-2:2010

Para que o sistema de classificação da informação da construção atendesse de forma satisfatória, fez-se necessária a análise da estrutura que melhor servisse aos interesses da indústria da construção brasileira, levando-se em conta suas particularidades regionais. Também foram observados os padrões adotados internacionalmente – ISO/PAS 12006-2 e outros –, visando caminhar em direção ao estabelecimento de padrões usuais, além de aprofundar experiências mais sedimentadas.

A norma NBR 12006-2:2010 aplica-se em todo o ciclo de vida da edificação; identifica classes para a organização da informação e indica como estas classes se relacionam; e lista as tabelas que são recomendadas para serem desenvolvidas e usadas para classificar os membros de cada classe de acordo com visões específicas ou princípios de especialização, fornecendo exemplos de entradas que possam ocorrer nestas tabelas. É baseada no seguinte modelo de processo: recursos da construção são usados em processos da construção, cujos produtos são resultados da construção. Os termos usados têm as definições no Quadro 19.

³⁰ Esta norma é idêntica, em conteúdo técnico, à ISO 12006-2:2001, que foi elaborada pelo *Technical Committee Building Construction, Subcommittee Organization of Information About Construction Works*, conforme ISO/IEC Guide 21-1:2005.

Quadro 19 – Termos da norma ABNT NBR 12006-2:2010: definições e exemplos

TERMO	DEFINIÇÃO	EXEMPLO
Objeto	Qualquer parte do mundo perceptível ou concebível	-
Objeto da construção	Objeto relevante para a indústria da construção	-
Resultado da construção	Objeto da construção que é formado como resultado de processos e que utiliza recursos da construção	Prédio de escritórios, barra de aço montada, sistema de ventilação
Unidade da construção	Resultado da construção, material e independente, servindo a pelo menos uma atividade do usuário	Prédio, ponte, estrada, ciclovia, represa
Complexo de construções	Duas ou mais unidades de construção que, de forma coletiva, servem a uma ou mais atividades do usuário	Aeroporto, porto, centro empresarial ou comercial
Parte de unidade de construção	Parte material sólida de uma unidade de construção, com limites fisicamente delineados	Parede, porta, cobertura, pilar de ponte
Elemento	Parte de unidade de construção que, por si só ou em combinação com outras destas partes, desempenha uma função predominante da unidade de construção	Parede externa, piso, cobertura, fundação, coluna
Resultado de serviço da construção	Resultado da construção obtido na etapa de produção ou através de processos subsequentes de alteração, manutenção ou demolição	Armadura para concreto (instalada), alvenaria (assentada), andaime (montado)
Elemento projetado	Elemento para o qual resultado de serviços de construção tenha sido definido	Parede de placas de gesso fixadas em travessas de madeira
Espaço	Resultado da construção, material e tridimensional, contido em, ou associado a, edifício ou outra unidade de edificação	Sala, corredor, átrio, praça, via pública, piscina
Processo da construção	Processo que transforma recursos da construção em resultados da construção	Projeto, produção, manutenção e demolição
Processo de gestão	Processo da construção com a finalidade de planejar, administrar ou avaliar	-
Processo construtivo	Processo da construção predominante num resultado de serviço de construção	Montagem de andaimes, instalação de armadura para concreto
Etapa do ciclo de vida de unidade de construção	Período de tempo no ciclo de vida de uma unidade de construção identificado pelo caráter geral dos processos construtivos que nele ocorrem	Incepção / projeto, produção, uso / manutenção, descomissionamento e demolição
Etapa de empreendimento	Período de tempo na duração de um empreendimento da construção identificado pelo caráter geral dos processos da construção que nele ocorrem	Inspeção, viabilidade, projeto preliminar e estimativa de custos, detalhamento do projeto, orçamento, quantitativos, construção
Recurso da construção	Objeto da construção usado em um processo da construção para obtenção de resultado da construção	-
Produto de construção	Recurso da construção material feito para incorporação permanente em um edifício	Porta, janela, tijolo, fiação elétrica, tubos, tinta
Meio de construção	Recurso da construção material que não tem como objetivo a incorporação permanente em uma edificação	Andaime, fôrmas, máquinas, ferramentas, energia, <i>software</i>
Agente da construção	Pessoa participante de um processo da construção	Pedreiro, gesseiro, arquiteto
Informação da construção	Informação usada para suportar processos da construção	Especificações, desenhos, textos

Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 12006-2:2010.

Para melhor entendimento, mostra-se a aplicação dos termos do Quadro 20. Durante a etapa de construção, o **processo** é a produção de uma **unidade de construção**; os **recursos** são tijolos, concreto, pedreiros etc.; o **resultado** é a unidade de construção produzida. Já na etapa de projeto, o **processo** é a projeção; os **recursos** são as diretrizes de projeto, programas, projetistas etc.; e o **resultado** é a edificação projetada. Na manutenção, o **processo** é a manutenção da edificação; os **recursos** são peças de reposição, mão de obra etc.; e o **resultado** é a edificação conservada.

A **informação da construção** inclui tanto informação de referência genérica quanto informação do empreendimento, tais como: especificações, desenhos etc.

As classes que cobrem todos os aspectos de interesse significativo são:

- **Resultado da construção:** unidade de construção; complexo de construção; espaço; parte de unidade de construção (elemento; elemento projetado; e resultado de serviço de construção);
- **Processo da construção:** processo de gestão e processo construtivo (etapa do ciclo de vida; e etapa do empreendimento);
- **Recurso da construção:** produto de construção; apoio à construção; agente da construção; e informação da construção; e
- **Propriedade/característica**

O relacionamento entre as classes dos objetos construtivos ordenam o ambiente construído com terminologias de modo que sejam acessadas por todos os agentes da cadeia de produção. Essa padronização de nomenclatura é a base para a organização e o gerenciamento das informações.

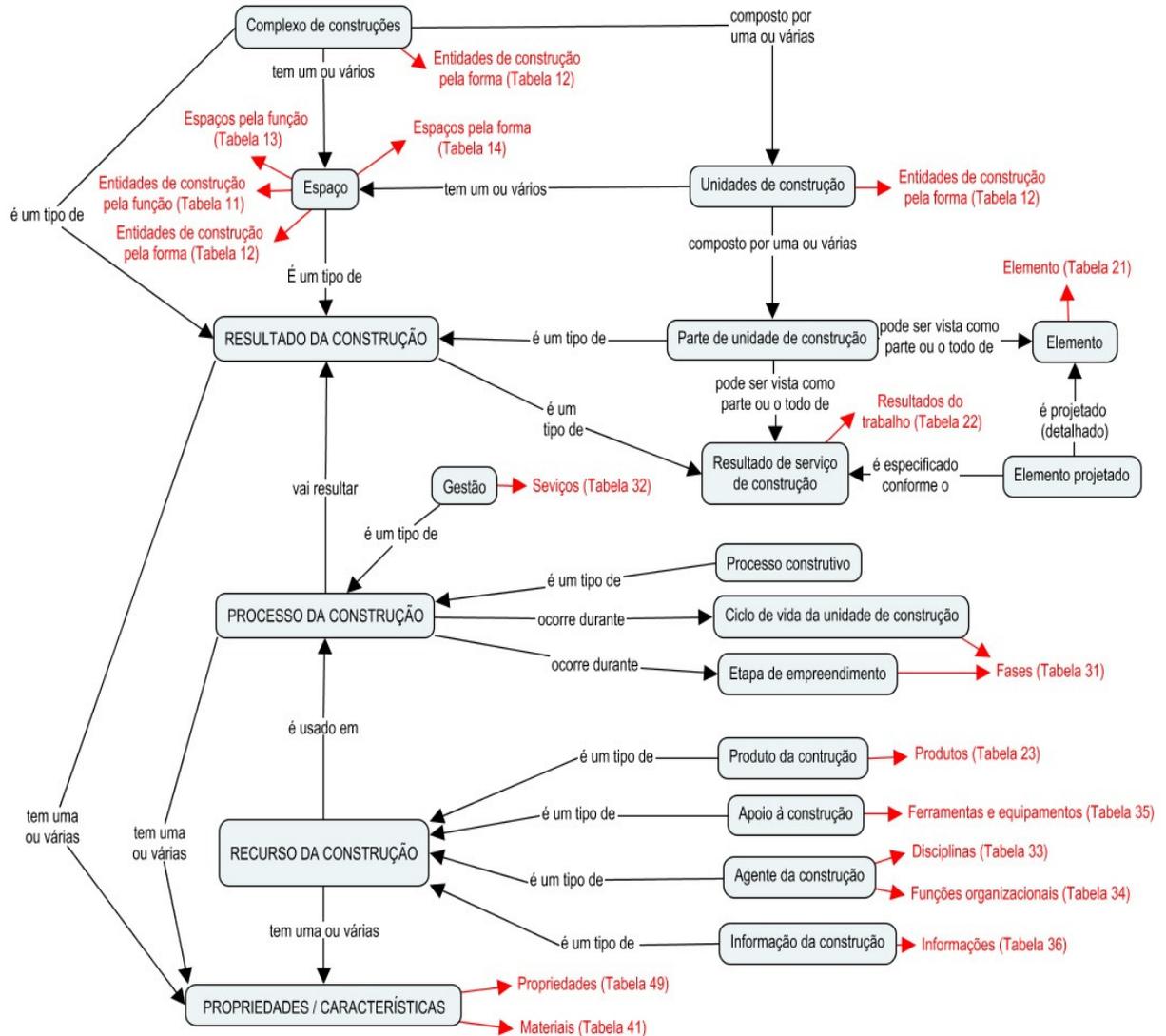
A Figura 61 mostra através de um mapa conceitual como as classes se relacionam, evidenciando as classes e relacionando-as ao resultado, ao processo e ao recurso da construção. Também associa as tabelas do sistema de classificação *OmniClass* (em vermelho) que estão relacionadas com as classes da NBR 12006-2:2010 (retângulos em azul).

Cada classe de objetos pode ser dividida em subclasses por um princípio de especialização. Esta norma mostra um quadro de princípios de especialização que se aplicam a cada classe importante, para gerar as tabelas³¹ de classificação

³¹ As tabelas devem apresentar apenas dados numéricos. Porém as mencionadas nestas normas possuem forma discursiva de apresentar informações, então são quadros. Entretanto para facilitar a abordagem neste trabalho, os mesmos foram chamados de tabelas.

recomendadas.

Figura 61 – Classes da NBR 12006-2:2010 e tabelas do Omniclass



Fonte: Adaptado ABNT NBR 12006-2:2010; *OmniClass*, 2006.

b) ABNT NBR 15965-1:2011 - Terminologia e estrutura (publicada)

A norma ABNT NBR ISO 15965: Sistema de classificação da informação da construção foi planejada para ser desenvolvida e publicada em sete partes. A primeira parte é a ABNT NBR ISO 15965-1:2011 que define a terminologia, os princípios do sistema de classificação e os grupos de classificação para o planejamento, projeção, gerenciamento, construção, operação e manutenção de empreendimentos da construção civil. Aplica-se à elaboração de outras normas que porventura venham a reger e aplicar conceitos pertinentes à Modelagem da

Informação da Construção e apresenta uma proposta de sistema de classificação que indica tabelas que, seguindo um padrão de referência de classes e princípios de especialização, ordenam e operacionalizam o referido sistema.

O Quadro 20 mostra os termos usados nesta norma e suas definições.

Quadro 20 – Termos da norma ABNT NBR 15965-1:2011: definições e exemplos

TERMO	DEFINIÇÃO
Objeto da construção	Ver Quadro 19 – Termos da norma ABNT NBR 12006-2:2010
Processo da construção	
Recurso da construção	
Resultado da construção	
Unidade da construção	
Informação da construção	
Resultado de serviço de construção	
Espaço	
Material	Insumo para construção não formado como unidade distinta
Propriedade	Característica dos componentes da construção, sempre referenciada a esses componentes
Fase	Organizador das sequências de trabalho de acordo com uma ordenação de tópicos predeterminada
Serviço	Atividade, processo, procedimento, e todas as funções que ocorrerem relacionadas com o ciclo de vida do empreendimento
Disciplina	Área de atuação e especialidade dos agentes inseridos nos processos e procedimentos desenvolvidos ao longo do ciclo de vida do empreendimento
Função	Posição técnica ocupada pelos agentes, individualmente ou em equipes, que conduzem os processos e procedimentos desenvolvidos ao longo do ciclo de vida do empreendimento
Equipamento	Ferramenta para desenvolvimento de tarefas relacionadas diretamente ao projeto, à construção, à operação e/ou manutenção, sem que seja parte efetiva do processo, mas necessária ao desenvolvimento dos processos e procedimentos do ciclo de vida do empreendimento
Produto	Componente ou conjunto de componentes para incorporação permanente em unidades de construção
Elemento	Parte da construção que, individualmente ou combinada com outras partes, exerce uma função predominante no ciclo de vida do empreendimento

Fonte: adaptado da norma ABNT NBR 15965-1:2011.

O setor de AECO necessita de um sistema normatizado de classificação que possa embasar os projetos dos empreendimentos, com os seguintes objetivos: estabelecer terminologias e parâmetros unificados e aplicados em todo setor; ampliar a cooperação e comunicação entre os agentes envolvidos; facilitar a interoperabilidade entre os sistemas utilizados; aumentar a produtividade e

qualidade; e facilitar a gestão e operação da construção.

O princípio do sistema de classificação foi criado a partir do esquema organizacional da ABNT NBR ISO 12006-2:2010 que apresenta as classes e as relações entre elas. Foi elaborado um quadro de classes que agrupa os princípios de especialização de cada grupo (Quadro 21), onde, na primeira coluna apresenta-se o identificador do grupo; na segunda o princípio de especialização (tema); a terceira apresenta a que se refere cada tema (assunto); a quarta, a letra identificadora do assunto; e a quinta a classificação final.

Quadro 21 – Estrutura das classes

Identificador de grupo	Tema	Assunto	Identificador do assunto	Classificação
0	Característica dos objetos	Materiais	M	0M
		Propriedades	P	0P
1	Processos	Fases	F	1F
		Serviços	S	1S
		Disciplinas	D	1D
2	Recursos	Funções	N	2N
		Equipamentos	Q	2Q
		Componentes	C	2C
3	Resultados da construção	Elementos	E	3E
		Construção	R	3R
4	Unidades e espaços da construção	Unidades	U	4U
		Espaços	A	4A
5	Informação da construção	Informação	I	5I

Fonte: ABNT NBR 15965-1, 2011.

A estrutura do sistema de classificação é proposta através de uma organização de códigos para itemização dos grupos, componentes, etapas, funções, tipos e subtipos do sistema proposto. A nomenclatura dos componentes não se repete, facilitando sua identificação.

O Quadro 22 mostra a estrutura de identificadores.

Quadro 22 – Estrutura de identificadores da norma 15965-1:2011

Tabela	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6
0M	00	00	00	00	00	00
0P	01	01	01	01	01	01
	02	02	02	02	02	02
1F	Até	Até	Até	Até	Até	Até
1S						
1D						
2N						
2Q						
2C						
3E						
3R						
4U						
4A						
5I	99	99	99	99	99	99

Fonte: ABNT NBR ISO 15965-1, 2011.

A proposta da estrutura física do sistema de classificação se apresenta conforme exemplo no Quadro 23.

Quadro 23 – Proposta de classificação baseada na norma 15965-1:2011

Código	Termo
2C.30.00	Aberturas, passagens e proteções
2C.30.20.00	Janelas
2C.30.20.11	Componentes de janelas
2C.30.20.11.11	Perfis para janelas
2C.30.20.11.14	Caixilhos e peitoris para janelas
2C.30.20.11.17	Venezianas
2C.30.20.14	Janelas por tipo de material

Fonte: ABNT NBR 15965-1, 2011.

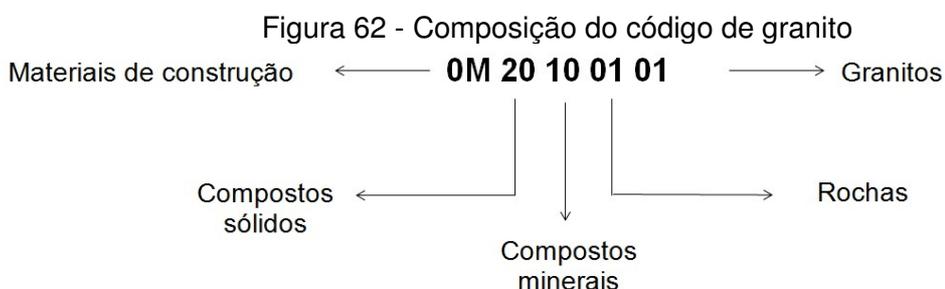
Ou seja, no exemplo do Quadro 24, o código (2C.30.00) é para aberturas, passagens e proteções. A especificação geral do elemento janela é (2C.30.20.00); para os seus componentes (2C.30.20.11); para as especificações complementares: perfis (2C.30.20.11.11), caixilhos e peitoril (2C.30.20.11.14), e forma de abertura (2C.30.20.11.17). E por fim o tipo de material da janela (2C.30.20.14).

c) ABNT NBR 15965-2:2012 - Características dos Objetos (publicada)

Esta parte da norma tem por objetivo apresentar a estrutura de classificação que define as características dos objetos da construção para aplicação no BIM, servindo para nortear métodos de avaliação, escopos de trabalho, padrões técnicos e outros parâmetros que envolvam o BIM. Apresenta as classificações do Grupo Zero que trata das características dos objetos da construção:

- Classificação 0M – Materiais de construção
- Classificação 0P – Propriedades da construção.

A Figura 62 exemplifica a classificação de granitos feita com a tabela classificação 0M – Materiais de construção.



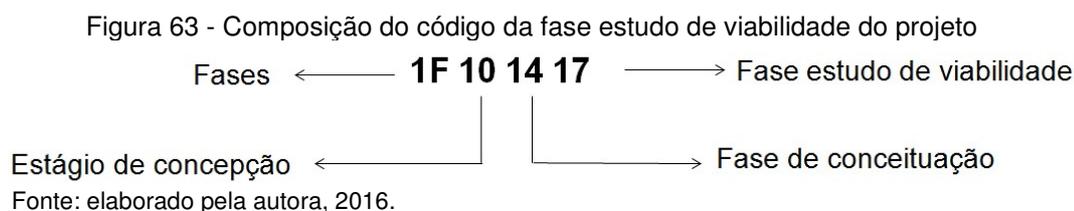
Fonte: elaborado pela autora, 2016.

d) ABNT NBR 15965-3:2014 - Processos da Construção Civil (publicada)

Esta parte da norma descreve os processos da construção apresentados em três tabelas: 1F – Fases; 1S – Serviços; e 1D – Disciplinas.

As fases do ciclo de vida costumam ser representadas por dois termos: estágio e fase. O primeiro é uma caracterização dos principais segmentos de um projeto (concepção, detalhamento do projeto etc.). Já o segundo termo é uma parte do trabalho que resulta do sequenciamento de tarefas de acordo com uma parte predefinida do estágio. Serviços são as atividades e os processos que ocorrem

durante o ciclo de vida da edificação (Ex.: projeto, licitação, construção etc.). Disciplinas são as áreas de práticas e especialização dos diversos participantes que realizam os processos e procedimentos que ocorrem durante o ciclo de vida de uma edificação (Ex.: arquitetura, engenharia mecânica etc.). A Figura 63 exemplifica a classificação da fase estudo de viabilidade feita com a Tabela 1F – Fases.

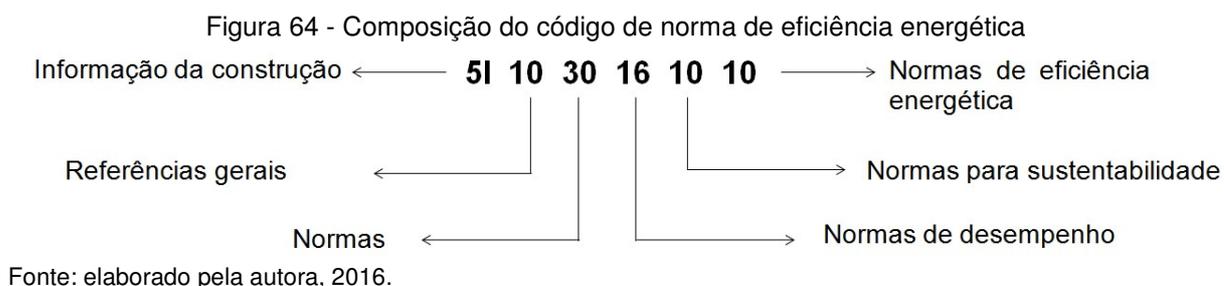


As partes: ABNT NBR 15965-4 - Recursos da Construção; ABNT NBR 15965-5 - Resultados da Construção; e ABNT NBR 15965-6 - Unidades da Construção, ainda não foram publicadas.

e) ABNT NBR 15965-7:2015 - Informação da Construção (publicada)

Esta parte da norma descreve as informações da construção que são apresentadas na Tabela 5I – Informações, onde é apresentada uma classificação de tipos e formas de informações que podem ser criadas, acessadas, usadas e trocadas durante o ciclo de vida da edificação. Exemplos de informações: códigos de obras, desenhos, especificações de projetos, catálogos, guias e manuais de operação e manutenção.

A Figura 64 exemplifica a classificação da norma de eficiência energética feita com a Tabela 5I – Informação da construção.



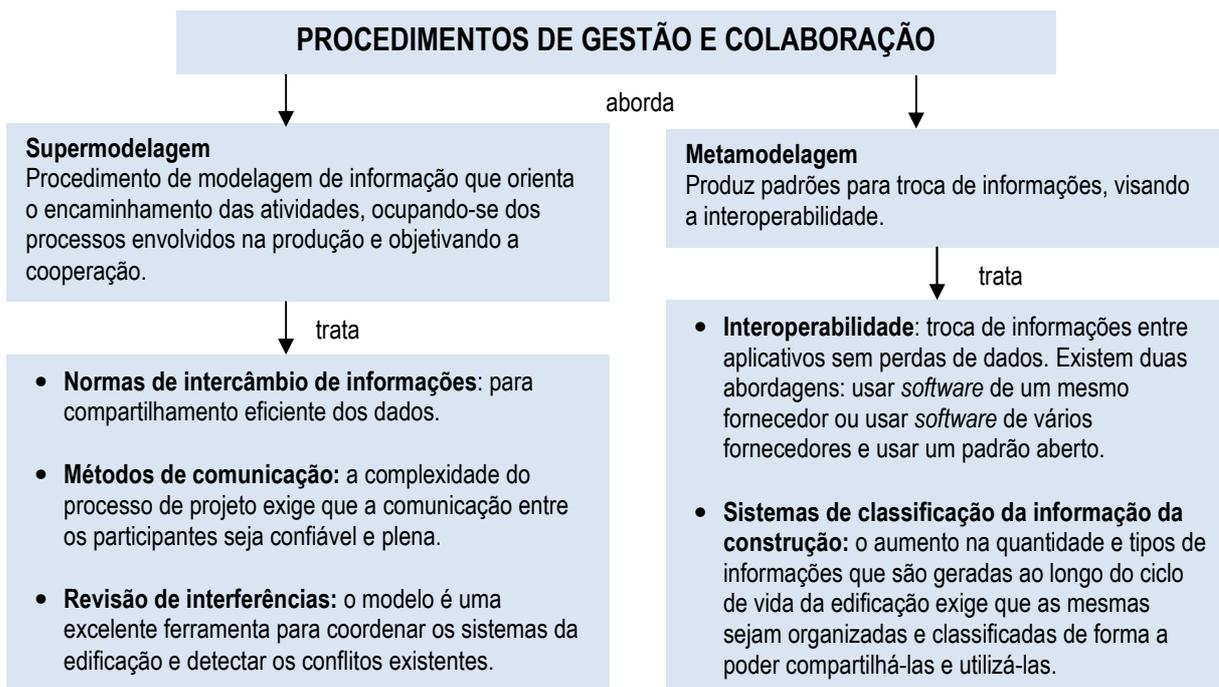
O aumento na quantidade e tipos de informações geradas nos processos e

atividades no setor de AECO exige um padrão organizacional que possa abordar o escopo completo da informação em todo o ciclo de vida da edificação. Quando isso não existe, surge uma grande dificuldade na comunicação entre sistemas diferentes. A existência de um sistema normatizado de classificação auxilia a organização dos processos do setor.

Embora a norma brasileira ainda não esteja totalmente desenvolvida, acredita-se que os resultados da aplicação da mesma irão contribuir para a melhor compreensão dos processos e procedimentos no setor de AECO e, certamente, propiciar melhores condições para atingir, no futuro, os seguintes objetivos: estabelecer terminologias e parâmetros unificados e aplicados em todo setor AECO; ampliar a cooperação e comunicação entre os agentes envolvidos; facilitar a interoperabilidade entre os sistemas utilizados; aumentar a produtividade e qualidade; e facilitar a gestão e operação da construção.

Depois de abordado o conjunto de diretrizes para implantação do BIM, tais como: objetivos; usos; infraestrutura; modelos de processos; modelagem; micromodelagem; supermodelagem e metamodelagem (Figura 65) serão apresentados, no próximo capítulo, os dados coletados da SUMAI, representando o desenho do estado atual (modelo “*as-is*”) do processo de projeto no órgão.

Figura 65 – Diretrizes para implantar BIM: procedimentos de colaboração e gestão



Fonte: elaborada pela autora, 2017.

5 MODELO “AS-IS” DA SUMAI

Esta pesquisa envolveu as principais etapas de *Design Science Research*: identificar um problema prático e com potencial para contribuição teórica; obter o entendimento deste problema; propor uma solução; e avaliar a solução proposta.

Depois da primeira etapa, identificação e compreensão do objeto de estudo, foi feita a análise e o diagnóstico do mesmo e do contexto no qual se estabelece, a fim de buscar entender as causas do problema e evidenciar as inter-relações existentes, através do estudo de caso único.

Esta etapa de análise e diagnóstico teve como objetivo investigar como a Instituição desenvolve atualmente os projetos das suas edificações, identificando os entraves existentes no processo de projeto. Foi feita a coleta de dados através das seguintes fontes de evidências: entrevista, observação direta e documentos. O Quadro 24 mostra as fontes usadas.

Quadro 24 – Fontes de evidências

ENTREVISTA	<ul style="list-style-type: none"> • Coordenadora de planejamento, projetos e obras • Chefe do núcleo de projetos • Arquiteto do núcleo de projetos • Arquiteta do núcleo de projetos
DOCUMENTOS OFICIAIS	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos com os procedimentos operacionais do órgão; • Arquivo padrão (AutoCAD) com definições de representação gráfica do órgão; • Escopo elaborativo de projetos; • Termo de referencia para processo licitatório para contratação de empresa para elaboração de projetos básicos e executivos de arquitetura e engenharia para os edifícios dos laboratórios da faculdade de odontologia da UFBA; • Documentos do projeto do PAF IV: arquivos (AutoCAD) do projeto, especificação, planilha com pré-dimensionamento, orçamento, fotos do entorno e do terreno onde foi implantado a edificação e edital de licitação para execução da obra.

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

O protocolo de entrevista foi aplicado, os documentos foram analisados e foi feita observação direta para a obtenção e convergência dos dados mostrados a seguir.

5.1 INFRAESTRUTURA

- *Hardware*: a Coordenação de Projetos, Patrimônio Imobiliário e Obras (CPPO) possui 24 computadores distribuídos em seus núcleos com as configurações descritas no Quadro 25.

Quadro 25 – Distribuição dos computadores na CPPO

SETOR	CONFIGURAÇÃO (processador, clock e memória RAM)	QUANTIDADE
Coordenação	i7 - 4770 / 3.40 GHZ / 8 Gb de RAM	1
Núcleo de Planejamento, Projetos e Patrimônio Imobiliário (NPPPI)	i7 - 6700 / 3.40 GHZ / 16 Gb de RAM	2
	i7 - 4770 / 3.40 GHZ / 8 Gb de RAM	9
	i7 - 870 / 2.93 GHZ / 8 Gb de RAM	2
	i7 - 6500 / 3.20 GHZ / 8 Gb de RAM	2
	Athlon 7800 B / 3.5 GHZ / 8 Gb de RAM	1
Núcleo de Obras (NO)	i7 - 4770 / 3.40 GHZ / 8 Gb de RAM	2
	i7 - 870 / 2.93 GHZ / 8 Gb de RAM	2
	i7 - 6500 / 3.20 GHZ / 8 Gb de RAM	1
	Athlon 328 / 3.4 GHZ / 4 Gb de RAM	2

Fonte: elaborado pela autora a partir de dados fornecidos pela SUMAI, 2017.

- *Software*: utiliza o AutoCAD para desenvolvimento dos projetos e estão utilizando o Revit para modelar o primeiro projeto.

- Mão de obra: a Coordenação de Projetos, Patrimônio Imobiliário e Obras possui 34 funcionários distribuídos em seus núcleos, conforme Quadro 26.

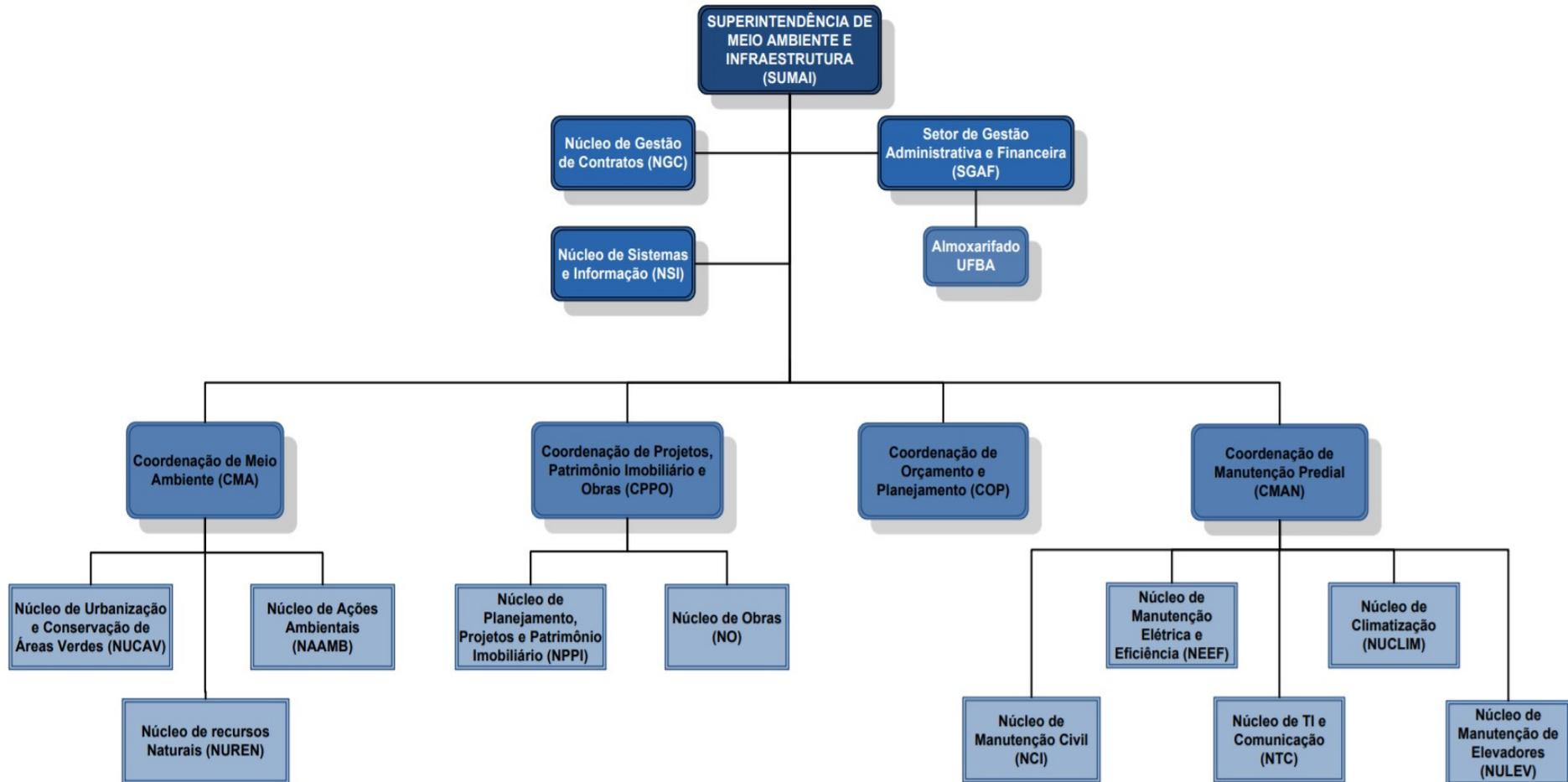
Quadro 26 – Distribuição dos funcionários na CPPO

SETOR	PROFISSÃO	QUANTIDADE
Coordenador	Arquiteto	1
Núcleo de Planejamento, Projetos e Patrimônio Imobiliário (NPPPI)	Arquiteto	15
	Engenheiro eletricista	9
	Engenheiro mecânico	1
	Técnico em telecomunicações	1
	Desenhista	1
Núcleo de Obras (NO)	Arquiteto	2
	Engenheiro civil	3
	Secretária administrativa	1

Fonte: elaborado pela autora a partir de dados fornecidos pela SUMAI, 2017.

O organograma da SUMAI está ilustrado na Figura 66.

Figura 66 – Organograma da SUMAI



Fonte: SUMAI, 2017.

5.2 PROCESSO DE PROJETO

Atualmente a SUMAI desenvolve internamente os projetos até a fase de anteprojeto, e posteriormente, contrata uma empresa através de licitação para a realização dos projetos básicos e executivos.

O processo de projeto se inicia com o envio de um ofício do diretor da unidade solicitante para o superintendente da SUMAI, detalhando a demanda da edificação, com indicação do local da construção e os recursos disponíveis. O superintendente SUMAI avalia a demanda da unidade e se aprovada, dá seguimento ao processo.

As fases da projeção estão divididas em: programa de necessidades; estudo preliminar; anteprojeto; licitação de projetos; acompanhamento técnico do desenvolvimento dos projetos básicos e executivos. Outras duas fases acontecem no órgão devido à incompletude projetual: a fase de suporte técnico a obra e avaliação, que visa esclarecer dúvidas e/ou dar soluções não previstas no projeto, implicando em alterações/complementações projetuais; e a fase de encaminhamento de aditivo, se houver necessidade de acréscimo de prazo e valor dos contratos.

5.2.1 Programa de necessidades

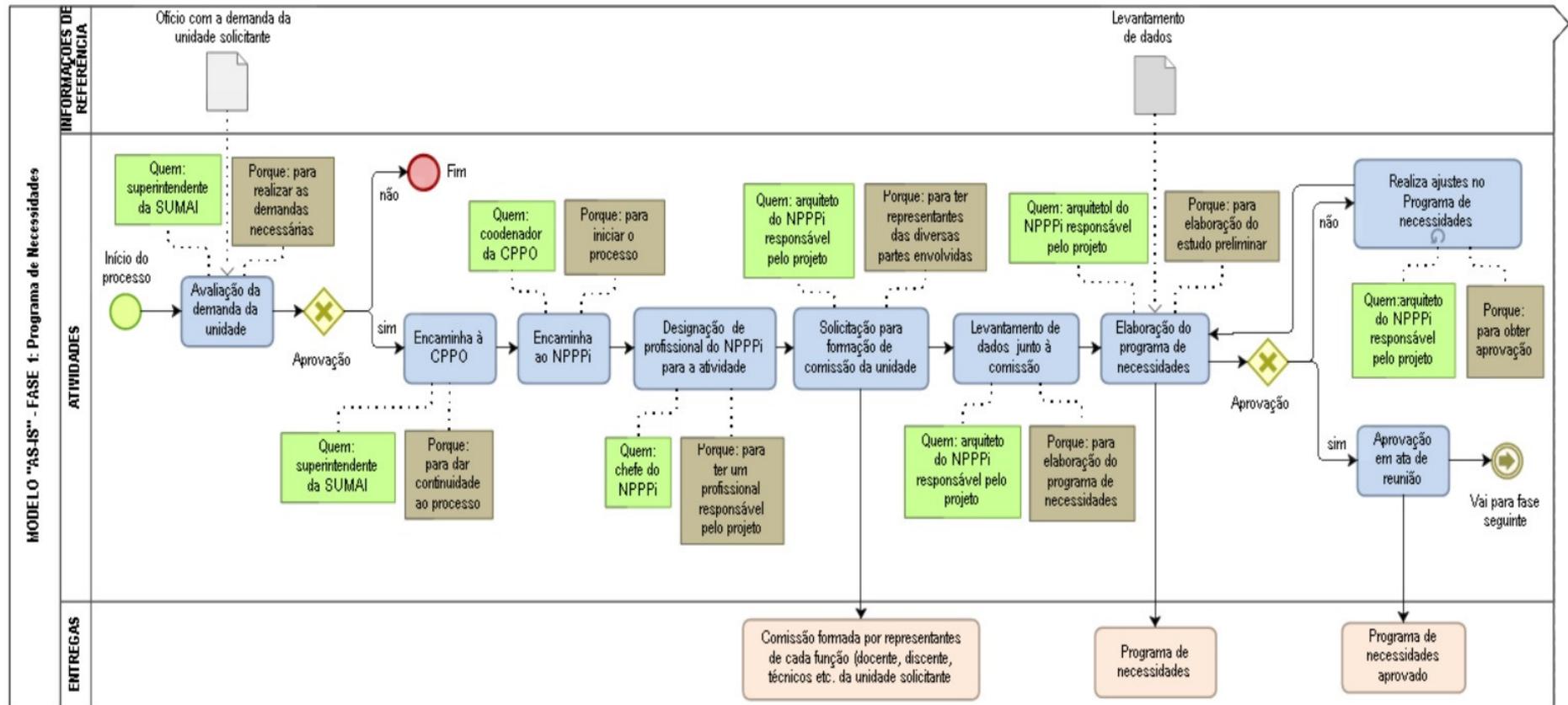
O programa de necessidades indica as demandas a serem atendidas pelo projeto, sendo definido pelas seguintes atividades:

- O diretor da unidade solicitante envia ofício ao superintendente da SUMAI detalhando a demanda da edificação;
- O superintendente SUMAI avalia a demanda da unidade e, se aprovada, encaminha à CPPO;
- O Coordenador da CPPO encaminha a demanda para o chefe do Núcleo de Planejamento, Projetos e Patrimônio Imobiliário (NPPPi) da SUMAI;
- O chefe do NPPPi, designa um dos profissionais do núcleo para a atividade;
- O profissional designado pede à unidade a formação de uma comissão composta por docentes, técnico-administrativos e discentes para acompanhar o desenvolvimento do projeto e a sua posterior aprovação. Este

profissional faz o levantamento dos dados junto à comissão para elaboração do programa de necessidades;

- O profissional do NPPPi elabora o programa que é submetido à comissão para avaliação e aprovação, sendo modificado até a obtenção da aprovação. A Figura 67 mapeia os processos do programa de necessidades.

Figura 67 – Mapa de processo do programa de necessidades



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados fornecidos pela SUMAI, 2017.

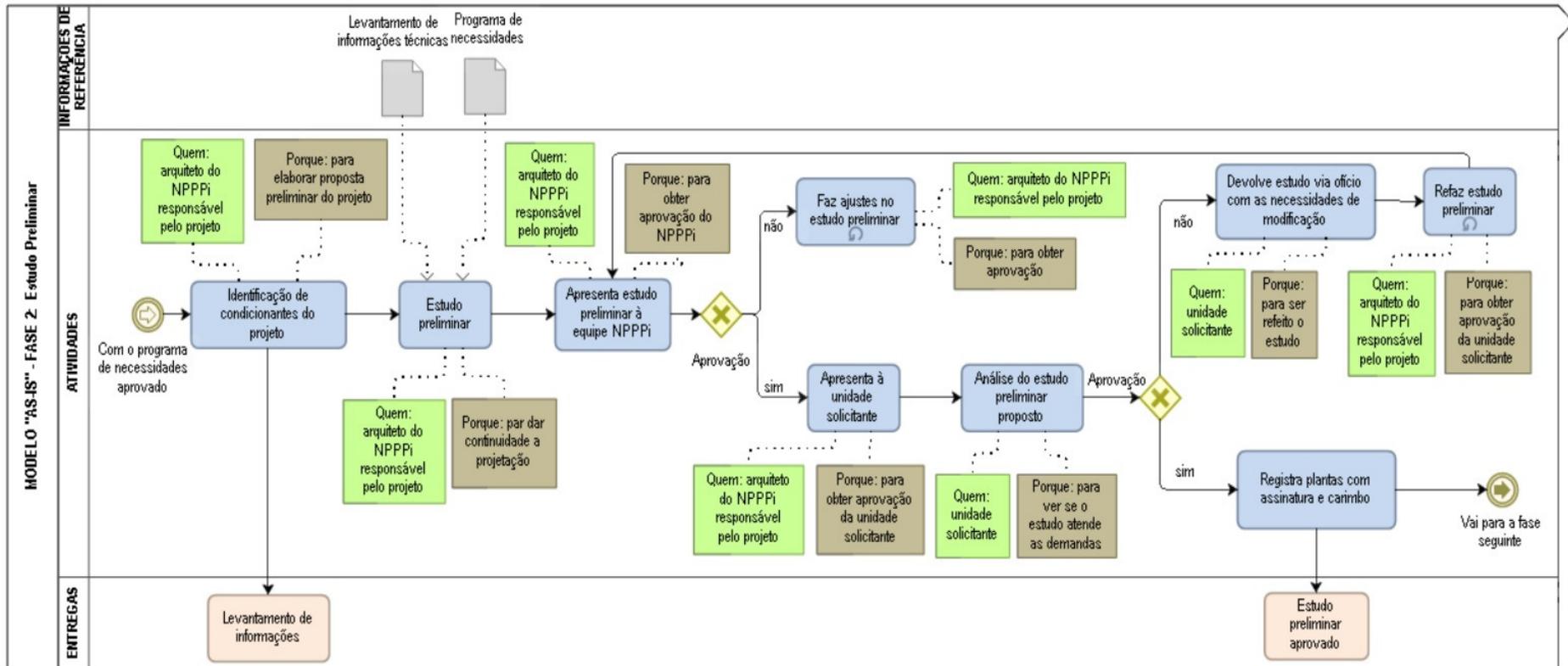
5.2.2 Estudo preliminar

O estudo preliminar contempla a configuração inicial (rascunhos, croquis e plantas preliminares) que representam as primeiras soluções obtidas considerando as exigências do programa de necessidades. É composto pelas seguintes atividades:

- Identificação dos condicionantes do projeto e desenvolvimento do estudo preliminar feito pelo o profissional do NPPPi depois da aprovação do programa de necessidades.
- O profissional do NPPPi apresenta proposta de estudo preliminar à equipe do NPPPi para discussão, visando aprimorar o estudo antes de apresentá-lo à unidade solicitante.
- O profissional do NPPPi revisa a proposta do estudo preliminar considerando a discussão com a equipe para obter a aprovação da chefia imediata e do coordenador CPPO.
- O profissional do NPPPi apresenta (discute) e entrega o estudo preliminar à unidade solicitante.
- A comissão da unidade solicitante analisa o estudo preliminar.
- A unidade solicitante envia ofício à SUMAI apresentando as solicitações de modificações, quando necessário.
- O profissional NPPPi apresenta e entrega o estudo preliminar com as modificações solicitadas à unidade.
- A comissão da unidade solicitante analisa, se estiver de acordo, aprova o estudo preliminar.
- A Comissão e diretor da unidade registram a aprovação por meio de carimbo e assinatura do responsável em cada planta e devolvem o documento ao NPPPi.

A Figura 68 mapeia os processos do estudo preliminar.

Figura 68 – Mapa de processo do estudo de preliminar



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados fornecidos pela SUMAI, 2017.

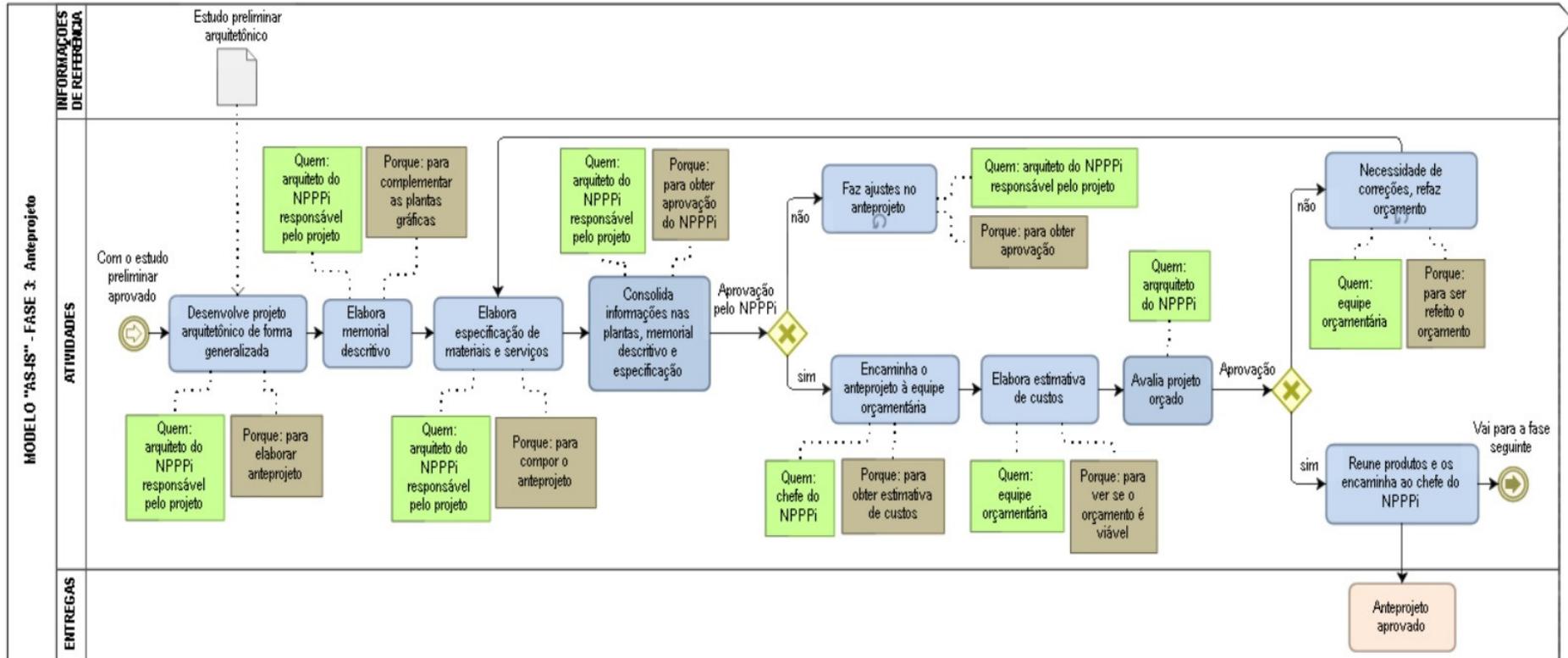
5.2.3 Anteprojeto

A elaboração do anteprojeto constitui a terceira fase do processo de projeto, e só é iniciado com a aprovação do estudo preliminar. O desenvolvimento do anteprojeto é decorrente das seguintes atividades:

- Com o estudo preliminar aprovado, o profissional do NPPPi complementa as peças gráficas (plantas baixas, cortes, fachadas etc.) para o desenvolvimento dos projetos complementares.
- O profissional do NPPPi elabora o memorial descritivo.
- O profissional do NPPPi elabora a especificação de materiais e serviços.
- O profissional do NPPPi consolida as informações nas plantas, memorial descritivo e especificação e submete o anteprojeto à avaliação do chefe do Núcleo de Projetos.
- O chefe do NPPPi avalia o produto elaborado, e se necessário, solicita alterações.
- O produto retorna ao profissional do NPPPi para correções, se necessário, até a sua aprovação.
- Depois de aprovado, o chefe do NPPPi encaminha o material à equipe de orçamentação.
- A equipe de orçamento elabora a estimativa de custo e encaminha ao NPPPi.
- O profissional do NPPPi avalia se o orçamento está de acordo com as especificações.
- O produto retorna, se necessário, à equipe de orçamento para ajustes, e posteriormente é encaminhado ao NPPPi.
- O profissional do NPPPi reúne todos os produtos (especificação, memorial descritivo, peças gráficas e estimativa orçamentária) e os encaminha ao chefe NPPPi.

A Figura 69 mapeia os processos do anteprojeto.

Figura 69 – Mapa de processo do anteprojeto



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados fornecidos pela SUMAI, 2017.

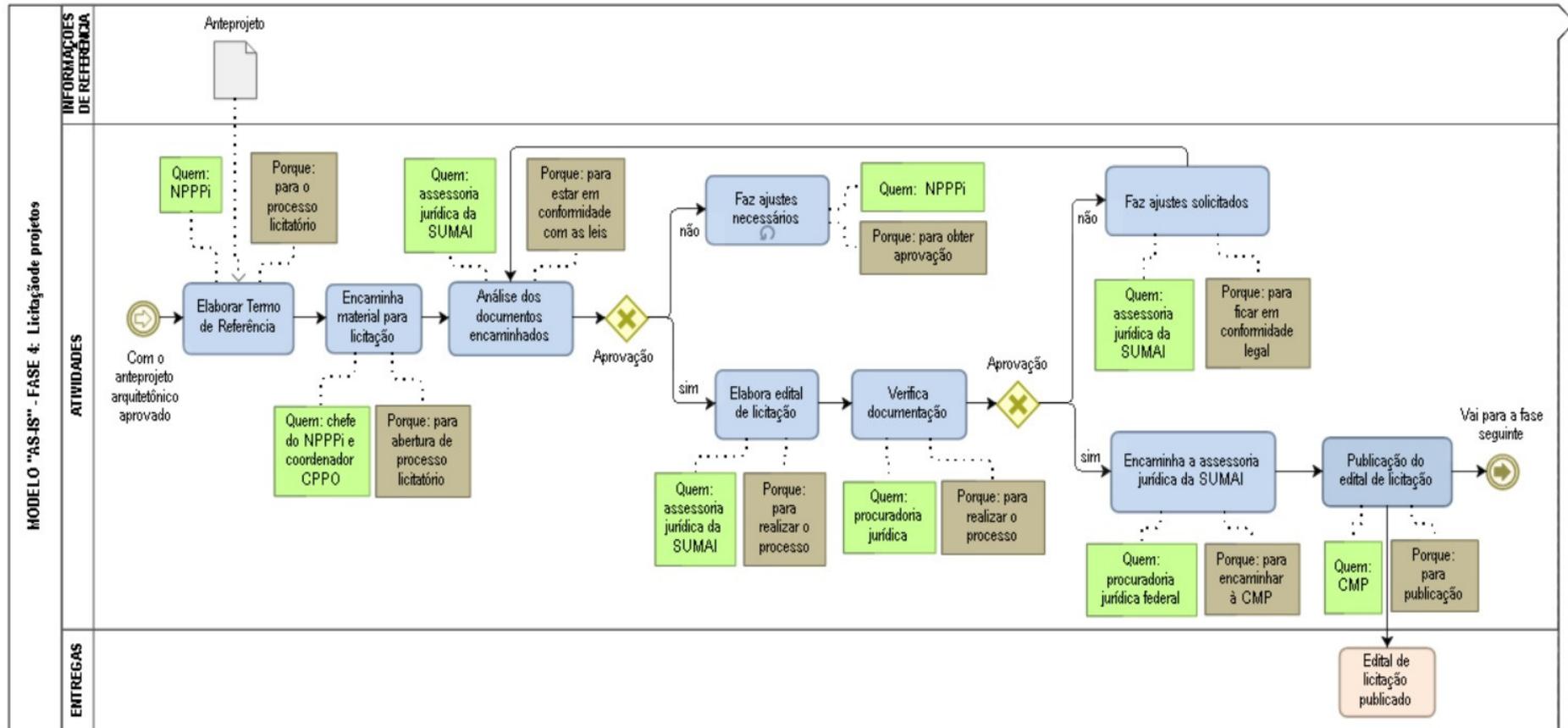
5.2.4 Processo licitatório para contratação de empresa

A quarta fase tem como objetivo preparar o processo licitatório para execução dos projetos básicos e executivos de todas as disciplinas envolvidas, só sendo iniciada após a aprovação do anteprojeto. Esta etapa é composta pelas seguintes atividades:

- O NPPPi elabora o termo de referência (TR) a partir da definição do tipo de processo licitatório escolhido.
- O chefe do NPPPi e o coordenador da CPPO encaminham o material (TR e anteprojeto) para Assessoria Jurídica Federal da SUMAI (ASSJUR), para a abertura do processo licitatório.
- A ASSJUR analisa os documentos encaminhados e solicita ajustes, se necessário.
- O NPPPi faz os ajustes solicitados, se necessário.
- A ASSJUR elabora o edital de licitação e encaminha a documentação à Procuradoria Jurídica Federal para validação do processo.
- A Procuradoria Jurídica Federal verifica a documentação do processo licitatório e devolve o processo à ASSJUR para serem feitos os ajustes, quando necessário, e o mesmo é devolvido à Procuradoria Jurídica Federal.
- A Procuradoria Jurídica Federal reavalia, e se estiver conforme, aprova e encaminha os documentos à ASSJUR.
- A ASSJUR encaminha a documentação à Coordenação de Material e Patrimônio (CMP) para publicação do edital de licitação.

