



UFBA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI

DOUTORADO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL

PATRÍCIA SOARES LINS

MÉTODO DE PROJETO DE *LAYOUT* INTEGRADO À PRODUÇÃO MAIS LIMPA
(P+L): UMA ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO APLICADA EM PEQUENOS
NEGÓCIOS DO SETOR MOVELEIRO



SALVADOR
2024

PATRÍCIA SOARES LINS

**MÉTODO DE PROJETO DE *LAYOUT* INTEGRADO À
PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L): UMA ESTRATÉGIA DE
IMPLEMENTAÇÃO APLICADA EM PEQUENOS NEGÓCIOS
DO SETOR MOVELEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, como requisito à obtenção do grau de Doutora em Engenharia Industrial.

Orientador:

Prof. Dr. Sandro Fábio César (UFBA)

Coorientador:

Prof. Dr. Asher Kiperstok (UFSE)

Coorientadora:

Profa. Dra. Áurea Luiza Q. R. e S. Rapôso (IFAL)

Salvador
2024

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Bernadete
Sinay Neves, Escola Politécnica - UFBA.

L759 Lins, Patrícia Soares.
Método de projeto de layout integrado à produção mais limpa (P+L):
uma estratégia de implementação aplicada em pequenos negócios do
setor moveleiro / Patrícia Soares Lins. – Salvador, 2024.

372f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Fábio César.

Coorientador: Prof. Dr. Asher Kiperstok.

Coorientadora: Profa. Dra. Áurea Luiza Quixabeira Rosa e Silva
Rapôso.

Tese (doutorado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia
Industrial, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2024.

1. Produção mais limpa. 2. Layout - projeto. 3. Layout industrial. 4.
Indústria moveleira. 4. Micro e Pequenas Empresas. I. César, Sandro Fábio.
II. Kiperstok, Asher. III. Rapôso, Áurea Luiza Quixabeira Rosa e Silva. IV.
Universidade Federal da Bahia. V. Título.

CDD: 658.23


MÉTODO DE PROJETO DE *LAYOUT* INTEGRADO À PRODUÇÃO MAIS LIMPA(P+L): UMA ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO APLICADA EM PEQUENOS NEGÓCIOS DO SETOR MOVELEIRO.

PATRÍCIA SOARES LINS


Tese submetida ao corpo docente do programa de pós-graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de doutora em Engenharia Industrial.

Examinada por:


Prof. Dr. SANDRO FÁBIO CÉSAR
Doutor em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2002.

Documento assinado digitalmente
 SANDRO FABIO CESAR
Data: 15/03/2024 15:20:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof. Dr. EUGÊNIO ANDRÉS DIAZ MERINO
Doutor em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2000.

Documento assinado digitalmente
 Eugenio Andres Diaz Merino
Data: 15/03/2024 20:26:28-0300
CPF: ***.846.917-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

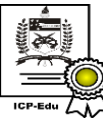
Prof. Dr. LUCIANO COSTA SANTOS
Doutor em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2007.

Documento assinado digitalmente
 LUCIANO COSTA SANTOS
Data: 17/03/2024 22:08:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. JÚLIO CESAR MOLINA
Doutor em ENGENHARIA CIVIL - ESTRUTURAS, pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, Brasil, 2008.

Documento assinado digitalmente
 JULIO CESAR MOLINA
Data: 17/03/2024 09:40:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dr^a. GISELLE SCHMIDT ALVES DIAZ MERINO
Doutora em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2014.

Documento assinado digitalmente
 Giselle Schmidt Alves Diaz Merino
Data: 15/03/2024 20:32:50-0300
CPF: ***.441.589-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Salvador, BA - BRASIL
Março/2024

Com amor e carinho, dedico este trabalho à minha mãe, Rosanilda Soares Lins, e a meu pai, "in memoriam", Geraldo de Carvalho Lins, que me ensinaram a ter perseverança, fé e respeito por todos os seres deste plano e de planos superiores. Dedico também à minha filha, Danielle Lins Lôbo, meu amor mais puro e transformador, razão de todo o meu esforço.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Alagoas (IFAL) e à Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (EP-UFBA), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (PEI/EP-UFBA), pelo convênio.

Aos amigos e colegas de trabalho e ao colegiado do Curso Superior de Tecnologia em Design de Interiores do Instituto Federal de Alagoas (CSTDI/IFAL).

Ao orientador, Prof. Dr. Sandro Fábio César (UFBA), e aos coorientadores Prof. Dr. Asher Kiperstok (UFSB) e Profa. Dra. Áurea Luíza Quixabeira Rosa e Silva Rapôso (IFAL).

Aos membros da banca de qualificação, Prof. Dr. Clóvis Neumann da Universidade de Brasília (UnB) e Prof. Dr. Armando Hirohumi Tanimoto do Instituto Federal da Bahia (IFBA).

Aos membros da banca de pré-defesa e defesa Prof. Dr. Eugênio Andrés Diaz Merino da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Profa. Dra. Giselle Schmidt Alves Díaz Merino da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Prof. Dr. Luciano Costa Santos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Prof. Dr. Júlio Cesar Molina da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP).

Aos Profs. coordenadores do PEI/EP-UFBA, Márcio André Fernandes Martins e Elaine Christine de Magalhães Cabral Albuquerque; aos membros do colegiado do curso; a Tatiane Reis, Edilson Sacramento e Robinson Xavier da secretaria do PEI.

Ao professor Dr. Sandro Fábio César, coordenador do Laboratório de Madeiras do Departamento de Construção e Estruturas (DCE) da EP-UFBA e aos estudantes e pesquisadores, pela acolhida; e à Profa. Dra. Rita Dione Araújo Cunha pesquisadora do Laboratório de Madeiras da DCE/EP-UFBA.

Aos colegas do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) que participaram do Curso de PEI/EP-UFBA, pelas parcerias, discussões e estudos.

Aos colegas do IFAL Ariadne Aguiar Vitória Mendonça, Sandra Francisco da Silva, Cristiane Francisco da Silva, Marden Vergetti Cardoso Doria e Sdenison de Araujo Caldas do PEI/EP-UFBA, pelas parcerias, discussões e estudos.

Ao Núcleo de Gestão de Design (NGD) e Laboratório de Design e Usabilidade (LDU) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); e aos Professores Dr. Eugênio Andrés Diaz Merino (UFSC) e Profa. Dra. Giselle Schmidt Alves Diaz Merino (UDESC/UFSC) pelo acolhimento no NGD/UFSC, e intercâmbio de conhecimentos.

À empresa Marfi Indústria e Comércio de Móveis localizada em Palhoça/SC, pela contribuição e acolhimento.

À Marcenaria Carmel localizada em Maceió/AL, à Ronilvo Melo, Pâmala Carolyne dos Santos Melo e equipe pela contribuição teórica e prática e acolhimento.

Aos membros do Grupo de Estudos Interdisciplinares em Design (GEID/IFAL); e às amigas Profas. Dras. Rossana Viana Gaia (IFAL) e Áurea Luíza Quixabeira Rosa e Silva Rapôso (IFAL), pelas discussões, contribuições teóricas e orientações.

À arquiteta Maxsilâne Maria de Oliveira Caetano pela elaboração de materiais gráficos, à designer Isabelle Farias pela transferência dos croquis do método para o formato digital, ao designer Daniel Carvalho dos Santos pela participação no projeto de inovação com a elaboração do manual de aplicação do Sistema de Sinalização para a Marcenaria Carmel.

À minha família; à minha filha, Danielle Lins Lôbo, e ao meu esposo Odilon Henrique Ferro Cordeiro da Silva; e especialmente, à minha mãe Rosanilda Soares Lins pelo amor, dedicação e apoio durante todos esses anos de vida e de estudo.

LINS, P. S. Método de projeto de *Layout* integrado à Produção mais Limpa (P+L): uma estratégia de implementação aplicada em pequenos negócios do setor moveleiro. 372 f. il. 2024. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da UFBA, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2024.

RESUMO

Esta tese defende o desenvolvimento do método de projeto de *Layout* integrado à Produção mais Limpa (P+L) como estratégia para implementar a P+L, e teve como foco de aplicação pequenos negócios do setor moveleiro. Para isso, identificou, analisou e elaborou parâmetros de integração entre métodos de projeto de *layout* e de implementação da P+L; aplicou e avaliou o método em pequenos negócios do setor moveleiro; e analisou a minimização das perdas produtivas relacionadas a recursos naturais e desperdícios de processo nos estudos de caso (EC1 e EC2). Trata-se de pesquisa aplicada qualitativa e quantitativa, de caráter exploratório. Foi desenvolvida em quatro momentos categorizados como Inspiração (1), Idealização (2), Implementação (3) e Intervenção (4); em 4 fases, fundamentação teórica (A), desenvolvimento (B), aplicação (C) e avaliação (D). A fase A incluiu levantamento, organização e análise dos dados. Na fase B identificaram-se (i) parâmetros e pontos de convergência entre fatores de projeto de *layout* e critérios para implementar a P+L, (ii) o desenvolvimento conceitual do método e (iii) a prototipação formal. Parte da Fase C foi o EC1 em indústria moveleira em Palhoça (SC); a outra aplicação foi o EC2 realizado em Maceió (AL) para avaliar o método, fase D. No EC1, os desperdícios em áreas e fluxos foram mapeados e minimizados, a área para estoques, para material em processo e as linhas de fluxos de abastecimento foram melhoradas e reduzidas em 25,59%, 72,69% e em 46,24% respectivamente, com reflexos positivos para a área de produção que foi ampliada em 33,33%. As áreas para descarte de materiais foram eliminadas e as destinadas a subprodutos para reuso/reciclo interno/externo foram reduzidas em 51,69 % com a alocação integrada de coletores e estantes nos centros de produção, e elaboração de fluxos para subprodutos, elo inovador. No EC2, houve acompanhamento e análise da produção de um guarda-roupa antes do projeto e implementação, e verificaram-se perdas de 7,425 m² de MDF por equívocos nos planos de corte e falta de visibilidade do estoque na planta, e 2,365 m² de MDF descartados em aterro. A implantação do projeto de *L^{P+L}* melhorou o posicionamento ambiental, espaço gerencial, capacitação e funções, aspectos técnicos e tecnológicos. A área de circulação aumentou em 35,06% com melhorias na capacidade produtiva da planta, na eficiência dos fluxos da produção em 19,88%, e nos fluxos de abastecimento em 50,99%. Houve minimização de perdas produtivas com recursos naturais e desperdícios de processo, implantação da coleta seletiva, reuso/reciclo, e redução de 32,03% em fluxos de subprodutos que passaram a ser detalhados em caderno técnico; as sobras de MDF passaram a ser separadas, catalogadas e organizadas na planta para reuso/reciclo interno, e os retalhos destinados a Ecoponto e reuso/reciclo externo. Os dados do EC2 confirmam que o projeto de *L^{P+L}* é estratégia para implementar pensamento preventivo socioambiental, promover e potencializar a minimização de perdas produtivas com recursos naturais, evitar desperdícios em processos na fonte geradora, garantir segurança e inovação no ambiente de trabalho.

Palavras-chave: Produção mais Limpa (P+L). *Layout*. *Layout* industrial. Arranjo físico. Projeto de *Layout*. Método de Projeto. Integração. Micro e Pequenas Empresas. Indústria moveleira. Setor Moveleiro.

LINS, P. S. Layout design method integrated with Cleaner Production (CP): an implementation strategy applied in small businesses in the furniture sector. 372 f. il. 2024. Thesis (Doctorate) - Polytechnic School of UFBA, Federal University of Bahia, Salvador, 2024.

ABSTRACT

This thesis defends the development of the Layout design method integrated with Cleaner Production (CP) as a strategy to implemented CP, and focussed on small businesses in the furniture sector. To this end, it identified, analysed and developed parameters for integrating layout design methods and CP implementation; applied and evaluated the method in small businesses in the furniture sector; and analysed the minimisation of production losses related to natural resources and process waste in the case studies (CS1 and CS2). This is an applied qualitative and quantitative exploratory study. It was developed in four stages categorised as Inspiration (1), Ideation (2), Implementation (3) and Intervention (4); in 4 phases, theoretical foundation (A), development (B), application (C) and evaluation (D). Phase A included data collection, organisation and analysis. Phase B identified (i) parameters and points of convergence between layout design factors and criteria for implementing CP, (ii) the conceptual development of the method and (iii) formal prototyping. Part of phase C was CS1 in a furniture industry in Palhoça (SC); the other application was CS2 carried out in Maceió (AL) to evaluate the method, phase D. In CS1, waste in areas and flows was mapped and minimised, the area for stocks, for material in process and the supply flow lines were improved and reduced by 25.59%, 72.69% and 46.24% respectively, with a positive impact on production area, which was increased by 33.33%. The areas for disposing of materials were eliminated and those destined for by-products for internal/external reuse/recycling were reduced by 51.69% with the integrated allocation of collectors and shelves in the production centers, and creation of flows for by-products, an innovative link. In CS2, the production of a wardrobe was monitored and analysed before the project and implementation, and losses of 7,425 m² of MDF were found due to mistakes in the cutting plans and lack of visibility of the stock in the plant, and 2,365 m² of MDF discarded in landfill. The implementation of the L^{CP} project improved environmental positioning, management space, training and functions, technical and technological aspects. The circulation area increased by 35.06% with improvements in the plant's production capacity, in the system efficiency of the production flows by 19.88% and in supply flows by 50.99%. There was a minimisation of production losses with natural resources and process waste, implementation of selective collection, reuse/recycling, and a 32.03% reduction in by-product flows, which are now detailed in a technical notebook; MDF leftovers are now separated, catalogued and organised in the plant for internal reuse/recycling, and scraps are destined for the Ecoponto and external reuse/recycling. The data from CS2 confirms that the L^{CP} project is a strategy for implementing preventive socio-environmental thinking, promoting and enhancing the minimising production losses with natural resources, avoiding waste in processes at the source, guaranteeing safety and innovation in the workplace.

Key words: Cleaner Production (CP). Layout. Industrial layout. Physical arrangement. Layout design. Project Method. Integration. Micro and Small Businesses. Furniture industry. Furniture Sector.

LINS, P. S. Método de proyecto de trazado integrado con Producción más Limpia (P+L): una estrategia de implementación aplicada a pequeñas empresas del sector mueblero. 372 f. Il. 2024. Tesis (Doctorado) – Escuela Politécnica UFBA, Universidad Federal de Bahía, Salvador, 2024.

RESUMEN

Esta tesis defiende el desarrollo del método de proyecto de trazado integrado con Producción más Limpia (P+L) como estrategia para implementar P+L, y enfocado a su aplicación en pequeñas empresas del sector del mueble. Para ello, identificó, analizó y desarrolló parámetros de integración entre métodos de proyecto de trazado y los métodos de implementación de P+L; aplicó y evaluó el método en pequeñas empresas del sector mueblero; y analizó la minimización de pérdidas de producción relacionadas con recursos naturales y residuos de procesos en los casos de estudio (EC1 y EC2). Se trata de una investigación aplicada cualitativa y cuantitativa, de carácter exploratorio. Se desarrolló en cuatro momentos categorizados como Inspiración (1), Idealización (2), Implementación (3) e Intervención (4); en 4 fases, fundamentación teórica (A), desarrollo (B), aplicación (C) y evaluación (D). La fase A incluyó la recopilación, organización y análisis de datos. En la fase B se identificaron (i) parámetros y puntos de convergencia entre los factores de proyecto del trazado y los criterios para implementar P+L, (ii) el desarrollo conceptual del método y (iii) la creación de prototipos formales. Parte de la Fase C fue EC1 en la industria del mueble en Palhoça (SC); la otra aplicación fue la EC2 realizada en Maceió (AL) para evaluar el método, fase D. En la EC1, se mapearon y minimizaron los desperdicios en áreas y flujos, se mejoraron el área de stocks, de material en proceso y las líneas de flujo de suministro y se redujeron un 25,59%, 72,69% y 46,24% respectivamente, con impactos positivos en el área de producción, que se amplió un 33,33%. Se eliminaron las áreas de disposición de materiales y se redujeron en un 51,69% las destinadas a subproductos para su reutilización/reciclado interno/externo con la asignación integrada de colectores y estanterías en los centros de producción, y la creación de flujos de subproductos, un vínculo innovador. En EC2 se realizó seguimiento y análisis de la producción de un guardarropa antes de su diseño e implementación, y hubo pérdidas de 7.425 m² de MDF por errores en los planos de corte y falta de visibilidad del stock en planta, y 2.365 m² de MDF desechados en vertedero. La implementación del proyecto L^{P+L} mejoró el posicionamiento ambiental, la gestión del espacio, la capacitación y funciones, aspectos técnicos y tecnológicos. El área de circulación aumentó un 35,06% con mejoras en la capacidad de producción de la planta, la eficiencia de los flujos de producción en un 19,88% y los flujos de suministro en un 50,99%. Se logró una minimización de pérdidas de producción con recursos naturales y residuos de proceso, implementación de recolección selectiva, reutilización/reciclaje y una reducción del 32,03% en los flujos de subproductos que comenzó a detallarse en una carpeta técnica; los sobrantes de MDF comenzaron a ser separados, catalogados y organizados en planta para su reutilización/reciclaje interno, y los retales con destino a Ecopunto y reutilización/reciclaje externo. Los datos de EC2 confirman que el proyecto L^{P+L} es una estrategia para implementar un pensamiento socioambiental preventivo, promover y potenciar la minimización de pérdidas de producción con recursos naturales, evitar desperdicios en los procesos en la fuente generadora, garantizar la seguridad y la innovación en el entorno laboral.

Palabras clave: Producción más Limpia (P+L). Disposición. Distribución industrial. Disposición física. Proyecto de trazado. Método del proyecto. Integración. Micro y Pequeñas Empresas. Industria del mueble. Sector del mueble.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Hierarquia com níveis, critérios e atributos para a implementação da P+L.....	48
Figura 2 - Ordem de prioridade para a minimização de resíduos	49
Figura 3 - Técnicas de minimização de resíduos.....	50
Figura 4 - Procedimentos de Avaliação e Minimização de resíduos.....	51
Figura 5 - Programa de Prevenção da Poluição (EPA, 1992) (visão geral).....	52
Figura 6 - passos para a implementação de programa de P+L.....	54
Figura 7 - Níveis das soluções para a P+L e níveis de projeto de <i>layout</i> integrados à P+L..	56
Figura 8 - Gestão da P+L em PMEs	57
Figura 9 - <i>Layout</i> posicional.....	71
Figura 10 - <i>Layout</i> por processo ou funcional.....	72
Figura 11 - <i>Layout</i> linear ou por produto	72
Figura 12 – <i>Layout</i> celular.....	73
Figura 13 - Fatores que influenciam o projeto de <i>layout</i> (arranjo físico)	75
Figura 14 – Fases do sistema SLP.....	77
Figura 15 - Modelo de procedimentos <i>Systematic Layout Planning</i> (SLP) de Muther (1978)	78
Figura 16 - Processo geral de planejamento de instalações.....	80
Figura 17 - Metodologia de elaboração de <i>layout</i> (arranjo físico) de Olivério (1985).....	81
Figura 18 - Inserção técnicas de combate a incêndio em projetos de <i>layout</i> (Villar, 2001) ...	87
Figura 19 - Decisões de <i>layout</i> (arranjo físico) de Slack; Chambers e Johnston (2002)	89
Figura 20 – Macro Processo de projeto de <i>layout</i> industrial de Camarotto (2006).....	90
Figura 21 - Processo de projeto de <i>layout</i> industrial de Camarotto (2006).....	91
Figura 22 - Metodologia PFL de Neumann; Scalice (2015).....	94
Figura 23 - Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos (GODP): visão geral (momentos e etapas).....	100
Figura 24 – Representação gráfica das 4 Fases da tese e dos 4 Momentos e 17 etapas da pesquisa.....	100
Figura 25 - Mapa Mental da etapa (1) – oportunidade e da etapa (2) – prospecção	103
Figura 26 - Caminho percorrido para a coleta de teses e dissertações	105
Figura 27 - Caminho percorrido para a coleta de artigos.....	105
Figura 28 - Momento da Idealização (2), etapas desta pesquisa e fases da tese.....	111
Figura 29 - Momento de Implementação (3), etapas desta pesquisa e fases da tese.....	112
Figura 30 - Momento da Intervenção (4), etapas desta pesquisa e fases da tese	118
Figura 31 - Esquema gráfico para a integração entre projeto de <i>layout</i> e a P+L.....	120
Figura 32 - Círculo cromático	124
Figura 33 - Justificativas das cores utilizadas para a aplicação	126

Figura 34 - Segundo momento do estudo das justificativas para a utilização das cores utilizadas para a aplicação	127
Figura 35 - Primeiro esboço de criação da imagem do método.	130
Figura 36 - Primeira organização dos fatores e dos 4 blocos	132
Figura 37 - Organização final dos fatores e dos 4 blocos	133
Figura 38 - Marco zero e pontos de conexão entre os blocos	134
Figura 39 - Possibilidades de trabalho com o método (por Bloco)	135
Figura 40- Possibilidades de trabalho com o método, por Fator.	135
Figura 41 - Ponto central, blocos e fatores.....	137
Figura 42 - Conjunto de desenhos criados para a conceituação gráfica do método.....	138
Figura 43- MÉTODO de projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L	140
Figura 44 - Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L, L^{P+L} ..	143
Figura 45 - Sequências de Fichas Técnicas (FTs) para Planos de Ação (PAs).....	145
Figura 46 - Bloco A: Infraestrutura gerencial e de pessoas.....	147
Figura 47 - Bloco A: Fator Mudança (M).....	148
Figura 48 - Bloco A: Fator Serviços (S).....	153
Figura 49 - Bloco A. Fator Mão-de-obra (MO)	158
Figura 50 - Bloco B: Infraestrutura de abastecimento e armazenamento	163
Figura 51 - Bloco B: Fator [Eco]Materiais (E.M)	164
Figura 52 - Bloco B: Fator Subprodutos (SP).....	169
Figura 53 - Bloco B: Fator Armazenamento e Espera (AE).....	174
Figura 54 - Bloco C: Infraestrutura física e tecnológica.....	179
Figura 55 - Bloco C: Fator Máquinas, Equipamentos e sistemas.....	180
Figura 56 - Bloco C: Fator [Eco]Edifício.....	185
Figura 57 - Bloco D: Infraestrutura de Movimentação, Expedição e Entrega.....	190
Figura 58 - Bloco D: Fator movimentação	191
Figura 59 - Bloco D: Fator Expedição e Entrega	196
Figura 60 - Método de projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L com elos inovadores em destaque	201
Figura 61 - Etapas para identificar a P+L + análise dos fluxos no EC1.....	203
Figura 62 - Etapas e passos da pesquisa para Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L no EC1.	206
Figura 63 - Planta de zoneamento das áreas (a.) com <i>layout</i> base da empresa EC1	209
Figura 64 - Planta dos Centros de Produção (CPs) e setores (s.) com <i>layout</i> base no EC1211	
Figura 65 - Fluxo de Informações (FI) (entradas, processos e saídas) no EC1	213
Figura 66 - Fluxograma Sintético de Fabricação e Montagem (FSFM) do EC1.	214

Figura 67 - Fluxos dos processos de produção, expedição e cliente no <i>layout</i> do CB no EC1	216
Figura 68 - Fluxos de abastecimento, entrada de material para estoque e setores de produção no <i>layout</i> do CB no EC1	218
Figura 69 - Fluxos de subprodutos e de descartes de materiais no <i>layout</i> do CB no EC1 ..	221
Figura 70 - Planta baixa de zoneamento das áreas (a.) com <i>layout</i> projetado para o EC1 .	227
Figura 71 - Planta dos Centros de Produção (CPs) e setores (s.) com <i>layout</i> projetado para o EC1	231
Figura 72 - Planta dos fluxos dos processos de produção, embalagem, expedição e cliente com <i>layout</i> projetado (C-PROJ) para EC1	235
Figura 73 - Planta dos fluxos de abastecimento no <i>layout</i> projetado para EC1	237
Figura 74 - Planta dos fluxos dos Subprodutos entre os Centros de Produção (CPs) e setores (s.) com <i>layout</i> projetado para EC1	239
Figura 75 – 75a a 75c - Mapa de localização com Pontos de Referência (PR) de interesse para a P+L	244
Figura 76 - Etapas/EC2 para identificar a P+L + análise do <i>layout</i> , das áreas e fluxos no CB.	246
Figura 77 – Etapas do EC2 para elaborar e implementar o projeto L^{P+L} e realizar a RAG... ..	247
Figura 78 - Organograma da empresa no CB elaborado no ano de 2018 (BLOCO A)	248
Figura 79 - Planta de zoneamento das áreas (a.) com <i>layout</i> do Cenário Base (CB) no EC2	250
Figura 80 - Planta de setorização dos Centros de Produção (CPs) com <i>layout</i> do Cenário Base (CB) no EC2	252
Figura 81- 81.a até 81.i - levantamento fotográfico do CB/EC2 realizado no período de 2015 a 2019.....	254
Figura 82 - Maquete com o <i>layout</i> do CB / EC2.....	255
Figura 83 – 83.a até 83.d - projeto do guarda-roupa, móvel teste (2019) / EC2.....	256
Figura 84.a - Linhas de fluxos com uso de Diagrama Espaguete de funcionários no EC2: funcionário 01 (camisa na cor azul - Vitor).....	258
Figura 84.b- Linhas de fluxos com uso de Diagrama Espaguete de funcionários no EC2: funcionário 02 (camisa na cor amarela - Rogério).....	259
Figura 84.c- Linhas de fluxos com uso de Diagrama Espaguete de funcionários no EC2... ..	259
Figura 85 - 85.a até 85.f - levantamento fotográfico da Imersão com grupo focal GEID/IFAL (2019)	260
Figura 86 - 86.a até 86.j - levantamento fotográfico da Imersão com grupo focal GEID/IFAL (2019)	262
Figura 87 – Fluxograma sintético da produção de guarda-roupa no CB do EC2	264

Figura 88 – Fluxos dos processos de produção, gestão, expedição e cliente com <i>layout</i> do CB no EC2	265
Figura 89 – Linhas de Fluxos dos processos de abastecimento com <i>layout</i> do CB no EC2267	
Figura 90– Linhas de Fluxos de Subprodutos com <i>layout</i> do CB no EC2	269
Figura 91 - 91.a até 91.f - reunião com grupo focal GEID/IFAL (2019) e empresa EC2	271
Figura 92 - Plantas alternativas de <i>layout</i> integrado à P+L para o EC2.....	274
Figura 93 - 93.a até 93.i - reunião para a construção de repertório de ideias com a equipe Carmel	275
Figura 94 - Planta de zoneamento das áreas (a.) com <i>Layout</i> ^{P+L} no Cenário Projetado (C-PROJ) para EC2	278
Figura 95 - Planta de Centros de Produção e setores (s.) com <i>Layout</i> ^{P+L} no C-PROJ para EC2	280
Figura 96- Gráfico comparativo de melhoria de áreas a partir de projeto de <i>L</i> ^{P+L} do EC2 ...	282
Figura 97 – 97a até 97j - Cenário Projetado (C-PROJ) em maquete eletrônica, Projeto 3D/EC2.....	283
Figura 98 - Planta de fluxos de produção, de gestão e supervisão, expedição, cliente e de apoio para funcionários do <i>Layout</i> ^{P+L} no C-PROJ para EC2	288
Figura 99 - Gráfico comparativo de fluxos de produção no CB e no C-PROJ do EC2	290
Figura 100 - Planta de fluxos de abastecimento com <i>Layout</i> ^{P+L} no C-PROJ para EC2.....	291
Figura 101 - Gráfico comparativo de fluxos de abastecimento no CB e no C-PROJ do EC2.	293
Figura 102 - Planta de alocação e destinação de subprodutos no projeto de <i>Layout</i> ^{P+L} no C-PROJ para EC2	295
Figura 103 - Linha do tempo da pesquisa e avanços da Marcenaria Carmel.....	299
Figura 104 - Roda de Avaliação Global (RAG) para avaliação do <i>L</i> ^{P+L} do EC2.....	303

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese e objetivos da coleta de dados.....	41
Quadro 2 - Benefícios da implementação da P+L em Pequenas e Médias Empresas (PMEs) moveleiras e estratégias para implementar..	60
Quadro 3 - Objetivos do projeto de <i>layout</i>	68
Quadro 4 - Relação entre tipos de processo e tipos básicos de <i>layout</i> (arranjo físico)	70
Quadro 5 - Técnicas e ferramentas utilizadas para projetos de <i>layout</i>	74
Quadro 6 - Definições e características dos fatores a serem observados em projetos de <i>Layout</i> e que o influenciam.....	76
Quadro 7 - Convergência entre definições de <i>layout</i> ou arranjo físico e Produção mais Limpa (P+L).....	96
Quadro 8 - Convergência entre os objetivos dos projetos de <i>layout</i> e da P+L	97
Quadro 9 - Padrão de cores para a planta de zoneamento das áreas e setorização.....	115
Quadro 10 - Simbologia para fluxograma de fabricação e montagem e mapofluxograma..	115
Quadro 11 - Simbologia utilizada para o FFM	116
Quadro 12 - Definições e características dos fatores de projeto de <i>layout</i> integrados aos critérios para a implementação da P+L que determinam parâmetros para a integração.....	121
Quadro 13 - Cores escolhidas para cada fator de projeto de <i>layout</i> integrado à P+L	129
Quadro 14 - Temas transversais dos Planos de Ação por Bloco (PA n ^{Bloco.Fator}).....	146
Quadro 15 - Elos de inovação do projeto de L^{P+L} , quanto ao Fator Mudança (M):.....	149
Quadro 16 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas - Ficha Técnica 1 (FT1) para Planos de Ação (PA n ^{Bloco A.Fator Mudança}).....	150
Quadro 17 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas – Ficha Técnica 2 (FT2) para Planos de Ação (PA n ^{Bloco A.Fator Mudança}).....	151
Quadro 18 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas – Ficha Técnica 3 (FT3) para Planos de Ação (PA n ^{Bloco A.Fator Mudança}).....	152
Quadro 19 - Elos inovadores do projeto de L^{P+L} , quanto ao Fator Serviços (S):	154
Quadro 20 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas - Ficha Técnica 1 (FT1). Planos de Ação (PA n ^{Bloco A.Fator Serviços}).....	155
Quadro 21 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas - Ficha Técnica 2 (FT2). Planos de Ação (PA n ^{BlocoA.Fator Serviços}).	156
Quadro 22 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas – Ficha Técnica 3 (FT3) para Planos de Ação (PA n ^{Bloco A.Fator Serviço}).....	157
Quadro 23 - Elos inovadores do projeto de L^{P+L} , quanto ao Fator Mão-de-Obra (MO):	159
Quadro 24 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas-Ficha Técnica 1 (FT1). Planos de Ação (PA n ^{BlocoA.Fator Mão-de-Obra}).....	160

Quadro 25 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas - Ficha Técnica 2 (FT2). Planos de Ação (PA n ^{Bloco A.Fator Mão-de-Obra}).....	161
Quadro 26 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas - Ficha Técnica 3 (FT3). Planos de Ação (PA n ^{Bloco A.Fator Mão-de-Obra}).....	162
Quadro 27 - Elos inovadores do projeto de [R]L ^{P+L} , Fator [Eco]Materiais (E.M):.....	165
Quadro 28 - Bloco B. Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento - Ficha Técnica 1 (FT1). PA n ^{Bloco B.Fator [Eco]Materiais}	166
Quadro 29 - Bloco B: Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento. Ficha Técnica 2 (FT2). (PA n ^{Bloco B.Fator [Eco]Materiais}).....	167
Quadro 30 - Bloco B: Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento - Ficha Técnica 3 (FT3). (PA n ^{Bloco B.Fator [Eco]Materiais}).....	168
Quadro 31 - Elos Inovadores do projeto de L ^{P+L} , Fator Subproduto (SP):.....	170
Quadro 32 - Bloco B. Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento - Ficha Técnica 1 (FT1). (PA n ^{Bloco B.Fator Subprodutos}).....	171
Quadro 33 - Bloco B: Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento - Ficha Técnica 2 (FT2). (PA n ^{Bloco B.Fator Subprodutos}).....	172
Quadro 34 - Bloco B: Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento - Ficha Técnica 3 (FT3). (PA n ^{Bloco B.Fator Subprodutos}).....	173
Quadro 35 - Elos Inovadores do projeto de L ^{P+L} , Fator Armazenamento e Espera (AE):.....	175
Quadro 36 - Bloco B: Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento - Ficha Técnica 1 (FT1). (PA n ^{Bloco B Fator Armazenamento e Espera}).....	176
Quadro 37 - Bloco B: Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento- Ficha Técnica 2 (FT2). (PA n ^{Bloco B Fator Armazenamento e Espera}).....	177
Quadro 38 - Bloco B: Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento - Ficha Técnica 3 (FT3). (PA n ^{Bloco B Fator Armazenamento e Espera}).....	178
Quadro 39 - Elos Inovadores do projeto de L ^{P+L} , Fator Máquinas, Equipamentos (ME) e sistemas:.....	181
Quadro 40 - Bloco C: Infraestrutura física e tecnológica - Ficha Técnica 1 (FT1). (PA n ^{Bloco C.Fator Máquinas, Equipamentos e sistemas}).....	182
Quadro 41 - Bloco C: Infraestrutura física e tecnológica - Ficha Técnica 2 (FT2). (PA n ^{Bloco C.Fator Máquinas, Equipamentos e sistemas}).....	183
Quadro 42 - Bloco C: Infraestrutura física e tecnológica - Ficha Técnica 3 (FT3). (PA n ^{Bloco C.Fator Máquinas, Equipamentos e sistemas}).....	184
Quadro 43 - Elos Inovadores do projeto de L ^{P+L} , Fator [Eco]Edifício (E.D):.....	186
Quadro 44 - Bloco C: Infraestrutura física e tecnológica - Ficha Técnica 1 (FT1). (PA n ^{Bloco C.Fator [Eco]Edifício}).....	187

Quadro 45 - Bloco C: Infraestrutura física e tecnológica - Ficha Técnica 2 (FT2). (PA n ^{Bloco} C.Fator [Eco]Edifício)	188
Quadro 46 - Bloco C: Infraestrutura física e tecnológica - Ficha Técnica 3 (FT3). (PA n ^{Bloco} C.Fator [Eco]Edifício)	189
Quadro 47 - Elos Inovadores do projeto de L ^{P+L} , Fator Movimentação (MV):	192
Quadro 48 - Bloco D: Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega - Ficha Técnica 1 (FT1). (PA n ^{Bloco D.Fator Movimentação})	193
Quadro 49 - Bloco D: Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega - Ficha Técnica 2 (FT2). (PA n ^{Bloco D.Fator Movimentação})	194
Quadro 50 - Bloco D: Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega - Ficha Técnica 3 (FT3). (PA n ^{Bloco D.Fator Movimentação})	195
Quadro 51 - Elos Inovadores do projeto de L ^{P+L} , Fator Expedição e Entrega (EE):	197
Quadro 52 - Bloco D: Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega - Ficha Técnica 1 (FT1). PA n ^{Bloco D.Fator Expedição e Entrega}	198
Quadro 53 - Bloco D: Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega - Ficha Técnica 2 (FT2). PA n ^{Bloco D.Fator Expedição e Entrega}	199
Quadro 54 - Bloco D: Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega - Ficha Técnica 3 (FT3). PA n ^{Bloco D.Fator Expedição e Entrega}	200
Quadro 55 - Requisitos e Condicionantes de projeto (RC-PROJ) para identificar Oportunidades de P+L (O ^{P+L}) a partir da análise das áreas e dos fluxos dos processos e <i>layout</i>	204
Quadro 56 - Pontos Críticos (PCs) na infraestrutura física, sistemas e tecnologias por áreas (a.) e setores (s.) no EC1.	222
Quadro 57 - Oportunidades de P+L integradas a fatores de projeto de <i>layout</i> no EC1.	224
Quadro 58 – Pontos Críticos (PCs) da infraestrutura física, sistemas e tecnologias por áreas (a.) e setores (s.) do EC2.	271
Quadro 59 - Oportunidades de P+L integradas a fatores de projeto de <i>layout</i> no EC2..	276

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AE	Armazenamento e Espera
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
ADI	Análises Diagnósticas Integradas
APLs	Arranjos Produtivos Locais
ASME	<i>American Society of Mechanical Engineers</i>
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAFe	Comunidade Acadêmica Federada
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CB	Cenário Base
CNTL	Centro Nacional de Tecnologias Limpas
C-PROJ	Cenário Projetado
CPs	Centros de Produção
DS	Desenvolvimento Sustentável
EE	Expedição e Entrega
EC	Estudo de Caso
E.D	[Eco]Edifício
E.M	[Eco]Materiais
EPP	Empresas de Pequeno Porte
FB	Fitas de bordas
FFM	Fluxograma de Fabricação e Montagem
FI	Fluxograma de Informações
FSFM	Fluxograma Sintético de Fabricação e Montagem
GA	Gestão Ambiental
GEID	Grupo de Estudos Interdisciplinares em Design
GM ^{+L}	Gestão de Mudanças ^{+L}
GODP	Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos
GPPP ^{+L}	Gestão de Projetos, Processos e Produtos ^{+ Limpos}
GSCM	<i>Green Supply Chain Management</i>
IDI	Indicadores de Desempenho de Integração
IFAL	Instituto Federal de Alagoas

LDU	Laboratório de Design e Usabilidade
L ^{P+L}	<i>Layout</i> integrado à P+L
M	Mudanças
ME	Máquinas, Equipamentos e sistemas
MEI	Microempreendedores Individuais
MO	Mão-de-obra
MP	Matéria-Prima
MV	Movimentação
NGD	Núcleo de Gestão de Design
NR	Norma Regulamentadora
NT	Norma Técnica
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OS	Ordem de Serviço
P+L	Produção mais Limpa
PA	Plano de Ação
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PCP ^{+L}	Planejamento e Controle da Produção ^{+Limpa}
PCs	Pontos Críticos
PEI/EP-UFBA	Programa de Engenharia Industrial da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia
PFL	Projeto de Fábrica e <i>Layout</i>
PLCs	Planos de Corte
PMEs	Pequenas e Médias Empresas
PP	Prevenção da Poluição
P-Q-L	Produto-Quantidade-Lucro
RAG	Roda de Avaliação Global
S	Serviços
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SLP	<i>Systematic Layout Planning</i>
SP	Subproduto
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
VT	Visita Técnica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	29
1.1	Contextualização do trabalho e objeto de estudo	29
1.2	Formulação do Problema	32
1.3	Premissa	33
1.4	Objetivos	33
1.4.1	Objetivo Geral	33
1.4.2	Objetivos específicos.....	34
1.5	Justificativa	34
1.6	Lacuna	37
1.7	Metodologia da pesquisa: classificação e caracterização geral	40
1.7.1	Identificação das variáveis e técnicas de coleta de dados	41
1.8	Contribuição	42
1.9	Estrutura da tese	43
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA (FASE A)	44
2.1	Produção mais Limpa (P+L)	44
2.1.1	Produção mais Limpa e integração com outras atividades de negócios ...	44
2.1.2	Critérios e atributos para a implementação da P+L.....	48
2.1.3	Métodos e modelos para a implementação da P+L	49
2.1.3.1	Ordem de prioridade e técnicas para a minimização de resíduos	49
2.1.3.2	Procedimentos de Avaliação e Minimização de resíduos.....	51
2.1.3.3	Profitable Environmental Management (PREMA) (1996 a 2005)	53
2.1.3.4	Método de implementação da P+L – CNTL/SENAI-RS (2003a)	54
2.1.3.5	Níveis de soluções encontradas para a P+L	55
2.1.3.6	Gestão da P+L em PMEs	57
2.1.4	Produção mais Limpa em pequenos negócios do setor moveleiro	57
2.2	Layout	64
2.2.1	Sistemas produtivos e conceitos de <i>layouts</i> de áreas de produção	64
2.2.2	Objetivos de projetos de <i>layouts</i>	67
2.2.3	Tipos de <i>layouts</i> e como escolher	70
2.2.3.1	Tipos de <i>layout</i>	71
2.2.3.1.1	<i>Layout</i> posicional ou por posição fixa (<i>project shop</i>).....	71
2.2.3.1.2	<i>Layout</i> funcional ou por processo (<i>Job Shops</i>)	72