A Figura 70 mapeia os processos de licitação de projetos.

Figura 70 – Mapa de processo de licitação de projetos



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados fornecidos pela SUMAI, 2017.

5.2.5 Acompanhamento da execução dos serviços contratados (projetos básicos e executivos) por empresa terceirizada

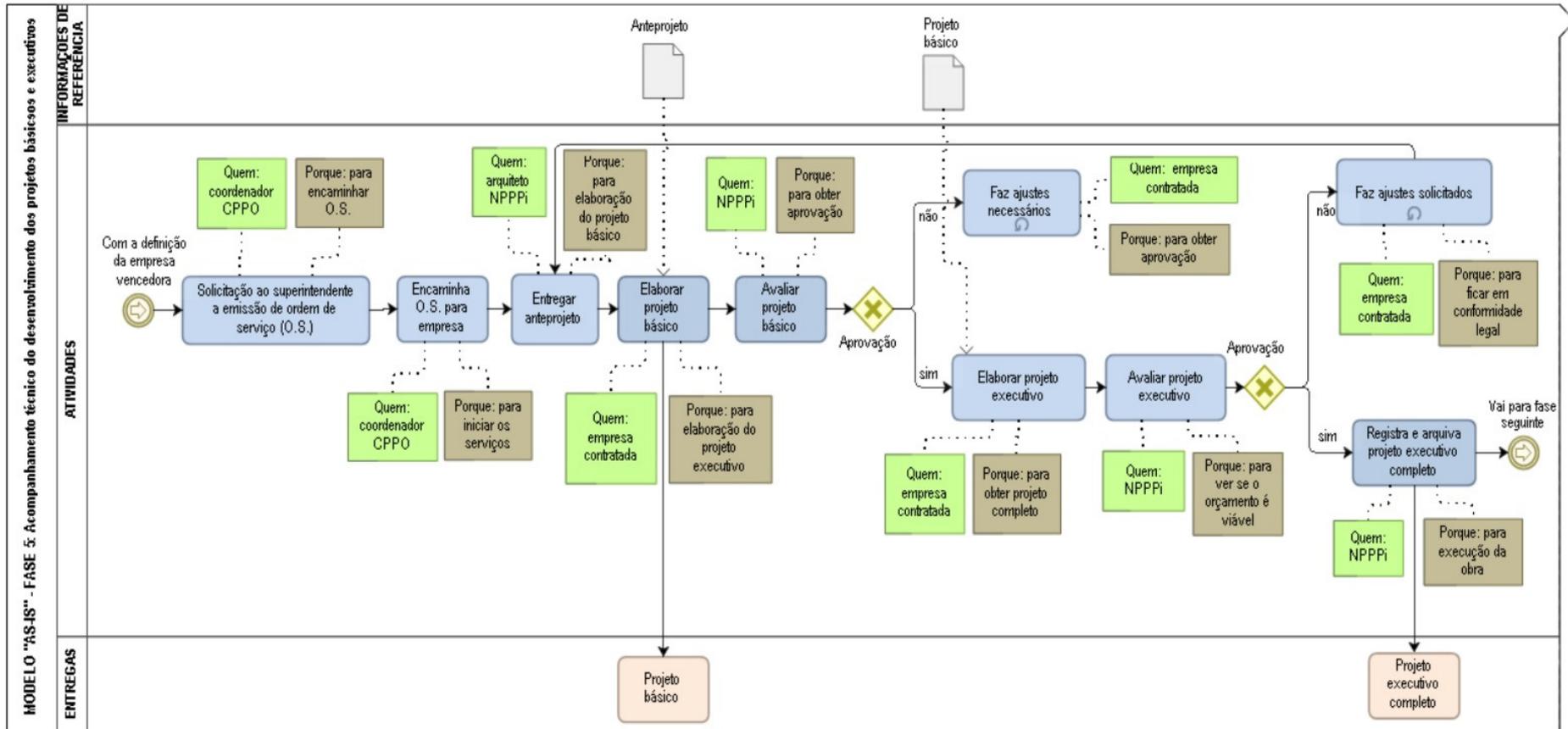
A quinta fase tem como objetivo acompanhar o desenvolvimento dos projetos contratados (básicos e executivos) de empresa terceirizada mediante processo licitatório. Este procedimento é iniciado após emissão da Ordem de serviço (OS).

O acompanhamento dos projetos básicos e executivos é composto pelas seguintes atividades:

- O coordenador da CPPO solicita ao superintendente da SUMAI a emissão de OS para a elaboração de projeto.
- O coordenador da CPPO encaminha a OS para a empresa contratada.
- O fiscal do contrato (profissional do NPPPi) entrega o anteprojeto a empresa contratada.
- A partir do recebimento da OS e anteprojeto, a empresa inicia a elaboração dos projetos básicos.
- A empresa entrega os projetos básicos para a avaliação pelo NPPPi.
- O NPPPi avalia o projeto básico e, se necessário, solicita alterações.
- A empresa faz as alterações apontadas e solicita aprovação.
- O NPPPi aprova os projetos básicos, se estiver em conformidade com o serviço contratado.
- A empresa elabora os projetos executivos.
- O NPPPi avalia os projetos executivos e, se necessário, solicita alterações.
- A empresa faz as alterações apontadas e solicita aprovação.
- O NPPPi aprova os projetos executivos, se estiver em conformidade com o serviço contratado.
- O NPPPi registra e arquiva os projetos executivos.

A Figura 71 mapeia os processos de acompanhamento técnico do desenvolvimento dos projetos básicos e executivos.

Figura 71 – Mapa de processo de acompanhamento técnico do desenvolvimento dos projetos básicos e executivos



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados fornecidos pela SUMAI, 2017.

5.2.6 Compatibilização dos projetos

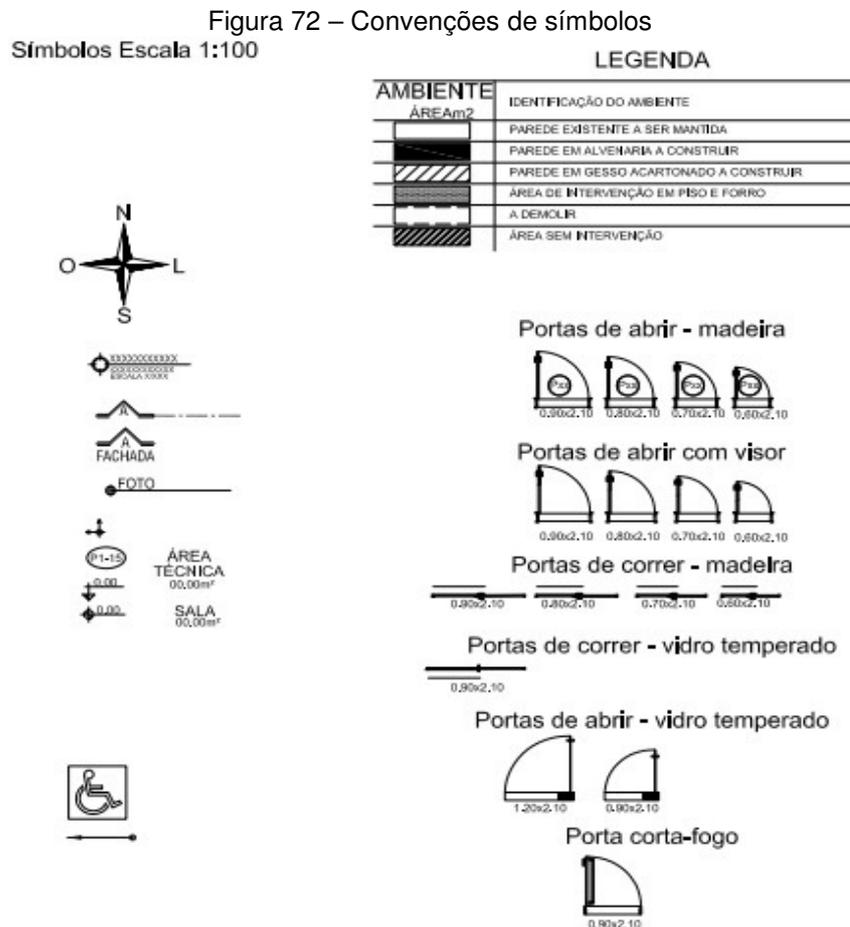
A compatibilização dos projetos deve ser feita pela empresa contratada, porém o órgão faz uma verificação nos projetos para ver se estão compatibilizados. Foi dito que os projetos são geralmente entregues com falhas na compatibilização e também com falta de informações para a adequada execução da obra.

5.2.7 Registro de reuniões e comunicações

A empresa contratada é responsável por lavrar as atas de todas as reuniões realizadas entre as partes envolvidas em livro de ata com folhas em três vias que fica na SUMAI. Além dos registros rotineiros, toda comunicação que envolva modificação de projeto, acréscimo e/ou supressão de serviços, serviços extraordinários, deverão ser formalizados através do livro de ata.

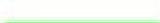
5.2.8 Convenções de representação gráfica

As Figuras 72, 73, 74, 75, 76 e 77 mostram algumas convenções de representação gráfica do órgão.



Fonte: SUMAI, 2017.

Figura 73 – Layers para projeto de arquitetura

	UFBA_AR-água		UFBA_AR-projeção-edf
	UFBA_AR-olv.c		UFBA_AR-revestimento
	UFBA_AR-olv.v		
	UFBA_AR-armamento		UFBA_AR-san
	UFBA_AR-auxiliar		UFBA_AR-símbolo
	UFBA_AR-carimbo		UFBA_AR-terreno
	UFBA_AR-cobertura		UFBA_AR-texto-area
	UFBA_AR-cobertura-htc		UFBA_AR-texto-especificação
	UFBA_AR-com-visual		UFBA_AR-texto-layout
	UFBA_AR-construir		UFBA_AR-texto-nome
	UFBA_AR-contrapiso		UFBA_AR-texto-esquadria
	UFBA_AR-corrimão		UFBA_AR-veg-alta
	UFBA_AR-cota		UFBA_AR-veg-baixa
	UFBA_AR-cota2		UFBA_AR-veg-media
			UFBA_AR-vidro
	UFBA_AR-Curva Mestre		UFBA_AR-vista 01
	UFBA_AR-Curvas Sec.		UFBA_AR-vista 02
	UFBA_AR-demolir		UFBA_AR-vista 03
	UFBA_AR-divisória		UFBA_AR-vista 04
	UFBA_AR-divisória-san		
	UFBA_AR-eixo		
	UFBA_AR-elevador		
	UFBA_AR-equipamento		
	UFBA_AR-esquadria		
	UFBA_AR-estrutura		
	UFBA_AR-formato		
	UFBA_AR-forno		
	UFBA_AR-hochura		
	UFBA_AR-hochura2		
	UFBA_AR-layout		
	UFBA_AR-legenda		
	UFBA_AR-luminotecnia		
	UFBA_AR-marcenaria		
	UFBA_AR-mob. fixo		
	UFBA_AR-piso		
	UFBA_AR-piso-desnível		
	UFBA_AR-piso-modulação		
	UFBA_AR-portas		
	UFBA_AR-portas-ide		
	UFBA_AR-projeção		

Fonte: SUMAI, 2017.

Figura 74 – Carimbo das pranchas

COORDENADOR: ARQ. CAU - (RESPONSÁVEL LEGAL)			
CHEFE DE PROJETOS: ARQ. CAU -			
RESPONSÁVEL TÉCNICO:			
ALTERAÇÕES:			
02			
01			
00			EMISSION INICIAL
NÚMERO	DATA	RESPONS.	TIPO E LOCAL DA ALTERACAO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA SUMAI <small>Superintendência de Meio Ambiente e Infraestrutura</small>			
COORDENADOR DE PLANEJAMENTO, PROJETO E OBRAS -			CAU-
CHEFE DO NÚCLEO DE PROJETOS -			CAU-
RESPONSÁVEL TÉCNICO -			CAU-
NOME DO PROJETO: PROJETO			
LOCAL: LOCAL		CIDADE: CIDADE	
NOME DA PRANCHA: PRANCHA			VERSÃO: REVISÃO
ÁREA TÉCNICA: ESPECIALIDADE		ETAPA: ETAPA	FOLHA: XX/XX
DATA: DATA	ESCALA DE PLOTAGEM: ESCALA	PROJETISTA: PROJETISTA	CONFERIDO POR: COORDENADOR

ARQUIVO: UFBA_PADRAO_2.dwg H:00_UFBA\00_DOUTORADO\SUMAI

Fonte: SUMAI, 2017.

Figura 75 – Padrões projeto esgoto

- UFBA_HE-Tubulação Gordura
- UFBA_HE-Tubulação Ventilação
- UFBA_HE-Tubulação Primária
- UFBA_HE-Tubulação Secundária
- UFBA_HE-Caixas
- UFBA_HE-Textos
- UFBA_HE-Conexões
- UFBA_HE-Tubulação - Detalhamento
- UFBA_HE-Peças sanitárias
- UFBA_HE-Símbolos
- UFBA_HE-Eixo

LEGENDA

- TUBULAÇÃO DE VENTILAÇÃO (V)
- TUBULAÇÃO DE ESGOTO PRIMÁRIO (TQ)
- TUBULAÇÃO DE ESGOTO SECUNDÁRIO (ES)
- TUBULAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS (AP)
- TUBULAÇÃO DE GORDURA (G)

NOME DA TUBULAÇÃO
DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO

- TUBULAÇÃO SOBE E DESCE
- TUBULAÇÃO QUE SOBE
- TUBULAÇÃO QUE DESCE
- CAIXA DE INSPEÇÃO PRIMÁRIA
- CAIXA DE INSPEÇÃO SECUNDÁRIA
- CAIXA DE INSPEÇÃO PARA AREIA
- CAIXA SIFONADA DE GORDURA
- CAIXA P/ CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

- TQ — TUBO DE QUEDA
- ES — ESGOTO SECUNDÁRIO
- TG — TUBO DE QUEDA DE GORDURA
- AP — TUBO DE QUEDA DE ÁGUAS PLUVIAIS

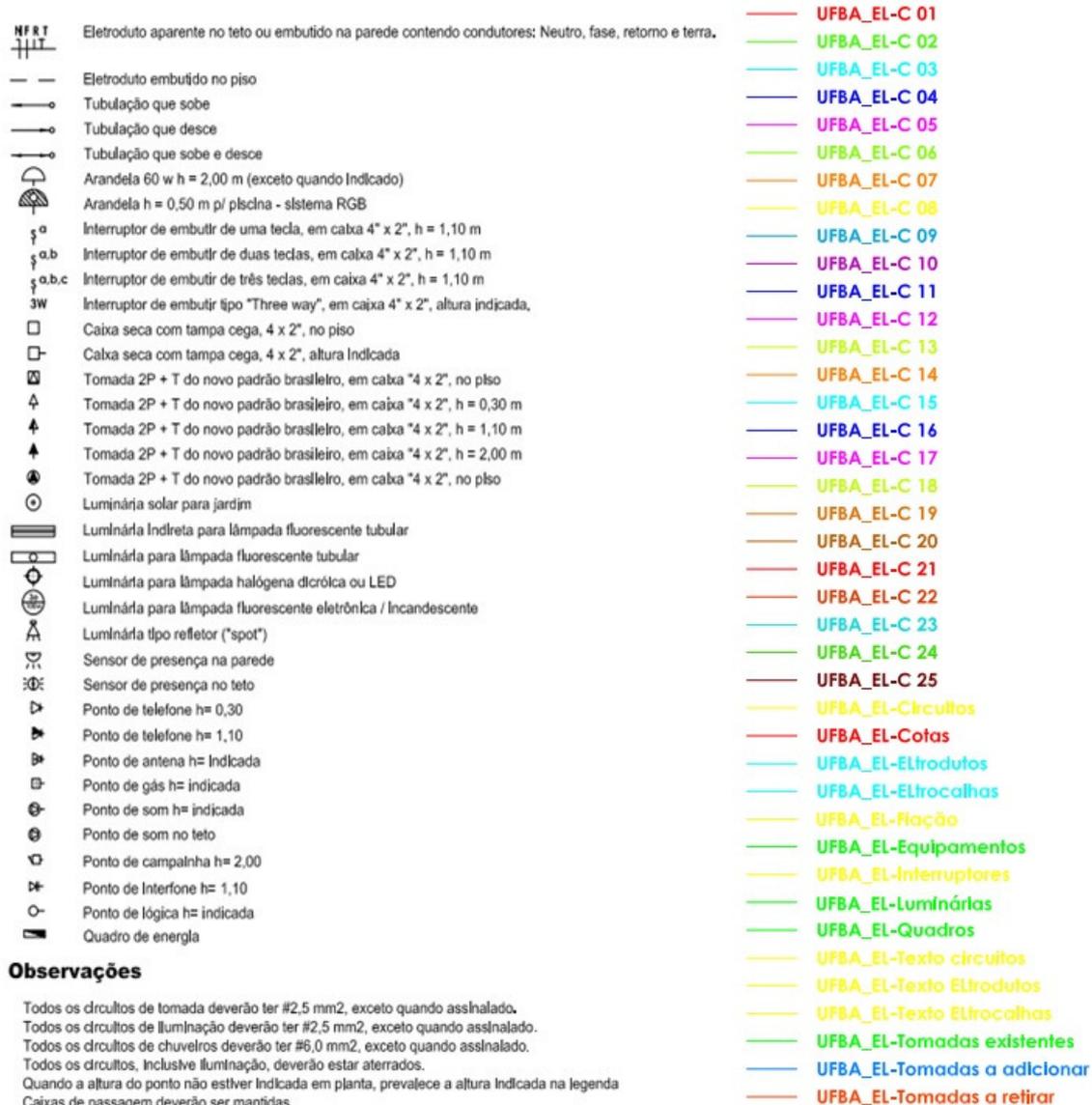
Fonte: SUMAI, 2017.

Figura 76 – Padrões projeto hidráulico



Fonte: SUMAI, 2017.

Figura 77 – Padrões projeto de elétrica



Fonte: SUMAI, 2017.

5.2.9 Produtos entregues

A empresa contratada é responsável por entregar os seguintes produtos:

- Termo de entrega listando todos os documentos.
- Pranchas de todos os projetos, especificações técnicas, orçamento e cronograma físico financeiro impressos e assinados;
- Cópia digital de todos os documentos (pranchas de projetos, especificações técnicas, orçamento e cronograma) em versão original (dwg, doc, xls e pdf).
- Cópias das ART (CREA) / RRT (CAU) dos responsáveis técnicos por todos os projetos devidamente pagas e autenticadas.
- As peças gráficas, de preferência, devem ser apresentadas em formato A1.

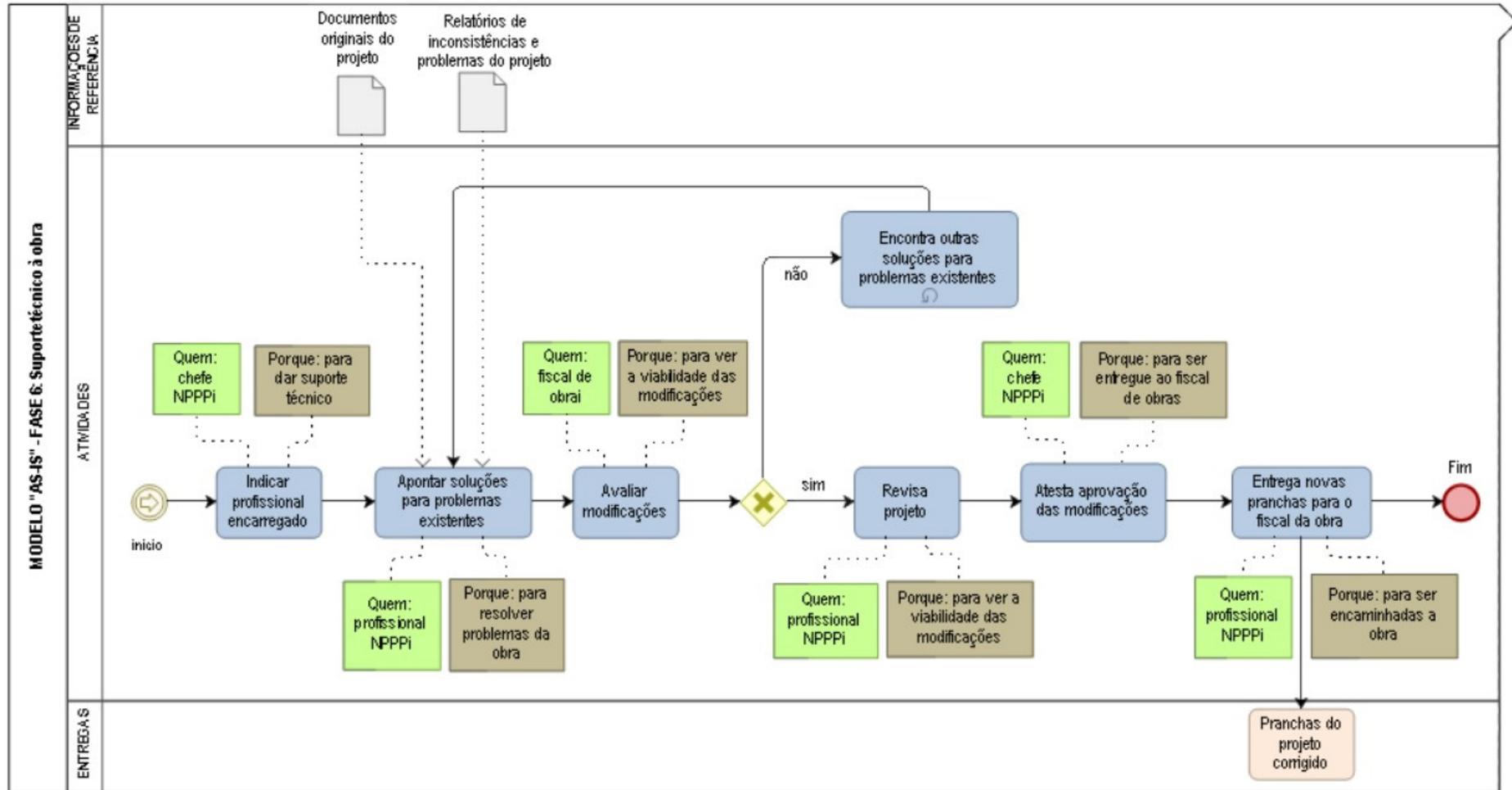
5.2.10 Suporte técnico à construção

O órgão dá suporte técnico à construção, esclarecendo dúvidas e/ou dando soluções não previstas no projeto. Este procedimento só é iniciado a partir do momento em que o fiscal da obra (profissional do NPPPi) identifica os problemas de incompletude de informações no projeto, e reporta o problema ao arquiteto responsável para que seja dada uma solução ao mesmo. O suporte técnico ocorre do início ao final da obra, de acordo com a demanda. Este procedimento é composto pelas seguintes atividades:

- O chefe do NPPPi indica o profissional NPPPi a ser encarregado pelo suporte técnico (fiscal da obra).
- O profissional do NPPPi, de posse das informações prestadas pelo fiscal de obra, aponta a solução viável, através da emissão de pranchas revisadas.
- O fiscal de obra avalia as modificações realizadas pelo profissional do NPPPi e, se necessário, retorna ao NPPPi para apontar outra alternativa.
- O profissional do NPPPi realiza revisão de projeto e encaminha para conhecimento da chefia imediata.
- O chefe do NPPPi atesta a aprovação das alterações.
- O profissional do NPPPi entrega, em três vias, e em mídia digital, as novas pranchas para o fiscal da obra.
- O processo continua para cada irregularidade encontrada, e o suporte técnico só é encerrado ao final da obra.

A Figura 78 mapeia os processos de suporte técnico à obra.

Figura 78 – Mapa de processo de suporte técnico à obra



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados fornecidos pela SUMAI, 2017.

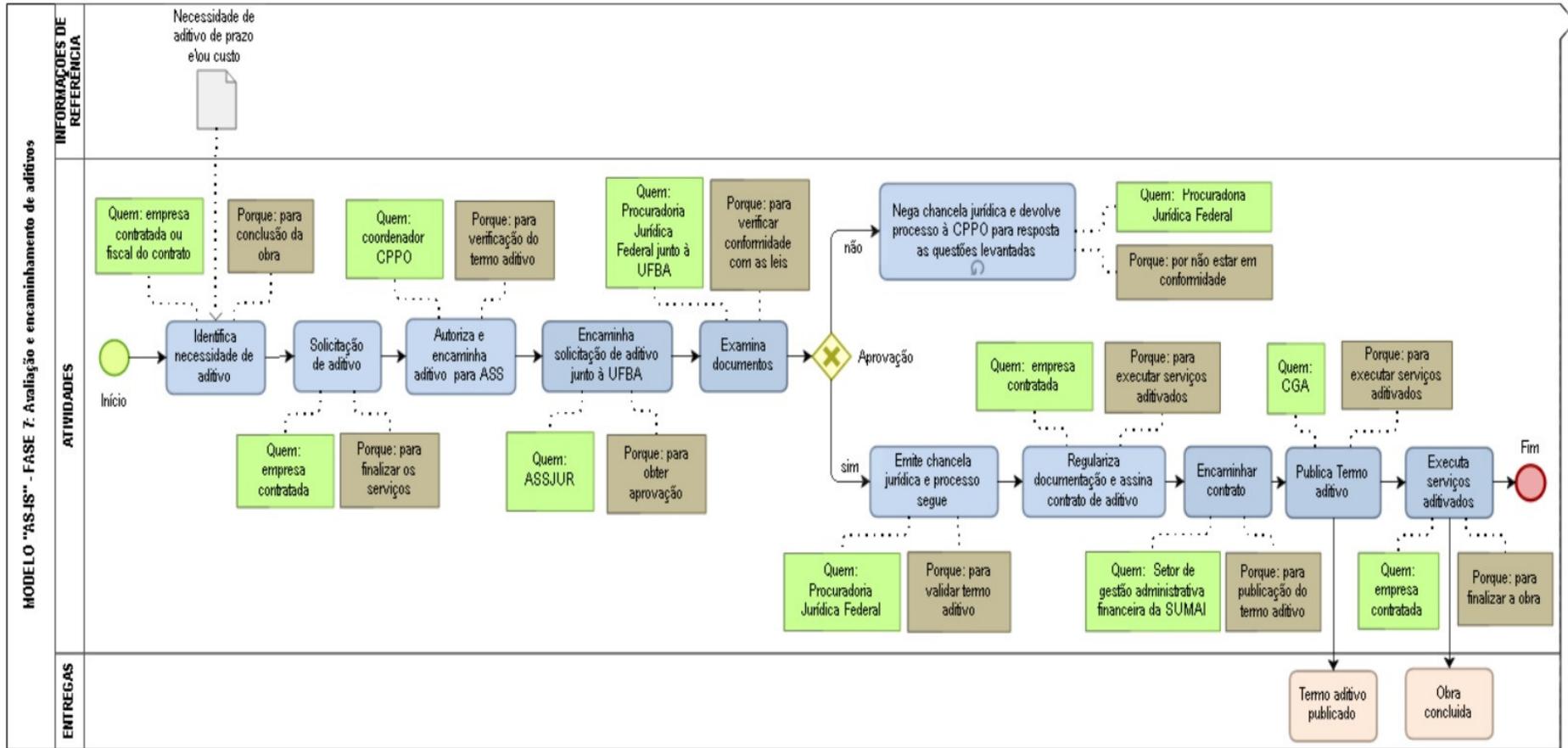
5.2.11 Aditivos contratuais

Geralmente, os prazos e/ou valor dos contratos precisam ser aditivados. Estes aditivos devem ser solicitados com um prazo mínimo de sessenta dias antes do fim do contrato. Este procedimento é composto pelas seguintes atividades:

- A empresa e/ou fiscal do contrato identifica a necessidade de aditivo para regularização do contrato ou do objeto.
- A empresa solicita o aditivo à CPPO, via ofício, expondo os motivos.
- Se o coordenador da CPPO autorizar a solicitação de aditivo, o mesmo é encaminhado à ASSJUR.
- A ASSJUR dá encaminhamento à solicitação de aditivo para a Procuradoria Jurídica Federal junto à UFBA.
- A Procuradoria Jurídica Federal examina os documentos. Se o processo estiver em conformidade com a lei, a Procuradoria Jurídica Federal emite a chancela jurídica.
- A empresa contratada regulariza a documentação necessária com o Setor de Gestão Administrativa e Financeira da SUMAI e assina o contrato de aditivo.
- O Setor de Gestão Administrativa Financeira da SUMAI dá encaminhamento do contrato à Coordenação de Gestão Administrativa (CGA).
- A CGA publica o Termo de Aditivo no Sistema Integrado de Administração e Serviços Gerais (SIASG).
- A empresa contratada executa os serviços aditivados.

A Figura 79 mapeia os processos de avaliação e encaminhamento de aditivos.

Figura 79 – Mapa de processo de avaliação e encaminhamento de aditivo



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados fornecidos pela SUMAI, 2017.

Após a obtenção dos dados através da entrevista, da análise de documentos existentes e da observação direta, os mesmos foram trabalhados de forma que permitisse a formulação do modelo “*as-is*”, através de mapas de processos. Analisou-se o processo projetual vigente no órgão, observando os seus principais aspectos e entraves.

Conforme descrito anteriormente, a SUMAI desenvolve internamente as atividades até a fase de anteprojeto, e posteriormente, contrata uma empresa através de processo licitatório para o desenvolvimento dos projetos básicos e executivos. O processo de projeto atual do órgão está estruturado em: programa de necessidades; estudo preliminar; anteprojeto; licitação de projetos; acompanhamento técnico do desenvolvimento dos projetos básicos e executivos. Outras duas fases acontecem no órgão: a fase de suporte técnico à obra e a fase de encaminhamento de aditivo.

O processo de projeto foi pouco explicitado, sem evidenciar, por exemplo, várias atividades inerentes à projeção. A elaboração dos projetos básicos e executivos está representada, cada uma, com apenas duas atividades: confecção e aprovação. Este processo de elaboração é composto por muitas atividades, e estas devem ser planejadas para que o processo ocorra de forma a alcançar o resultado esperado. Para isso, é importante definir os responsáveis, as interações necessárias entre os envolvidos e os insumos necessários para a realização das mesmas.

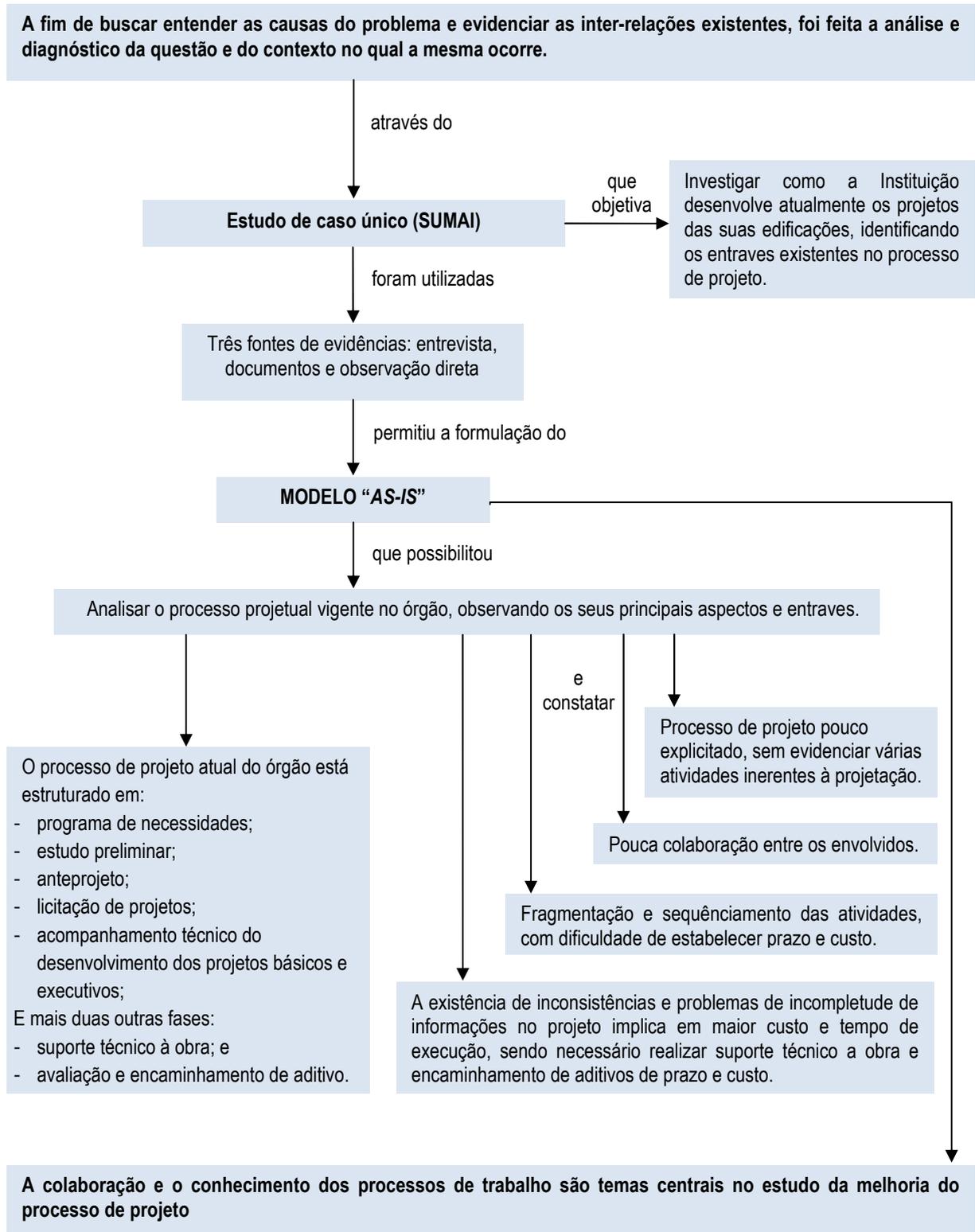
Constata-se também pouca colaboração entre os envolvidos; e fragmentação e sequenciamento das atividades, com dificuldade de estabelecer prazo e custo neste processo. Isto fica evidente pela existência das duas últimas fases, visto que, o suporte técnico à obra é feito por haver dúvidas e/ou soluções não previstas em projeto, mostrando as inconsistências e problemas de incompletude de informações no projeto; e pouca colaboração entre os envolvidos. Este suporte ocorre do início ao final da obra, implicando em maior custo e tempo de execução, além de nem sempre serem dadas soluções satisfatórias para os problemas encontrados. O encaminhamento de aditivo de prazo e/ou de valor ocorre principalmente pela existência dos problemas de projeto mencionados acima, implicando sempre em obras com problemas de execução.

Deste modo, fica claro que a colaboração e o conhecimento dos processos de trabalho são temas centrais no estudo da melhoria do processo de projeto. Por isso é fundamental criar procedimentos de gestão e colaboração para se obter o

gerenciamento eficaz.

A Figura 80 mostra o que foi abordado neste capítulo.

Figura 80 – Modelo “AS-IS”



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

6 MODELO “TO-BE” PAEA A SUMAI – TERMO DE REFERÊNCIA E PLANO DE EXECUÇÃO BIM

Esta pesquisa envolve a observação de um problema prático com vistas à obtenção de contribuições teóricas, na implantação de BIM na SUMAI durante a fase de projeto.

A complexidade da gestão do processo de projeto resulta na necessidade de adotar práticas gerenciais mais eficientes. Dentro deste contexto, foi identificado o problema desta pesquisa, buscando o entendimento do mesmo através da revisão bibliográfica e do estudo de caso único, que proporcionou a modelagem do estado atual (modelo “*as-is*”) do processo de projeto no órgão, para então, poder propor o desenho do estado futuro (modelo “*to-be*”). Este novo modelo contempla requisitos que os modelos BIM devem ser dotados para possibilitar a promoção do aumento da eficiência operacional do processo de projeto.

Para isso foi feita uma adequação do Termo de Referência existente na SUMAI para o contexto BIM (Apêndice A) e a formulação de um Plano de Execução BIM para a SUMAI (Apêndice B).

6.1 TERMO DE REFERÊNCIA

O Termo de Referência (TR) é um documento elaborado a partir de estudos técnicos preliminares, que deve conter os elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar o objeto da licitação (BRASIL, 1993). No TR, a instituição contratante estabelece os termos pelos quais o serviço deve ser prestado por potenciais contratados.

O documento proposto para a SUMAI encontra-se detalhado no Apêndice A.

Neste trabalho foi utilizado um TR existente no órgão e adaptado para o contexto BIM, objetivando servir de base para a elaboração do edital de licitação para a contratação de empresa para a execução dos projetos básicos e executivos em BIM.

Neste trabalho serão descritos o TR adaptado e o plano de execução BIM por serem documentos básicos para a implantação do BIM.

O Termo de Referência é composto por itens onde são descritos:

a) As informações relativas à licitação, tais como: modalidade; forma de

execução; local e data da realização do processo licitatório; dotação orçamentária; local da intervenção etc.;

b) O objeto da licitação, que é a escolha da proposta mais vantajosa para a contratação de empresa, especializada em engenharia e arquitetura, para a elaboração de projetos básico e executivo de arquitetura e engenharia em *Building Information Modeling* (BIM);

c) O objetivo do Termo de Referência, que é definir o objeto da licitação e do sucessivo contrato, bem como estabelecer os requisitos, condições e diretrizes técnicas e administrativas para elaboração dos projetos a serem contratados;

d) O período de execução e de vigência do contrato;

e) O custo estimado do contrato;

f) As definições da terminologia adotada no Termo de Referência, tais como: AECO; BIM; Ciclo de vida da edificação; Estudo de viabilidade etc.;

g) A justificativa para realizar a licitação, dizendo a motivação para a contratação do desenvolvimento do projeto e porquê o serviço deve ser feito externamente à SUMAI e em BIM;

h) A obrigação da contratada em ser responsável pela observância das leis, decretos, regulamentos, portarias e normas federais, estaduais e municipais direta e indiretamente aplicáveis ao objeto do contrato;

i) As diretrizes gerais sobre os projetos a serem desenvolvidos;

j) O material técnico a ser disponibilizado para subsidiar a elaboração dos projetos;

k) A equipe técnica mínima para o desenvolvimento dos projetos;

l) Como deve ser o desenvolvimento do projeto e suas fases;

m) Os produtos a serem entregues por disciplina e fases de projeto (projetos básico e executivo);

n) Como se dará o recebimento do objeto, elencando as diretrizes e conformidades necessárias para a aprovação do mesmo por parte da UFBA;

o) O cronograma físico-financeiro;

p) Quais documentos e requisitos o licitante deverá apresentar para a habilitação;

q) Os requisitos que a proposta de preço deve obrigatoriamente possuir da proposta de preço que obrigatoriamente, a proposta de preço deve possuir;

- r) Como será feito o pagamento;
- s) As infrações passíveis de penalidade;
- t) As obrigações da contratada;
- u) As obrigações da contratante;
- v) O responsável pelo projeto e unidade fiscalizadora;
- w) O responsável pela elaboração do termo de referência.

O TR e o plano de execução BIM objetivam fornecer uma estrutura que encaminhe à implantação do BIM, possibilitando a promoção do aumento da eficiência operacional do processo de projeto.

No TR são descritas as medidas que precisam ser definidas e que devem constar no edital do processo licitatório. O plano de execução BIM é parte integrante do Termo de Referência.

6.2 PLANO DE EXECUÇÃO BIM

O plano de execução BIM define objetivos; usos; procedimentos de gestão, colaboração e desenvolvimento de projetos; funções e responsabilidades dos envolvidos nos processos; entregas e prazos; níveis de desenvolvimento; trocas de informações e toda a infraestrutura necessária. O documento proposto para a SUMAI encontra-se detalhado no Apêndice B.

A solução desenvolvida (plano de execução BIM) é um artefato do tipo método e sua avaliação foi feita através dos critérios de facilidade de uso, generalidade e operacionalidade.

O desenvolvimento da solução iniciou assim que foram identificados os principais entraves do processo de projeto através do estudo de caso único. Então, foram elencados os itens que deveriam constar no plano de execução BIM. A condução desta atividade foi acompanhada de orientações de base teórica através da revisão bibliográfica feita ao longo do processo de pesquisa.

Na etapa seguinte, de intervenção, a solução proposta é instanciada no contexto real – SUMAI, contribuindo para a visualização dos conceitos teóricos que foram sendo expostos, facilitando o entendimento dos mesmos.

A seguir, são listados os itens do plano de execução BIM.

- a) Quadro com os contatos-chave do projeto;
- b) Objetivos principais e secundários, e os usos do modelo;

- c) Infraestrutura necessária e suficiente (*Hardware, Software e Mão de obra*) para a implantação do BIM. Lista equipamentos, programas e trata do treinamento necessário, das funções e das responsabilidades dos envolvidos;
- d) Mapas de processos para cada uma das quatro fases do processo de projeto e mais duas outras que são posteriores à projeção. Esses mapas de processo fornecem um plano detalhado para a execução de cada fase, definindo os intercâmbios de informações específicos para cada atividade, construindo assim, a base para todo o plano de execução.
- Fase 1: concepção do produto/estudo de viabilidade;
 - Fase 2: definição do produto / projeção;
 - Fase 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto/ projeção;
 - Fase 4: detalhamento de projeto / projeção;
 - Fase 5: pós-entrega do projeto / planejamento da construção e construção;
 - Fase 6: pós-entrega da obra/uso: operação e manutenção.
- e) Especificações de modelagem:
- abordagem de modelagem;
 - estrutura dos modelos;
 - nível de desenvolvimento;
 - modelos a serem desenvolvidos;
 - gerentes dos modelos;
 - formatos de entrega;
 - arquivo padrão; e
 - componentes do modelo.
- f) Procedimentos de colaboração e gestão BIM:
- nomenclatura de pastas, arquivos e elementos;
 - normas de intercâmbio de informações;
 - métodos de comunicação;
 - revisão de interferências;
 - troca de informação para submissão e aprovação, orientações para desenvolvimento das reuniões; e
 - procedimentos para controle de qualidade.

Foi proposto um conjunto de passos para executar atividades dirigidas a objetivos (artefato tipo método) e foi instanciado em um ambiente real - SUMAI,

demonstrando a viabilidade da solução proposta, o plano de execução BIM, através da avaliação realizada.

6.2.1 AVALIAÇÃO DO ARTEFATO

O artefato (plano de execução BIM) foi avaliado através de três critérios apresentados por March e Smith (1995):

- Operacionalidade – análise da funcionalidade do artefato;
- Generalidade – delimitação do uso do artefato nos diversos tipos de projetos;
- Facilidade de uso – observação da usabilidade do artefato pelos técnicos do órgão.

O plano de execução BIM foi avaliado por profissionais que atuam na prática na SUMAI, possibilitando aperfeiçoar o artefato para trazer melhorias no gerenciamento do projeto.

A proposição é para um contexto real, contudo, a complexidade do ambiente e das condições inerentes aos processos de trabalho, não permitiram que fosse testada a aplicação total do artefato em um projeto da SUMAI desde o início, devido à limitação de tempo para finalização desta pesquisa. Então, foi feita uma avaliação do plano de execução BIM por arquitetos e pelo coordenador do CPPO do órgão.

O questionário foi respondido por três avaliadores com os seguintes perfis (Quadro 27):

Quadro 27 – Perfil dos avaliadores

	AVALIADOR 1	AVALIADOR 2	AVALIADOR 3
CARGO	Coordenador de projetos e obras (arquiteto)	Arquiteto	Arquiteto
TEMPO DE FORMADO	24 anos	4 anos	6 anos e 6 meses
TEMPO DE TRABALHO NA UFBA	32 anos	1 anos e 6 meses	4 anos

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

O Quadro 28 mostra o questionário aplicado e as respectivas respostas.

Quadro 28 – Questionário aplicado

Perguntas	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3
1. Como você avalia a funcionalidade do artefato?	Considerando os trâmites atuais de licitação para projetos de arquitetura e engenharia, o artefato funciona satisfatoriamente, pois descreve com clareza os passos do processo a ser contratado.	O artefato apresentado aparenta ter boa funcionalidade e parece cobrir as necessidades para uma implementação BIM, porém, ficou evidente que a implantação do mesmo na SUMAI, será bastante desafiadora devido a forma de se trabalhar no setor atualmente.	Embora ainda não tenha sido implementado na SUMAI, percebe-se pelo exposto que o artefato pode responder com funcionalidade as necessidades do órgão desde que este priorize e se organize para tal.
2. Você observou falhas no artefato? Quais?	Não houve tempo suficiente para um exame mais aprofundado, em que as possíveis falhas poderiam ser detectadas.	Não foi possível perceber falhas no artefato, dentro do tempo disposto para poder estudá-lo.	A partir do exposto, não verifiquei falhas no artefato.
3. Você acha que foram pertinentes as fases do processo de projeto?	Sim, acho que todas as fases de projeto foram contempladas no processo.	Sim, as fases do processo de projeto parecem bem pertinentes	Sim
4. Você acha que o artefato contempla todos os fluxos de trabalho da projeção?	De acordo com a exposição feita, aparentemente os fluxos de trabalho foram contemplados.	Sendo analisado a partir do marco 3.3, o fluxo de trabalho parece ser bem contemplado.	Sim. Senti falta de um detalhamento maior dos documentos a serem exigidos por nós e que deverão ser extraídos do modelo.
5. Você considera eficientes os métodos de comunicação e troca de informações estabelecidos no artefato?	Sim, sobretudo as reuniões de equipe onde todos os atores envolvidos participariam das problemáticas e soluções.	O método de comunicação do artefato aparenta ser eficiente, porém a organização das pastas e arquivos neste sistema de comunicação exigirá bastante esforço para ser implementado por ser bastante complexa.	Sim, em especial o estabelecimento de prazos e reuniões já no Termo de Referência.
6. E a generalidade, ou seja, você considera que há delimitação do uso do artefato para os diversos tipos de projetos?	Não foi possível avaliar se o artefato se aplica a projetos de urbanização.	Fica difícil avaliar as delimitações do uso do artefato quando o mesmo ainda não foi implementado. Uma dúvida que existe é se ele atenderá as diversas escalas de projetos como a de um projeto urbanístico.	Tenho dúvidas com relação à sua aplicabilidade nas diversas escalas de projeto.
7. Você considera que há facilidade de uso do artefato?	Acredito que a facilidade de uso de qualquer artefato depende do seu conhecimento. Considerando que se trata de uma primeira vez de uso, não acho que será fácil a sua utilização, muito embora a forma como foi concebido, busca esclarecer as diversas etapas envolvidas no processo, facilitando assim, o seu desenvolvimento.	Imagino que não há facilidade do uso do artefato devido a realidade do funcionamento da SUMAI, mas também acredito que o mesmo será um desafio necessário e importante para o setor.	O artefato está claro e bem detalhado. Será necessário, no entanto, um tempo maior para estudar as estratégias de sua utilização para implementação do BIM no órgão.
8. Você usaria o plano de execução BIM proposto?	Sim	Sim	Sim

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

O artefato foi avaliado, como já descrito, através de três critérios, e a compilação dos resultados em relação aos mesmos são:

- a) **Operacionalidade** – Os três avaliadores consideraram que o artefato, num primeiro momento atende às necessidades, não tendo sido encontradas falhas evidentes. Consideram que o mesmo contempla as fases do processo de projeto, que os fluxos de trabalho estão apropriados e que os métodos de comunicação e troca de informações estabelecidos são eficientes.
- b) **Generalidade** – Questionam a aplicação a projetos de urbanização.
- c) **Facilidade de uso** – Consideram o artefato claro e bem detalhado, entretanto acham que a usabilidade depende do conhecimento do mesmo. Considerando que se trata de algo novo, inferem que a sua utilização não será fácil, muito embora considerem que a forma como foi concebido, busca esclarecer as diversas etapas envolvidas no processo.

Com base nas avaliações recebidas e na literatura, o artefato inicial sofreu algumas alterações para seu aprimoramento. Foi especificado o profissional responsável por cada atividade do processo. Anteriormente era explicitado apenas a equipe que era responsável pela mesma. Também foram explicitados os produtos dos projetos que deverão ser entregues.

Ficou claro que o fator cultural influencia na adoção do BIM, pois existe no órgão resistência em alterar os métodos de trabalho consolidados, além da escassez de mão de obra especializada, o que impacta na avaliação da facilidade de uso do artefato.

Dentre os resultados da pesquisa, destaca-se que:

- a explicitação detalhada dos processos em uso é essencial para a otimização ou substituição dos mesmos;
- o planejamento da implantação de BIM deve considerar o contexto específico da instituição;
- na inserção do BIM nos processos de projeto deverá ser promovida a integração entre disciplinas e as atividades de todos os envolvidos;
- as funções e responsabilidades de cada um dos envolvidos na projeção precisam estar bem definidas;
- a sistematização das atividades com os seus prazos, responsáveis,

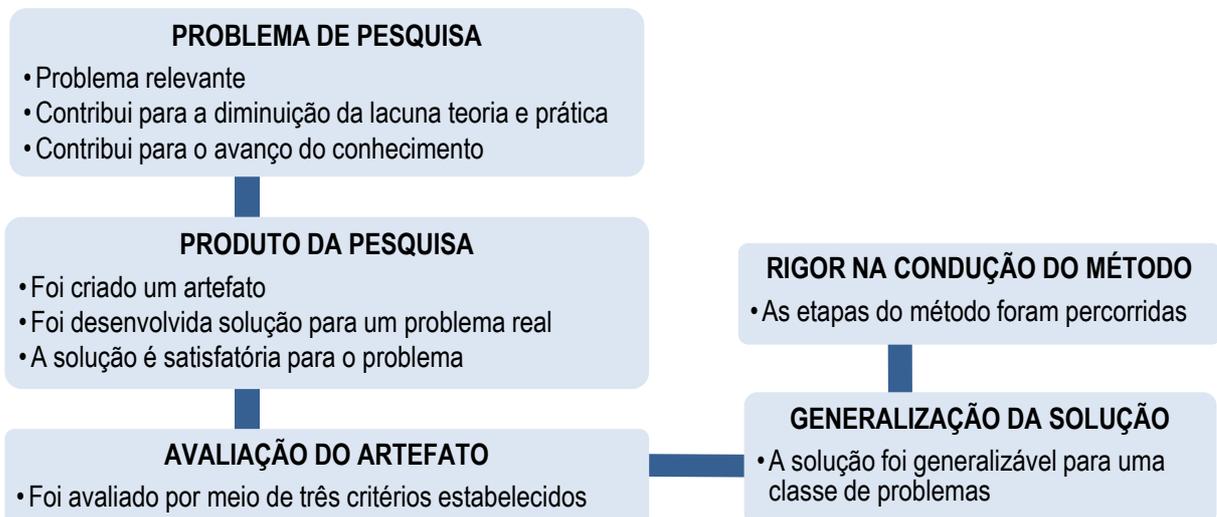
insumos e produtos desejados devem ser previamente explicitada;

- os procedimentos de colaboração e gestão do processo de projeto devem estar claramente definidos;
- devem ser pensadas as premissas para a elaboração do modelo BIM de modo que o mesmo seja útil nas demais as fases do ciclo de vida da edificação;
- é relevante estabelecer as verificações a serem realizadas visando garantir a qualidade do modelo.

Isto posto, infere-se que o artefato poderá ser usado como versão inicial na implantação do BIM, possibilitando a sistematização dos processos de trabalho, facilitando a interação das disciplinas do projeto, a manipulação de suas informações, e abordando o processo de projeto de forma colaborativa, a fim de integrar as partes envolvidas.

Ao final, é importante verificar o rigor da pesquisa, e para isso a Figura 81 mostra os itens seguidos para o estabelecimento do mesmo.

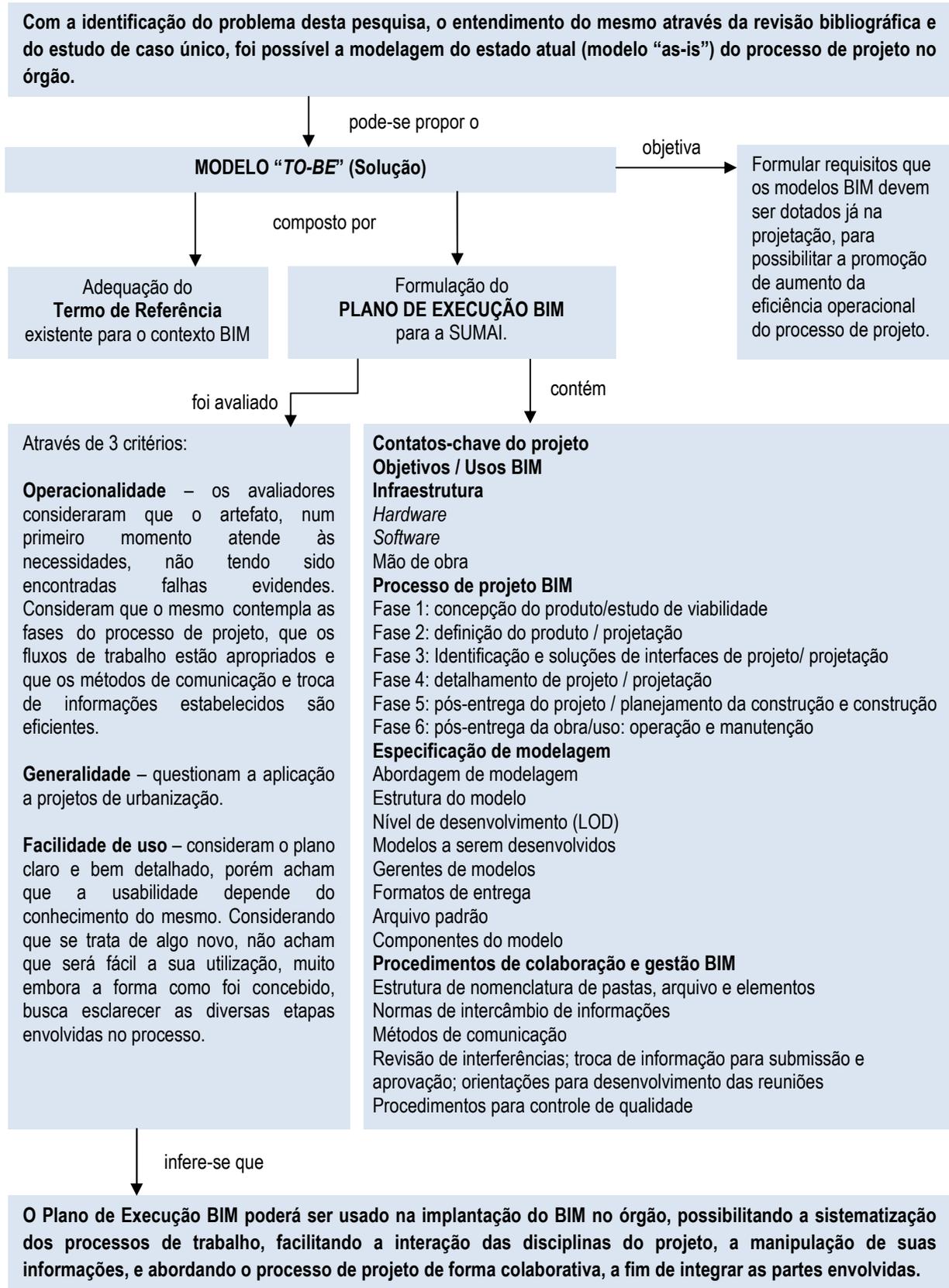
Figura 81 – Verificação do rigor da pesquisa



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

A Figura 82 mostra o que foi abordado neste capítulo.

Figura 82 – Modelo “TO-BE”



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria da construção deve preocupar-se com a melhoria de processos, de modo que os edifícios sejam construídos consumindo os recursos estritamente necessários, sem desperdícios. Isso demanda alterar seus processos de produção, identificando e removendo obstáculos e gargalos para a almejada estabilidade do fluxo de trabalho em todas as fases do ciclo de vida da edificação. Isto leva à busca por novos paradigmas que tenham o potencial de melhorar a qualidade da edificação a ser criada. Com o BIM pode-se ampliar o modo de pensar e agir sobre a edificação, propiciando contribuições significativas tanto na projeção, como na construção e no uso da mesma.

Um dos principais desafios enfrentados é a implantação do BIM de forma sistemática e planejada. Segundo Gurevich e Sacks (2017), a adoção aleatória, não coordenada, sem regulamentação, pode levar a diferentes expectativas, diminuindo o cumprimento dos benefícios potenciais do BIM. Atrelado a isso, a natureza do processo de projeto é complexa, envolve muitas decisões, com numerosas interdependências e participantes. Então, a implantação de BIM na fase de projeção requer planejamento.

As pesquisas com o intuito de melhorar o processo de projeto apontam para o *Lean Design*, que é a aplicação dos princípios da produção enxuta, com a eliminação das perdas e das atividades que não agregam valor. Isso requer a análise do processo, buscando: descobrir quais atividades são necessárias ao processo de projeto; conhecer o fluxo de informações interdependentes; e integrar os intervenientes, resultando em desafios para as práticas gerenciais, devido à complexidade na gestão do processo de projeto.

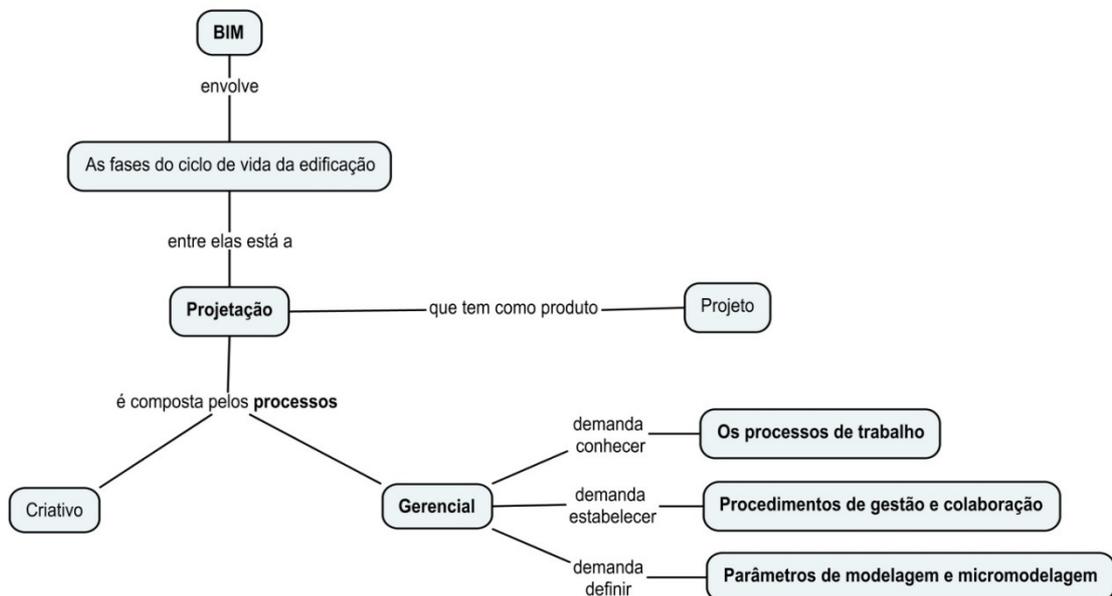
Neste contexto é fundamental destacar que a visão sistêmica dos processos de trabalho demonstra que qualquer parte do mesmo deve ser vista e analisada em relação ao todo, possibilitando que todos os intervenientes passem a ter uma visão global do processo, seus papéis e responsabilidades definidos. Proporcionando, conseqüentemente, o aumento da transparência do processo e a troca de informações entre os envolvidos.

O estudo e proposição de inovação nas práticas gerenciais da projeção levam ao uso do BIM, pois como já dito anteriormente, o mesmo possibilita, entre outros aspectos: melhor visualização e compreensão do projeto; rápida geração e

avaliação de alternativas de projeto; uso dos dados do modelo para análises prévias (custo, eficiência energética etc.); manutenção da integridade do modelo do projeto; geração automática de desenhos e documentos; melhor comunicação e compartilhamento de informações, permitindo uma maior integração da visualização do processo e do produto pelos diversos membros e equipes de trabalho.

Diante disso, esta pesquisa parte da observação de um problema prático com vistas à obtenção de contribuições teóricas, na implantação de BIM na SUMAI durante a fase de projeto (Figura 83).

Figura 83 – Implantação BIM na projeção



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

7.1 CONCLUSÕES

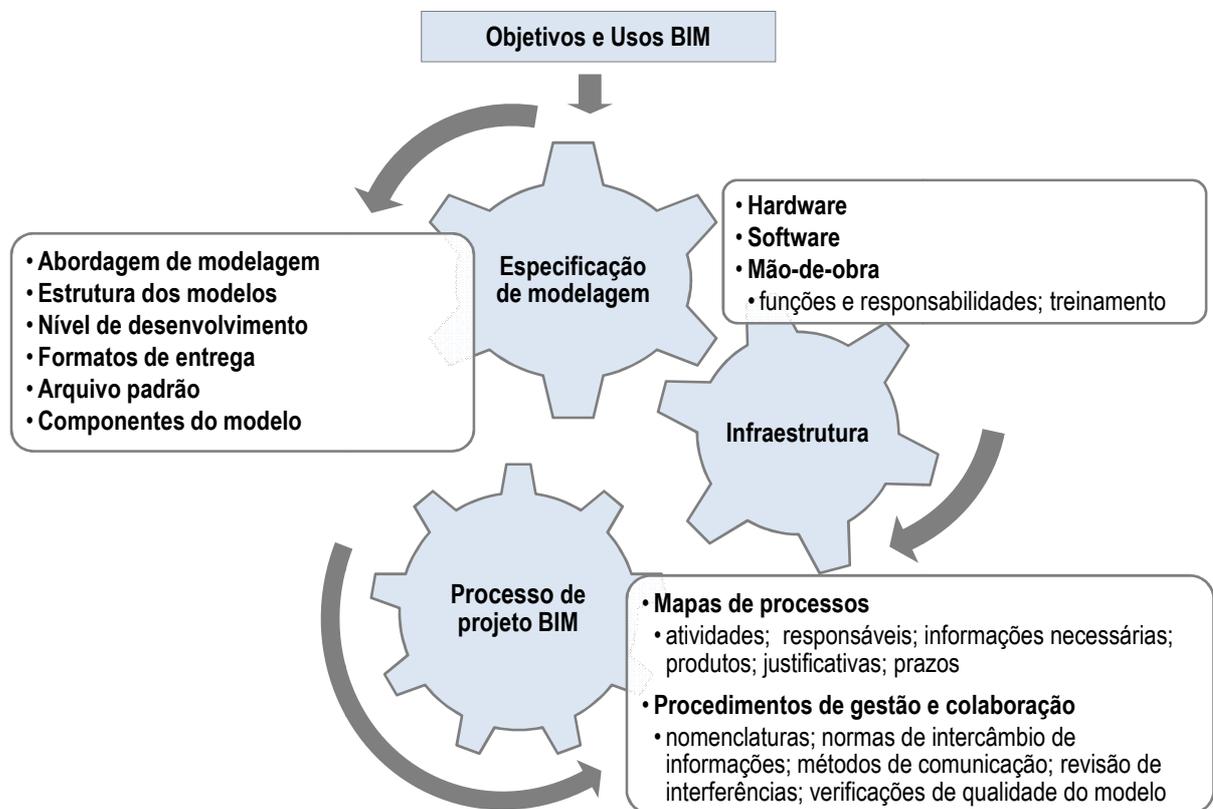
O objetivo principal desta pesquisa foi a implantação do paradigma BIM na fase de projeto de edificações. Foi utilizado o *Design Science Research*, um método empregado na resolução de problemas enfrentados no mundo real. Assim, a pesquisa cobriu as principais etapas do método: identificação do problema; análise e diagnóstico; desenvolvimento da solução/intervenção; e avaliação.

O ponto de partida para a realização da pesquisa foi a identificação do problema, seguido da compreensão do mesmo através de revisão bibliográfica. A fim de buscar entender as causas do problema e evidenciar as inter-relações existentes, foi feita a análise e diagnóstico da questão e do contexto no qual a

mesma ocorre através da coleta de dados possíveis, procurando compreender o problema por meio do enfoque sistêmico. Para isto, foi adotado o estudo de caso único como método auxiliar, objetivando analisar a organização, objetivos e processos na SUMAI, focando na gestão do processo de projeto. Foram utilizadas como evidências: entrevistas, observação direta e documentos. Após a obtenção dos dados, os mesmos foram trabalhados de forma que permitisse a formulação do modelo “*as-is*”, através de mapas de processos.

A solução proposta visando o aumento da eficiência operacional do processo de projeto foi o Plano de Execução BIM para a SUMAI. A proposição da solução iniciou com a identificação dos principais entraves do processo de projeto através do estudo de caso único. Assim, foram elencados os itens que deviam constar em um plano de execução BIM. A condução desta atividade foi acompanhada de orientações de base teórica através da revisão bibliográfica feita ao longo do processo de pesquisa. Posteriormente, a solução proposta foi instanciada no contexto real (SUMAI). A Figura 84 mostra a inter-relação dos itens que necessitam estar definidos no plano de execução BIM.

Figura 84 – Inter-relação dos itens do plano de execução BIM



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

O plano de execução BIM foi avaliado através de três critérios: operacionalidade (análise da funcionalidade do artefato); generalidade (delimitação do uso do artefato nos diversos tipos de projetos); e facilidade de uso (observação da usabilidade do artefato pelos técnicos do órgão).

Com base nas avaliações e na literatura, infere-se que o artefato poderá ser usado como versão inicial na implantação do BIM no órgão, mas vale ressaltar que o mesmo deve ser aprimorado através do seu uso.

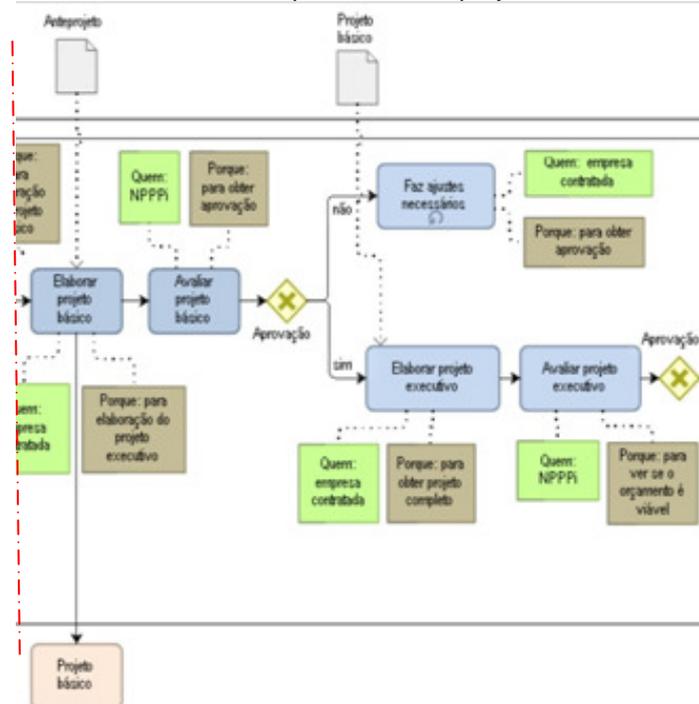
Os resultados confirmaram as principais suposições que nortearam a pesquisa:

- a) explicitar detalhadamente os processos em uso é essencial na otimização/substituição dos mesmos;
- b) aplicar a filosofia do “Pensamento Enxuto”, ou seja, eliminar retrabalhos, diminuir custos e tempo; e da “Visão Holística” de todo o processo de trabalho que envolve o ciclo de vida da edificação;
- c) ter a cultura de trabalho de colaboração, integração e compartilhamento entre os envolvidos;
- d) planejar a implantação de BIM considerando o contexto específico de cada instituição;
- e) realizar a implantação do BIM gradativamente, definindo metas realistas de acordo com as condicionantes e a realidade;
- f) iniciar “simples” para poder assimilar novos processos, ferramentas e cultura;
- g) funções e responsabilidades de cada um dos envolvidos na projeção precisam estar bem definidas;
- h) sistematizar e explicitar previamente as atividades com prazos, responsáveis, insumos necessários e produtos relacionados às mesmas é essencial;
- i) definir claramente os procedimentos de colaboração e gestão do processo de projeto para se obter o gerenciamento eficaz;
- j) pensar as premissas para elaboração do modelo BIM para que o mesmo seja útil nas demais fases do ciclo de vida da edificação;
- k) estabelecer as verificações a serem realizadas visando garantir a qualidade do modelo é relevante.

Para exemplificar as diferenças entre os modelos “*as-is*” e “*to-be*” será abordado a coordenação de projetos no desenvolvimento dos projetos básicos e executivos. Como visto no modelo “*as-is*”, muitos processos de trabalho não estão explicitados detalhadamente, dificultando a programação e gestão dos mesmos, contribuindo para a existência de retrabalhos, aumento de custos e tempo.

A Figura 85 mostra, por exemplo, que no modelo existente no órgão não estão mapeadas as atividades referentes à coordenação dos projetos, sendo descrito o processo de desenvolvimento e acompanhamento dos projetos básicos e executivos de forma muito sucinta: a empresa recebe o anteprojeto e a OS para iniciar a elaboração dos projetos básicos, que finalizados são entregues ao Núcleo de Projetos para avaliação. Sendo necessário, são solicitadas alterações que são feitas pela empresa até obter aprovação do órgão. Com os projetos básicos aprovados, são feitos os projetos executivos, que são avaliados e feitas as correções solicitadas até a obtenção da aprovação.

Figura 85 - Modelo “*as-is*” do processo dos projetos básico e executivo



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

No modelo “*to-be*” proposto fica explicitada a importância: da visão global de todo o processo de trabalho; da colaboração e definição das funções e responsabilidades de cada um dos envolvidos na projeção; da sistematização e

explicitação prévia das atividades com prazos, responsáveis, insumos necessários e produtos relacionados às mesmas; da definição clara dos procedimentos de colaboração e gestão do processo de projeto.

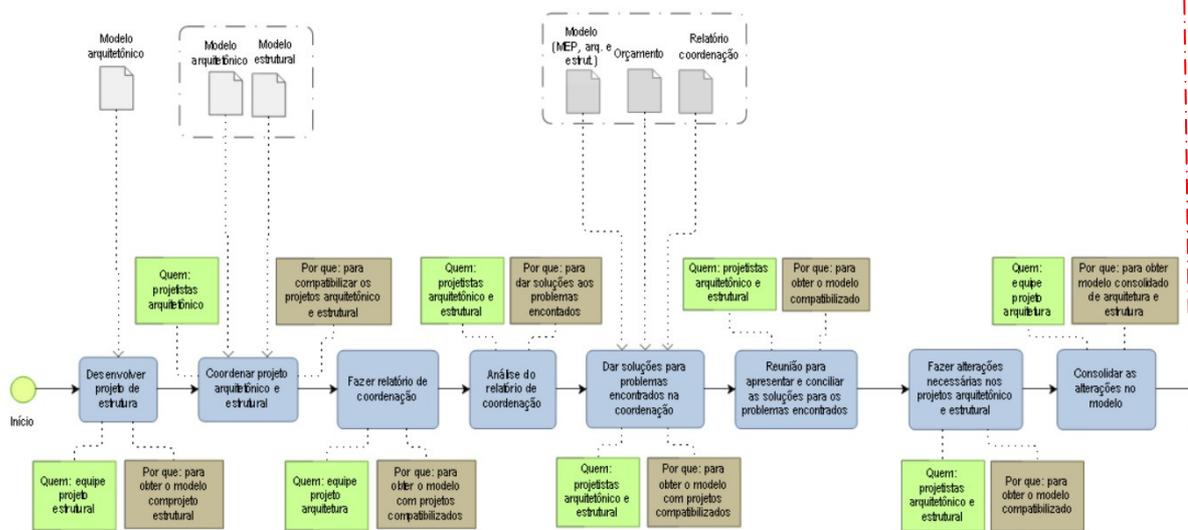
As Figuras 86 e 87 mostram parte do que foi abordado, trazendo como exemplo o subprocesso de coordenação dos projetos arquitetônico, estrutural e de instalações prediais, descrevendo este subprocesso que ocorre tanto no desenvolvimento dos projetos básicos, como nos executivos.

O subprocesso de coordenação dos projetos começa com o desenvolvimento do projeto estrutural básico. Em seguida, é feito o relatório de coordenação, e em reunião com as equipes dos respectivos projetos são apresentadas e conciliadas às soluções dadas, para então, proceder às alterações necessárias nos projetos.

Na sequência são realizadas atividades paralelas para o desenvolvimento dos projetos básicos de instalações prediais por suas respectivas equipes, usando como informações de referência os projetos de arquitetura e estrutura. Assim é feita a coordenação de cada projeto de instalação predial com o modelo de arquitetura e estrutura consolidado. Posteriormente é feita a análise do relatório por todos os projetistas, objetivando encontrar soluções para os problemas encontrados. Como as soluções são dadas pelas equipes responsáveis por cada projeto preliminar e arquitetura/estrutura, se faz necessário realizar reuniões envolvendo todos os participantes para apresentar e conciliar as soluções para os problemas encontrados, e posteriormente, fazer as alterações necessárias para obter o modelo compatibilizado.

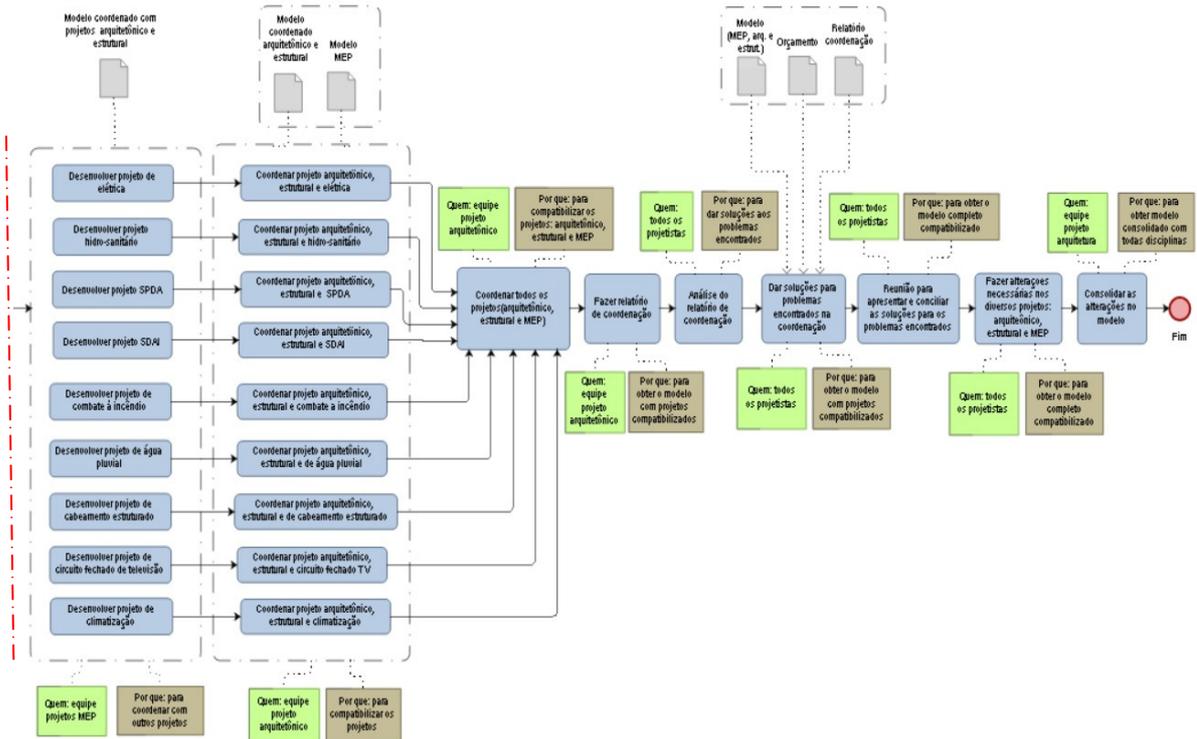
Salienta-se que a interação entre a equipe de projetistas precisa existir nas atividades colaborativas que ajustam as propostas até serem alcançadas soluções satisfatórias para a edificação como um todo. Então, reuniões e análises são feitas até alcançar este objetivo. Nesse sentido, são atividades que constituem um ciclo que só é finalizado quando a solução atende ao desempenho esperado. A Figura 86 apresenta o subprocesso: coordenação dos projetos (parte A) e a Figura 87 mostra o mesmo subprocesso (parte B).

Figura 86 - Coordenação dos projetos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais (Parte A)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Figura 87 - Coordenação dos projetos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais (parte B)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Como visto, o processo de projeto vigente no órgão está estruturado em sete fases: programa de necessidades; estudo preliminar; anteprojeto; licitação de projetos; acompanhamento técnico do desenvolvimento dos projetos básicos e executivos; suporte técnico a obra; e avaliação e encaminhamento de aditivo.

Constata-se pouca colaboração entre os envolvidos; e fragmentação e sequenciamento das atividades, com dificuldade de estabelecer prazo e custo neste processo. Isto fica evidente pela existência das duas últimas fases, visto que, o suporte técnico a obra é feito por haver inconsistências e problemas de incompletude de informações no projeto e pouca colaboração entre os envolvidos. Este suporte ocorre do início ao final da obra, implicando em maior custo e tempo de execução, além de nem sempre serem dadas soluções satisfatórias para os problemas encontrados. O encaminhamento de aditivo de prazo e/ou de valor ocorre principalmente por causa da existência dos problemas de projeto mencionados acima, implicando sempre em obras com problemas de execução, e conseqüentemente, havendo necessidade de aditivo de preço e prazo.

No modelo proposto, são mapeadas as atividades, seus responsáveis, a justificativa, as interações necessárias entre os envolvidos e os insumos necessários para a realização das mesmas. Isto fornece um plano detalhado para a execução do subprocesso de coordenação de projetos, visando inserir, extrair, atualizar as informações, para apoiar cada parte interessada. O mapa do subprocesso apresentado nas Figuras 86 e 87 visa auxiliar a enxergar os pontos fortes e evitar: falhas de integração, atividades redundantes, tarefas de baixo valor agregado e retrabalho.

O uso de ferramentas de gestão, como os mapas de processos, possibilita o aumento de produtividade e de qualidade nas atividades. Entretanto, é essencial enfatizar a importância da melhoria contínua, conforme preconizado pelos princípios da produção enxuta (KOSKELA, 1992). Assim, deve-se iniciar a projeção tendo como pré-requisito o planejamento global do processo e terminar com a retroalimentação para novos projetos, possibilitando que experiências anteriores sejam utilizadas para a melhoria e o refinamento dos mesmos.

Para Succar e Kassem (2015), a implantação do BIM refere-se a adoção de um conjunto de atividades para melhorar o desempenho de uma organização, e pode ser dividida em: (a) prontidão BIM (representa a propensão de uma unidade organizacional em adotar ferramentas, fluxos de trabalho e protocolos BIM); (b) capacidade BIM (implantação de ferramentas, fluxos de trabalho e protocolos BIM); e (c) maturidade do BIM (melhoria gradual e contínua da qualidade e desempenho). Então, cabe destacar, que o componente cultural deve ter especial atenção, visto

que é necessário ter pessoas capacitadas e dispostas a enfrentar os desafios que se apresentam durante a implantação do BIM.

A abrangência e complexidade do BIM apresentam alternativas diferenciadas para sua implantação, porém o importante é respeitar o contexto e possibilidades que se apresentam, estudando e definindo todos os processos de trabalho. Diante disso, percebe-se que a chave desse processo é o seu planejamento, sendo este expresso no plano de execução BIM.

Este trabalho apresenta uma revisão da literatura com a construção de um documento (plano de execução BIM), dando enfoque a colaboração e a gestão dos processos de trabalho, por serem essenciais para a melhoria do processo de projeto. Contribui através de um método que pode ser um guia, onde foi compilado e aplicado para o contexto da SUMAI. Para tal, foram elaborados instrumentos visando obter o gerenciamento eficaz, tais como: tabelas de controle, mapas de processos etc. (Capítulos 3, 4 e Apêndice B).

Isto posto, percebe-se que o plano de execução BIM permitirá ao órgão planejar e monitorar seus processos de trabalho, prevendo como as ações (atividades) realizadas podem agregar valor ao produto, e conseqüentemente, aos seus usuários finais. Entretanto, o plano de execução BIM foi desenvolvido para ser aplicado como versão inicial na implantação do BIM na SUMAI e requer refinamento através da sua aplicação até alcançar o padrão desejado.

Com isso, esforços na implantação devem ser concentrados nos processos de trabalho e nos resultados desejados em termos de pessoas, processos, tecnologia e informação. Então, espera-se que a SUMAI possa utilizar e aprofundar o desenvolvimento do plano de execução BIM proposto, aprimorando a sua aplicação através do entendimento das interdependências entre as várias atividades, operacionalidade, colaboração e, conseqüentemente, melhoria do processo de projeto.

7.2 DESDOBRAMENTOS E CONTINUIDADE

O uso do BIM em todo o ciclo de vida da edificação possibilita melhorias de processos no setor da AECO, contribuindo para a satisfação do usuário. Este trabalho é sobre a implantação do BIM na fase de projeção e diante da relevância do assunto, é importante a realização de mais estudos sobre aplicação BIM nas

fases de planejamento da construção, construção e uso da edificação, visto que potencialmente o BIM reformula os processos de trabalho, reduz as chances de erro e aumenta a eficiência dos processos.

As informações armazenadas em uma base de dados digital integrada podem ser úteis para uma variedade de práticas. O acesso eficaz à informação possibilita minimizar o tempo e trabalho necessário, entretanto, para isso se faz necessário aprofundamento no estabelecimento de como o BIM pode ser utilizado e quais são os requisitos para sua implantação nas demais fases do ciclo de vida da edificação.

Como sugestão para trabalhos futuros recomenda-se:

- o refinamento do modelo proposto para ser aplicado em outros tipos de projetos, como projeto de urbanismo.
- o estudo para formular mais premissas para o modelo BIM quanto aos parâmetros necessários para as demais fases do ciclo de vida da edificação (planejamento da construção, construção e uso: operação e manutenção).
- Colocar as informações no modelo, identificando quais parâmetros devem ser usados para cada tipo de uso pretendido.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 8402**: Gestão da Qualidade e Garantia da Qualidade – Terminologia. Rio de Janeiro, 1994 b, 15 p.

_____. **NBR 13531**: Elaboração de projetos de edificações – atividades técnicas. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 5674**: Manutenção de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

_____. **NBR 12006-2**: Construção de edificação: organização de informação da construção. Parte 2: Estrutura para classificação de informação. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 15965-1**: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 1: Terminologia e estrutura. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 15965-2**: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 2: Características dos objetos. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 15965-3**: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 3: Processos da construção civil. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 15965-7**: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 7: Informação da construção. Rio de Janeiro, 2015.

ABPMP – Association of Business Process Professionals. **BPM CBOK**: Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio – Corpo Comum de Conhecimento. 1. ed., v.3, 2013, 440 p. Disponível em: <http://c.yimcdn.com/sites/www.abpmp.org/resource/resmgr/Docs/ABPMP_CBOK_Guide__Portuguese.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2016.

AIA – THE AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. National Documents Committee. **Document E202** – Building Information Modeling Protocol Exhibit. Washington, DC, 2008.

_____. **Document E203 – 2013**: Building Information Modeling and Digital Data Exhibit, 2013a. Disponível em: <<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab099084.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2016.

_____. **Document G201-2013**: Project Digital Data Protocol Form, 2013b. Disponível em: <<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab099085.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2016.

_____. **Document G202 – 2013**: Building Information Modeling Protocol Form, 2013c. Disponível em: <<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab099086.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2016.

_____. **Integrated Project Delivery: a guide** – version 1. AIA California Council, 2007, 62 p. Disponível em: <<http://www.aia.org/groups/aia/documents/pdf/aiab083423.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2016.

ALMEIDA, P. A. **Notação BPMN para mapeamento de processos de trabalho**, 2013. Tribunal de Contas da União, Secretaria Geral da Presidência, Instituto Serzedello Corrêa. Disponível em: <http://portal3.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/comunidades/gestao_processos_trab/curso_mapeamento_processos_trab/Curso%20Mapeamento%20BPMN%20Bizagi%20-%20aula%202_v%202013.pdf>. Acesso em: 29 out. 2015.

AMIM, R. R. **Realidade Aumentada aplicada à Arquitetura e Urbanismo**. 2007. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

AMORIM, S. R. L.; PEIXOTO, L. A. **CDCON: classificação e terminologia para a construção**. Coleção Habitare, v. 6, p. 188-219. Porto Alegre: ANTAC, 2006. Disponível em: <http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/gpacc/BIM/referencias/ct_6_cap8.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2016.

AMOROSO, D. **TECMUNDO. Como funcionam e como escolher uma placa de vídeo para você**. 2009. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/hardware/1632-como-funcionam-e-como-escolher-uma-placa-de-video-para-voce.htm>>. Acesso em: 22 mar. 2016.

ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. BIM: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. In: WORKSHOP BRASILEIRO GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 9., 2009, São Carlos. **Anais...** São Paulo: USP, 2009. 1 CD-ROM.

ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. Building Information Modeling (BIM). In: KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MOREIRA, D. C.; PETRECHE, J. R. D. FABRÍCIO, M. M. (Orgs.). **O processo de projeto em arquitetura da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 421-442.

ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C.; MOREIRA, D. C. O processo e os métodos. In: KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MOREIRA, D. C.; PETRECHE, J. R. D. FABRÍCIO, M. M. (Orgs.). **O processo de projeto em arquitetura da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 80-100.

ANTONIOLI, P. E. **Estudo crítico sobre subsídios conceituais para suporte do planejamento de sistemas de gerenciamento de facilidades em edificações produtivas**. 2003. 241 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ARAYICI, Y.; COATES, P.; KOSKELA, L.; KAGIOGLOU, M.; USHER, C.; O'REILLY, K. Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. **Automation in Construction**, v. 20, mar. 2011, p. 189-195.

ASBEA. **Fluxo de Projetos em BIM: Planejamento e Execução**. 2015. Disponível em: <http://www.asbea.org.br/download/Guia_Bim_AsBEA_Fasciculo_2.pdf>. Acesso em: 19 set. 2015.

AUTODESK. **Autodesk Customer Success Story: WASA/Studio A**. 2015. Disponível em: <http://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/products/autodesk-revit-family/docs/pdf/Autodesk_WASA_CS_letter_en.pdf>. Acesso em: 7 set. 2015. il. color.

BAYLEY. **Pre-Construction BIM**. 2015. Disponível em: <<http://www.bayley.net/Services/Pre-Construction/BuildingInformationModeling.aspx>>. Acesso em 3 dez. 2015. il. color.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Atual cenário da implantação de BIM no mercado da construção civil da cidade de São Paulo e demanda por especialistas. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2011, Salvador. **Anais...** Salvador: FAUFBA, 2011. 1CD.

BECERIK-GERBER, B.; ASCE, A.M.; Jazizadeh, F.; Li, N.; Calis, G. Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, mar. 2012, p. 431-442. Disponível em: <[http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000433](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000433)>. Acesso em: 7 dez. 2015.

BIMFORUM. **Level of Development Specification for Building Information Models**. 2016, 206 p. Disponível em: <<http://bimforum.org/lod/>>. Acesso em: 11 out. 2016.

BRASIL. **Lei n.º 8666**, de 21 de junho de 1993. Institui normas para licitações e contratos da Administração Pública, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm>. Acesso em: 20 nov. 2016.

BUILDINGSMART. **Industry Foundation Classes Release 4 (IFC4)**, 2013. Disponível em: <<http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4/final/html/>>. Acesso em: 26 jul. 2016.

_____. **BCF Intro**, 2017a. Disponível em: <<http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/bcf-releases>>. Acesso em: 12 set. 2017.

_____. **Technical Vision**, 2017b. Disponível em: <<http://www.buildingsmart.org/standards/technical-vision/>>. Acesso em: 19 set. 2017.

CAMARGO, D.; MOSCOSO, R. M. C.; STAUT, S. L. S.; FABRÍCIO, M. M.; RUSCHEL, R. C. A Gestão do Processo de Projeto da Coordenadoria de Projetos (CPROJ-FEC) na UNICAMP. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 7., 2007. Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007.

CAMBIAGUI, H.; AMÁ, R. **Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Arquitetura e Urbanismo**. São Paulo: AsBEA, 2006. Disponível em: <www.sinaenco.com.br/downloads/manual_Arquitetura.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2015.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. v.1: Fundamentos BIM, Brasília: CBIC, 2016a, 1019 p.

_____. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. v. 5: Formas de contratação BIM, Brasília: CBIC, 2016b, 108 p.

CHECCUCCI, E. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. Colaboração e interoperabilidade no contexto da modelagem da informação da construção (BIM). In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 15., 2011, Santa Fé, Argentina. **Anais...** Santa Fé: FADU UNL, 2011. 1 CD-ROM.

_____. Uma visão da difusão e apropriação do paradigma BIM no BRASIL – TIC 2011. **Gestão de Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 19-39, jan./jun. 2013.

CHECCUCCI, E. S. **Ensino-aprendizagem de BIM nos Cursos de Graduação em Engenharia Civil e o Papel da Expressão Gráfica neste Contexto**. 2014. 235 p. Tese (Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento) Universidade de Federal da Bahia, Faculdade de educação, Salvador, 2014.

CICRP - *Computer Integrated Construction Research Program*. The Pennsylvania State University. **BIM Project Execution Planning Guide**, v. 2.1, 2011.125 p. Disponível em: <<http://www.engr.psu.edu/bim>>. Acesso em: 12 mar. 2013.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE CII. **Knowledgebase Best practices**. Disponível em: <<https://www.construction-institute.org/resources/knowledgebase/best-practices>>. Acesso em: 24 jul. 2017.

CONTIER ARQUITETURA. **Plano de automação do modelo**: projeto FLPP Birmann 32. 2014. 36 p.

_____. **Visibilidade, Criação e Aplicação de Modelos de Vistas, Organização do Browser**. Class Handout Autodesk University, 2011.

CSI - Construction Specifications Institute. **MasterFormat**, 2016a. Disponível em: <<http://www.csinet.org/MasterFormat>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

_____. **UniFormat**, 2016b. Disponível em: <<http://www.csinet.org/Home-Page/Category/formats/uniformat>>. Acesso em 15 ago. 2016.

CTE - Centro de Tecnologia de Edificações. **Programa de Gestão da Qualidade no Desenvolvimento do Projeto da Construção Civil**. São Paulo. CTE\SINDUSCON, 1997. 9 módulos.

CURT - CONSTRUCTION USERS ROUNDTABLE. **BIM Implementation: an Owner's Guide to Getting Started**. UP-1203.Cincinnati, OH: CURT, 2010. 45 p. Disponível em: <<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab085571.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2012.

DAWOOD, N.; SRIPRASERT, E.; MALLASI, Z.; HOBBS, B. **Development of an integrated information resource base for 4D/VR construction process simulation**. In: CONFERENCE AT CHALMERS, 2001, Sweden. Disponível em: <http://www.it.civil.aau.dk/it/publications/AVR_2001_zaki_nash.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2016.

DRESCH, A. **Design Science e Design Science Research como Artefatos Metodológicos para Engenharia de Produção**. 2013. 184 f. Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, São Leopoldo, RS, 2013.

EASTMAN, C. M. **Building product models**: computer environments supporting design and construction. Boca Raton: CRC Press, 1999. 411 p.

EASTMAN, C. M.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook**: a guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. 684 p.

_____. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 p.

FABRICIO, M. M. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios**. 2002. 329 p. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FLORIO, W. Contribuições do Building Information Modeling no Processo de Projeto em Arquitetura. In: ENCONTRO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO, 3., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFPR, 2007. 1 CD-ROM.

_____. **Modelagem Paramétrica no Processo de Projeto em Arquitetura**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, São Carlos. São Paulo: Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.iau.usp.br/ocs/index.php/SBQP2009/SBQP2009/paper/viewFile/98/115>>. Acesso em: 6 out. 2015.

_____. Análise do processo de projeto sob a teoria cognitiva: sete dificuldades no atelier. **Arquitetura revista**. v. 7, n. 2, jul/dez 2011, p. 161-17. Disponível em: <<http://revistas.unisinos.br/index.php/arquitetura/article/view/arq.2011.72.06>>. Acesso em: 16 jan. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

GONÇALVES, R. F. et al. Um modelo em UML para a representação sistêmica de projetos AEC. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2011. 1 CD-ROM.

GOVERNO DE SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. **Caderno de apresentação de projetos em BIM**. Santa Catarina, 2014. 95 p.

Disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/index.php/visualizar-biblioteca/acoes/comite-de-obras-publicas/427-caderno-de-projetos-bim/file>>. Acesso em: julho 2016.

GBCBRASIL - Green Building Council Brasil. **Certificação LEED**. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/?p=certificacao>>. Acesso em: 22 ago. 2012.

GRILO, L.; MELHADO, S. B. Novas formas de contratação e organização dos empreendimentos no segmento de construção de edifícios para terceiros. ENTAC – ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: 2002.

GROETELAARS, N. J.; AMORIM, A. L. Nuvem de Pontos na Criação de Modelos BIM: aplicações em documentação arquitetônica. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 5., 2011, Salvador. **Anais...** Salvador: FAUFBA, 2011. 1 CD-ROM.

GUGELMIN, F. **TECMUNDO. Memória RAM: como escolher a melhor para o computador?**, 2012. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/memoriaram/992-memoria-ram-como-escolher-a-melhor-para-o-computador-.htm>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

GUREVICH, U.; SACKS, R. **Development of a BIM Adoption Impact Map**. In: JOINT CONFERENCE ON COMPUTING IN CONSTRUCTION, 2017, Heraklion, Greece. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/318656920>>. Acesso em: 2 ago. 2017.

HARDIN, B.; MCCOOL, D. **BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows**, 2. ed. John Wiley & Sons Inc., Indianápolis, Indiana, 2015. 375 p.

IFMA website, **FM Glossary**. Disponível em: <<http://community.ifma.org/fmpedia/w/fmpedia/facility-management-1>>. Acesso em: 28 set. 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO TR 14177. **Classification of information in the construction industry: ISO Technical Report 14177:1994a**. Geneva: International Standardization Organization, 1994.

_____. **ISO 12006-2: Organization of Information about Construction Works. Part 2: Framework for Classification of Information**, 2001.

_____. **ISO PAS 12006-3: Organization of Information about Construction Works. Part 3: Framework for Object-oriented Information**, 2007.

_____. ISO. **About ISO**. 2016c. Disponível em: <<http://www.iso.org/iso/home/about.htm>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

KHEMLANI, L. **CORENET e-PlanCheck: Singapore's Automated Code Checking System**. 2005. Disponível em: <<http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2005/CORENETePlanCheck.html>>. Acesso em: 7 abr. 2017.

KYMMELL, W. **Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D and Simulations**. New York: McGraw-Hill, 2008. 296 p.

KOSKELA, L. **Application of the New Production philosophy to Construction**. Technical Report n. 72. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. Stanford University, 1992, 72 p.

LANDIM, W. TECMUNDO. **Você sabe o que é a tecnologia IPS?**, 2009. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/imagem/2307-voce-sabe-o-que-e-a-tecnologia-ips-.htm>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

LAWSON, B. 1980. **How Designers Think**. London, The Architectural Press, 216 p.

LIEBICH, T.; WIX, J. **IFC Technical Guide**. IAI, 2000, 46 p.

LIMA, M. M. X.; MAIA, S. C.; BARROS NETO, J. P. O Pensamento Complexo e suas Implicações ao Processo de Projeto. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 5., 2011, Salvador. **Anais...** Salvador: FAUFBA, 2011. 1 CD-ROM.

MARITANO, R. G. **Biblioteca afeta qualidade do BIM**. Revista Notícias da Construção - SindusCon SP, n. 106, ano 7, nov. 2011. Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br/downloads/imprensa/noticiasdaconstrucao/2011/ed106.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2015.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research in Information Technology. **Decision Support Systems**, v. 15, p. 251-266, 1995. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Salvatore_March/publication/222484351_Design_and_Natural_Science_Research_on_Information_Technology/links/54294bd10cf238c6ea7d22eb/Design-and-Natural-Science-Research-on-Information-Technology.pdf>. Acesso em: 30 maio 2017.

MARKUS, T.; ARCH, M. **Optimisation by evaluation in the appraisal of building**. In: Value in Building. London: Hutton e Devonald, Applied Science, 1973, p. 82-111.

MATTOS, A. D. BIM 3D, 4D, 5D e 6D. **PINI WEB**. 2014. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d-335300-1.aspx>>. Acesso em: 26 jul. 2015. il. color.

MEIRELES, A. R. BIM-FM: **A evolução na Gestão dos Edifícios**. In: BIMMI - BIM Management Institute, 2015. Disponível em: <<https://bimmi.innovationcast.net/s/1/b/136/pt/bim-fm-a-evolucao-na-gestao-dos-edificios>>. Acesso em: 26 out. 2015.

MELHADO, S. M. **Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios**: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. 277 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MITCHELL, W. J. **A lógica da arquitetura**: projeto, computação e cognição. Campinas, SP: UNICAMP, 2008.

MR AS BUILT INC. **BIM NAVISWORKS SERVICES**. 2015. Disponível em: <http://www.mrasbuilt.com/MAB_BIM_Navis.html>. Acesso em: 28 abr. 2015. il. color.

NAKAMURA, J. Construtoras apostam no BIM 4D para melhorar assertividade do planejamento de obras. **TECHNE.PINI**. 213. ed. Dez. 2014. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/213/artigo335226-3.aspx>>. Acesso em: 28 abr. 2015. il. color.

ndBIM Virtual Building. **BIM NA BASE DE UM VERDADEIRO PROJETO INTEGRADO**. jul. 2016. Disponível em: <<http://ndbim.com/index.php/pt/noticias/noticias-2/item/3-bim-na-base-de-um-verdadeiro-projeto-integrado>>. Acesso em: ago. 2016. il. color.

NIBS - NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **National Building Information Modeling Standard**. v.1 – Part 1: Overview, principles and methodologies. Washington, 2007. 183 p. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CHMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.wbdg.org%2Fpdfs%2FNBIMSv1_p1.pdf&ei=rp6yT5j7M4uXtweC8rWCCQ&usg=AFQjCNGRo1Q IUBtXjMj3xeorTINh-ZORnA>. Acesso em: 12 set. 2012.

OLATUNJI, O. A. A preliminary review on the legal implications of BIM and model ownership. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**. v. 16, p. 687-696, 2011. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2011/40>>. Acesso em: 14 fev. 2013.

OMNICLASS. **A Strategy for Classifying the Built Environment**. 1. ed., 28 p. Disponível em: <<http://www.omniclass.org/>>. Acesso em: 30 jul. 2016.

PEREIRA, A. P. C. **Adoção do paradigma BIM em escritórios de arquitetura em Salvador – Ba**. 2013. 215 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013a.

PEREIRA, R. M. S. **Sistemas de classificação na construção**. Síntese comparada de métodos. 2013b. 149 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013b.

PINI WEB. **Tecnologia & Materiais**. 2012. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/tecnologia-materiais/pini-fecha-parceria-com-beck-technology-para-distribuicao-de-software-250164-1.aspx>>. Acesso em: 3 de ago. de 2015. il. color.

REZENDE, P. E. **Integração projeto-produção no processo de desenvolvimento de projeto**: uma alternativa para a melhoria na qualidade no setor da construção de OAE. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

RIBA - Royal Institute of British Architects. **Handbook of Architectural Practice and Management**, London: **RIBA Publications**, 1980.

SACKS, Rafael; BHARGAV, Dave A.; KOSKELA, Lauri; OWEN, Robert. Analysis framework for the interaction between lean construction and building information modeling. In: INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION – IGLC 17, 17., 2009, Taipei. **Proceedings...** Taipei, 2009.

SANTOS, E. T. BIM-Building Information Modeling: um salto para a modernidade na Tecnologia da Informação aplicada à Construção Civil. In: PRATINI, E. F.; SILVA JÚNIOR, E. E. A. (Org.). **Criação, representação e visualização digitais:** tecnologias digitais de criação, representação e visualização no processo de projeto. Brasília: Faculdade de Tecnologia da UNB, 2012. p. 25-61.

SANTOS, L. IABTOCANTINS. **O melhor computador para arquitetura, design e engenharia**, 2015. Disponível em: <<http://iabto.blogspot.com.br/2015/09/o-melhor-computador-para-arquitetura.html>>. Acesso em: 22 mar. 2016.

SCHEER, S.; AYRES FILHO, C. Abordando a BIM em níveis de modelagem. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 9., 2009. São Carlos. **Anais...** São Paulo: USP, 2009.

SCHEER, S.; AZUMA, F. Processos de projeto, sistemas CAD e modelagem de produtos para edificação. **TQS News**, 29. ed., ago. 2009. Disponível em: <<http://www.tqs.com.br/index.php/tqs-news/consulta/58-artigos/737-processos-de-projeto-sistemas-cad-e-modelagem-de-produto-para-edificacoes>>. Acesso em: 7 set. 2010.

SIMON, H. A. **The Sciences of the Artificial**. 3. ed., Cambridge: MIT Press, 1996.

SOCIETY OF AMERICAN VALUE ENGINEERS. SAVE Proceedings 1990: International conference, April 22-25, 1990, Baltimore, Maryland. Disponível em: <<http://www.euax.com.br/2011/04/engenharia-de-valor-o-que-e-e-sua-aplicacao-na-gestao-de-projetos/>>. Acesso em: 2 fev. 2017.

SOUZA, R. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte**. 1997. Tese (Doutorado em Engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SUCCAR, B. Building information modeling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, p. 357-375, 2009. Disponível em: <https://www.academia.edu/170356/Building_Information_Modeling_framework_a_research_and_delivery_foundation_for_industry_stakeholders>. Acesso em: 25 maio 2015.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. Macro-BIM adoption: Conceptual structures. **Automation in Construction** 57, p. 64-79, 2015. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/276278875>>. Acesso em: 25 ago 2017.

SUMAI. Dados coletados em fontes de evidências no órgão. 2017.

SYNCHRO. **Synchro 4D BIM Video of Oil Refinery Construction**. 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=OgV3NC3VMCA>>. Acesso em: 3 jul. 2015. il color.

TERRA, J. C. C. et al. **Taxonomia: elemento fundamental para a gestão do conhecimento**. 2005. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/jcterra/taxonomia-elemento-fundamental-para-a-gestao-do-conhecimento>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

TOBIN, J. Proto-Building: To BIM is to Build. **AECbytes**. Maio 2008. Disponível em: <www.aecbytes.com/buildingthefuture/2008/ProtoBuilding_pr.html>. Acesso em: 14 jun. 2011.