2.2.3.1.3	<i>Layout</i> linear ou por produto (<i>flow shop</i>).....	72
2.2.3.1.4	<i>Layout</i> celular.....	73
2.2.3.1.5	<i>Layout</i> híbrido ou mistos.....	73
2.2.4	Técnicas e ferramentas para projetos de <i>layout</i>	74
2.2.5	Fatores que influenciam o projeto de <i>layout</i> das instalações.....	74
2.2.6	Métodos de projeto de <i>layout</i>	76
2.2.6.1	Modelo de Richard Muther (1978)	77
2.2.6.2	Modelo para o processo de planejamento de instalações de James A. Tompkins e John A. White (1984).....	79
2.2.6.3	Metodologia de Olivério (1985)	80
2.2.6.4	Modelo de Quaterman Lee (1996)	83
2.2.6.5	Metodologia Gonçalves Filho (2001)	84
2.2.6.6	Modelo Villar (2001)	86
2.2.6.7	Modelo de Hyer e Wemmerlov (2001)	88
2.2.6.8	Modelo Slack; Chambers e Johnston (2002)	88
2.2.6.9	Modelo 3P Kaizen.....	89
2.2.6.10	Modelo de Vilarinho e Guimarães (2003)	90
2.2.6.11	Metodologia para projeto de <i>layout</i> industrial (Camarotto, 2006).....	90
2.2.6.12	Modelo de Planejamento das Instalações Industriais Livre de Barreiras .	92
2.2.6.13	Modelo de análise, projeto e implementação de <i>layout</i> industrial orientado para a produção enxuta (Silva, 2009).....	93
2.2.6.14	Metodologia Projeto de Fábrica e <i>Layout</i> (PFL).....	93
2.2.7	Convergências entre conceitos de <i>layout</i> e P+L para a integração	96
3	MÉTODO DE PESQUISA	98
3.1	Conceitos de projeto, processo de projeto e método	98
3.2	Estruturação das fases da tese, momentos e etapas da pesquisa	99
4	DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL DO MÉTODO DE PROJETO DE LAYOUT INTEGRADO À PRODUÇÃO MAIS LIMPA (FASE B)	120
4.1	Integração entre <i>layout</i> e P+L e parâmetros de projeto	120
4.2	Desenvolvimento e justificativas conceituais da construção teórica e gráfica do método de projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L	123
5	MÉTODO DE PROJETO DE LAYOUT INTEGRADO À (P+L)	139
5.1	Estrutura com 4 (quatro) Blocos e 10 (dez) Fatores de integração para projeto de <i>Layout</i> integrado à Produção mais Limpa (P+L)	139

5.2	Roda de Avaliação Global (RAG) com régua de Indicadores de Desempenho de Integração.....	142
5.3	Blocos e Fichas Técnicas para identificar, analisar e implementar o projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L	143
6	APLICAÇÃO DO MÉTODO DE PROJETO DE LAYOUT INTEGRADO À PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA INDÚSTRIA MOVELEIRA (FASES C, D)	202
6.1	Indústria moveleira da cidade de Palhoça (SC). EC1	202
6.1.1	Processo de projeto de <i>layout</i> integrado à Produção mais Limpa. Cenários base e projetado-EC1.	202
6.1.1.1	Materiais e métodos	202
6.1.1.2	Resultados e análises	207
6.1.1.2.1	Análise do zoneamento das áreas (a.) no <i>layout</i> base.....	208
6.1.1.2.2	Análise dos Centros de Produção e setores no <i>layout</i> base	210
6.1.1.2.3	Fluxogramas de Informações e Fluxograma Sintético de Fabricação e Montagem	212
6.1.1.2.4	Análises dos fluxos dos processos de produção, expedição, cliente e do abastecimento no <i>layout</i> do Cenário Base.....	215
6.1.1.2.5	Alocação e destinação de subprodutos no <i>layout</i> do Cenário Base.....	220
6.1.1.2.6	Oportunidades de P+L a partir da análise das áreas, setores e fluxos	224
6.1.1.3	Projeto de <i>layout</i> como estratégia para implementar a P+L (EC1).....	226
6.1.1.3.1	Análise do zoneamento das áreas no <i>Layout</i> integrado à P+L - L^{P+L}	226
6.1.1.3.2	Análise dos Centros de Produção e setores no L^{P+L}	229
6.1.1.3.3	Análise dos Fluxos dos processos no projeto de L^{P+L}	234
6.1.1.3.4	Análises dos fluxos processos de abastecimento no projeto de L^{P+L}	236
6.1.1.3.5	Análises dos fluxos dos subprodutos no L^{P+L}	238
6.1.1.3.6	Discussão-EC1.....	240
6.2	Indústria moveleira da cidade de Maceió (AL): estudo de Cenários Base (CB) e do Cenário projetado (C-PROJ) e pesquisa-ação no EC2	242
6.2.1	Aplicação do Método de projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L – L^{P+L}	243
6.2.1.1	Materiais e métodos	245
6.2.1.2	Resultados das Análises Diagnósticas Integradas (ADI).....	247
6.2.1.2.1	Infraestrutura de gestão e de pessoas no Cenário Base (CB)	247
6.2.1.2.2	Análise do Zoneamento das áreas no <i>Layout</i> do Cenário Base (CB) ...	250
6.2.1.2.3	Análise dos Centros de Produção (CPs) e setores (s.) no <i>layout</i> CB....	251

6.2.1.2.4	Apresentação do CB em fotos e em maquete eletrônica, Projeto 3D ...	253
6.2.1.2.5	Infraestrutura de materiais, subprodutos e armazenamento no CB.....	256
6.2.1.2.6	Infraestrutura de movimentação, expedição, entrega CB – Bloco D.....	263
6.2.1.2.6.1	Fluxogramas Sintéticos de Informações (FI), de Fabricação e Montagem (FSFM) e Fluxogramas Sintéticos de Subprodutos (FSSP).....	263
6.2.1.2.6.2	Análise dos Fluxos dos processos de produção, supervisão, expedição e cliente no CB	265
6.2.1.2.6.3	Análise dos Fluxos dos processos de abastecimento no CB.....	266
6.2.1.2.6.4	Análise dos Fluxos dos subprodutos no CB.....	268
6.2.1.2.6.5	Quadro de Pontos Críticos (PCs) nas Áreas (a.) e Setores (s.) do EC2271	
6.2.1.2.6.6	Oportunidades de P+L a partir da análise das áreas, setores e fluxos dos processos no EC2	276
6.2.1.3	Projeto de Layout como estratégia para implementar a P+L no EC2 ...	277
6.2.1.3.1	Infraestrutura Física e Tecnológica, Bloco C. Análise do zoneamento das áreas no do Cenário Projetado (C-PROJ)	277
6.2.1.3.2	Análise dos Centros de Produção (CPs) e setores (s.) no C-PROJ	279
6.2.1.3.3	Apresentação do Cenário Projetado em maquete eletrônica, Proj. 3D.	283
6.2.1.3.4	Infraestrutura de materiais, subprodutos e armazenamento no C-PROJ– Bloco B	286
6.2.1.3.5	Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega no Cenário projetado – Bloco D	287
6.2.1.3.5.1	Análise de fluxos de produção, de supervisão de processos, de expedição, de clientes e de apoio para funcionários no projeto de L^{P+L}	287
6.2.1.3.5.2	Análise de Fluxos de abastecimento no projeto de L^{P+L}	291
6.2.1.3.5.3	Alocação e destinação de subprodutos no projeto de L^{P+L}	293
6.2.1.3.5.4	Avaliação do projeto de L^{P+L}	303
6.2.1.3.5.5	Discussão EC2	304
7	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	307
	REFERÊNCIAS	312
	APÊNDICES.....	332
	ANEXOS.....	366

1 INTRODUÇÃO

A introdução apresenta a contextualização do trabalho e objeto de pesquisa, formulação do problema, hipóteses, objetivos, justificativa, lacuna, metodologia da pesquisa — classificação quanto à natureza, à abordagem e ao método investigativo e caracterização geral, delimitação, identificação das variáveis, técnicas de coleta de dados —, acrescido da contribuição e estrutura da tese.

1.1 Contextualização do trabalho e objeto de estudo

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) incentivam pesquisa,ecoinovação, melhorias em saúde e bem-estar, produção e consumo ecoeficientes, ações de prevenção, reuso e reciclagem para reduzir descartes de Matérias-Primas (MPs) e a geração de poluentes.

Descartes de materiais são perdas produtivas, desperdícios em processos, poluição ambiental e custos; provocam impacto ambiental negativo nos espaços físicos industriais e entorno, danos para os seres humanos e ecossistemas. As empresas precisam evitar a geração de poluentes ou minimizar essas perdas e reposicioná-las como bem social, econômico e ambiental a partir de mudanças de posicionamento gerencial, tecnológicas e por meio da Produção mais Limpa (P+L).

Reduzir a geração de perdas é responsabilidade empresarial que pode ser compartilhada com a cadeia produtiva do setor. Elevar resíduos sólidos, emissões e efluentes à categoria de subprodutos¹, para reuso interno ou externo, é responsabilidade social² e de valor compartilhado³ quanto ao uso de recursos.

¹ Sobras de Matérias-Primas (MPs) ou materiais provenientes dos processos produtivos que podem ser separados para reuso interno ou externo, reutilizados em outros processos para gerar novos materiais ou produtos (Rapôso, 2014). Esses tipos de itens integram tudo que a tecnologia atual não conseguiu processar novamente, mas que tem valor agregado, por isso não devem ser descartados porque podem servir de MP para outro processo e se transformar em outros produtos.

² Responsabilidade Social é reação às pressões externas e não se configura como criação de valor, uma vez que surge no momento em que as empresas criam custos, como a poluição, e precisam assumir responsabilidades perante a destinação desses poluentes (Porter; Kramer, 2011a).

³ Valor compartilhado identifica e expande as conexões entre a empresa e a comunidade, progresso econômico e social das comunidades circunvizinhas onde as empresas estão localizadas, o que as legitima perante a sociedade, e competitiva (Porter; Kramer, 2011a). Esta é uma prática que antecipa ações de impacto social e assume forma proativa como ajuste às práticas poluentes.

As empresas passam por mudanças para atender ao mercado e a regulamentos e normas técnicas para reduzir riscos ambientais, uso e perdas de MPs, água e energia as quais, quando assumem esta posição, estimulam a produção e o consumo com menor impacto ambiental, planos de negócios com soluções sustentáveis e a inovação.

A P+L é estratégia de prevenção ambiental cujas ações estão relacionadas aos produtos, às atividades, aos processos e ao espaço físico de produção, e são orientadas à ecoeficiência e não geração de poluentes e riscos durante o processo de bens e serviços. Investir em P+L promove melhorias em produtos e processos, na infraestrutura e nas condições de trabalho; tecnologias e processos industriais mais limpos elevam a produtividade e tornam as atividades econômicas mais sustentáveis.

Implementar P+L nos espaços físicos de produção, em grandes ou em Pequenas e Médias Empresas (PMEs) é ação que melhora a segurança e bem-estar para as pessoas no ambiente empresarial, reduz e aperfeiçoa o uso de recursos e intensifica o desempenho social, econômico e ambiental; gera pesquisa e inovação, treinamento e aquisição de tecnologias ecoeficientes para aumentar o aproveitamento de materiais, reduzir custos e o impacto ambiental dos processos.

A minimização de perdas com a P+L se relaciona à forma como os sistemas produtivos e tecnologias são empregadas e como as operações são realizadas, e à forma com que o *layout*, máquinas, equipamentos e instalações estão estruturados. Melhorias contínuas em processos interferem positivamente em parâmetros ambientais, reduzem desperdícios, aumentam produtividade e capacidade produtiva.

Novas tecnologias e procedimentos para a gestão dos recursos e a otimização de processos no espaço físico, infraestruturas sustentáveis e ambiente de trabalho inovador, promovem melhorias de indicadores socioambientais. Integrar práticas de P+L nos espaços produtivos contribuem para melhorar o desempenho ambiental, formação de pessoas e otimização de processos de abastecimento.

O *layout* das instalações industriais é item avaliado em programas para a implantação da P+L (CNTL/SENAI.RS, 2003a; CNTL/SENAI.RS, 2003c) que visa entender processos de movimentação de MPs e produtos em cada etapa de produção e identificar a quantidade, as medidas e as direções dos deslocamentos dos produtos e perdas produtivas no espaço físico interno de produção (CEBDS, 2005). Entretanto, a literatura não indica como avaliar de modo integrado à P+L, apenas destaca esta necessidade sobre o *layout* dos espaços físicos industriais.

O processo de projeto de *layout* deve ser iniciado antes da instalação da empresa e do espaço físico da fábrica para a análise dos processos de produção, dos sistemas, áreas, setores, fluxos de materiais e pessoas. Estas ações visam melhorar práticas de trabalho e possibilitam que a edificação se adeque ao sistema e *layout*.

Mudanças no *layout* interferem em linhas de fluxo, no conjunto de atividades e em custos. A maioria dos estudos de casos obtidos na literatura foi realizado em PMEs e buscaram melhorar o desempenho e elevar a produtividade de *layouts* em funcionamento. Outra questão observada é que projetos de *layouts* são elaborados também quando há mudanças de endereço da empresa por não estarem instaladas em prédios próprios, uma realidade de PMEs. Nesse caso, o novo projeto de *layout* adapta o sistema produtivo existente no espaço físico anterior à nova edificação, e busca melhorar áreas, setores e fluxos. O projeto do espaço arquitetônico das instalações de produção deve se adaptar ao sistema produtivo, não o contrário, o que provoca mudanças de *layouts* para adequar processos a espaços físicos.

Boas práticas operacionais para aumentar a capacidade produtiva, alterações no *layout*, disposição de máquinas e equipamentos com menor fluxo e mudanças nas condições operacionais podem ser integradas para melhorar o uso e o aproveitamento dos recursos. O projeto de *layout* otimiza processos, a movimentação de pessoas e de materiais, o dimensionamento de áreas e setores, além de reposicionar recursos para reduzir tempos, movimentos e custos, bem como elevar a produtividade.

Mudanças no *layout* integradas à implementação da P+L se apresentam como estratégia para tornar a infraestrutura física e tecnológica dos locais de trabalho sustentáveis e inovadoras, e pode contribuir para transformações de posicionamento ambiental. A integração entre projeto de *layout* e a P+L, então, configura-se como estratégia para implementar esta prática nas empresas e possibilita ampliar a área de estudo, a melhoria contínua do desempenho produtivo, aperfeiçoar processos e ações de prevenção ambiental na fonte geradora em espaços físicos de produção.

O **objeto de estudo** desta tese para fins de aplicação e avaliação foram pequenos negócios do setor moveleiro voltados à fabricação de móveis. Foram escolhidos 2 Estudos de Casos (EC1 e EC2) localizados nas cidades de Palhoça (SC) (EC1) e Maceió (AL) (EC2) e que se inserem nesse contexto de melhorias internas contínuas. As investigações indicam o setor como grande consumidor de recursos naturais de base florestal e gerador de resíduos.

Em pesquisas relacionadas ao setor moveleiro foram encontrados retalhos de

peças de madeira destinadas ao descarte e dispostos no piso em locais opostos ao posicionamento do acesso, o que dificultava o transporte, e junto às máquinas que impediam a passagem das pessoas durante o processo de trabalho; marcenarias com aspecto sujo e espaços físicos com pó de serra e particulados de madeira dispersos no ar, no chão e nas peças, o que prejudica a saúde dos trabalhadores. Além disso, há falta de planejamento no corte de material, despreocupação com o reaproveitamento, há desperdício e improvisado de soluções quanto à geração de resíduos, ausência de coleta seletiva e destinação de resíduos para o lixo urbano.

Essas perdas produtivas podem ser analisadas do ponto de vista das áreas, setores e fluxos dos processos para serem eliminadas ou reduzidas. Estudos realizados a mais de uma década indicam falta de planejamento do *layout* com foco na P+L, e uma lacuna de conhecimento sobre abordagens de métodos de projeto de *layout* integrado à P+L. Neste contexto se coloca o problema que se aborda nesta tese.

1.2 Formulação do Problema

Alterar produtos e melhorar processos para reduzir a poluição inclui substituir, minimizar usos e mudar a composição de materiais, e controlar a fonte geradora com (1) mudanças de entradas de materiais no processo, (2) inclusão de novas tecnologias, adição de automação e redefinições tecnológicas em processos, máquinas, equipamentos, instalações físicas, *layout*, condições de operações, e (3) boas práticas operacionais (Lagrega; Buckingham; Evans, 1994).

O *layout* se insere nas mudanças tecnológicas para reduzir a poluição na fonte geradora. Entretanto, verifica-se falta de integração entre métodos de projeto de *layouts* e critérios, atributos e métodos para implementar a P+L visando a melhoria de processos, o desenvolvimento com sustentabilidade, melhores parâmetros ambientais e elevar a produtividade nas empresas, principalmente, em pequenos negócios.

Pesquisas sobre métodos de projeto de *layout* mostraram que estão voltados mais para projetos de grandes empresas e novos espaços; entretanto, a maioria dos estudos de casos encontrados sobre *layout* foram para melhorar processos em PMEs quando a empresa já está instalada, e constatou-se pouca literatura sobre métodos para projetos de *layouts* e a ausência de estudos integrando *layout* e a P+L.

Historicamente, métodos criados para o projeto do *layout* desconsideram a minimização de resíduos sólidos, emissões e efluentes; ou, consideram apenas, o espaço físico para a alocação e o tratamento desses materiais, e os custos relacionados às exigências legais e ao armazenamento e descartes dessas perdas produtivas. Esses métodos não incluem a prevenção no processo para a não geração de poluentes e estão inseridos na abordagem de controle da poluição.

Os métodos clássicos consideram a influência do meio ambiente externo sobre o espaço físico interno, conseqüentemente, sobre o *layout*, desconsideram a influência do ambiente interno, a configuração do *layout*, a alocação e descarte de materiais sobre a natureza e ecossistemas.

Há, portanto, a necessidade de método de projeto de *Layout* integrado à P+L como estratégia para implementar a P+L nas empresas. Logo, a pergunta que norteia o problema de pesquisa é:

Como integrar a Produção mais Limpa (P+L) a método de projeto de *Layout* para implementar a P+L nas empresas?

1.3 Premissa⁴

A implementação da Produção mais Limpa (P+L) nas empresas ocorre a partir da aplicação de método de projeto de *Layout* que integre a P+L durante o processo de execução do projeto.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

- Desenvolver método de projeto de *Layout* integrado à Produção mais Limpa (P+L) como estratégia para implementar a P+L, tendo como foco de aplicação pequenos negócios do setor moveleiro.

⁴ Prodanov e Freitas (2013) afirmam que o raciocínio dedutivo objetiva explicar o conteúdo das premissas. É uma análise que parte do geral para o particular e usa silogismos e construções lógicas para chegar a conclusões.

1.4.2 Objetivos específicos

- **Identificar** e **analisar** parâmetros de integração entre métodos de projeto de *layout* e de Produção mais Limpa (P+L).
- **Integrar** os fatores de projeto de *layout* a critérios e atributos para implementar a P+L.
- **Aplicar** e **Avaliar** o método de projeto de *Layout* integrado à Produção mais Limpa (P+L) em pequenos negócios do setor moveleiro.

1.5 Justificativa

A indústria moveleira de fabricação de móveis planejados e pequenos negócios de produção de mobiliário, marcenarias ou fábricas de móveis no Brasil possui papel de destaque na cadeia produtiva da madeira, relevância econômica e impacto social. Produzem mobiliários para o varejo e lojas de departamentos.

A indústria moveleira teve faturamento de R\$ 79,76 bilhões em 2021 e atingiu a 8ª posição da cadeia do país que mais gerou empregos diretos e indiretos (FIMMA BRASIL, 2023, *online*); em janeiro de 2023, em comparação a 2022, melhorou o desempenho em 9,2 % com impacto positivo na produção nacional após queda significativa em 2020, ocasionada pelo início da pandemia (Bessa, 2023, *online*).

A organização, etiquetagem, controle, aproveitamento de materiais, padronização, planos de uso de máquinas e de cortes são práticas que minimizam desperdícios e custos e melhoram o desempenho em grandes empresas moveleiras, mas não se configuram realidade em pequenos negócios de produção de móveis sob medida (Rodrigo, 2023, *online*). Desse modo, essa realidade precisa ser analisada uma vez que, de acordo com Brainer (2021), no setor moveleiro do Brasil predominam microempresas (78,7 %) e empresas de pequeno porte (17,6 %), em seguida, as médias (2,0 %) e grandes (1,7 %).

O setor moveleiro do Brasil classifica-se, segundo o uso, em residenciais, para escritórios e institucionais, e pela matéria-prima predominante, de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE/IBGE), em fabricação de móveis com (i) predominância de madeira, (ii) de metal, (iii) de outros materiais e (iv) fabricação de colchões (Brainer, 2021).

As peças acabadas podem ser divididas em oito categorias por linha de produto da indústria moveleira; nestas linhas de produtos os mais produzidos são móveis para

(i) dormitórios, majoritariamente, seguidos por: (ii) escritórios, (iii) cozinhas, copas, banheiros e lavanderias, (iv) sala de jantar, estofados, salas de estar, (v) institucionais, (vi) piscinas, terraços e jardins, e (vii) colchões (Prado, 2023).

O segmento de móveis de madeira representa grande parte das unidades produtoras da indústria moveleira no Brasil. Em 2012 eram 17.530 unidades produtoras de mobiliários dos segmentos de madeira, metal, outros materiais e colchões. Considerando o ano de 2019, para efeito de comparação, o Brasil possuía 18.592 unidades produtoras da indústria moveleira, 15.977 ou 85,93 % eram do segmento de móveis de madeira, 1.475 ou 7,94 %, do segmento de móveis de metal, 684 ou 3,68 % do segmento de móveis de outros materiais, 456 ou 2,45 % eram unidades produtoras de colchões (Prado, 2017; Prado, 2018; Prado, 2020).

Comparando o ano de 2019 ao de 2022, foram 725 ou 3,76 % de unidades a mais, passou de 18.592 para 19.317 em 2022; nessas últimas, 16.616 ou 86,02 % foram do segmento de móveis de madeira, 1.503 ou 7,78 % de metal, 699 ou 3,61 % de outros materiais e 499 ou 2,58 % de unidades produtoras de colchões (Prado, 2023). E considerando o período de 2012 a 2022, houve aumento de 1787 ou 9,26 % de unidades produtoras, passou de 17.530 para 19.317 empresas.

Em relação à empregabilidade, o setor moveleiro no Brasil apresenta dados relevantes e um dos mais expressivos na indústria de transformação. Comparando o ano de 2012, quando havia 322.821 pessoas ocupadas, ao ano de 2019, com 270.339 pessoas ocupadas, houve redução de 16,25 % no mercado de trabalho (Prado, 2017; Prado, 2018; Prado, 2020). Em 2022, foram identificados 268,753 mil postos de trabalho (Prado, 2023), um recuo de 16,75 % em relação ao ano de 2012. Apesar da redução, de 2019 a 2022 não houve mudança acentuada, mas os dados refletem cenário inversamente proporcional ao crescimento de unidades produtoras, necessidade de investimentos técnicos e tecnológicos em máquinas e equipamentos, redução da empregabilidade, dificuldades em qualificação e capacitação.

Quanto à quantidade de peças de mobiliários acabadas produzidas por ano (excluindo colchões, móveis institucionais, para piscinas, terraços e jardins), em 2012 foram 415,666 milhões de peças e no ano de 2013, 429,879 milhões (melhor ano da série); houve redução na produção a partir de 2015 e retomada a partir de 2017 chegando a 364,349 milhões de peças produzidas em 2019 (Prado, 2017; Prado, 2018; Prado, 2020). Em 2022 foram produzidas 332,041 milhões de peças (Prado,

2023), um recuo de 20,12 % em relação ao ano de 2012, de 22,76 % em relação a 2013, e de 8,87 % em relação a 2019.

Comparando o período de 2012 a 2022, houve aumento de unidades produtoras, redução na empregabilidade e no quantitativo de peças produzidas no setor (Prado, 2017; Prado, 2018; Prado, 2020; Prado, 2023). Os dados ratificam a necessidade de investir em pesquisa e desenvolvimento de projetos para reduzir desperdícios e elevar a produtividade e a capacidade produtiva do setor.

Os estudos de casos escolhidos, aqui definidos como EC1 e EC2, trazem a realidade de Microempresas (ME), com produção de móveis padronizados e sob medida que trabalha com o seguimento de móveis para escritórios em Palhoça (SC) na região Sul do Brasil (EC1); e de Microempreendedor Individual (MEI) com produção de móveis sob medida voltado para o seguimento residencial em Alagoas (AL) no Nordeste do Brasil (EC2), local de acompanhamento para descrições e análises integradas do processo de produção de mobiliário guarda-roupa e de coleta de subprodutos para análise.

Há diferenças nas regiões relacionadas aos percentuais sobre as peças produzidas no Brasil. De acordo com Prado (2023), a produção de móveis e colchões, por região e unidade federativa, indicaram que, em 2022, a região Sul obteve o maior percentual equivalente a 47,8 % da produção nacional; e na sequência, o Sudeste, com 39,6%, o Nordeste obteve 8,7 %, o Centro Oeste 2,4 % e o Norte apresentou 1,5% da produção. Somente o estado de Santa Catarina (SC), na Região Sul do Brasil, contribuiu com a produção de 12,0 % de peças.

Segundo a Junta Comercial do Estado de Alagoas (JUCEAL, 2019; JUCEAL, 2024), no ano de 2019, dentre as empresas de fabricação de móveis com predominância em madeira entre as atividades (Código CNAE 3101-2/00), o estado de Alagoas possuía 1.620 empresas registradas, das quais 1.262 eram Micro Empreendedores individuais (MEI), e na cidade de Maceió existiam 894, das quais 717 se inseriam na mesma categoria; em 2023, a quantidade de empresas registradas em Alagoas aumentou para 2.604 unidades (1.945 MEI) e em Maceió passou para 1.416 (1.085 MEI), um acréscimo de 37,79 % no estado e de 36,87 % na capital.

Considerando a atividade econômica como a principal, e comparando os dados de 2019 a 2023, constatou-se um aumento de 33,75% para as unidades produtoras no estado de Alagoas que passou de 1068 empresas (888 MEI) em 2019, para 1.612

(1.310 MEI) em 2023, e na cidade de Maceió foi registrado o aumento de 36,61 %, passou de 575 (479 MEI) em 2019 para 907 empresas do setor (736 MEI) em 2023.

Dados recentes coletados na plataforma do observatório Data MPE Brasil (SEBRAE, 2022, *online*) indicaram que das 196.036 empresas do estado de Alagoas, 1.052 se dedicavam à fabricação de móveis como atividade principal (0,53%) e que no ano de 2021 existiam 826 pessoas empregadas nesse ramo de atividades. No estado de Santa Catarina, das 1.214.392 empresas, 10.171 tinham como atividade econômica principal a fabricação de móveis (0,83%), e no ano de 2021 eram 31.641 empregados no setor. Este contexto justifica a escolha do EC1 e do EC2.

Os pequenos negócios moveleiros, apesar da relevância econômica e social, possuem dificuldades para implementar a P+L; os marceneiros aprendem o ofício a partir da prática do trabalho como ajudantes dos proprietários do pequeno negócio, sem a fase de qualificação formal; e se evidencia nesses profissionais resistência às mudanças de posicionamento ambiental e quanto aos procedimentos de limpeza do ambiente de trabalho e minimização de descartes de materiais para a redução de custos. No setor faltam pessoas qualificadas em P+L e dificuldades financeiras e técnicas para contratar especialistas para o trabalho e em procedimentos mais limpos.

As dificuldades financeiras prejudicam a implementação da P+L em PMEs moveleiras pela falta de investimento no espaço físico de produção, na edificação e *layout*, em máquinas e equipamentos ecoeficientes, na infraestrutura elétrica instalada e em energias mais limpas, na eliminação de riscos ambientais relacionados ao conforto térmico, acústico, de segurança do trabalho e proteção contra incêndios.

Há pouca literatura sobre a formação de profissionais para o desenvolvimento de trabalhos técnicos de *layouts* integrados à P+L em pequenos negócios. Desse modo, o contexto apresentado acima reforça a importância de estudos voltadas às PMEs moveleiras para aplicar e avaliar o método, e deste método de projeto de *Layout* integrado à P+L como estratégia para implementar a P+L e contribuir com ODS.

1.6 Lacuna

Essa pesquisa se fundamenta em bases científicas, realizadas por meio de buscas por dissertações e teses na plataforma da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e por meio de buscas por trabalhos científicos nas bases de dados

da *Scopus*, *ScienceDirect* e *Web of Science*. Em nenhuma das plataformas foram encontradas pesquisas sobre integração entre métodos de projeto de *layout* e P+L o que se configura, de acordo com Gil (2022), como originalidade e ineditismo.

Nesta pesquisa, constatou-se que existe um número significativo de teses, considerando os temas isolados: “produção mais limpa” (61 teses até 2020), *layout* (349), *leiaute* (54), “[re]*layout*” (26), todas se distanciaram do foco desta tese, **a integração**. Nos estudos de casos não foram identificadas abordagens sobre *layout* e P+L associados.

Os temas, combinados, demonstraram a lacuna existente; não foi identificada nenhuma obra com o foco na integração entre métodos de projeto de *layout* e P+L, tanto na BDTD quanto na CAPES, apenas os artigos publicados por esta autora com outros pesquisadores no âmbito desta investigação. Esse estudo é inovador e está alinhado às pesquisas de Lins e César (2015), de Lins *et al.* (2020) e Lins *et al.* (2021):

- O artigo intitulado Arranjo Físico (*layout*) e Produção mais Limpa (P+L): uma Discussão Teórica (Lins; César, 2015) teve como principal resultado uma visão geral dos estudos existentes sobre métodos de planejamento de *layout* e P+L e discutiu possibilidades de integração para melhorar a qualidade da produção de pequenos negócios; indicou métodos de projeto do *layout* combinado ao da P+L para reduzir desperdícios e as distâncias percorridas durante o processamento, aumentar a produtividade e reduzir desperdícios de recursos naturais.

- Lins *et al.* (2020) e Lins *et al.* (2021) identificaram 25 oportunidades de P+L associadas às análises dos fluxos dos processos e aos fatores de projeto de *layout* em uma empresa moveleira de pequeno porte, e as análises indicaram que associar P+L aos fluxos dos processos, como estratégia preventiva, conduz a novo elo entre melhorias ou otimização de processos e desempenho ambiental; que o processo de projeto de *Layout* integrado à P+L atinge critérios e atributos relacionados aos sistemas e tecnologias, promove melhorias e minimiza e/ou elimina desperdícios e/ou perdas produtivas, se constitui em elo inovador que contribui para superar barreiras técnicas e organizacionais.

Os apêndices 1, 2 e 3 apresentam, respectivamente, os principais estudos sobre metodologias, modelos e métodos sobre P+L encontrados na Revisão Bibliográfica da Literatura (RBL), em artigos científicos (de 1994 a 2020), os primeiros estudos e métodos clássicos para projetos de *layout* de fábrica, e a síntese dos modelos e metodologias de projeto de *layout* encontrados na RBL com ênfase nas

divergências observadas em relação à P+L e que foram de maior relevância para elaborar o método de projeto de *Layout* integrado à P+L.

Bernardo (2009, p. 1) propôs incluir considerações ambientais em projetos de instalações industriais; e concluiu que as metodologias clássicas não consideram a influência e o relacionamento entre a fábrica e meio ambiente recomendando pesquisas futuras para desenvolver “[...] modelos de referência para o projeto de instalações industriais que considerem a preservação ambiental [...]”.

Pérez-Gosende, Mula e Díaz-Madroñero (2020) abordaram o *design* do *layout* das instalações como uma decisão estratégica de operações de negócios, a de mais relevância para a gestão da produção e engenharia industrial, e que esse tema emergiu como alternativa de estudos para a sustentabilidade, mas que não tem destaque na literatura. Para Teixeira e Canciglieri Junior (2019) existem barreiras para incorporar a ideia de produção sustentável nas empresas relacionadas à distinção sobre como iniciar mudanças e desenhar avanços no processo em curso.

Oliveira Neto *et al.* (2020), Yusup *et al.* (2015) e Yüksel (2008) identificaram e listaram práticas de P+L; esses autores indicaram que práticas de *layout* da fábrica, do planejamento e controle da produção, manuseio de materiais, dos sistemas e tecnologias quando são associadas a questões ambientais, podem melhorar processos e direcionar a empresa a ações de redução de impactos ambientais. Fica clara a lacuna de pesquisa e a oportunidade para esta tese.

Nas pesquisas realizadas sobre a indústria moveleira (*furniture industry*) e o setor moveleiro (*furniture sector*) na BDTD e na CAPES constatou-se a ausência de dissertações, teses e artigos com o foco na integração entre métodos de projeto de *Layout* e P+L. As pesquisas existentes abordam os temas marginalmente pois tratam de aspectos específicos e de forma isolada. Entretanto, os dois eixos teóricos desta tese abordam melhorias de processos para o aumento da produtividade de recursos.

Outra lacuna observada foi a pouca literatura relacionada aos pequenos negócios do setor moveleiro que relacionam o espaço de produção e *layout* a melhorias de desempenho ambiental. Portanto, esse trabalho possui aspecto social relevante para mudanças de posicionamento ambiental das empresas, principalmente de microempreendedores individuais, microempresas e empresas de pequeno porte.

O método de projeto de *Layout* integrado à P+L é uma estratégia de implementação da P+L, aplicado nesta tese em pequenos negócios do setor moveleiro, se propõe apresentar alternativas para esse problema, mas pode ser

aplicado em outras organizações empresariais de setores e portes diferentes e abre mais uma linha de pesquisa relacionando o *Layout* à P+L e aos ODS.

1.7 Metodologia da pesquisa: classificação e caracterização geral

Esta investigação, do ponto de vista da sua natureza, é pesquisa aplicada, por gerar conhecimentos que possuem finalidade imediata para solucionar problemáticas específicas da realidade local. O estudo tem caráter exploratório que amplia a compreensão e interações do fenômeno e objeto de estudo (Costa; Costa, 2015; Santos, 2018; Bernardes; Muniz Junior; Nakano, 2019).

A pesquisa apresenta abordagem qualitativa combinada à quantitativa, por retratar o dinamismo entre a realidade, sujeitos e pesquisa; evidenciar a necessidade de integração entre diferenças e complementações (Schneider; Fujii; Corazza, 2017); possui aspectos subjetivos para possibilitar novas relações e desenvolvimento de teoria e objetivos para mensurar variáveis, parâmetros pré-estabelecidos e indicadores (Miguel *et al.* 2018; Bernardes; Muniz Junior; Nakano, 2019).

A pesquisa foi dividida em 4 momentos: Inspiração (1), Idealização (2), Implementação (3) e Intervenção (4) que constituíram as 4 Fases da tese: fundamentação teórica (A), desenvolvimento do método de projeto (B), aplicação (C) e avaliação (D). O detalhamento metodológico é explicado na terceira seção.

Para os momentos de Inspiração (1), Idealização (2) e Implementação (3) foram utilizados os métodos de pesquisa de Revisão Bibliográfica da Literatura (RBL) e Estudo de Caso (EC) para conhecimento amplo da realidade, reflexões teóricas e desenvolvimento de teorias (Cauchick-Miguel; Souza, 2018; Voss; Tsiriktsis; Frohlich, 2002). No momento da Intervenção (4), na fase da avaliação (D), foi utilizado método de pesquisa-ação quando o pesquisador interage com a empresa (Thiollent, 2015) para provocar mudanças, coletar e comparar dados base com dados após a intervenção para a avaliação comparativa de cenários.

Esta pesquisa está baseada em dois Estudos de Casos (ECs) de pequenos negócios do setor moveleiro (Microempreendedores Individuais – MEI, Microempresas – ME ou Empresas de pequeno porte - EPP) de produção de móveis padronizados e/ou sob medida. Inicialmente, na cidade de Palhoça (SC, Brasil) foram escolhidos dois estudos (**EC1** e o EC3) e na cidade de Maceió (AL, Brasil) três estudos de casos (**EC2**, EC4, EC5). Desses estudos, apenas o **EC1** e o **EC2** permaneceram

por serem pequenas empresas de produção de móveis padronizados para escritórios (**EC1**, em Palhoça/SC) e de móveis sob medida para residências (**EC2**, em Maceió/AL) que melhor representam a realidade do setor moveleiro de pequeno porte. Além disso, foram escolhidos pela viabilidade técnica, permanência das atividades no mercado, interação e contribuição prática para aplicar e avaliar o método.

As aplicações desta pesquisa foram **delimitadas** a pequenos negócios do setor moveleiro de produção de móveis padronizados (**EC1**) e sob medida (**EC2**). Esta pesquisa situa-se na grande área das Engenharias III, onde está inserido o Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial da UFBA (PEI/UFBA), na área de concentração Desenvolvimento Sustentável de Processos e Produtos, e na linha de pesquisa de Desenvolvimento de processos com ênfase em Produção limpa, ambiente, energia e P+L.

1.7.1 Identificação das variáveis e técnicas de coleta de dados

Os critérios e atributos para implementar a P+L são as variáveis relacionadas ao primeiro eixo temático (P+L): (1) Organização, (2) Treinamento e Pessoas, (3) Sistemas e Tecnologias, (4) Avaliação e Feedback (Tseng; Lin; Chiu, 2009).

Os fatores de projeto de *layout* são as variáveis relacionadas ao segundo eixo temático (*Layout*): (1) Mudanças, (2) Serviços, (3) Mão-de-Obra, (4) [Eco]materiais, (5) Armazenamento e Espera, (6) Subprodutos, (7) Máquinas, Equipamentos e sistemas, (8) [Eco]edifício, (9) movimentação, (10) Expedição e Entrega. A especificação de cada uma dessas variáveis constará na quinta seção.

Os critérios e atributos para implementar a P+L foram correlacionados por Lins *et al.* (2020) às análises diagnósticas sobre *layout* e fluxos de processos, estabelecendo novo elo teórico. Neste sentido, detalha-se a síntese da coleta no Quadro 1:

Quadro 1 - Síntese e objetivos da coleta de dados. "Continua".

Objetivos	Técnicas de coleta de dados
Identificar e analisar parâmetros de integração entre métodos de projeto de <i>Layout</i> e de P+L.	- Levantamento do estado da arte sobre P+L; - Levantamento do estado da arte sobre projeto de <i>layout</i> ; - Análise sobre os pontos de convergência; - Identificação de parâmetros e pontos de integração (fatores de projeto de <i>layout</i> , critérios e atributos para a implementação da P+L); - Pesquisas de campo: levantamentos fotográficos e elaboração de <i>checklist</i> integrado para a coleta de dados nas empresas: EC1 e EC2.
Integrar os fatores	- Elaboração de análises diagnósticas integradas dos processos no EC1 e

de projeto de <i>layout</i> a critérios e atributos para implementar a P+L.	<p>EC2 para a análise dos parâmetros de integração a partir dos pontos de convergência (<i>Layout</i> e P+L) com foco nos processos, nas relações entre P+L, áreas, setores e fluxos;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acompanhamento do processo produtivo para a elaboração de Fluxogramas de Fabricação e Montagem (FFM) no EC1 e EC2; - Coleta de sobras de materiais para balanço de massa com elaboração de mobiliário teste 1 no EC2; - Identificação de Pontos Críticos (PCs) e causas geradoras de desperdícios produtivos no <i>layout</i> e de materiais, água e energia; - Elaboração de lista de Oportunidades de P+L a partir das análises diagnósticas do <i>layout</i> integradas aos desperdícios produtivos e P+L; - Elaboração de Requisitos e Condicionantes de projeto integrado; - Criação conceitual e formal do método por meio de esboços e desenhos.
Aplicar e Avaliar o método de projeto de <i>Layout</i> integrado à Produção mais Limpa (P+L) em pequenos negócios do setor moveleiro.	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de método de projeto de <i>layout</i> integrado à P+L no cenário base; - Elaboração de plantas como suporte às análises diagnósticas integradas; - Medição de parâmetros no <i>layout</i> base; - Elaboração de balanço de massa e/ou medição de perdas produtivas com mobiliário teste 1 no EC2 para avaliar, definir projeto e elaborar comparação; - Elaboração de alternativas de projeto no EC1 e no EC2; - Medição dos parâmetros no <i>layout</i> projetado (EC1 e EC2); - Avaliação comparativa entre cenário base e projetado (EC1 e EC2); - Apresentação e definição de projeto com a participação dos envolvidos a partir da comparação de parâmetros de medição (EC1 e EC2); - Intervenção na infraestrutura física, tecnológica e de movimentação com melhorias nas áreas de gestão, de armazenamento de materiais e subprodutos e melhoria de controles para a redução de desperdícios; - Análises entre <i>layout</i> base e projetado após projeto/intervenção e melhoria das inter-relações entre áreas, setores, fluxos e a P+L (EC1 e EC2).

Fonte: Autora.

1.8 Contribuição

1. Método servirá como guia para orientar estudos de formação de profissionais em planejamento de *layout* para instalações de serviços, comerciais, institucionais e industriais, e em P+L de modo integrado;
2. Método servirá como guia de orientação para proprietários de empresas, gestores e trabalhadores quanto ao planejamento das instalações e espaços físicos de produção com ações integradas à P+L;
3. Método para reduzir desperdícios e perdas produtivas em áreas, setores e fluxos dos sistemas produtivos e na fonte geradora;
4. Método para reduzir perdas produtivas de recursos naturais, água e energia nos sistemas produtivos e na fonte geradora;
5. Contribuição teórica para a área da sustentabilidade, P+L e *layout*;
6. Contribuição metodológica para as duas áreas de conhecimento que se inter-relacionam (*Layout* e Produção mais Limpa);
7. Contribuição metodológica prática para pesquisadores, professores, estudantes, consultores, gestores, profissionais de áreas afins e proprietários

- de empresas para auxiliar em projetos para *layouts* novos e/ou em funcionamento para implementar a P+L de modo integrado e promover mudanças de posicionamento ambiental na empresa;
8. Contribuição para cumprir com ODS 3, 6, 7, 9, 12, 15.
 9. Criação de novo elo teórico, linha de pesquisa que integra projetos de *layout* à P+L, e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

1.9 Estrutura da tese

Na introdução foram apresentados a contextualização do trabalho e objeto de pesquisa, a formulação do problema, as hipóteses, os objetivos (geral e específicos), a justificativa, a lacuna, a delimitação, caracterização da pesquisa e contribuições.

A seção 2 corresponde à Fase A da tese e foi dividida nos dois eixos temáticos, Produção mais Limpa (seção 2.1) e *Layout* (seção 2.2); apresenta os principais estudos e métodos sobre P+L, critérios e atributos para a implementação da P+L para embasar aplicações durante o processo e integrar a P+L ao processo de projeto de *layout*. Assim como, apresenta os principais estudos e métodos sobre o processo de projeto de *layout*, convergências entre os dois temas para embasar o processo de projeto de *layout* de maneira integrada à P+L.

A seção 3 detalha o método da pesquisa, e apresenta o caminho percorrido durante todo o processo para cumprir os objetivos.

A seção 4 corresponde à Fase B da tese e aborda o desenvolvimento conceitual e formal do método onde constam os parâmetros de integração entre *layout* e P+L, pontos de convergência e justificativas da construção teórica e gráfica.

A seção 5 detalha o Método de projeto de *Layout* integrado à P+L, blocos temáticos, fatores que o constituem, fichas técnicas para identificar, analisar e implementar o projeto integrado; apresenta também Indicadores de Desempenho de Integração (IDI) inseridos em Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto.

Na seção 6 corresponde à Fase C e D desta tese; são apresentadas as aplicações do método em pequenos negócios moveleiros, na cidade de Palhoça (SC), Estudo de caso 1 (EC1), e em Maceió (EC2).

Por fim, esta tese apresenta as conclusões desse trabalho e as recomendações para pesquisas ou trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA (FASE A)

Esta seção foi dividida nos eixos temáticos Produção mais Limpa (P+L) (seção 2.1) e *Layout* (seção 2.2). A Revisão Bibliográfica da Literatura (RBL) foi apresentada e detalhada com foco em conceitos, métodos, metodologias, aplicações e na integração.

2.1 Produção mais Limpa (P+L)

Nesta seção 2.1, o eixo temático Produção mais Limpa (P+L) está em destaque: conceitos, integração com outras atividades de negócios, abordagens e modelos de gestão ambiental, critérios e atributos, metodologias, modelos e métodos para a implementação, benefícios e estratégias para implementar a P+L em PMEs moveleiras e para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

2.1.1 Produção mais Limpa e integração com outras atividades de negócios

Produção mais Limpa (P+L, PmaisL, PmL) é modelo de gestão ambiental empresarial baseada na abordagem de Prevenção da Poluição; é estratégia técnica, econômica e ambiental integrada a processos, produtos e serviços para minimizar os impactos ambientais. Teve origem no conceito de Tecnologia Limpa (*Clean Technology*) estimulada pela Conferência de Estocolmo (1972) que incentivou reduzir a poluição e o consumo de recursos, em especial, os não renováveis, e a geração de menos resíduos (Barbieri, 2016; CNTL/SENAI.RS, 2003b).

Produção mais limpa (P+L) foi definida pelo Programa Ambiental das Nações Unidas (*United Nations Environmental Programme-UNEP*) em 1990 como a “[...] aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a eficiência geral e reduzir os riscos para os seres humanos e o meio ambiente”⁵ (UNEP/DTIE France; Chung, 2006, p. 03).

De acordo com Barbieri (2016), a P+L é modelo de Gestão Ambiental Empresarial com abordagem de Prevenção à Poluição que se caracteriza quando a

⁵ “[...] the continuous application of an integrated preventive environmental strategy to processes, products, and services to increase overall efficiency, and reduce risks to humans and the environment [...]” (UNEP/DTIE France; Chung, 2006, p. 03).

empresa atua sobre produtos e/ou processos produtivos para evitar, reduzir ou modificar a geração da poluição em postura proativa. E tem como prioridades e benefícios: uso eficiente dos insumos, redução da poluição na fonte geradora, redução e/ou eliminação da toxidade, reuso/reciclagem interna/externa, recuperação energética, aumento da produtividade e redução de custos.

A P+L se fundamenta nas operações, para reduzir a geração de resíduos, reutilizar e reciclar, no nível da empresa (Khalili *et al.*, 2014). Engloba a prevenção da poluição, produtividade verde e ecoeficiência; promove melhorias na eficiência industrial, competitividade, lucratividade, redução de custos, produtividade e uso eficiente de recursos (UNEP/DTIE France; Chung, 2006; UNEP/DTIE, 2002).

Implementar a P+L auxilia Pequenas e Médias Empresas (PMEs) a conservar e reduzir o uso de recursos, melhorar o desempenho econômico, melhorar a empregabilidade, segurança e bem-estar de trabalhadores e comunidades locais (UNIDO, 2021, *online*); é estratégia para a produtividade, vantagem competitiva, criar inovação e compartilhar valor (Samper; Guiliany; Eras, 2017); ajuda PMEs a superar barreiras técnicas e culturais para a produção sustentável, incentiva investimento em treinamento, aquisição de máquinas e equipamentos eficientes, reduz custos e impactos ambientais (Leite *et al.*, 2019). Apesar disso, no Brasil não há normas legais que incentivem a implementação da P+L (Aguilar *et al.*, 2017).

O Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) no Brasil também define P+L como ferramenta para a competitividade e método que visa reduzir o consumo de recursos, os desperdícios e a geração de resíduos (subprodutos para esta tese); e indica o mapeamento das etapas do processo na planta industrial ou unidade de operação, o monitoramento dos processos, e a análise das causas para possibilitar propostas de melhoria (CNTL/SENAI.RS, 2003b).

A P+L é “[...] estratégia preventiva para minimizar o impacto da produção e dos produtos no meio ambiente. Os principais atores da produção mais limpa são as empresas, que controlam os processos [...]”⁶ (Fresner, 1998, p. 171, tradução da autora). A P+L “[...] é alcançada através da aplicação de conhecimentos, melhorando a tecnologia e mudando atitudes”⁷ (Bass, 1995, p. 57, tradução da autora). Segundo

⁶ “*Cleaner production is a preventive strategy to minimize the impact of production and products on the environment. The principal actors of Cleaner production are the companies, which control the production processes*” (Fresner, 1998, p. 171).

⁷ “*Cleaner Production is achieved by applying expertise, improving technology and changing attitudes*” (Bass, 1995, p. 57).

Khalili *et al.* (2014), o desenvolvimento do capital humano incentiva mudança de atitude e de posicionamento ambiental, fundamentais para a implementação da P+L.

A P+L promove integração, é preventiva e específica ao local analisado e está relacionada a processos de melhoria contínua; à otimização e eficiência de recursos e fluxos operacionais, energéticos e de materiais com prevenção na origem; à redução de emissões; à qualidade da saúde e segurança do ambiente de trabalho; a melhorias na qualidade de produtos e serviços; à otimização de consumo de Matérias-Primas (MPs) e minimização do uso de recursos; ao reuso e reciclagem; à redução de desperdícios e de toxidades. Incentiva a aplicação de medidas organizacionais, visando mudanças em rotinas, boas práticas ambientais e reduções na fonte geradora (Schneider, *et al.*, 2018; Lagrega; Buckingham; Evans, 1994; Guimarães; Severo; Senna, 2015; Guimarães, *et al.*, 2013a; Guimarães, *et al.*, 2013b).

A P+L analisa o processo produtivo do ponto de vista técnico, econômico e ambiental “[...] como um macrossistema que converte entradas em saídas que não agridam ao meio ambiente [...]”, identifica oportunidades para a melhoria contínua da eficiência e desempenho ambiental sem elevar custos, por meio de visão sistêmica que permite a interação de todos os elementos (Silva; Medeiros, 2006, p. 414); utilizar estratégias e investimento em P+L está diretamente relacionada às melhorias de performance organizacional das empresas (Guimarães; Severo; Senna, 2015; Guimarães, *et al.*, 2013a; Guimarães, *et al.*, 2013b).

Aspectos sociais e ambientais são inseparáveis e as empresas precisam aprender a “[...] viver melhor, consumindo menos [...]” recursos (Krucken, 2009, p. 14); de acordo com a NR-25 (2011), são responsáveis pelas perdas produtivas desde a coleta à disposição final; e pela redução da geração dessas perdas.

Questões socioambientais vêm influenciando as indústrias quanto às modificações nos processos produtivos para atingir objetivos sustentáveis, incentivando o interesse por pesquisas na área da P+L (Giacchetti; Aguiar, 2015).

O princípio da antecipação e da prevenção da P+L pode ser introduzida nas empresas por meio da identificação prévia das causas geradoras dos problemas ambientais, para evitar ações corretivas para os impactos ambientais causados pelos processos produtivos (Kiperstok *et al.*, 2002).

As empresas precisam reposicionar o resíduo da condição de perda produtiva para bem econômico e de valor social a partir da gestão compartilhada, cooperação, tecnologias limpas e não geração (Puga *et al.*, 2018; BRASIL, 2010).

A P+L não é “[...] opção autônoma, mas deve ser integrada em todas as atividades de desenvolvimento de negócios para melhorar a qualidade de vida [...]”, promover visão holística dos recursos, produção, economia e do meio ambiente, além de abordagem integrada dos sistemas de gestão da qualidade, P+L e sistemas de gestão ambiental (Kjaerheim, 2005, p. 329); é componente importante da Ecologia Industrial (EI) e deve ser implantada no nível operacional (Basu; van Zyl, 2006).

A P+L é parte integrante do *design* do produto e da engenharia do processo; é inovação desenvolvida na empresa e caracteriza-se por ações implementadas que tornam o processo mais eficiente no emprego de insumos gerando mais produtos e menos desperdícios e resíduos (CNTL/SENAI-RS, 2003a).

Para a P+L a eficiência na produção consiste em (1) otimizar o uso dos recursos materiais, energia e água, nas etapas do ciclo produtivo, e conservar os recursos naturais e energia; (2) gestão ambiental para minimizar impactos sobre o meio ambiente; e (3) desenvolvimento humano com ações para reduzir riscos para pessoas e comunidades, apoio ao seu desenvolvimento, eliminar MPs tóxicas, reduzir quantidade e toxicidade de emissões e desperdícios, reduzir impactos ambientais ao longo do ciclo de vida do produto (UNEP/DTIE France; Chung, 2006; UNEP/DTIE, 2002; UNIDO, *online*).

Práticas de P+L reduzem níveis de poluição e desperdícios, minimizam riscos ambientais para pessoas e meio ambiente. Além disso, reduzem os custos para produzir relacionados a riscos e ineficiências produtivas, promovem o aumento da produtividade, facilitam o uso eficiente de recursos, melhorias na qualidade e segurança de produtos e serviços, e facilita implantar Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) e acordos multilaterais por convenções internacionais para preservar o meio ambiente (UNEP/DTIE France; Chung, 2006; UNEP/DTIE, 2002).

Pela visão preventiva, o setor de compras tem papel estratégico para a P+L e pode incentivar compras de MPs em fornecedores sustentáveis e que facilitem a rastreabilidade (Dassan *et al.*, 2015). A P+L está ligada às relações e elos da cadeia de suprimentos, com ênfase na Gestão da Cadeia de Abastecimento Verde (Green Supply Chain Management-GSCM) (Jabbour; Arantes; Jabbour, 2013).

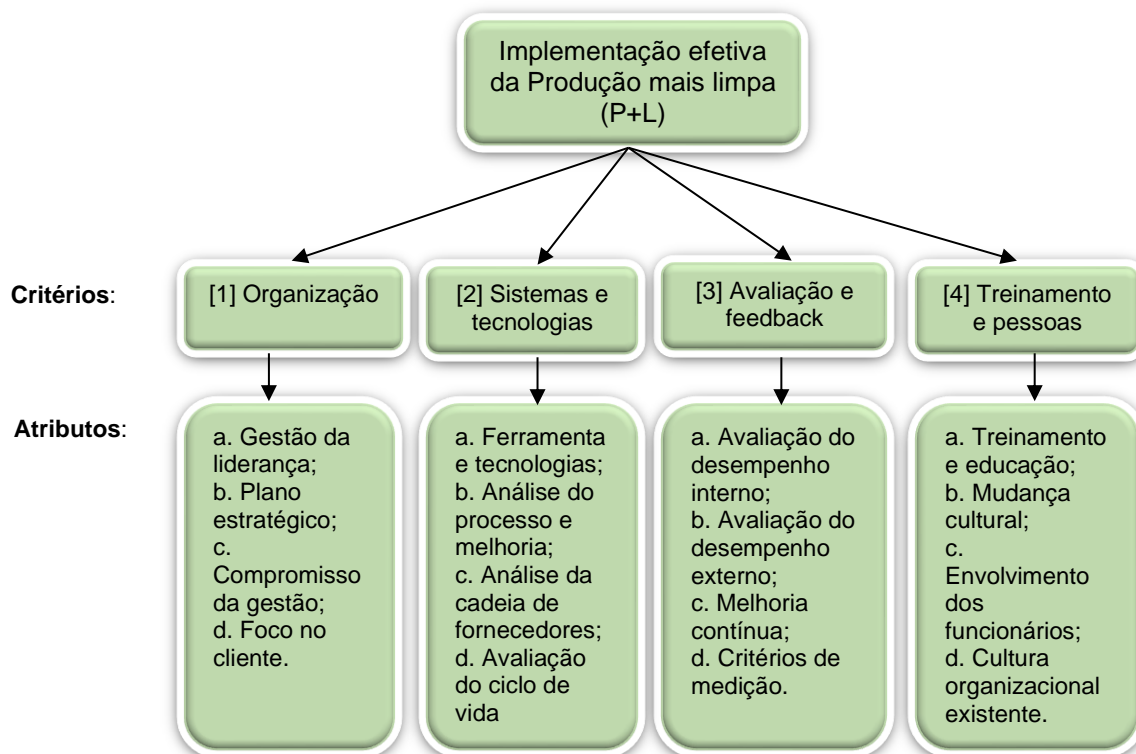
Giannetti *et al.* (2020) analisaram a P+L sob o ponto de vista dos ODS e concluíram que a maioria das pesquisas conseguiram atingir os ODS 12 e 9, mas mostraram conexões com os demais; afirmaram a necessidade de cooperação, de interações e conexões práticas entre P+L, ODS e sustentabilidade de modo integrado.

2.1.2 Critérios e atributos para a implementação da P+L

Tseng, Lin e Chiu (2009) estudaram a hierarquia de níveis, critérios e atributos para a efetiva implementação da P+L. Os critérios utilizados foram: Organização [1], Sistemas e Tecnologias [2], Avaliação e Feedback [3], Treinamento e Pessoas [4] (Figura 1). No critério Organização [1], a gestão da liderança, o compromisso da gestão, o plano estratégico e o foco no cliente são importantes atributos relacionados. Esse critério posiciona a organização em relação aos seus clientes, concorrentes, partes interessadas e planejamento das ações.

O comprometimento das lideranças gerenciais com a implementação da P+L e a inserção de política e plano ambiental no planejamento estratégico, ajuda a identificar requisitos ambientais de clientes e de outras partes interessadas, e estimula o posicionamento da organização. O planejamento estratégico deve conter princípios de otimização do uso de recursos que garanta a disponibilidade de treinamento para a implementação da P+L (Tseng; Lin; Chiu, 2009).

Figura 1 - Hierarquia com níveis, critérios e atributos para a implementação da P+L



Fonte: Autora com base em Tseng, Lin e Chiu (2009).

Em relação ao critério Sistemas e Tecnologias [2], as ferramentas e tecnologias, a análise do processo e melhoria, a análise da cadeia de fornecedores e

a avaliação do ciclo de vida (ACV) dos produtos foram importantes atributos relacionados (Tseng; Lin; Chiu, 2009); destaca-se análises de processos, ações e tecnologias limpas para o aperfeiçoamento da eficiência ambiental e as parcerias com fornecedores como facilitadoras para investimentos em melhorias ambientais.

Quanto ao critério *Avaliação e Feedback* [3], Tseng, Lin e Chiu (2009) abordaram a medição e avaliação de desempenho interno, externo e a melhoria contínua. E em relação ao critério *Treinamento e Pessoas* [4], chamaram atenção para a cultura organizacional, necessidade de treinamento para promover o aprimoramento em P+L, mudança cultural e o envolvimento dos funcionários com o projeto de implementação da P+L na empresa. Esses critérios e atributos foram utilizados como variáveis nesta tese para promover integração da P+L aos fatores de projeto de *layout*.

2.1.3 Métodos e modelos para a implementação da P+L

2.1.3.1 Ordem de prioridade e técnicas para a minimização de resíduos

O Escritório de Pesquisa e Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*United States Environmental Protection Office of Research and Agency - EPA*) publicou o primeiro documento intitulado *Waste Minimization Opportunity Assessment Manual* (EPA, 1988), manual para avaliar oportunidades de minimização de resíduos contendo diagrama com a ação prioritária de redução na fonte (Figura 2) e técnicas para minimizar resíduos (Figura 3), até hoje utilizadas.

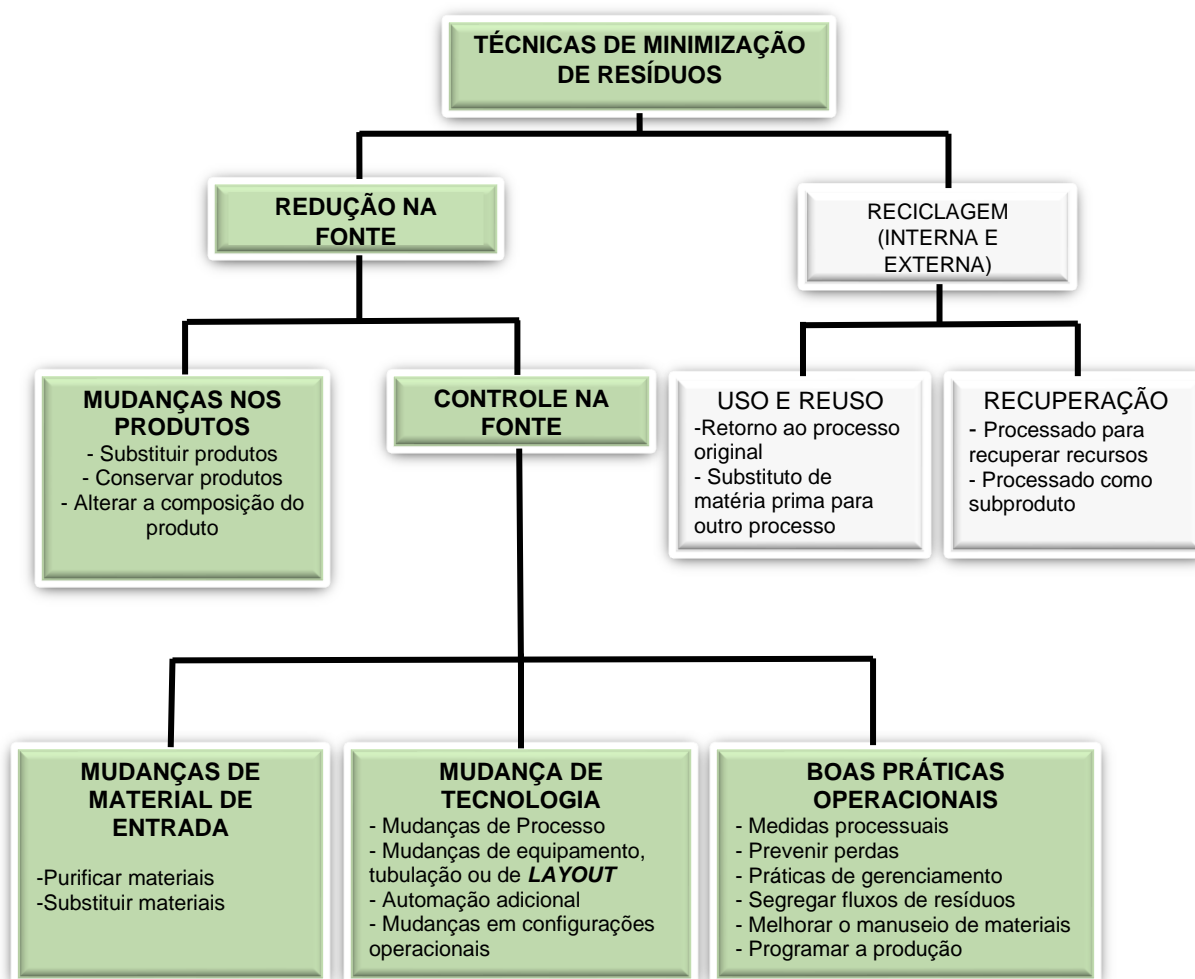
Figura 2 - Ordem de prioridade para a minimização de resíduos



Fonte: Autora com base em EPA (1988, p. 2).

A Figura 3 mostra técnicas para minimizar resíduos (EPA, 1988). As mudanças de configuração nos produtos e os controles na fonte (mudanças de materiais, de tecnologia e boas práticas operacionais) são reduções na fonte geradora.

Figura 3 - Técnicas de minimização de resíduos

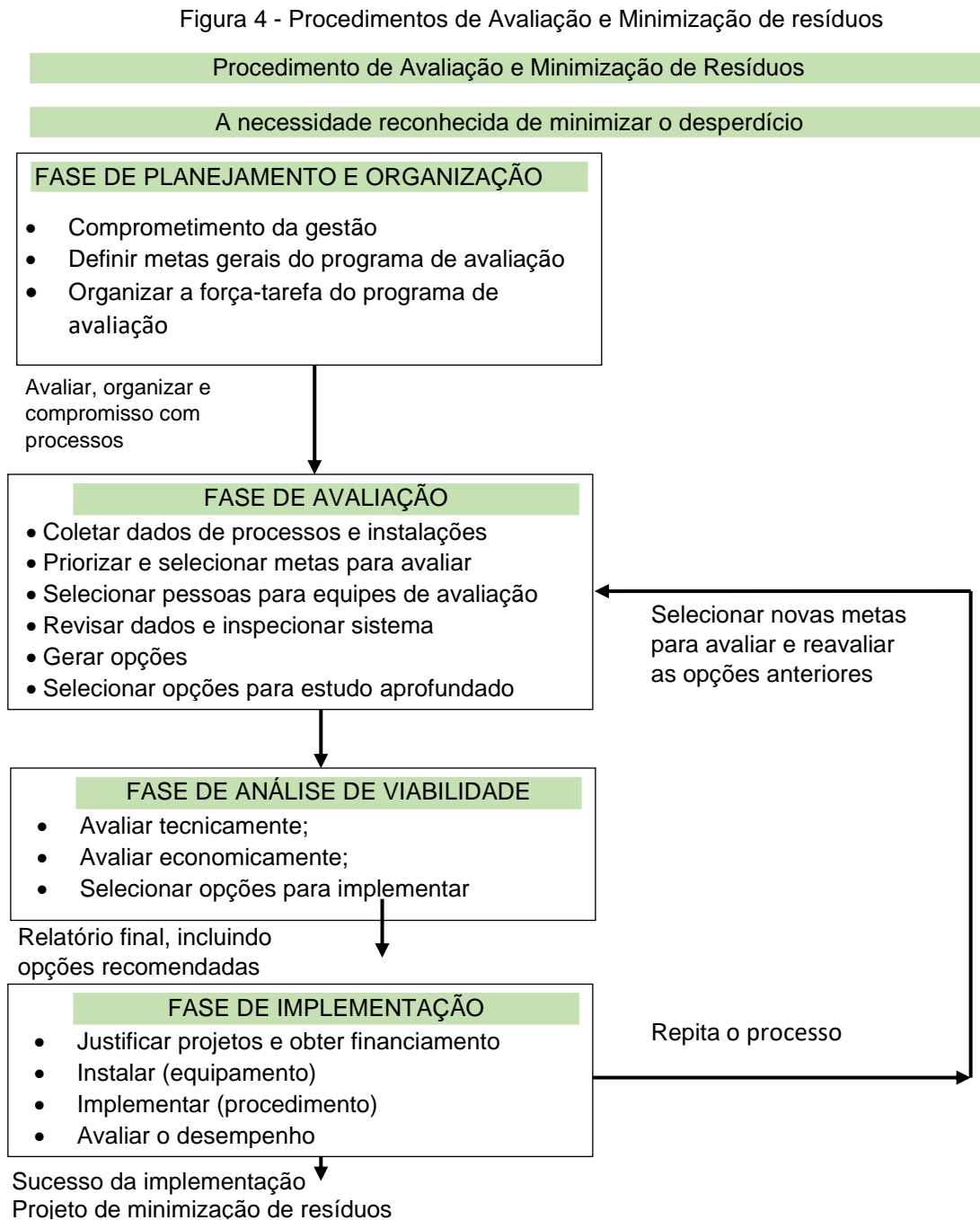


Fonte: Autora com base em EPA (1988, p. 2).

O *layout* está inserido dentre as medidas de reduzir a poluição na fonte geradora, controle na fonte e mudança de tecnologia (mudanças de processos, de equipamentos e tubulações, automação e de configurações operacionais); e se relaciona com boas práticas operacionais (medidas de processos, prevenir perdas, práticas de gerenciamento, segregação de fluxos de resíduos, melhoria do manuseio de materiais e programação da produção). Essas técnicas foram relacionadas aos fatores de projeto de *layout*.

2.1.3.2 Procedimentos de Avaliação e Minimização de resíduos

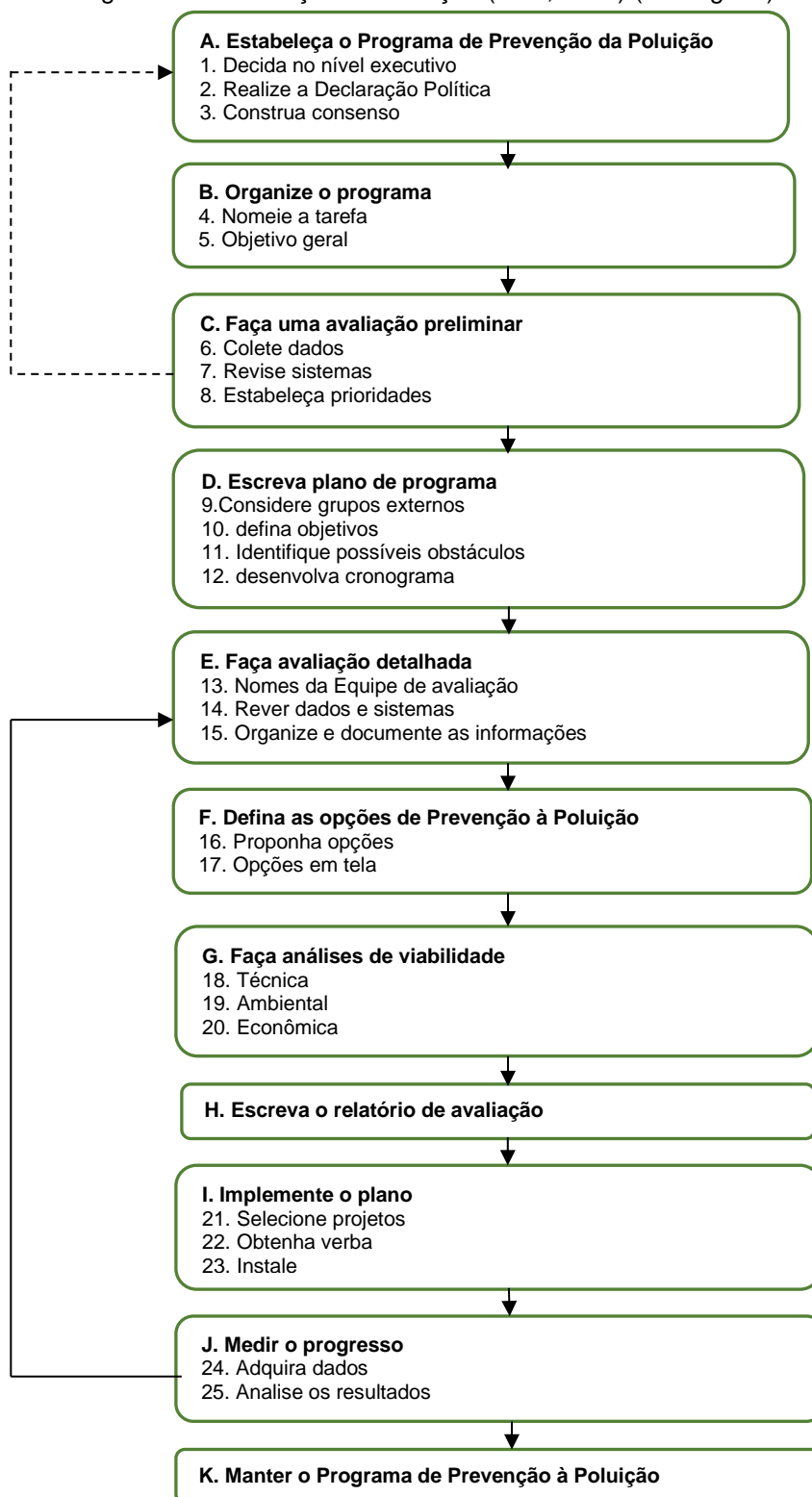
A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*United States Environmental Protection Office of Research and Agency - EPA*) apresentou em 1988 o primeiro documento com procedimentos constituído de 4 fases para avaliar e minimizar resíduos, Figura 4.



Fonte: Autora com base em EPA (1988, p. 4).

O documento da Figura 4, criado pela EPA (1988), é considerado o primeiro conjunto de procedimentos ou o primeiro método para alcançar a P+L. A EPA (1992) criou também o Programa de Prevenção da Poluição apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Programa de Prevenção da Poluição (EPA, 1992) (visão geral)



Fonte: Autora (tradução nossa) com base em EPA (1992).

A EPA (1992) desenvolveu guia com procedimentos para Programas de Prevenção à Poluição de instalações (*Facility Pollution Prevention Guide*) em 1992 e apresentado na Figura 5, composto por 11 etapas divididas em 25 subetapas.

As etapas têm relação com as metodologias de projeto de *layout* nos aspectos de definição de equipes de projeto e de objetivos, coleta e análise de dados, seleção de alternativas, análises de viabilidade, implementação, avaliação e medição. A avaliação preliminar pode retornar à primeira etapa do programa. Assim como, na fase de medição é possível o retorno à etapa de avaliação detalhada. Medir parâmetros possibilita construir dados de análise para avaliar ações e prevenir a poluição.

2.1.3.3 Profitable Environmental Management (PREMA) (1996 a 2005)

A *Profitable Environmental Management* (PREMA) - Gestão Ambiental Rentável. Significa tripla vitória (eficiência econômica, desempenho ambiental e aprendizado organizacional) e foi desenvolvida pelo GTZ-P3U da Alemanha desde 1996; “programa GTZ P3U⁸ (Pilotvorhaben zur Unterstü tzung umweltorientierter Unternehmensf ührung in Entwicklungsl ändern (P3U)”. A PREMA consistiu em treinamentos e ferramentas para PMEs, para reduzir custos da poluição, melhorar desempenho e as capacidades organizacionais; é composto por módulos (Hicks; Dietmar, 2007, p. 401; GTZ-P3U, 2019, *online*; GTZ-P3U, 2019 *online*).

Os módulos foram instrumentos que promoveram processo contínuo de melhoria nas empresas, desde medidas simples de *Good Housekeeping* até a introdução de instrumentos mais complexos, como o Gerenciamento de Custos Ambientais (EoCM) ou sistemas integrados de gestão nos campos da qualidade, meio ambiente e segurança do trabalho (PREMAplus) (PREMA, 2019, *online*).

Tomando como base a terminologia do PREMA de Tripla vitória, o projeto de *Layout* integrado à P+L está relacionado ao desempenho ambiental (Menos desperdício, emissões atmosféricas e efluentes); à eficiência econômica (economia

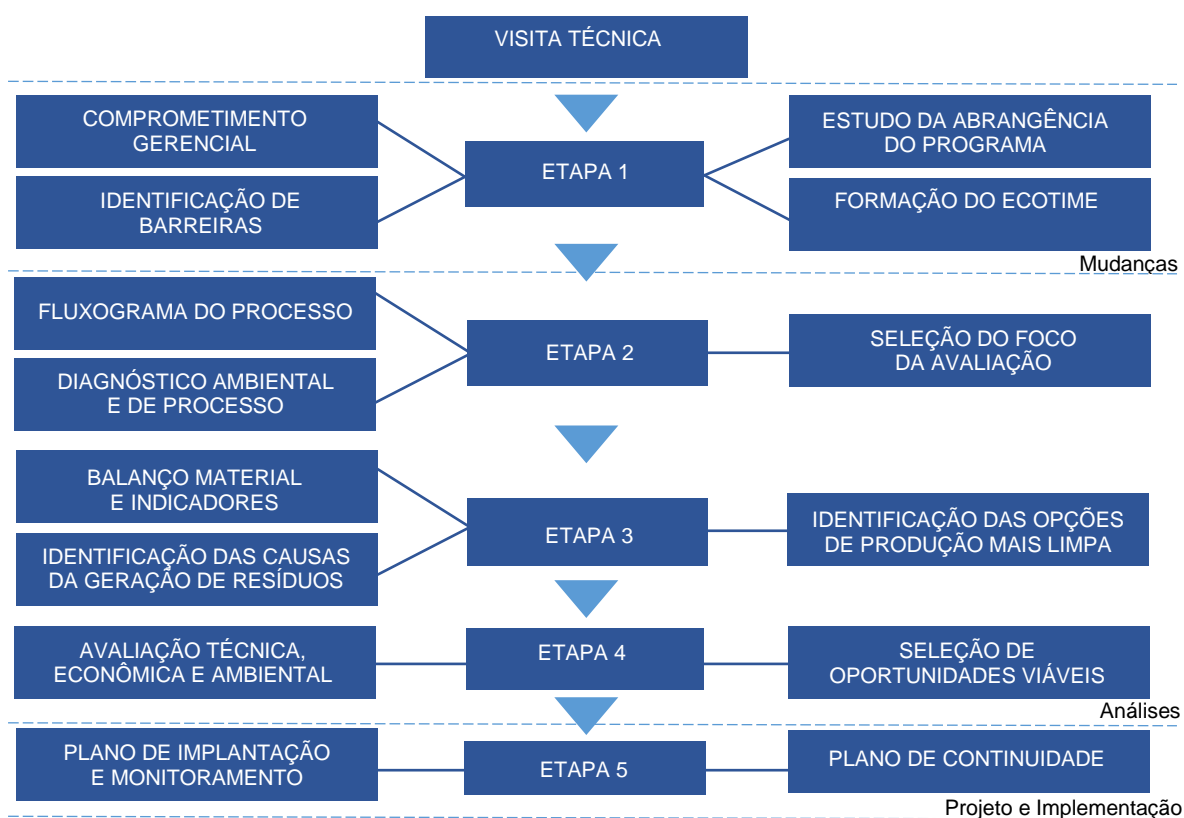
⁸ O P3U foi um Programa Piloto para Promover a Gestão do Meio Ambiente em países em desenvolvimento para promover capacidades institucionais e pessoais e aumentar a competitividade de micro, pequenas e médias empresas (PMEs) reduzindo o impacto ambiental industrial. O P3U foi implementado pelo German Technical Cooperation (GTZ) (Cooperação Técnica Alemã) vinculado ao *German Ministry for Economic Cooperation and Development* Alemão (BMZ) (Ministério para a cooperação econômica e desenvolvimento Alemão). Foi um programa previsto para o período de 1996 a 2003, e se prolongou até 2005 (GTZ-P3U, 2019 *online*).

de custos e produtividade incremental) e ao aprendizado organizacional (capacidade aprimorada para implementar mudanças).

2.1.3.4 Método de implementação da P+L – CNTL/SENAI-RS (2003a)

Para implementar Programa de Produção mais limpa (P+L), o Centro Nacional de Tecnologias Limpas no Brasil, localizado no estado do Rio Grande do Sul (CNTL/SENAI-RS), elaborou em 2003 um conjunto de etapas e passos, Figura 6.

Figura 6 - passos para a implementação de programa de P+L



Fonte: Autora com base em CNTL/SENAI-RS (2003a)

O método desenvolvido pela UNIDO/UNEP/CNTL/SENAI-RS (CNTL/SENAI-RS, 2003a) é composto de 5 etapas. A etapa 1 corresponde ao comprometimento gerencial, identificação de barreiras, abrangência e formação do ecotime, é a “pré-sensibilização do público alvo (empresários e gerentes)” realizada por meio de visita técnica enfatizando benefícios e necessidades de comprometimento da gestão (CNTL/SENAI-RS, 2003a, p. 18). Nessa etapa fica claro que o foco é observar o comprometimento com a P+L para vencer barreiras e promover mudanças e se relaciona ao fator mudanças em projetos de *layout*.