TRELLIGENCE AFFINITY. Case Study: Array Architects, **Trelligence Affinity Newsletter**, v. 5, fev. 2013. Disponível em: <http://www.trelligence.com/docs/Trelligence-Affinity_Case-Studies%282014%29.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2015. il. color. p. 1.

TRISTÃO, A. M. D.; FACHIN, G. R. B.; ALARCON, O. E. Sistema de classificação facetada e tesouros: instrumentos para organização do conhecimento. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 161-171, maio/ago. 2004. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/1058/1142>>. Acesso em: 18 ago. 2016.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

UALG. **Newsletter Universidade de Algarve**, n. 8, 2015. Disponível em: <<http://ise.ualg.pt/pt/content/newsletter-no-8-dec-ise-ualg>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

UFBA. **PLANO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL (PDI) UFBA, 2012-2016**. 2012, 62 p. Disponível em: <https://www.ufba.br/sites/devportal.ufba.br/files/pdiufba_2012-16.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2013.

VAN AKEN, J. E. Management research based on the paradigm of the design sciences: the quest for field-tested and grounded technological rules. **Journal of Management Studies**, v. 41, n. 2, p. 219-246, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-6486.2004.00430.x>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

WIX, J. **Information Delivery Manual Guide to Components and Development Methods**. buildingSMART, v. 1.2, 2010, 84 p. Disponível em: <http://iug.buildingsmart.org/idms/development/IDMC_004_1_2.pdf>. Acesso em: 5 de ago. 2016.

YASUI ARCHITECTS & ENGINEERS, INC. **IPD/BIM: Integrated Project Delivery/ Building Information Modeling**. 2015. Disponível em: <<http://www.yasuiarchi.co.jp/en/bim.html>>. Acesso em: 2 maio 2015. il. color.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 205 p.

APÊNDICE A - Termo de referência

b) OBJETO

O objeto da presente licitação é a escolha da proposta mais vantajosa para contratação de empresa especializada em engenharia e arquitetura para elaboração de Projetos Básico e Executivo de Arquitetura e Engenharia em *Building Information Modeling* (BIM) para o(s) edifício(s) da Universidade Federal da Bahia, na modalidade, do tipo

c) OBJETIVO DO TR

Definir o objeto da licitação e do sucessivo contrato, bem como estabelecer os requisitos, condições e diretrizes técnicas e administrativas para elaboração de Projetos Básicos e Executivos de Arquitetura e Engenharia em *Building Information Modeling* (BIM) para o(s) edifício(s)

d) PERÍODO DE EXECUÇÃO E DE VIGÊNCIA DO CONTRATO

- O prazo de execução dos projetos é de (.....) dias, conforme etapas definidas no cronograma-físico-financeiro.
- A vigência do contrato é de (.....) dias, respeitando-se a dinâmica de entrega dos projetos definida no Edital.

e) CUSTO ESTIMADO DO CONTRATO

O preço total estimado da licitação é de R\$
(.....).

f) TERMINOLOGIA

Para os estritos efeitos deste Termo de Referência, são adotadas as seguintes definições:

AECO – Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação.

Anteprojeto – Desenvolvimento da proposta arquitetônica da(s) edificação(ões) elaborada a partir do Estudo Preliminar, simulações e análises de desempenho e atendimento ao refinamento das restrições legais. Deve desenvolver solução global para os materiais, sistemas e métodos construtivos mais adequados ao empreendimento proposto, validando as atividades já desenvolvidas nas etapas anteriores.

BIM – *Building Information Modeling* ou Modelagem da Informação da Construção. Processo colaborativo e integrado onde os diversos especialistas interagem em um ambiente computacional complexo que utiliza um sistema gráfico tridimensional paramétrico para execução dos projetos, e todas as atividades que abrangem o ciclo de vida da edificação, desde o estudo de viabilidade, passando pela projeção, o planejamento da construção, a construção, a operação, a manutenção, até a demolição ou a requalificação.

Ciclo de vida da edificação – Abrange todas as fases de uma dada edificação: estudo de viabilidade, projeção, planejamento da construção, construção, uso - operação e manutenção, e demolição ou requalificação.

Contratante - Órgão que contrata a elaboração dos Projetos Básico e Executivo – Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Contratada - Empresa contratada para a elaboração dos Projetos Básico e Executivo, vencedora da licitação.

Deteção de interferências - É o processo pelo qual os modelos de arquitetura, estrutura e instalações prediais passam para verificar a interferência entre as disciplinas, gerando como produto um relatório que demonstra, através de imagens, onde e quais são as incompatibilidades encontradas no modelo BIM. Com base neste relatório pode-se fazer a compatibilização dos componentes das diversas disciplinas.

Estudo de viabilidade – Conceitua e caracteriza o partido arquitetônico e as restrições que o regem, definindo o modelo conceitual e o orçamento preliminar da edificação. Avalia a solução contra critérios de custo, tecnologia e restrições legais.

Estudo preliminar - Concepção e desenvolvimento preliminar da proposta arquitetônica da(s) edificação(ões). Deve assegurar a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, a partir dos dados levantados no Programa de Necessidades, bem como das condicionantes estabelecidas neste Termo de Referência, legislações locais, normativas.

Fiscalização - Atividade exercida de modo sistemático pela Coordenação de Planejamento, Projetos e Obras – CPPO e seus prepostos, objetivando a verificação do cumprimento das disposições contratuais, técnicas e administrativas, em todos os seus aspectos.

Industry Foundation Classes (IFC) - Padrão neutro, não proprietário e com especificações padronizadas para o BIM. Objetiva a troca de informações entre diferentes aplicações AECO de diferentes fornecedores de *software* ao longo do ciclo de vida da edificação.

Level of Development (LOD) – Nível de desenvolvimento composto pelo grau de detalhamento geométrico acrescido do grau de informação. Fornece um padrão para descrever o estado de desenvolvimento de vários sistemas, conjuntos e componentes no contexto do modelo BIM da edificação.

Modelo BIM – Base de dados que reúne informações sobre uma dada edificação constituída por componentes construtivos (objetos geométricos), seus atributos e suas relações com os demais componentes da construção. Agrega vários tipos de informações que podem ser usadas nos processos de projeto, construção e manutenção.

Plano básico da edificação - Qualifica e quantifica o potencial construtivo do empreendimento, utilizando o levantamento de informações técnicas, jurídicas e programáticas.

Plano de execução BIM - define os usos, identifica os fluxos das atividades, define as trocas de informações entre as partes e a infraestrutura necessária para a implantação BIM.

Programa de Necessidades - Conjunto de características e condições necessárias ao desenvolvimento das atividades dos usuários da edificação que, adequadamente consideradas, definem e originam a proposição para o empreendimento a ser realizado.

Projeto Básico - Conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos módulos e do prazo de execução, devendo conter os seguintes elementos:

- desenvolvimento da solução escolhida de forma a favorecer visão global da obra e identificar todos os seus elementos constitutivos com clareza;
- soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulação ou de variantes durante as fases de elaboração do projeto executivo e de realização das obras e montagem;
- identificação dos tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos a incorporar à obra, bem como suas especificações que assegurem os melhores resultados para o empreendimento, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;
- informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;
- subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra, compreendendo a sua programação, a estratégia de suprimentos, as normas de fiscalização e outros dados necessários em cada caso;
- orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados;

Projeto Executivo - O conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT;

Projetos de Urbanização e Infraestrutura Urbana - Projetos caracterizados pela interação de todas as especialidades do urbanismo, da arquitetura e da engenharia necessárias para a intervenção nas áreas externas às edificações nos campi da UFBA, contemplando o sistema viário, praças, calçadas, canteiros e áreas verdes. As especialidades para esse tipo de projeto são: arquitetura; urbanismo; estrutura (contenções); terraplenagem; geométrico do sistema viário; redes de abastecimento de água (água potável, água bruta e irrigação); rede de esgotamento sanitário; rede de drenagem pluvial; redes de distribuição de energia, de fibra ótica, de iluminação pública e de segurança patrimonial para áreas externas; rede de distribuição de GLP; prevenção e combate a incêndio, prevendo rede de hidrantes nos *campi*; paisagismo; e comunicação visual.

Relatório de Vistoria - Relatório onde constam todas as observações relacionadas à visita ao local, na primeira reunião, indicando qualquer inconformidade identificada e anotações pertinentes a informações necessárias ao desenvolvimento dos projetos, tais como: entrada de energia, água, ligações de esgoto etc.

Template – Arquivo padrão que possui elementos necessários para o desenvolvimento de um projeto, servindo de base para a modelagem. Cada agrupamento de elementos gera um tipo de arquivo padrão, sendo importante produzir os *templates* necessários para atender os diversos tipos de projetos a serem desenvolvidos.

g) JUSTIFICATIVA PARA A LICITAÇÃO

Deve ser colocado texto explicativo sobre a motivação para a contratação do desenvolvimento do projeto, e conforme explicado a seguir, o porquê o serviço deve ser feito externamente e em BIM.

Foram criados novos cursos e ampliado o número de vagas da UFBA, isto implica na necessidade de melhoria e ampliação da sua infraestrutura. Entretanto, a SUMAI não possui corpo técnico suficiente para dar conta do volume de trabalho para atender à demanda existente. Por isso, faz-se necessário contratar o serviço externo para elaboração dos projetos básicos e executivos em engenharia e arquitetura para o (nome do edifício).

Aliado a isso, é importante salientar que a SUMAI procura suprir e racionalizar o uso do espaço físico e das instalações da Universidade, buscando edificações mais eficientes e com custos reduzidos de construção, operação e manutenção. Para isso, o desenvolvimento dos projetos será realizado numa abordagem *Building Information Modeling* (BIM), visto que este representa o estado da arte em termos de conceitos, ferramentas e processos para lidar não só com o projeto, mas com todo o ciclo de vida da edificação, contribuindo para o gerenciamento das atividades, possibilitando a melhoria da qualidade e uso do produto, seja pela redução de conflitos entre disciplinas, de retrabalho etc., seja pelo favorecimento da comunicação entre os diversos agentes envolvidos com a edificação.

Assim, esta licitação é uma das ações do Núcleo de Projetos para o cumprimento das atividades planejadas para (colocar o ano), permitindo à

comunidade acadêmica espaços adequados para a realização das suas atividades, e à UFBA cumprir a sua missão institucional: produzir, socializar e aplicar o conhecimento nos diversos campos do saber, através do ensino, da pesquisa e da extensão, indissociavelmente articulados, de modo a contribuir para o desenvolvimento social e econômico do País e do Estado da Bahia, além de promover a formação de profissionais qualificados para o mundo do trabalho, capazes de atuar na construção da justiça social e da democracia.

Pelo exposto, a contratação faz-se necessária e é totalmente pertinente a contratação de empresa para elaboração de projetos básicos e executivos de arquitetura e engenharia em BIM.

h) LEGISLAÇÃO, NORMAS E REGULAMENTOS

A contratada será responsável pela observância das leis, decretos, regulamentos, portarias e normas federais, estaduais e municipais direta e indiretamente aplicáveis ao objeto do Contrato, inclusive por suas subcontratadas.

Na elaboração do objeto contratado deverão ser observados os documentos abaixo, assim como toda a legislação municipal, estadual e federal pertinente, independente de citação:

- Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI);
- Instruções e resoluções dos órgãos do sistema do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) e Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) e do Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU);
- Código de Obras, Lei de Ordenamento, Uso e Ocupação do Solo do município e Plano Diretor Urbano de cada obra a ser efetivada;
- Códigos, Leis, Decretos, Portarias e Normas Federais, Estaduais e Municipais;
- Normas das concessionárias locais de serviços, Corpo de Bombeiros, Vigilância Sanitária, entre outros;
- Normas brasileiras elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), regulamentadas pelo Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO);

- Normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego (TEM);
- Normas internacionais específicas consagradas, se necessário;
- Outras normas aplicáveis ao objeto do Contrato.

i) DIRETRIZES GERAIS

Projeto Arquitetônico e Complementares - Todos os Estudos e Projetos deverão ser desenvolvidos de forma harmônica e consistente, observando a compatibilização entre os elementos dos diversos sistemas da edificação, e atendendo às seguintes diretrizes gerais de Projeto:

- Implantar os edifícios de forma que favoreça a integração com os edifícios existentes no entorno próximo;
- Considerar o clima regional e o microclima da área de influência do empreendimento, assim como a população e a região a serem beneficiadas, com vistas a proporcionar conforto térmico, acústico e luminoso aos usuários da edificação;
- Adotar soluções técnicas que considerem a acessibilidade de pessoas com necessidades especiais, obedecendo ao que determina o Decreto Federal nº 5296/2004, a NBR 9050/2015 e demais normas da ABNT;
- Garantir a segurança do usuário em todas as situações de uso cotidiano ou de fuga, do sistema de combate a incêndios aos detalhes construtivos, da sinalização a proteção contra descargas atmosféricas.
- Definir materiais e métodos construtivos adequados aos objetivos do empreendimento e às condições do local de implantação, inclusive topográficas, adotando estratégias como o uso de materiais com certificação ambiental e de equipamentos com alta eficiência energética, o uso de descargas e outros dispositivos de baixo consumo de água, a redução do desperdício de materiais e a reciclagem de resíduos sólidos;
- Adotar estratégias de sustentabilidade ambiental aplicada às edificações, conforme Instrução Normativa 02/14 da MPOG, o paisagismo com utilização de espécies nativas, a coleta seletiva de lixo;

- Adotar solução construtiva racional, elegendo sempre que possível sistema de modulação e padronização compatíveis com as características do empreendimento;
- Adotar soluções que:
 - Ofereçam facilidade de operação e manutenção dos diversos componentes e sistemas da edificação;
 - Considerem as disponibilidades econômicas e financeiras para a implantação do empreendimento;
 - Ofereçam segurança aos funcionários e usuários e proteção contra roubos, furtos e vandalismo;
 - Minimizem os custos de operação, conservação e de manutenção das instalações;
 - Se adéquem às instalações de todos os equipamentos e móveis, cujas quantidades e especificações técnicas serão pactuadas entre as partes.
- Incluir na planilha orçamentária os equipamentos que se incorporarão diretamente à obra, ou que necessitarão de infraestrutura especial executada, como bancada com cuba, coifa, exaustor, chapéu chinês, ar condicionado central ou do tipo *split*, câmara fria, caldeirão, entre outros; de modo que os mesmos sejam fornecidos, instalados e testados pela empresa que executará a obra;
- Levar em consideração no dimensionamento das esquadrias (janelas e portas) a dimensão dos equipamentos e móveis a serem instalados nos ambientes e o atendimento à NBR 9050.
- Procurar contemplar nos projetos das edificações a adoção de soluções de aproveitamento da insolação e ventilação naturais, evitando-se, sempre que possível, a adoção de sistemas artificiais de condicionamento e refrigeração de ar nos ambientes. Caso seja inevitável a refrigeração, deverá ser garantida a troca de ar periódica nos ambientes climatizados, seguindo-se as melhores práticas preconizadas em normas específicas, tais como NBR 6401, RDC 50 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e outras relacionadas.
- Procurar adotar soluções de materiais de construção produzidos em regiões próximas aos locais dos campi, visando reduzir os impactos de

transporte rodoviário e outros modais a fim de contribuir com a redução das emissões de carbono e ainda valorizar a economia local.

j) MATERIAL TÉCNICO A SER DISPONIBILIZADO

Serão disponibilizados os seguintes documentos para subsidiar a elaboração do projeto:

- Anteprojeto de arquitetura;
- Relatório com as definições dos projetos complementares;
- Especificações técnicas de materiais;
- Levantamento topográfico do local da obra (a ser entregue com a Ordem de Serviço);
- Sondagem do terreno (a ser entregue com a Ordem de Serviço);
- CD com arquivo template do *software* Revit, carimbo e outras definições de arquivos (a ser entregue com a Ordem de Serviço).

Esse material deverá ser confrontado com as condições do local, na época da licitação para que eventuais dúvidas sejam levantadas.

Os projetos e demais documentos existentes, referentes à área objeto de intervenção, serão colocados à disposição da Contratada, que se incumbirá de executar quaisquer conferências e/ou levantamentos que se fizerem necessários para o desenvolvimento do trabalho.

k) EQUIPE TÉCNICA MINIMA

O Quadro 30 mostra a equipe técnica mínima.

Quadro 30 – Equipe técnica

DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS BÁSICOS E EXECUTIVOS		
PROJETOS DE EDIFICAÇÕES		
ITEM	ESPECIALIDADE	ÁREA DE ATUAÇÃO
1	Arquiteto	Coordenador do projeto / BIM
2	Arquiteto	Gerente de modelagem / documentação
3	Arquiteto	Arquiteto responsável pela modelagem simples
4	Arquiteto	Arquiteto responsável pela modelagem complexa
5	Arquiteto	Arquiteto responsável pela documentação
6	Arquiteto	Gerente de customização e quantitativos
7	Arquiteto	Arquiteto responsável pela criação de famílias de componentes
8	Arquiteto	Arquiteto responsável pela detecção de interferências
9	Arquiteto	Arquiteto responsável pelos quantitativos
10	Arquiteto / Engenheiro Civil	Gerente de coordenação / compatibilização de projetos
11	Arquiteto	Projeto de arquitetura e urbanismo
12	Engenheiro civil - Estrutura	Projeto de fundações em concreto ou metálica
13	Engenheiro civil - Estrutura	Projeto de super estrutura em concreto
14	Engenheiro civil - Estrutura	Projeto estrutura madeira
15	Engenheiro civil - Estrutura	Projeto estrutura metálica
16	Arquiteto / Engenheiro civil	Projeto instalações hidrossanitárias
17	Engenheiro eletricista	Projeto de instalações elétricas de baixa e média tensão / detecção e alarme incêndio / telefonia / lógica / CFTV / sonorização
18	Engenheiro mecânico	Projeto de climatização / exaustão / GLP / gases especiais
19	Arquiteto / Engenheiro civil - especialista engenharia de segurança	Projeto de instalações de detecção, prevenção e combate a incêndio
20	Arquiteto / engenheiro civil - orçamentista	Orçamento detalhado da obra / cronograma físico financeiro / curva abc / simulação da execução da obra com o modelo BIM
21	Arquiteto / Design gráfico	Sinalização e programação visual

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

No caso específico de projetos que necessitem a consultoria de profissionais de áreas que extrapolam a equipe mínima, estes serão acrescentados na planilha orçamentária, a exemplo de cenografia, museologia etc.

- Subcontratação:
 - A Contratada não poderá, sob nenhum pretexto ou hipótese, subcontratar todos os serviços objeto do Contrato. Ao menos, a equipe de arquitetura deverá integrar o corpo técnico da Contratada.
 - A Contratada somente poderá subcontratar parte dos serviços caso a subcontratação seja aprovada prévia e expressamente pela UFBA.
 - Se autorizada a efetuar a subcontratação de parte dos serviços, a Contratada realizará a supervisão e coordenação das atividades da subcontratada, bem como responderá perante a UFBA pelo rigoroso cumprimento das obrigações contratuais correspondentes ao objeto da subcontratação.

I) DESENVOLVIMENTO DO PROJETO E SUAS FASES

O desenvolvimento do projeto está dividido em quatro fases:

- Fase 1: Concepção do produto / Estudo de viabilidade/ LOD 100
- Fase 2: Definição do produto / Projetação / LOD 200
- Fase 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto/ Projetação / LOD 300
- Fase 4: Detalhamento de projeto / Projetação / LOD 350

As Fases 1 e 2 serão executadas pela SUMAI. A Contratada ficará responsável pela execução das Fases 3 e 4. Estas Fases e seus respectivos Marcos estão descritos e representados graficamente no Plano de Execução BIM.

m) PRODUTOS A SEREM ENTREGUES

Inicialmente deverá ser entregue uma relação de “Entregáveis” por disciplina e fases de projeto (projeto básico e executivo).

- Todos os modelos de todas as disciplinas (arquivos proprietário e IFC);
- Todas as pranchas de projetos em arquivo digital (pdf) e impressas e assinadas;
- Especificações técnicas (doc) e impressa e assinada;

- Orçamento e cronograma físico-financeiro (xls) e impresso e assinado;
- Arquivos NWC (Navisworks) dos modelos consolidados;
- Relatórios de verificação de qualidade (certificação visual; verificação de interferência; verificação de elementos e informações);
- ART/RRT dos responsáveis técnicos por todos os projetos, assinadas e pagas;
- Documentação complementar: planilha orçamentária (obrigatório o fornecimento da memória de cálculo e procedimentos adotados – memorial descritivo); caderno técnico descrevendo todos os serviços e materiais utilizados.

As peças gráficas devem, preferencialmente, ser apresentadas em formato A1, prezando sempre pela boa organização e não desperdício de papel e utilizando toda padronização de representação gráfica da SUMAI.

Toda a estrutura para o desenvolvimento dos projetos e seus respectivos modelos devem seguir rigorosamente o estabelecido no Plano de Execução BIM e neste termo de referência.

n) DO RECEBIMENTO DO OBJETO

Quando os projetos em suas etapas forem concluídos, caberá à Contratada apresentar comunicação escrita informando o fato à fiscalização da Contratante, a qual competirá, no prazo previsto em cronograma, a verificação dos serviços executados, conforme definidos no termo de referência.

Para elaboração, por parte da Contratada e aprovação, por parte da UFBA, dos projetos, será verificado o atendimento das seguintes diretrizes e conformidades:

- Conformidade com as diretrizes presentes neste documento e Plano de execução BIM;
- Conformidade dos projetos entregues com o anteprojeto;
- Compatibilização entre toda a documentação entregue e modelos BIM;
- Adequação das soluções adotadas;
- Apresentação gráfica da documentação;

- Interferência com infraestrutura de instalações;
- Compatibilidade entre todos os projetos;
- Adequação das soluções de instalações adotadas às tecnologias disponíveis;
- Adequação dos espaços previstos no anteprojeto de arquitetura às soluções de instalações adotadas;
- Adequação das soluções de fundação e estrutura adotadas às condições do terreno;
- Atendimento às normas.

A Contratante realizará avaliação minuciosa de todos os projetos entregues, por meio de profissionais técnicos competentes, com a finalidade de verificar a adequação dos mesmos às orientações que foram passadas previamente e ao que define o Escopo para Elaboração de Projetos.

O resultado da avaliação será registrado em relatório e entregue na reunião prevista no cronograma para essa finalidade.

Caso o projeto não seja aceito, a Contratada terá o prazo definido em cronograma para fazer as devidas correções e fazer a segunda entrega.

A segunda entrega será definitiva e no caso das correções não terem sido sanadas na sua totalidade, motivará a entrega em atraso, sendo passível das penalidades previstas nesse Termo de Referência.

Caso todas as correções tenham sido sanadas, o projeto será aceito e será feita a medição correspondente.

o) CRONOGRAMA FISICO-FINANCEIRO

Para composição de cronograma, considera-se o fluxo de trabalho conforme o Quadro 31, que orienta a Contratada como se organizar internamente.

No caso de atrasos por parte da SUMAI, o cronograma poderá ser avançado, mantendo-se a quantidade de dias prevista para a revisão por parte da Contratada, sendo necessário, entretanto a tramitação de aditivos de prazo.

Quadro 31 – Cronograma

Fase	Marco	Atividades	Competência	Previsão do prazo	% de execução
Fase 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto	3.3 - Relatório de vistoria e projeto estrutural preliminar	Elaboração do relatório de vistoria	CONTRATADA	5 dias	10%
		Desenvolvimento projeto preliminar estrutural e coordenação dos projetos: arquitetônico e estrutural	CONTRATADA	7 dias	
		Avaliação do projeto estrutural preliminar e relatório de vistoria	UFBA / SUMAI	3 dias	
	3.4 - Projetos de Instalações Prediais Preliminares	Desenvolvimento dos projetos preliminares de instalações prediais e coordenação com o projeto estrutural preliminar e Anteprojeto de arquitetura	CONTRATADA	15 dias	10%
		Avaliação dos projetos de instalações prediais preliminares	UFBA / SUMAI	7 dias	
	3.5 - Acompanhamento do desenvolvimento e Coordenação dos Projetos Básicos	Desenvolvimento e compatibilização dos projetos básicos: arquitetônico, estrutural e de instalações prediais	CONTRATADA	70 dias	40%
		Rever orçamento com base no modelo atual	CONTRATADA	3 dias	
	3.6 – Entrega dos projetos básicos e orçamento	Consolidação e entrega final dos projetos básicos e orçamento	CONTRATADA	3 dias	
		Avaliação dos projetos básicos e orçamento	UFBA / SUMAI	7 dias	
	FASE 4: detalhamento de projeto	4.1 – Acompanhamento do Desenvolvimento e Coordenação dos Projetos Executivos	Desenvolvimento e compatibilização dos projetos executivos: arquitetônico, estrutural e de instalações prediais	CONTRATADA	70 dias
Rever orçamento com base no modelo atual			CONTRATADA	3 dias	
4.2 – Entrega dos projetos executivos e orçamento consolidados		Consolidação e entrega final dos projetos executivos e orçamento	CONTRATADA	3 dias	
		Avaliação dos projetos executivos e orçamento	UFBA / SUMAI	7 dias	

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

p) DA HABILITAÇÃO

Para a habilitação, o licitante deverá apresentar os documentos a seguir relacionados, além de outros requisitos exigidos no edital de licitação.

- **Registro ou inscrição no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) ou no Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU)**, da empresa licitante e de seu (s) responsável (is) técnico (s), da região a que estiverem vinculados.
 - No caso da empresa licitante ou o responsável técnico não serem registrados ou inscritos no CREA do Estado da Bahia, deverão ser

providenciados os respectivos vistos deste órgão regional por ocasião da assinatura do contrato.

- Comprovação de regularidade junto ao **Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) ou no Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU)**, da empresa licitante e de seu (s) responsável (is) técnico (s), da região a que estiverem vinculados.
- Relação nominal da equipe técnica mínima, contemplando todos os profissionais elencados no item k - EQUIPE TÉCNICA MÍNIMA, com a indicação da função que lhe será atribuída no desenvolvimento dos projetos declarando aceitação de responsabilidade técnica, assinada e com firma reconhecida em cartório de todos os profissionais, com data posterior a publicação do Edital.
- Comprovante de regularidade e quitação no Conselho de Classe (CREA ou CAU) de cada um dos membros da equipe mínima.
- Declaração de que a empresa licitante se compromete a manter escritório na região metropolitana na Salvador, com pessoal qualificado e em quantidade suficiente para gerir o contrato, por ocasião da assinatura do contrato.
- Apresentação de cópia autenticada de Certidão de Acervo Técnico (CAT), registrada no CREA ou CAU, associada a Atestados fornecidos pela contratante do projeto (pessoa jurídica de direito público ou privado), contendo o objeto, o período, a área construída e demais informações que comprovem que a equipe mínima da licitante elaborou projetos executivos de forma satisfatória nas seguintes disciplinas e áreas igual ou superior aos projetos a serem desenvolvidos:

Área 1: Anteprojeto e Projeto Executivo de arquitetura

Área 2: Projeto de Fundações em Concreto Armado

Área 3: Projeto de Superestrutura em Concreto Armado

Área 4: Projeto de Estrutura Metálica

Área 5: Projeto de Instalações Hidráulicas e Sanitárias

Área 6: Projeto de Instalações Elétricas e Projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas e Aterramento

Área 7: Projeto de Telefonia e Rede Estruturada de Comunicação de Dados

Área 8: Projeto de Instalações de Detecção, Proteção e Combate a Incêndio

Área 9: Projeto de Climatização Artificial e Exaustão

Área 10: Coordenação dos projetos complementares de engenharia

Área 11: Projetos de Segurança Patrimonial (CFTV).

q) DA PROPOSTA DE PREÇO

A proposta de preço deverá preencher obrigatoriamente os seguintes requisitos:

- Ser redigida em língua portuguesa, impressa em papel timbrado da licitante, com todas as páginas do corpo principal e de seus anexos devidamente numeradas e rubricadas com assinatura na última folha, sem emendas, rasuras, acréscimos ou entrelinhas, em linguagem clara, objetiva e que não dificulte a exata compreensão de seu enunciado, constando como data o dia fixado para entrega dos envelopes à Comissão Especial de Licitação.
- Conter declaração expressa de que no preço estão incluídos todos os custos diretos e indiretos, demais despesas de qualquer natureza que se fizerem indispensáveis à perfeita execução do objeto da licitação.
- Preços unitários e valor global da proposta, em algarismo, expresso em moeda corrente nacional (real), de acordo com os preços praticados no mercado.
- Em caso de divergência entre o preço proposto em algarismo e por extenso, prevalecerá sempre o menor preço grafado na proposta de preço.
- Prazo de validade da proposta de preço será de 60 (sessenta) dias úteis a partir da data da entrega da proposta. Decorrido este prazo, não ocorrendo convocação para a contratação, ficam as licitantes liberadas dos compromissos assumidos.
- As propostas deverão obedecer rigorosamente aos termos deste Termo de Referência e seus anexos, não sendo consideradas aquelas que apresentarem serviços que não correspondam às características específicas solicitadas, ou que estabeleçam vínculo com a proposta de outra licitante.
- Deverá constar na Proposta de Preço o nome completo da Empresa, seu endereço, o nome do Banco, da Agência, Conta Corrente, o número do CNPJ e a assinatura do seu signatário.

- O pagamento dos projetos será realizado após a entrega e aprovação dos mesmos pela área técnica da UFBA, de acordo com os preços unitários propostos pela licitante vencedora e dos percentuais estabelecidos no cronograma desse Termo de Referência.
- Serão considerados inexequíveis as propostas com valores globais inferiores a 70% do menor dos seguintes valores:
 1. Média aritmética dos valores das propostas superiores a cinquenta por cento do valor do orçamento previamente estimado pela contratante;
 2. Valor do orçamento previamente estimado pela contratante.

r) DO PAGAMENTO

Os projetos serão recebidos definitivamente após aprovação pelos técnicos da CPPO/SUMAI e serão encaminhados para medição, de acordo com a fase de que trata o cronograma apresentado nesse Termo de Referência e plano de execução BIM.

Caso exista algum impedimento na entrega total de alguma das fases de desenvolvimento, a SUMAI avaliará o material, de forma a decidir se os elementos faltantes não prejudicam o processo licitatório e encaminhará para o pagamento das peças finalizadas. Nesse sentido, o pagamento será realizado de acordo com o valor de cada projeto finalizado.

s) DAS INFRAÇÕES E PENALIDADES

Serão consideradas infrações, além das previstas no Edital, passíveis de penalidades, o seguinte:

- Não cumprimento dos prazos previstos no cronograma:
 - Será encaminhada notificação a Contratada, para regularizar a situação. No caso de não regularização, será aplicado multa por atraso.
- Não atendimento as correções identificadas na avaliação dos projetos, realizadas pela SUMAI/UFBA;

- Será encaminhada notificação a Contratada, para regularizar a situação. No caso de não regularização, será aplicado multa por atraso.
- Não atendimento das solicitações e/ou orientações para o projeto feitas pela SUMAI/UFBA
 - Será encaminhada notificação a Contratada, para regularizar a situação. No caso de não regularização, o projeto não será aceito, o que implicará no atraso da entrega acarretando multa.

A Contratada que cometer qualquer das infrações discriminadas no subitem acima ficará sujeita, sem prejuízo da responsabilidade civil e criminal, às seguintes sanções:

- Advertência por faltas leves, assim entendidas como aquelas que não acarretarem prejuízos significativos ao objeto da contratação;
- Multa:
 - De 0,1% (um décimo por cento) do valor do serviço por dia que ultrapasse o prazo determinado para o seu início.
 - De 0,2% (dois décimos por cento) do valor do serviço por dia que exceda o seu prazo de execução;
 - De 1,0% (um por cento) do valor de cada etapa do serviço em atraso, por dia de excesso que venha a ocorrer em cada uma delas estabelecidas no cronograma físico-financeiro, contratual, com exclusão da última, até o prazo máximo de 30 dias, calculada mediante o emprego da fórmula: $M = V \times 0,01 \times N$. Onde: M = valor da multa; V = valor da etapa; N = número de dias de atraso na conclusão da etapa. Após 30 dias de atraso a Contratante poderá rescindir, aplicando-se também a multa compensatória.
 - Compensatória de até **10% (dez por cento)** sobre o valor total do contrato, no caso de inexecução total ou parcial da obrigação assumida, podendo ser cumulada com a multa moratória, desde que o valor cumulado das penalidades não supere o valor total do contrato.
 - Suspensão de licitar e impedimento de contratar com a Universidade Federal da Bahia pelo prazo de até dois anos;
 - Impedimento de licitar e contratar com a União e descredenciamento no Sistema de Cadastramento Unificado de Fornecedores (SICAF) pelo prazo de até cinco anos;

- Declaração de inidoneidade para licitar ou contratar com a Administração Pública, enquanto perdurarem os motivos determinantes da punição ou até que seja promovida a reabilitação perante a própria autoridade que aplicou a penalidade, que será concedida sempre que a Contratada ressarcir a Administração pelos prejuízos causados;

A penalidade de multa pode ser aplicada cumulativamente com as demais sanções.

Também ficam sujeitas às penalidades de suspensão de licitar e impedimento de contratar e de declaração de inidoneidade, previstas no subitem anterior, as empresas ou profissionais que, em razão do contrato decorrente desta licitação:

- Tenham sofrido condenações definitivas por praticarem, por meio dolosos, fraude fiscal no recolhimento de tributos;
- Tenham praticado atos ilícitos visando a frustrar os objetivos da licitação;
- Demonstrem não possuir idoneidade para contratar com a Administração em virtude de atos ilícitos praticados.

A aplicação de qualquer das penalidades previstas realizar-se-á em processo administrativo que assegurará o contraditório e a ampla defesa, observando-se o procedimento previsto na Lei nº 8.666, de 1993, e subsidiariamente na Lei nº 9.784, de 1999.

A autoridade competente, na aplicação das sanções, levará em consideração a gravidade da conduta do infrator, o caráter educativo da pena, bem como o dano causado à Administração, observado o princípio da proporcionalidade.

As multas devidas e/ou prejuízos causados à Contratante serão deduzidos dos valores a serem pagos, ou recolhidos em favor da União, ou deduzidos da garantia, ou ainda, quando for o caso, serão inscritos na Dívida Ativa da União e cobrados judicialmente.

- Caso a Contratante determine, a multa deverá ser recolhida no prazo máximo de 30 (trinta) dias, a contar da data do recebimento da comunicação enviada pela autoridade competente.

As penalidades serão obrigatoriamente registradas no SICAF.

As sanções aqui previstas são independentes entre si, podendo ser aplicadas isoladas ou, no caso das multas, cumulativamente, sem prejuízo de outras medidas cabíveis. As infrações e sanções relativas a atos praticados no decorrer da licitação estão previstas no Edital.

t) OBRIGAÇÕES DA CONTRATADA

A Contratada deverá entregar, à UFBA, uma via dos Registros de Responsabilidade Técnica (RRT) e das Anotações de Responsabilidade Técnica (ART) relativas a cada etapa de projeto previsto em cronograma físico-financeiro e para cada um dos Projetos específicos, devidamente quitadas.

A Contratada deverá efetuar o pagamento de todos os impostos, taxas e demais obrigações fiscais incidentes ou que vierem a incidir sobre o objeto do Contrato, até o recebimento definitivo dos serviços, salvo as taxas de aprovação e avaliação de projeto perante órgãos reguladores.

A Contratada deverá encaminhar à UFBA cópia dos Projetos com os carimbos de aprovação e chancela dos órgãos competentes.

Caso seja essencial a substituição do Responsável Técnico apresentado durante o certame, no período de execução do contrato, a Contratada deverá apresentar carta de justificativa para a substituição, junto a Certidões de Acervo Técnico (CAT) e currículo do novo profissional, de modo que fique comprovada a manutenção da Nota Técnica da licitante verificada durante o certame. Dessa forma, deve ficar claro que serão mantidas as condições de pontuação do processo licitatório.

A Contratada deverá possuir ou providenciar os equipamentos, os programas, os materiais, os insumos, a mão-de-obra, os meios de transporte, e demais itens necessários ao desenvolvimento de todas as etapas do Projeto.

Será de responsabilidade dos autores dos Projetos efetuar as modificações necessárias à sua aprovação pela UFBA, pelos órgãos de aprovação, fiscalização e controle, sem custo adicional para a UFBA.

A contratada, para o desenvolvimento das atividades concernentes à execução do objeto, deverá manter um escritório na cidade sede administrativa da contratante, qual seja a cidade de Salvador ou região metropolitana, estado da Bahia, de modo a permitir o contato e o atendimento das demandas da Instituição de forma continuada e mais célere. Tal previsão se dá pela necessidade constante de interação com a equipe técnica da Contratante, de modo a promover, em tempo hábil, todos os atos de entrega dos projetos, necessários aos futuros processos licitatórios das obras da UFBA.

A Contratada deverá providenciar junto ao CAU e CREA os Registros de Responsabilidade Técnica (RRT) e Anotações de Responsabilidade Técnica (ART) referentes a todos os projetos e atividades técnicas objeto deste Termo de Referência, inclusive da planilha orçamentária.

Executar os serviços conforme Especificações e as constantes do Termo de Referência, seus anexos e a sua proposta, com os recursos necessários ao perfeito cumprimento das cláusulas contratuais;

Permitir acesso dos funcionários da Contratante às dependências da Contratada para prestar inspeções periódicas nas instalações físicas para verificar o cumprimento das medidas de segurança adotada nos trabalhos e outras medidas necessárias à execução dos serviços e demais condições estabelecidas pela norma de segurança e saúde do trabalho, principalmente quanto aos equipamentos de segurança coletiva;

Arcar com a responsabilidade civil por todos e quaisquer danos materiais e morais causados pela ação ou omissão de seus empregados, trabalhadores, prepostos ou representantes, dolosa ou culposamente, à União ou a terceiros;

Ceder os direitos patrimoniais relativos ao projeto ou serviço técnico especializado e os modelos BIM para que a Administração possa utilizá-lo de acordo com o previsto no Termo de Referência, nos termos do artigo 111 da Lei n° 8.666, de 1993;

Quando o projeto referir-se a obra imaterial de caráter tecnológico, insuscetível de privilégio, a cessão dos direitos incluirá o fornecimento de todos os dados, documentos e elementos de informação pertinentes à tecnologia de concepção, desenvolvimento, fixação em suporte físico de qualquer natureza e aplicação da obra;

Utilizar empregados habilitados e com conhecimentos básicos dos serviços a serem executados, de conformidade com as normas e determinações em vigor;

Assegurar à Contratante, nos termos do artigo 19, inciso XVI, da Instrução Normativa SLTI/MPOG n° 2, de 30 de abril de 2008:

O direito de propriedade intelectual dos produtos desenvolvidos (projetos, modelos BIM, documentação produzida etc.), inclusive sobre as eventuais adequações e atualizações que vierem a ser realizadas, logo após o recebimento de cada parcela, de forma permanente, permitindo à Contratante distribuir, alterar e

utilizar os mesmos sem limitações ou prévia autorização e ficando proibida a sua utilização sem que exista autorização expressa da UFBA.

Os direitos autorais das soluções apresentadas nos projetos elaborados, suas especificações técnicas, todos os modelos BIM, toda documentação produzida e congêneres e todos os demais produtos gerados na execução do contrato, são de propriedade da Contratante. Fica proibida a sua utilização pela Contratada, sem que exista autorização expressa da Contratante, sob pena de multa, sem prejuízo das sanções civis e penais cabíveis.

Vedar a utilização, na execução dos serviços, de empregados que seja familiar de agente público ocupante de cargo em comissão ou função de confiança no órgão contratante nos termos do artigo 7º do Decreto nº. 7.203 de 2010, que dispõe sobre a vedação no nepotismo no âmbito da administração pública federal;

Apresentar à Contratante, quando for o caso, a relação nominal dos empregados que adentrarão o órgão para a execução do serviço, os quais devem estar devidamente identificados por meio de crachá

Responsabilizar-se por todas as obrigações trabalhistas, sociais, previdenciárias, tributárias e as demais previstas na legislação específica, cuja inadimplência não transfere responsabilidade à Administração;

Instruir seus empregados quanto à necessidade de acatar as orientações da Administração, inclusive quanto ao cumprimento das normas internas, quando for o caso;

Relatar à Administração toda e qualquer irregularidade verificada no decorrer da prestação dos serviços;

Não permitir a utilização de qualquer trabalho de menor de dezesseis anos, exceto na condição de menor aprendiz para os maiores de quatorze anos; nem permitir a utilização do trabalho do menor de dezoito anos em trabalho noturno, perigoso ou insalubre;

Manter durante toda a vigência do contrato, em compatibilidade com as obrigações assumidas, todas as condições de habilitação e qualificação exigidas na licitação;

Não transferir a terceiros, por qualquer forma, nem mesmo parcialmente, as obrigações assumidas, nem subcontratar qualquer das prestações a que está obrigada, exceto nas condições autorizadas no item - Subcontratação desse documento ou na minuta de contrato;

Arcar com o ônus decorrente de eventual equívoco no dimensionamento dos quantitativos de sua proposta e projetos apresentados, inclusive quanto aos custos variáveis decorrentes de fatores futuros e incertos, devendo complementá-los, caso o previsto inicialmente em sua proposta não seja satisfatório para o atendimento ao objeto da licitação, exceto quando ocorrer algum dos eventos arrolados nos incisos do § 1º do art. 57 da Lei nº. 8.666, de 1993.

Participar de reuniões, sempre que solicitada pela SUMAI, com toda a equipe técnica da Contratada presente.

Os trâmites para a aprovação dos projetos junto aos órgãos oficiais e às concessionárias de serviços serão de responsabilidade da Contratada, por meio dos autores dos Projetos.

Para o pagamento de taxas referentes a órgãos de avaliação e aprovação de projetos, a Contratada deverá providenciar documentos e procurações necessárias para tramitação e entregar à fiscalização do contrato boleto para pagamento para que seja efetuado o pagamento pela SUMAI;

A aprovação do projeto não eximirá os autores dos mesmos das responsabilidades estabelecidas pelas normas, regulamentos e legislação pertinentes às atividades profissionais.

u) OBRIGAÇÕES DA CONTRATANTE

Proporcionar todas as condições para que a Contratada possa desempenhar seus serviços de acordo com as determinações do contrato, do edital e seus Anexos, especialmente do Termo de Referência e Plano de Execução BIM;

Exigir o cumprimento de todas as obrigações assumidas pela Contratada, de acordo com as cláusulas contratuais e os termos de sua proposta;

Exercer o acompanhamento e a fiscalização dos serviços, por servidor especialmente designado, anotando em registro próprio as falhas detectadas, indicando dia, mês e ano, bem como o nome dos empregados eventualmente envolvidos, e encaminhando os apontamentos à autoridade competente para as providências cabíveis;

Notificar a Contratada por escrito da ocorrência de eventuais imperfeições no curso da execução dos serviços, fixando prazo para a sua correção;

Zelar para que durante toda a vigência do contrato sejam mantidas, em compatibilidade com as obrigações assumidas pela Contratada, todas as condições de habilitação e qualificação exigidas na licitação.

A execução dos serviços será conduzida por um profissional especializado. A presença do responsável pela manutenção deverá ser contínua, devendo o mesmo estar em condições de prestar quaisquer esclarecimentos a respeito dos serviços;

Efetuar os pagamentos a Contratada, mediante comprovação de execução dos serviços, dentro das condições, prazos e vencimentos estabelecidos.

Proceder às advertências, multas e demais cominações legais pelo descumprimento parcial ou total dos termos deste Contrato.

A UFBA não se responsabilizará por qualquer despesa que venha a ser efetuada sem que tenha sido previamente autorizada.

A UFBA reserva-se o direito de exercer, quando lhe convier, a fiscalização sobre a entrega do objeto contratado e, ainda, aplicar multas ou rescindir o Contrato, caso a Contratada descumpra quaisquer das cláusulas estabelecidas no mesmo.

v) RESPONSÁVEL PELO PROJETO E UNIDADE FISCALIZADORA

Coordenação de Planejamento, Projetos e Obras da Universidade Federal da Bahia (CPPO – SUMAI/PCU - UFBA).

w) RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DESTE TERMO DE REFERÊNCIA

Nome do responsável e número do CAU/CREA.

APÊNDICE B – Plano de execução BIM

PLANO DE EXECUÇÃO BIM

a) CONTATOS-CHAVE DO PROJETO

O Quadro 32 mostra os contatos-chave do projeto.

Quadro 32 – Contatos-chave do projeto

Disciplina	Organização	Nome do contato	Email	Telefone
Proprietário	UFBA - SUMAI	Nome Coordenador CPPO	Email Coordenador CPPO	Telefone Coordenador CPPO
Proprietário	UFBA – Unidade solicitante	Nome Diretor Unidade solicitante	Email Diretor Unidade solicitante	Telefone Diretor Unidade solicitante
Arquitetura – Projeto legal	UFBA -SUMAI	Nome Chefe do Núcleo de Projetos	Email Chefe do Núcleo de Projetos	Telefone Chefe do Núcleo de Projetos
Arquitetura – Projeto legal	UFBA - SUMAI	Nome Coordenador do projeto	Email Coordenador do projeto	Telefone Coordenador do projeto
Arquitetura – Projetos: básico e executivo	Empresa contratada	Nome do representante da empresa contratada	Email do representante da empresa contratada	Telefone do representante da empresa contratada
Estrutura				
Elétrica				
Hidrossanitário				
SPDA ³²				
SDAI ³³				
Combate à incêndio				
Água pluvial				
Cabeamento estruturado				
Circuito fechado de televisão				
Climatização				

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

b) OBJETIVOS / USOS BIM

O Quadro 33 descreve quais são os objetivos principais e secundários, e o Quadro 34, os usos do modelo.

³² Projeto do sistema de proteção contra descargas atmosféricas

³³ Projeto do sistema de detecção e alarme de incêndio

Quadro 33 – Objetivos BIM

Descrição do objetivo	Prioridade (alta / média / baixa)
Integrar todas as disciplinas de maneira a identificar antecipadamente as interferências, reduzir erros e alterações de obra	alta
Ter confiabilidade na documentação produzida	alta
Ter maior confiabilidade na extração de informações do projeto	alta
Extrair informações quantitativas dos elementos de obra	alta
Gerar informações atualizadas e confiáveis para planejamento e execução da obra	média
Gerar informações atualizadas e confiáveis para a operação e manutenção da edificação	média

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Quadro 34 – Usos BIM

USO	X
Modelagem de condições existentes	X
Análise de implantação	X
Criação e concepção	X
Elaboração do projeto	X
Coordenação de projetos	X
Extração de documentos	X
Extração de quantitativos	X
Conformidade dos modelos quanto a códigos e normas	
Análises de engenharia (estrutural, energética, luminotécnica etc.)	
Avaliação de sustentabilidade - LEED	
Planejamento do canteiro de obras	
Planejamento da construção	
Estimativa de custo	
Programação de manutenção preventiva	
Gestão do edifício	
Gerenciamento dos espaços	

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Como nesta primeira fase a proposição de implantação no órgão é na fase da projeção, os objetivos e usos relacionados ao planejamento e execução da construção e manutenção da edificação têm prioridade média. Tanto os objetivos quanto os usos poderão ser revistos e ampliados em cada projeto.

c) INFRAESTRUTURA

Este item descreve a infraestrutura necessária e suficiente para a implantação do BIM.

- *HARDWARE*

Os equipamentos listados nos Quadros 35 e 36 são configurações pertencentes a um fabricante, porém existem outros similares que podem ser utilizados.

Quadro 35 - *Workstation*

ITEM	WORKSTATION
FABRICANTE	Dell
PRODUTO	Dell Precision T3620
PROCESSADOR	Intel Xeon E3-1225 V5, Quad Core
CLOCK DO PROCESSADOR	3.3 GHz
CASHE DO PROCESSADOR	8 M
MEMÓRIA RAM	16 GB, 2133 MHz, ECC UDIMM DDR4 (2X8GB)
NÚMERO DE MONITORES / DIMENSÃO/ FORMATO TELA	2 / 23"
PLACA DE VÍDEO	NVIDIA Quadro K620
MEMÓRIA PLACA DE VÍDEO	2 GB
DISCO RÍGIDO	SATA de 1 TB
CACHE DO HD	24 MB
SISTEMA OPERACIONAL	Windows 10 Pro, 64 Bits

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Quadro 36 - *Servidor*

ITEM	SERVIDOR
FABRICANTE	Dell
PRODUTO	Servidor Rack PowerEdge R530
PROCESSADOR	Intel Xeon E5-2620
CLOCK DO PROCESSADOR	3.3 GHz
CASHE DO PROCESSADOR	15 M
MEMÓRIA RAM	20 GB, 2133 MHz, ECC UDIMM DDR4, raid 5
DISCO RÍGIDO	4 HDs de 2 TB Hot Plugs
CACHE DO HD	24 MB
SISTEMA OPERACIONAL	Windows 10 Pro, 64 Bits

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- **SOFTWARE**

O Quadro 37 mostra os programas e versões que deverão ser utilizados.

Quadro 37 - *Software*

Disciplina (se aplicável)	Software	Versão
Arquitetura – Projeto legal	Revit	2017
	Navisworks Manage	2017
Arquitetura – Projetos básicos e executivos	Revit	2017
	Navis Works Manage	2017
Estrutura	TQS	
	Revit	2017
Elétrica	Revit	2017
Hidrossanitário	Revit	2017
SPDA	Revit	2017
SDAI	Revit	2017
Combate à incêndio	Revit	2017
Água pluvial	Revit	2017
Cabeamento estruturado	Revit	2017
Circuito fechado de televisão	Revit	2017
Climatização	Revit	2017

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- **MÃO DE OBRA**

Este item trata do treinamento necessário, das funções e das responsabilidades dos envolvidos.

- **Treinamento**

Com o BIM faz-se necessário realizar uma prática de trabalho integrada, objetivando um proficiente acesso aos processos de trabalho das diversas equipes e estabelecendo a cultura de compartilhamento de conhecimento. Diante disso, todos os envolvidos no processo devem entender o conceito e abrangência do paradigma BIM, sobretudo, da visão do ciclo de vida da edificação.

Inicialmente, o BIM deve ser utilizado em um projeto piloto para produzir a documentação tradicional do projeto a partir do modelo. Isso irá permitir que a equipe recém-treinada coloque o conhecimento adquirido em prática e que a instituição desenvolva sua biblioteca. Recomenda-se que, se possível, a instituição forme a equipe mesclando arquitetos mais experientes – com mais conhecimentos técnicos sobre projeto e construção – e profissionais mais jovens, que possivelmente tenham maior facilidade com a nova tecnologia.

Posteriormente, deve ser expandido o uso do BIM em novos projetos, com a inserção das equipes de outras disciplinas, em abordagens colaborativas que permitam a partilha de conhecimentos desde a fase inicial do projeto.

Vale ressaltar que o órgão deve estar atento ao investimento inicial de tempo que ele deverá fazer, ou seja, terá que contabilizar o tempo do treinamento da mão de obra e o tempo necessário para que a equipe se adapte às novas ferramentas e aos novos processos de trabalho.

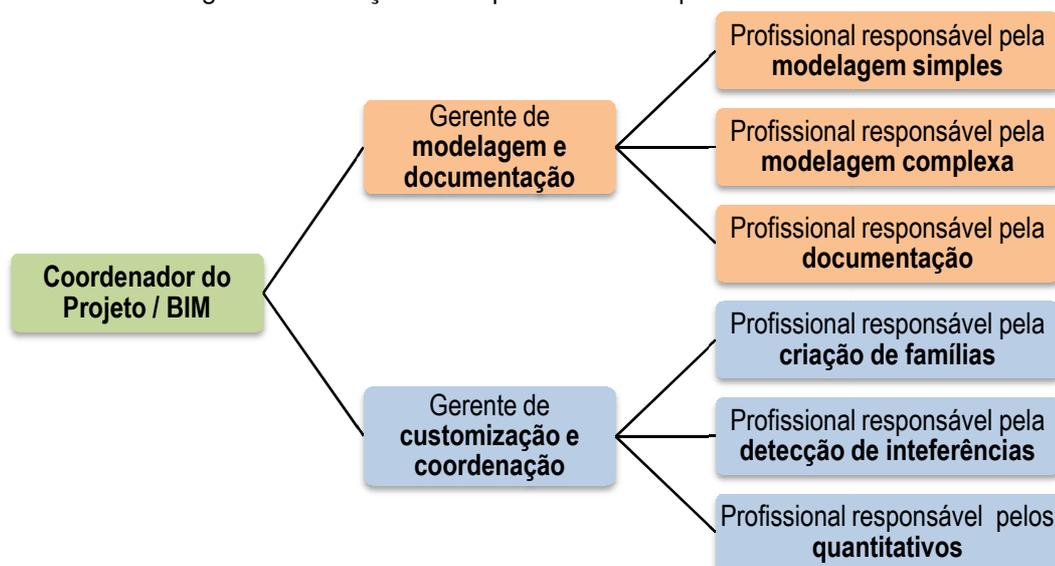
A equipe de projeto deverá ter um treinamento com conceitos BIM, posteriormente nas ferramentas Revit e Navisworks Manage. Diante da realidade apresentada no órgão, o treinamento sobre BIM deverá ter 12 horas; o de Revit básico 40 horas; o de Revit para modelagem de componentes 30 horas; e o de Navisworks 30 horas. Poderá ser necessária a extensão destes prazos para aprofundamento destes conteúdos e/ou aprendizagem de outras ferramentas.

- **Funções e responsabilidades**

Na formação da equipe é essencial focar nas habilidades necessárias para cada função/membro, sendo definidos os papéis específicos para os profissionais levando em consideração que as funções e responsabilidades nos processos tradicionais de projeto deverão ser ampliadas e que outras irão surgir no contexto BIM.

A SUMAI é responsável por executar o projeto arquitetônico até a fase de anteprojeto, posteriormente a empresa contratada é responsável pelo desenvolvimento dos projetos básicos e executivos arquitetônico, estrutural e de instalações prediais. Diante disso, será exposto o quadro de funções para a contratada (Figura 88) e para a SUMAI (Figura 89).

Figura 88 – Funções e responsabilidades para a contratada



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

O Coordenador de Projeto/BIM é responsável por realizar o controle de todas as atividades no desenvolvimento do projeto. Cabe a este profissional:

- Manter os prazos em dia, cumprindo com o cronograma estabelecido;
- Ser responsável pela coordenação da equipe e pela produção e uso do modelo BIM, estabelecendo as conexões necessárias para a comunicação com outros agentes, orientando a equipe na tomada de decisões;
- Participar de todas as reuniões agendadas;
- Validar a compatibilização dos projetos entre as diversas áreas técnicas avaliando interferências, critérios e soluções adotadas;

O gerente de modelagem e documentação é responsável por gerenciar e validar as atividades, tais como: processo de projeto, modelagem, criação de folhas e vistas, complementação de informações bidimensionais, completeza do modelo, nível de desenvolvimento adequado para cada fase do modelo etc.

O profissional responsável pela modelagem é responsável por criar e desenvolver modelos BIM. Deve ter conhecimento do processo de projeto e construção. Esta função poderá ser dividida em modelagem simples e complexa e ter mais profissionais para executar a mesma função, a depender do porte da edificação. A criação de folhas, vistas, complementação de informações bidimensionais e extração da documentação a partir dos modelos fica destinada ao profissional responsável pela documentação.

O gerente de customização e coordenação é responsável por gerenciar a criação de famílias de componentes, controle do modelo, inserção de dados e extração de informações para os quantitativos, coordenação e compatibilização dos modelos das diversas disciplinas, participação de reuniões, elaboração de relatórios de coordenação, e gerenciamento das soluções e alterações necessárias para as interferências encontradas.

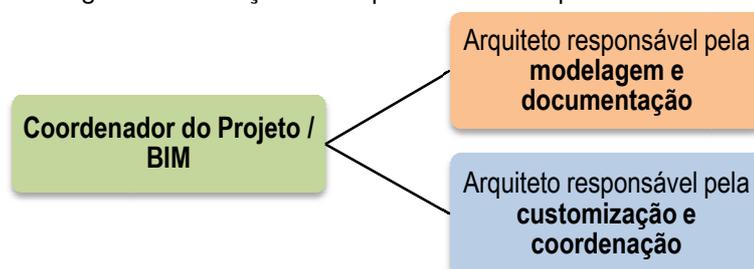
O profissional de customização é responsável pela criação de famílias de componentes e pelos quantitativos. Esta função poderá ter mais profissionais para executá-la, a depender do porte da edificação.

O profissional de coordenação é responsável pela detecção de interferências (coordenação das diversas disciplinas, fazendo relatórios, realizando reuniões para obter as soluções e gerenciar as alterações feitas por causa dos conflitos encontrados).

A empresa contratada deverá contar com equipe de profissionais habilitados à elaboração do projeto, nas várias especialidades envolvidas, com registro no Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) e Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA).

A SUMAI desenvolve o projeto arquitetônico até a fase de anteprojeto, por isso o quadro de funções é simplificado. Porém, a depender do porte do projeto, pode ser necessária a ampliação do quadro de pessoal para exercer as funções estabelecidas.

Figura 89 – Funções e responsabilidades para a SUMAI



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

A SUMAI deverá, no primeiro momento da implantação BIM, separar as funções de coordenação de projetos da função de coordenação de BIM, ficando a primeira sob a responsabilidade de um profissional da SUMAI e última com um

consultor externo a ser contratado. Posteriormente, estas funções poderão ser acumuladas por um profissional da SUMAI.

Também nesta fase inicial, deve ser contratado um profissional que execute a função de Facilitador BIM, que irá auxiliar os profissionais da SUMAI que ainda não estão qualificados com as ferramentas BIM.

O arquiteto responsável pela modelagem e documentação cria e desenvolve os modelos BIM, folhas, vistas, complementação de informações bidimensionais e extração da documentação a partir dos modelos.

O arquiteto responsável pela customização e coordenação cria famílias de componentes, faz a inserção de dados e a extração de informações para os quantitativos, coordena e compatibiliza os modelos das diversas disciplinas.

d) PROCESSO DE PROJETO BIM

Neste item são apresentados os mapas de processos para cada uma das seis fases do processo de projeto (CAMBIAGUI; AMÁ, 2006). Esses mapas de processo fornecem um plano detalhado para a execução de cada fase, definindo os intercâmbios de informações específicos para cada atividade, construindo, assim, a base para todo o plano de execução.

É proposto um modelo de processos para projeto no contexto BIM, identificando os processos, os subprocessos e a sequência das atividades a serem realizadas, os responsáveis por cada uma e as trocas de informações. Este modelo está dividido em seis fases:

- Fase 1: Concepção do produto / Estudo de viabilidade/ LOD 100;
- Fase 2: Definição do produto / Projetação / LOD 200;
- Fase 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto / Projetação / LOD 300;
- Fase 4: Detalhamento de projeto / Projetação / LOD 350;
- Fase 5: Pós-entrega do projeto / Planejamento da construção e Construção / LOD 400;
- Fase 6: Pós-entrega da obra / Uso: operação e manutenção / LOD 500.

Estas fases foram associadas aos LOD estabelecidos pelo BIMForum (2016), que são seis níveis progressivos de desenvolvimento e complementação do modelo,

nos quais são inseridas informações relacionadas com as diversas fases do ciclo de vida da edificação. Vale salientar que em uma fase pode existir elementos com diferentes LOD, como por exemplo, elementos de arquitetura podem ter desenvolvimento de projeto básico e elementos de outras disciplinas ainda estarem no nível de desenvolvimento preliminar. A divisão proposta está relacionada à maioria dos elementos contidos em cada fase.

Foi dado maior enfoque nas quatro primeiras que tratam do estudo de viabilidade e projeção. A Figura 90 mostra o modelo geral proposto do processo, dividido em fases e seus respectivos marcos.

Figura 90 - Modelo geral de processos

Fase 1	Marco 1.1	Marco 1.2	Marco 1.3			
Fase 2	Marco 2.1	Marco 2.2	Marco 2.3			
Fase 3	Marco 3.1	Marco 3.2	Marco 3.3	Marco 3.4	Marco 3.5	Marco 3.6
Fase 4	Marco 4.1	Marco 4.2				
Fase 5	Marco 5.1	Marco 5.2				
Fase 6	Marco 6.1					

SUMAI responsável por atividades destes marcos

CONTRATADA responsável por atividades destes marcos

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Cada fase está representada em uma “piscina” e corresponde a um LOD / fase projetual. Está dividida verticalmente em três raias: atividades; informações de referência para estas atividades; e entregas feitas através destas atividades. E horizontalmente em marcos (*milestones*), que são partições na sequência do processo.

É apresentado um modelo com disciplinas e profissionais envolvidos da equipes de arquitetura, estrutura e instalações prediais. No entanto, é importante observar que diversas disciplinas podem ser agregadas ao projeto da edificação, a depender de suas peculiaridades, devendo o modelo de processo ser adaptado para abranger toda a projeção, identificando atividades, fases, subprocessos,

justificativas, informações necessárias e atores responsáveis nas diferentes áreas envolvidas.

- **FASE 1: CONCEPÇÃO DO PRODUTO / ESTUDO DE VIABILIDADE**

A fase 1 corresponde à concepção da edificação, que é definida pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (CAMBIAGUI; AMÁ, 2006) como concepção do produto. É composta pelas etapas: levantamento de dados, programa de necessidades e estudo de viabilidade. Eastman (1999) classifica o ciclo de vida da edificação em seis fases: estudo de viabilidade, projeção, planejamento de construção, construção, operação e demolição. A fase 1 enquadra-se na primeira fase: “estudo de viabilidade”.

Esta fase é compatível com o nível de desenvolvimento ou *Level of Development* (LOD) 100, proposto pelo BIMForum (2016), para evolução do modelo BIM.

- **Fase 1: marco 1.1**

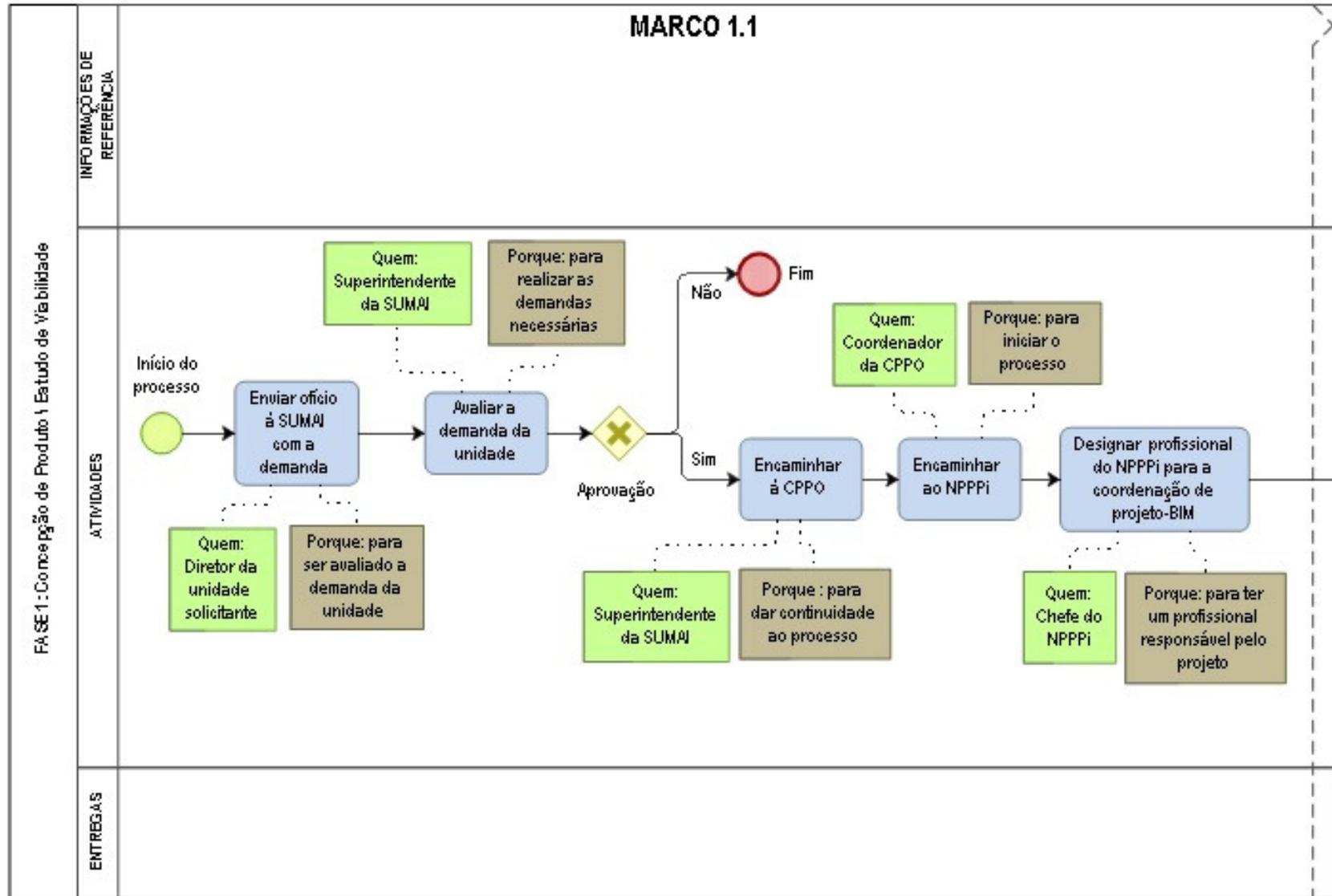
Neste marco inicia-se o processo. É composto por cinco atividades. A primeira delas é a confecção de um ofício³⁴ com a demanda da edificação, indicação do local onde irá ser realizada a construção e os recursos disponíveis. Este ofício é encaminhado pelo diretor da unidade solicitante para o superintendente da SUMAI.

A segunda atividade é a avaliação da demanda da unidade, que deve ser feita pelo superintendente da SUMAI para decidir se procede e é viável. Se reprovada, o processo é finalizado com uma comunicação à unidade solicitante. Se aprovada, é encaminhado à CPPO para continuidade do processo, sendo esta a terceira atividade.

A quarta atividade é realizada pelo coordenador da CPPO, que encaminha a demanda para o chefe do NPPPi. A última atividade é feita pelo chefe do NPPPi, que designa um dos profissionais do núcleo para ser responsável pelo projeto, que terá a função de coordenador do projeto/BIM, e estabelece um cronograma, indo então, para o marco seguinte (Figura 91).

³⁴ Recomenda-se que estes documentos sejam arquivos com certificação digital, que é uma tecnologia que usa mecanismos de segurança no intuito de garantir a autenticidade de uma assinatura eletrônica.

Figura 91 - Modelo do processo do marco 1.1 / fase 1: concepção do produto



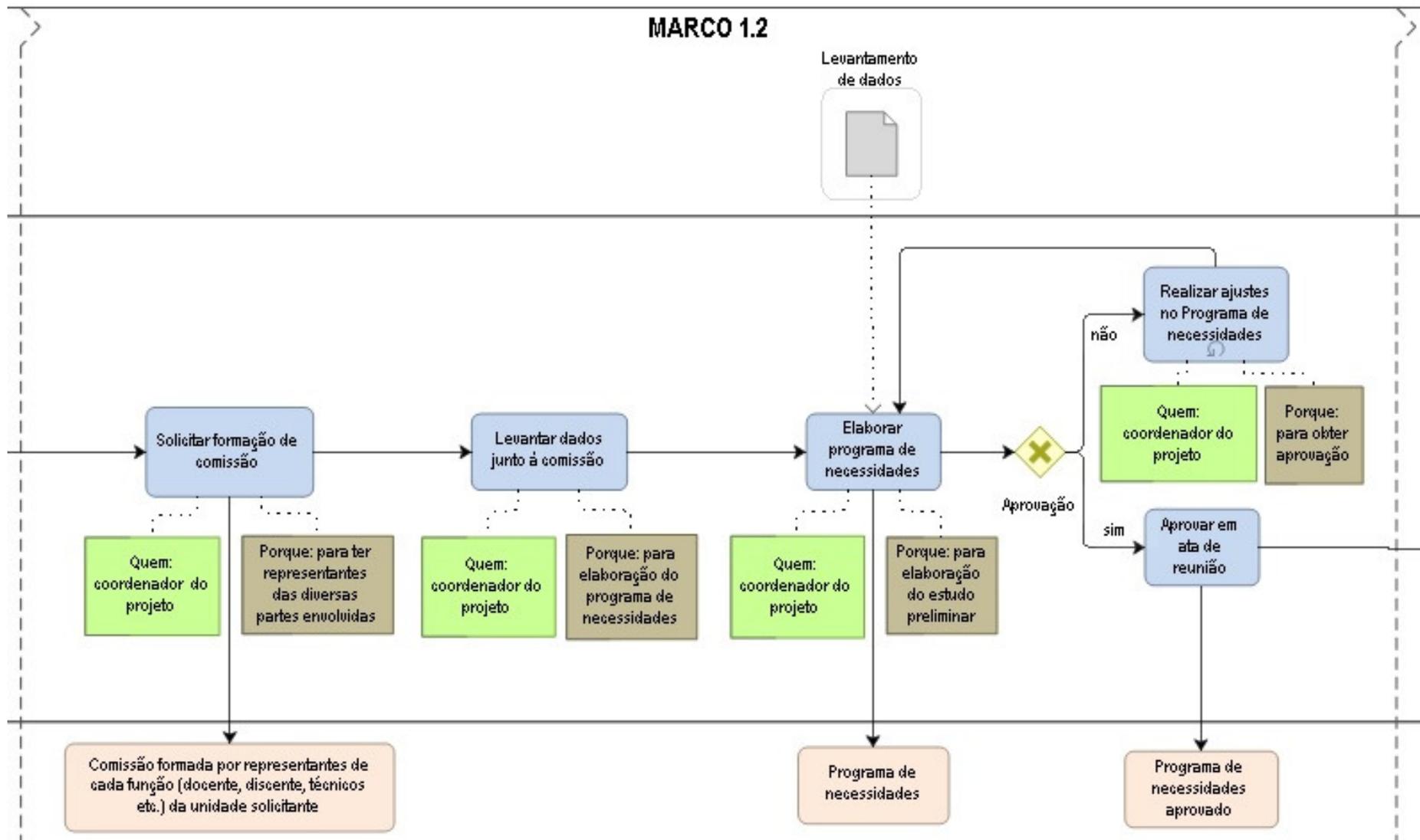
Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- **Fase 1: marco 1.2**

Este marco é também composto por quatro atividades. Inicia com o coordenador do projeto pedindo à unidade solicitante a formação de uma comissão para acompanhar o desenvolvimento e discutir aspectos funcionais do projeto, e em seguida, aprovação do mesmo. Esta comissão deve ser composta por integrantes das diversas partes envolvidas, com um representante de cada função (docente, técnico administrativo e discente).

Posteriormente, o coordenador de projeto/BIM levanta os dados necessários, junto à comissão, para elaboração do programa de necessidades. Esse levantamento deve acontecer por meio de reuniões registradas em ata, a fim de esclarecer as informações que constam no ofício. Depois, o coordenador de projeto elabora o programa de necessidades que deverá ser submetido a esta comissão para avaliação e aprovação, sendo modificado até a obtenção da aprovação. Caso não seja aprovado, retorna para ser elaborado um novo programa de necessidades. Se aprovado, a comissão comunica a aprovação por registro em ata de reunião e o processo segue para o marco seguinte (Figura 92).

Figura 92 - Modelo do processo do marco 1.2 / fase 1: concepção do produto



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- Fase 1: marco 1.3

O marco 1.3 possui quatro atividades: elaboração do plano de execução BIM; levantamento de informações legais e técnicas; plano básico da edificação³⁵; e estudo de viabilidade. A primeira atividade requer como informações de referência para sua execução, a definição das necessidades, objetivos, usos e processos. Deverá ser realizada por todos os envolvidos no processo e definidos os procedimentos de gestão, funções, entregas, prazos, trocas, ferramentas etc. O produto resultante desta atividade é o plano de execução BIM. Se o plano de execução BIM for reprovado, irá ser refeito, mas se aprovado, passa para a próxima atividade: levantamento de informações legais e técnicas.

Esta segunda atividade deve ser feita pelo coordenador do projeto para ser definida a viabilidade ou não do empreendimento. Para isso é feita consulta à legislação pertinente e Órgãos Públicos envolvidos na aprovação do projeto, com obtenção de informações básicas (tipo de zoneamento, taxa de ocupação do terreno, limites de afastamento, drenagem pluvial, entre outros); e também o levantamento de restrições envolvendo órgãos como IPHAN, IBAMA ou qualquer outro órgão de patrimônio histórico ou ambiental, se o projeto tiver especificidades nessas áreas.

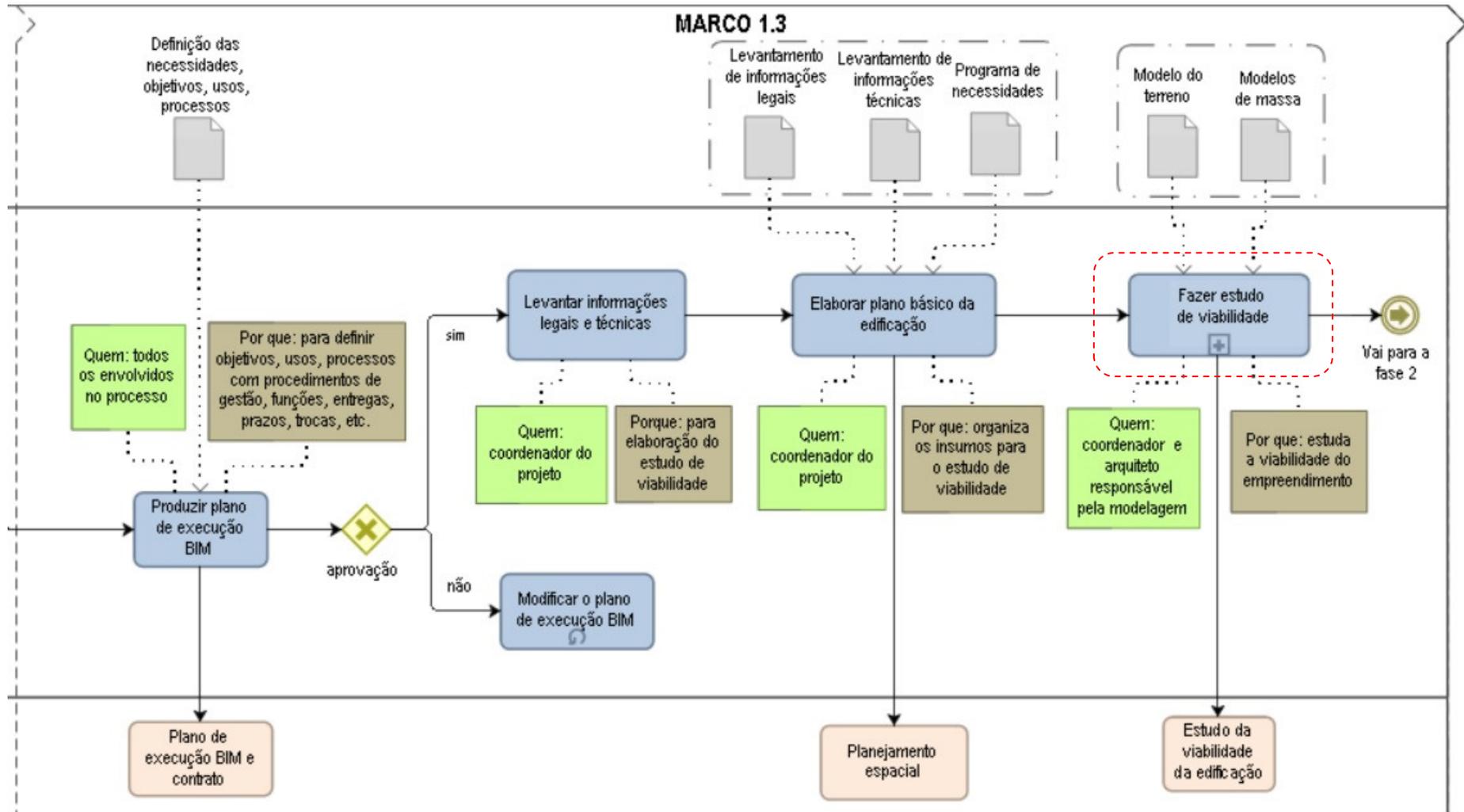
A terceira atividade é o plano básico da edificação, que utiliza como informações de referência os levantamentos de informações técnicas, jurídicas e programáticas. Deve ser feita pelo coordenador do projeto e objetiva organizar os insumos para o estudo de viabilidade. Tem como produto de entrega o planejamento espacial da edificação.

A quarta e última atividade desta fase é o estudo de viabilidade, que usa como informação de referência o modelo do terreno e o modelo de massa, sendo realizada pelo coordenador e arquiteto responsável pela modelagem e tendo como objetivo estudar a viabilidade do empreendimento. Esta atividade está detalhada como um subprocesso incluído no processo geral.

A Figura 93 mostra o marco 1.3 da fase 1: concepção do produto que contém um subprocesso que está contornado em vermelho e representa a atividade estudo de viabilidade, detalhado na Figura 94.

³⁵ O Plano básico da edificação qualifica e quantifica o potencial construtivo do empreendimento, utilizando o levantamento de dados técnicos e legais e o programa de necessidades.

Figura 93 - Modelo do processo do marco 1.3 / fase 1: concepção do produto



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- Fase 1: marco 1.3 – subprocesso: estudo de viabilidade

Após a finalização do plano básico da edificação deve ser feito o modelo do terreno e os modelos de massa pela equipe de modelagem para juntamente com a integração de custos, ser definida a melhor alternativa projetual quanto a volumetria da edificação, implantação e custos, resultando no modelo conceitual da edificação. A integração de custos e modelo deve ser feita pelo arquiteto responsável pela customização e orçamentista. E a escolha da melhor opção projetual, pelo coordenador e arquiteto responsável pela modelagem.

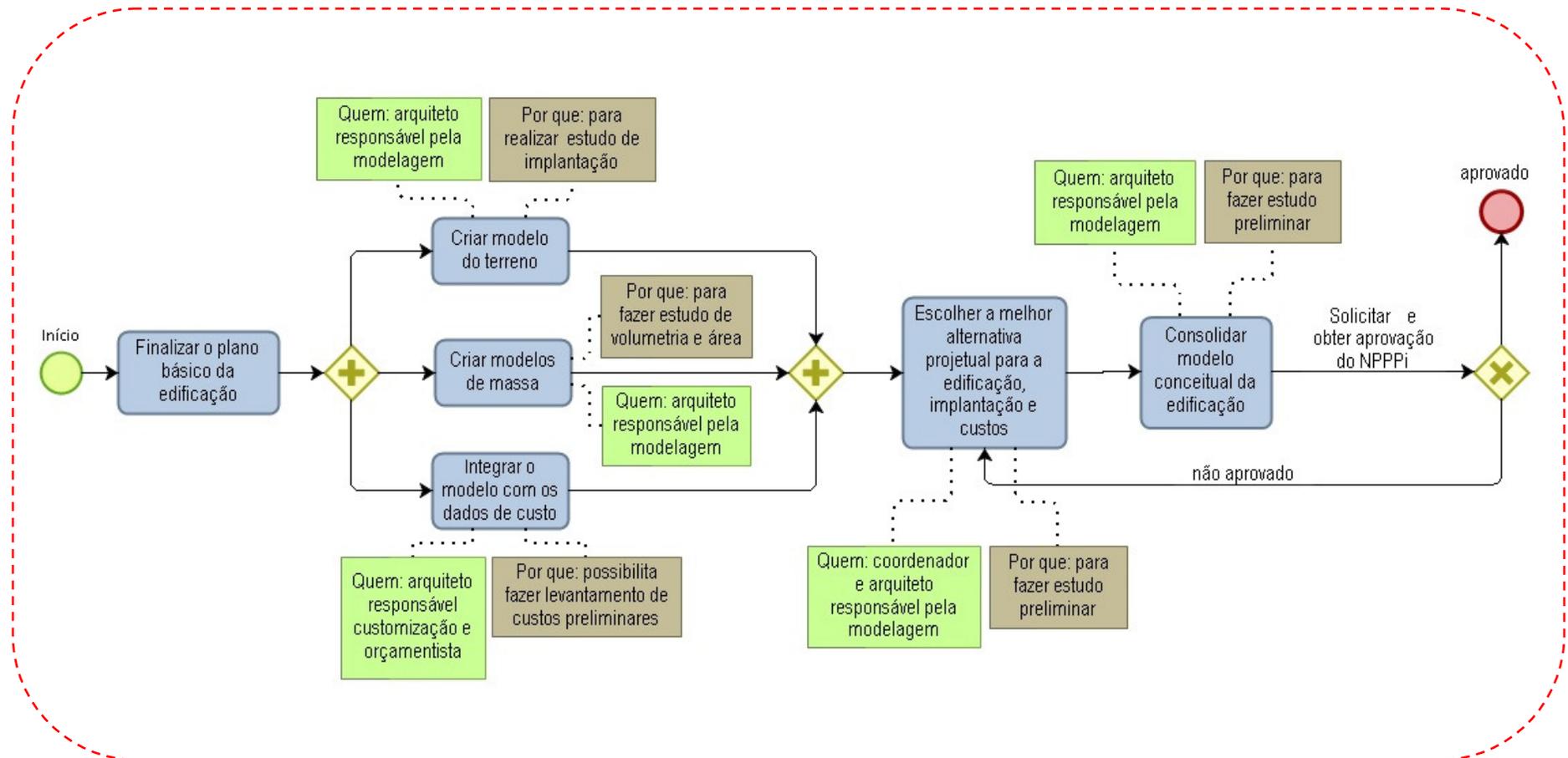
Dentre as questões relacionadas à implantação, está a análise da morfologia do terreno, condicionantes físicos e legais. A implantação deve contemplar uma decisão projetual que utilize os recursos naturais e minimize a terraplenagem ou escavação do terreno, reforçando a necessidade de mais aprofundamento na análise das possibilidades de implantação.

É importante salientar que estas modelagens possibilitam que as decisões iniciais possam ser mais bem embasadas quanto ao estudo de volumetria, implantação, custos de construção, pois as informações obtidas são compatibilizadas e integradas, podendo delinear com mais precisão o produto e os custos decorrentes.

Com isso, define-se o modelo conceitual da edificação visando obter o estudo preliminar.

A Figura 94 apresenta o modelo que define as atividades do subprocesso estudo de viabilidade (detalhe da Figura 93).

Figura 94 - Subprocesso do estudo de viabilidade (fase 1: concepção de produto)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

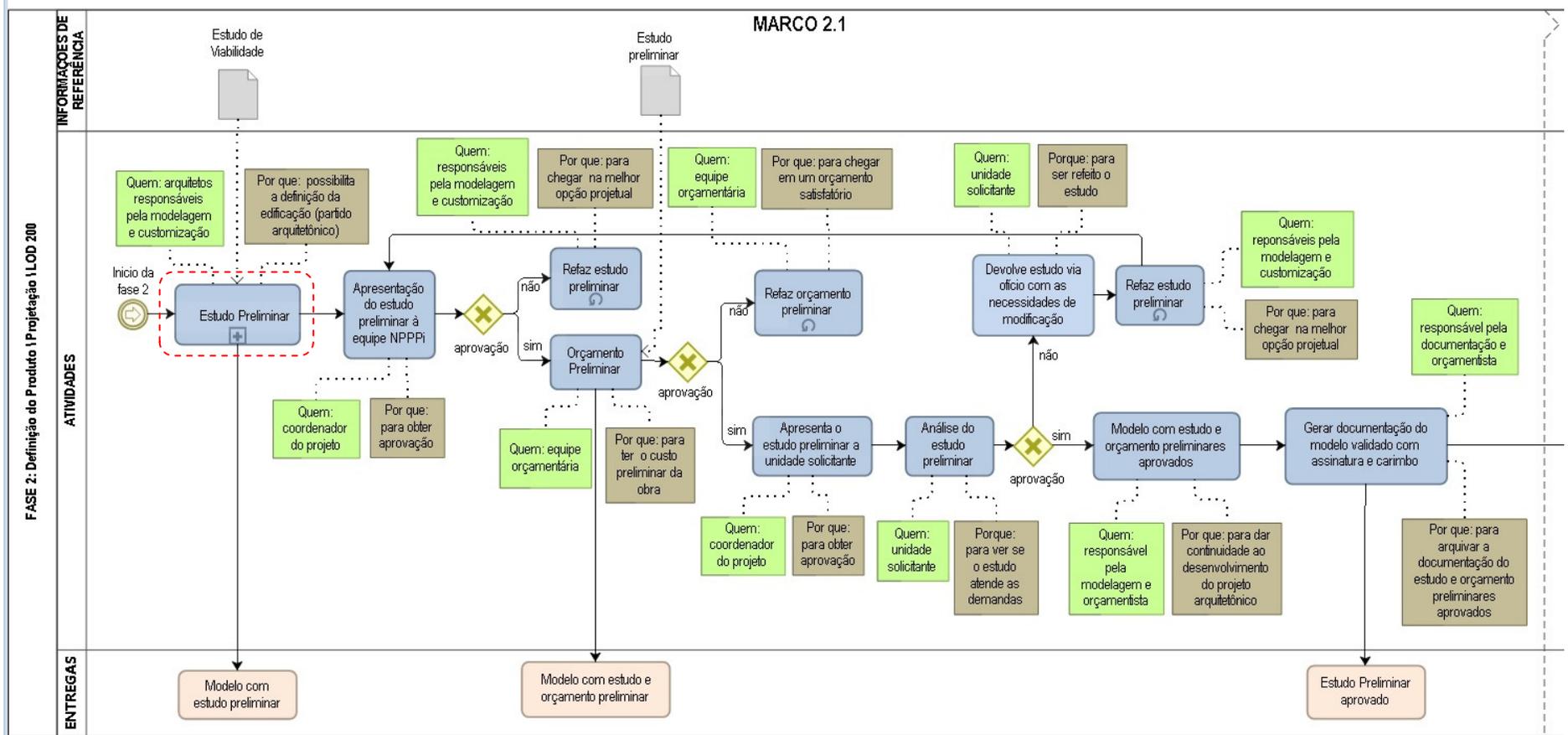
- FASE 2: DEFINIÇÃO DO PRODUTO / PROJETAÇÃO

A fase 2 corresponde à definição do produto (edificação), definida pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (CAMBIAGUI; AMÁ, 2006). Segundo a classificação do ciclo de vida da edificação de Eastman (1999), esta fase enquadra-se na segunda fase: “projetação” e é compatível com o *Level of Development* (LOD) 200, proposto pelo BIMForum (2016), para evolução do modelo BIM. Nesta fase é desenvolvido o partido arquitetônico, são definidas as informações necessárias à verificação da sua viabilidade técnica, física e econômica bem como elaborado o projeto legal. É composta por três marcos: 2.1, 2.2 e 2.3.

- **Fase 2: marco 2.1**

O marco 2.1 inicia com o estudo preliminar que deverá ser feito pelos profissionais responsáveis pela modelagem e customização, com o objetivo de definir o partido arquitetônico. Esta atividade está representada como um subprocesso (contornado em vermelho), detalhado na Figura 93. O estudo preliminar é apresentado à equipe NPPPi para discussão e submetido à aprovação. Se reprovado, o responsável pela modelagem revisa a proposta do estudo preliminar considerando a discussão com a equipe; se aprovado, irá para a equipe orçamentária para obter o custo preliminar da obra. Este orçamento preliminar é submetido à aprovação. Se não aprovado, reinicia novo estudo preliminar; se aprovado pela chefia imediata e pelo coordenador do CPPO, o coordenador do projeto apresenta o estudo à unidade solicitante. A entrega do estudo deve ser feita via ofício e o diretor da unidade solicitante deve assinar este recebimento. A unidade solicitante analisa o estudo preliminar e se for reprovado, devolve o estudo via ofício contendo as necessidades de modificação a serem feitas. Se aprovado, é consolidado no modelo o estudo e orçamento preliminares pelos responsáveis pela modelagem e orçamento, para gerar a documentação do modelo validado com assinatura e carimbo. A Figura 95 apresenta o marco 2.1 que está na fase 2: definição do produto.

Figura 95 - Modelo do processo do marco 2.1 (fase 2: definição do produto)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- Fase 2: marco 2.1 – subprocesso estudo preliminar

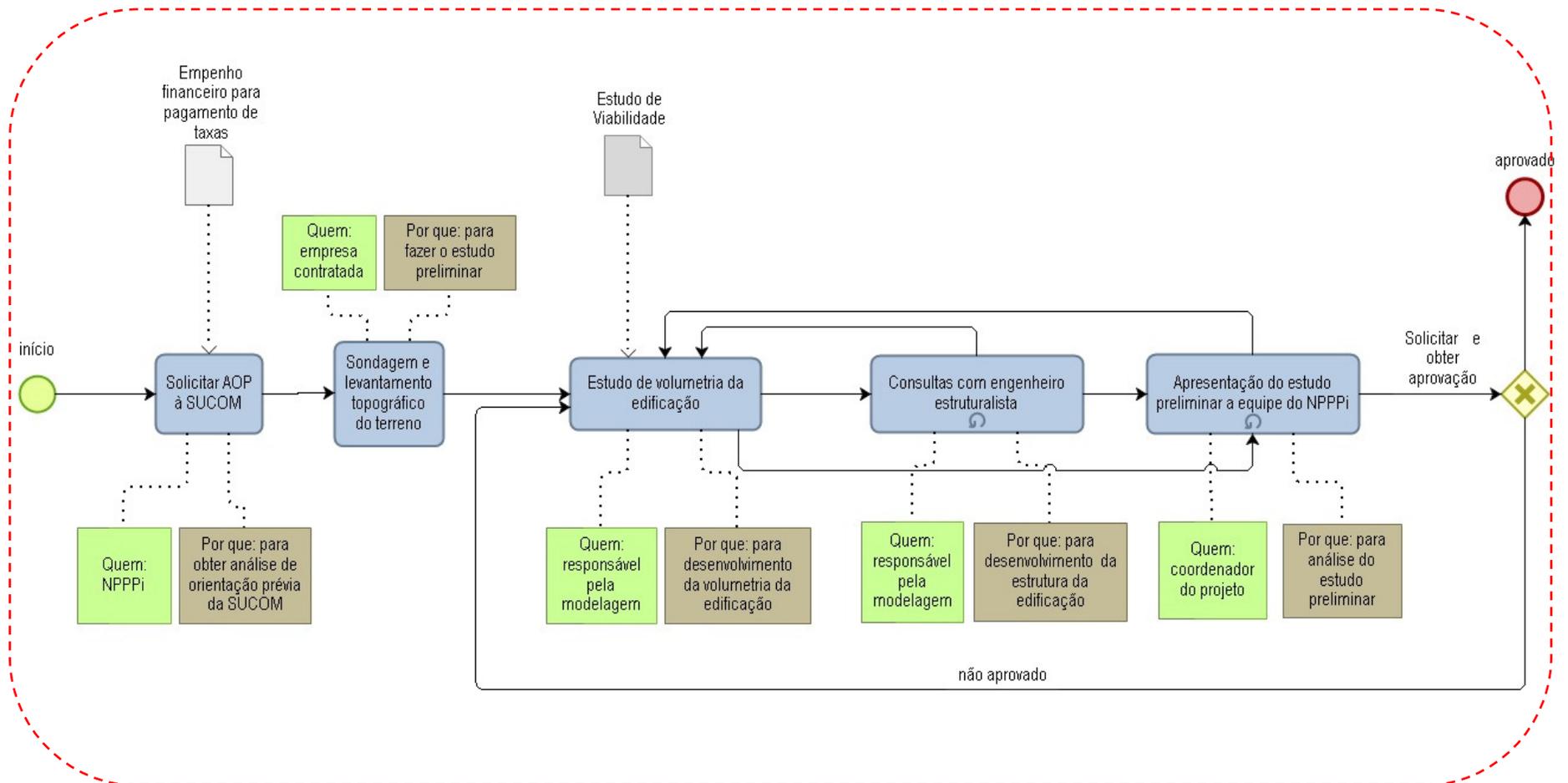
Este subprocesso inicia com a solicitação de Análise de Orientação Prévia (AOP) à SUCOM. Para isto, deve ser enviado um ofício ao superintendente da SUMAI, pedindo empenho financeiro para o pagamento das taxas referentes a este serviço. Depois, caso não haja sondagem e levantamento topográfico do terreno, a SUMAI deve contratar empresa para realizá-los.

Posteriormente, é desenvolvida a volumetria da edificação pelo profissional responsável pela modelagem, utilizando, como informação de referência, o estudo de viabilidade aprovado. Durante este desenvolvimento é importante realizar consultas ao engenheiro estrutural para este dar suporte ao desenvolvimento da estrutura da edificação.

A última atividade deste subprocesso é apresentação do estudo preliminar a equipe do NPPPi para obter a aprovação. Se aprovado, segue para a atividade seguinte; se não, volta para ser refeito o estudo de volumetria da edificação.

A Figura 96 mostra o modelo que define as atividades do subprocesso: estudo preliminar.

Figura 96 - Subprocesso do estudo preliminar (fase 2: definição de produto)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- Fase 2: marco 2.2

A primeira atividade do marco 2.2 é o desenvolvimento do projeto arquitetônico pelos responsáveis pela modelagem e customização, usando como informação de referência o estudo preliminar aprovado.

Posteriormente, duas atividades são realizadas em paralelo. São feitas consultas ao engenheiro estruturalista para desenvolvimento e viabilidade estrutural da edificação, e o responsável pela modelagem realiza simulações e análises, objetivando escolher a melhor opção projetual. Os produtos desta última atividade são relatórios de análises e simulações realizadas.

A quarta atividade é a escolha da melhor opção projetual, que possibilita a realização paralela de três outras atividades:

- a) Verificação ao atendimento às restrições do código de obras e lei de ordenamento, uso e ocupação do solo;
- b) Elaboração do memorial descritivo³⁶; e
- c) Especificação dos materiais e serviços³⁷ a serem usados na edificação.

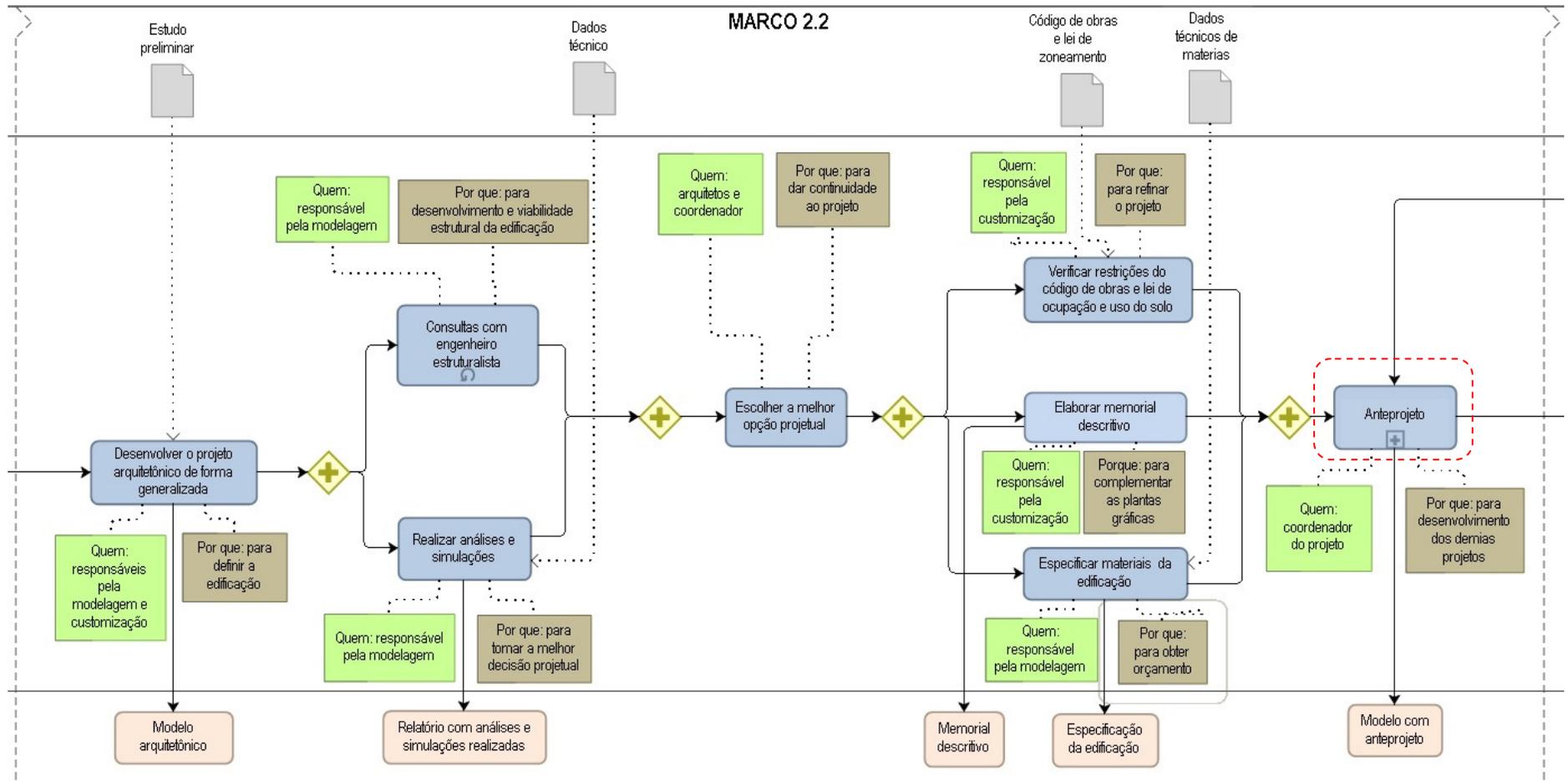
As atividades “a” e “b” são realizadas pelo responsável pela customização e a atividade “c” é feita pelo responsável pela modelagem. Estas atividades consolidadas definem o anteprojeto para o desenvolvimento dos demais projetos.

A Figura 97 apresenta o modelo do processo do marco 2.2 da fase.

³⁶ Documento técnico que apresenta a memória dos conceitos, partidos arquitetônicos, diretrizes e adequações normativas do projeto.

³⁷ Documento técnico que lista, descreve e instrui acerca dos elementos a serem utilizados na edificação ou serviço. A especificação deve conter normativas e procedimentos de instalação dos materiais e suas características essenciais.

Figura 97 - Modelo do processo do marco 2.2 (fase 2: definição de produto)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- Fase 2: marco 2.2 – subprocesso anteprojeto

O subprocesso anteprojeto inicia com o desenvolvimento do projeto arquitetônico pelos responsáveis pela modelagem e customização e utiliza o estudo preliminar e dados técnicos como informações de referência. Esta atividade é cíclica e está associada às atividades consecutivas e concomitantes (simulações e análises).

São realizadas as simulações e análises (desempenho estrutural, acústico, lumínico, térmico, energético, incidência solar, ventilação natural etc.) para dar subsídios às tomadas de decisões em relação ao projeto arquitetônico. Pode haver alterações no projeto e, em função disso, novas análises poderão ser feitas. Estas atividades de simulações e análises são realizadas pelo responsável pela modelagem e são muito importantes para o desenvolvimento do projeto arquitetônico, auxiliando nas decisões projetuais. Também são feitas consultas com o engenheiro estruturalista visando o desenvolvimento e viabilidade estrutural da edificação. Então, é escolhida pelo coordenador do projeto a melhor opção projetual em função das simulações, análises e consultas com o estruturalista. Em seguida são realizadas três atividades concomitantemente:

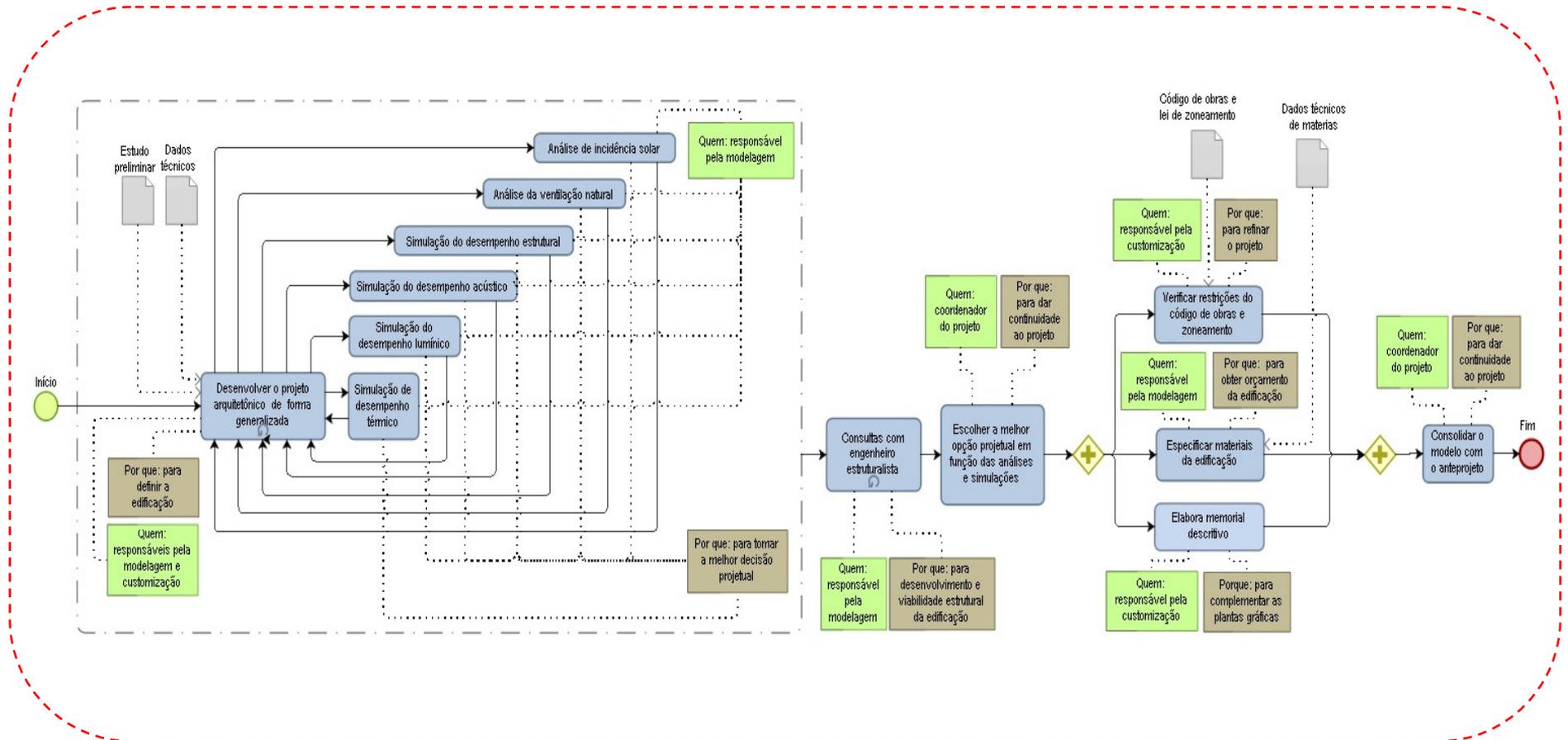
- a) Verificação ao atendimento das restrições legais;
- b) Especificação de materiais da edificação; e
- c) Elaboração do memorial descritivo.

A atividade "a" visa refinar o projeto e tem como informações de referência: o código de obras e a Lei de Ordenamento do Uso e Ocupação do Solo (LOUOS). A atividade "b" objetiva dar subsídio ao orçamento da edificação e a "c" apresenta a memória dos conceitos e diretrizes do projeto. As atividades "a" e "c" são realizadas pelo responsável pela customização e a atividade "b" pelo responsável pela modelagem.