Nas etapas 2, 3 e 4 ocorrem análises de processos que se relacionam com as análises em projetos de *layout*. A etapa 2 é composta pelo fluxograma qualitativo e quantitativo do processo, diagnóstico ambiental e de processo com dados quantitativos das entradas (MP, água, energia e insumos) e das saídas (resíduos, efluentes, subprodutos e produtos), toxidades, armazenamentos e seleção do foco da avaliação. Nessa etapa, o foco é identificar e diagnosticar elementos dos processos.

Na etapa 3 é realizado o balanço material e são escolhidos os indicadores. “A identificação dos indicadores é fundamental para avaliar a eficiência da metodologia empregada e acompanhar o desenvolvimento das medidas de produção mais limpa implantadas” (CNTL/SENAI-RS, 2003a, p. 24).

Os indicadores são divididos em atuais, medidos com a avaliação, e novos a partir do monitoramento. O próximo passo é o de identificar causas da geração de resíduos e as opções de P+L (CNTL/SENAI-RS, 2003a). Os indicadores atuais são considerados, nesta tese, como indicadores base, e os medidos com a avaliação são relacionados ao projeto que servem para comparar os cenários base e projetado.

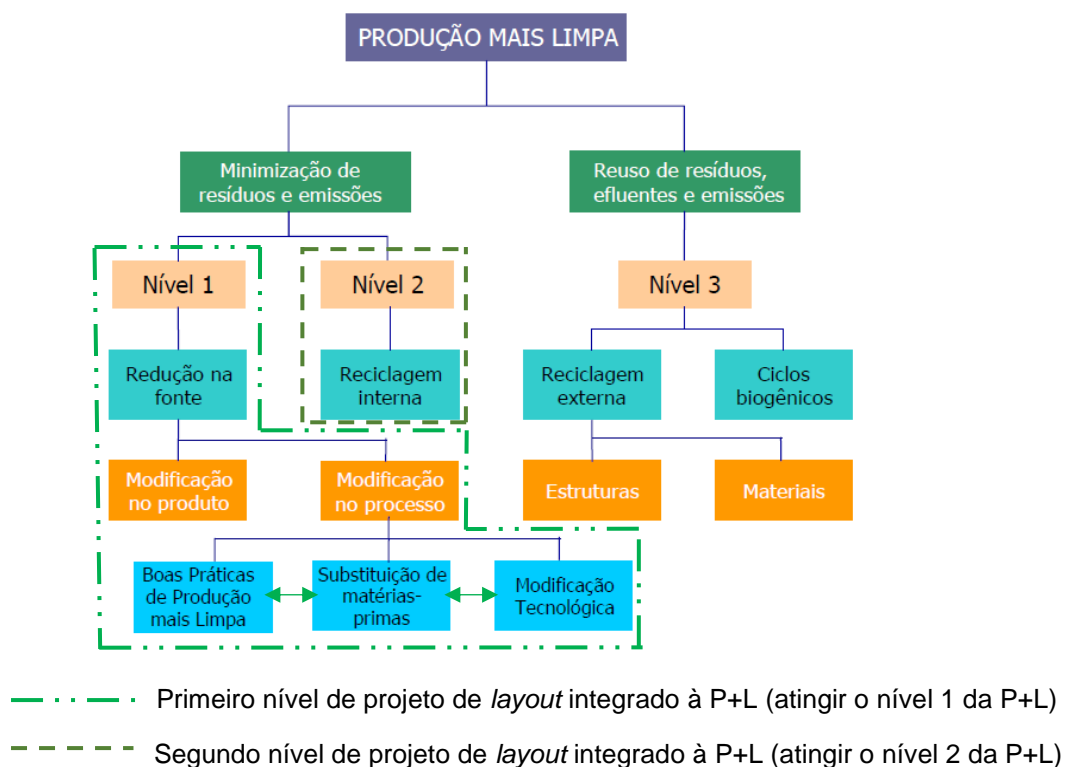
A etapa 4 corresponde à avaliação técnica, econômica e ambiental, e à seleção de oportunidades de P+L. Nesse momento, fluxogramas com a geração de opções da P+L podem ser associados aos níveis das soluções para a P+L de LaGrega, Buckingham e Evans (1994) sobre gerenciamento de resíduos perigosos, redução na fonte, reciclagem interna e/ou externa, ciclos biogênicos ou produzidos pela ação de organismos vivos. E a etapa 5 corresponde ao plano de implantação e monitoramento, e ao plano de continuidade; nesta tese, essa etapa foi identificada como fase de projeto e implementação.

2.1.3.5 Níveis de soluções encontradas para a P+L

LaGrega, Buckingham e Evans (1994) estabeleceram níveis de soluções para a P+L sobre gerenciamento de resíduos perigosos que foram baseados nas técnicas da EPA (1988) para reduzir resíduos, já apresentadas na Figura 3. Esses autores destacaram que as mudanças nos processos, nos equipamentos, nas condições operacionais e no *layout* são tecnológicas e visam reduzir, eliminar e/ou não gerar poluentes; e são de controle da poluição na fonte geradora, portanto, devem ser consideradas em primeiro plano (nível 1) para reduzir resíduos e emissões, Figura 7.

As modificações de processos incluem (1) boas práticas de P+L, (2) substituições de matérias-primas e (3) modificações tecnológicas; todas as modificações de processos se relacionam ao projeto de *layout* e estão inseridas dentre as modificações para reduzir a poluição na fonte geradora de nível 1.

Figura 7 - Níveis das soluções para a P+L e níveis de projeto de *layout* integrados à P+L



Fonte: Autora com base em CNTL/SENAI-RS (2003a); LaGrega, Buckingham e Evans (1994).

Portanto, no projeto de *Layout* integrado à P+L, tanto as reduções na fonte (nível 1) quanto a reciclagem interna (nível 2) devem ser estudadas de modo integrado com o objetivo de não gerar poluentes que extrapolem o ambiente interno.

Na Figura 7, as marcações na cor vermelha foram inseridas por esta autora, indicam que o foco do projeto de *Layout* integrado à P+L deve ser o nível 1 para reduzir desperdícios na fonte geradora, linhas traço dois pontos na cor vermelha, e o nível 2 deve ser de reciclagem interna, linhas tracejadas na cor vermelha. A seta na cor vermelha indica que o projeto, as modificações no projeto do produto e na tecnologia estão relacionadas às modificações de processo e influenciam o *layout*.

2.1.3.6 Gestão da P+L em PMEs

Nunes *et al.* (2019) apresentou uma aplicação para a gestão da P+L em PMEs onde o objetivo central foi promover e monitorar a P+L em 5 etapas para gerar oportunidades preventivas; uma das etapas abordadas foi a análise do fluxo (Figura 8) por meio de ferramentas de gestão.

Figura 8 - Gestão da P+L em PMEs



Fonte: Autora com base em Nunes *et al.* (2019)

Essa aplicação não mostrou como analisar o *layout* e nem métricas para reduções de desperdícios no chão de fábrica o que ratifica a importância desta tese. A análise de fluxos elaborada pelos autores foi realizada por meio de ferramentas de gestão e se relaciona a uma das etapas de projetos para a melhoria de *layout*, ao fator de projeto mão-de-obra e serviços de gerenciamento para a melhoria contínua.

Todas as metodologias, modelos e aplicações para implementar a P+L nas empresas analisam o processo base para encontrar a fonte geradora dos desperdícios ambientais e possibilitar gerar alternativas ou oportunidades de P+L, implementar e avaliar ações. Os principais estudos sobre metodologias, modelos e métodos sobre P+L encontrados em artigos científicos (de 1994 a 2020) estão em Apêndice 1.

2.1.4 Produção mais Limpa em pequenos negócios do setor moveleiro

Os pequenos negócios moveleiros, setor de aplicação desta tese, apesar da

relevância econômica e social, possuem dificuldades técnicas para implementar a P+L, consideram a legislação ambiental como barreira e não como oportunidade de melhoria; há resistência às ações de limpeza dos espaços produtivos; faltam pessoas qualificadas, há desvios e concentração de funções; não priorizavam investimentos em bases energéticas mais limpas nem minimizavam descartes de materiais para a reduzir custos (Backes, *et al.*, 2018; Schneider; Nehme; Ben, 2006; Caetano; Depizzol; Reis, 2017; Leite; Pimenta, 2011). Entretanto, perdas produtivas podem ser analisadas do ponto de vista das áreas, setores e fluxos para serem reduzidas (Lins, *et al.*, 2020; Lins, *et al.*, 2021) com foco na P+L.

As barreiras econômicas dificultam a implementação da P+L nas PMEs moveleiras (Aguilar, *et al.*, 2017; Panameño, *et al.*, 2019; Vieira; Amaral, 2016; Oliveira Neto; Shibao; Godinho Filho, 2016; Oliveira Neto, *et al.*, 2017) e existem dificuldades internas que se relacionam aos aspectos gerenciais, organizacionais, de comunicação e técnicos relacionados à ausência de tecnologias limpas, às máquinas e equipamentos desatualizados, à falta de pessoal especializado e de conhecimento técnico sobre a P+L (Vieira; Amaral, 2016; Oliveira Neto; Shibao; Godinho Filho, 2016; Oliveira Neto, *et al.*, 2017; Leite; Pimenta, 2011). Além de problemas técnicos de falta de infraestrutura (Oliveira Neto *et al.*, 2017), considerados, nesse estudo, como de infraestrutura física interna e *layout*.

Em pesquisas de campo em indústria moveleira da cidade de Palhoça (SC) foram encontrados espaços físicos com pó de serra e particulados de madeira dispersos no ar, no chão e nas peças; madeiras apoiadas em máquinas, nas colunas e paredes, além de falta de planejamento em cortes e reaproveitamento de materiais, e falta de planejamento do *layout* com foco na P+L (Lins, *et al.*, 2020).

Em pesquisas relacionadas em Arranjos Produtivos Locais do Agreste de Alagoas (APLs) em pequenos negócios moveleiros, foram encontrados retalhos de peças de madeira dispostos no piso, estocados em locais de difícil acesso para o transporte e em passagens entre máquinas; ambiente com aspecto sujo prejudicando a saúde dos trabalhadores, ausência de coleta seletiva e destinação de resíduos para o lixo urbano (Lins, *et al.*, 2010a; Lins, *et al.*, 2010b; Lins, *et al.*, 2010c).

Pressões ambientais com a escassez de recursos, regulatórias e de mercado estimulam padrões de produção e consumo de menor impacto ambiental, oportunidades de negócios e a inovação (Yoshimochi *et al.*, 2015). Inovações ecoeficientes “[...] reduzem a quantidade de materiais e energia por unidade

produzida, eliminam substâncias tóxicas e aumentam a vida útil dos produtos” (Barbieri *et al.*, 2010, p. 151). Estudos e aplicações da P+L promovem inovações ecoeficientes e estão alinhadas a padrões de menor impacto ambiental do contexto de produção contemporânea, principalmente em PMEs.

A inclusão de questões ambientais em planos de negócios e cobranças por soluções sustentáveis são demandas que atendem a clientes que buscam materiais e/ou componentes reaproveitáveis no processo de fabricação que agregam valor ao produto, e que buscam produtos e serviços que reduzam desperdícios, poluentes e custos (Stefano; Ferreira, 2013; Silva; Moraes; Machado, 2015; Villar; Nóbrega Júnior, 2014). Desse modo, é necessário conectar as “[...] circunstâncias ambientais à linha de ação da empresa diante do mercado” (Milan; Grazziotin, 2012, p.129) e promover a infraestrutura sustentável e local de trabalho inovador (BMBF, 2018); especialmente, em Pequenas e Médias Empresas (PMEs).

Investimentos em P+L fornecem a base para ampliar o alcance da sustentabilidade (Silvestre; Silva Neto, 2014); são estratégias para melhorar a competitividade, garantir ganhos econômicos e ambientais, melhorar o uso de Matérias-Primas (MPs) e energias renováveis, ou seja, para o desenvolvimento com sustentabilidade; contribuem para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para 2030, ou seja, promovem saúde e bem-estar (ODS 3),ecoinovação, infraestruturas industriais sustentáveis e ecoeficientes quanto ao uso de recursos, tecnologias e processos mais limpos (ODS 7 e 9), padrões de produção e consumo que minimizem impactos negativos para o meio ambiente e seres humanos, previnam, eliminem e reduzam a geração de resíduos, emissões, efluentes não tratados, materiais e substâncias perigosas, e promovem reuso e reciclo (ODS 6 e 12), proteção, recuperação e uso sustentável de ecossistemas (ODS 15) (Oliveira Neto; Shibao; Goldinho Filho, 2016; Oliveira Neto *et al.*, 2019; ONU, 2021, *online*; IPEA, 2021, *online*).

O Quadro 2, sintetiza e apresenta benefícios da implementação da P+L em Pequenas e Médias Empresas (PMEs) moveleiras e os tipos de estratégias para implementar a P+L: Ambiental (A), Econômica (E), Sistemas (S), Tecnológica (T), Segurança (Seg), Organizacional (O), Social (S), Legal (L).

Quadro 2 - Benefícios da implementação da P+L em Pequenas e Médias Empresas (PMEs) moveleiras e estratégias para implementar. “Continua”.

Benefícios da implementação da P+L em PMES moveleiras		Tipos de Estratégias para implementar a P+L: Ambiental (A), Econômica (E), Sistemas (S), Tecnológica (T), Segurança (Seg), Organizacional (O), Social (S), Legal (L)	
01	Eliminar ou reduzir resíduos de Matérias-Primas (MPs), de perdas produtivas e impactos ambientais (CNTL/SENAI-RS, 2003a; Massote; Santi, 2013; Schneider, <i>et al.</i> 2018); Eliminar ou reduzir a geração de serragem, maravalhas e retalhos de MDF e MDP (Hillig; Schneider; Pavoni, 2009).	Substituir MP por resíduos de madeira (Medeiros <i>et al.</i> , 2017).	A
		Transformar resíduos (aparas de MDF) em MPs para outros processos ou para a fabricação de novos perfis (Leite; Pimenta, 2011); Hillig; Schneider; Pavoni, 2009). Uso de resíduos de madeira como MPs de entrada para a produção de partículas de aglomerado (Iritani <i>et al.</i> , 2015); Substituir MP por resíduos de madeira (Medeiros <i>et al.</i> , 2017).	A
		Aplicar Ecodesign. Mudanças em design e simplificar processos (Aguilar <i>et al.</i> , 2017).	A
02	Eliminar ou reduzir MPs poluentes e/ou nocivas para o meio ambiente (CNTL/SENAI-RS, 2003a; Oliveira Neto; Shibao; Goldinho Filho, 2016; Caetano; Depizzol; Reis, 2017; Schneider, <i>et al.</i> , 2018); Rapôso; César; Kiperstok, 2013; Reduzir e controlar a poluição na fonte geradora (Rapôso; César; Kiperstok, 2013).	“[...] mudanças simples nas condições operacionais, no leiaute e no manuseio dos materiais” e transferência de tecnologia (Rapôso; César; Kiperstok, 2013, p. 19). Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L*.	A T
		Avaliar a geração e eliminar poluentes perigosos (Feil; Quevedo; Schreiber, 2017) para avaliar e propor mudanças.	A
03	Adequação ambiental do produto final, do subproduto e embalagem visando produção sem poluição. (CNTL/SENAI-RS (2003a).	Promover e incentivar a responsabilidade ambiental (Aguilar, <i>et al.</i> , 2017; Oliveira Neto; Shibao; Goldinho Filho, 2016).	A
		Avaliar uso de materiais renováveis e consumo de água (Feil; Quevedo; Schreiber, 2017).	A
04	Reduzir e otimizar o uso de MPs, recursos naturais e insumos (Caetano; Depizzol; Reis, 2017; Leite; Pimenta, 2011; Rapôso; César; Kiperstok, 2013; Massote; Santi, 2013; Aguilar, <i>et al.</i> , 2017; Oliveira Neto; Shibao; Goldinho Filho, 2016; CNTL/SENAI-RS, 2003a).	Considerar o resíduo como subproduto do processo produtivo e não como rejeito (Rapôso; César; Kiperstok, 2010) *. Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L*	A
		Aplicar Ecodesign, mudanças em design e simplificar processos (Aguilar <i>et al.</i> , 2017).	A
		Avaliar o uso de materiais renováveis e o consumo de água (Feil; Quevedo; Schreiber, 2017). Reutilizar, reciclar ou recuperar.	A
05	Novos produtos (produtos verdes) (Caetano; Depizzol; Reis, 2017).	MPs produzidas em manejos sustentáveis de florestas e garantir a rastreabilidade da cadeia de custódia (Dassan, <i>et al.</i> , 2015)	A
06	Diferenciar (produto eficiente quanto ao uso de recursos) (Aguilar <i>et al.</i> , 2017).	Aplicar Ecodesign, mudanças em design, reformular e modular peças, remodelar, redesenho, substituir materiais e simplificar processos (Aguilar, <i>et al.</i> , 2017).	A
07	Otimizar o uso de materiais e reduzir a poluição, a geração de serragem, maravalhas e retalhos de MDF e MDP (Leite; Pimenta, 2011; Hillig; Schneider; Pavoni, 2009).	Transformar resíduos de aparas de MDF em MPs para outros processos; ou para a fabricação de novos perfis (Leite; Pimenta, 2011); Hillig, Schneider, Pavoni, 2009)	A
08	Reduzir emissões de dióxido de carbono com transporte de materiais e resíduos. Não gerar e eliminar emissões atmosféricas poluentes e perigosas (Massote; Santi, 2013; Schneider, <i>et al.</i> , 2018).	Aplicar princípios da P+L na Cadeia Produtiva e de transportes mais limpos de materiais. Reduzir distâncias de deslocamentos do material, mudanças no tipo de transporte pelos de menor emissão de poluentes (navio), fornecedores de MDP mais próximos dos locais de fabricação do mobiliário (Medeiros <i>et al.</i> , 2017). Avaliar a geração e a eliminação de emissões atmosféricas poluentes e perigosas (Feil; Quevedo; Schreiber, 2017).	A
09	Aumento da ecoeficiência de processos e produtos e minimização de perdas (Massote; Santi, 2013; Lins, <i>et al.</i> , 2015). Melhoria contínua da eficiência e desempenho ambiental sem elevar custos (Silva; Medeiros, 2006).	Criar e implantar <i>software</i> para melhorar o processo de elaboração de projeto e orçamento de mobiliários, modificar o <i>layout</i> para reduzir e racionalizar o fluxo dos processos e melhorar o corte de chapas (Lins, <i>et al.</i> , 2015). Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L*	A O T
10	Limpeza dos espaços produtivos (Leite; Pimenta, 2011).	Reduzir emissões de material particulado (Medeiros <i>et al.</i> , 2017). Coleta seletiva.	A

11	Diminuir riscos ambientais e respiratórios para o trabalhador com a redução e/ou minimização de material particulado de madeira no ar (Hillig; Schneider; Pavoni, 2009). Reduzir material particulado (Medeiros <i>et al.</i> , 2017).	Coleta seletiva. Mudanças ou aprimoramentos de máquinas e equipamentos. Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L*	A T
12	Reduzir a geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos. Reduzir o fluxo de entrada e saídas de insumos, água e MPs (Massote; Santi, 2013).	Ações ambientais de rotina para a redução da geração de subprodutos (Oliveira Neto, <i>et al.</i> , 2017). Tratamento de efluentes, a reciclagem de resíduos e reutilização de produtos (Feil; Quevedo; Schreiber, 2017).	A O
13	Não gerar poluentes; eliminar e/ou reduzir desperdícios de MPs (CNTL/SENAI-RS, 2003a; Caetano; Depizzol; Reis, 2017).	Melhorias no ambiente interno de trabalho (Kravchenko; Pasqualetto; Ferreira, 2016). Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L*	A O T
14	Eficiência energética na produção de bens e serviços (CNTL/SENAI-RS, 2003a).	Promover e incentivar o uso de energias renováveis (Aguilar, <i>et al.</i> , 2017; Oliveira Neto; Shibao; Goldinho Filho, 2016). Avaliar uso de energias renováveis e a eficiência da energia consumida (Feil; Quevedo; Schreiber, 2017).	A T
15	Reduzir o consumo de energia. Reduzir custos (Aguilar <i>et al.</i> , 2017; Hillig; Schneider; Pavoni, 2009; Massote; Santi, 2013; UNEP/DTIE France; Chung, 2006; UNEP/DTIE, 2002).	Promover e incentivar o uso de energias renováveis (Aguilar <i>et al.</i> , 2017; Oliveira Neto; Shibao; Goldinho Filho, 2016). Avaliar uso de energias renováveis e a eficiência da energia consumida (Feil; Quevedo; Schreiber, 2017). Reutilizar, reciclar ou recuperar a energia a partir de resíduos (Medeiros <i>et al.</i> , 2017).	E A
16	Retorno financeiro para a empresa. Melhorias operacionais e em lucratividade e em desempenho competitivo (CNTL/SENAI-RS, 2003a; Leite; Pimenta, 2011; UNEP/DTIE France; Chung, 2006; UNEP/DTIE, 2002; Samper; Guilianny; Eras, 2017).	Produção Eficiente e Mais Limpa (Samper; Guilianny; Eras, 2017). <i>Layout</i> integrado à P+L* Transformar resíduos de MDF em MPs para outros processos ou para a fabricação de novos perfis (Leite; Pimenta, 2011; Hillig; Schneider; Pavoni, 2009).	E E
17	Eliminar ou reduzir desperdícios produtivos e de materiais, água e energia (CNTL/SENAI-RS, 2003a; Caetano; Depizzol; Reis, 2017; Massote; Santi, 2013).	Ações de gestão ambiental associadas à P+L (Caetano; Depizzol; Reis, 2017). Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L*	E
18	Melhorias na saúde e segurança no trabalho que elevam a produtividade e ganhos econômicos (CNTL/SENAI-RS, 2003a).	Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L* para melhorias na qualidade da saúde e segurança do ambiente de trabalho.	E Sg
19	Eliminar ou reduzir MPs nocivas e poluentes que demandam investimentos para recuperar e minimizar passivos do meio ambiente (CNTL/SENAI-RS, 2003a).		E
20	Melhorias operacionais e em eficiência industrial (Leite; Pimenta, 2011; UNEP/DTIE France; Chung, 2006; UNEP/DTIE, 2002).	Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L*.	E T
21	Melhorias na produtividade e uso eficiente de recursos (Hillig; Schneider; Pavoni, 2009; UNEP/DTIE France; Chung, 2006; UNEP/DTIE, 2002).	Análise dos fluxos produtivos para facilitar a organização das áreas e setores para melhorar processos, o <i>layout</i> , e o aumento da produtividade (Lins <i>et al.</i> , 2020) * Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L*.	E
22	Reduzir custos (Massote; Santi, 2013; Hillig; Schneider; Pavoni, 2009; UNEP/DTIE France; Chung, 2006; UNEP/DTIE, 2002).	Análise de Custos. Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L*.	E
23	Reduzir custos (CNTL/SENAI-RS, 2003a; Caetano; Depizzol; Reis, 2017).	Gerenciamento de perdas e descartes legais (CNTL/SENAI-RS, 2003a; Caetano; Depizzol; Reis, 2017). Análise de Custos. Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L*.	E
24	Romper a resistência às mudanças, às novas ferramentas de gestão e de barreiras técnicas e financeiras para implementar ações de gestão ambiental (Caetano; Depizzol; Reis, 2017).	Novos produtos, processos e espaços físicos inovadores (Lins, <i>et al.</i> , 2020) * Ações de gestão ambiental associadas à P+L (Caetano; Depizzol; Reis, 2017).	T A

			O
25	Otimizar o <i>layout</i> a partir da implementação da P+L (Pereira <i>et al.</i> , 2007). Melhorar processos e o <i>layout</i> , e aumentar a produtividade (Lins <i>et al.</i> , 2020).	Análise dos fluxos para facilitar a superação de barreiras internas e ações de redução da geração de perdas produtivas (Nunes <i>et al.</i> , 2019) *.	T
		Análise dos fluxos produtivos para organizar áreas e setores, melhorar processos e o <i>layout</i> , e aumentar a produtividade (Lins <i>et al.</i> , 2020) *.	T
		O [Re] <i>layout</i> para analisar áreas, setores e fluxos é estratégia para a implementação da P+L no setor moveleiro (Lins <i>et al.</i> , 2021) *.	T S
26	Otimizar a utilização das MPs, reduzir perdas e melhorar a eficiência produtiva (Caetano; Depizzol; Reis, 2017; Rapôso; César; Kiperstok, 2013; Massote; Santi, 2013).	Melhorias contínuas nas instalações físicas, distribuição e fluxos dos processos e dos trabalhadores (Silva <i>et al.</i> , 2017).	T S
27	Retorno financeiro sem necessidade de investimentos; ações ambientais de boas práticas operacionais. Maximizar lucros (CNTL/SENAI-RS, 2003a; Oliveira Neto, <i>et al.</i> , 2017; Samper; Guilianny; Eras, 2017).	Produção Eficiente e Mais Limpa. Boas práticas operacionais (modificar processos, melhorar a organização interna, uso racional de MPs e equipamentos) (Samper; Guilianny; Eras, 2017; CNTL/SENAI-RS, 2003a).	A T S
		Ações operacionais de rotina para a redução na geração de subprodutos (Oliveira Neto, <i>et al.</i> , 2017).	A T
28	Viabiliza melhoria continua e estratégias empresariais sustentáveis com parâmetros de baixa complexidade e menor investimento financeiro (Aguilar <i>et al.</i> , 2017; Panameño, <i>et al.</i> , 2019).	Melhores práticas tecnológicas, organizacionais e legais (NR-25, 2011). Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L*.	E T O
29	Facilita a implementação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA). Obter a certificação ISO 14000. Acordos multilaterais (UNEP/DTIE France; Chung, 2006; UNEP/DTIE, 2002).	Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L* para melhorar o ambiente interno de trabalho e cumprir normas técnicas e de legislações nacionais e internacionais pertinentes, além de segurança dos trabalhadores.	A E Sg
30	Cumprimento de normas (SAMPER; GUILIANNY; ERAS, 2017).	Conformidades com regulamentos ambientais (Feil; Quevedo; Schreiber, 2017).	L
31	Melhorar o ambiente interno de trabalho (Kravchenko; Pasqualetto; Ferreira, 2016); Integração (Schneider, <i>et al.</i> , 2018).	Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L* para melhorias no ambiente interno de trabalho	T S O
32	Melhorar a qualidade da saúde e segurança do ambiente de trabalho. Proteger consumidores, trabalhadores e meio ambiente com a redução da poluição e dos riscos ambientais (CNTL/SENAI-RS, 2003a; Caetano; Depizzol; Reis, 2017; UNEP/DTIE France; Chung, 2006; UNEP/DTIE, 2002; Schneider, <i>et al.</i> , 2018).	Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L* para melhorar a qualidade da saúde e segurança do ambiente de trabalho.	A Sg T
33	Eliminar e reduzir a emissão de compostos orgânicos voláteis (COV) de produtos químicos (Tong <i>et al.</i> , 2019).	Uso de produtos à base de água, revestimentos verdes, mudanças tecnológicas, nas instalações das edificações industriais e controles da exposição aos agentes químicos (Tong <i>et al.</i> , 2019). Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L*	A T Sg

Fonte: Autora com base na literatura apresentada. OBS: * Elo inovador entre *Layout* integrado à P+L

O Desenvolvimento Sustentável (DS) tem alcance macroeconômico e a P+L alcance microeconômico (Khalili *et al.*, 2014). A inclusão da dimensão tecnológica às dimensões cultural, ecológica, territorial e política da sustentabilidade contribui para o DS, e requer desenvolvimento de pesquisa e tecnologia local, ações de gestão sustentáveis e práticas de ecoeficiência (Sachs, 2008; Seiffert, 2014; Barbieri *et al.* 2010) para melhor atender às necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade de suprir gerações seguintes (ONU BRASIL, 2021, *online*) visando evitar desequilíbrios de qualquer um dos eixos do DS, equidade social, preservação ambiental e crescimento econômico.

As marcenarias fazem parte da indústria moveleira cujos recursos são de base florestal, geradora de impactos ambientais provenientes de resíduos que são descartados no meio ambiente (Aguilar, *et al.*, 2017; Caetano; Depizzol; Reis, 2017).

Trocar a percepção de resíduos como descartes para subprodutos, como sobras da produção com valor econômico, e criar novos produtos a partir dessas sobras tanto na própria empresa com reuso/reciclo interno, quanto por meio de parcerias externas para reuso/reciclo externo, melhora o desempenho econômico e socioambiental das empresas, e em especial, das indústrias moveleiras e marcenarias de pequeno porte, tanto daquelas que trabalham com a produção de móveis planejados e padronizados ou daquelas que fazem móveis sob medida.

A integração da P+L no início do processo de projeto de *layout*, em Centros de Produção (CPs), áreas, setores e fluxos, significa inovação para o ambiente de trabalho e potencializa o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Evitar e/ou reduzir desperdícios, perdas produtivas e ambientais, requer pesquisa, treinamento e trabalho integrado entre as pessoas, *layout* de espaços de produção que promova a implementação da P+L e processos de melhoria contínua.

2.2 Layout

Esta seção contempla o estado da arte sobre *layout* também denominado de arranjo físico de áreas de produção, segundo eixo temático. Foram abordados os principais conteúdos e métodos de projeto, sistemas produtivos, conceitos, objetivos de projetos, tipos, técnicas e ferramentas, fatores que influenciam projetos de *layouts* de áreas de produção, principais métodos de projeto e convergências entre conceitos de *layout* e P+L.

2.2.1 Sistemas produtivos e conceitos de *layouts* de áreas de produção

Sistemas produtivos são compostos por processos que adicionam valor e atendem aos objetivos definidos pela organização e maximizam a cadeia produtiva (Neumann, 2013). O sistema produtivo transforma entradas (matérias-primas e insumos) em saídas (produtos acabados ou serviços) úteis que devem ser planejadas a longo, médio e curto prazo, em atividades estratégicas, táticas e operacionais (Tubino, 2009). Desse modo, o sistema produtivo configura e relaciona todos os elementos, partes interessadas e os processos de modo coordenado para transformar MPs, conhecimentos e habilidades em bens ou serviços.

A função Produção é “[...] responsável por gerar os bens ou serviços por meio de um ou mais processos organizados de conversão [...]” (Tubino, 2000, p. 18-19); cria, adiciona e entrega valor durante o processo e considera perdas, tudo aquilo que não agregam valor; o espaço físico é uma das condições para a produção, exercício das competências organizacionais e criação de valor (Chiavenato, 2014).

O sistema é composto por produtores, produtos, processos – entradas, fluxos, processamento e saídas –, espaços físicos de produção, fornecedores de MPs, distribuidores e consumidores. Todos estão interconectados e precisam ser integrados de modo sustentável observando as correlações.

Layout ou arranjos físicos das áreas de trabalho se confundem com a história dos ofícios mais antigos em todos os trabalhos produtivos. Têm seus alicerces na revolução industrial, produção em massa, linhas de montagem de Henry Ford e administração científica da produção de Frederick Taylor (Muther, 1955; Muther, 1978; Neumann; Scalice, 2015).

Autores como Immer (1950), Immer (1964; 1971), Reed (1971), Moore (1962), Valle (1975), Apple (1977), Muther (1978), Tompkins e White (1984), Olivério (1985), Gonçalves Filho (2001), Ivanqui (1997), Villar (2001), Slack; Chambers e Johnston (2002) apresentaram técnicas para manejo de materiais, modelos para a solução de problemas de *layout* ou arranjo físico, técnicas e métodos de projetos de *layout* industrial sem considerar a poluição como problemática e a necessidade de reduzir resíduos, emissões e efluentes; se ocuparam em melhorar áreas, fluxos e processos, estão inseridos na abordagem de controle da poluição, no final do processo, e consideram as exigências legais para alocar, desocupar áreas, tratar e descartar materiais poluentes como custos.

A área de atuação de estudos sobre *layout* inclui diversas atividades humanas e processos produtivos industriais, comerciais e/ou de serviços (Maynard, 1970; Villar; Nóbrega Júnior, 2014). O “[...] *layout* das instalações é um arranjo de tudo o que é necessário para a produção de bens ou a entrega de serviços”⁹ (Saravanan; Arulkumar, 2015, p. 2079, tradução nossa). Entretanto, planejar o uso de áreas produtivas é mais frequente em ambientes industriais para a interação e o arranjo harmonioso de máquinas, equipamentos, de áreas e fatores de produção (Neumann; Scalice, 2015; Camarotto, 2006).

Nesta tese, será utilizado o termo *layout* como sinônimo de arranjos físicos ou instalações para a produção, maneira como são organizados os recursos dentro de uma empresa industrial, comercial, institucional ou de serviços.

Layout de áreas de trabalho foi definido por Muther (1978, p. 4) como “[...] combinação de diversos departamentos, áreas ou atividades funcionais [...]” em disposição que beneficie os usuários. Para Olivério (1985, p. 161-162) é o estudo sistemático das instalações que busca uma “combinação ótima”¹⁰ dos fatores que “[...] concorrem para a produção, dentro de um espaço disponível [...]” em instalações existentes, novas ou em planejamento; tem o objetivo de integrar e harmonizar todos os itens que possibilitam a atividade e depende do critério de medida de eficiência a ser adotado— segurança, condições térmicas, lumínicas e acústicas, estética,

⁹ “[...] facility layout is an arrangement of everything needed for production of goods or delivery of services [...]” (Saravanan; Arulkumar, 2015, p. 2079, texto original no inglês);

¹⁰ Somente o autor Olivério (1985) definiu *layout* ou Arranjo Físico como “combinação ótima” dos fatores de produção. É o único registro de “combinação ótima” relacionada à mensuração da eficiência das soluções de *layout* ou arranjo físico. Teoria reforçado por Villar (2001) e por Villar e Nóbrega Júnior (2004 e 2014). Verifica-se que os termos estão ligados à otimização.

racionalização de áreas, fluxos, etc. Para Ivanqui (1997) é projeto de arranjo físico, ou seja, um problema de análise combinatória com múltiplas soluções.

Layout é “[...] plano mestre que integra e coordena fisicamente os cinco fatores da gestão industrial: homem, material, dinheiro, máquinas e mercado [...]” (Neumann; Scalice, 2015, p. 220); depende da operação produtiva, quantidade produzida e tempo. É estudo e planejamento do uso de espaços físicos empresariais, internos e envolventes; disposição e interações de recursos de transformação como instalações, tubulações, máquinas, equipamentos, materiais, informações, pessoas, capital e ambiente, determinam a forma e aparência com que os recursos fluem e se combinam para operações, produtividade e fluxos (Maynard, 1970; Muther, 1955; Chiavenato, 2014; Marujo; Carvalho; Leitão, 2010; Villar; Nóbrega Júnior, 2014; Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2018; Yang *et al.*, 2017).

Em empresas comerciais que trabalham com a venda a varejo, o *layout* funciona como ferramenta de *marketing* influenciando positivamente o desempenho através de ações que valorizam a atmosfera da loja, a percepção de preço, o aumento do tempo de permanência e o aumento do consumo (Camargo; Toaldo; Sobrinho, 2009). Para Slack, Johnston e Brandon-Jones (2018) valorizar o *layout* de escritórios possibilita e incentiva a inovação, a criatividade, projetos de desenvolvimento de soluções e atividades de administração da produção.

O *layout* interfere em aspectos da programação da produção, em sistemas que garantem a qualidade, em melhorias físicas nas áreas de trabalho, sistemas de aproveitamento de recursos, na eficiência da gestão e fluxos; gera impacto positivo na produtividade, custo e sobrevivência empresarial (Santos; Gohr; Urió, 2014); melhora a racionalidade produtiva, segura e impacto ambiental (Yang *et al.*, 2017).

Melhorar o *layout* das instalações industriais pode impulsionar e promover melhorias de desempenho e competitividade e influenciar os fluxos de processamento por fornecer tanto a materialidade para estratégias da produção quanto a base para executar todos os processos (Corrêa; Corrêa, 2016; Krajewsky; Ritzman; Malhotra, 2014). Mudanças no *layout* podem afetar os custos e a eficácia geral da produção, interferem no fluxo de materiais e de pessoas na operação, promovem melhorias na integração, na comunicação organizacional, facilitam a supervisão, e reduzem perdas com transportes, com *lead time* e com espaços sem uso para a produção (Slack; Chambers; Johnston, 2002; Silva, *et al.*, 2015).

A indústria de pequeno porte negligencia a elaboração de um projeto de *layout* industrial antes de se instalar. Normalmente, se originam de sistemas de produção artesanais, e organizam os espaços à medida que a demanda cresce. Acomodam equipamentos e os recursos de produção no chão-de-fábrica e compram novos durante o crescimento da empresa, "[...] a racionalidade cede lugar ao empirismo e o uso de técnicas de planejamento de layout fica em segundo plano" (Santos; Gohr; Urio, 2014, p.14). A instalação de empresas sem a elaboração anterior de estudos sobre sistemas, processos e espaços físicos de produção causam necessidades de mudanças e readaptações após o início das atividades; a edificação fabril deve ser projetada com base no detalhamento dos sistemas de produção para possibilitar novos espaços, crescimento modularizado conforme o aumento da demanda, visando a redução de custos com deslocamentos e a gestão do produto (Rentes, 2013).

O projeto de *layout* é processo complexo e deve atender aos novos objetivos da empresa perante o mercado (Tiberti, 2003); deve permitir ampliações, facilitar o crescimento, as mudanças organizacionais e físicas, e ser flexível (Villar; Nóbrega Júnior, 2014; Valle, 1975). Novas tecnologias, melhorias em processos no espaço físico da fábrica, discussões sobre as questões socioambientais e a busca contínua por P+L elevam os níveis de competitividade com responsabilidade socioambiental nos espaços físicos de produção (Lins *et al.*, 2020).

2.2.2 Objetivos de projetos de *layouts*

O processo de projeto para o planejamento do *layout* de uma empresa tem como objetivo a otimização sistemática das instalações e dos fatores que contribuem para a produção em espaço físico novo ou em funcionamento; visa integrar e harmonizar todos os itens que beneficiem os usuários do sistema (Olivério, 1985; Villar; Nóbrega Júnior, 2014; Muther, 1978).

Para Slack, Chambers e Johnston (2009) o projeto do *layout* deve ser iniciado a partir de objetivos gerais obtidos no plano estratégico de produção para todas as operações: (1) segurança, (2) extensão do fluxo (fluxo canalizado), (3) clareza de fluxo (através de marcações ou roteiros sinalizados no piso), (4) conforto da mão-de-obra, (5) coordenação gerencial (facilitada pela localização da mão-de-obra e comunicação), (6) acesso (para limpeza e manutenção), (7) uso do espaço (de piso e cúbico), (8) flexibilidade de longo prazo para futuras expansões.

Pode-se incluir como objetivos para projetos de *layout*: a) aproximar departamentos interconectados, b) melhorar e reduzir custos de movimentação e manuseio de materiais, c) flexibilizar e racionalizar processos, d) manutenção, e) adaptar recursos naturais às restrições do local, f) reduzir investimento de capital, g) aumentar segurança do trabalho e ergonomia; h) melhorar a eficiência energética dos sistemas de produção, i) melhorar a produtividade dos recursos e a criação de valor sustentável; e para operações de armazenamento, g) contribuir para a eficaz retirada de estoques, registros e atendimento de encomendas, h) sustentabilidade da cadeia de abastecimento (Maynard, 1970; Camarotto, 2006; Corrêa; Corrêa, 2016; Slack; Chambers; Johnston, 2009; Coleone; Fróes, 2019; Gaither; Frazier, 2008; Pérez-Gosende; Mula; Díaz-Madroño, 2020; Lamba *et al.*, 2020). Objetivos do projeto de *layout* e estratégias para atingir esses objetivos estão relacionados no Quadro 3.