Posteriormente é feita a consolidação do modelo arquitetônico nesta fase. Esta atividade é desenvolvida pelo coordenador do projeto e tem como objetivo obter o modelo consolidado para dar continuidade ao desenvolvimento do projeto.

A Figura 98 apresenta o subprocesso anteprojeto.

Figura 98 - Subprocesso do anteprojeto (fase 2: definição de produto)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- **Fase 2: marco 2.3**

O marco 2.3, último da fase 2, inicia com a aprovação do anteprojeto pelo NPPPI. Se reprovado, o anteprojeto é revisado pelo coordenador do projeto até obter aprovação. Se aprovado, o chefe do NPPPi encaminha o anteprojeto à equipe orçamentária para obter estimativa de custos.

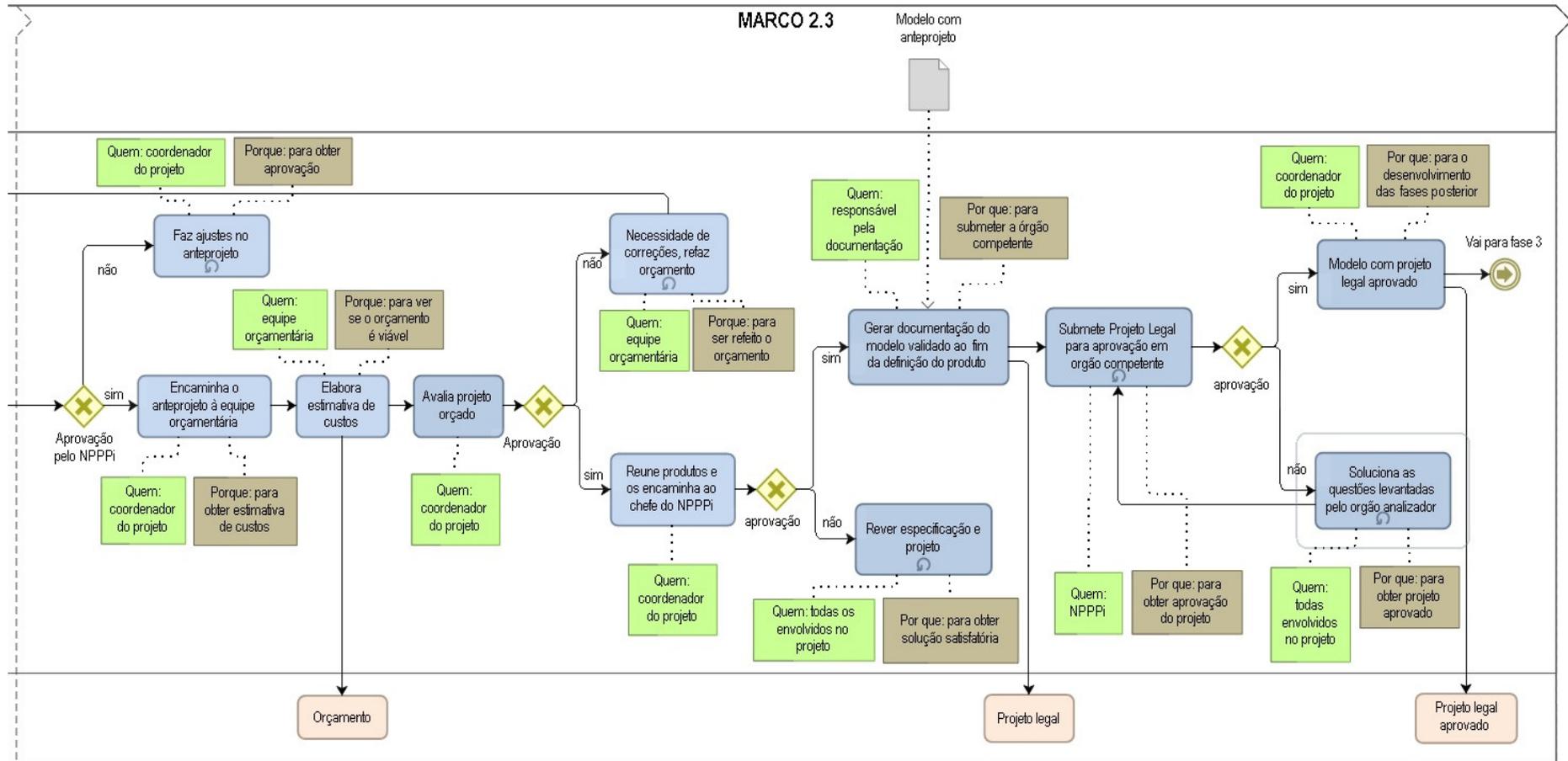
A segunda atividade deste marco é a elaboração da estimativa de custos pela equipe orçamentária da SUMAI, objetivando ver se o orçamento está dentro do previsto. Depois, o projeto orçado é avaliado pelo coordenador do projeto, e se reprovado, é devolvido a equipe orçamentária para fazer ajustes. Se aprovado é encaminhado ao chefe do NPPPi para análise e aprovação. Se não aprovado o coordenador rever a especificação e projeto até obter uma solução satisfatória. Se aprovado o responsável pela documentação gera o projeto legal.

A atividade seguinte é a submissão do projeto legal à Prefeitura para obter aprovação. É realizada pelo NPPPi. Vale salientar que esta atividade é cíclica, ou seja, será submetido e ajustado o projeto legal tantas vezes forem necessárias para a obtenção da aprovação do mesmo.

Se aprovado, o coordenador consolida o modelo com o projeto legal aprovado para o desenvolvimento das fases posteriores. Se não aprovado, todos os envolvidos no projeto buscam as soluções para as demandas levantadas pela Prefeitura, a fim de obter as licenças necessárias.

A Figura 99 mostra o modelo do processo do marco 2.3 da fase 2.

Figura 99 - Modelo do processo do marco 2.3 (fase 2: definição de produto)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- **FASE 3: IDENTIFICAÇÃO E SOLUÇÕES DE INTERFACES DE PROJETO/PROJETAÇÃO/LOD 300**

Segundo a classificação do ciclo de vida da edificação de Eastman (1999), a fase 3 enquadra-se na segunda fase: “projetação”. Esta fase é compatível com o nível de desenvolvimento ou *Level of Development* (LOD) 300, proposto pelo BIMForum (2016), para evolução do modelo BIM.

Nesta fase são compatibilizados todos os elementos dos projetos básicos, de modo a gerar um modelo consolidado da edificação. Para isso, o órgão seleciona, através de processo licitatório, empresa terceirizada para o desenvolvimento dos projetos, e acompanha todo o processo de desenvolvimento do projeto que está dividido em seis marcos: 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6.

- **Fase 3: marco 3.1**

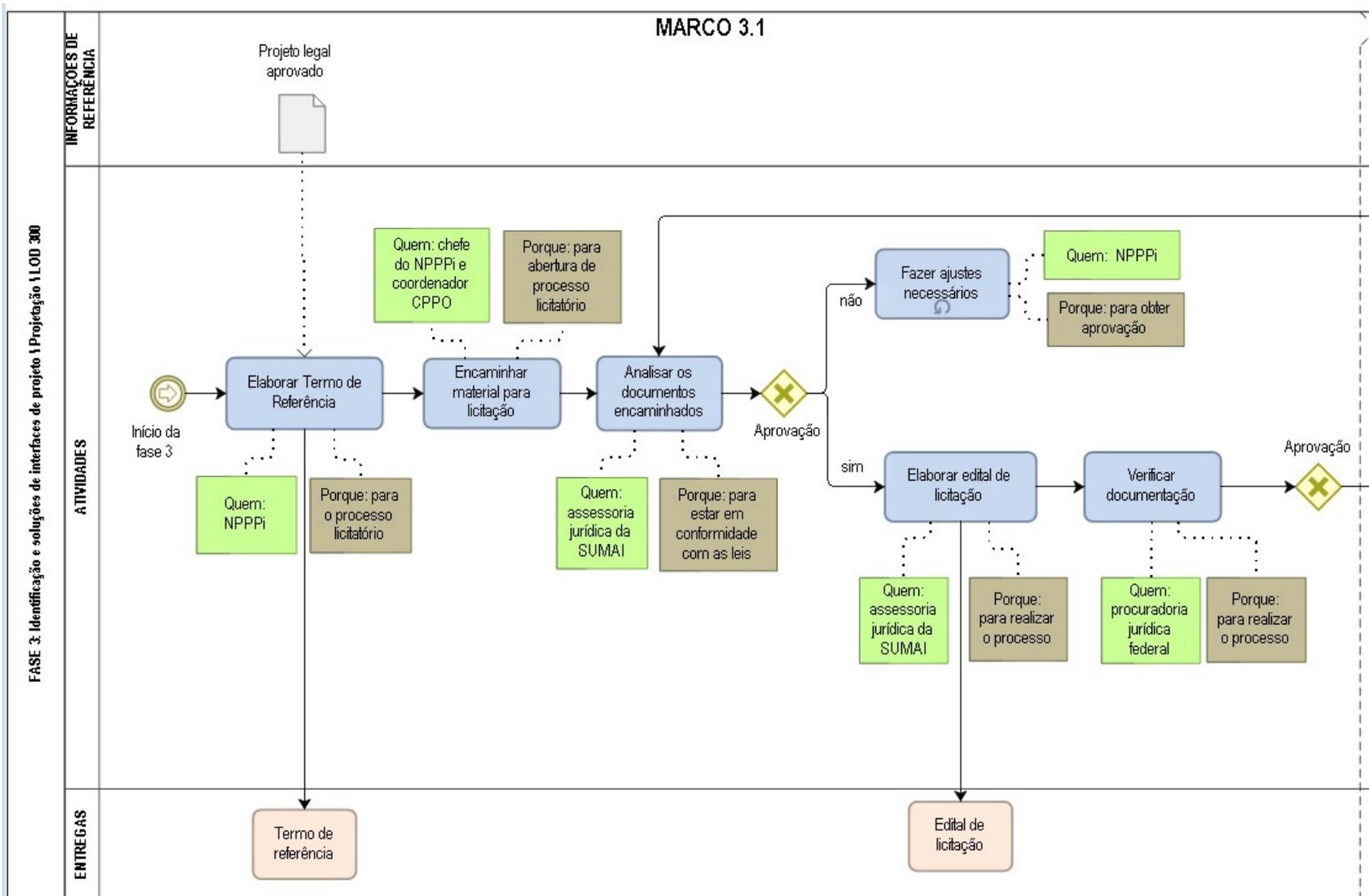
O marco 3.1 começa com o NPPPi elaborando o termo de referência (TR) a partir da definição do tipo de processo licitatório. Para isso, usa como informação de referência o projeto legal aprovado. A modalidade de licitação a ser empregada deve ser definida pelo coordenador do CPPO e o superintendente da SUMAI.

Posteriormente, o chefe do NPPPi e o coordenador da CPPO encaminham o TR e o projeto legal aprovado à assessoria jurídica para a abertura do processo licitatório. Esta analisa os documentos encaminhados, e se reprovados, solicita ajustes.

Se aprovado, a mesma elabora o edital de licitação e encaminha a documentação à procuradoria jurídica federal para verificação. Esta última verifica a documentação do processo licitatório para aprovação. Segue para o marco 3.2.

A Figura 100 mostra o mapa de processo do marco 3.1.

Figura 100 - Modelo do processo do marco 3.1 (fase 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

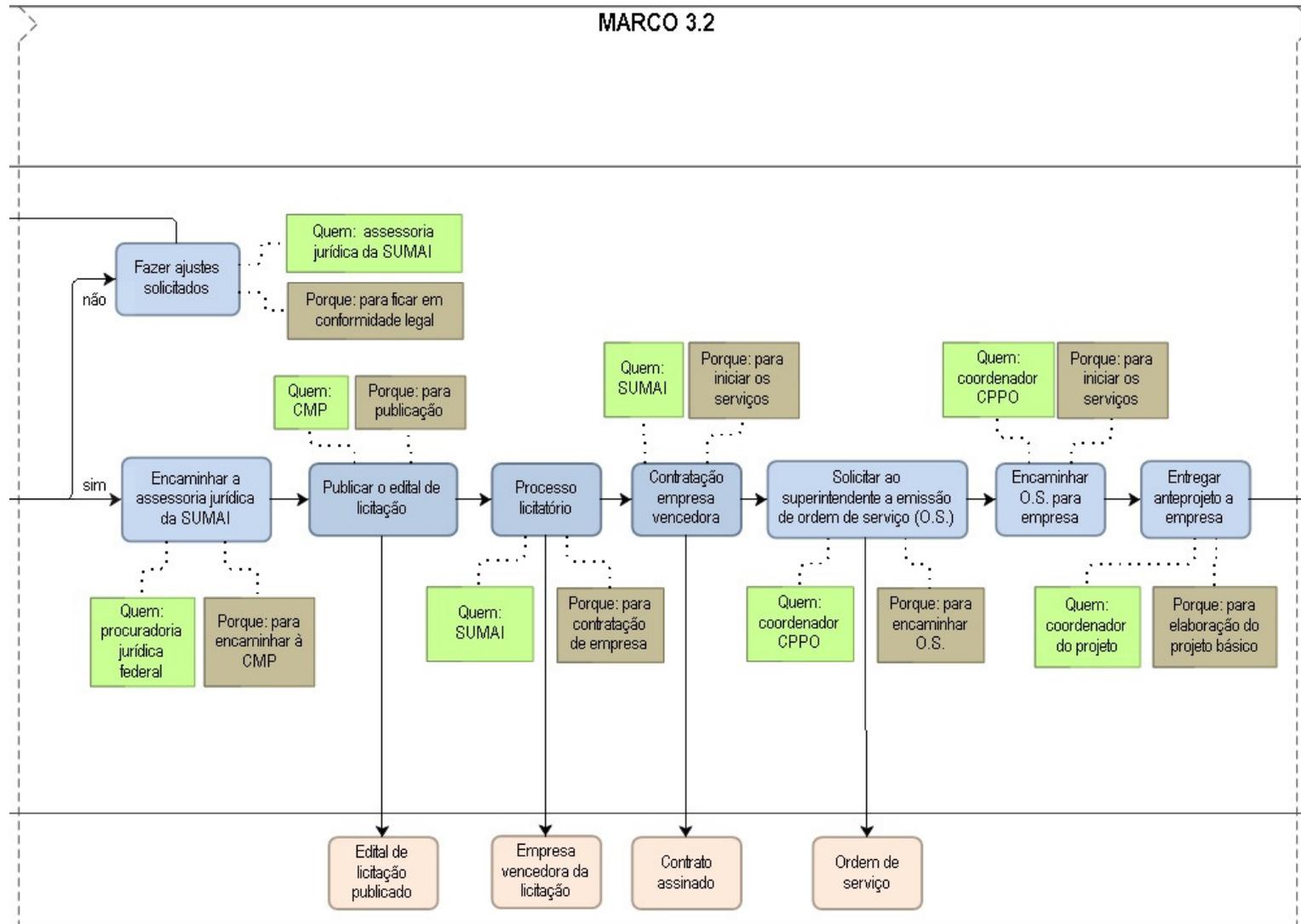
- **Fase 3: marco 3.2**

Depois que a Procuradoria Jurídica Federal verifica a documentação do processo licitatório, se reprovado, devolve o processo à Assessoria Jurídica da SUMAI para fazer os ajustes solicitados. Se aprovado, a mesma encaminha os documentos à Assessoria Jurídica da SUMAI para que esta última encaminhe à Coordenação de Material e Patrimônio (CMP) para publicação do edital. Na sequência, acontece o processo licitatório, estabelecendo a empresa vencedora. Então, a empresa é contratada pela SUMAI para realizar os serviços.

Para que a empresa comece os serviços é necessária a emissão da Ordem de Serviço (OS). Então, o coordenador da CPPO solicita ao superintendente da SUMAI a emissão de OS para a elaboração de projetos. O coordenador da CPPO encaminha a OS para a empresa e o coordenador do projeto entrega o anteprojeto a empresa para elaboração dos projetos. Segue para o marco 3.3.

A Figura 101 mostra o mapa de processo do marco 3.2.

Figura 101 - Modelo do processo do marco 3.2 (fase 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- Fase 3: marco 3.3

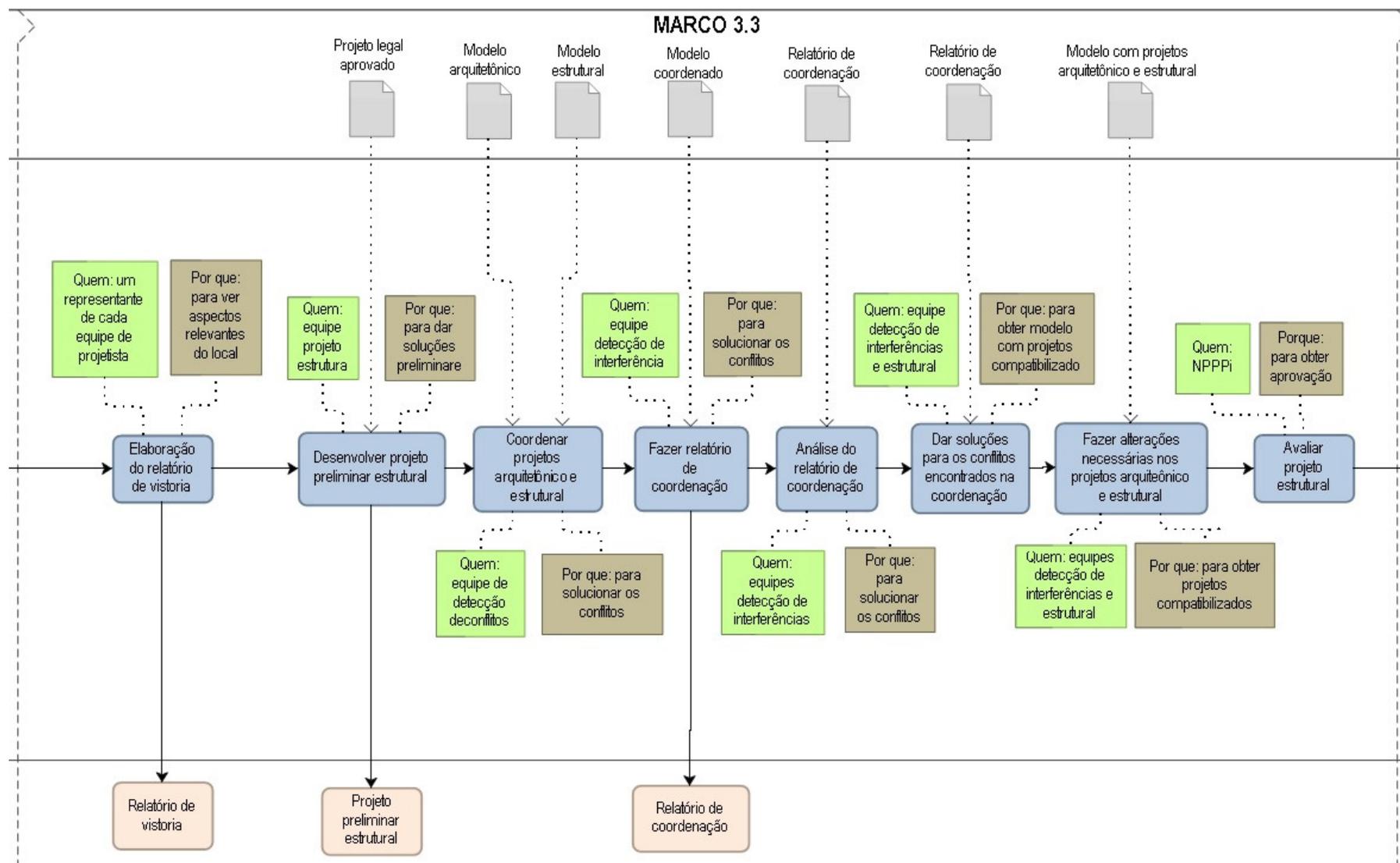
A partir deste marco, as atividades são realizadas pela empresa contratada. O marco 3.3 começa com o a elaboração do relatório de vistoria que contém os aspectos relevantes da área; soluções técnicas a serem desenvolvidas nos projetos preliminares; a compatibilização da proposta arquitetônica fornecida pela SUMAI e as condições pré-existentes do local que será implantado a edificação.

A segunda atividade é o desenvolvimento do projeto estrutural preliminar, tendo como informação de referência o projeto legal aprovado. Objetiva dar soluções preliminares para a estrutura da edificação e é realizada pela equipe de projeto estrutural da contratada. A terceira atividade é a coordenação dos modelos arquitetônico e estrutural para solucionar os eventuais conflitos e problemas existentes. É feita pelas equipes de detecção de conflitos e projeto estrutural e para a sua realização usa os modelos: estrutural e arquitetônico.

A quarta atividade é a confecção do relatório de coordenação para posterior análise do mesmo. Esta análise é feita pelas equipes de detecção de conflitos e projetos estrutural objetivando dar soluções aos problemas citados no relatório. A sexta atividade consiste em apresentar soluções para os conflitos encontrados no relatório de coordenação para obter um modelo com os projetos de arquitetura e estrutura compatibilizados. Depois são feitas as alterações necessárias nos projetos pelas equipes responsáveis pelos mesmos. Posteriormente, é feita a avaliação do projeto estrutural pelo NPPPi e segue para o marco seguinte.

A Figura 102 mostra o mapa de processo do marco 3.3.

Figura 102 - Modelo do processo do marco 3.3 (fase 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

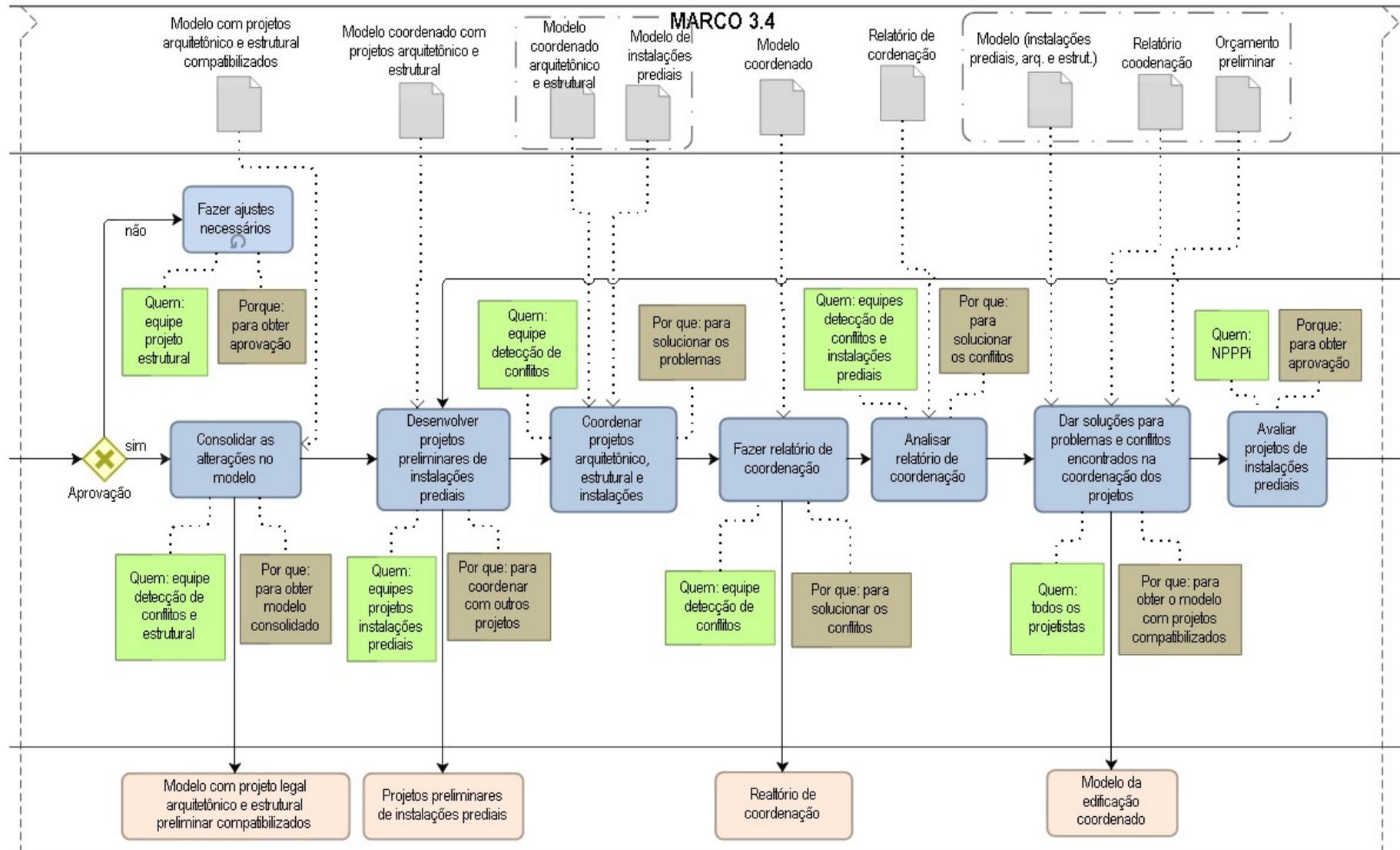
- **Fase 3: marco 3.4**

Depois da análise do projeto estrutural feita pelo NPPPi (marco anterior), se o projeto não for aprovado, é encaminhado à empresa contratada para serem feitos os ajustes necessários até a obtenção da aprovação do NPPPi. Se aprovado, são consolidadas as alterações no modelo pelas equipes responsáveis pelos projetos, objetivando obter um modelo compatibilizado (arquitetura e estrutura).

Depois, é utilizado este modelo compatibilizado (arquitetura e estrutura) para desenvolver os projetos preliminares de instalações prediais pelas equipes responsáveis por estes projetos. Já a terceira atividade do marco 3.4 é a coordenação dos projetos arquitetônico, estrutural e de instalações prediais feita pelas equipes de detecção de conflitos da empresa contratada, objetivando analisar o relatório (quarta atividade) e dar soluções aos conflitos e problemas encontrados e explicitados no relatório de coordenação (quinta atividade) para obter um modelo compatibilizado com os projetos arquitetônico, estrutural e de instalações prediais, para posterior avaliação dos projetos de instalações prediais feita pelo NPPPi. Segue para o marco seguinte.

A Figura 103 mostra o modelo do marco 3.4.

Figura 103 - Modelo do processo do marco 3.4 (fase 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- Fase 3: marco 3.5

Depois da análise dos projetos de instalações prediais feita pelo NPPPi (marco anterior), se o(s) projeto(s) não forem aprovados, são encaminhados a empresa contratada para serem feitos os ajustes necessários até a obtenção da aprovação do NPPPi. Se aprovados, são consolidadas as alterações no modelo pelas equipes responsáveis pelos projetos, objetivando obter um modelo compatibilizado (arquitetura, estrutura e instalações prediais).

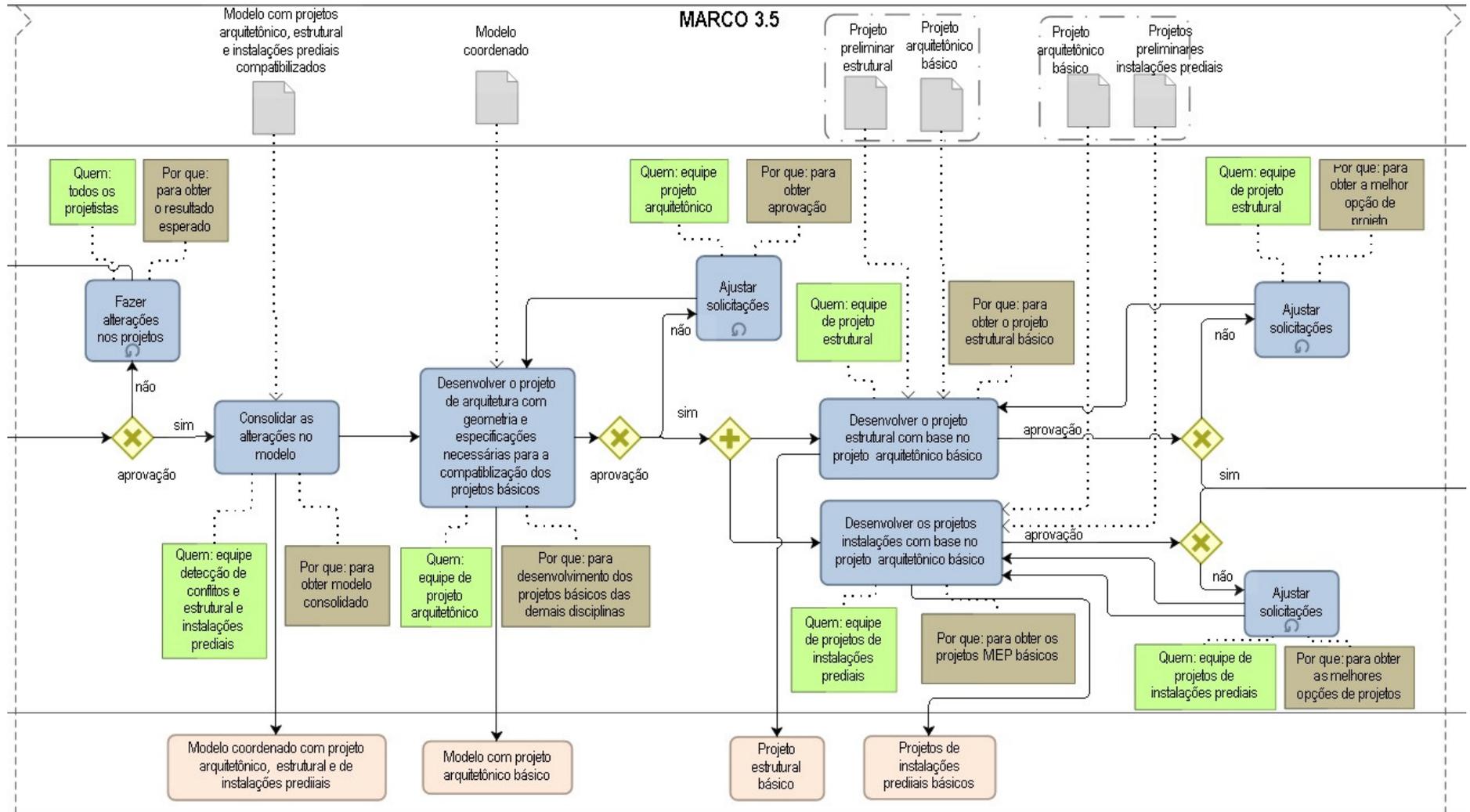
Posteriormente, é utilizado o modelo coordenado como informação de referência para a equipe de arquitetura desenvolver o projeto arquitetônico básico. Como produto desta atividade é entregue o modelo com projeto arquitetônico básico. A atividade seguinte é a submissão do modelo arquitetônico à aprovação. Se reprovado, a equipe de arquitetos da Contratada resolve as questões levantadas. Se aprovado, segue para duas outras atividades paralelas:

- (a) desenvolvimento do projeto estrutural básico; e
- (b) desenvolvimento dos projetos de instalações prediais básicos.

Ambas as atividades visam obter os projetos básicos: estrutural e instalações prediais respectivamente. O desenvolvimento do projeto estrutural utiliza como informações de referência o projeto arquitetônico básico e projeto estrutural preliminar, e os projetos de instalações prediais básicos usam como informações de referência o projeto arquitetônico básico e os projetos de instalações prediais preliminares. Então, estes projetos básicos (estrutural e instalações prediais) são submetidos à aprovação. Se não aprovados, serão encaminhados para as respectivas equipes para atendimento as solicitações feitas e otimização do projeto. Se aprovados, segue para o marco seguinte.

A Figura 104 mostra o modelo do processo do marco 3.5 da fase 3.

Figura 104 - Modelo do processo do marco 3.5 (fase 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- Fase 3: marco 3.6

O marco 3.6 começa com a coordenação dos projetos básicos (arquitetônico, estrutural e de instalações prediais) para depois identificar os conflitos e interferências de elementos existentes. Estas atividades são realizadas pelos projetistas envolvidos nos respectivos projetos e tem como produto o relatório de coordenação. São utilizados os modelos arquitetônico, estrutural e instalações prediais como informações de referência. Posteriormente, os projetistas solucionam os conflitos e interferências existentes, objetivando obter um modelo compatibilizado, e utiliza como informações de referência o modelo com os projetos básicos (arquitetônico, estrutural e instalações prediais) e o relatório de coordenação.

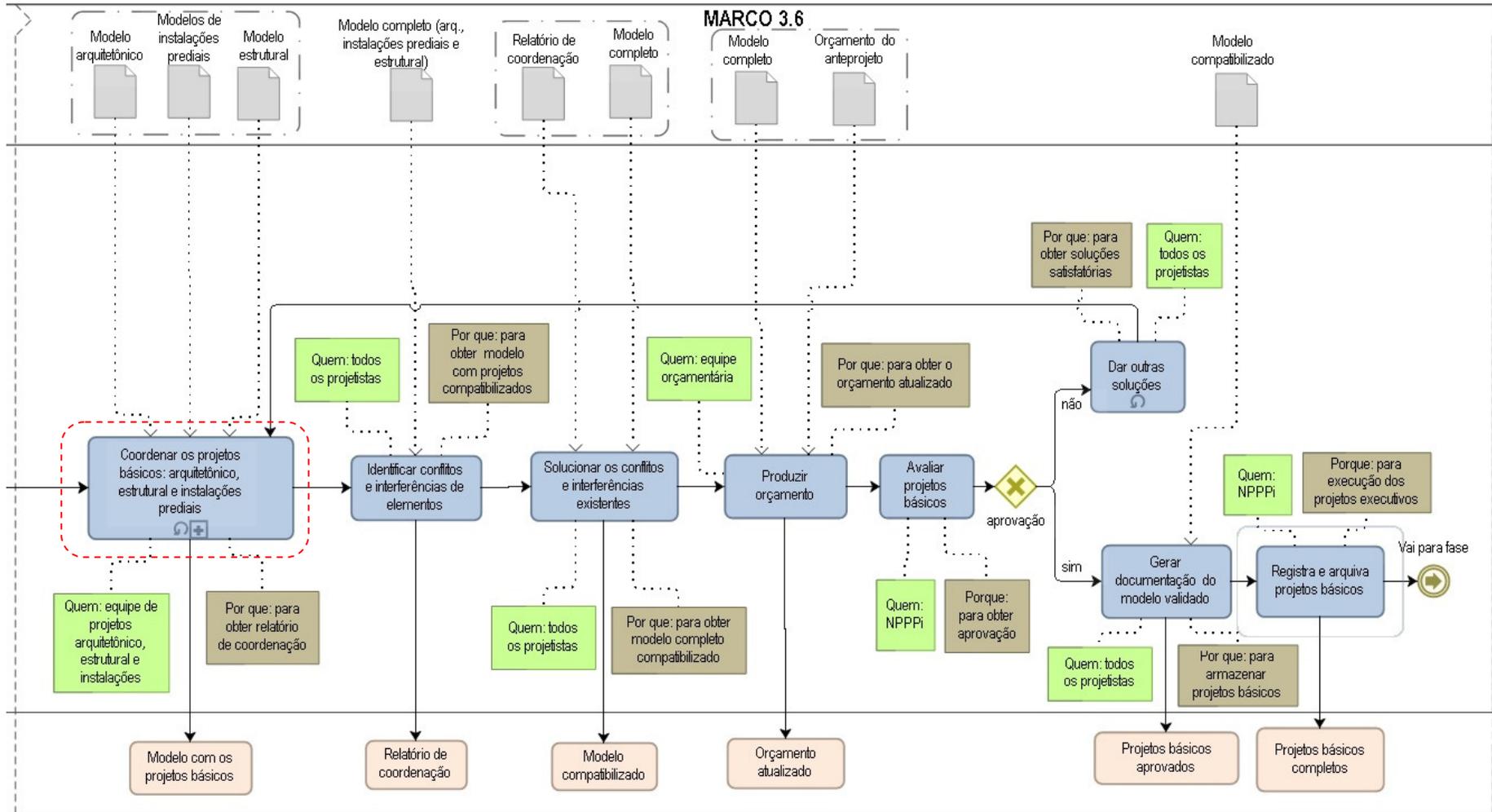
Vale salientar que a interação entre as equipes de projetistas precisa existir nas atividades colaborativas que ajustam as propostas até serem alcançadas soluções satisfatórias para a edificação como um todo.

A quarta atividade é a produção do orçamento pela a equipe orçamentária, usando o modelo completo compatibilizado e o orçamento do anteprojeto para obter o custo atualizado da obra.

A atividade seguinte é a avaliação dos projetos básicos pelo NPPPi. Se reprovado, todos os projetistas devem buscar outras soluções projetuais. Se aprovado, os projetistas geram a documentação do modelo validado para posteriormente, registrar e arquivar os projetos básicos. Para isto é utilizado como informações de referência o modelo compatibilizado. Segue para a fase 4.

A Figura 105 mostra o modelo do processo do marco 3.6 da fase 3.

Figura 105 - Modelo do processo do marco 3.6 (fase 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

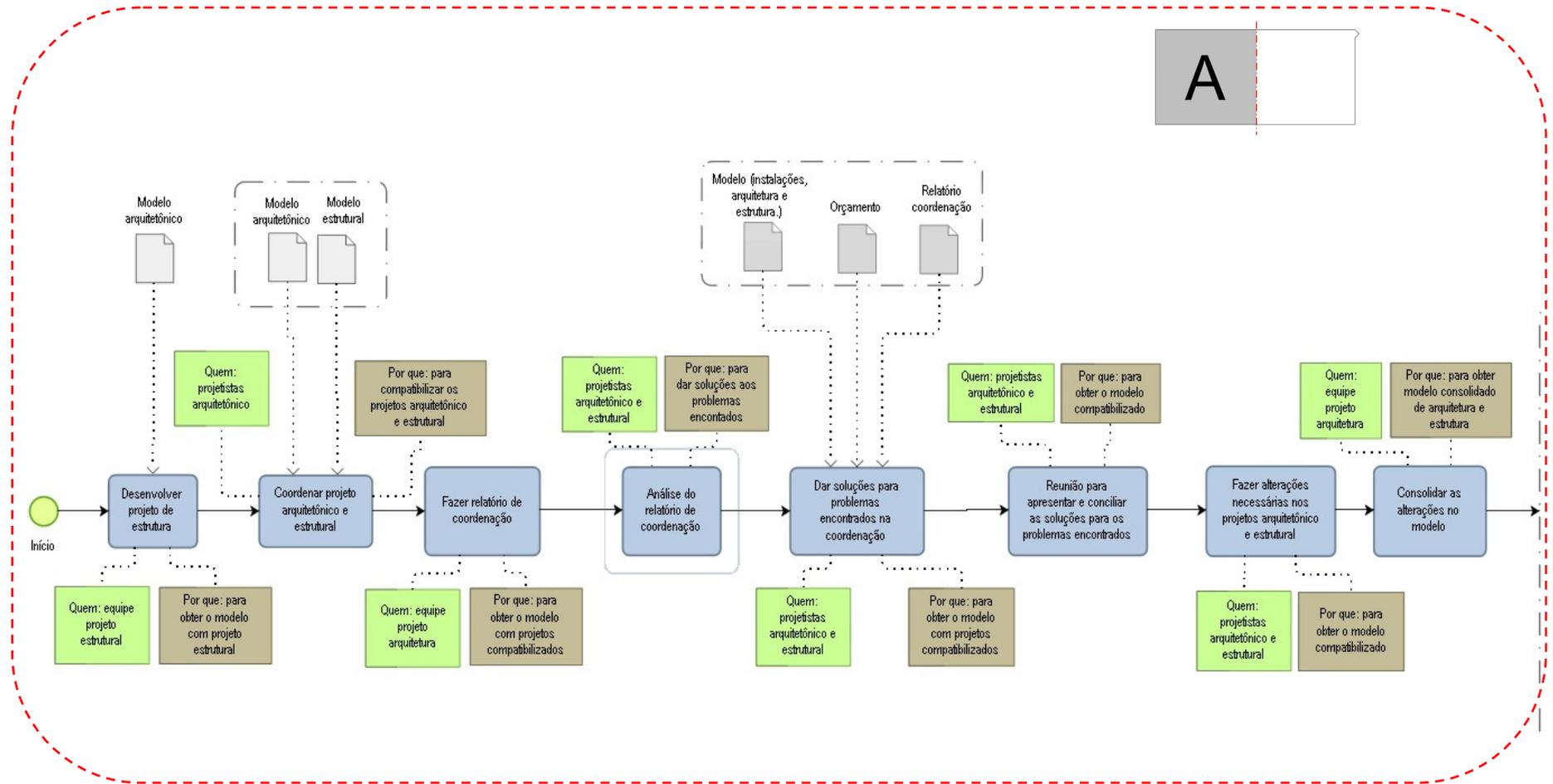
- Fase 3: marco 3.6 – subprocesso: coordenar os projetos arquitetônico, estrutural e instalações prediais

O subprocesso de coordenação dos projetos começa com o desenvolvimento do projeto estrutural básico pela equipe responsável e utiliza o projeto arquitetônico como informação de referência. A atividade seguinte é a coordenação dos projetos de arquitetura e estrutura feita pela equipe de projeto arquitetônico, objetivando a compatibilização destes projetos básicos. Usa como informações de referência os modelos: arquitetônico e estrutural. Em seguida é feito o relatório de coordenação para ser feita a análise do mesmo pelas equipes de projeto arquitetônico e estrutural, visando dar soluções para os problemas encontrados. Depois, é feita reunião para apresentar e conciliar as soluções dadas e poder fazer as alterações necessárias nos projetos.

Na sequência são realizadas atividades paralelas para o desenvolvimento dos projetos básicos de instalações prediais por suas respectivas equipes, usando como informações de referência os projetos de arquitetura e estrutura. Assim é feita a coordenação de cada projeto de instalação predial com o modelo de arquitetura e estrutura consolidado. Estas coordenações e seu respectivo relatório são feitos pela equipe de projeto arquitetônico. Posteriormente é feita a análise do relatório por todos os projetistas, objetivando encontrar soluções para os problemas encontrados. As soluções são dadas por todos os projetistas envolvidos (respeitando cada área de atuação), e utiliza como informações de referência: o modelo contendo os projetos arquitetônico, estrutural e instalações prediais; relatório de coordenação; e orçamento. Visa obter o modelo com todos os projetos compatibilizados.

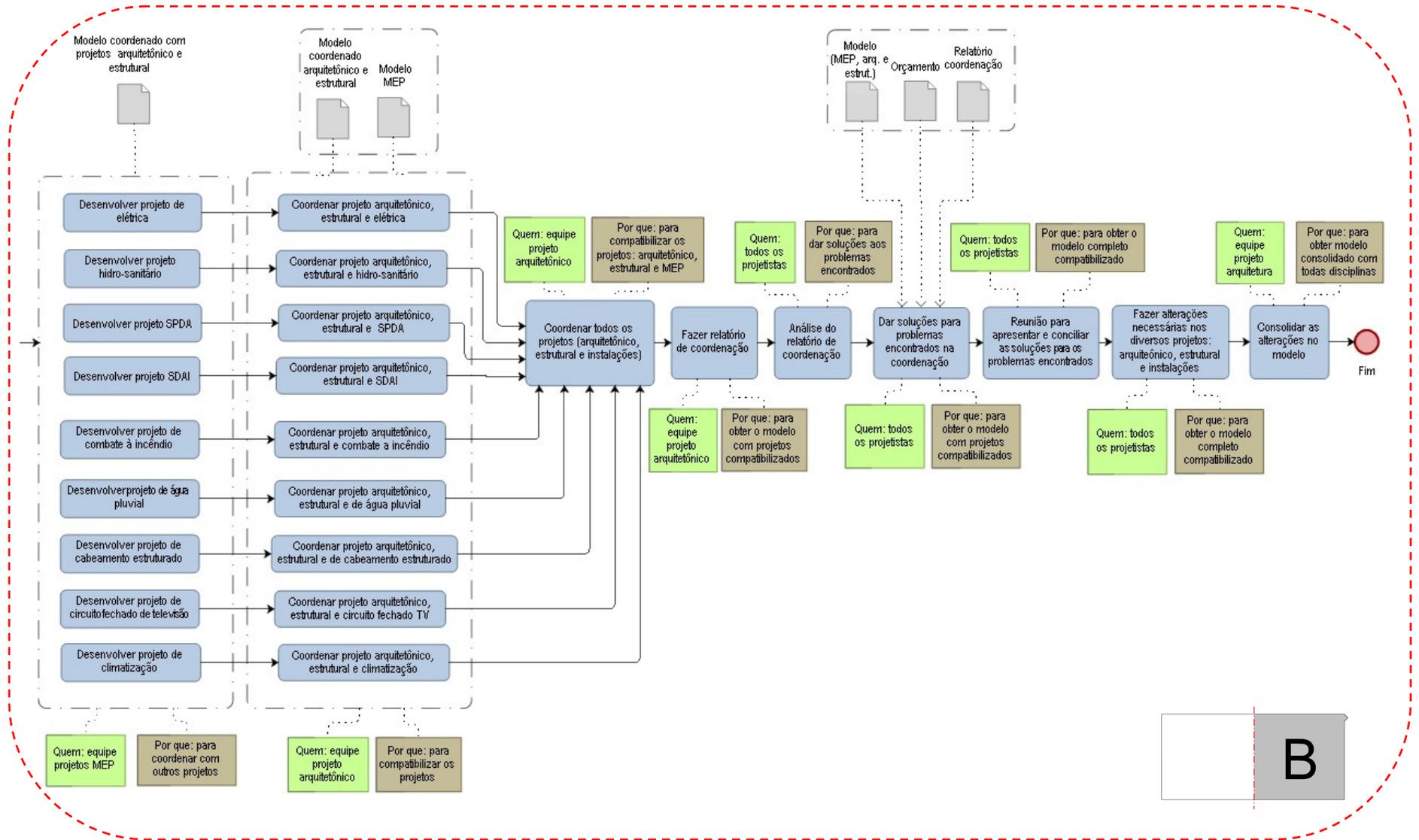
Como as soluções são dadas pelas equipes responsáveis por cada projeto preliminar e arquitetura/estrutura, se faz necessário realizar reuniões envolvendo todos os participantes para apresentar e conciliar as soluções para os problemas encontrados, e posteriormente, fazer as alterações necessárias para obter o modelo compatibilizado. Salienta-se que a interação entre a equipe de projetistas precisa existir nas atividades colaborativas que ajustam as propostas até serem alcançadas soluções satisfatórias para a edificação como um todo. Então, reuniões e análises são feitas até alcançar este objetivo. Nesse sentido, são atividades que constituem um ciclo que só é finalizado quando a solução atende ao desempenho esperado. A Figura 106 apresenta o subprocesso: coordenação dos projetos (parte A) e a Figura 107 mostra o mesmo subprocesso (parte B).

Figura 106 - Subprocesso coordenação dos projetos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais (Parte A)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Figura 107 - Subprocesso coordenação dos projetos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais (parte B)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- **FASE 4: DETALHAMENTO DE PROJETO / PROJETAÇÃO / LOD 350**

A fase 4 corresponde ao detalhamento de projeto, definida pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (CAMBIAGUI; AMÁ, 2006). Segundo a classificação do ciclo de vida da edificação de Eastman (1999), esta fase enquadra-se na segunda fase: “projetação”. Esta fase é compatível com o nível de desenvolvimento (LOD) 350, proposto pelo BIMForum (2016), para evolução do modelo BIM.

Nesta fase são detalhados todos os elementos de projeto, de modo a gerar um conjunto de documentos necessários e suficientes para perfeita caracterização da edificação, possibilitando a avaliação dos custos, métodos construtivos e prazos de execução.

São compatibilizados todos os elementos dos projetos executivos, resultando em um modelo consolidado da edificação para a execução da obra. O resultado deve ser um conjunto de informações técnicas claras e objetivas sobre todos os elementos, sistemas e componentes da edificação (projeto executivo).

Nesta fase a SUMAI acompanha o desenvolvimento dos projetos executivos pela empresa contratada. A fase 4 tem dois marcos: 4.1 e 4.2.

- **Fase 4: marco 4.1**

O marco 4.1 começa utilizando o projeto básico aprovado como informação de referência para a equipe de arquitetura desenvolver o projeto arquitetônico executivo, visando o desenvolvimento dos demais projetos executivos. Como produto desta atividade é entregue o modelo arquitetônico com geometria e especificações detalhadas.

A atividade seguinte é a submissão do modelo arquitetônico à aprovação. Se reprovado, a equipe de arquitetos resolve as questões levantadas. Se aprovado, segue para duas outras atividades paralelas:

- (a) desenvolvimento do projeto estrutural; e
- (b) desenvolvimento dos projetos de instalações prediais.

Ambas as atividades visam obter os projetos executivos: estrutural e instalações prediais. O desenvolvimento do projeto executivo estrutural utiliza como informações de referência o projeto executivo arquitetônico e projeto estrutural

básico, e os projetos executivos de instalações prediais usam como informações de referência o projeto executivo arquitetônico e os projetos de instalações prediais básicos.

Em seguida, os projetos executivos (estrutural e instalações prediais) são submetidos à aprovação. Se não aprovados, serão encaminhados para as respectivas equipes para ajustar as solicitações feitas e otimizá-los. Se aprovados, serão encaminhados para serem coordenados juntamente com o projeto arquitetônico e obter o relatório de coordenação. São utilizados os modelos arquitetônico, estrutural e instalações prediais como informações de referência e esta atividade é realizada pela equipe de arquitetos. Este processo de compatibilização é o mesmo que acontece com os projetos básicos, mostrado no marco 3.6 – subprocesso.

Posteriormente são feitas duas atividades paralelas:

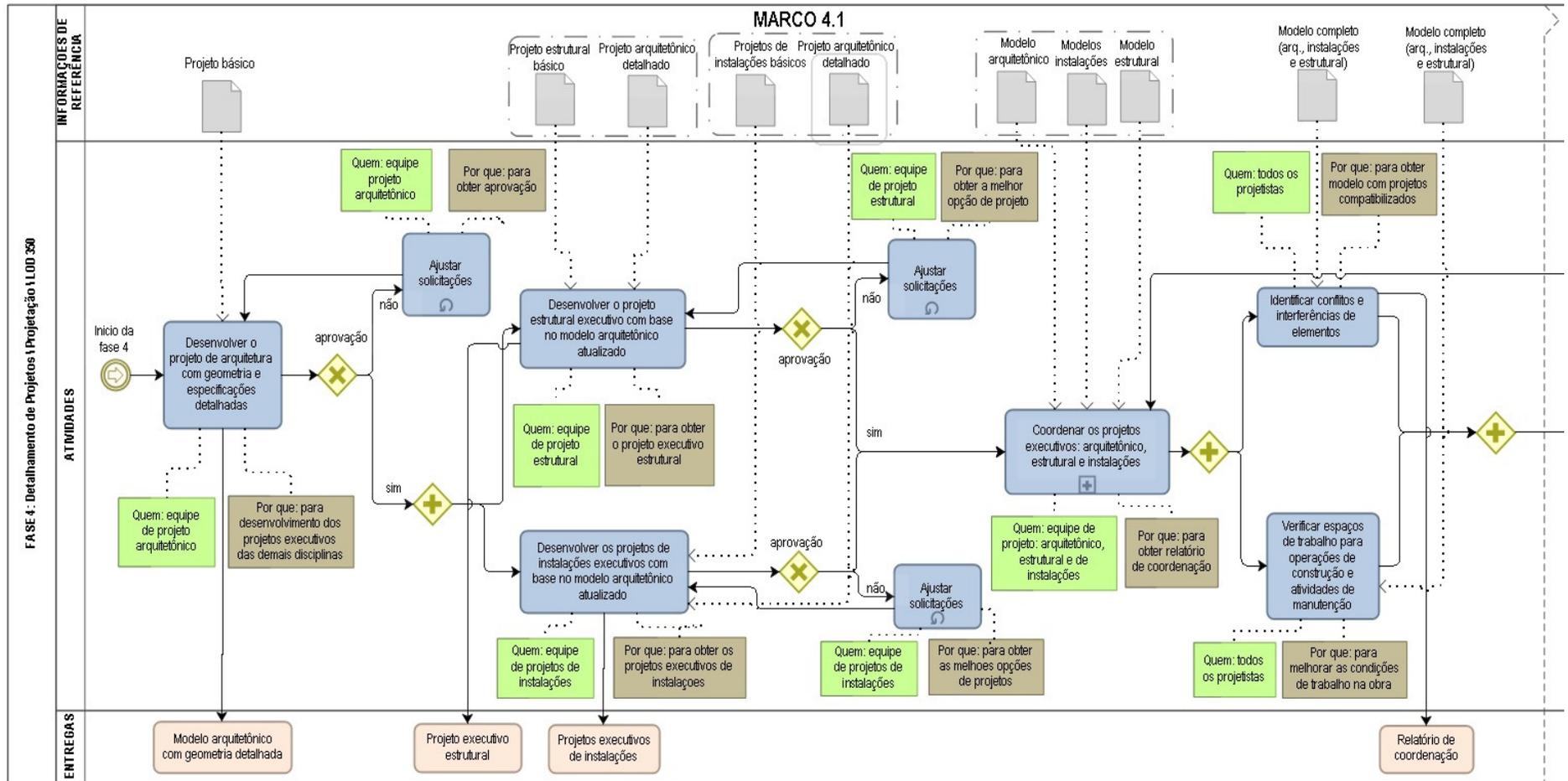
- (a) a identificação de conflitos e problemas ainda existentes; e
- (b) a verificação de espaços de trabalho necessários para as operações de construção e atividades de manutenção³⁸.

A atividade “a” objetiva obter um modelo completo compatibilizado, já a atividade “b” visa melhorar as condições de trabalho na obra e para manutenção da edificação. Ambas as atividades são realizadas por todos os projetistas e utilizam como informações de referência o modelo com os projetos executivos: arquitetônico, estrutural e de instalações prediais. O produto destas atividades é o relatório de coordenação.

A Figura 108 mostra o modelo do processo do marco 4.1 da fase 4.

³⁸ É importante a verificação das dimensões necessárias para os espaços de trabalho de manutenção, visto que as atividades de manutenção predial necessitam de espaços para acesso aos equipamentos e elementos construtivos.

Figura 108 - Modelo do processo do marco 4.1 (fase 4: detalhamento do projeto)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- **Fase 4: marco 4.2**

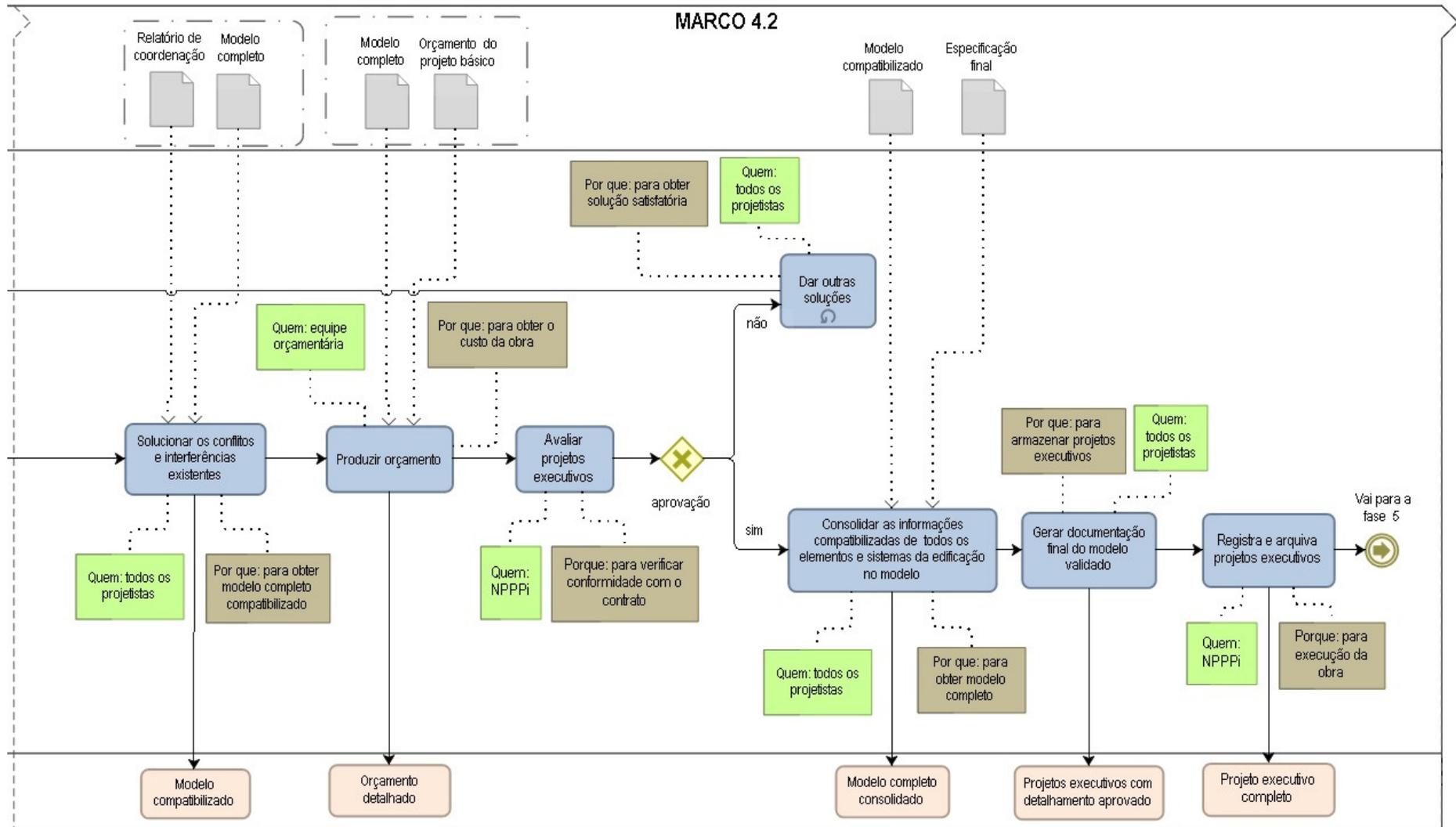
O marco 4.2 inicia com todos os projetistas utilizando o relatório de coordenação e o modelo completo para solucionar os conflitos e interferências existentes, objetivando obter o modelo completo compatibilizado. Depois, a equipe orçamentária produz o orçamento detalhado, usando o modelo completo compatibilizado e o orçamento do projeto básico para obter o custo detalhado da obra.

Posteriormente, o NPPPi avalia os projetos executivos. Se não aprovado, todos os projetistas devem dar outras soluções para as questões levantadas. Se aprovado, os projetistas devem consolidar as informações compatibilizadas de todos os elementos e sistemas da edificação objetivando obter o modelo completo consolidado. Para isto, são utilizados como informações de referência o modelo compatibilizado e a especificação final da edificação.

A atividade seguinte deste marco é gerar a documentação final do modelo validado para armazenar os projetos executivos. É realizada por todas as equipes de projetos e orçamento. Por fim, é registrado e arquivado pelo NPPPi os projetos executivos completos para na etapa seguinte dar continuidade ao processo de construção da edificação.

A Figura 109 mostra o modelo do processo do marco 4.2 da fase 4.

Figura 109 - Modelo do processo do marco 4.2 (fase 4: detalhamento do projeto)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- **FASE 5: PÓS-ENTREGA DO PROJETO / PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO E CONSTRUÇÃO / LOD 400**

A fase 5 corresponde a pós-entrega do projeto, definida pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (CAMBIAGUI; AMÁ, 2006). Segundo a classificação do ciclo de vida da edificação de Eastman (1999), esta fase enquadra-se na terceira fase: “planejamento da construção” e também na quarta fase: “construção”. Esta fase é compatível com o *Level of Development* (LOD) 400, proposto pelo BIMForum (2016). É composta pelos marcos 5.1 e 5.2.

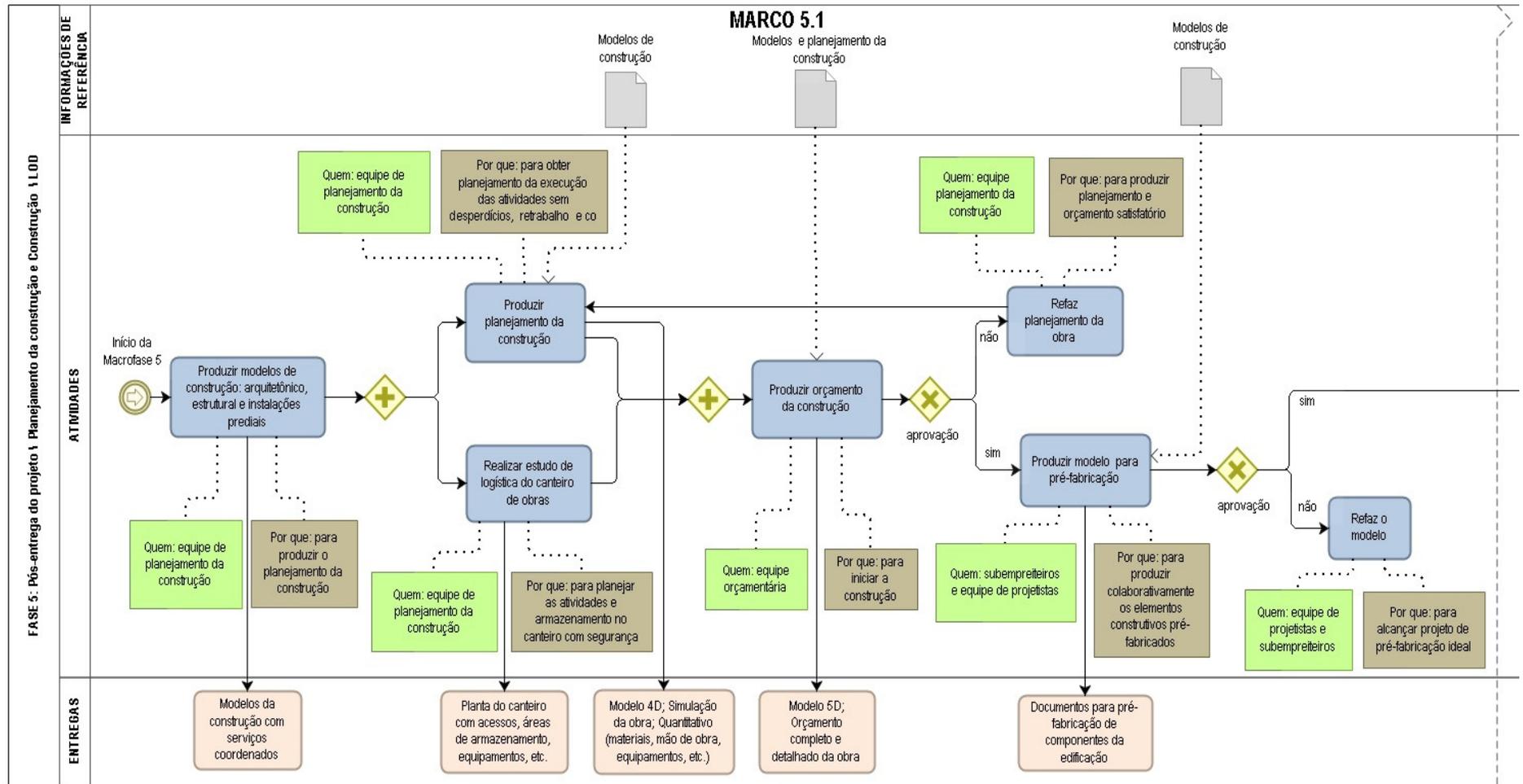
- **Fase 5: marco 5.1**

O marco 5.1 inicia com a produção de modelos de construção das diversas disciplinas e objetiva produzir o planejamento da construção. Esta atividade é realizada pela equipe de planejamento da construção, utilizando o modelo completo consolidado e aprovado como informação de referência e gerando os modelos com todos os serviços coordenados. Posteriormente são realizadas duas outras atividades em paralelo: (a) Efetuar o planejamento da construção; e (b) Realizar o estudo de logística do canteiro de obras.

A atividade "a" utiliza os modelos de construção para a elaboração do planejamento e do cronograma de execução das atividades da obra sem desperdício de tempo, retrabalho e com a segurança recomendada. E os produtos desta atividade são: o modelo 4D; simulação da obra por animação; e o quantitativo de materiais, mão-de-obra, equipamentos etc. A atividade "b" visa planejar as atividades e armazenamento no canteiro de obras com segurança. O produto desta atividade é a planta do canteiro com acessos, áreas de armazenamento, equipamentos etc. Ambas as atividades são realizadas pela equipe de planejamento da construção.

Posteriormente, é feito o orçamento detalhado da construção, utilizando os modelos e planejamento da construção como informações de referência. Este orçamento vai para aprovação. Se não aprovado, é refeito. Se aprovado, os subempreiteiros e a equipe de projetistas produzem o modelo a ser usado na pré-fabricação de componentes da edificação. Objetiva projetar colaborativamente os elementos construtivos pré-fabricados. Este modelo é submetido à aprovação, se não aprovado um ou mais projetos destes elementos construtivos, é refeito o projeto. Então, segue para o marco 5.2. A Figura 110 mostra o marco 5.1.

Figura 110 – Modelo do processo do marco 5.1 (Fase 5: pós-entrega do projeto)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- Fase 5: marco 5.2

A primeira atividade do marco 5.2 é a consolidação do modelo completo (planejamento, orçamento e pré-fabricação) para utilizá-lo nas atividades posteriores. É realizada pelas equipes de planejamento da construção, construção, orçamentária e subempreiteiros.

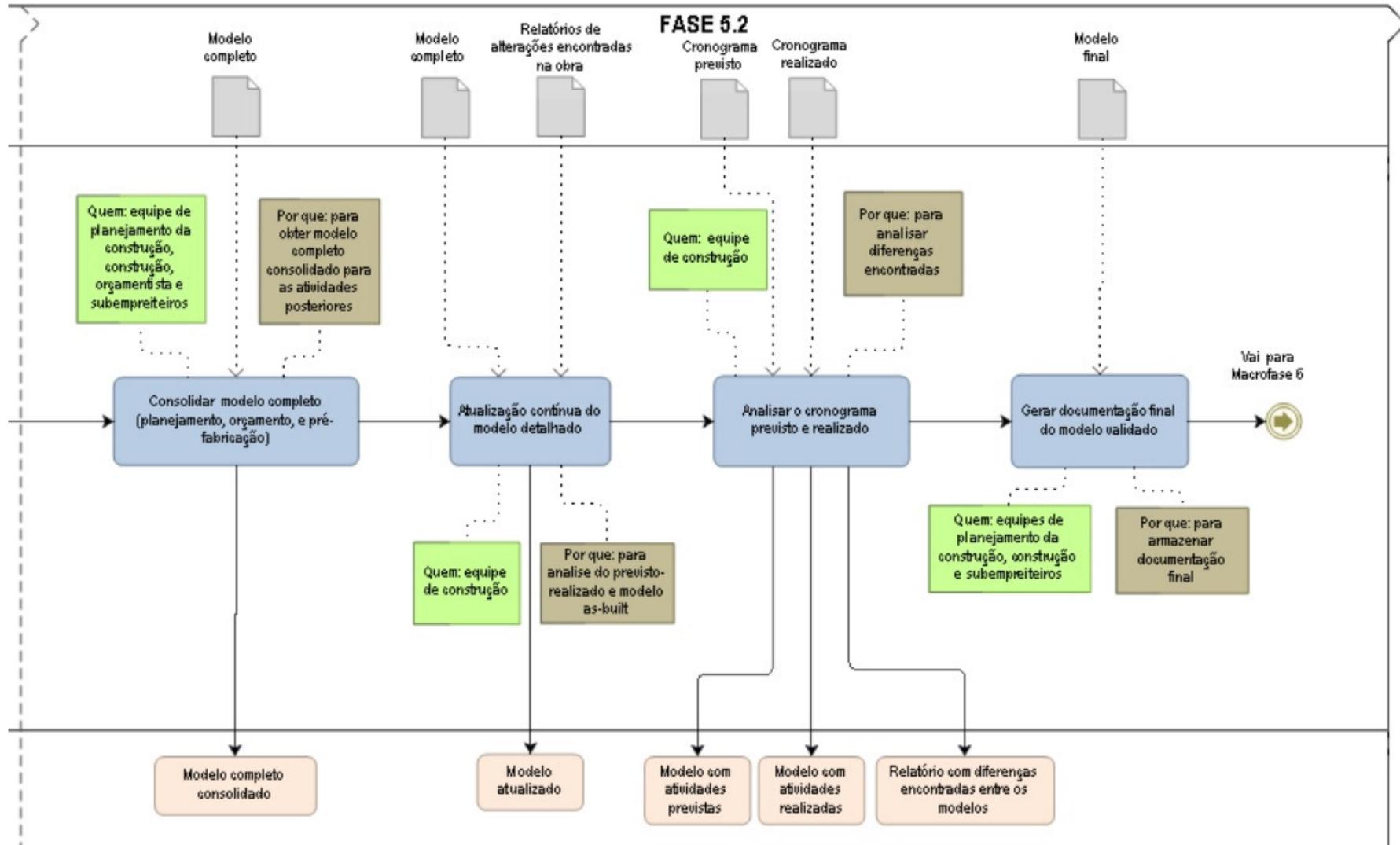
A segunda atividade é a atualização contínua do modelo detalhado realizada pela equipe de construção para ser feita a análise das atividades previstas e as realizadas, e também obter o modelo *as-built*. Utiliza como informações de referência o modelo completo e os relatórios de alterações encontrados na obra.

Em seguida é feita a análise dos cronogramas: previsto e realizado pela equipe de construção para avaliar as diferenças encontradas entre eles. Os produtos são: modelo com atividades previstas; modelo com atividades realizadas; e o relatório das diferenças encontradas nestes modelos.

A última atividade deste marco é a geração da documentação final do modelo validado para ser armazenada. É realizada pelas equipes de planejamento da construção, construção e subempreiteiros, e usa como informação de referência o modelo final. Depois segue para a fase 6: pós-entrega da obra.

A Figura 111 apresenta o modelo do processo do marco 5.2 da fase 5.

Figura 111 - Modelo do processo da fase 5.2 (Fase 5: pós-entrega do projeto)



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- FASE 6: PÓS-ENTREGA DA OBRA/USO: OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO/LOD 500

A fase 6 corresponde a pós-entrega da obra, definida pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (CAMBIAGUI; AMÁ, 2006). Segundo a classificação do ciclo de vida da edificação de Eastman (1999), esta fase enquadra-se na quinta fase: “uso: operação e manutenção”. Esta fase é compatível com o *Level of Development* (LOD) 500, proposto pelo BIMForum (2016), para evolução do modelo BIM.

Nesta fase é realizada a análise da edificação para verificar e reafirmar se os condicionantes e pressupostos de projeto foram adequados e se eventuais alterações, realizadas em obra, estão compatíveis com as necessidades dos usuários. Também utiliza modelo final *as-built* para a gestão de *facilities*. A fase 6 contém o marco 6.1.

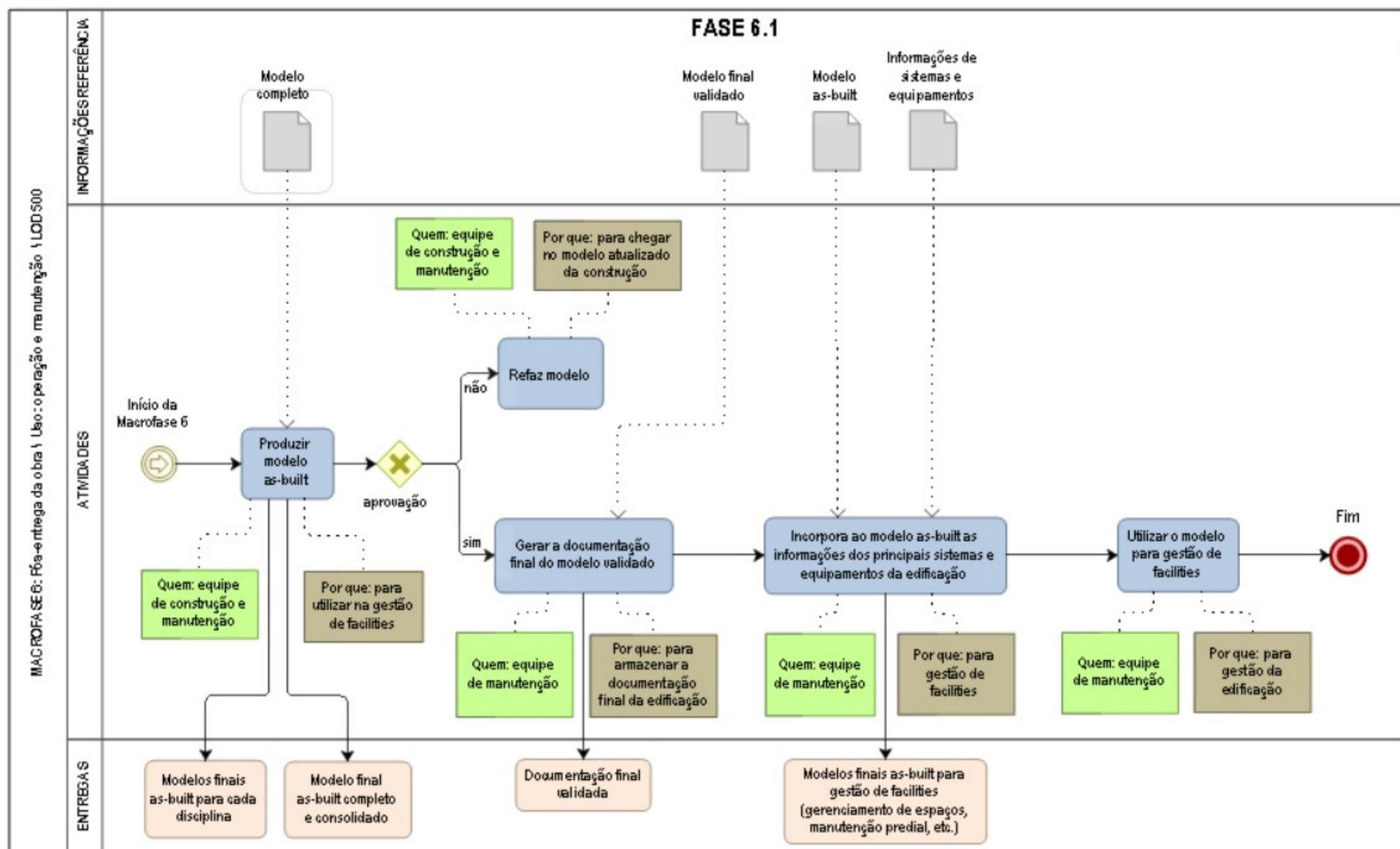
- Fase 6: marco 6.1

O marco 6.1 começa com a produção do modelo *as-built* pelas equipes de construção e manutenção para ser utilizado na gestão de *facilities*. Usa o modelo completo como informação de referência e os produtos desta atividade são os modelos finais *as-built* de cada disciplina e o modelo final *as-built* completo e consolidado. Segue para obter aprovação. Se não aprovado, as equipes de construção e manutenção refazem o modelo. Se aprovado, a equipe de manutenção gera a documentação final do modelo validado para ser armazenada.

A atividade seguinte incorpora ao modelo *as-built* as informações dos sistemas e equipamentos da edificação. É realizada pela equipe de manutenção. Como informações de referência, utilizam o modelo *as-built* e as informações dos sistemas e equipamentos. O produto desta atividade é o modelo final *as-built* para gestão de *facilities*. Posteriormente utiliza o modelo final *as-built* para a gestão de *facilities* pela equipe de manutenção.

A Figura 112 mostra o modelo de processo do marco 6.1.

Figura 112 - Modelo do processo da fase 6.1 (Fase 6: pós-entrega da obra)



Fonte: elaborado pela autora, 2016.

e) ESPECIFICAÇÃO DE MODELAGEM

Este item descreve a estrutura dos modelos; abordagem de modelagem; nível de desenvolvimento; arquivo padrão; formatos de entrega etc.

- ABORDAGEM DE MODELAGEM

A SUMAI irá desenvolver o projeto de arquitetura até a fase do projeto legal aprovado, com consultoria de outras disciplinas (estrutura, instalações prediais etc.). Posteriormente, os projetos básico e executivo de todas as disciplinas serão desenvolvidos por empresa contratada através de processo licitatório.

A forma de desenvolvimento dos modelos será através de modelos federados. Cada disciplina será responsável pelo armazenamento de seu modelo, porém a equipe de arquitetura irá guardar todas as disciplinas em seu servidor, visto que é a responsável pela coordenação de todos os modelos.

Semanalmente, a partir do início do desenvolvimento do projeto básico, todas as disciplinas devem encaminhar seus modelos para arquitetura, a fim de ser realizada a coordenação dos mesmos, para posterior reunião de coordenação.

- ESTRUTURA DO MODELO

O modelo deverá ser dividido por disciplinas. Cada equipe responsável por uma disciplina tem permissão para visualizar as demais e modificar apenas a de sua autoria. Os modelos disponibilizados devem possuir apenas os *links* de sua própria disciplina para que seja permitida a coordenação de mais de um modelo (disciplina). Cada modelo (disciplina) deverá ter uma divisão de *worksets*³⁹ que permitirá a divisão de trabalho internamente. Por isso, deverá ser adotada uma estrutura básica de *worksets*, por todas as disciplinas: (a) Níveis e eixos e (b) *Worksets* por pavimento. Essa divisão básica permite que seja mantido um modelo único que viabiliza o seu desenvolvimento, sem que se tenha que estar com todo o conjunto carregado. Esta divisão deverá ser feita desde o início do desenvolvimento do projeto pela SUMAI.

³⁹ Workset é uma coleção de elementos em um projeto. Os *worksets* podem ser definidos por áreas (interna, externa, estacionamento etc.); pavimentos etc.

- NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO (LOD)

Será identificado o LOD exigido em cada fase do projeto, com descrição e usos, conforme Quadro 38.

Quadro 38 – LOD, fases, descrição e usos

LOD	FASE	DESCRIÇÃO	USOS
100	Estudo de viabilidade	- Os elementos do modelo são graficamente representados por um símbolo ou outra representação genérica;	- Análises: nível conceitual; - Estimativas de custo: baseadas em área ou volume ou quantidade; - Planejamento: determinação de fases do projeto e estimativa de duração global.
200	Estudo preliminar/ Anteprojeto (Projeto Legal)	- Os elementos do modelo são representados como sistemas ou objetos genéricos, com quantidades, tamanho, forma, posicionamento e orientação aproximadas; - Informação não-gráfica deve estar associada aos elementos do modelo. - Indica aos usuários que os dados podem mudar ou que ainda não foram determinados.	- Análises: elementos podem ser analisados pela aplicação de critérios genéricos de desempenho; - Estimativas de custo: baseadas em área ou volume ou quantidade; - Planejamento: uso de elementos para mostrar o os principais componentes e sistemas de forma ordenada no tempo; - Coordenação: geral baseada em tamanho e localização.
300	Projeto básico	- Os elementos do modelo são representados como sistemas, objetos ou montagens específicos em termos de quantidades, tamanho, forma, posicionamento, orientação e interfaces com outros sistemas prediais; - Informação não-gráfica deve estar associada aos elementos do modelo.	- Análises: através da aplicação de critérios específicos de desempenho; - Estimativas de custo: baseadas nos dados específicos apresentados; - Planejamento: os elementos podem ser usados para mostrar o surgimento dos componentes e sistemas de forma ordenada no tempo; - Coordenação: coordenação específica com outros elementos, baseada em tamanho e localização e interfaces.
350	Projeto executivo	- Os elementos do modelo são representados como sistemas, objetos ou montagens específicos em termos de quantidades, tamanho, forma, posicionamento e orientação; - Informação não-gráfica deve estar associada aos elementos do modelo.	- Análises: através da aplicação de critérios específicos de desempenho; - Estimativas de custo: baseadas nos dados específicos apresentados; - Planejamento: os elementos podem ser usados para mostrar o surgimento dos componentes e sistemas de forma ordenada no tempo; - Coordenação: específica com outros elementos, baseada em tamanho e localização.
400	Pós-entrega do projeto	- Os elementos do modelo são representados como sistemas, objetos ou montagens específicos em termos de quantidades, tamanho, forma, posicionamento e orientação, com informações de detalhes, fabricação, montagem e instalação; - Toda a informação necessária para fabricação de componentes sob encomenda deve estar contida no elemento. Para elementos padronizados, basta informação para instalação.	- Análises: elementos podem ser analisados pela aplicação de critérios reais de desempenho; - Estimativas de custo: são baseadas no custo real do elemento no momento da compra; - Planejamento: os elementos podem ser usados para mostrar o surgimento de componentes específicos incluindo métodos de construção.
500	Pós-entrega da obra	- Os elementos são uma representação do elemento real, verificado na obra, em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação (<i>as-built</i>); - Inserção de dados necessários e suficientes para CAFM.	- Registro de condições existentes, dados de especificações e produtos aprovados; - Operação e manutenção do edifício através de CAFM; - Reformas na construção que usam o modelo como referência de partida para projeto.

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- **MODELOS A SEREM DESENVOLVIDOS**

Descrição dos modelos que deverão ser criados para o projeto (nome, LOD, fase do projeto, quando será entregue, empresa responsável e ferramenta adotada (Quadro 39).

Quadro 39 – Modelos a serem desenvolvidos

Nome do modelo	LOD	Fase do projeto	Data de entrega	Empresa responsável	Ferramenta de criação
PAF4-ARQ-EV-R00	LOD 100	Estudo de viabilidade		NPPPi / SUMAI	REVIT
PAF4-ARQ-EP-R00	LOD 200	Estudo preliminar		NPPPi / SUMAI	REVIT
PAF4-ARQ-PL	LOD 200	Anteprojeto (Projeto Legal)		NPPPi / SUMAI	REVIT
PAF4-ARQ-PB	LOD 300	Projeto básico		Empresa contratada	REVIT
PAF4-EST-PB	LOD 300	Projeto básico		Empresa contratada	REVIT
PAF4-ELE-PB	LOD 300	Projeto básico		Empresa contratada	REVIT
PAF4-HID-PB	LOD 300	Projeto básico		Empresa contratada	REVIT
PAF4-SPDA-PB	LOD 300	Projeto básico		Empresa contratada	REVIT
PAF4-SDAI-PB	LOD 300	Projeto básico		Empresa contratada	REVIT
PAF4-INC-PB	LOD 300	Projeto básico		Empresa contratada	REVIT
PAF4-AP-PB	LOD 300	Projeto básico		Empresa contratada	REVIT
PAF4-CAB-PB	LOD 300	Projeto básico		Empresa contratada	REVIT
PAF4-TV-PB	LOD 300	Projeto básico		Empresa contratada	REVIT
PAF4-CLI-PB	LOD 300	Projeto básico		Empresa contratada	REVIT
PAF4-COM-PB	LOD 300	Compatibilização dos projetos básicos		Empresa contratada	NAVISWORKS
PAF4-ARQ-PE	LOD 350	Projeto executivo		Empresa contratada	REVIT
PAF4-EST-PE	LOD 350	Projeto executivo		Empresa contratada	REVIT
PAF4-ELE-PE	LOD 350	Projeto executivo		Empresa contratada	REVIT
PAF4-HID-PE	LOD 350	Projeto executivo		Empresa contratada	REVIT
PAF4-SPDA-PE	LOD 350	Projeto executivo		Empresa contratada	REVIT
PAF4-SDAI-PE	LOD 350	Projeto executivo		Empresa contratada	REVIT
PAF4-INC-PE	LOD 350	Projeto executivo		Empresa contratada	REVIT
PAF4-AP-PE	LOD 350	Projeto executivo		Empresa contratada	REVIT
PAF4-CAB-PE	LOD 350	Projeto executivo		Empresa contratada	REVIT
PAF4-TV-PE	LOD 350	Projeto executivo		Empresa contratada	REVIT
PAF4-CLI-PE	LOD 350	Projeto executivo		Empresa contratada	REVIT
PAF4-COM-PE	LOD 350	Compatibilização dos projetos executivos		Empresa contratada	NAVISWORKS

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Além destes modelos, irão existir os modelos ao longo do desenvolvimento dos projetos das diversas disciplinas para a coordenação dos mesmos. Estes modelos com desenvolvimentos parciais serão obtidos semanalmente e devem ser entregues junto com o relatório de coordenação na reunião de coordenação semanal.

- GERENTES DE MODELOS

Neste item fica estabelecido um gerente de modelo para cada parte responsável por contribuir com o conteúdo de modelagem (arquitetura, estrutura etc.). Os gerentes serão responsáveis por: transferir conteúdo de modelagem entre as partes envolvidas e validar o nível de desenvolvimento definidos para cada fase do projeto (Quadro 40).

Quadro 40 – Gerentes de modelos

Modelo	Nome do gerente do modelo	Email	Telefone
Arquitetura (projeto legal)	Nome do coordenador do projeto	Email de coordenador do projeto	Telefone do coordenador do projeto
Arquitetura (projeto básico e executivo)	Nome do funcionário da empresa contratada responsável pelo gerenciamento do modelo	Email do funcionário da empresa contratada responsável pelo gerenciamento do modelo	Telefone do funcionário da empresa contratada responsável pelo gerenciamento do modelo
Estrutura (projeto básico e executivo)			
Elétrica (projetos básico e executivo)			
Hidrossanitário (projeto básico e executivo)			
SPDA (projeto básico e executivo)			
SDAI (projeto básico e executivo)			
Combate a incêndio (projeto básico e executivo)			
Água pluvial (projeto básico e executivo)			
Cabeamento estruturado (projeto básico e executivo)			
Circuito fechado de televisão (projeto básico e executivo)			
Climatização (projeto básico e executivo)			
Modelo Navisworks com todas as disciplinas (projeto básico e executivo)			

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- **FORMATOS DE ENTREGA**

Os arquivos de texto deverão ser executados no aplicativo WORD, Microsoft Office versão 2010, ou outro equivalente ou superior. Os documentos de texto deverão ser fornecidos em papel timbrado da Contratada. Os arquivos de planilha deverão ser executados no aplicativo EXCEL, Microsoft Office versão 2010, ou outro equivalente ou superior.

O modelo deverá ser entregue em formato IFC4 e em formato nativo do programa de modelagem, incluindo todas as bibliotecas de objetos utilizadas nos mesmos. O Quadro 41 mostra os formatos de entrega dos modelos.

Quadro 41 – Formatos de entrega

Disciplina (se aplicável)	Formato de entrega	Versão	Organização responsável
Arquitetura (projeto legal)	RVT e IFC4	2017	NPPPi / SUMAI
	NWC	2017	
Arquitetura (projeto básico e executivo)	RVT e IFC4	2017	Empresa contratada
	NWC	2017	
Estrutura (projeto básico e executivo)	RVT e IFC4	2017	Empresa contratada
Elétrica (projeto básico e executivo)	RVT e IFC4	2017	Empresa contratada
Hidrossanitário (projeto básico e executivo)	RVT e IFC4	2017	Empresa contratada
SPDA (projeto básico e executivo)	RVT e IFC4	2017	Empresa contratada
SDAI (projeto básico e executivo)	RVT e IFC4	2017	Empresa contratada
Combate a incêndio (projeto básico e executivo)	RVT e IFC4	2017	Empresa contratada
Água pluvial (projeto básico e executivo)	RVT e IFC4	2017	Empresa contratada
Cabeamento estruturado (projeto básico e executivo)	RVT e IFC4	2017	Empresa contratada
Circuito fechado de televisão (projeto básico e executivo)	RVT e IFC4	2017	Empresa contratada
Climatização (projeto básico e executivo)	RVT e IFC4	2017	Empresa contratada

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

As mídias eletrônicas entregues deverão ser devidamente identificadas com etiquetas adesivas ou rótulo, onde deverá constar: (a) Identificação da Empresa; (b) Data da gravação; (c) Identificação da unidade a que se refere o trabalho; (d)

Identificação do serviço a que se refere à mídia; e (e) Indicação dos arquivos contidos na gravação.

- ARQUIVO PADRÃO

O arquivo padrão (RTE) com as configurações organizacionais e de visualização deverá conter os padrões da SUMAI. Este arquivo padrão contém: configurações gerais de visibilidade; vistas; organização do navegador; famílias de anotações e de formato de pranchas; famílias básicas de sistemas e componentes.

- **Sistemas de medição, unidades do projeto e sistema de coordenadas**

Para modelagem deve ser utilizado o sistema métrico decimal com precisão de 8 casas decimais. Para as cotas apenas 2 dígitos decimais.

As unidades de medida do projeto devem estar definidas no modelo. No desenvolvimento dos projetos devem ser adotadas as seguintes unidades de acordo com a disciplina (Quadro 42):

Quadro 42 – Unidades de medida

Unidade linear	de acordo com o projeto (mm, cm, m)
Unidade de medida de área	metros quadrados (m ²)
Unidade de medida de volume	metros cúbicos (m ³)
Unidade de inclinação	percentual (%)
Unidade angular	graus decimais (xx,xx°)

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Deve ser definido e utilizado durante todo o desenvolvimento do projeto uma origem comum – “zero” - do projeto com as coordenadas x, y e z. Deve ser utilizado, obrigatoriamente, o sistema de coordenadas compartilhadas (“*Shared Coordinates*”). Isso é feito assumindo as coordenadas de um *link* externo ou exportando as coordenadas do Revit, porém deve ser usado sempre o mesmo arquivo-base para o procedimento.

Como exemplo, será usado um conjunto de curvas de nível cuja origem é o AutoCAD Civil 3D, e o terreno geograficamente referenciado, com coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM). Serão informados os passos para obtenção das coordenadas entre as disciplinas desde o primeiro momento do projeto que trata da obtenção das coordenadas do levantamento topográfico para compreensão do processo. Considerando que o arquivo em formato DWG esteja georreferenciado, o primeiro passo é abrir o Revit e fazer o *link* da topografia e habilitar a exibição dos pontos de referência do Revit (*project base point e survey point*). Então, irão aparecer dois símbolos sobrepostos, mostrando que as coordenadas estão “zeradas”, conforme Figura 113.

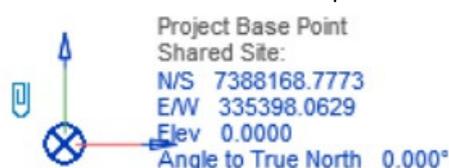
Figura 113 - Coordenadas “zeradas” do Project Base Point



Fonte: Revit, 2017.

Depois da obtenção das coordenadas do arquivo AutoCAD Civil 3D, elas são atualizadas e o arquivo pode ser considerado georreferenciado, conforme mostra a Figura 114.

Figura 114 - Coordenadas obtidas do arquivo AutoCAD Civil 3D



Fonte: Revit, 2017.

Neste ponto, o projeto começa ser desenvolvido através da modelagem do terreno, da edificação etc. Para realizar o compartilhamento destas informações com as outras disciplinas, o processo será muito parecido. Por exemplo, o profissional responsável pelo projeto estrutural receberá o arquivo-base de arquitetura e fará o *link*, inicialmente com posicionamento *Auto – Origin to Origin* para posterior compartilhamento de coordenadas. Quando o mesmo finalizar o projeto estrutural, deverá salvar o arquivo e o devolver ao arquiteto para compatibilização. Como neste

caso ambos os arquivos já tiveram suas coordenadas devidamente compartilhadas, o *link* deverá ser feito utilizando a opção *Auto – By Shared Coordinates* em *Import/Link RVT*. O mesmo procedimento deve ser repetido para todas as outras disciplinas, tomando-se o cuidado de manter um único arquivo como referência para todos os outros.

- **Configurações gerais de visibilidade**

No Revit os objetos já têm sua expressão gráfica pré-configurada no Quadro de Estilos de Objetos (*Object Styles*). Porém é possível ajustá-la de acordo com as expectativas de resultado impresso. Nesse quadro, além de cor e padrão da linha por objeto, pode-se controlar as espessuras das linhas quando o objeto está em corte ou em vista.

É possível também ajustar as espessuras das linhas de acordo com a escala da vista em que o objeto aparece através do Quadro de Espessuras de Linhas que possui três abas: de modelo; de perspectiva; e de anotação.

Tem também o Quadro de Sobreposição Gráfica/Visibilidade, que auxilia a filtrar a informação que se deseja mostrar, possibilitando fazer o controle de visibilidade dos objetos por suas categorias ou por vista.

- **Vistas**

É necessário criar as vistas dos níveis, elevações, cortes e vistas 3D.

A ferramenta *Modelo de Vista* nos permite capturar as configurações de uma vista e aplicar em outras. Porém, é necessário também criar outros modelos de vistas a partir de uma vista que foi ajustada a configuração de visibilidade, para sempre que for necessário, aplicá-lo sobre uma ou um conjunto de vistas selecionadas pelo navegador.

Estes modelos de vista devem fazer parte do arquivo padrão.

- Navegador

O navegador possui um número pequeno de vistas, por isso é necessário criar outras vistas, gerando uma lista grande, por tipo de desenho: plantas, cortes, elevações, perspectivas (vistas 3D) etc. e por ordem alfabética.

A ferramenta Organização do Navegador (Vista/Interface do Usuário/ Organização do Navegador) permite a organização do mesmo segundo alguns parâmetros pré-definidos (disciplina, fase etc.) ou segundo parâmetros compartilhados que podem ser criados de acordo com a necessidade específica de cada projeto (tipo de vista, família etc.). Os parâmetros compartilhados são parâmetros salvos em um arquivo formato TXT que funciona como um banco de dados compartilhado entre diferentes projetos e famílias. Isto também pode ser reproduzido para a organização de folhas de desenho.

O navegador deverá ser organizado em: Disciplina (00 Terreno, 01 Arquitetura, 02 Engenharia) e Família (Plantas de piso, Cortes, Elevações etc.) que é um parâmetro *default* do *browser*.

- Convenções de representação gráfica

O tamanho das pranchas deverá obedecer aos seguintes formatos constantes do Quadro 43.

Quadro 43 – Formatos das pranchas

Largura (mm)	Altura (mm)	Formato Padronizado
210	297	A4
420	297	A3
420 < L < 630	297	A3 Estendido
594	420	A2
594 < L < 841	420	A2 Estendido
841	594	A1
841 < L < 1189	594	A1 Estendido
1189	841	A0

Fonte: SUMAI, 2017.

Deverá ser utilizada apenas a fonte “ARIAL”.

O carimbo deverá seguir o padrão da SUMAI/UFBA, conforme Figura 115.

As anotações, legendas e demais observações relativas ao projeto, bem como informações relativas a áreas (totais, índices, ambientes principais, área de intervenção), esquadrias e especificação de materiais deverão ser apresentadas em quadros separados do carimbo.

Figura 115 – Convenções SUMAI

COORDENADOR: ARQ.		CAU - (RESPONSÁVEL LEGAL)	
CHEFE DE PROJETOS: ARQ.		CAU -	
RESPONSÁVEL TÉCNICO:			
ALTERAÇÕES:			
02			
01			
00			EMISSÃO INICIAL
NÚMERO	DATA	RESPONS.	TIPO E LOCAL DA ALTERAÇÃO
		UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA	
			
COORDENADOR DE PLANEJAMENTO, PROJETO E OBRAS -		CAU-	
CHEFE DO NÚCLEO DE PROJETOS -		CAU-	
RESPONSÁVEL TÉCNICO -		CAU-	
NOME DO PROJETO: PROJETO			
LOCAL: LOCAL		CIDADE: CIDADE	
NOME DA PRANCHA: PRANCHA			VERSÃO: REVISÃO
ÁREA TÉCNICA: ESPECIALIDADE		ETAPA: ETAPA	
DATA: DATA		CONFERIDO POR: COORDENADOR	
ESCALA DE PLOTAGEM: ESCALA		FOLHA: XX/XX	



Fonte: SUMAI, 2017.

A Empresa deverá fornecer à UFBA cópia em mídia digital de boa qualidade dos arquivos correspondentes a todos os documentos técnicos e modelos BIM produzidos nas diversas fases do projeto, devidamente relacionados e identificados.

A Contratada deverá fazer os modelos, os desenhos e documentos de projeto em obediência aos padrões (representação, organização e nomenclatura de arquivos e documentos etc.) previamente definidos pela UFBA.

A escala a utilizar na representação geral deverá ser conforme documento de Escopo de Projetos, devendo ser mantida para todos os projetos, tanto quanto possível. Os detalhes executivos e plantas setorizadas terão as escalas de representação adequadas ao seu objetivo.

Os desenhos de cada projeto deverão ser numerados sequencialmente e conter indicação do número total de pranchas que compõem o conjunto.

Todos os documentos técnicos (desenhos, textos etc.) deverão ser entregues à UFBA em uma via impressa.

Os documentos técnicos de cada um dos projetos deverão ser agrupados em jogos separados e independentes, em correspondência a cada atividade técnica envolvida.

Os documentos técnicos produzidos em cada etapa de elaboração do projeto devem ser submetidos à avaliação da UFBA. Os documentos técnicos que forem rejeitados, parciais ou totalmente, devem ser revistos ou alterados apenas pelo seu autor e submetidos à nova avaliação.

- COMPONENTES DO MODELO

Os componentes necessários para a elaboração do projeto deverão possuir características físicas (dimensões, materiais, cores, texturas etc.) e informações (desempenho, custo etc.) que sejam importantes para usos futuros. Por isso, faz-se necessário definir premissas de modelagem que elucidam o método a ser adotado para a criação dos componentes do modelo.

O Quadro 44 especifica o método para modelagem, categoria, subcategoria, *assembly code* e parâmetros para o desenvolvimento de alguns componentes arquitetônicos. Este procedimento deverá ser feito para todos os elementos de todas as disciplinas do modelo pela empresa contratada.

Quadro 44 – Exemplos de premissas de modelagem de alguns componentes arquitetônicos

Assembly Code	Componente	Categoria	Subcategoria	Parâmetros	Modelagem
Escolher os códigos a serem aplicados através da norma ABNT 15.965	Alvenaria de blocos cerâmicos ou de concreto (vedações)	Walls	Basic wall	Type Name Description Area Height Length Tag	<p>Modelar utilizando a categoria “Walls”. Deve-se atribuir o nome do material utilizado neste elemento construtivo através do parâmetro “Structure” na aba “Construction”. A alvenaria deverá possuir apenas o Core, pois o revestimento, argamassa etc. serão modelados separadamente. O topo da alvenaria deve estar limitado ao fundo da laje, ao fundo da viga ou qualquer elemento construtivo que o limite. Deverão ser informados os itens:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O nome do material utilizado no componente no campo “Material”, segundo o “Assembly Code”; - A descrição resumida do item no campo “Description”; - A área através do parâmetro “area”; - A altura através do parâmetro “Height”; - O comprimento através do parâmetro “Length”; - A identificação do componente no “Tag”.
	Revestimento de parede	Walls	Basic wall	Type Name Description Area Height Length Tag	<p>O revestimento deverá ser modelado separadamente da parede (como se fosse uma parede só com o revestimento), utilizando a categoria “Walls”. Deve-se atribuir o nome do material utilizado neste elemento construtivo através do parâmetro “Structure” na aba “Construction”. Deverão ser informados os seguintes itens:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O nome do material utilizado no componente no campo “Material”, segundo o “Assembly Code”; - A descrição resumida do item no campo “Description”; - A área através do parâmetro “area”; - A altura através do parâmetro “Height”; - O comprimento através do parâmetro “Length”; - A identificação do componente no “Tag”.

Quadro 44 – Exemplos de premissas de modelagem de alguns componentes arquitetônicos (continuação)

Assembly Code	Componente	Categoria	Subcategoria	Parâmetros	Modelagem
Escolher os códigos a serem aplicados através da norma ABNT 15.965	Laje	Floors	-	Type Name Description Area Volume Tag	Modelar utilizando a categoria de modelo “Floors”. O parâmetro “Structural” sob o grupo de parâmetros “Structural” deverá ser marcado para caracterizar este elemento construtivo como elemento estrutural. Deverão ser informados os seguintes itens: - O nome do material utilizado no componente no campo “Material”, segundo o “Assembly Code”; - A descrição resumida do item no campo “Description”; - A área através do parâmetro “area”; - O volume através do parâmetro “volume”; - A identificação do componente no “Tag”.
	Contrapiso	Floors	-	Type Name Description Area Tag	O contrapiso deverá ser modelado separadamente da laje. Deve ser modelado através da categoria “Floors”. Deverão ser informados os seguintes itens: - O nome do material utilizado no componente no campo “Material”, segundo o “Assembly Code”; - A descrição resumida do item no campo “Description”; - A área através do parâmetro “area”; - A identificação do componente no “Tag”.
	Piso (cerâmica e porcelanato)	Floors	-	Type Name Description Area Tag	O piso deverá ser modelado separadamente da laje. Deve ser modelado através da categoria “Floors”. Deverão ser informados os seguintes itens: - O nome do material utilizado no componente no campo “Material”, segundo o “Assembly Code”; - A descrição resumida do item no campo “Description”; - A área através do parâmetro “area”; - A identificação do componente no “Tag”.
	Forro de gesso acartonado / Forro PVC / Forro de madeira	Ceilings	Compound Ceiling	Type Name Description Area Tag	Modelar através da categoria “Ceilings”. Deverão ser informados os seguintes itens: - O nome do material utilizado no componente no campo “Material”, segundo o “Assembly Code”; - A descrição resumida do item no campo “Description”; - A área através do parâmetro “area”; - A identificação do componente no “Tag”.

Quadro 44 – Exemplos de premissas de modelagem de alguns componentes arquitetônicos (continuação)

Assembly Code	Componente	Categoria	Subcategoria	Parâmetros	Modelagem
Escolher os códigos a serem aplicados através da norma ABNT 15.965	Forro de gesso acartonado / Forro PVC / Forro de madeira	Ceilings	Compound Ceiling	Type Name Description Area Tag	Modelar através da categoria “Ceilings”. Deverão ser informados os seguintes itens: - O nome do material utilizado no componente no campo “Material”, segundo o “Assembly Code”; - A descrição resumida do item no campo “Description”; - A área através do parâmetro “area”; - A identificação do componente no “Tag”.
	Cubas / Lavatórios / Tanques / Mictórios / Metais	Plumbing Fixtures	-	Type Name Description Model Manufacturer Tag	Modelar utilizando a categoria “Plumbing Fixture”. Deverão ser informados os seguintes itens: - A descrição resumida do item no campo “Description”; - O código do produto no parâmetro “Model”; - O fabricante do produto no parâmetro “Manufacturer”; - A identificação do componente no “Tag”. Para associação com os respectivos ambientes de projeto, estas famílias deverão ter a opção “Room Calculation Point” habilitada sob “Family Categories and Parameters”.
	Bacias sanitárias	Plumbing Fixtures	-	Type Name Description Model Manufacturer Tag	Modelar utilizando a categoria “Plumbing Fixture”. Deverão ser informados os seguintes itens: - A descrição resumida do item no campo “Description”; - O código do produto no parâmetro “Model”; - O fabricante do produto no parâmetro “Manufacturer”; - A identificação do componente no “Tag”. Para associação com os respectivos ambientes de projeto estas famílias deverão ter a opção “Room Calculation Point” habilitada sob “Family Categories and Parameters”.
	Porta Alumínio Porta Madeira Porta PVC Porta Ferro Janela Alumínio Janela PVC Janela Madeira PCF Porta Elevador	Doors, Windows ou Curtain Walls	-	Type Name Material Height Width Description Length Unconneted Height Tag	Modelar com a categoria “Door”, “Windows” ou “Curtain Walls”. Deverão ser informados: - O Material no parâmetro “Material”; - A altura através do parâmetro “Height” (vão luz); - A largura através do parâmetro “Width” (vão luz); - A descrição resumida da “Esquadria” no parâmetro “Description”; - O Length e Unconneted Height para curtain walls; - A identificação do componente no “Tag”. Para associação com os respectivos ambientes de projeto estas famílias deverão ter a opção “Room Calculation Point” habilitada sob “Family Categories and Parameters”.