Quadro 3 - Objetivos do projeto de *layout*

	Objetivos do projeto de <i>layout</i>	Estratégia para atingir os objetivos
1	Aumento da moral e satisfação do trabalho	Ordem, limpeza, sanitários, ponto
2	Aumento da produção	Através da melhoria do fluxo
3	Economia do espaço	Menor quantidade de material em processo, minimização de distâncias, disposição racional
4	Redução do material em processo	Através do balanceamento das linhas de produção
5	Redução do manuseio de materiais	Por meio do estudo de cada Centro de Produção, estudo de tempos, movimentos e ergonomia das estações de trabalho
6	Redução do tempo de manufatura	Através da redução das demoras e distâncias
7	Redução das demoras	Através do balanceamento da produção
8	Redução dos custos indiretos	Por meio de estudo detalhado do <i>layout</i> e perdas
9	Maior utilização dos equipamentos, mão-de-obra e serviços	Através da redução das distâncias e tempos improdutivos
10	Melhoria da qualidade	Melhoria no mapeamento dos processos de gestão e de produção, limpeza e organização, pesquisa de satisfação junto ao cliente
11	Melhoria e facilidade de supervisão	Melhoria no mapeamento dos processos e dos fluxos de gestão, sensoriamento remoto
12	Menor congestionamento, retornos, cruzamentos, retrabalho e confusão nos processos	Melhoria em áreas, fluxos de produção e equipamentos para movimentação de materiais, redução de obstruções de piso e limpeza
13	Flexibilidade	Gestão de mudanças, máquinas, equipamentos e instalações de fácil adaptação
14	Facilidade para controle de custos e manutenção.	Melhoria no planejamento e controle da produção, gestão de custos, de manutenção e de perdas

Fonte: Autora com base em Olivério (1985, p. 169), Villar e Nóbrega Júnior (2014). Os destaques na cor cinza foram acrescentados pela autora desta tese.

Estudos de *layouts* estão relacionados às necessidades de mudanças sobre capacidade produtiva para expandir ou retrain, segurança, reduzir riscos e melhorar o ambiente de trabalho, melhorar a movimentação de materiais e pessoas para reduzir desperdícios, introduzir inovações tecnológicas e/ou fabricação de produtos novos (Coleone; Fróes, 2019). Alterações no *layout* por menor fluxo, boas práticas e boas

condições operacionais, aumentam a capacidade produtiva e podem ser integradas para otimizar recursos e aumentar a produção (Lins; César, 2015).

Projeto para mudanças no *layout* promove o [re]dimensionamento dos fatores de produção, reposicionamento dos recursos de transformação, aperfeiçoamento dos processos, serviços e da gestão operacional; influencia positivamente a produtividade por aprimoramento, otimiza fluxos de materiais e de estoques em processamento; reduz tempo de movimentação e custos (Amaral, *et al.*, 2012; Dias; Gonçalves, 2015). O projeto de *layout* configura-se como base para a racionalização da produção e transformação (Villar; Porto, 2007; Slack; Chambers; Johnston, 2002).

O “Planejamento das Instalações de uma determinada unidade produtiva compreende a resolução das questões: o que, quanto, onde e, como produzir” (Villar; Nóbrega Júnior, 2014, p. 10). Para Olivério (1985, p. 162) é preciso equacionar e integrar o produto da gestão pela soma de seus elementos: Produção = gestão de material + gestão de mão-de-obra + gestão de equipamento. Essa equação não contempla a sustentabilidade, a gestão ambiental ou a P+L.

Villar e Nóbrega Júnior (2004) abordam o tema da preservação ambiental dentre os objetivos de projetos de *layout* associado ao aumento da produtividade, e a necessidade de análise do ciclo de vida, estudos de sustentabilidade em projetos industriais, e diretrizes para a gestão da sustentabilidade na instalação elétrica e hidráulica; não abordaram estudos para reduzir ou eliminar a geração de poluentes. Bernardo (2009) propôs considerações ambientais nas etapas de projeto de *layout*.

Neumann e Scalice (2015) recomendaram reorganização constante do *layout* para a competitividade e eficiência do sistema diante da evolução tecnológica. E inserir o desempenho Ambiental com a diminuição do consumo de recursos naturais e da poluição, dentre os objetivos de desempenho em projetos de Unidades de Negócios. A inclusão da variável ambiental como objetivo de desempenho organizacional “[...] pode transformar o que por muito tempo foi visto como limitações em novas oportunidades de mercado [...]” e promover ou ampliar a competitividade (Neumann; Scalice, 2015, p. 61).

A organização e localização física dos recursos de transformação proporcionada pelo projeto de *layout* podem elevar a produtividade, reduzir os custos de produção pela aplicação de métodos de simplificação de trabalhos, reduzir desperdícios com retrabalho, movimentação, estoques de peças e tempos de espera, proporcionar segurança para pessoas e patrimônio, proteger contra incêndios, reduzir

o consumo de energia e gerar vantagem competitiva (Muther, 1978; Tompkins; White, 1984; Neumann; Scalice, 2015; Coleone; Fróes, 2019).

Segundo Jilcha, Kitaw e Beshah (2016, p. 33) a “[...] organização do local de trabalho, *layout* do local de trabalho, gestão de recursos humanos, mudanças na alta gerência, participação dos trabalhadores, política e treinamento [...]” estão relacionadas ao espaço físico e à inovação no local de trabalho e influenciam a Segurança e Saúde dos trabalhadores.

2.2.3 Tipos de *layouts* e como escolher

As características do *layout* refletem e são determinadas pelas operações ou atividades de produção realizadas no espaço físico (Krajewsky; Ritzman; Malhotra, 2014). A forma com que o *layout* se estrutura influencia, representa e determina fluxos produtivos (Lins, *et al*, 2021).

As técnicas mais utilizadas para se escolher o tipo de *layout* estão baseadas nas características do processo, tamanho do lote de produção (volume) e na variedade de produtos. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009 e 2018), o tipo de *layout* depende do tipo de processo de manufatura ou de serviço. O Quadro 4 apresenta o relacionamento entre tipos de processo e tipos de *layout*.

Quadro 4 - Relação entre tipos de processo e tipos básicos de *layout* (arranjo físico)

Tipos de processo de manufatura	Tipos básicos de <i>layout</i> (arranjo físico)	Tipos de processo de serviços
Processo por projeto (Q=Pequena)	<i>Layout</i> posicional, por posição fixa ou por projeto	Serviços profissionais
Por processo ou processo tipo <i>Jobbing</i>	<i>Layout</i> funcional ou por processo	Loja de serviços
Processo por lote (<i>batch</i>)	(relação fatorial= N!) <i>Layout</i> celular	
Processo em massa	<i>Layout</i> linear ou por produto	Serviços de massa
Processo contínuo	(Q=Grande)	

Fonte: Autora com base em Slack, Chambers e Johnston (2009 e 2018).

A análise volume–variedade, relaciona o tipo de *layout* à quantidade e à variedade de produtos fabricados. O diagrama P-Q sobre produto-quantidade ou gráfico P-V, produto-volume, ajudam a escolher o tipo de *layout* que será utilizado ou a descobrir o produto mais produzido e possibilitar melhorar os fluxos desse produto.

Segundo Muther (1978), cada tipo de *layout* possui um P (Produto), Q (Quantidade) ou R (Roteiro) determinando o tipo que deve ser adotado. A análise produto-quantidade consiste na classificação e quantificação dos produtos e elaboração de diagrama produto-quantidade, em que o eixo vertical corresponde à quantidade e o eixo horizontal aos grupos de produtos e variedades.

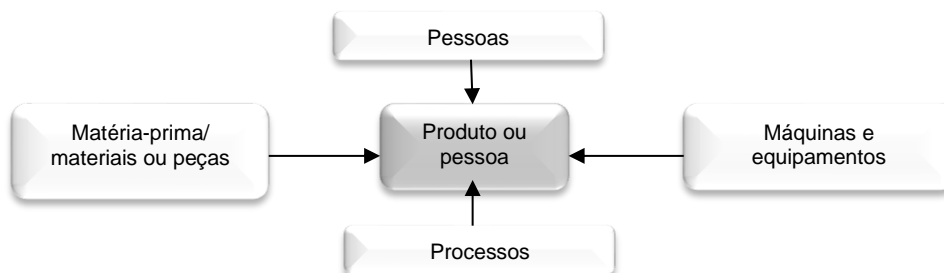
Essa análise possibilita saber os tipos de *layouts* que deve(m) ser utilizado(s), de modo que: a) o **layout posicional (ou por posição fixa)** é adotado quando o volume é baixo sendo mais prático mover equipamentos, máquinas e pessoal, fixando-se a posição do produto (Q = pequena), nesse caso o fluxo é intermitente; b) o **layout funcional (ou por processo)** é adotado quando há grande variedade de produtos (e não são muito volumosos) e de sequência de operações; recursos e processos se unem com necessidades e fluxos diferentes; os equipamentos são de difícil movimentação e necessitam de suprimentos ou construções especiais. Para Slack, Chambers e Johnston (2009 e 2018) quando o sistema produtivo é por processo pode gerar N alternativas e diferentes *layouts*, a relação é fatorial (N!); c) o **layout linear (ou por produto)** é adotado quando a variedade é baixa e o volume de fabricação é em grande quantidade, nesse caso, o material a ser produzido é que se movimenta no espaço físico de produção, o fluxo regular torna-se contínuo.

2.2.3.1 Tipos de *layout*

2.2.3.1.1 *Layout* posicional ou por posição fixa (*project shop*)

O *Layout* posicional também pode ser denominado de *layout* por posição fixa ou por projeto (Neumann; Scalice, 2015), representado na Figura 9.

Figura 9 - *Layout* posicional

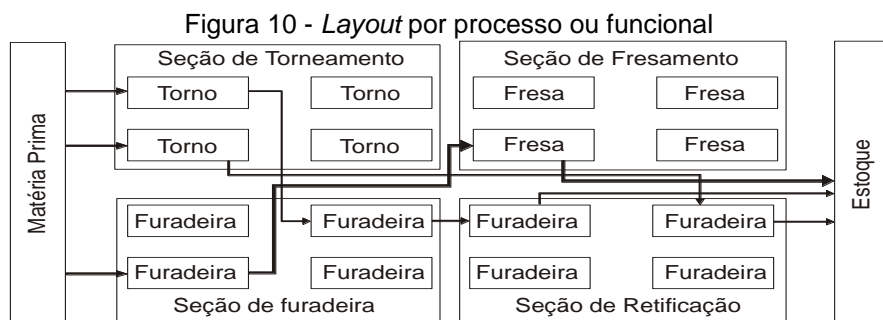


Fonte: Autora com base em Tiberti (2003, p.10), Tompkins *et al.* (2013) e Neumann e Scalice (2015).

O *layout* posicional adequa-se a lotes unitários de produtos pelo tamanho ou baixa mobilidade. Os recursos se organizam em torno do bem a ser fabricado ou em torno da pessoa a ser atendida, como no caso de uma UTI (Neumann; Scalice, 2015). É utilizado na realização de projetos com posição fixa, como navios, prédios, aviões. Essa imobilidade deriva do peso, tamanho e formato.

2.2.3.1.2 *Layout* funcional ou por processo (*Job Shops*)

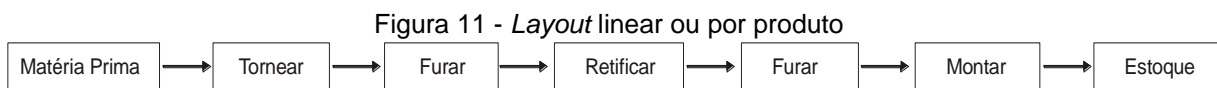
O *layout* por processo acomoda variedade de projetos de produto e etapas de processamento; produzem variedade de produtos em lotes relativamente pequenos, com a utilização das máquinas de uso geral, armazenadas de acordo com o tipo de processo; possibilitam que os Centros de Produção (CPs) se agrupem de acordo com a função; há movimentação do produto pelos departamentos (Neumann; Scalice, 2015). Necessita de planejamento contínuo, programação e controle para assegurar quantidade ótima de trabalho em cada setor (Gaither; Fraizer, 2008), Figura 10.



Fonte: Autora com base em Tiberti (2003, p.11) e Tompkins *et al.* (2013).

2.2.3.1.3 *Layout* linear ou por produto (*flow shop*)

O *layout* linear ou por produto é usado quando se deseja obter grandes volumes de produção para produtos com elevado grau de padronização, existindo sequência linear balanceada e agrupamento das máquinas em fluxo linear (Moreira, 2012; Neumann; Scalice, 2015), conforme representado na Figura 11.

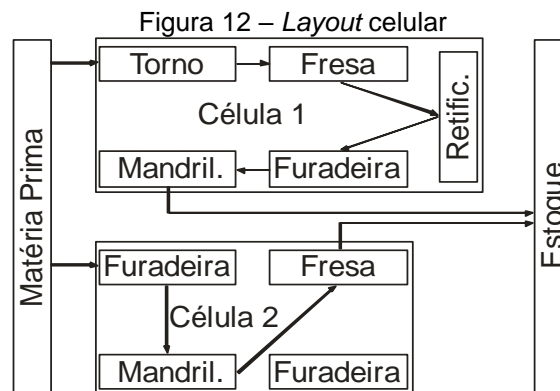


Fonte: Autora com base em Tiberti (2003, p.13) e Tompkins *et al.* (2013).

O *layout* linear ou por produto é usado quando se requer sequência linear de operações onde cada CP é responsável por parte especializada e o fluxo de pessoas ou materiais é balanceada para que as operações mais lentas não retardem a velocidade do processo (Moreira, 2012; Neumann; Scalice, 2015).

2.2.3.1.4 *Layout* celular

Em manufatura celular, as máquinas são agrupadas em células, e as células funcionam de forma bastante semelhante a ilha de *layout* por processo; produz uma família de peças com configurações semelhantes que necessitam das mesmas máquinas para serem produzidas (Gaither; Frazier; 2008). Para Villar e Nóbrega Júnior (2014), o *layout* celular utiliza a filosofia da tecnologia de grupo, sendo a solução mais atual para a redução dos tempos de *setup* e para a necessidade de reduzir o tamanho dos lotes na busca por flexibilidade, conforme a Figura 12.



Fonte: Autora com base em Tiberti (2003, p. 15).

Para Neumann e Scalice (2015, p. 230 e 233), células são o agrupamento de produtos similares em “subunidades produtivas”. O *layout* celular tem como objetivo “otimizar a formação de famílias de peças e máquinas” e aumentar a flexibilidade. Tubino (2009) se refere às células como agrupamento em uma mini-fábrica.

2.2.3.1.5 *Layout* híbrido ou mistos

Para Gaither e Fraizer (2008), a maioria das instalações de manufatura usa uma combinação de tipos de *layout* em que os departamentos são organizados de acordo com o tipo de processo.

2.2.4 Técnicas e ferramentas para projetos de *layout*

Professores e engenheiros como Halph M. Barnes, Lillian Moller Gilbreth, e Harold Bright Maynard foram pioneiros na área de planejamento de instalações industriais e de planejamento de processos, desenvolveram em 1947, gráficos de operação e fluxos de processo com simbologias e definições que proporcionaram avanços técnicos para a área por meio do Comitê Especial de Normalização da *American Society of Mechanical Engineers* (A.S.M.E.) (A.S.M.E., 1947, *online*).

A área de planejamento de *layout* passou a ser incluída no “processo de projeto” e “a disposição relativa das diversas atividades foi considerado com maior intensidade” na instalação das empresas (Villar; Nóbrega Júnior, 2014, p. 38). O Quadro 5 apresenta técnicas e ferramentas mais utilizadas:

Quadro 5 - Técnicas e ferramentas utilizadas para projetos de *layout*

Tipos de <i>layout</i>	Técnicas
Por posição fixa	Análise da alocação dos recursos. Sistema Gerencial do PERT/CPM para sequenciar as tarefas ao longo do tempo.
Por processos	Gráficos de operações. Fluxogramas. Diagramas ou cartas de fluxos de processo. Cartas de fluxos de processos múltiplos. Diagramas de afinidades. Cartas de relacionamentos.
Por produto	Balanceamento da linha.
Celular	Análise do fluxo de produção (Fluxogramas, diagramas de fluxos, carta de processos múltiplos). Tecnologia de grupos. Balanceamento. Roteiros de Operação Padrão (ROP)

Fonte: Autora com base em Neumann e Scalice (2015).

PERT/CPM (*Program Evaluation and Review Technique/Critical Path Method*) é a técnica de planejamento de projetos que permite escalonar atividades, dar precedência, sendo possível a elaboração de gráficos e estabelecer a duração do projeto. Estabelecem o caminho crítico, folgas e prazo esperado de projeto. O mapofluxograma, as cartas De-Para ou diagrama de afinidades e de inter-relações, são técnicas para todos os tipos de projeto de *layout* (Muther, 1978).

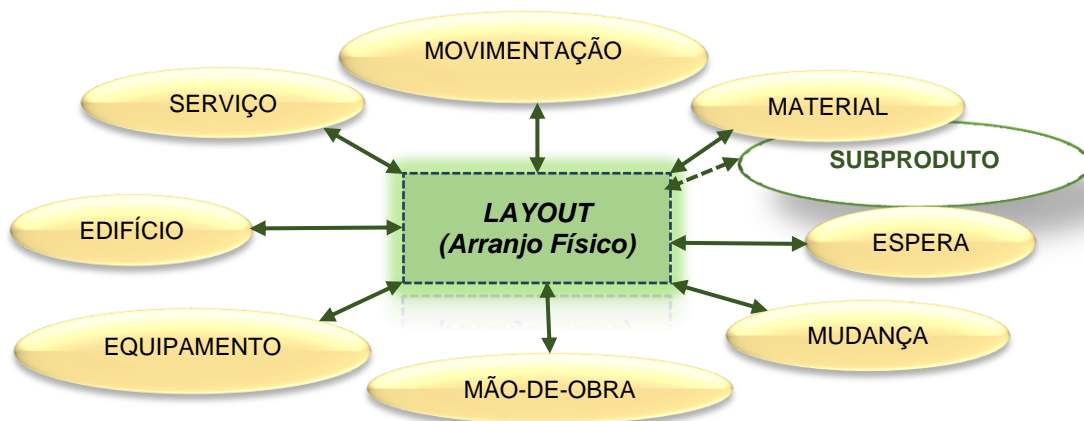
2.2.5 Fatores que influenciam o projeto de *layout* das instalações

Fatores sociais, geográficos, ambientais, econômicos, técnicos e as inovações tecnológicas influenciam mudanças e, conseqüentemente, os projetos dos produtos e os *layouts* das empresas (comerciais, industriais, de serviços, institucionais) para a adaptação dos espaços às mudanças.

O *layout* é influenciado por “mudanças externas - de caráter local, industrial ou nacional” (Maynard, 1970, p. 33 e 49; Muther, 1955, p. 121). O *layout* industrial é problema com múltiplos objetivos e restrições, e contém aspectos objetivos, subjetivos, de avaliação de riscos e do valor do material a ser movimentado no espaço físico (Yang; Su; Hsu, 2000). Para o projeto de *layout*, o tipo de produto e processo, e o volume de produção são fatores importantes.

Além disso, os fatores que influenciam o projeto de *layout* ou arranjo físico são: as mudanças (1), os serviços (2), a mão-de-obra (3), o material (4), a espera (5), o equipamento (6), o edifício (7) e a movimentação (8) (Olivério, 1985, p. 192 a 210; Maynard, 1970, p.37 a 49; Muther, 1955) e está representado na Figura 13:

Figura 13 - Fatores que influenciam o projeto de *layout* (arranjo físico)



Fonte: Autora com base em Olivério (1985, p. 192-210).

Modificação desta autora nas setas para indicar dupla direção, acréscimo das palavras *layout* e *Subproduto*, setas e linha tracejadas.

Os fatores que influenciam o projeto de *layout* foram inseridos em *checklist* contendo aspectos de aprimoramento e levantamentos de itens a serem otimizados para que o projeto de *layout* seja obtido a partir das condições aperfeiçoadas (Olivério, 1985, p. 192 a 210; Maynard, 1970, p.37 a 49; Muther, 1955).

O Quadro 6 apresenta as definições e características dos fatores a serem observadas em projetos de *layout*. Os fatores de projeto de *layout* foram utilizados como variáveis no método de projeto de *Layout* integrado à P+L. Esses fatores foram reelaborados e ampliados e foram integrados aos critérios e atributos para implementar a P+L.

Quadro 6 - Definições e características dos fatores a serem observados em projetos de *Layout* e que o influenciam.

Fatores	Definições e características dos fatores em projeto de <i>layout</i> das instalações
1. Fator Mudança	Aspectos relacionados às substituições de materiais, processos, máquinas, equipamentos, ferramentas, mão-de-obra, procedimentos; modificações no projeto do produto, nas demandas, capacidades, flutuações de quantidade; mudanças em serviços oferecidos pela empresa; mudanças internas e externas; mudança de Normas regulamentadoras (NR).
2. Fator Serviços	Benefícios e facilidades oferecidas pela empresa aos funcionários e clientes; vias de acesso, proteção da fábrica, serviços de iluminação, exaustão, ventilação, condicionamento de ar, aquecimento, formas de comunicação e sinalização, comunicação visual, logística, pós-venda; serviços de qualidade, inspeção e controle; serviços de manutenção e limpeza; procedimentos e planejamento de papéis (ordens de serviços, de fabricação, limpeza, manutenção e acompanhamento interno e externo); NR.
3. Fator Mão-de-obra	Ser Humano envolvido na produção em todos os níveis hierárquicos, trabalhadores internos, e externos, envolvidos diretamente ou indiretamente com a produção; segurança e condições de trabalho, locais projetados segundo princípios da economia de movimentos, tempos das operações, planejamento e balanceamento de operações, segurança, desempenho e motivação; NR.
4. Fator Material	Características dos materiais envolvidos na produção, embalagens, quantidades, variedades, componentes, sequência de operações, projeto do produto e especificações; fornecedores; NR.
5. Fator Espera	Características de armazenamento, esperas ou demoras entre operações; localização, espaço, proteção e método de armazenamento; observação quanto às Normas regulamentadoras. Controle de estoques/vendas. Fornecedores.
6. Fator Equipamentos	Características, necessidades, requisitos de instalação e utilização, forma e processo de uso de máquinas, equipamentos, ferramentas, testes, eficiência homem-máquina; NR.
7. Fator Edifício	Instalações físicas (estruturais, elétricas e hidro-sanitárias); aspectos construtivos, estruturais e arquitetônicos, localização, vizinhança, características do solo, drenagem, declives, ventos predominantes, insolação, restrições legais quanto ao zoneamento e ao estabelecido em códigos de urbanismo e de edificações; NR.
8. Fator Movimentação	Características e requisitos de movimentação, transporte e fluxos de materiais, pessoas e informações envolvidos, espaços físicos necessários, material em movimentação (espera) na sequência do processo de fabricação, redução de transportes desnecessários ou anti-econômicos; fluidez, obstruções, distâncias de movimentação, retornos, cruzamentos, compatibilidade entre localização do material, distâncias e quantidade de movimentação, inter-relacionamentos entre os setores para menor movimentação; NR.

Fonte: Autora com base em Olivério (1985, p.192-210).

Esses fatores foram retomados para o desenvolvimento conceitual do método de projeto para possibilitar a integração entre os dois eixos temáticos, P+L e *Layout*.

2.2.6 Métodos de projeto de *layout*

O projeto de *layout* pode ser para *layout* novo ou para o aprimoramento e otimização. Pode ser de soluções construtivas ou de aperfeiçoamento.

Os princípios para o planejamento de *layout* são: os conceitos de inter-relações, grau relativo de dependência ou proximidade entre as atividades; o espaço, quantidade, tipo e forma dos itens a serem posicionados e o ajuste (Muther, 1978).

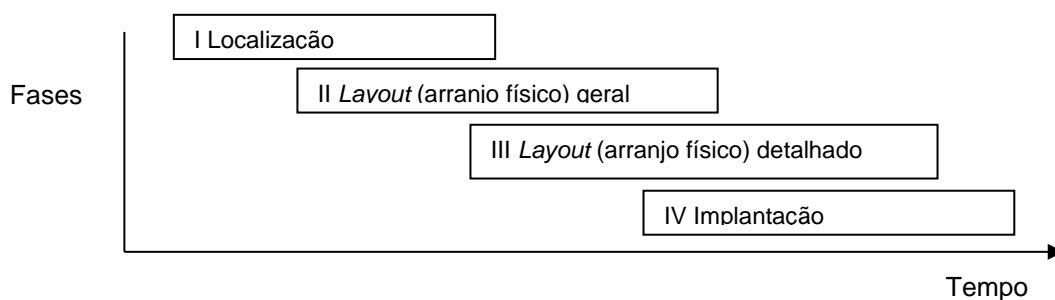
Nos métodos clássicos para projetos de *layout* de fábrica criados entre os anos de 1950 e 1985 não havia preocupação com a eliminação na fonte geradora. Os autores Apple (1977) e Muther (1978) iniciaram a abordagem de percentuais de refugo

e locação de resíduos e rejeitos, mas numa visão de “fim de tubo” e de desperdícios inerentes aos processos industriais.

2.2.6.1 Modelo de Richard Muther (1978)

O modelo de Planejamento de *Layout* sistemático de Muther (1978), *Systematic Layout Planning* (SLP) para o planejamento de *layout*, é método geral de procedimentos com abordagem lógica e com foco no fluxo de materiais e inter-relações e/ou interdependência. Foi baseado em estudos publicados pelo autor em 1955 quando identificou fatores e fases do projeto de *layout*. As variáveis de entrada utilizadas para o projeto de *layout* são: (P) produtos fabricados ou materiais, (Q) quantidades ou volume de fabricação, (R) roteiro ou sequência do processo de produção, (S) serviços de suporte e (T) tempos de fabricação e preparo envolvidos na produção (Muther, 1978). A Figura 14 apresenta estrutura de fases do sistema SLP.

Figura 14 – Fases do sistema SLP



Fonte: Autora com base em Muther (1978, p. 5).

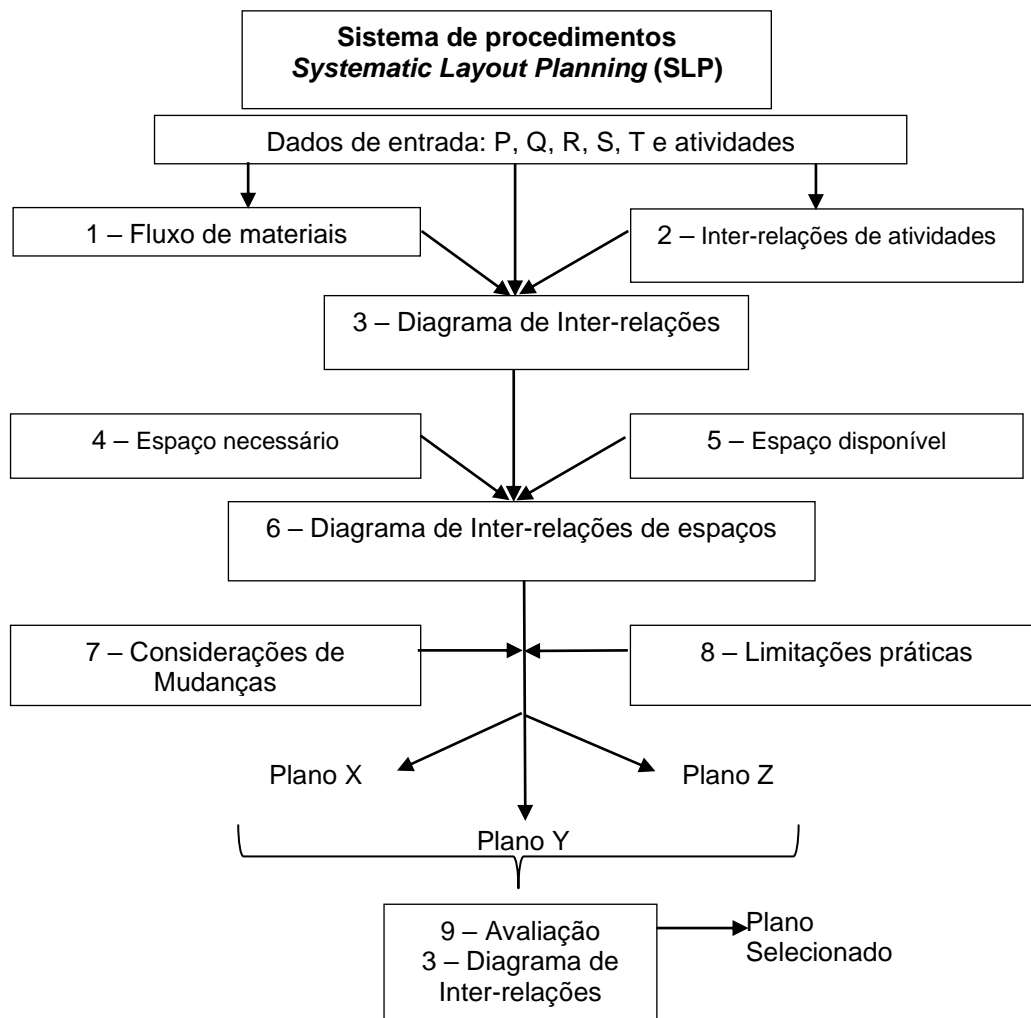
Segundo Muther (1978) o SLP consiste de (1) estrutura de fases, (2) procedimentos, e (3) convenções para identificar, visualizar e classificar as atividades, inter-relações e alternativas de projeto de *layout* (arranjo físico). O SLP possui 04 (quatro) fases para o planejamento do *layout*: a localização (Fase I), o *layout* geral (Fase II), o *layout* detalhado (Fase III) e a implantação (Fase IV), Figura 14.

A Fase I determina a localização da área onde ocorrerá o planejamento das instalações; é a fase onde as informações sobre nº de andares, pé direito, espaçamento entre colunas e demais características construtivas e do entorno são identificadas. A Fase II corresponde ao *layout* geral, e dá origem a planos de arranjos de blocos, *block-layout*, que consistem na localização relativa de áreas, inter-relações

e posição relativa entre as áreas, quando, com base nos padrões de fluxos a configuração geral é estabelecida. Na Fase III, o *layout* é detalhado, determina a localização de cada máquina, equipamento, suprimentos e serviços, Figura 14 e 15.

Na Fase IV, de implantação, planeja-se cada passo, apropriação de capital, movimentação das máquinas, equipamentos e recursos. É quando os desenhos e as plantas das instalações devem ser precisos e detalhados para a implantação. O modelo de procedimentos é aplicado na Fase II para obter o *layout* geral; e, na fase III, para detalhar cada área ou departamento.

Figura 15 - Modelo de procedimentos *Systematic Layout Planning* (SLP) de Muther (1978)



P (Produtos fabricados ou materiais), Q (Quantidades ou volume de fabricação), R (Roteiro ou sequência do processo), S (Serviços de suporte), T (Tempos de fabricação e preparo)

Fonte: Autora com base em Muther (1978)

Esse método possui abordagem lógica que integra técnicas de inter-relacionamento entre áreas ou grau de interdependência entre elas. Dá ênfase às fases de planejamento e de relação entre espaços com sua importância relativa (Neumann; Scalice, 2015). O foco é o fluxo de materiais e as inter-relações.

Observa-se a presença do prefixo latino *inter* em todo o método, que exprime a noção de posição média ou de relação recíproca. O ponto de partida do método de Muther (1978) é do espaço geral para o particular da tarefa, ou seja, planeja primeiro a localização e o *layout* geral com dimensionamentos de espaços, sem considerar o conjunto homem-máquina, para, por último, fazer ajustes.

Não trata sobre sustentabilidade. Embora seja muito utilizado como referência para novos modelos, apenas considera *layouts* tradicionais, coerente com o entendimento da época de que toda a produção gera resíduo.

O Modelo de procedimentos *Systematic Layout Planning* (SLP) de Muther (1978) possui visão de “fim de tubo”, ou seja, quando as perdas produtivas são vistas como rejeitos inevitáveis do sistema. Não considera a reavaliação do processo e do fluxo produtivo, nem a análise do processo do ponto de vista do desperdício de materiais e impacto ambiental.

2.2.6.2 Modelo para o processo de planejamento de instalações de James A. Tompkins e John A. White (1984)

A Figura 16 apresenta o modelo e processo geral de planejamento de instalações de Tompkins e White (1984). Esse modelo é genérico e composto por 9 atividades agrupadas em 3 fases que pode ser aplicado para projetar plantas industriais ou de serviços.

As setas circundam o processo no sentido anti-horário e indicam que o processo é cíclico e o objetivo da planta pode ser redefinido com o intuito de efetuar melhorias durante o “*ciclo de vida*” do *layout* (Tompkins *et al.*, 2013).

Por ser um modelo genérico, cíclico e com características que incentivam a melhoria contínua, foi estudado para fundamentar projeto de *layout* com o objetivo de introduzir a P+L.

Segundo Tompkins *et al.* (2013, p. 17), a “[...] implementação dos objetivos da empresa através de equipes irá assegurar que todos os membros da organização estejam envolvidos na realização desses objetivos”.

A abordagem do método é em questões estratégicas, redução de custos, produtividade, garantia de segurança dos funcionários e economia de energia. O processo de projeto parte do geral para a movimentação de materiais. É abordagem que se relaciona com a P+L, representada na Figura 16.



Fonte: Autora com base em Tompkins *et al.* (2013, p. 15).

2.2.6.3 Metodologia de Olivério (1985)

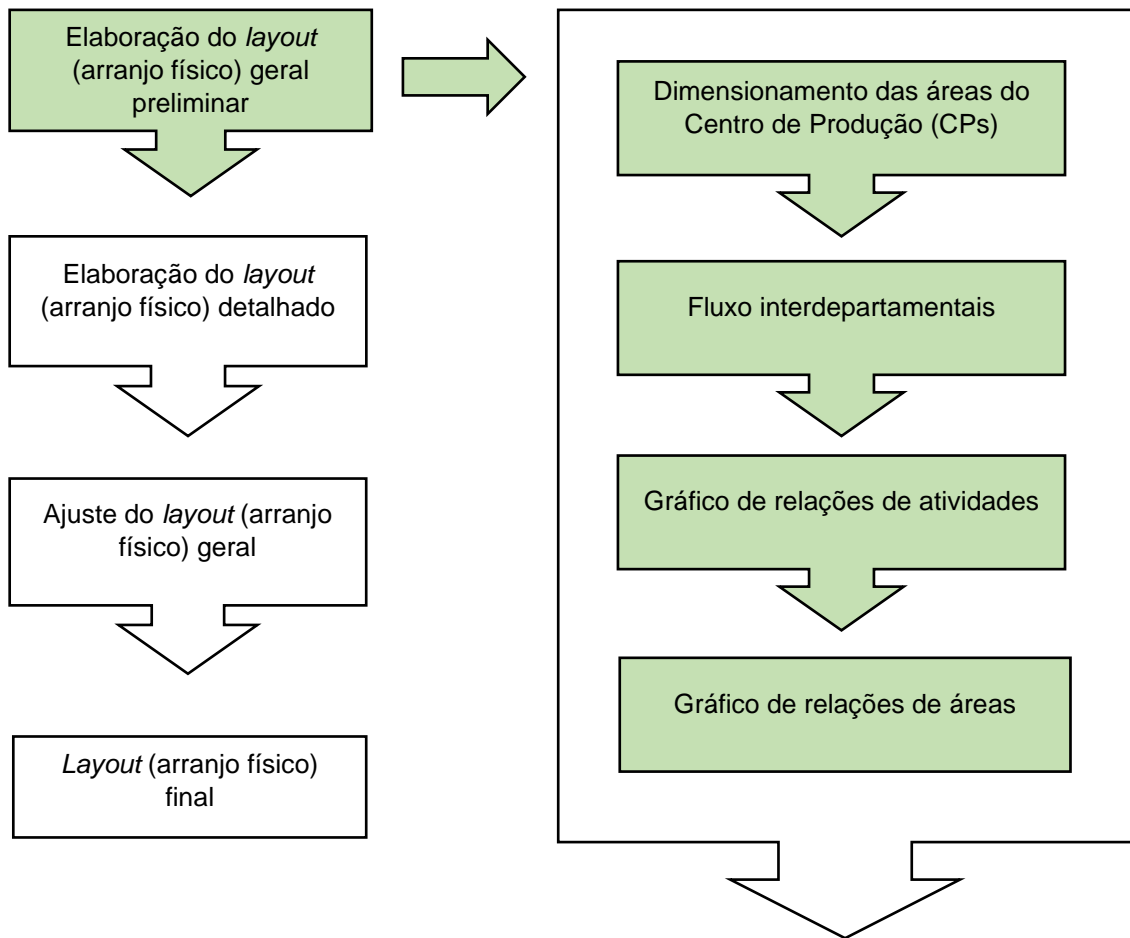
A metodologia de Olivério (1985), Figura 17, tem aplicação em diversos tipos de empresas, incluindo PMEs, em projetos novos e em aprimoramentos de *layout*. Concentra-se no estudo dos fluxos e no dimensionamento das áreas.

A coleta de dados é atividade básica e essencial no estudo de *layout*, informações sobre o projeto do produto e especificações, características físicas e químicas, quantidade e variedade de produtos e materiais, componentes e montagem,

tempos envolvidos e informações relacionadas a todos os fatores que influenciam o projeto. O estudo dos fluxos se divide em fluxo geral do edifício, nível 1, e fluxo interno dos departamentos, nível 2 (Olivério, 1985).

A metodologia de elaboração de projeto de *layout* de Olivério (1985) está dividida em 4 fases conforme a Figura 17.

Figura 17 - Metodologia de elaboração de *layout* (arranjo físico) de Olivério (1985)



Fonte: Autora com base em Olivério (1985).

A primeira fase é a elaboração do *layout* geral preliminar que é elaborado com base em estudos do fluxo geral do edifício, de nível 1, a partir do (1) dimensionamento das áreas dos centros de produção definindo departamentos produtivos, auxiliares e serviços por meio de coleta de dados e do estudo das atividades que serão desenvolvidas), (2) estudo de fluxos interdepartamentais com a elaboração da carta de fluxo do material, (3) posicionamento de setores produtivos e auxiliares para racionalizar os fluxos, “[...] posicionando próximos os departamentos e serviços que

possuem relacionamento de trabalho” que corresponde ao gráfico de relações de atividades, e (4) cálculo das áreas dos departamentos, gráfico de relações de áreas.

A segunda fase é a elaboração do *layout* detalhado; a terceira é o ajuste do *layout* geral; e a quarta é o *layout* final.

O estudo do fluxo geral resulta na localização dos departamentos e serviços. O estudo do fluxo interno dos departamentos, de nível 2, resulta na localização de equipamentos e instalações auxiliares de produção e no dimensionamento dos centros de produção sendo elaborado a partir da carta de processo.

Para Olivério (1985, p. 216) “[...] só podemos efetuar a decisão de como integrar os elementos produtivos após o levantamento dos dados através da carta de processo”. A carta de processo simples pode ser utilizada para peça ou produto com poucas peças; a múltipla para produto com muitas peças ou alguns produtos com poucas peças; e, a carta DE-PARA, para muitos produtos e peças.

Para o fluxo interno dos departamentos deve-se, (1) elaborar a carta de processo (fluxograma simples, carta de processo múltipla, carta DE-PARA/carta de ligações preferenciais); (2) elaborar arranjo esquemático das estações de trabalho; (3) estudar demoras, armazenamentos e momentos de transportes (Olivério, 1985).

O dimensionamento de áreas deve ser estudado nos seguintes níveis (Olivério, 1985, p. 253): (a) dimensionamento da área do centro de produção; (b) dimensionamento da área do conjunto de centros de produção; (c) dimensionamento da área departamental; (d) dimensionamento da área da fábrica.