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

No uso do BIM para estimativa de custos, faz-se necessário quantificar os elementos construtivos. Para isso, deve-se definir o formato de extração de quantitativo dos componentes das diversas disciplinas. O Quadro 45 lista alguns componentes do modelo e o formato da extração de seus quantitativos.

Quadro 45 – Formato da extração de quantitativo dos componentes do modelo

Componente	Unidade	Geral e por pavimento	Por ambiente	Por instância / dimensões
Alvenaria	m ²	sim	-	-
Divisória	m ²	sim	-	-
Muretas	m	sim	-	-
Revestimento de parede	m ²	sim	sim	-
Revestimento de piso	m ²	sim	sim	-
Rodapé	m	sim	sim	-
Soleira	m ²	sim	sim	-
Louças, metais e acessórios	un	sim	sim	-
Esquadrias	un	sim	sim	sim
Gradil	m ²	sim	sim	-
Porta	un	sim	sim	sim
Bancada	un	sim	sim	sim
Corrimão	m	sim	-	-
Guarda corpo	m	sim	-	-
Vaga de estacionamento	un	sim	sim	sim

Fonte: adaptado de Contier Arquitetura, 2014.

f) PROCEDIMENTOS DE COLABORAÇÃO E GESTÃO BIM

Definir uma estratégia de colaboração que desde as fases iniciais da projeção irá ajudar os participantes do processo a se comunicar e compartilhar informações de forma eficiente ao longo do projeto. Neste item são descritos: nomenclaturas, normas para o intercâmbio de informações, métodos de comunicação, revisão de interferências, troca de informação para submissão e

aprovação, orientações para o desenvolvimento das reuniões e procedimentos para controle de qualidade.

- **ESTRUTURA DE NOMENCLATURA DE PASTAS, ARQUIVOS E ELEMENTOS**

Esta estrutura de nomenclatura de pastas, arquivos e elementos deve ser usada por todos os envolvidos nos processos de projeto, construção e uso da edificação.

- **Nomes de pastas**

A organização de pastas (árvore de diretórios) mostra a localização dos vários tipos os arquivos do projeto nos dispositivos de armazenamento. Deve ser adotada por todos os envolvidos do processo.

- Pasta **Raiz**: FED_ARQ_LCAD (Campus Federação – Faculdade de Arquitetura – Laboratório de estudos avançados em Cidade, Arquitetura e tecnologias Digitais). A primeira parte corresponde à abreviação do nome do campus em que a edificação está implantada; a segunda parte é a abreviação do nome da unidade em que o projeto está diretamente vinculado; a terceira parte corresponde à abreviação do nome da unidade ou parte dela (laboratório, administrativo etc.) a ser reformada ou construída. As partes constituintes da pasta raiz devem ser separadas pelo caractere “*underline*”.
- Pasta **Licitação / Contrato**: L_2017-10_Termo de referência (Documento da Licitação - outubro de 2017 – Termo de referência) os arquivos referentes aos documentos dos contratos e licitações desta edificação deverão ser nomeados: a primeira parte deve ser a letra inicial “L” para licitação e “C” para contrato; a segunda parte deve corresponder à data (ano e mês) da licitação ou contrato; e a terceira parte deve descrever o documento.

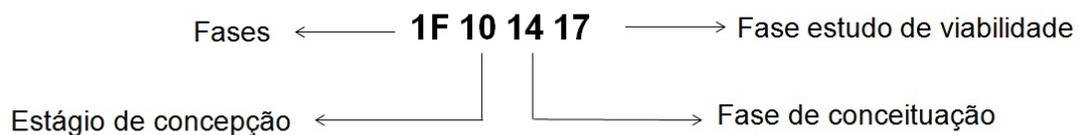
- Pasta **Disciplinas**: “1D.21.11” - Arquitetura. A nomenclatura proposta segue a norma brasileira ABNT NBR 15965-3:2014 - Processos da Construção Civil. Esta parte da norma descreve os processos da construção apresentados em três tabelas: 1F – Fases; 1S – Serviços; e 1D – Disciplinas. Será usada a tabela 1D para definir qual disciplina está sendo usada, conforme a Figura 116.



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- Pasta **Fase de projeto**: “1F.10.14.17” – estudo de viabilidade. A nomenclatura proposta segue a tabela 1F – Fases da NBR 15965-3:2014, caracterizando as principais fases de um projeto (estudo de viabilidade, estudo preliminar etc.), conforme Figura 117.

Figura 117 - Composição do código da fase estudo de viabilidade do projeto

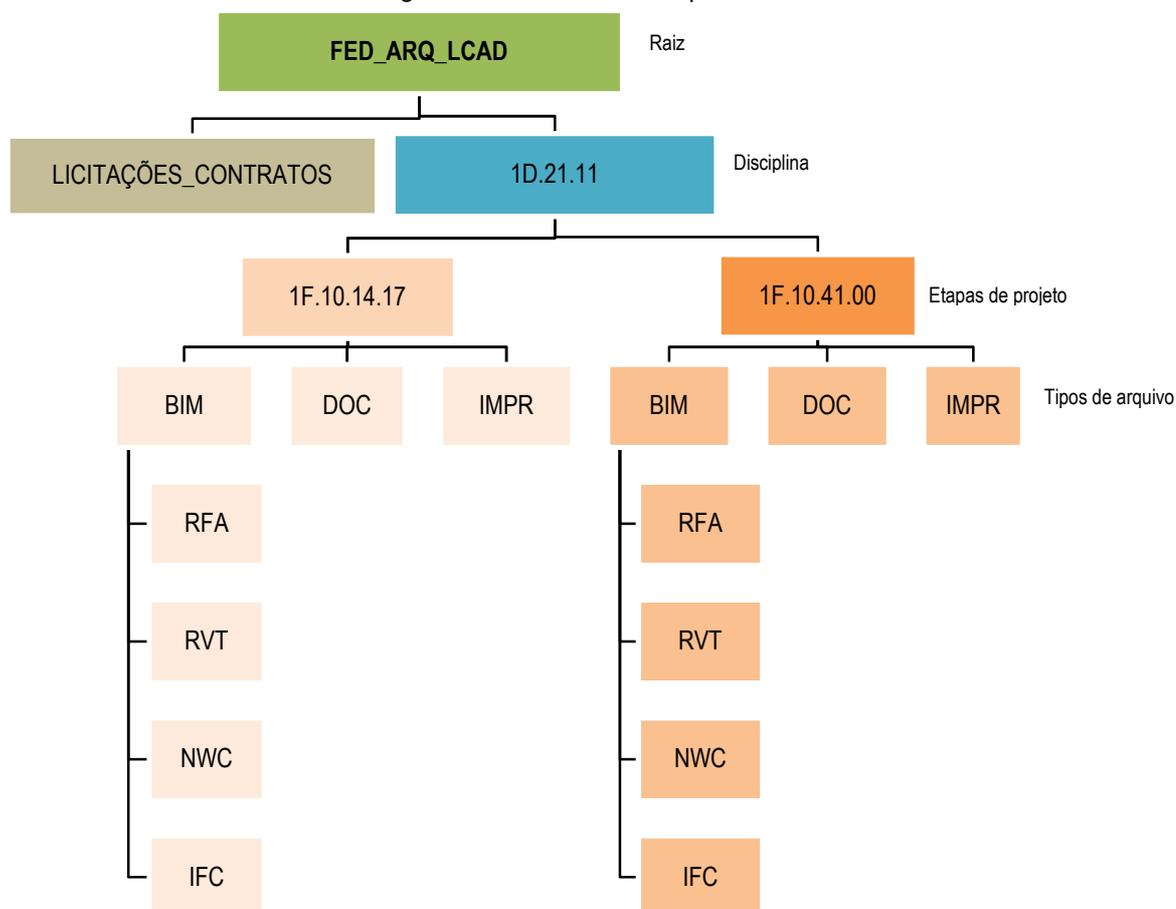


Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- Pasta **Tipos de arquivo**: a pasta deverá ser dividida em “DOC” (documentos e tabelas), “IMPR” (documentos, pranchas geradas para impressão), e “BIM” (os demais arquivos do modelo).

A Figura 118 exemplifica a estrutura de pastas proposta.

Figura 118 – Estrutura de pastas



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- Nomes de arquivos

É muito importante uma padronização para nomear os arquivos de projetos em BIM. A seguir demonstra-se a forma de nomeá-los.

- **Arquivos de modelos:** a primeira parte corresponde à abreviação do nome da unidade ou parte dela a ser reformada ou construída (ex: “LCAD” - Laboratório de estudos avançados em Cidade, Arquitetura e tecnologias Digitais); a segunda parte corresponde às três letras referentes à disciplina de projeto (ex: “ARQ” - Arquitetura); a terceira parte deverá possuir apenas duas letras referentes às etapas de projetos (ex: “PL” - Projeto Legal); a quarta parte diz respeito ao número de revisões e é composta pela letra “R” e por dois algarismos numéricos, que podem variar de “00” ao “99”. Exemplo: “R01”, “R02”, sucessivamente. Por fim, as partes do nome devem ser separadas por hífen (ex: “LCAD- ARQ-PL-R03”).

- **Outros arquivos:** a primeira parte corresponde à abreviação do nome da unidade ou parte dela a ser reformada ou construída (ex: “LCAD” - Laboratório de estudos avançados em Cidade, Arquitetura e tecnologias Digitais); a segunda parte corresponde às três letras referentes à disciplina de projeto (ex: “ARQ” - Arquitetura); a terceira parte deverá possuir apenas duas letras referentes às etapas de projetos (ex: “PL” - Projeto Legal); a quarta parte refere-se ao tipo de documento e deverá possuir duas letras correspondentes ao tipo de documento (ex: “AT” – ata de reunião; “PE” – plano de execução); a quinta parte diz respeito ao número de revisões e é composta pela letra “R” e por dois algarismos numéricos, que podem variar de “00” ao “99”. Exemplo: “R01”, “R02”, sucessivamente. As partes do nome devem ser separadas por hífen (ex: “LCAD- ARQ-PL-AT-R03”).

- **Nomes de elementos de projeto**

Os arquivos de elementos de projeto (componentes, famílias etc.) devem também ser nomeados de forma padronizada. A seguir demonstra-se a forma de nomeá-los. A primeira parte corresponde às três letras referentes à disciplina de projeto (ex: “ARQ” - Arquitetura); a segunda parte corresponde aos conjuntos/sistemas. Neste caso utilizar a segunda parte da descrição para nomes de conjuntos/sistemas (ex: “esquadria” etc.); a última parte corresponde a uma descrição do elemento (ex: porta semi-oca 80). As partes do nome devem ser separadas por hífen (ex: “ARQ-ESQUADRIAS-porta semi-oca 80”).

Como as partes: 4 (recursos da construção); 5 (resultados da construção); e 6 (unidades de construção) da norma NBR 15.965 ainda não foram publicadas, foi usado neste trabalho outra forma de nomear os arquivos e os elementos de projeto. Porém quando estas partes da norma estiverem publicadas, devem ser utilizadas as mesmas nestas nomenclaturas.

- **NORMAS DE INTERCÂMBIO DE INFORMAÇÕES**

Para definir o intercâmbio de dados nas atividades da projeção, os profissionais precisam entender quais informações são necessárias para realizar suas atividades e para entregar cada produto.

Com o desenvolvimento do "modelo de processos", as trocas de informações

ficam identificadas, mas é necessário definir o nível de detalhes das informações, quem é responsável pelas mesmas e as interações necessárias entre os envolvidos nas diversas fases de projeto e desenvolvimento do modelo.

Quadro 46 - Legenda dos quadros de troca de informações

NÍVEL DE DETALHE DAS INFORMAÇÕES	
A – Informações detalhadas	
B - Informações gerais	
C – Informações esquemáticas	
RESPONSÁVEIS	
I	Instituição
EMP	Empresa contratada
US	Unidade solicitante
AI	Equipe de arquitetos da instituição
AE	Equipe de arquitetos da empresa
EEC	Engenheiro estruturalista consultor
EEE	Equipe de engenheiros estruturalistas da empresa
IP	Equipe de engenheiros de instalações prediais
T	Todos envolvidos
O	Equipe de orçamentistas

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Os Quadros 47, 48, 49 e 50 mostram as informações necessárias e as trocas previstas para cada atividade na projeção dividida por fases e o Quadro 46 mostra a legenda dos quadros de troca de informações.

Quadro 47 - Fase 1 com as informações necessárias e as trocas previstas para cada atividade com nível de detalhamento e responsável

FASE 1: Concepção do Produto						
INFORMAÇÃO DE ENTRADA			ATIVIDADE	INFORMAÇÃO DE SAÍDA/ PRODUZIDA		
INFORMAÇÃO	NÍVEL DE DETALHE	RESPONSÁVEL		INFORMAÇÃO	NÍVEL DE DETALHE	RESPONSÁVEL
Informações sobre a demanda da unidade solicitante	B	US	Enviar ofício à SUMAI com demanda	Ofício com a demanda	B	US
Ofício da demanda	B	US (diretor)	Avaliar demanda da unidade solicitante	Despacho com a avaliação	C	I (superintendente)
Processo com solicitação da unidade e aprovação do superintendente da SUMAI	C	I (coordenador CPPO)	Designar profissional responsável pelo projeto	Despacho com designação do profissional responsável pelo projeto	C	I (chefe NPPPi)
Processo com solicitação e designação do profissional responsável	C	I (chefe NPPPi)	Solicitar formação de comissão	Ofício com solicitação de formação de comissão da unidade solicitante	C	AI
Dados levantados junto à comissão	B	AI, US	Elaborar programa de necessidades	Programa de necessidades	A	AI
Programa de necessidades	B	AI	Aprovar programa de necessidades	Programa de necessidades aprovado	B	AI
Definição de necessidades, objetivos, usos, processos	A	T	Produzir plano de execução BIM	Plano de execução BIM	A	T
Código de obras, LOUOS	B	-	Levantar informações legais e técnicas	Levantamento de informações legais e técnicas	B	AI
Levantamento de informações legais e técnicas	B	AI	Plano básico da edificação	Modelo do terreno e de massa	C	AI
Modelo do terreno e modelo de massa	C	AI	Modelagem conceitual da edificação	Modelo conceitual implantado	C	AI
Modelo conceitual da edificação	C	AI	Orçamento preliminar	Levantamento de custos preliminares	C	O
Modelo conceitual da edificação e orçamento preliminar	C	AI, O	Estudo de viabilidade	Viabilidade da edificação	B	AI, O

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Quadro 48 - Fase 2 com as informações necessárias e as trocas previstas para cada atividade com nível de detalhamento e responsável

FASE 2: Definição do Produto						
INFORMAÇÃO DE ENTRADA			ATIVIDADE	INFORMAÇÃO DE SAÍDA/ PRODUZIDA		
INFORMAÇÃO	NÍVEL DE DETALHE	RESPONSÁVEL		INFORMAÇÃO	NÍVEL DE DETALHE	RESPONSÁVEL
Viabilidade da edificação, AOP, consultas com estruturalista	C	AI, EEC	Estudar a volumetria da edificação	Volumetria da edificação	B	AI, EEC
Viabilidade da edificação, AOP, sondagem, levantamento topográfico do terreno e volumetria da edificação	B	AI, EMP	Estudo preliminar	Estudo e Orçamento preliminares	B	AI, O
Estudo preliminar	B	AI	Aprovar estudo preliminar	Estudo preliminar aprovado	B	AI, US
Estudo preliminar	B	AI	Desenvolver projeto arquitetônico de forma generalizada	Modelo arquitetônico	B	AI
Modelo arquitetônico	B	AI	Realizar consultas com estruturalista	Modelo arquitetônico com estudo da estrutura preliminar	B	AI, EEC
Modelo arquitetônico	B	AI	Realizar análises e simulações	Relatório com dados das análises e simulações realizadas	B	AI
Código de obras e lei de ocupação e uso do solo	A	-	Refinar restrições do código de obras e LOUOS	Dados da legislação para o projeto	A	AI
Memória dos conceitos e diretrizes do projeto	B	AI	Elaborar memorial descritivo	Memorial descritivo	B	AI
Dados técnicos de materiais	B	-	Especificar materiais da edificação	Especificação de materiais	B	AI
Relatório com dados das análises e simulações realizadas, dados da legislação, memorial descritivo, especificação de materiais	B	AI	Desenvolver o anteprojeto	Anteprojeto	B	AI
Orçamento preliminar e anteprojeto	B	O, AI	Fazer orçamento do anteprojeto	Orçamento do anteprojeto	B	O
Projeto legal	B	AI	Submeter projeto legal para aprovação em órgão competente	Projeto legal aprovado	B	AI

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Quadro 49 - Fase 3 com as informações necessárias e as trocas previstas para cada atividade com nível de detalhamento e responsável

FASE 3: Identificação e soluções de interfaces de projeto						
INFORMAÇÃO DE ENTRADA			ATIVIDADE	INFORMAÇÃO DE SAÍDA/ PRODUZIDA		
INFORMAÇÃO	NÍVEL DE DETALHE	RESPONSÁVEL		INFORMAÇÃO	NÍVEL DE DETALHE	RESPONSÁVEL
Definições técnicas para constar no edital do processo licitatório e projeto legal aprovado	A	AI	Elaborar termo de referência	Termo de referência	A	AI
Termo de referência e projeto legal aprovado	A	AI	Elaborar edital de licitação	Edital de licitação	A	I (jurídico)
Edital	A	I (jurídico)	Licitação	Contratação de empresa(s) vencedora(s)	A	I (jurídico)
Contrato	A	I (jurídico)	Emitir ordem de serviço	Ordem de serviço	B	I (superintendente)
Projeto arquitetônico legal aprovado	B	AI	Desenvolver projeto preliminar estrutural	Projeto preliminar estrutural	B	EEE
Projeto arquitetônico legal aprovado e Projeto preliminar estrutural	B	AI, EEE	Coordenar projetos: arquitetônico e estrutural	Relatório de coordenação projetos arquitetônico e estrutural e modelo com projetos arquitetônico e estrutural	B	AE
Relatório de coordenação projetos arquitetônico e estrutural e Modelo com projetos arquitetônico e estrutural	B	AE	Dar soluções aos problemas elencados no relatório	Ata de reunião com soluções dadas e aprovadas	B	AE, EEE
Ata de reunião com soluções e modelo coordenado	B	AE, EEE	Fazer alterações necessárias nos projetos: arquitetônico e estrutural	Modelo compatibilizado com projetos: arquitetônico e estrutural	B	AE, EEE
Projeto estrutural preliminar	B	EEE	Avaliar projeto estrutural preliminar	Projeto estrutural aprovado e consolidado no modelo	B	I
Modelo compatibilizado com arquitetônico e estrutural	B	AE, EEE	Desenvolver projetos preliminares de instalações prediais	Projetos preliminares de instalações prediais	B	IP
Modelo compatibilizado com arquitetônico e estrutural e projetos preliminares de instalações prediais	B	AE, EEE, IP	Coordenar projetos: arquitetônico, estrutural e de instalações prediais	Relatório de coordenação e modelo com projetos arquitetônico, estrutural e de instalações prediais	B	AE
Relatório de coordenação e Modelo com projetos arquitetônico, estrutural e de instalações prediais	B	AE	Dar soluções aos problemas elencados no relatório	Ata de reunião com soluções dadas e aprovadas	A	AE

Quadro 49 - Fase 3 com as informações necessárias e as trocas previstas para cada atividade com nível de detalhamento e responsável (continuação)

INFORMAÇÃO DE ENTRADA			ATIVIDADE	INFORMAÇÃO DE SAÍDA/ PRODUZIDA		
INFORMAÇÃO	NÍVEL DE DETALHE	RESPONSÁVEL		INFORMAÇÃO	NÍVEL DE DETALHE	RESPONSÁVEL
Ata de reunião com soluções e modelo coordenado	A	AE, EEE, IP	Fazer alterações necessárias nos projetos: arquitetônico, estrutural e de instalações prediais	Modelo compatibilizado com arquitetônico, estrutural e de instalações prediais	B	AE
Projetos de instalações prediais preliminares	B	IP	Avaliar projetos de instalações prediais preliminares	Projetos de instalações prediais aprovados e consolidados no modelo	B	AE, EEE, IP
Projeto legal arquitetônico, estrutural e instalações prediais preliminares	B	AE, EEE, IP	Desenvolver projeto arquitetônico com geometria e especificações necessárias para compatibilização dos projetos básicos	Projeto arquitetônico básico	A	AE
Projeto estrutural preliminar	B	EEE	Desenvolver projeto estrutural básico	Projeto estrutural básico	A	EEE
Modelo com projeto arquitetônico básico	A	AE				
Projetos de instalações prediais preliminares	B	IP	Desenvolver projetos de instalações prediais básicos	Projetos de instalações prediais básicos	A	IP
Modelo com projeto arquitetônico básico	A	AE				
Modelo com projetos básicos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais	A	AE, EEE, IP	Coordenação de projetos básicos: arquitetônico, estrutural e de instalações prediais	Relatório de coordenação e modelo com projetos: arquitetônico, estrutural e de instalações prediais	A	AE
Relatório de coordenação e modelo com projetos arquitetônico, estrutural e de instalações prediais	A	AE	Dar soluções aos problemas elencados no relatório	Ata de reunião com soluções dadas e aprovadas	A	AE, EEE, IP
Ata de reunião com soluções e modelo coordenado	A	AE, EEE, IP	Fazer alterações necessárias nos projetos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais	Modelo compatibilizado com arquitetônico, estrutural e instalações prediais	A	AE, EEE, IP
Orçamento anteprojeto e modelo compatibilizado com projetos básicos: arquitetônico, estrutural, instalações prediais	B	O, AE	Rever orçamento com base no modelo atual	Orçamento atualizado	A	O
Projetos básicos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais	A	AE, EEE, IP	Avaliar projetos básicos	Projetos básicos aprovados e consolidados no modelo	A	AE, EEE, IP

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Quadro 50 - Quadro da Fase 4 com as informações necessárias e as trocas previstas para cada atividade com nível de detalhamento e responsável

FASE 4: detalhamento de projeto						
INFORMAÇÃO DE ENTRADA			ATIVIDADE	INFORMAÇÃO DE SAÍDA/ PRODUZIDA		
INFORMAÇÃO	NÍVEL DE DETALHE	RESPONSÁVEL		INFORMAÇÃO	NÍVEL DE DETALHE	RESPONSÁVEL
Projetos básicos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais	A	AE, EEE, IP	Desenvolver projeto arquitetônico com geometria e especificações detalhadas	Projeto arquitetônico executivo	A	AE
Projeto estrutural básico	A	EEE	Desenvolver projeto estrutural executivo	Projeto estrutural básico	A	EEE
Modelo com projeto arquitetônico executivo	A	AE				
Projetos de instalações prediais básicos	A	IP	Desenvolver projetos de instalações prediais executivos	Projetos de instalações prediais básicos	A	IP
Modelo com projeto arquitetônico executivo	A	AE				
Modelo com projeto arquitetônico executivo	A	AE	Coordenação de projetos executivos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais	Relatório de coordenação	A	AE
Modelo com projeto estrutural executivo	A	EEE		Modelo com projetos executivos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais	A	AE, EEE, IP
Modelo com projetos de instalações prediais executivos	A	AE				
Relatório de coordenação	A	AE	Dar soluções aos problemas elencados no relatório	Ata de reunião com soluções dadas e aprovadas	A	AE, EEE, IP
Modelo com projetos executivos: arquitetônico, estrutural e de instalações prediais	A	AE, EEE, IP				
Ata de reunião com soluções e modelo coordenado	A	AE, EEE, IP	Fazer alterações necessárias nos projetos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais	Modelo compatibilizado com arquitetônico, estrutural e instalações prediais	A	AE, EEE, IP
Orçamento projeto executivo	A	O	Rever orçamento com base no modelo atual	Orçamento atualizado	A	O
Modelo compatibilizado com projetos executivos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais	A	AE, EEE, IP				
Projetos executivos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais	A	AE, EEE, IP	Avaliar projetos executivos	Projetos executivos aprovados e consolidados no modelo	A	AE, EEE, IP
Modelo compatibilizado com projetos executivos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais	A	AE, EEE, IP	Consolidar todas as informações compatibilizadas de todos os sistemas e elementos da edificação	Projeto arquitetônico executivo	A	AE
				Projeto estrutural executivo	A	EEE
Especificação final	A			Projetos de instalações prediais executivos	A	IP

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- MÉTODOS DE COMUNICAÇÃO

Os Quadros 51, 52, 53 e 54 definem **o quê, quem, quando e como** serão realizadas as atividades por fases, possibilitando desenvolver orientações claras para as relações entre os membros das equipes de projetos, objetivando estabelecer um canal de comunicação e monitoramento do fluxo de informações.

Quadro 51 - Quadro sinótico da Fase 1 para a comunicação e o monitoramento do fluxo de informações

FASE 1: concepção do produto				
Data:		Participantes:		
No.	Atividade (o quê)	Como	Quem	Quando
1	Enviar ofício à SUMAI com demanda	Fazer ofício com a demanda da unidade solicitante	Nesta coluna devem ser inseridos os responsáveis pela execução das atividades	Nesta coluna devem ser inseridas as datas de entrega das atividades
2	Avaliar demanda	Analisar a solicitação		
3	Designar profissional responsável pelo projeto	Escolha de arquiteto(s) responsável pelo projeto		
4	Solicitar formação de comissão	Ofício com solicitação		
5	Elaborar do programa de necessidades	Levantar junto à comissão		
6	Aprovar programa de necessidades	Documento com o programa de necessidades aprovado pela unidade solicitante		
7	Produzir plano de execução BIM	Reunião com representantes das equipes e envolvidos para definir: objetivos, usos, processos com procedimentos de gestão, funções, entregas, prazos etc.		
8	Levantar informações legais e técnicas	Consulta ao código de obras, a LOUOS e outras legislações pertinentes		
9	Plano básico da edificação	Consolidação dos dados dos levantamentos realizados (informações legais, técnicas e programáticas)		
10	Modelagem conceitual da edificação	Modelo do terreno e modelo de massa		
11	Orçamento preliminar	Levantamento preliminar de custos		
12	Estudo de viabilidade	Escolhe a melhor opção projetual e implantação, utiliza o plano básico da edificação para fazer estudo de viabilidade		

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Quadro 52 - Quadro sinótico da Fase 2 para a comunicação e o monitoramento do fluxo de informações

FASE 2: definição do produto				
Data:		Participantes:		
No.	Atividade (o quê)	Como	Quem	Quando
1	Estudar a volumetria da edificação	Criar modelo conceitual da edificação	Nesta coluna devem ser inseridos os responsáveis pela execução das atividades	Nesta coluna devem ser inseridas as datas de entrega das atividades
2	Estudo preliminar	Modelar os componentes e sistemas de forma simplificada		
3	Aprovar estudo preliminar	Reunião com a comissão para aprovação do estudo preliminar		
4	Desenvolver projeto arquitetônico de forma generalizada	Modelar o projeto arquitetônico de forma generalizada		
5	Realizar consultas com estruturalista	Consultas a engenheiro consultor		
6	Realizar análises e simulações	Utilizando o modelo arquitetônico para simular e analisar a edificação		
7	Refinar restrições do código de obras e LOUOS	Consulta ao código de obras, a LOUOS e outras legislações pertinentes para detalhamento das restrições		
8	Elaborar memorial descritivo	Memória dos conceitos e diretrizes do projeto		
9	Especificar materiais da edificação	Inserir no modelo especificações dos materiais e acabamentos da edificação		
10	Desenvolver o anteprojeto	Desenvolver anteprojeto baseado no estudo preliminar		
11	Fazer orçamento do anteprojeto	Inserir dados novos de custo		
12	Submeter projeto legal para aprovação em órgão competente	Gerar documentação do projeto legal e submeter a órgão competente para obter licenças		

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Quadro 53 - Quadro sinótico da Fase 3 para a comunicação e o monitoramento do fluxo de informações

FASE 3: identificação e soluções de interfaces de projeto				
Data:		Participantes:		
No.	Atividade (o quê)	Como	Quem	Quando
1	Elaborar termo de referência	Definições técnicas para constar no edital do processo licitatório e projeto legal aprovado	Nesta coluna devem ser inseridos os responsáveis pela execução das atividades	Nesta coluna devem ser inseridas as datas de entrega das atividades
2	Elaborar edital de licitação	Encaminhar para assessoria jurídica o projeto legal e o termo de referência para ser elaborado o edital		
3	Licitação	Acompanhar o processo licitatório junto com o setor responsável pelo mesmo		
4	Emitir ordem de serviço	Solicitar ao superintendente da instituição a emissão		
5	Desenvolver projeto preliminar estrutural	Modelar componentes estruturais da edificação		

Quadro 53 - Quadro sinótico da Fase 3 para a comunicação e o monitoramento do fluxo de informações (continuação)

FASE 3: identificação e soluções de interfaces de projeto				
Data:		Participantes:		
No.	Atividade (o quê)	Como	Quem	Quando
6	Coordenar projetos: arquitetônico e estrutural	Colocar os projetos arquitetônico e estrutural juntos	Nesta coluna devem ser inseridos os responsáveis pela execução das atividades	Nesta coluna devem ser inseridas as datas de entrega das atividades
7	Dar soluções aos problemas elencados no relatório	Reunião com representantes das equipes e envolvidos para resolver os problemas encontrados na coordenação dos projetos arquitetônico e estrutural		
8	Fazer alterações necessárias nos projetos: arquitetônico e estrutural	Alterar os modelos com as soluções dadas para os problemas encontrados no relatório de coordenação		
9	Avaliar projeto estrutural preliminar	Analisar e aprovar projeto estrutural preliminar		
10	Desenvolver projetos preliminares de instalações prediais	Modelar componentes dos projetos de instalações prediais		
11	Coordenar projetos arquitetônico, estrutural e instalações prediais	Colocar os projetos arquitetônico, estrutural e instalações prediais juntos		
12	Dar soluções aos problemas elencados no relatório	Reunião com representantes das equipes e envolvidos para resolver os problemas encontrados na coordenação dos projetos arquitetônico, estrutural e instalações prediais		
13	Fazer alterações necessárias nos projetos arquitetônico, estrutural e instalações prediais	Alterar os modelos com as soluções dadas para os problemas encontrados no relatório de coordenação		
14	Avaliar projetos de instalações prediais preliminares	Analisar e aprovar projetos de instalações prediais preliminares		
15	Desenvolver projeto arquitetônico com geometria e especificações necessárias para compatibilização dos projetos básicos	Modelar os componentes e sistemas da edificação para constituir o projeto arquitetônico básico		
16	Desenvolver projeto estrutural básico	Modelar componentes estruturais da edificação		
17	Desenvolver projetos de instalações prediais básicos	Modelar componentes dos projetos de instalações prediais		
18	Coordenação de projetos básicos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais	Colocar os projetos arquitetônico, estrutural e instalações prediais juntos		
19	Dar soluções aos problemas elencados no relatório	Reunião com representantes das equipes e envolvidos para resolver os problemas encontrados na coordenação dos projetos arquitetônico, estrutural e instalações prediais		
20	Fazer alterações necessárias nos projetos arquitetônico, estrutural e instalações prediais	Alterar os modelos com as soluções dadas para os problemas encontrados no relatório de coordenação		
21	Rever orçamento com base no modelo atual	Gerar orçamento a partir dos modelos BIM		
22	Avaliar projetos básicos	Analisar e aprovar projetos básicos		

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Quadro 54 - Quadro sinótico da Fase 4 para a comunicação e o monitoramento do fluxo de informações

FASE 4: detalhamento de projeto				
Data:		Participantes:		
No.	Atividade (o quê)	Como	Quem	Quando
1	Desenvolver projeto arquitetônico com geometria e especificações detalhadas	Modelar os componentes e sistemas de forma detalhada e precisão em termos de especificações, quantidades, dimensões e formatos	Nesta coluna devem ser inseridos os responsáveis pela execução das atividades	Nesta coluna devem ser inseridas as datas de entrega das atividades
2	Desenvolver projeto estrutural executivo	Desenvolver projeto estrutural com detalhamento		
3	Desenvolver projetos de instalações prediais executivos	Desenvolver projetos de instalações prediais com detalhamento		
4	Coordenação de projetos executivos: arquitetônico, estrutural e instalações prediais	Colocar os projetos: arquitetônico, estrutural, instalações prediais juntos		
5	Dar soluções aos problemas elencados no relatório	Reunião com representantes das equipes e envolvidos para resolver os problemas encontrados na coordenação dos projetos arquitetônico, estrutural e instalações prediais		
6	Fazer alterações necessárias nos projetos arquitetônico, estrutural e instalações prediais	Alterar os modelos com as soluções dadas para os problemas encontrados no relatório de coordenação		
7	Rever orçamento com base no modelo atual	Gerar orçamento a partir dos modelos BIM		
8	Avaliar projetos executivos	Analisar e aprovar projetos executivos		
9	Consolidar todas as informações compatibilizadas de todos os sistemas e elementos da edificação	Verificar a qualidade do modelo validado e gerar documentação final		

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

- REVISÃO DE INTERFERÊNCIAS; TROCA DE INFORMAÇÃO PARA SUBMISSÃO E APROVAÇÃO; E ORIENTAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DAS REUNIÕES

A análise de detecção de interferências é o processo pelo qual os modelos de arquitetura, estrutura e instalações prediais passam para ser verificada se há interferência entre as disciplinas. É gerado como produto um relatório que demonstra, através de imagens, onde e quais são as incompatibilidades encontradas no modelo. Com base neste relatório pode-se fazer a compatibilização dos componentes das diversas disciplinas. Deve ser utilizado o Navisworks como ferramenta para a confecção destes os relatórios, que devem ser entregues a

SUMAI semanalmente. Também pode ser usado o padrão aberto de fluxo de comunicação, *BIM Collaboration Format* (BCF).

A troca de arquivos de modelos e documentos BIM se dará através do sistema Autodoc⁴⁰ de controle de documentos. Toda segunda-feira, os coordenadores BIM de cada disciplina deverão fazer os *downloads* dos arquivos atualizados de todas as disciplinas para suas áreas de trabalho. O *upload* deverá ocorrer semanalmente, às sextas-feiras, com a disponibilização dos arquivos modificados ao longo da semana, dentro da pasta BIM, observando a notação de revisão de todos os documentos carregados.

O acompanhamento do desenvolvimento e compatibilização dos projetos básicos e executivos, nesta proposição, está dimensionado para acontecer em 70 dias cada, por isso estão discriminadas nove reuniões. O importante é que ocorra, no mínimo, uma reunião semanal durante estas atividades, podendo ser alterado este número em função do prazo estabelecido para o desenvolvimento dos projetos. Estabelece-se o dia de quarta-feira para as reuniões de coordenação. A SUMAI deverá participar de todas as reuniões e receber semanalmente os *uploads* do modelo coordenado. Deverão ocorrer, no mínimo, as reuniões descritas a seguir:

- **Reunião 1 - Diretrizes para projetos e visita de vistoria (FASE 3 – MARCO 3.3)**

Reunião inicial para que a SUMAI passe formalmente a Ordem de Serviço, anteprojeto e as diretrizes específicas de cada projeto e a Contratada coloque seus questionamentos.

Visita ao local do projeto, com pelo menos um representante (projetista) de cada área técnica (disciplina) envolvida na execução dos projetos, de forma a checarem todas as informações e possíveis interferências que possam comprometer as etapas seguintes. Além de fazerem as anotações pertinentes ao Relatório de Vistoria.

⁴⁰ AUTODOC PROJETOS – é uma ferramenta de gestão integrada de projetos de edificações via *web*, em que os agentes envolvidos trabalham em tempo real, podendo compartilhar as revisões dos arquivos durante o processo de desenvolvimento de um projeto.

Apresentação do cronograma, plano de execução BIM, forma de avaliação dos projetos, penalidades e condições do contrato.

Entrega das diretrizes para os projetos complementares, sondagem e topografia, quando for o caso. A reunião será registrada em ata para anexar ao processo licitatório.

- **Reunião 2 - Entrega e Apresentação de Relatório de Vistoria e Projeto Estrutural Preliminar (FASE 3 – MARCO 3.3)**

Após análise do projeto, visita técnica e das diretrizes, a Contratada, apresentará o relatório técnico de vistoria e o projeto estrutural preliminar.

O relatório de vistoria deverá constar:

- Compatibilização da proposta arquitetônica fornecida pela UFBA e as condições pré-existentes do local. No caso de reforma é possível que seja necessário cadastro arquitetônico, elétrico, hidrossanitário, de rede de gases, lógica em todas as áreas de influência do projeto; as quais deverão ser realizadas no caso de reforma.
- Consulta a concessionária local de energia elétrica quanto à disponibilidade de fornecimento de energia no lote, bem como carga, manutenção e operação da rede a ser implantada ou ampliada;
- Manifestação da concessionária local de telefonia/dados quanto à disponibilidade de fornecimento do serviço de telefonia e de infraestrutura de dados no lote, bem como espaço do DG local para instalação de novos números de telefones/dados;
- Levantamento de aspectos relevantes da área, entre eles o tipo de fundação tipicamente utilizada, consistência do solo e ocorrência de inundações na região;
- Elaboração de relatório técnico, devidamente assinado pelos responsáveis de cada área técnica.
- Elaboração das soluções técnicas a serem desenvolvidas nos projetos preliminares.

O projeto estrutural preliminar:

- Definição de todas as soluções da estrutura com interferência direta na arquitetura, apresentando os elementos necessários ao entendimento da concepção do projeto estrutural.
- Modelo compatibilizado com o anteprojeto de arquitetura e o projeto estrutural preliminar. É importante salientar que a compatibilização destes projetos deverá ser feita ao longo do desenvolvimento do projeto estrutural preliminar, de forma contínua, e que deverão ser feitas reuniões semanais com a participação da SUMAI para a apresentação dos conflitos encontrados e das soluções para os mesmos.

A SUMAI se posicionará sobre as soluções apresentadas pela Contratada ao longo do desenvolvimento do projeto estrutural preliminar. No caso de rejeição de alguma solução apresentada em qualquer reunião, a SUMAI enviará, por meio de correio eletrônico, um relatório técnico com as indicações das mudanças necessárias para que a Contratada possa fazer as alterações solicitadas.

Em caso de dúvidas, a Contratada deverá fazer os questionamentos a respeito das alterações necessárias no projeto, durante a reunião em que foram definidas as mesmas. O coordenador do projeto apresentará, na reunião seguinte, registrada em ata, todas as alterações feitas no projeto, de acordo com as necessidades definidas na reunião. O não cumprimento das modificações solicitadas, no prazo definido (semana subsequente), ensejará aplicação de penalidade prevista no contrato. As reuniões acontecerão semanalmente, nas quartas-feiras. Logo, a Contratada terá até a reunião subsequente para apresentar o modelo BIM com as alterações acordadas na reunião anterior. No caso de algum impedimento para realizar as alterações necessárias e acordadas, a Contratada deverá comunicar, no momento da reunião, à SUMAI para ser visto a possibilidade de revisão do prazo ou solução.

Esta reunião deverá ser registrada em ata e será anexada ao processo licitatório. O não comparecimento da Contratada na reunião ensejará as penalidades previstas no contrato por entrega em atraso.

No fim marco 3.3 a SUMAI se posicionará sobre os produtos finais elaborados neste marco. No caso de aprovação total, a Contratada pode iniciar o desenvolvimento dos projetos de instalações prediais preliminares. A entrega final do marco 3.3 corresponde à medição de 10% do valor contratual.

- **Reunião 3 - Entrega e Apresentação dos Projetos de Instalações Prediais Preliminares (FASE 3 – MARCO 3.4)**

Reunião para entrega dos projetos de instalações prediais compatibilizados com o projeto estrutural preliminar e anteprojeto de arquitetura.

Após aprovação e entrega do projeto estrutural preliminar, a Contratada apresentará os seguintes projetos de instalações prediais: elétrica, hidrossanitário, SPDA, SDAI, combate a incêndio, água pluvial, cabeamento estruturado, circuito fechado de televisão, e climatização.

Nestes projetos deverão constar os elementos necessários ao entendimento da concepção de todos os projetos de instalações prediais. Serão apresentados e avaliados nesta etapa:

- Definição de todas as soluções para os projetos de instalações prediais com interferência direta na arquitetura, como as plantas de locação dos pontos (quadros, tomadas comuns, de rede estabilizada, de telefonia e lógica, câmeras, pontos de água e esgoto etc.), o volume e cálculo dos reservatórios de água e áreas técnicas etc.;
- Deverá ser apresentado o modelo BIM com o anteprojeto de arquitetura, o projeto estrutural preliminar e os projetos de instalações prediais compatibilizados. É importante salientar que a compatibilização destes projetos deverá ser feita ao longo do desenvolvimento dos projetos preliminares, de forma contínua, e que deverão ser feitas reuniões semanais com a participação da SUMAI para a apresentação dos conflitos encontrados e as soluções dos mesmos.

A SUMAI se posicionará sobre as soluções apresentadas pela Contratada ao longo do desenvolvimento dos projetos de instalações prediais preliminares. No caso de rejeição de alguma solução apresentada em qualquer reunião, a SUMAI enviará, por meio de correio eletrônico, um relatório técnico com as indicações das mudanças necessárias para que a Contratada possa fazer as alterações solicitadas.

Em caso de dúvidas, a Contratada deverá fazer os questionamentos a respeito das alterações necessárias no projeto durante a reunião em que foram definidas as mesmas. O coordenador do projeto da Contratada apresentará, na reunião seguinte, registrada em ata, todas as alterações feitas no projeto, de acordo com as necessidades definidas na reunião. O não cumprimento das modificações

solicitadas, no prazo definido (semana subsequente), ensejará aplicação de penalidade prevista no contrato. As reuniões acontecerão semanalmente, nas quartas-feiras. Logo, a Contratada terá até a reunião subsequente para apresentar o modelo BIM com as alterações acordadas na reunião anterior. No caso de algum impedimento para realizar as alterações necessárias e acordadas, a Contratada deverá comunicar, no momento da reunião, à SUMAI para ser visto a possibilidade de revisão do prazo ou solução.

Esta reunião deverá ser registrada em ata e anexada ao processo licitatório. O não comparecimento da Contratada nas reuniões ensejará as penalidades previstas no contrato por entrega em atraso.

No fim marco 3.4 a SUMAI se posicionará sobre os produtos finais elaborados neste marco. No caso de aprovação total, a Contratada pode iniciar o desenvolvimento dos projetos básicos. A entrega final do marco 3.4 corresponde a medição de 10% do valor contratual.

- **Reuniões: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, e 12 – Acompanhamento do Desenvolvimento e Coordenação dos Projetos Básicos (FASE 3 – MARCO 3.5 e 3.6)**

Reuniões semanais para acompanhamento do desenvolvimento e compatibilização dos projetos básicos, que consistem em um conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução, devendo conter os seguintes elementos:

- Desenvolvimento da solução escolhida de forma a fornecer visão global da edificação e identificar todos os seus elementos construtivos com clareza;
- Coordenação da conceituação e da caracterização de todos os elementos do projeto, com as definições necessárias para o intercâmbio de informações entre todos envolvidos no processo de projeto, resultando em soluções para as interferências entre os vários sistemas e com as

suas interfaces resolvidas, de modo a subsidiar a análise de métodos construtivos e a estimativa de custos e prazos de execução.

- Soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulação ou de variantes durante a fase de elaboração do projeto executivo e de realização das obras e montagem;
- Identificação dos tipos de serviço a executar e de materiais e equipamentos a incorporar a obra, bem como suas especificações que assegurem os melhores resultados para o empreendimento, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;
- Informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra, sem frustrar o caráter competitivo para sua execução;
- Subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra, compreendendo a sua programação, a estratégia de suprimentos, as normas de fiscalização e outros dados necessários em cada caso;
- Quantitativos de serviços/materiais;
- Os elementos do modelo BIM deverão ser representados como sistemas, objetos ou montagens específicos em termos de quantidades, tamanho, forma, posicionamento, orientação e interfaces com os outros sistemas prediais.

A SUMAI se posicionará sobre as soluções apresentadas pela Contratada ao longo do desenvolvimento dos projetos básicos. No caso de rejeição de alguma solução apresentada em qualquer reunião, a SUMAI enviará, por meio de correio eletrônico, um relatório técnico com as indicações das mudanças necessárias para que a Contratada possa fazer as alterações solicitadas.

Em caso de dúvidas, a Contratada deverá fazer os questionamentos a respeito das alterações necessárias no projeto, durante a reunião em que foram definidas as mesmas. O coordenador do projeto da Contratada apresentará, na reunião seguinte, todas as alterações feitas no projeto, de acordo com as necessidades definidas na reunião. O não cumprimento das modificações solicitadas, no prazo definido (semana subsequente), ensejará aplicação de penalidade prevista no contrato.

As reuniões acontecerão semanalmente, nas quartas-feiras. Logo, a Contratada terá até a reunião subsequente para apresentar o modelo BIM com as alterações acordadas na reunião anterior. No caso de algum impedimento para realizar as alterações necessárias e acordadas, a Contratada deverá comunicar, no momento da reunião, à SUMAI para ser vista a possibilidade de revisão do prazo ou solução. Todas as reuniões semanais ao longo do desenvolvimento do projeto serão registradas em ata. O não comparecimento da Contratada na reunião ensejará em penalidades previstas no contrato por entrega em atraso.

Nenhuma etapa poderá ser seguida sem a autorização e aprovação por escrito da SUMAI, e, sobretudo, sem o cumprimento da etapa anterior e as devidas compatibilizações e a total conclusão dos serviços.

- Reunião 13 - Entrega dos Projetos Básicos (FASE 3 – MARCO 3.6)

O coordenador do projeto da Contratada apresentará, em reunião, registrada em ata, o modelo BIM contendo os projetos básicos compatibilizados e o orçamento. É importante salientar que a compatibilização destes projetos deverá ser feita ao longo do desenvolvimento dos mesmos, de forma contínua, e que deverão ser feitas reuniões semanais com a participação da SUMAI para a apresentação dos conflitos encontrados e as soluções dos mesmos.

A reunião 13 tem como objetivo a entrega dos projetos básicos compatibilizados. Logo, o não comparecimento da Contratada ensejará as penalidades previstas no contrato por entrega em atraso.

No fim marco 3.6 a SUMAI se posicionará sobre os produtos finais elaborados neste marco. No caso de aprovação total, a Contratada pode iniciar o desenvolvimento dos projetos executivos.

A entrega final do marco 3.6 corresponde à medição de 40% do valor contratual.

- **Reuniões 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22 - Acompanhamento do Desenvolvimento e Coordenação dos Projetos Executivos (FASE 4 – MARCO 4.1 e 4.2)**

Reuniões semanais para acompanhamento do desenvolvimento e compatibilização dos projetos executivos, que consiste na concepção e a representação final das informações técnicas da edificação e de seus elementos, instalações e componentes, devendo ser completas, definitivas, necessárias e suficientes a licitação (contratação) e a execução dos serviços de obras correspondentes.

O modelo BIM deverá conter os componentes e sistemas de forma detalhada e com precisão em termos de especificações, quantidades, dimensões e formatos.

Todos os projetos deverão ser desenvolvidos em conformidade com as Práticas de Projeto, Construção e Manutenção de Edifícios Públicos Federais e com este Termo de Referência e Plano de Execução BIM, prevalecendo, no caso de eventuais divergências, as disposições estabelecidas pela UFBA.

A SUMAI se posicionará sobre as soluções apresentadas pela Contratada ao longo do desenvolvimento dos projetos executivos. No caso de rejeição de alguma solução apresentada em qualquer reunião, a SUMAI enviará, por meio de correio eletrônico, um relatório técnico com as indicações das mudanças necessárias para que a Contratada possa fazer as alterações solicitadas.

Em caso de dúvidas, a Contratada deverá fazer os questionamentos a respeito das alterações necessárias no projeto, durante a reunião em que foram definidas as mesmas. O coordenador do projeto da Contratada apresentará, na reunião seguinte, todas as alterações feitas no projeto, de acordo com as necessidades definidas na reunião. O não cumprimento das modificações solicitadas, no prazo definido (semana subsequente), ensejará aplicação de penalidade prevista no contrato.

As reuniões acontecerão semanalmente, nas quartas-feiras. Logo, a Contratada terá até a reunião subsequente para apresentar o modelo BIM com as alterações acordadas na reunião anterior. No caso de algum impedimento para realizar as alterações necessárias e acordadas, a Contratada deverá comunicar, no momento da reunião, à SUMAI para ser visto a possibilidade de revisão do prazo ou solução.

Todas as reuniões semanais ao longo do desenvolvimento do projeto serão registradas em ata. O não comparecimento da Contratada na reunião ensejará em penalidades previstas no contrato por entrega em atraso.

Nenhuma etapa poderá ser seguida sem a autorização e aprovação por escrito da SUMAI, e, sobretudo, sem o cumprimento da etapa anterior e as devidas compatibilizações e a total conclusão dos serviços.

- **Reunião 23 - Entrega dos Projetos Executivos e Orçamento (FASE 4 – MARCO 4.2)**

O coordenador do projeto apresentará, em reunião, registrada em ata, o projeto executivo compatibilizado e o orçamento. É importante salientar que a compatibilização destes projetos deverá ser feita ao longo do desenvolvimento dos mesmos, de forma contínua, e que deverão ser feitas reuniões semanais com a participação da SUMAI para a apresentação dos conflitos encontrados e as soluções dos mesmos.

A reunião 23 tem como objetivo a entrega do projeto executivo e orçamento consolidado, logo, o não comparecimento da Contratada ensejará as penalidades previstas no contrato por entrega em atraso.

No fim do marco 4.2 a SUMAI se posicionará sobre os produtos finais elaborados neste marco. A entrega final do marco 4.2 corresponde a medição de 40% do valor contratual.

- **PROCEDIMENTOS PARA CONTROLE DA QUALIDADE**

As verificações devem ser realizadas para garantir a qualidade do modelo. O gerente do modelo de cada disciplina deverá ser o responsável pela qualidade dos modelos desenvolvidos. O número de ocorrências deverá ser controlado em planilha de modo que se possa acompanhar o tipo e a frequência das ocorrências, identificando-se e adotando-se medidas corretivas para a redução das mesmas a cada verificação. Todas as verificações deverão ser validadas pela SUMAI.

O Quadro 55 mostra as verificações e periodicidade que deverão ser feitas para alcançar a qualidade pretendida.

Quadro 55 – Verificações de qualidade

Verificação	Definição	Parte responsável	Software	Frequência
Confirmação visual	Certificar que a intenção do projeto foi seguida; Verificar se todos os elementos do modelo encontram-se nos "Worksets" corretos, entre outras confirmações.	Empresa contratada	Revit	Semanalmente
Interferência	<p>Detectar problemas no modelo onde dois componentes de construção estão em choque.</p> <p>Cada disciplina deverá submeter o seu modelo à verificação interna de interferência de seus elementos, com utilização de ferramentas de <i>Clash Detection</i>, no próprio Revit, no Navisworks.</p> <p>Já a compatibilização dos modelos entre as várias disciplinas deve ocorrer durante o desenvolvimento do projeto de cada disciplina em sua modelagem.</p> <p>Os projetos de todas as disciplinas devem ser desenvolvidos com verificações constantes dos modelos das demais disciplinas.</p> <p>Desta forma, os resultados das seções de <i>Clash Detection</i> gerais não terão número de ocorrências exagerado.</p>	Empresa contratada	Navis works	Semanalmente
Padrões	Certificar que o padrão BIM foi seguido (fontes, dimensões, linha, níveis / camadas etc.)	Empresa contratada	Revit	Quinzenalmente
Validação dos elementos	Realizar verificação para garantir que nenhum elemento do modelo contenha dados incorretos e que todos contenham os dados mínimos necessários para aquele momento de desenvolvimento do modelo.	Empresa contratada	Revit	Quinzenalmente

Fonte: elaborado pela autora, 2017.