Segundo Olivério (1985, p. 253 e 254) o dimensionamento das áreas dos centros de produção é realizado para suprir necessidades do: (1) equipamento; (2) processo; (3) operador na operação; (4) acesso dos operadores; (5) acesso para manutenção; (6) acesso dos meios de transporte e movimentação; (7) das matérias-primas não processadas; (8) das peças processadas; (8) dos refugos, cavacos, resíduos, etc.; (9) das ferramentas, dispositivos e instrumentos; (9) serviços; (10) e para o atendimento aos dispositivos legais.

Olivério (1985) se baseou em Muther (1978) e no Método Guerchet para dimensionamento de áreas que considera a Superfície total (S_{total}) como o somatório de 3 superfícies: a Superfície estática (S_e), a Superfície de gravitação (S_g) também denominada de utilização (S_u), e a Superfície de evolução de forma (S_{ev}) também denominada de Superfície de circulação (S_c), ou seja, $S_{total} = S_e + S_g + S_{ev}$. A

Superfície estática (Se) é a área obtida no catálogo do fabricante, é a área ocupada pelo elemento principal do centro de produção em projeção ortogonal horizontal.

A Superfície de gravitação (Sg) é a utilizada ao redor dos postos de trabalho pelo trabalhador e material associado às operações em desenvolvimento ($Sg = Se \times N$), onde N é o número de lados do equipamento que devem estar acessíveis ao operador. E a Superfície de evolução (Sev) é a utilizada para a movimentação e acesso ao centro de produção, corresponde à soma das áreas para acesso do operador, manutenção e meios de transporte, depende do espaço ocupado por pessoa e equipamento de transporte, sentido de tráfego, distância do deslocamento dos materiais, ou seja, $Sev = (Se + Sg)k$ onde k é coeficiente específico por atividade produtiva cujo valor varia entre 0,05 e 3, dependendo do tipo de equipamento de transporte, do produto e da matéria-prima, Método de Guerchet (Olivério, 1985).

A metodologia de Olivério (1985) propõe sequência de trabalho atenta a questões de otimização da tarefa dos trabalhadores como ponto de partida para o projeto de dimensionamento das áreas. O estudo considera, inicialmente, o micro espaço do centro de produção e se direciona para o macro espaço da área da fábrica. O dimensionamento de áreas e o processo de projeto se inicia junto à tarefa, ou seja, junto ao espaço produtivo de cada máquina ou estação de trabalho, diferentemente de Muther (1978), o que possibilita o aprofundamento de estudos sobre cada processo e atividade, passo importante para a produção mais enxuta, limpa e sem desperdícios.

Não foi observada a abordagem de prevenção da poluição e atitudes preventivas de P+L. A preocupação se concentra na alocação de espaço para refugos, cavacos e resíduos e na exclusão desse material dos centros de produção. O meio ambiente não é considerado e permanece a visão “fim de tubo”. A perda produtiva é considerada resultado inerente ao processo produtivo.

A metodologia de Olivério (1985) fundamentou escolhas e análises dos fatores de projeto, análises de áreas e de fluxos no projeto de *Layout* integrado à P+L.

2.2.6.4 Modelo de Quaterman Lee (1996)

Quaterman Lee (Lee *et al.*, 1996) desenvolveu modelo de projeto de *layout* para estações de trabalho de instalações industriais e inseriu a Ergonomia no processo de projeto. Dividiu o projeto em 5 níveis: nível I-Global que trata da localização e seleção; nível II-Supra, planejamento, características de construções ou do local; nível III-

Macro, *layout* da construção, células e departamentos; nível IV-Micro, *layout* de departamento, características de células ou estações de trabalho; e nível V-Sub-micro que trata dos projetos de estações de trabalho e localização de ferramentas (Bitencout, 2008; Silva, 2009). Esse modelo está representado no anexo 1.

O projeto modelo de estações de trabalho, proposto por Quaterman Lee (Lee *et al.*, 1996) está dividido em momentos para informação, processo e *layout*. O momento de informação é para planejar o projeto (etapa 1) e obter informações (2) sobre o *layout* da célula, o processo, a população, a lista de peças, ferramentas e equipamentos para a elaboração do projeto e para identificar limitações (etapa 12); o momento de processo é para definir processo e nível da estação de trabalho (3) e alocar funções, pessoas & máquinas (4); e quanto ao momento de *layout*, é preciso analisar frequências de alcance (5), pesos (6), manuseio (7) e outros fatores para combinar afinidades (9), calcular espaço (10) para atribuir zonas (11) e identificar limitações (12) para elaborar opções de planejamento de espaços (13); e, por fim, avaliar e selecionar projeto (14) (Bitencout, 2008; Silva, 2009).

O modelo de Quaterman Lee (Lee, *et al.* 1996) aborda o projeto de *layout* do macro ao sub-micro *layout* das estações de trabalho. Enfatiza a necessidade de formação de equipe para o acompanhamento do projeto (Bitencout, 2008; Silva, 2009). Esse método demonstra posicionamento humanizado, próprio de abordagens que se relacionam com a área ergonômica. É modelo que foi estudado para ajudar na análise do micro e sub-micro *layout* das atividades para a inserção da P+L.

2.2.6.5 Metodologia Gonçalves Filho (2001)

Gonçalves Filho (2001) propõe modelo composto por cinco fases divididas em atividades e sub-atividades: (1) preparação, (2) pré-projeto, (3) projeto, (4) validação e (5) implementação. Está representado graficamente no anexo 2 (Tiberti, 2003; Silva, 2009).

Na fase de preparação (1) é avaliada a necessidade de mudança no *layout* e são definidos os objetivos a serem alcançados com essas mudanças, bem como, o time de projeto e o plano de atividades. Várias ferramentas são sugeridas para auxiliar nessas atividades, como o Desenvolvimento da Qualidade Funcional (QFD - *Quality Function Deployment*), e *softwares* de planejamento, gerenciamento de atividades ou gráficos de Gantt.

Na fase de pré-projeto (2) ocorre a avaliação do *layout* atual; dados quantitativos do sistema são obtidos para verificar a eficiência das mudanças; e as alternativas de *layouts* são sugeridas e avaliadas. O autor indica técnicas para a avaliação do *layout* atual como o QFD, diagramas de causa e efeito e diagramas para escolha dos tipos de *layout* baseado no tipo de produto e de processo.

Na fase de projeto (3), o *layout* deve ser definido para atender aos requisitos das duas fases anteriores. Esta fase inicia com a análise da consistência dos dados sobre a fábrica e sobre os produtos, seguido pela definição dos componentes do *layout*, ou seja, pela configuração de máquinas, equipamentos e outros recursos para processar um ou mais tipos de produtos, a partir da análise P-Q-L (Produto-Quantidade-Lucro) e definição do *layout* interno de cada componente, análises de capacidade das máquinas e humana, e definição e refinamento do *layout* global.

A partição é feita sobre os produtos, caso haja grande variedade, para formar famílias de peças, utilizando tecnologia de grupo ou recursos. A análise P-Q-L (Produto, Quantidade e/ou Lucro) é similar à análise volume-variedade e é feita sobre cada família de peças para determinar o componente de *layout* adequado.

A definição do *layout* global dos componentes é feita utilizando sequência de procedimentos similar à utilizada pelo sistema SLP para definir o *layout* geral. Na fase de validação (4) o *layout* definido da etapa anterior é construído para efeito de visualização, avaliação e simulação.

A fase de implementação (5) corresponde à movimentação e disposição das máquinas, equipamentos e serviços auxiliares de acordo com o projeto escolhido. O acompanhamento é realizado para verificar o desempenho do novo *layout*.

O modelo Gonçalves Filho (2001) deixou clara a necessidade de definir componentes de *layout*, de subdividir o projeto em pequenos subprojetos, assim como, definir a missão e do time de projeto. Pode-se interligar a metodologia de Gonçalves Filho (2001) com a P+L na fase de preparação, pois, segundo o CNTL/SENAI-RS (2003a) e Tseng, Lin e Chiu (2009), para implementar a P+L, é necessário o envolvimento da gestão, a formação de ecotime e que a P+L esteja inserida no planejamento estratégico da empresa. Há necessidade de estudos sobre o *layout* base para que seja possível elaborar projeto de melhoria de *layout*, com seleção de áreas para detalhamento visando implementar, acompanhar e avaliar.

2.2.6.6 Modelo Villar (2001)

Villar (2001) apresentou modelo de projeto de *layout* (arranjo físico) voltado à prevenção a incêndios. Consiste na inserção das técnicas de prevenção à incêndios na metodologia de elaboração de projeto de *layout* de instalações industriais. Está baseada na obra de Olivério (1985), no método de Guerchet (citado por Villar, 2001) e de Ivanqui (1997), e propôs 04 etapas que estão representadas na Figura 18: (1) Elaborar *layout* geral preliminar (dimensionar áreas; determinar fluxos, riscos de incêndio e substâncias extintoras; arranjo considerando os fluxos, os riscos de incêndios e substâncias extintoras; matriz fluxo-risco-substância); (2) Elaborar *layout* detalhado; (3) Ajuste do *layout* geral; e (4) *layout* final.

Utilizou o método Guerchet para o dimensionamento preliminar das áreas, e a Norma Regulamentadora nº 24, NR-24, que estabelece as condições sanitárias e de conforto no local de trabalho, para definir áreas de instalações sanitárias, vestiários, refeitórios e cozinhas, e a Norma Regulamentadora nº 23, NR-23, que regulamenta a proteção contra incêndios que foi o foco do seu trabalho e tese.

Villar (2001) elaborou o inter-relacionamento quantificado entre áreas, considerando fluxo, risco de incêndio e uso de substâncias extintoras, Figura 18. Orientou-se por formulação matemática para melhorar a demarcação de instalações, desenvolvida por Ivanqui (1997) que relaciona fluxo, onde o fluxo do relacionamento entre a instalação *i* e a *j* é a distância de *i* para *j*. Utilizou técnicas de sequência de fluxo do material interdepartamental, gráfico de relação de atividades e de áreas.

O modelo de Villar (2001) propôs para a matriz fluxo-risco-substância, utilizar como fluxo (V_{ij}) a média aritmética dos três fluxos anteriores: fluxo entre os departamentos (V_{ij}'), fluxo dos riscos de incêndio (V_{ij}'') e fluxo das substâncias extintoras (V_{ij}''') (Villar, 2001; Villar; Nóbrega Júnior, 2014).

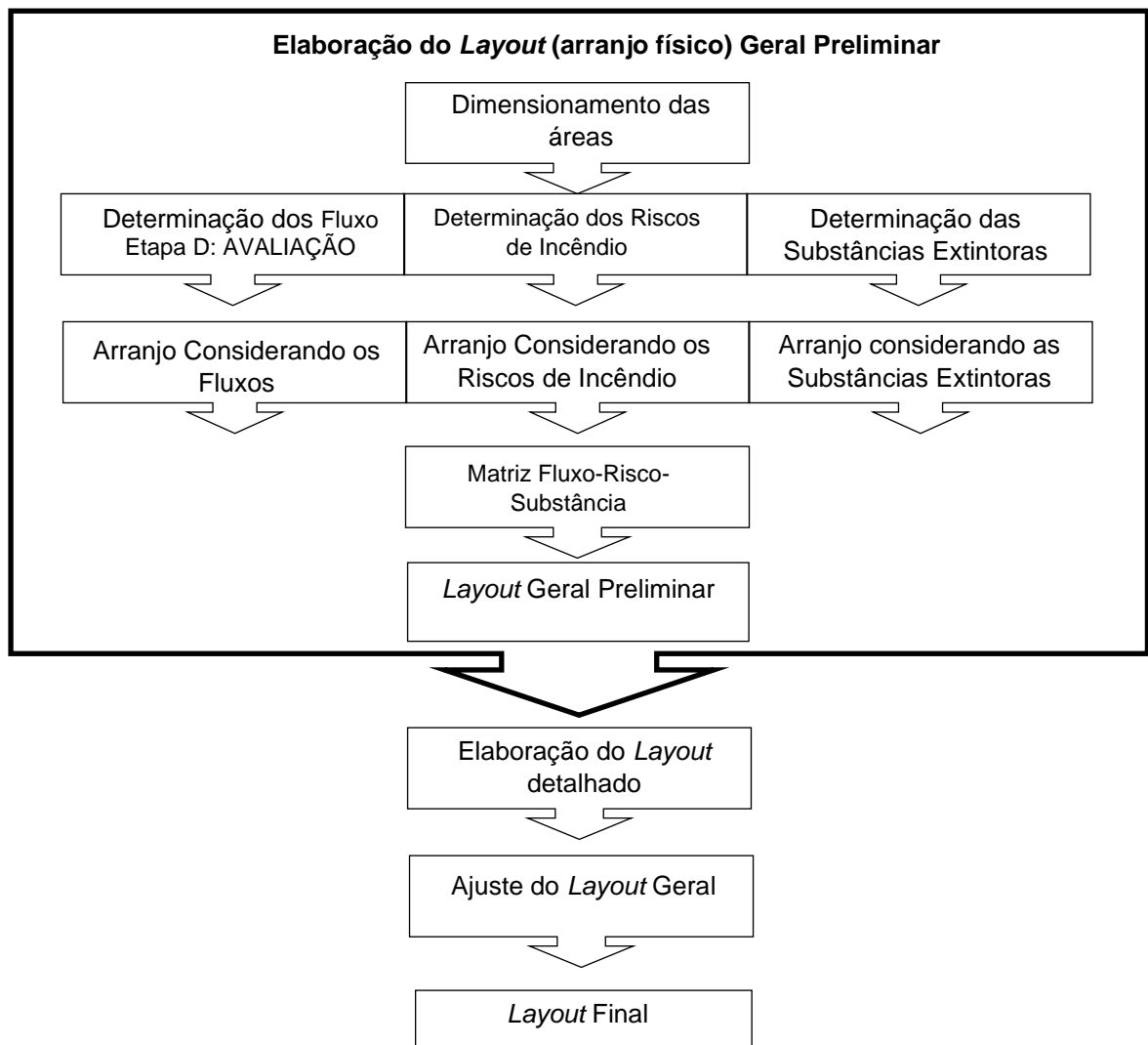
Assim como, determinou o fluxo arbitrando-se valor numérico 03 (três) para as proximidades desejáveis e outro de valor numérico 0 (zero) para o não desejável. Com base nessa unidade de relacionamento, definiu primeiro o diagrama de inter-relações tendo como base estudos de Muther (1978), onde as áreas que apresentam relacionamento entre si são representadas de forma interligada com o auxílio de setas.

Villar (2001) utilizou *software* criado por Ivanqui (1997) para (a) determinar riscos de incêndio e arranjo considerando os riscos de incêndio; (b) determinar as

substâncias extintoras e arranjo considerando as substâncias extintoras; (c) determinar a matriz fluxo-risco-substância e *layout* geral preliminar.

Para a representação do fluxo quantificado entre instalações foi utilizada carta de processo de utilização múltipla onde se representou o roteiro de produção para cada produto tanto da forma atual como o roteiro com fluxo melhorado.

Figura 18 - Inserção técnicas de combate a incêndio em projetos de *layout* (Villar, 2001)



Fonte: Autora com base em Villar (2001).

De posse das cartas de processo, os fluxos foram comparados através de malha de inter-relacionamento e o *layout* geral foi elaborado. As cartas de processo foram refeitas, os departamentos correspondentes para cada operação foram determinados, soluções alternativas de malhas de inter-relacionamento foram

propostas e a escolha foi a carta de menor fluxo, conseqüentemente, de melhor configuração para o *layout*.

O modelo propõe como matriz fluxo-risco-substância, fluxo **Vij** como média aritmética do fluxo entre os departamentos (V_{ij}'), do fluxo dos riscos de incêndio (V_{ij}'') e do fluxo das substâncias extintoras (V_{ij}'''), ou seja: $V_{ij} = (V_{ij}' + V_{ij}'' + V_{ij}''') / 3$.

Após essa etapa, o *layout* detalhado foi elaborado, procedendo ao estudo do dimensionamento de áreas para equipamentos, processo, seqüência das operações, acesso e manutenção, acesso das metas de transporte e movimentação, MPs e peças não processadas e processadas, ferramentas, serviços e exigências legais.

O modelo de Villar (2001) não faz referência a descartes ou resíduos. Está ligado à proteção contra incêndios, danos ao patrimônio e às MPs, minimização de fluxos e de riscos para pessoas, ligando-se com a P+L, uma vez que, o cumprimento da NR-23 em projetos de *layout* proporciona segurança ao ambiente de trabalho.

2.2.6.7 Modelo de Hyer e Wemmerlov (2001)

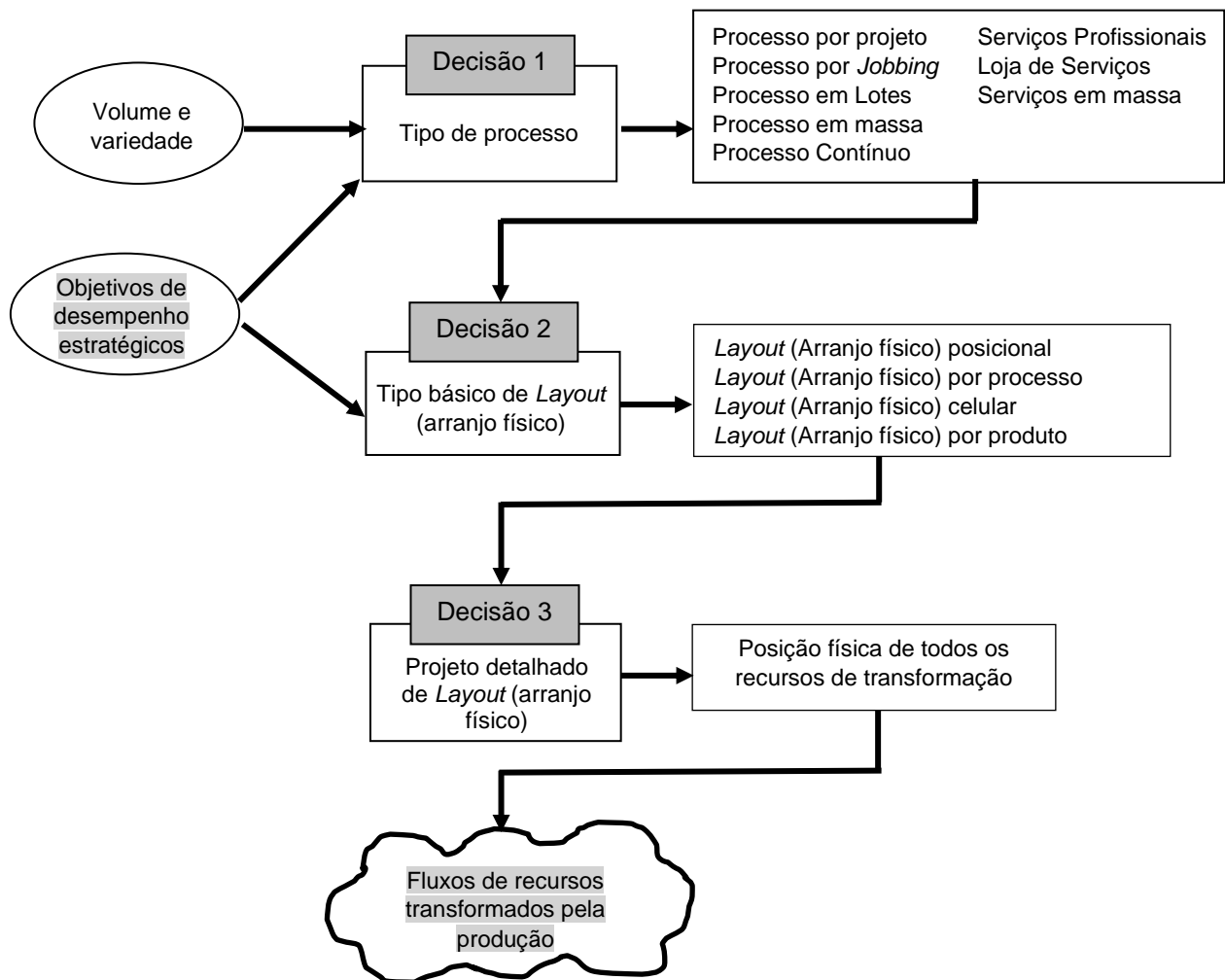
O modelo de Hyer e Wemmerlov (2001) foi desenvolvido para projetar *layout* celular. Com base em dados de entrada como produtos, peças, equipamentos etc., esse modelo consiste nas etapas: (1) identificar famílias de peças ou produtos; (2) determinar o processo e os equipamentos mais adequados para cada família; (3) dimensionar a célula em relação a equipamentos e a pessoas para cada família; (4) analisar as células em relação ao impacto delas nas unidades de produção; (5) projetar a célula de produção. É modelo específico para a célula de produção e observa o processo detalhado de cada setor e Centro de Produção (CP).

2.2.6.8 Modelo Slack; Chambers e Johnston (2002)

O modelo de Slack, Chambers e Johnston (2002), apresentado na Figura 19, consiste em processo de decisão e na escolha por tipos de processos de manufatura e decisões de *layout*. A Decisão 1 é a seleção do tipo de processo que tem como base o volume-variedade dos produtos e objetivos de desempenho estratégicos; a Decisão 2 é a determinação do tipo básico de *layout*, dependente do tipo de processo e também dos objetivos de desempenho estratégicos e a Decisão 3 é o projeto de *layout* detalhado quando se considera o fluxo de recursos.

No modelo Slack, Chambers e Johnston (2002) não há referência à sustentabilidade socioambiental; é voltado a projetos novos e foi estudado pela relação que faz entre *layout*, processos de decisão e objetivos de desempenho estratégicos, Figura 19.

Figura 19 - Decisões de *layout* (arranjo físico) de Slack; Chambers e Johnston (2002)



Fonte: Autora para destaques em cinza, com base em Slack; Chambers e Johnston (2002).

2.2.6.9 Modelo 3P Kaizen

O modelo 3P Kaizen foi desenvolvido na Toyota para a realização de projetos de novas fábrica ou linhas de produção. Possui as seguintes etapas: (1) Formação da equipe; (2) Formulação de alternativas para cada etapa do processo; (3) Análise das respostas; (4) Definição da alternativa; (5) Esboço do processo; (6) Elaboração de maquetes (Silva, 2009). A ênfase está na melhoria contínua dos processos e na eliminação dos desperdícios, relacionando-se à sustentabilidade e à P+L (anexo 3).

2.2.6.10 Modelo de Vilarinho e Guimarães (2003)

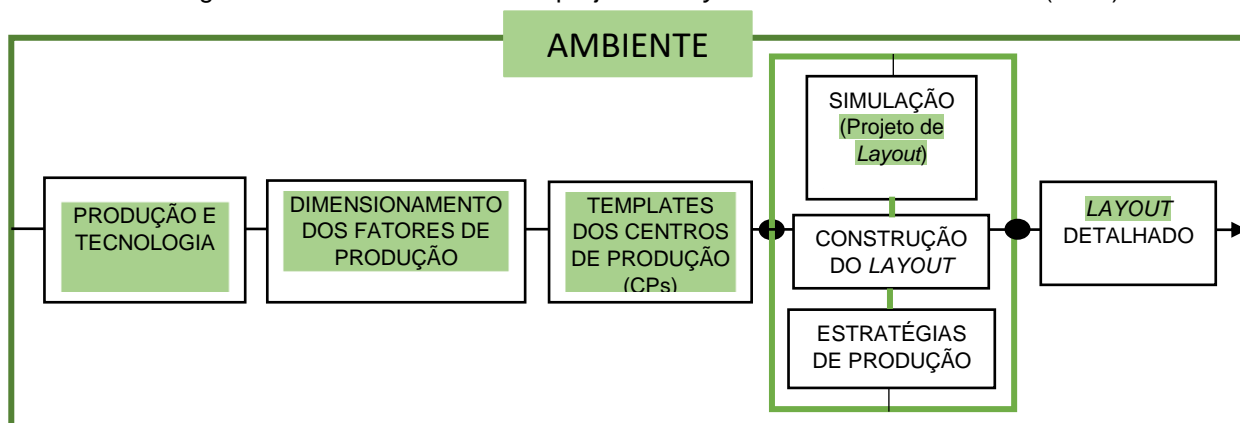
Vilarinho e Guimarães (2003) desenvolveram *software* para projetar *layouts*, um sistema de apoio ao desenho de implantações fabris. Dividiram o projeto de *layout* em módulos: (1) desenho dos modelos geométricos dos objetos (máquinas, armazéns e edifícios); (2) desenho dos postos de trabalho; (3) planejamento de recursos (equipamentos e mão-de-obra); (4) alocação de operações a máquinas; (5) agregação de máquinas em seções; (6) implantação das seções; e (7) implantação global. A representação gráfica desse modelo consta em anexo 4.

A minimização de custos e manuseio de material, custos de rendimento e tempo de investimento e utilização eficiente dos espaços foram indicados como metas; a segurança, o edifício (estrutura e geometria) e o meio ambiente foram considerados como restrições de projeto.

2.2.6.11 Metodologia para projeto de *layout* industrial (Camarotto, 2006)

Para Camarotto (2006) o processo de projeto de *layout* industrial está interligado ao ambiente externo o qual condiciona e estabelece os fatores de projeto, conforme representação apresentada na Figura 20.

Figura 20 – Macro Processo de projeto de *layout* industrial de Camarotto (2006)

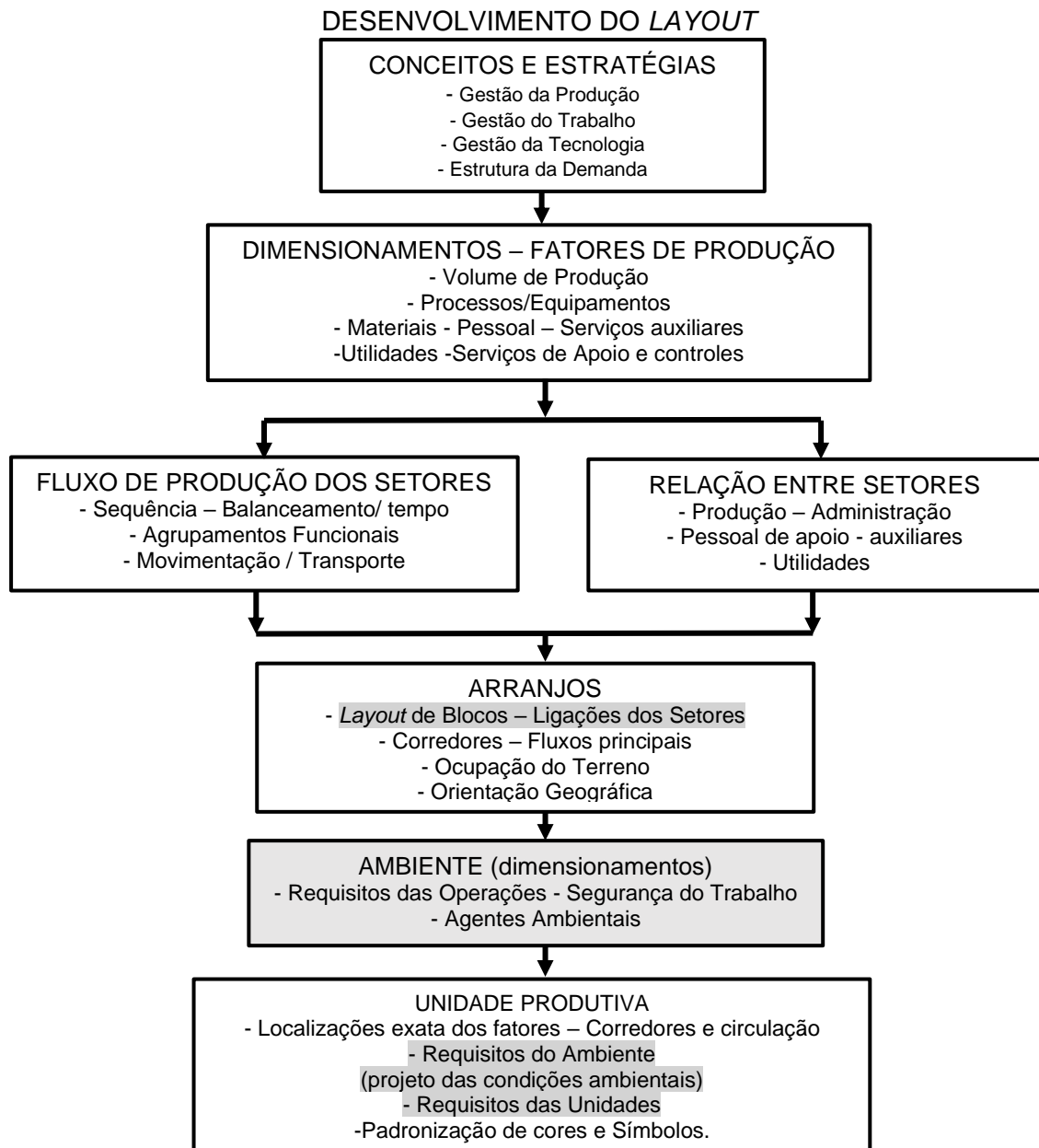


Fonte: Autora para os destaques em verde, com base em Camarotto (2006).

As etapas do processo são: (1) identificar mix de produção e tecnologias (detalhes, partes, componentes dos produtos e serviços, e processos para obtenção), (2) pré-dimensionar e dimensionar os fatores de produção (homens, máquinas, equipamentos, fatores diretos e indiretos), (3) construir *templates* dos Centros de Produção (CPs) (representações espaciais bidimensionais e/ou tridimensionais em

blocos dos CPs, das áreas de serviços, apoios e espaços gerenciais), (4) interligar as etapas e simular para gerar alternativas, avaliar, escolher e validar, construir o *layout* e definir estratégia de produção, (5) detalhar o *layout* (Figuras 20 e 21).

Figura 21 - Processo de projeto de *layout* industrial de Camarotto (2006)



Fonte: Autora para os destaques em cinza, com base em Camarotto (2006).

A etapa de dimensionamento dos fatores de produção resulta em pré-definição das áreas construídas que incluem e são resultado de estudos sobre o processo de projeto de *layout* industrial (Figuras 20 e 21).

O processo de projeto de *layout* industrial de Camarotto (2006) consiste em: (1) fluxograma do processo, (2) quantitativos de materiais e componentes para cumprir a

demanda, (3) balanço de massa para quantificar as perdas de materiais, (4) quantitativo de máquinas, equipamentos e pessoal, (5) quantitativo de áreas para estoques (matérias-primas, peças e componentes, estoque intermediário, em espera, de produtos acabados), (6) *templates* e superfícies dos CPs por estação/equipamento ou grupos de equipamentos, (7) áreas de produção auxiliares, (8) áreas para serviços, (9) áreas para o pessoal, (10) áreas de apoio e (11) áreas administrativas.

A etapa de relacionamento dos fatores de produção resulta em planta “Block *Layout* final” baseada em análises sobre a ocupação do terreno, alternativas de projeto de massas volumétricas, conjunto das operações, estoques e balanceamento de linhas de produção, análise dos principais blocos, fluxos de pessoas e de materiais; e em técnicas de relacionamento como fluxogramas de fabricação e montagem, cronológico, diagramas de trabalho, tabelas de relacionamento também denominada como carta DE-PARA.

A última etapa corresponde ao arranjo, ao *layout* final e características econômico-financeiras do projeto. Camarotto (2006) foi o único autor a indicar a realização de balanço de massa para a análise de perdas de materiais, entretanto, a metodologia não vincula o balanço de massa a estratégias para minimizar perdas ambientais e não geração de poluentes, mas ao diagnóstico das perdas.

2.2.6.12 Modelo de Planejamento das Instalações Industriais Livre de Barreiras (Bitencout, 2008)

Bitencout (2008) elaborou proposta de modelo para planejamento das instalações industriais livre de barreiras.

As recomendações para suprimir barreiras para a inclusão foram inseridas pelo autor desde a fase da concepção do projeto.

Os fatores relacionados ao meio ambiente, à segurança e ao edifício (estrutura e geometria) são considerados como restrição. Os elementos integrantes do modelo conceitual de Planejamento das Instalações Industriais Livre de Barreiras é composto por 5 níveis de atividades que consideram a acessibilidade: nível Global (nível I – localização e seleção do local de instalação da empresa), Supra-Espaço (nível II – planejamento do local e da planta do terreno), Macro-Espaço (nível III – planejamento do macro-*layout* das instalações), Micro-Espaço (nível IV – planejamento do *layout* dos departamentos com a localização de equipamentos e móveis) e Sub-Micro-

Espaço (nível V – projeto dos postos ou estações de trabalho); a representação gráfica desse modelo consta no anexo 5.

Esse modelo de elaboração de projeto parte da localização da empresa ao planejamento das estações considerando a acessibilidade em cada nível e foi baseado nos estudos de Quarterman Lee (Lee *et al.*, 1996), e foi referenciado por Silva (2009). No projeto de *Layout* integrado à P+L a acessibilidade faz parte de estudos relacionados à gestão e às pessoas.

2.2.6.13 Modelo de análise, projeto e implementação de *layout* industrial orientado para a produção enxuta (Silva, 2009)

Silva (2009) desenvolveu modelo de análise, projeto e implementação de *layout* industrial orientado para a produção enxuta voltado para ambientes de alta variedade de produtos ou peças. Destacou 3 etapas de projeto: (1) Levantamento e análise da situação atual; (2) Projeto da situação futura; e, (3) Implantação e acompanhamento. Cada macro etapa possui detalhamento que o autor denominou de algoritmos. A representação gráfica desse modelo consta no anexo 6.

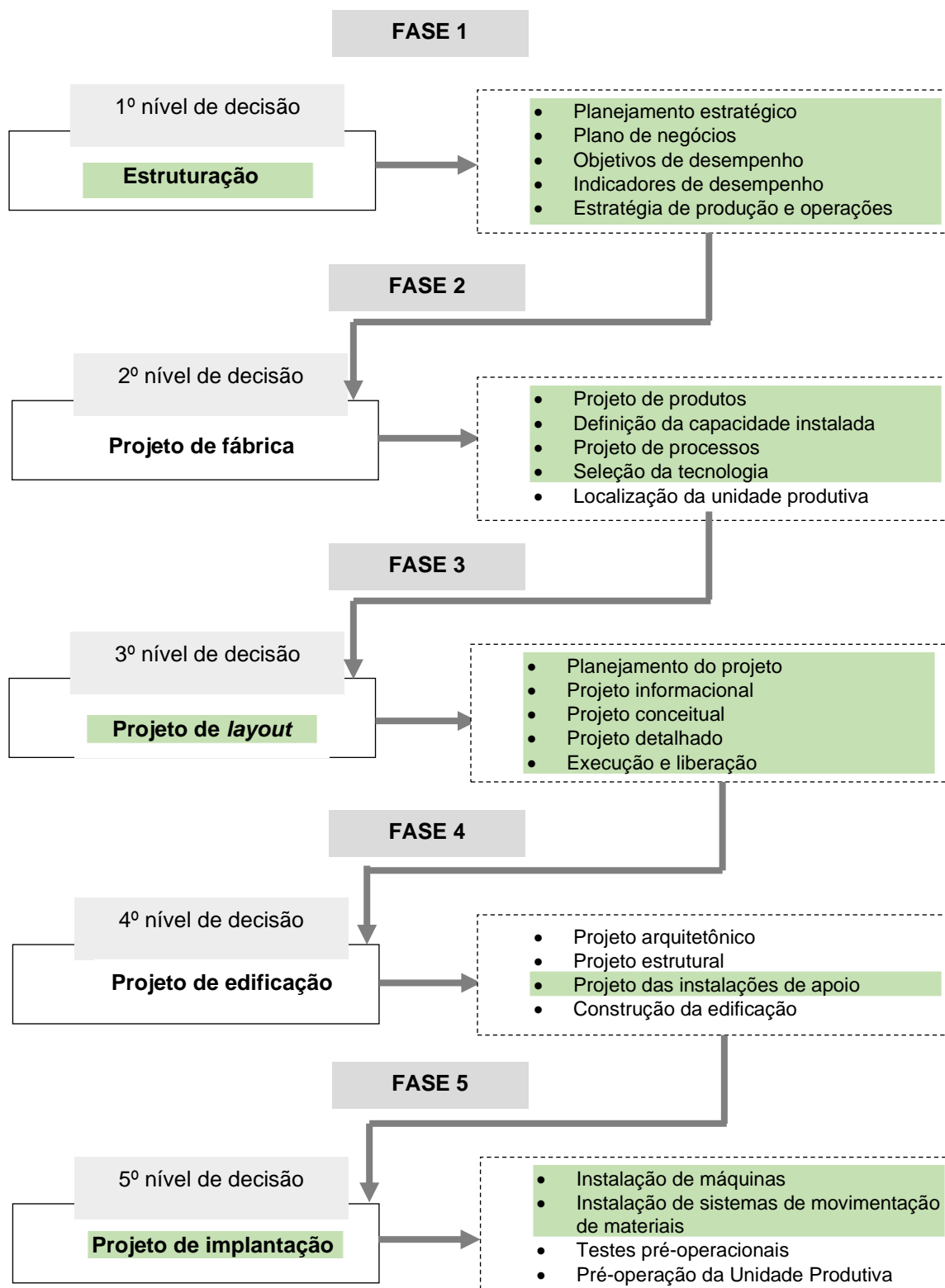
Esse método foi importante para fundamentar o projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L} , quanto à necessidade de macro etapas de trabalho: (1) coleta de dados e diagnóstico integrado do Cenário Base (CB - cenário encontrado na primeira Visita Técnica) para análises conjuntas entre *layout* e P+L, (2) projeto de L^{P+L} para avaliação comparativa do CB e do Cenário Projetado (C-PROJ), (3) implementação para avaliar CB e implementado visando o acompanhamento e melhorias contínuas.

2.2.6.14 Metodologia Projeto de Fábrica e *Layout* (PFL) (Neumann; Scalice, 2015)

Neumann e Scalice (2015) apresentaram metodologia de Projeto de Fábrica e *Layout* (PFL) composta por 5 fases que correspondem a 5 níveis de tomada de decisão; essa metodologia está voltada para projetos de novas unidades. O primeiro nível de decisão se refere à fase 1 de estruturação, Figura 22.

A fase 1 de estruturação possui 5 etapas que definem o sistema produtivo (contexto, mercado, volume de produção, viabilidade técnica, econômica e ambiental, estudos preliminares dos produtos, materiais e processos, finalidade, objetivos da produção, bases e princípios).

Figura 22 - Metodologia PFL de Neumann; Scalice (2015)



Fonte: Autora para os destaques em verde, com base em Neumann; Scalice (2015).

A metodologia PFL foi a primeira que inseriu, no momento inicial de estruturação do projeto, pesquisas relacionadas à viabilidade ambiental do projeto.

Esses estudos influenciam as etapas de estruturação da empresa, como, o planejamento estratégico, o plano de negócios, objetivos e indicadores de desempenho, estratégias de produção e operações.

O segundo nível de decisão, projeto de fábrica, considera o projeto do sistema de produção e estudos sobre o volume de produção; detalhamento de produtos, materiais e processos; aquisição de máquinas, equipamentos e insumos e estudos sobre a localização, estudos que formam a base para as etapas do projeto da fábrica.

O terceiro nível de decisão é o projeto de *layout*, constituída de estudos sobre fluxos dos processos, necessidades de espaço, projetos de *layout* dos departamentos, detalhes, avaliação, otimização em etapas de planejamento do projeto, projeto informacional, conceitual e detalhado, execução e liberação. O quarto nível de decisão, após o projeto de *layout* ser definido, corresponde à fase de projeto da edificação, constituído por projetos arquitetônicos e de engenharia; e construção da edificação. E o quinto nível de decisão é o projeto de implantação de máquinas, equipamentos, sistemas de movimentação de materiais, testes pré-operacionais e a pré-operação da unidade produtiva (Neumann; Scalice, 2015).

A metodologia PFL de Neumann e Scalice (2015) aborda aspectos ambientais no início do trabalho de estruturação da empresa (fase 1); e durante as outras fases da metodologia—projeto para o meio ambiente, desempenho ambiental e gestão energética, mas não integra a P+L no processo. Na Figura 22 está em destaque as etapas que precisam ser discutidas integradamente e que contribuíram para o processo de desenvolvimento desse método de projeto de *Layout* integrado à P+L.

O tema da sustentabilidade relacionado ao projeto de *layout* emergiu nos últimos anos; Kumar; Singh; Lamba (2018) fizeram estudo de abordagem quantitativa sobre projetos de *layout*, processos de decisão e sustentabilidade; usaram *Big Data* para a indústria 4.0 voltado a sistemas de manufatura celular para reduzir manuseio de materiais, tempo de configuração, *lead time* e desperdício com foco na redução do consumo de energia, aumento da produtividade e lucratividade. Utilizaram o Volume, Variedade e Velocidade (3Vs básicos), cinco fatores, (1) distância de manuseio de materiais, (2) manutenção, (3) adjacência, (4) perigo, (5) consumo de energia elétrica, considerado para tornar o transporte de peças entre diferentes máquinas ambientalmente sustentável, e quatorze critérios separados da seguinte maneira: fator (1) (critérios: distância, utilização de equipamentos e de espaço); fator (2) (critérios: manutenção, trabalho em processo, estoque e acessibilidade); o fator (3) (critérios:

proporção de forma, robustez, adjacência e flexibilidade); fator (4) (critérios: nível de ruído, estética, segurança e movimento perigoso) e o fator (5).

Vários autores utilizaram as metodologias apresentadas aplicando-as em estudos de casos, abordaram aspectos específicos de melhoria de processos e de produtividade, processos de decisão para a escolha do *layout* e modelos matemáticos, mas não foram detectados métodos integrando a P+L ao *layout* durante o processo de projeto e implementação, segundo pesquisas realizados até 2020.

2.2.7 Convergências entre conceitos de *layout* e P+L para a integração

As definições convergentes sobre minimização de desperdícios e perdas produtivas do projeto de *Layout* e da P+L estão apresentadas no Quadro 7, e demonstra a possibilidade de integração:

Quadro 7 - Convergência entre definições de *layout* ou arranjo físico e Produção mais Limpa (P+L)

Layout	Produção mais Limpa (P+L)
Definições:	Definições:
<ul style="list-style-type: none"> - Estudo sistemático da disposição física dos recursos produtivos de transformação para melhorar as instalações físicas e sistemas produtivos industriais, para reduzir perdas produtivas. - Para projetos de <i>layout</i>, resíduo é inevitável dentro do processo, estudiosos não se refere a subprodutos, interessa a alocação e destinação para liberar a área de produção (referências até 2008). - Até 2008, as referências analisam o processo com abordagem técnica e econômica. - A partir de 2009, inicia-se discussões sobre a inclusão da abordagem ambiental em análises de processo, além da abordagem técnica e econômica (BERNARDO, 2009; VILLAR; NÓBREGA JÚNIOR, 2014; NEUMANN; SCALICE, 2015). 	<ul style="list-style-type: none"> - Estratégia ambiental de prevenção da poluição aplicada de forma contínua e integrada aos processos, produtos e serviços para reduzir perdas produtivas na fonte geradora e evitar a geração de resíduos. - Para a P+L, resíduo significa subproduto que deve retornar aos sistemas como matéria-prima. - Resíduo é custo; - Subproduto é lucro; - Analisa o processo com abordagem técnica, econômica e ambiental.
Possui visão sistêmica.	Possui visão sistêmica.
Proporciona inovação.	Proporciona inovação.

Fontes: Autora. Quadro baseado em UNIDO (online); UNEP/DTIE (2002), UNEP (2006); Silva e Medeiros (2006); Olivério (1985); Marujo, Carvalho e Leitão (2010); Villar e Nóbrega Júnior (2004 e 2014); Lins e César (2015); Neumann e Scalice (2015); Bernardo (2009).

A produtividade e eficiência empresarial estão baseadas em melhorias contínuas quanto à distribuição de recursos pelo *layout* das instalações físicas, ao fluxo de trabalhadores, aos níveis de controle e gestão de estoques e ao equilíbrio entre linhas de produção (Silva *et al.*, 2017). Integrar práticas de P+L a Sistemas de Gestão Ambientais (SGAs) contribuem para processos de “[...] melhoria contínua do desempenho ambiental das plantas industriais” (Fernandes, *et al.*, 2001, p. 163).

Desse modo, pode-se afirmar que integrar práticas de P+L ao projeto de *layout* contribui para a melhoria contínua do desempenho ambiental dos sistemas industriais. O Quadro 8 identifica e compara os objetivos do projeto de *layout* e da P+L; mostra objetivos convergentes e demonstra, mais uma vez, a possibilidade de integração.

Quadro 8 - Convergência entre os objetivos dos projetos de *layout* e da P+L

Layout	Produção mais Limpa (P+L)
Objetivos:	Objetivos:
Racionalizar a produção , os espaços e fluxos, proporcionar maior organização visual e estrutural	Racionalizar a produção para eliminar ou reduzir perdas
Aumentar a eficiência produtiva	Aumentar a ecoeficiência
Reduzir o desgaste físico de funcionários pela melhoria do fluxo produtivo, aumentando a satisfação no trabalho	Reduzir riscos ao homem e ao meio-ambiente
Reduzir e/ou eliminar custos com perdas produtivas e desperdício de espaços	Reduzir e/ou eliminar perdas produtivas, resíduos, emissões e efluentes
Aumentar a produção	Aumentar a saída de produtos ecoeficientes
Melhorar o uso dos recursos (espaços, manuseio, fluxo de materiais e pessoas) para evitar o desperdício e aumentar a produtividade	Melhorar o uso dos recursos naturais, materiais e energia para evitar o desperdício
Reduzir desperdício de material, espaço, fluxo e tempo	Reduzir desperdício na fonte
Converter entradas em saídas eficientes.	Converter entradas em saídas ecoeficientes.

Fontes: Autora. Quadro publicado por Lins e César (2015) em apresentação de congresso internacional em 2015. Baseado em UNIDO (*online*); UNEP/DTIE (2002); UNEP (2006); Silva e Medeiros (2006); Olivério (1985); Marujo, Carvalho e Leitão (2010); Villar e Nóbrega Júnior (2004 e 2014); Bernardo (2009); Neumann e Scalice (2015).

A abordagem preventiva da P+L direciona a gestão para a redução dos impactos ambientais e melhorias no ambiente de trabalho, sustentabilidade econômica, social e ambiental e precisa estar inserida no processo de projeto de *layout* das empresas industriais, de serviços e comerciais, uma vez que, o *layout* representa o espaço onde todos os sistemas interagem para produzir bens e serviços.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Esta seção registra a estruturação dos momentos e etapas da pesquisa com detalhamento metodológico, além das fases da tese.

3.1 Conceitos de projeto, processo de projeto e método

Projeto pode ser entendido como plano, intenção, ideia, capacidade de elaborar imagem mental, formal e técnica sobre situação futura ou capacidade de conceber plano de ação como ponto de partida para o início de mudanças (Costa; Costa, 2015; Jones, 1992; Lawson, 2011). Projeto é “[...] orientação articulada de inovação, melhoria e transformação [...]”; conjunto organizado de pensamento encadeado, com ações, procedimentos e etapas, processo de resolução de problemas e criação (Luck, 2009, p. 26).

Para Lawson (2011, p. 55), projeto é conversa, percepção, negociação e conciliação de conflitos, e o processo de projeto é a tentativa de mapear caminhos sequenciais de atividades ordenadas para avançar dos primeiros passos da identificação do problema para a definição da solução, numa “[...] negociação entre problema e solução por meio das três atividades de análise, síntese e avaliação”.

Além de atividades de análise, síntese e avaliação, **processos de projeto** envolvem sequências de decisões em cada fase projetual, ou seja, nas fases da proposta inicial, do projeto esquemático e do projeto detalhado, todos visam integrar e otimizar subsistemas a fim de possibilitar o retorno do investimento com melhorias na performance das atividades (Markus, 1969; Maver, 1970, Lawson, 2011).

Para Brown (2017, p. 21), o projeto “[...] transporta uma ideia do conceito à realidade [...]”; sob essa ótica, discute metas com o foco no outro ser envolvido, não somente para solucionar problemas; a inovação resultante centra-se no ser humano e no pensamento empático de integrar, de colaborar e experimentar. Nesse sentido, não existe projeto sem método. Daí a necessidade de reflexões sobre esse tema.

Método é a forma como o pesquisador entende e retrata a realidade; é o conjunto de atividades racionais e sistemáticas que traçam caminhos ou rotas quantitativas e/ou qualitativas para atingir o objetivo, o conhecimento válido e verdadeiro dos fatos, e o desenvolvimento de soluções para lacunas de

conhecimento e resolução de problemas, considerados pontos de partida (Miguel *et al.*, 2018; Bernardes; Muniz Junior; Nakano, 2019; Lakatos; Marconi, 2021).

Miguel *et al.* (2018) destacam o fluxo de problemas (i), métodos (ii), desenvolvimento de soluções (iii), aplicação (iv) para testar e obter resultados que confirmam, complementam ou negam o conhecimento (v). Assim, todo projeto pressupõe integração entre as suas partes, conforme destacamos a seguir.

O processo de **integração** é multifatorial e requer que as temáticas sejam complementares e estejam alinhadas a um objetivo comum; as divergências e convergências entre os temas a serem integrados é estudo que fundamenta esse tipo de pesquisa. Em uma empresa, a gestão de projetos e as estratégias corporativas precisam estar alinhadas e convergirem para um mesmo objetivo a fim de evitar aplicações de sistemas individualizados e separados do todo (Pacheco, 2014).

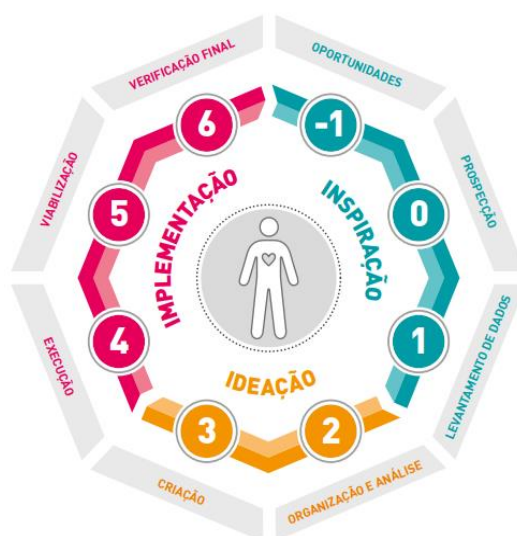
Integrar é, portanto, ato ou processo de se tornar inteiro, completar-se, incorporar elementos para unificar e constituir um todo por adição ou combinação de partes, é ação de reunir e assimilar de modo que as partes constituam o todo e não percam a sua individualidade. Essas definições ajudaram na criação deste método de pesquisa e no desenvolvimento deste método de projeto de *Layout* integrado à P+L.

3.2 Estruturação das fases da tese e dos momentos e etapas da pesquisa

A estruturação das fases da tese e dos momentos e etapas desta pesquisa foram baseadas em convergências e divergências de pensamentos e de caminhos de projeto (Brown, 2008, *online*; IDEO, 2021, *online*), e teve como inspiração o Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos (GODP), metodologia centrada no usuário (Merino, 2016, *online*).

O GODP divide o processo de projeto em Momento Inspiração com etapas para oportunidades, prospecção e levantamento de dados (-1, 0 e 1, respectivamente); Momento Ideação com etapas para organização e análise (2) e criação (3); e Momento Implementação com etapas para execução (4), viabilização (5) e verificação final (6). Para Merino (2016) essas características resultam em experimentação, integração, colaboração e inovação. A Figura 23 apresenta a visão geral do Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos (GODP).

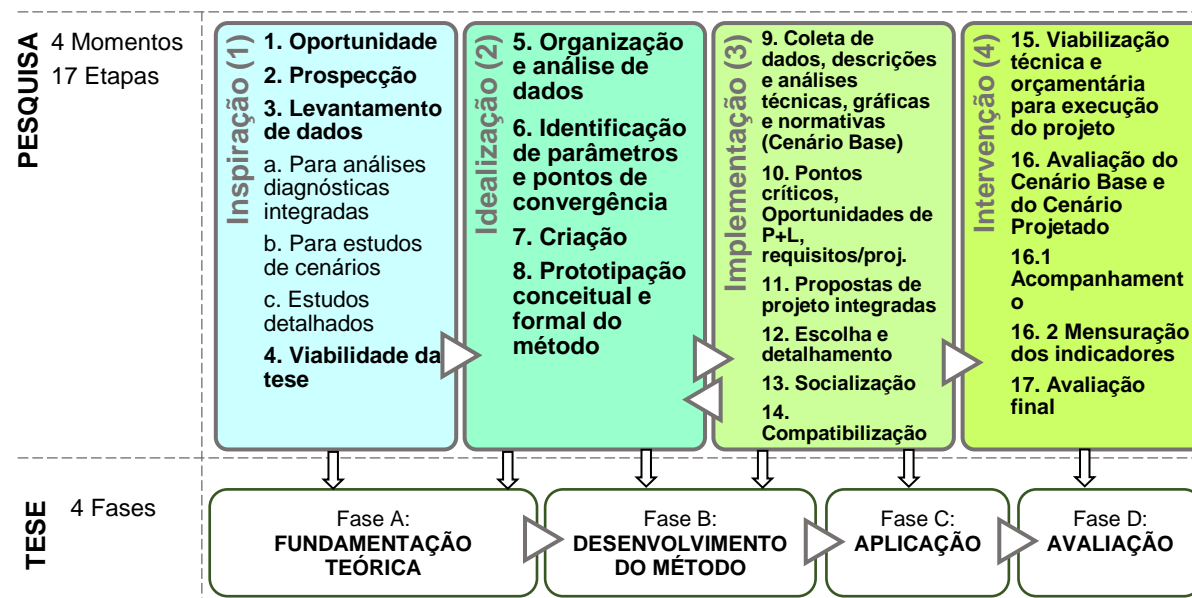
Figura 23 - Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos (GODP): visão geral (momentos e etapas)



Fonte: Merino (2016, *online*)

O processo de desenvolvimento desta pesquisa foi inspirado no GODP e apresentou adequações a partir do Guia quanto à sua sequência e composição em **4 Momentos** e 17 etapas. A Figura 24, resultado desta tese, apresenta graficamente as 4 Fases, assim como, os 4 Momentos e as 17 etapas desta pesquisa.

Figura 24 – Representação gráfica das 4 Fases da tese e dos 4 Momentos e 17 etapas da pesquisa



Fonte: Autora.

Os **4 Momentos** e as 17 etapas desta pesquisa foram definidas da seguinte maneira: **Momentos de Inspiração (1)** composto por 4 etapas (1¹¹, 2, 3 e 4), **Idealização (2)** - 4 etapas (5, 6, 7 e 8), **Implementação (3)** - 6 etapas (9, 10, 11, 12, 13 e 14), e **Intervenção (4)** - 3 etapas (15, 16 e 17). Esses momentos e etapas contribuíram para cumprir as 4 Fases da tese: fundamentação teórica (A), desenvolvimento do método de projeto (B), aplicação (C) e avaliação (D). Possui características cíclicas que oportunizam flexibilidade com olhar sistêmico sobre o contexto e processos.

O processo e prática percorridos durante o **Momento da Inspiração (1)** foi composto pela percepção dos fatos, contextos envolvidos e confirmação teórica. O **Momento da Idealização (2)** foi definido quando, a partir dos estudos de casos EC1 e EC2, foi possível identificar parâmetros e pontos de convergência entre os dois eixos temáticos desta tese, *layout* e P+L. Após esses momentos, houve reflexão e o processo de criação do método que culminou na prototipação conceitual e formal.

O **Momento da Implementação (3)** foi baseado nos estudos de casos EC1 e EC2, em coletas de dados *in loco*, em descrições e análises técnicas, gráficas e normativas do CB, *layout* existente no momento da visita técnica, base para medições antes do projeto e implementação; em levantamento de Pontos Críticos (PCs), de Oportunidades de P+L (O^{P+L}) integradas ao *layout* e de Requisitos e Condicionantes de projeto (RC-PROJ) para elaborar propostas; e foram realizadas avaliações quantitativas de indicadores para as tomadas de decisão e escolha da melhor opção de projeto; após socializar os resultados e escolher o melhor projeto, o detalhamento e compatibilização foram realizados, conforme apresentado na Figura 24.

No EC1 não foi possível acompanhar a implementação e no EC2 houve a implementação e o acompanhamento das mudanças.

O **Momento da Intervenção (4)** foi realizado a partir dos estudos de casos EC1 e EC2, do acompanhamento das atividades da pesquisa-ação realizada no EC2, onde foi possível intervir no espaço físico e implementar o projeto de *Layout* integrado à P+L para comparar os resultados no Cenário Base (CB) e no Cenário Projetado (C-PROJ). Em todos os momentos houve análise, síntese, avaliação e criação.

¹¹ Adequação da sequência das etapas de oportunidades (-1), prospecção (0) e levantamento de dados (1) proposta pelo GODP: nesta tese, as etapas foram numeradas a partir do algarismo 1 (um), oportunidades (1), e na sequência até a etapa de avaliação final (17).

O **Momento de Inspiração (1)** correspondeu à observação quanto à possibilidade de compartilhar e integrar o conhecimento entre as áreas de *Layout* e P+L. A oportunidade se apresentou a partir da retomada da dissertação cujo tema abordou a influência do projeto de arranjo físico na produtividade (Lins, 2006); e, a partir do levantamento bibliográfico inicial em referenciais teóricos nacionais e internacionais sobre P+L para identificar artigos que abordassem a P+L relacionada ao *layout* ou *layout* industrial, *[re]layout* ou instalações industriais. Essas pesquisas resultaram em artigo publicado, em 2015, no 5th *International Workshop Advances in Cleaner Production*, intitulado: Arranjo Físico e Produção mais Limpa: uma discussão teórica (Lins; César, 2015).

Visitas às marcenarias do condomínio moveleiro do APL de móveis do Agreste em Arapiraca (AL) em 2010, e a realização de trabalho no setor moveleiro sobre Prevenção à Poluição (PEI/UFBA) em 2014, possibilitaram a observação sobre necessidades de melhorias dos espaços físicos e nos processos produtivos dos pequenos negócios do setor, e a necessidade de reduzir desperdícios de recursos e conferir aos resíduos moveleiros *status* de subprodutos para reuso interno ou externo.

No **Momento da Inspiração (1)**, houve pesquisa sobre a viabilidade do estudo que significou a busca da lacuna, da contribuição e do ineditismo conforme apresenta a Figura 24.

As etapas de oportunidade (1), e prospecção (2), também estão apresentadas no mapa mental da Figura 25. São etapas anteriores ao início formal da pesquisa e que representam a busca pela problemática e lacuna de conhecimento.

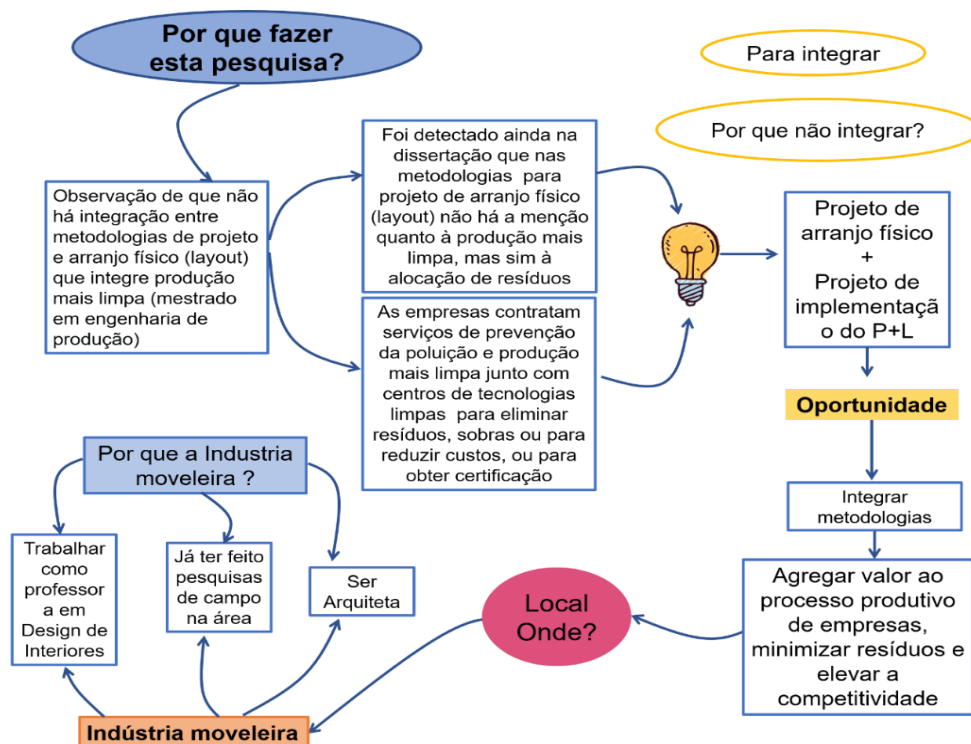
Na etapa da prospecção (2), foi definida a problemática que norteou o trabalho. Nela, houve pesquisa de reconhecimento do valor da tese, do tema e do público estratégico, pequenos negócios do setor moveleiro. Nessa etapa foi possível identificar a necessidade de integrar os temas no início do processo de projeto para instalar ou melhorar as áreas, setores e fluxos associando a P+L durante o processo.

A etapa 3 de levantamento de dados, foi relacionada à confirmação da viabilidade da tese (etapa 4) e às justificativas, quando o material teórico mostrou caminhos para a realização das análises, criação do método para suprir a lacuna de conhecimento (Figura 25).

A etapa 3 de levantamento de dados foi dividida em etapa 3a sobre estudos para Análises Diagnósticas Integradas (ADI) para reconhecimento das áreas e foi realizado com base em artigos, teses e dissertações para conceituações e

levantamento de conteúdo para análises integradas entre os eixos temáticos; etapa 3b para estudos de cenários sobre o setor moveleiro realizados com base em artigos, teses e dissertações, e nos estudos junto às marcenarias de Palhoça (SC), intercâmbio de conhecimentos, e de Maceió (AL); e etapa 3c para estudos detalhados sobre métodos, instrumentos e ferramentas de projeto de *layout* e sobre métodos, instrumentos, ferramentas e programas para implementar a P+L.

Figura 25 - Mapa Mental da etapa (1) – oportunidade e da etapa (2) – prospecção



Fonte: Autora.

As pesquisas fizeram parte de estudos relacionados ao Programa de Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia (PEI/UFBA); foram inseridas em artigos apresentados no 5th *International Workshop Advances In Cleaner Production* na UNIT (SP, Brasil, 2015), em publicações internacionais (LINS *et al*, 2020; LINS *et al*, 2021), e na fundamentação teórica desta tese; contribuíram para estudos de cenários e aplicações do método nas indústrias moveleiras **EC1** e **EC2**.

Levantamento de dados da etapa 3a, estudos para Análises Diagnósticas Integradas (ADI) e 3c, estudos detalhados sobre métodos:

A plataforma de busca da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por meio da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe) foi

utilizada para realizar buscas por artigos nas plataformas da *Scopus*, *ScienceDirect* e *Web of Science*, assim como, a CAPES CAFE e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) foram utilizadas para buscas por teses e dissertações.

Para o levantamento de dados teóricos foi realizada pesquisa bibliográfica sistemática a partir de palavras chaves em português e em inglês que serviram de descritores para direcionar a realização das buscas.

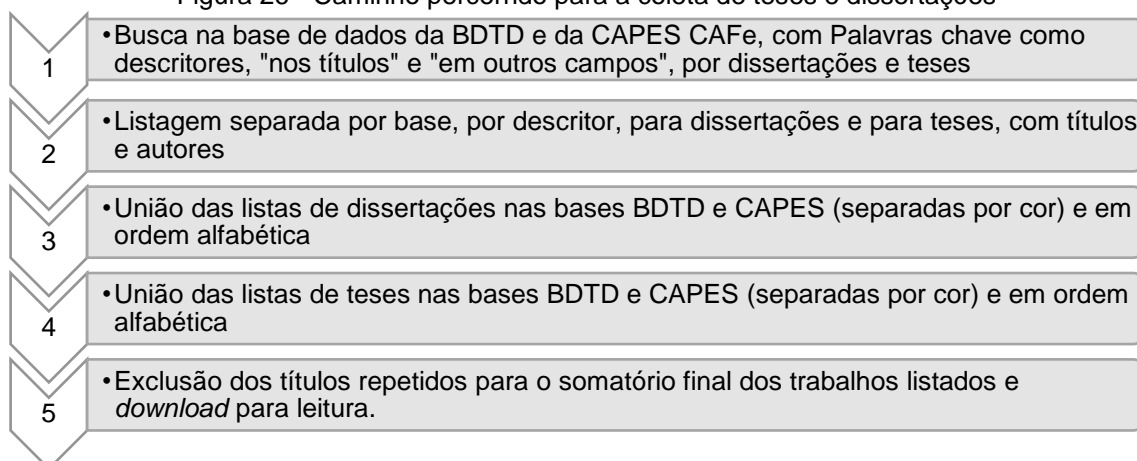
Os descritores foram divididos entre os dois eixos temáticos. O eixo P+L, ao conjunto de palavras relacionadas à P+L: “produção mais limpa” e/ou “*cleaner production*”, “prevenção à poluição” e/ou “*pollution prevention*”, “gestão ambiental” e/ou “*environmental management*”. O eixo temático *Layout*, corresponde ao conjunto de palavras relacionadas, como: *layout*, *leiaute*, “[re]*layout*”, “*physical arrangement*”, “*layout industrial*” e/ou “*industrial layout*”, “planejamento de instalações” e/ou “*facilities planning*”, “planejamento de fábrica” e/ou “*factory planning*”, “instalações industriais” e/ou “*industrial facilities*”, “instalações de fábrica” e/ou “*factory facilities*”, “*layout de fábrica*” e/ou “*facility layout*”, “*layout da planta*” e/ou “*plant layout*”. Os descritores com palavras duplas foram utilizados com aspas (“”) para melhor direcionamento.

Além disso, foram acrescentados os descritores “indústria moveleira” e/ou “*furniture industry*” e “setor moveleiro” e/ou “*furniture sector*”, isolados e combinados com descritores dos 2 (dois) eixos temáticos. Na plataforma da BDTD e da CAPES foram encontrados resultados para a busca por dissertações e teses (apêndice 2).

Foram escolhidos trabalhos com descritores “nos títulos” e “em outros campos” para ambas as plataformas. Na BDTD foi possível aplicar o filtro diretamente, selecionar e quantificar as dissertações e teses separadamente. Na plataforma da CAPES, ao inserir o descritor, os trabalhos aparecem juntos, tanto com o descritor inserido “no título” quanto apenas “em outros campos”; nesse caso, as dissertações e teses foram separadas individualmente. Após levantamento, em tabelas separadas, foi realizada a compatibilização entre as buscas para a seleção de todos os trabalhos e a exclusão dos que se repetiam em ambas as plataformas.

O programa Excel foi utilizado para possibilitar unificar as tabelas que foram organizadas por ordem alfabética, possibilitando excluir trabalhos repetidos de forma manual para quantificar as dissertações e teses utilizadas para leitura e construção do arcabouço teórico, e para a confirmação da lacuna teórica. A Figura 26 apresenta graficamente o resumo do caminho percorrido para a coleta de teses e dissertações.

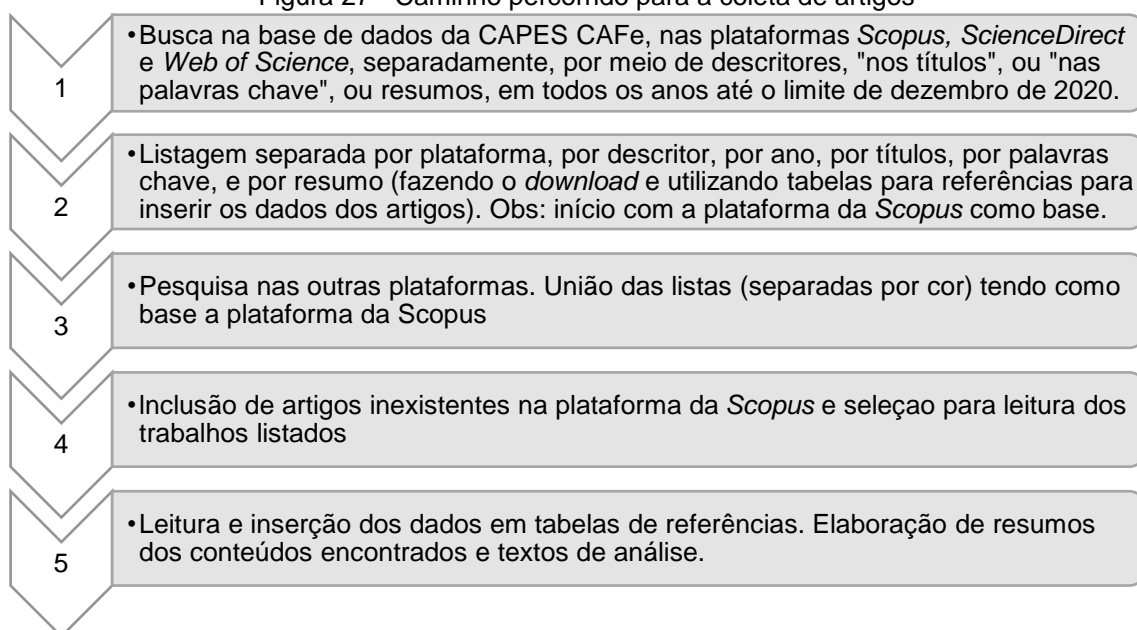
Figura 26 - Caminho percorrido para a coleta de teses e dissertações



Fonte: Autora.

A busca por artigos científicos nas bases de dados da CAPES, também foi realizada por meio da plataforma da CAPES CAFe, com buscas nas bases de dados da *Scopus*, *ScienceDirect* e *Web of Science*, separadamente, com a inserção dos descritores dos 2 (dois) eixos de pesquisa isolados e combinados conforme Figura 27.

Figura 27 - Caminho percorrido para a coleta de artigos



Fonte: Autora

As pesquisas encontradas abordaram aspectos específicos sobre *layout* e sobre P+L, mas de forma separada ou periférica, sem integração dos temas, e mostraram a relevância desta pesquisa, método de projeto de *Layout* integrado à P+L.

Para a organização dos artigos e das pesquisas, foi elaborada tabela de referências por base de dados, por descritor e por ano, com quatro colunas (c) para

preenchimento: (c1) título, autores, universidades vinculadas, revistas, dados para a referência e *link* de acesso, (c2) resumo e textos dos autores do artigo com página, (c3) traduções, (c4) seleção de conteúdos e resumos para a tese.

O primeiro filtro foi a busca por artigos com os principais descritores nos títulos, depois, somente nas palavras chave, e por último, somente nos resumos, tanto com os descritores isolados quanto combinados até o limite temporal de dezembro de 2020. Houve a inserção dos artigos relacionados aos eixos temáticos nas tabelas de referências para leitura, por base, por descritor e por ano.

O quarto filtro foi a eliminação de artigos dispersos que apesar de possuírem os descritores, eram de outras áreas de conhecimento sem conexão direta ou indireta com os eixos temáticos. E o quinto filtro foi a compatibilização entre as buscas tendo como parâmetro base a plataforma da *Scopus* para a seleção dos artigos inexistentes na *Scopus* e presentes nas outras plataformas (*ScienceDirect* e *Web of Science*). O programa Excel foi utilizado para possibilitar esse trabalho e unificar as tabelas.

Foram escolhidos os principais autores e títulos que abordavam a aplicação de técnicas, métodos, modelos, metodologias e/ou programas para a elaboração e/ou aplicação em projetos de *layout*, os estudos de casos, e os projetos, técnicas, métodos, modelos, metodologias e/ou programas para a implementação da P+L. Além disso, foram utilizados livros como referencial teórico (apêndices 2 e 3).

Os principais autores escolhidos sobre o eixo temático P+L foram: Tseng, Lin e Chiu (2009) que estabeleceram critérios – Organização, sistemas e tecnologias, avaliação e feedback, treinamento e pessoas –, e atributos para implementar a P+L; o método da UNIDO/UNEP e o material do Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL, 2003a, 2003b, 2003c, 2003d) resultante do projeto Sistema de Informação da P+L brasileira, Inforede, para disseminar a P+L que versam sobre diagnóstico, fases e métodos para implantar a P+L; o Programa de Prevenção da Poluição (EPA, 1992) sobre técnicas para reduzir resíduos e os fluxos de resíduos na fonte geradora, e LaGrega (1994) que trabalhou técnicas para a redução da poluição.

Os principais autores escolhidos sobre o eixo temático *Layout* foram: Olivério (1985) que definiu “*Plant Layout*” como combinação ótima, estabeleceu critérios de eficiência para o “*Plant Layout*” e sistematizou os fatores para projetos de *layout* para instalações industriais (mudanças, serviços, mão-de-obra, materiais, edifício, máquinas e equipamentos, movimentação) criado por Muther (1955, 1978); Muther (1978) que sistematizou método de projeto de *layout* (*Systematic Layout Plan* - SLP)

composto por estrutura de fases (localização da área, *layout* geral, detalhado e implantação), modelo de procedimentos e instrumentos para diagnóstico e planejamento. Villar e Nóbrega Júnior (2014) que discutiram o planejamento das instalações industriais e a prevenção a incêndios e explosões, e Neumann e Scalice (2015) que abordaram os níveis de decisão para o projeto de fábrica e de *layout*.

Além dos 2 eixos temáticos, foi realizada pesquisa sobre a indústria moveleira (*furniture industry*) e o setor moveleiro (*furniture sector*). Dentre os autores, Hillig, Schneider e Pavoni (2009) afirmaram que resíduos são desafios à gestão ambiental, entretanto, MPs para outros processos; Caetano, Depizzol e Reis (2017) observaram o desperdício de madeira e a geração de custos com o descarte legal. Aguilar *et al.* (2017) afirmaram que implementar a P+L reduz perdas produtivas e de MPs na fonte geradora a partir da simplificação dos processos, redesenho e substituição de material; Leite e Pimenta (2011) afirmaram haver benefícios econômicos, retorno financeiro, melhorias operacionais e redução da poluição; Massote e Santi (2013), a partir de fluxos dos materiais, afirmaram ser a P+L ferramenta para a eco-eficiência, para otimizar o consumo de material, reduzir desperdícios de água e energia.

O levantamento de dados da etapa 3b para estudos de cenários foi realizado no setor moveleiro, na empresa Marfi Indústria e Comércio de Móveis localizada em Palhoça (SC, Brasil) (**EC1**) e na Marcenaria Carmel localizada em Maceió (AL, Brasil) (**EC2**). Estudos de Casos (EC1 e EC2):

Estudo de Caso 1 (EC1): A empresa Marfi Indústria e Comércio de Móveis localizada em Palhoça (SC, Brasil) é MicroEmpresa (ME) do setor moveleiro especializada em móveis para escritórios, possui produção padronizada e parte da produção sob medida. O contato foi realizado a partir de intercâmbio de conhecimentos junto ao Núcleo de Gestão de Design (NGD) e Laboratório de Design e Usabilidade (LDU) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) para reconhecimento e levantamento de dados sobre o setor e para realizar análises diagnósticas e elaborar propostas (apêndice 4).

Esse estudo foi executado com base em 4 (quatro) **Planos de Trabalho de pesquisa (PTp)**. O PTp1-EC1 teve como objetivo reconhecer e levantar dados, organizar e preparar instrumentos de coleta para as visitas técnicas, com apoio do NGD/LDU/UFSC para aplicar *checklist* integrado, realizar levantamento fotográfico, de fluxos de processo, medição do espaço físico e assinatura de autorização para pesquisa (apêndice 5, 6 e 7).

O PTP2-EC1 (não presencial) teve o objetivo de organizar trabalhos para descrições e Análises Diagnósticas Integradas (ADI) que resultaram em listas de Pontos Críticos (PCs) e de Oportunidades de P+L (O^{P+L}) integradas aos estudos sobre áreas, setores e fluxos do *layout* base, *layout* existente nas indústrias moveleiras no momento da coleta de dados; e o PTP3-EC1 (não presencial), elaborar propostas de projeto de *Layout* integradas à P+L, escolha e avaliação comparativa (apêndice 8).

O PTP4-EC1 (não presencial) teve o objetivo de organizar e preparar material impresso para a socialização dos resultados junto ao NGD/LDU/UFSC e à empresa moveleira; e o PTP4-EC1 (visitas técnicas) para finalizar o intercâmbio de conhecimentos e socializar resultados, entregar documento à empresa e obter avaliação da proposta (apêndice 9). As análises tiveram continuidade e resultaram em artigos inseridos na seção 6 desta tese que apresenta as aplicações do método.

Essas etapas de estudos ampliaram os conhecimentos sobre as características do setor moveleiro da região sul do Brasil e contribuíram para contextualizar o setor em diferentes realidades brasileiras; além disso, para elaborar e aplicar o *checklist* integrado entre fatores de projeto de *layout* e critérios para a implementação da P+L, para experimentar esse instrumento de coleta e para a elaboração conceitual e projetual do método. Após socializar os resultados da pesquisa junto ao NGD/LDU/UFSC e ao EC1, o método foi estruturado a nível de proposta conceitual e o primeiro material do método foi prototipado.

Foi a partir do intercâmbio de conhecimentos e aplicação do *checklist* integrado junto às empresas de Palhoça (SC, Brasil) que o método se delineou culminando na elaboração de projeto de *layout* com análises comparativas, quantitativas e qualitativas, sobre áreas, setores e fluxos integradas às O^{P+L}, e com a socialização.

A experiência do EC1 foi importante e assegurou a aplicação do método de projeto de *Layout* integrado à P+L na Marcenaria Carmel localizada na cidade de Maceió (AL, Brasil) considerada Estudo de Caso 2 (EC2). O EC2 foi realizado no âmbito do Programa de Engenharia Industrial da Escola Politécnica da UFBA (PEI-EPUFBA); as pesquisas no EC2 iniciaram antes do intercâmbio de conhecimentos junto às empresas moveleiras da cidade de Palhoça (SC, Brasil) e foram finalizadas após visitas técnicas para a socialização dos resultados do EC1 junto ao NGD/LDU/UFSC e empresa Marfi Indústria e Comércio de Móveis (SC, Brasil).

Estudo de Caso 2 (EC2): A Marcenaria Carmel localizada em Maceió (AL, Brasil) é pequeno negócio do setor moveleiro com produção sob medida especializada

em móveis residenciais. O proprietário da empresa é registrado como MicroEmpreendedor Individual (MEI) e cadastrado no Sindicato das Indústrias de Marcenaria, Móveis e Esquadrias de Alagoas (Sindmarc). O contato com a empresa foi realizado no âmbito da disciplina de Prevenção da Poluição e Ecologia Industrial do Programa de Engenharia Industrial da Escola Politécnica da UFBA (PEI-EPUFBA); consistiu em etapa de reconhecimento e levantamento de dados preliminares uma vez que o *checklist* integrado ainda não havia sido criado.

A primeira visita técnica à empresa foi para contato e coleta de dados visando elaborar Relatório para a Implantação do Programa de Produção mais limpa (P+L) intitulado “Análise de uma empresa de fabricação de móveis sob medida: estudo de caso para a produção de um guarda-roupa” (Lins; Dória, 2015). Esse relatório e as visitas técnicas realizadas para coleta de dados, embasaram estudos que culminaram com a participação e apresentação de artigo intitulado “Oportunidades de Produção mais Limpa em Processo de Fabricação de Móveis sob Medida: Estudo de Caso de um Guarda-Roupa” (Lins *et al.*, 2015) publicado no *5th International Workshop Advances in Cleaner Production* na Universidade Paulista (IWACP, UNIP/SP, Brasil).

O Relatório para a Implantação do Programa de P+L e artigo foram apresentados e entregues ao proprietário. Após a apresentação dessas pesquisas, estudo preliminar para projeto de *layout* para a instalação de marcenaria em espaço novo foi elaborado e teve como base o Relatório para a Implantação do Programa de P+L; entretanto, a aquisição do espaço pelo proprietário não foi viabilizada.

Após visitas técnicas realizadas ao NGD/LDU/UFSC e ao EC1, e aplicações teóricas e práticas com participação e apresentação de artigos em congressos e entrega das pesquisas à empresa caso (EC2), a implementação do método também teve início no EC2 (Maceió/AL) (apêndices 10, 11 e 12 para autorizações).

Checklist integrado para coleta de dados foi aplicado no EC2 com a assinatura de parceria autorizando a realização da pesquisa intitulada: “Avaliação do *Layout* (*layout* industrial) integrada à identificação de oportunidades de Produção mais Limpa (P+L) na marcenaria Móvel com Design em Maceió (AL)”. As descrições e ADI sobre o *Layout* e a P+L na marcenaria Carmel foram realizadas para identificar PCs e O^{P+L} a partir das análises das áreas, setores e fluxos dos processos e dos subprodutos.

Atividades de acompanhamento e coleta de dados sobre o processo de produção de guarda-roupa, sob-medida e personalizado, foi realizado para possibilitar a coleta de todos os subprodutos para a execução de análise de perdas produtivas

e/ou de balanço de massa. Essas atividades de imersão foram realizadas com o apoio da equipe de pesquisadores do Grupo de Estudos Interdisciplinares em Design (GEID) do Instituto Federal de Alagoas (IFAL). Essas atividades estão relacionadas à implementação e avaliação do Método no *layout* base e projetado.

A elaboração de alternativas de projeto de *Layout* integrado à P+L (L^{P+L}) possibilitou processos de decisão baseados em parâmetros de projeto antes da escolha. A compatibilização com outros projetos foi realizada antes da implementação do projeto escolhido para o momento da Intervenção na infraestrutura física e tecnológica e de processamento e expedição da empresa. Foram detalhados **6 Planos de Trabalho de pesquisa/EC2 (PTp-EC2)** nos apêndices 13, 14 e 15:

PTp1-EC2 teve o objetivo de organizar a aplicação de *checklist* integrado para coletar dados, medir espaços físicos e para o acompanhamento processual do ambiente de trabalho e da execução de mobiliários por meio de visitas técnicas.

PTp2-EC2 foi elaborado para descrever a empresa e os processos; e fazer as ADI que resultaram em levantamento de PCs e de O^{P+L} .

PTp3-EC2 foi realizado para organizar as ações para elaborar alternativas de projeto; pesquisas sobre potências de máquinas que subsidiaram projeto elétrico; escolha da proposta de projeto com o envolvimento dos funcionários; e para a compatibilização com outros projetos e detalhamento das propostas.

PTp4-EC2 correspondeu à imersão GEID para acompanhar a produção de guarda-roupa e a coleta de subprodutos, medição de perdas produtivas e/ou balanço de massa. Esse Plano de Trabalho foi executado simultaneamente à elaboração de alternativas de projeto de L^{P+L} , e escolha da proposta de projeto; está inserido no momento de intervenção e avaliação do método.

PTp5-EC2 teve como objetivo a implementação do projeto de L^{P+L} escolhido; intervir na infraestrutura física e tecnológica para viabilizar as melhorias relacionadas ao projeto de L^{P+L} , a minimização de perdas produtivas e mudanças na infraestrutura gerencial e de pessoas, na de abastecimento e armazenamento e na de movimentação e expedição; foi a base para projetos complementares e para a reestruturação das instalações elétricas, de segurança, conforto no ambiente de trabalho, combate a incêndios, e de projetos de sinalização.

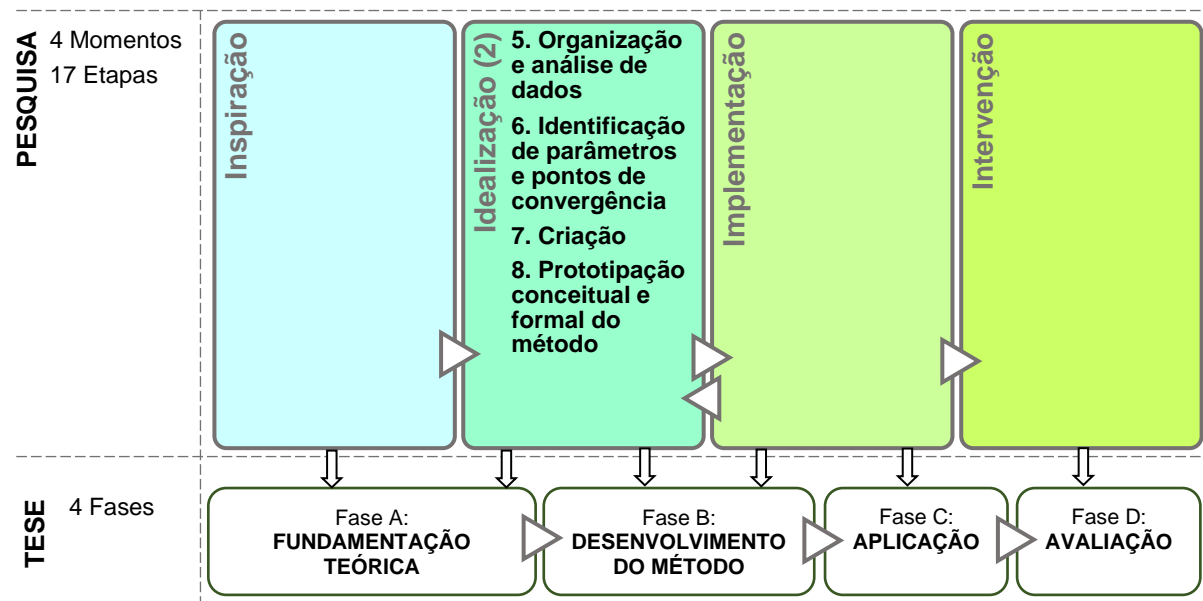
PTp6-EC2 consistiu na intervenção, adequação e implementação continuada da infraestrutura gerencial e de pessoas, de abastecimento e armazenamento, e de movimentação e expedição para reduzir perdas produtivas e para a melhoria contínua;

serviu como base para a aplicação de projeto de inovação/IFAL/FUNDEPES (Edital 9/2019 – PRPPI/IFAL) com a participação do GEID e da Marcenaria Carmel (apêndice 16), e proveio do projeto de L^{P+L} com levantamento de PCs e de O^{P+L} , aprimoramentos e melhorias de processos; resultou na implementação de sensoriamento remoto, sinalização, Marcenaria Laboratório (GEID/IFAL) e CarmelLab $^{P+L}$.

As atividades realizadas nos Estudos de Casos, **EC1** e **EC2**, contribuíram para a criação do Método de Projeto de *Layout* integrado à P+L (L^{P+L}). O levantamento de dados (etapas 3a, 3b e 3c) resultaram na Fase (A) de Fundamentação Teórica, caracterizada pela revisão da literatura sobre *Layout*, P+L e indústria moveleira.

O **Momento de Idealização (2)**, representado na Figura 28, resultou na Fase (B) de desenvolvimento do método e foi dividido nas etapas de organização e análise de dados (etapa 5), identificação de parâmetros e pontos de convergência (etapa 6), criação (etapa 7), prototipação conceitual e formal do método (etapa 8).

Figura 28 - Momento da Idealização (2), etapas desta pesquisa e fases da tese



Fonte: Autora.

Na etapa 5, houve a organização e a análise dos dados e agrupamento dos conteúdos e ideias a partir da fundamentação teórica. Nesse momento, foi possível identificar parâmetros e pontos de convergência, etapa 6, para integrar critérios para implementar a P+L utilizando como bases teóricas, Tseng, Lin e Chiu (2009), LaGrega (1994), CNTL (2003a, 2003b) e EPA (1992); e sobre projeto de *layout*, Muther (1978), Olivério (1985), Villar e Nóbrega Júnior (2014), Neumann e Scalice (2015).

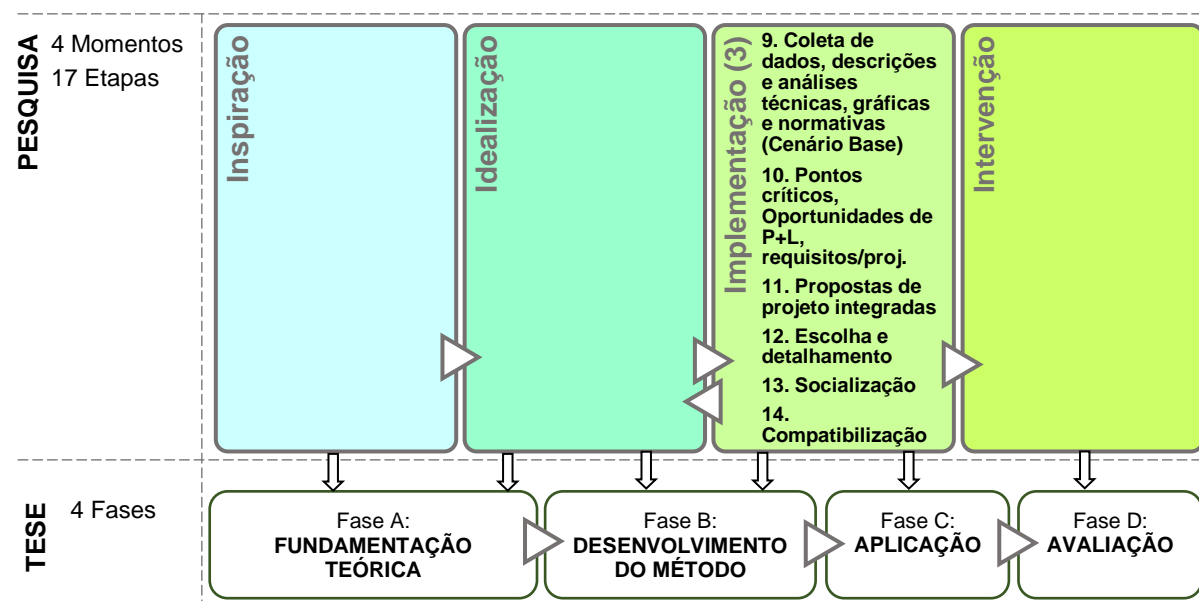
Após identificar parâmetros e pontos de convergência, etapa 6, foi realizado projeto piloto de questionário e *checklist* integrado sobre fatores de projeto de *layout* e critérios para a implementação da P+L; o *checklist* integrado foi aplicado em 2 Microempresas de produção de móveis padronizados para escritórios localizadas em Palhoça (SC, Brasil), EC1 (Marfi) e EC3 (Denoni), em intercâmbio de conhecimentos no NGD/LDU/UFSC para reconhecimento e coleta de dados.

O questionário e *checklist* integrado foi baseado no Relatório da implantação do Programa de P+L, Manual 4, Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL/SENAI.RS, 2003c); na metodologia da UNIDO/UNEP para implantação de Programa de P+L; em critérios de implementação da P+L de Tseng, Lin e Chiu (2009) e em *checklist* sobre fatores de projeto de *layout* (Muther, 1955; Olivério, 1985).

As etapas de criação, etapa 7, e de prototipação conceitual e formal do método, etapa 8, foram desenvolvidas simultaneamente durante o cumprimento das etapas 9, 10 e 11 do Momento de Implementação do EC1 (Palhoça/SC), por meio do *checklist* integrado (*Layout* e P+L) para coleta de dados, descrições e análises. Os Momentos de Idealização e de Implementação contribuíram juntos para a execução da Fase B de desenvolvimento do método apresentada na seção 5.

O **Momento da Implementação (3)** foi marcado por 6 etapas destacadas na Figura 29.

Figura 29 - Momento de Implementação (3), etapas desta pesquisa e fases da tese



Fonte: Autora.

As etapas relacionadas ao **Momento da Implementação (3)** foram: coleta de dados, descrições e análises técnicas, gráficas e normativas do cenário base (etapa 9), contendo a prototipação das plantas, análises qualitativas e quantitativas, aplicação dos parâmetros de integração; listagem de PCs, de Oportunidades de P+L (O^{P+L}) e de Requisitos e Condicionantes de projeto (etapa 10); propostas de projeto integradas (etapa 11); escolha e detalhamento (etapa 12); socialização (etapa 13) e compatibilização (etapa 14) (Figura 29).

O **Momento de Implementação (3)** no **EC1** correspondeu à elaboração e aplicação do método de projeto de *Layout* integrado à P+L (L^{P+L}) a partir de questionário e *checklist* integrado sobre *layout* e P+L para a coleta de dados, aplicado em intercâmbio de conhecimentos; a partir de descrições de áreas, setores, fluxos e P+L; e de análises técnicas, gráficas e normativas (etapa 9) para análises diagnósticas das empresas como está representado nas Figuras 24 e 29.

A partir desses estudos foi possível elaborar lista com PCs e O^{P+L} integradas aos fluxos dos processos (Lins *et al.*, 2020) (etapa 10), elaborar medições do cenário base e propostas de projeto de L^{P+L} (etapa 11). A escolha da melhor alternativa para detalhamento e aplicação (etapa 12) foi baseada em análises comparativas, quantitativas e qualitativas, apresentadas na seção 6 (EC1). Nesse momento, houve a criação de estrutura formal com cores e linhas para áreas, setores e fluxos. O contato com a empresa permaneceu e viabilizou discussões com o gerente de produção sobre a melhor alternativa de projeto.

Esta pesquisadora retornou ao cenário da indústria moveleira da cidade de Palhoça (SC) para complementar atividades de intercâmbio de conhecimentos e apresentar os resultados ao NGD/LDU//UFSC, ao proprietário da empresa, gerente e supervisor de produção. O material do projeto foi revisado e impresso. Não houve o acompanhamento para a avaliação das perdas produtivas e balanço de massa (Fase D), a empresa não possuía dados registrados.

Esses estudos foram apresentados à empresa Marfi com apoio do NGD/LDU/UFSC, e marcou a etapa de socialização (etapa 13) da proposta de projeto, avaliação e *feedback* dos resultados obtidos com a implementação conceitual e formal do método de projeto de L^{P+L} . A empresa ficou com cópia impressa do projeto. O **Momento de Implementação (3)** contribuiu para cumprir as Fases de desenvolvimento (Fase B) e de aplicação (Fase C) da tese.

No retorno dessas atividades, a etapa de criação (etapa 7) e de prototipação conceitual e formal do método (etapa 8), inseridas no **Momento de Idealização (2)**, foram concluídas.

O **Momento de Implementação (3)** contribuiu para a execução da Fase C (aplicação) tanto no **EC1** quanto no **EC2**, apresentadas na seção 6. A Figura 30 ilustra o **Momento de Implementação (3)** que ocorreu simultaneamente ao anterior.

A compatibilização do projeto de L^{P+L} (etapa 14) a projetos complementares só foi realizada no EC2. Foi observado que o melhor momento para a compatibilização, junto à equipe e a outros profissionais, é após as etapas de escolha e detalhamento (etapa 12) e de socialização (etapa 13).

As etapas do **Momento de Implementação (3)** do **EC1** foram detalhadas em Planos de Trabalho de pesquisa (PTp-EC1) onde constam as atividades gerais e os passos executados para cumprir com cada atividade relacionada à implementação no EC1. O detalhamento dos PTps-EC1 estão nos apêndices 7, 8 e 9.

Planos de Trabalho de pesquisa/EC1 (PTp/EC1):

Para executar as atividades do EC1 foram elaborados Planos de Trabalho de pesquisa (PTp) não presenciais e para visitas técnicas.

O Plano de Trabalho de pesquisa 1-EC1 (PTp1-EC1) (apêndice 7), incluiu atividades de planejamento e projeto para a coleta, descrições e análises de dados, e preparação para intercâmbio de conhecimentos junto ao NGD/LDU/UFSC visando reconhecimento do setor moveleiro e coleta de dados por meio de 2 visitas técnicas.

A primeira visita técnica foi dedicada à apresentação da pesquisa, autorizações da empresa e assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), aplicação do *checklist* integrado entre *layout* e P+L, levantamento fotográfico e observação dos processos.

A segunda visita técnica foi dedicada às medições dos espaços físicos arquitetônicos e do *layout* das máquinas e equipamentos nos Centros de Produção (CPs), localização dos materiais em estoque, em processamento, alocados para descarte, para reuso interno ou externo (subprodutos), e detalhamentos da coleta sobre os processos, áreas, setores e fluxos de pessoas, informações gerenciais, produção, abastecimento de materiais e subprodutos.









O PTp2-EC2, não presencial, correspondeu às ADI sobre o *layout* e a P+L na indústria moveleira. As atividades executadas foram: descrições da empresa e do *layout* existente nas áreas, Centros de Produção (CPs), setores e fluxos, a

caracterização da empresa, o agrupamento dos dados e desenhos (apêndice 8).

Para possibilitar as análises diagnósticas, as plantas baixas de zoneamento das áreas, de setorização dos espaços nos CPs e das linhas de fluxos de produção, clientes, gerentes, abastecimento de materiais e subprodutos foram desenhados, e o fluxograma de fabricação e montagem foi elaborado.

Além disso, foi criado padrão de cores para identificar os espaços produtivos na planta de zoneamento das áreas (Quadro 9) com correspondência às cores utilizadas na planta de setorização dos CPs e detalhamento de setores (com RGB). Essas cores também foram utilizadas para diferenciar os fatores na representação gráfica do método (apresentada na seção 6).













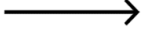

Quadro 9 - Padrão de cores para a planta de zoneamento das áreas e setorização.

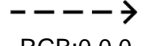
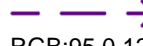
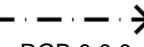





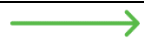



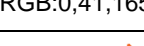
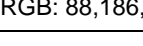
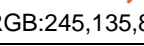
	ADMINISTRAÇÃO/VENDAS (RGB:163,118,209)		EMBALAGEM/EXPEDIÇÃO (RGB:128,153,230)
	ÁREA DE APOIO PARA FUNCIONÁRIOS (RGB: 194,163,224)		ÁREA PARA SUBPRODUTOS (RGB:179,230,128)
	ESTOQUE/ARMAZENAMENTO (RGB:255,191,128)		CIRCULAÇÃO
	PRODUÇÃO (RGB:255,255,128)		
	PRODUÇÃO		

Fonte: Autora.

Foram realizadas as plantas de fluxos do *layout* base junto com o processo produtivo, mapofluxogramas, para facilitar visualização, medições e análises. E foi criada simbologia de setas para representar fluxos, conforme Quadro 10; cada seta representa um tipo de fluxo e possui cor (com RGB) e tipo de traço específico para diferenciá-lo (contínuo, tracejado, traço ponto ou traço dois pontos).

Quadro 10 - Simbologia para fluxograma de fabricação e montagem e mapofluxograma. "Continua".






Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
 RGB:95,0,127	Fluxo do cliente	 RGB:255,0,255	Fluxo de abastecimento entrada de material
 RGB:255,63,0	Fluxo geral da produção A	 RGB:255,0,255	Fluxos de abastecimento de MDF para corte
 RGB:127,127,0	Fluxo geral da produção B	 RGB:0,41,165	Fluxos de abastecimento de fita de borda para produção
 RGB:127,0,255	Fluxo geral da produção C	 RGB:99,100,102	Fluxos de abastecimento de peças, componentes e acessórios para montagem
 RGB:51,153,255	Fluxo de embalagem	 RGB:114,116,48	Fluxos de abastecimento de papelão
 RGB:51,153,255	Fluxo de expedição	 RGB:51,123,255	Fluxo do gestor da expedição
 RGB:0,0,0	Fluxo do supervisor da produção	 RGB:255,0,0	Fluxo de bancadas com rodízio / produção

 RGB:0,0,0	Fluxo da recepção/vendas pra direção e gerência	 RGB:95,0,127	Fluxo de entrada e apoio para funcionários
 RGB:0,0,0	Fluxo do gerente da produção	 RGB:0,127,0	Fluxo para extração de pó de serra em caçamba
 RGB:19,76,0	Fluxo de subproduto de MDF/MDP para reuso externo	 RGB:0,255,255	Fluxo subproduto papelão
 RGB:0,127,0	Fluxo de dutos de extração de pó de serra	 RGB:19,76,0	Fluxo subproduto para coleta seletiva
 RGB:88,186,72	Fluxo de subproduto de MDF/MDP para reuso interno	 RGB:99,100,102	Fluxo produtos não recicláveis
 RGB:0,41,165	Fluxo de subproduto MDF/MDP+cola+fita de borda para coletor e coleta seletiva	 RGB: 88,186,72	Fluxo de subprodutos para reuso externo
 RGB:245,135,81	Fluxo de subproduto plástico para coletor e coleta seletiva	 RGB:127,95,0	Fluxo subproduto alumínio
 RGB:0,127,0	Fluxo subproduto pó de serra		

Fonte: Autora.

O Fluxograma de Fabricação e Montagem (FFM) dos processos foi elaborado observando-se as simbologias criadas pela Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos - ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) e estão representadas no Quadro 11.

Quadro 11 - Simbologia utilizada para o FFM

Símbolos utilizados para o FFM				
				
Operação	Espera	Transporte	Inspeção	Estocagem de material. Aguardando operação

Fonte: ASME (1947)

A análise dos dados foi realizada para identificar PCs, desperdícios no processo quanto ao uso dos recursos produtivos e O^{P+L} a partir da análise das áreas, CPs e setores, e dos fluxos dos processos relacionando fatores de projeto de *layout* a critérios e atributos para a implementação da P+L.

O PTp3-EC1, não presencial, resultou na elaboração de propostas de projeto de *layout* para implementar a P+L a partir do levantamento de PCs e das O^{P+L} indicadas pelas ADI, e discutidas (apêndice 8).

Foi escolhida a alternativa de projeto para desenho e detalhamento com base em parâmetros coletados nas ADI visando a otimizar áreas, setores e fluxos, assim como, reduzir desperdícios de recursos. Houve a medição de parâmetros do *layout*

escolhido e a avaliação comparativa entre o *layout* base e projetado, mas não foi possível acompanhar a intervenção e a implementação presencialmente. Com a avaliação comparativa constatou-se melhoria de parâmetros de projeto a partir de L^{P+L} , validando resultados.

O PTP4-EC1 (apêndice 9) correspondeu às atividades para a socialização (etapa 13) e avaliação dos resultados por parte do NGD/LDU/UFSC e da empresa caso. O projeto de L^{P+L} foi apresentado à empresa como estratégia para implementar e disseminar a P+L. Para a socialização e avaliação dos resultados foram realizadas atividades não presenciais de planejamento e projeto para viabilizar visitas técnicas e preparação de material impresso.

As visitas técnicas ao NGD/LDU/UFSC para discussão e avaliação da pesquisa de campo, e ao EC1 para apresentar diagnóstico integrado, análises e projeto de L^{P+L} , culminaram com entrega de material impresso. O contato com a empresa caso (EC1) permaneceu e a avaliação dos integrantes do EC1 confirmaram que o projeto de L^{P+L} é estratégia para a implementar a P+L em processo de melhoria contínua.

O **Momento de Implementação (3)** no **EC2** foi realizado na Marcenaria Carmel (Maceió/AL), também foi detalhado em Planos de Trabalho de pesquisa (PTP-EC2). No **EC2** houve a etapa 14 de compatibilização de projetos complementares e o Momento da Intervenção (4). Foi precedido e baseado nos estudos e relatórios de pesquisa para a implementação da P+L e pesquisas no intercâmbio de conhecimentos do EC1 até a etapa 13 de socialização. Foram elaborados 3 PTP.

O PTP1-EC2 (apêndice 13) recebeu autorização da pesquisa e foi aplicado questionário e *checklist* integrado sobre *Layout* e P+L para a coleta de dados sobre áreas, setores e fluxos dos processos e subprodutos, além de expedição (etapa 9).

No PTP1-EC2 foram realizadas medições nos espaços físicos do *layout* base e o acompanhamento processual do trabalho em 5 visitas técnicas (etapa 9).

No PTP2-EC2 (apêndice 14) constam coleta de dados, descrições, desenhos e análises diagnósticas técnicas, gráficas e normativas (etapa 9) elaboradas a partir da estrutura formal criada no EC1 para o desenho das áreas, setores e fluxos. Esse trabalho resultou em lista com a identificação de PCs e de O^{P+L} , etapa 10 do momento de implementação (3).

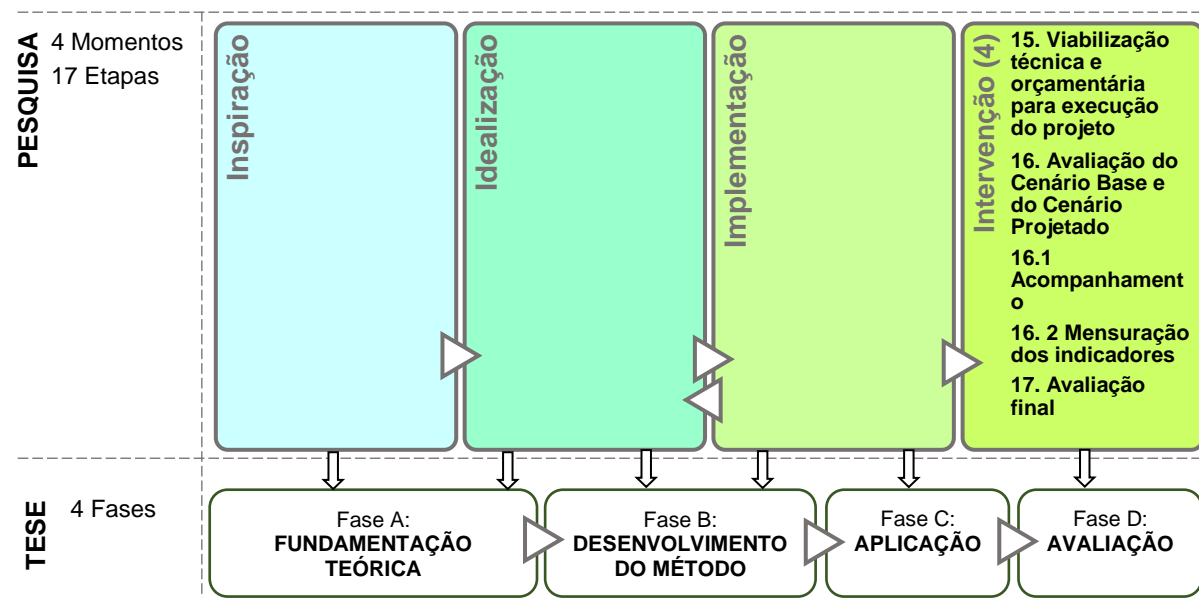
O PTP3-EC2 (apêndice 14) correspondeu à elaboração de alternativas de projeto de L^{P+L} que possibilitaram processos de decisão baseados em avaliação de parâmetros de projeto antes da escolha. Houve pesquisas sobre máquinas,

equipamentos, sistemas e sobre as potências necessárias para as instalações elétricas, para subsidiar as propostas de mudanças tecnológicas, projeto elétrico e de sensoriamento remoto, além de atividades de avaliação das perdas produtivas e socialização para integrar e envolver os funcionários.

O **Momento da Intervenção (4)**, Figura 30, foi realizado no **EC2** com base na aplicação do método de projeto de L^{P+L} , e foi dividido em quatro etapas: viabilização técnica e orçamentária para a execução do projeto (etapa 15), avaliação do Cenário Base (CB) e no Cenário Projetado (C-PROJ) e implementado (etapa 16) e avaliação comparativa final (etapa 17).

A etapa 16 foi subdividida em acompanhamento (etapa 16.1) e mensuração dos indicadores de processo (etapa 16.2), a partir da produção de mobiliário teste executado para possibilitar análises diagnósticas das infraestruturas de gestão e de pessoas (Bloco A), de abastecimento e armazenamento (Bloco B), física e tecnológica (Bloco C) e de movimentação e expedição (Bloco D), inseridas no método de projeto de *Layout* integrado à P+L (L^{P+L}). Os resultados dessas análises foram comparados aos parâmetros projetados e corresponde à Fase D de avaliação, conforme Figura 30.

Figura 30 - Momento da Intervenção (4), etapas desta pesquisa e fases da tese



Fonte: Autora

No **Estudo de Caso 2 (EC2)**, o **Momento de Intervenção (4)** correspondeu à execução da infraestrutura física e tecnológica (Bloco C) e da infraestrutura de movimentação e de expedição (Bloco D) do método, realizado conforme alternativa

de projeto escolhida para detalhamento na Fase D de avaliação do método. Houve estudos de viabilidade orçamentária e técnica para a execução do projeto (etapa 15) e a implementação, a avaliação do processo CB e do C-PROJ e implementado (etapa 16) com o acompanhamento do processo (etapa 16.1), mensuração dos indicadores (etapa 16.2), e avaliação final comparativa do CB e C-PROJ (etapa 17).

Para cumprir as etapas (15, 16 e 17) da avaliação (Fase D) foram realizadas atividades de imersão com apoio do Grupo de Estudos Interdisciplinares em Design (GEID) do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) apresentada no **Plano de Trabalho de pesquisa 4/EC2 (PTp4-EC2)** detalhado nos apêndices 15.

O PTp4-EC2 acompanhou a execução de guarda-roupa com produção sob medida e personalizada, para a descrição de fluxos e de procedimentos, tarefas e atividades, localização e coleta de todos os subprodutos e execução de quantitativo de perdas de MDF. Os dados da imersão foram inseridos no Momento de Intervenção (4), relacionados à Fase D de Avaliação do Método; e foi executado simultaneamente à elaboração de opções de projeto, antes das mudanças física e tecnológica.

O PTp4-EC2 incluiu as seguintes atividades: planejamento e preparo da área para a coleta com a elaboração de protocolo de coleta de dados e de instrumentos para a imersão, instalação de instrumentos de coleta de imagens (câmeras), simulação, treinamento, organização da área para a coleta e compra de material; execução das atividades de imersão com o acompanhamento, avaliação da produção de execução e montagem de guarda-roupa, coleta de subprodutos para cálculo do quantitativo de perdas; descrições das atividades de imersão; quantitativo; análises e atividades de encerramento do grupo focal.

O PTp5-EC2 correspondeu às atividades de execução e detalhamento do projeto de L^{P+L} para a Intervenção na infraestrutura de gestão e pessoas, abastecimento e armazenamento, e na de movimentação para subsidiar a Intervenção na infraestrutura física e tecnológica, e projetos complementares.

O PTp6-EC2 correspondeu à execução da Intervenção na Infraestrutura física e tecnológica com base no projeto de L^{P+L} , e execução de projetos complementares e de propostas de projeto para a melhoria contínua.

Os Planos de Trabalho de pesquisa (PTp) podem ser utilizados como guia para pesquisas e projetos, pois fizeram parte da organização, fundamentação e elaboração do Método de Projeto de L^{P+L} . Os 4 momentos e 17 etapas foram importantes para cumprir as Fases A, B, C e D desta tese, planejadas e apresentadas na Figura 24.

4 DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL DO MÉTODO DE PROJETO DE *LAYOUT* INTEGRADO À PRODUÇÃO MAIS LIMPA (FASE B)

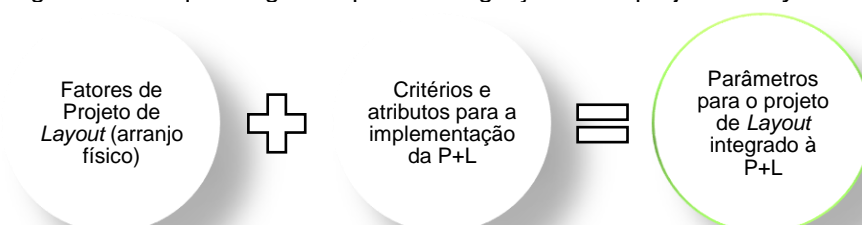
Essa seção apresenta o desenvolvimento conceitual do método de projeto de *layout* integrado à Produção mais Limpa (P+L) e as imagens criadas na sequência do desenvolvimento conceitual do método.

4.1 Integração entre *layout* e P+L e parâmetros de projeto

Parâmetros de projeto são restrições que condicionam, elementos cuja variação altera a solução de um problema sem mudar a natureza, definindo limitações. Restrições possuem critérios como praticidade, viabilidade e desejabilidade, que facilitam sua visualização (Brown, 2017). Com base nas pesquisas realizadas, os parâmetros para integrar projetos de *layout* à P+L estão relacionados aos fatores de projeto de *layout* e aos critérios e atributos para implementar a P+L.

Os fatores de projeto de *layout* estudados por Olivério (1985) como Mudanças, Serviços, Mão-de-obra, Materiais, Armazenamento e Espera (demoras), Máquinas, Equipamentos, Edifício e Movimentação foram escolhidos para essa integração. E os critérios e atributos para implementar a P+L, como organização interna e gerencial, relações hierárquicas e de poder decisório, comprometimento com a P+L, treinamento, segurança e organização do trabalho, sistemas e tecnologias (Tseng; Lin; Chiu, 2009) foram escolhidos e integrados aos fatores de projeto de *layout* (Olivério, 1985) e utilizados como base para a criação de parâmetros de integração. A Figura 31 apresenta essas relações.

Figura 31 - Esquema gráfico para a integração entre projeto de *layout* e a P+L



Fonte: Aurora (2018).

Logo, os fatores estabelecidos, nesta tese, para o projeto de *Layout* integrado à P+L foram: Mudanças (socioambientais), Serviços (internos, externos e socioambientais), Mão-de-obra em todos os níveis hierárquicos, [Eco]Materiais que pressupõe [Eco]Compras, Subprodutos, Armazenamento e Espera (demoras), Máquinas, Equipamentos e sistemas (físicos e ciberfísicos), [Eco]Edifício, Movimentação (de pessoas, de informações gerenciais, de materiais, de subprodutos e de processamento), Expedição e Entrega.

Aos fatores de projeto de *layout* foram integrados critérios socioambientais para implementar a P+L. Aos fatores Mudanças e Serviços (internos, externos e socioambientais) foram integrados critérios relacionados à organização interna, gerencial e do espaço físico para ampliar serviços socioambientais às relações hierárquicas, de poder decisório e de comprometimento com a P+L.

Ao fator Mão-de-obra, em todos os níveis hierárquicos, foram integrados critérios relacionados à segurança e saúde ocupacional de pessoas no ambiente de trabalho para eliminar ou reduzir riscos ambientais, treinamento para aprimorar a função e implementar a P+L de maneira sistemática e de melhoria contínua.

Aos fatores [Eco]Materiais, Subprodutos (para reuso/reciclo interno/externo), Armazenamento e Espera (demora), Máquinas, Equipamentos e sistemas (físicos e ciberfísicos), [Eco]Edifício, Movimentação, Expedição e Entrega, foram integrados aos critérios relacionados à organização do trabalho, aos sistemas e tecnologias, à organização do espaço físico dos Centros de Produção (CPs) para melhorar os processos produtivos, áreas, setores e fluxos e eliminar ou reduzir perdas produtivas e ambientais. O Quadro 12 define e caracteriza os fatores de projeto de *layout* integrados aos critérios para implementar a P+L e estabelece parâmetros de análise.

Quadro 12 - Definições e características dos fatores de projeto de *layout* integrados aos critérios para a implementação da P+L que determinam parâmetros para a integração. "Continua".

Fatores de Projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L	Definições e características dos fatores de projeto de <i>layout</i> integrados aos critérios para a implementar a P+L
<p>1. Fator Mudanças (M)</p> <p>Mudanças econômica, sociais e ambientais</p>	<p>Aspectos relacionados às substituições de materiais, processos, máquinas, equipamentos, ferramentas, mão-de-obra, procedimentos; modificações no projeto do produto, nas demandas, capacidades, flutuações de quantidade; mudanças em serviços oferecidos pela empresa, mudanças internas e externas. Mudanças para o cumprimento de Normas Técnicas (NTs). Mudanças relacionadas aos critérios de organização interna e gerencial, à organização do espaço físico gerencial, às relações hierárquicas e de poder decisório para o comprometimento com P+L; posicionamento socioambiental ecoeficiente; mudanças de projeto do produto, do processo e do <i>layout</i> para melhorar o desempenho produtivo e facilitar o processamento de subprodutos</p>

	com base no design de produto do berço ao berço (Cradle to Cradle ou C2C) para gerar P+L e Economia Circular.
2. Fator Serviços (S) Serviços internos (empresa), externos (entorno) e socioambientais	Benefícios e facilidades oferecidas pela empresa, e em razão da instalação da empresa, aos funcionários, clientes e entorno; vias de acesso, proteção, iluminação, exaustão, ventilação, condicionamento de ar, aquecimento, serviços de comunicação e sinalização, de pós-venda socioambiental; de qualidade, inspeção e controle; de manutenção e limpeza socioambiental; de reuso interno e externo; procedimentos e planejamento de papéis para reduzir perdas; cumprimento das NTs. Serviços relacionados aos critérios de organização interna e gerencial, à organização do espaço físico interno e gerencial para beneficiar clientes, o meio ambiente, as atividades e a permanência dos funcionários na empresa; serviços socioambientais e de comprometimento com P+L; ampliar e/ou implantar serviços para o benefício dos funcionários e da produção provenientes ou relacionados com a P+L (logística reversa, rede de subprodutos, simbiose industrial, coleta seletiva, 5S).
3. Fator Mão-de-Obra (MO) (em todos os níveis hierárquicos)	Ser Humano ou mão-de-obra envolvida na produção em todos os níveis hierárquicos, trabalhadores internos e externos, envolvidos diretamente ou indiretamente com a produção; condições de trabalho, tempos das operações, planejamento, balanceamento de operações, desempenho e motivação; Normas Técnicas de segurança e saúde do trabalho. Ser humano ou mão-de-obra relacionada aos critérios de treinamento e segurança e saúde do trabalho com os recursos humanos, materiais e ambientais; qualificação e treinamento para o aprimoramento da função e para a P+L; treinamento para o envolvimento da equipe de funcionários com ações de P+L; minimização e/ou eliminação de riscos para aumentar a segurança, a organização do trabalho e motivação.
4. Fator [Eco]Materiais (E.M)	Quantidades, variedades, componentes e características dos materiais envolvidos na produção; características dos fornecedores e embalagens; sequência de operações, projeto do produto e especificações; movimentos e circulações para o manejo de materiais; cumprimento de NTs. Aquisição e uso de materiais com base em critérios para a implementação da P+L relacionados aos sistemas e tecnologias envolvidos na produção; cadeia de fornecedores com a priorização de materiais com certificação ambiental; minimização ou eliminação de materiais tóxicos; rastreabilidade de materiais; projeto do produto e processamento de materiais para a não geração de perdas; estratégias de uso de materiais mais limpos em matérias-primas e em energia na fabricação, e uso de materiais renováveis, recicláveis, reciclados e de impacto social positivo; avaliar e controlar (indicadores).
5. Fator Subprodutos (SP) para reuso e reciclagem interna e externa	Sobras provenientes do processo produtivo reutilizadas no próprio sistema (reuso interno) ou em sistema produtivo de outras empresas (reuso externo), ou recicladas no próprio sistema (reciclagem interna) ou por outras empresas (reciclagem externa). Parâmetros relacionados a Sistemas e Tecnologias: Catalogar, analisar e medir subprodutos (sobras de materiais) provenientes do processo; reduzir a utilização de embalagens e substituir por embalagens biodegradáveis; reduzir a utilização de plásticos e de papel; analisar as sobras para reaproveitar no processo e em outros processos (reuso/reciclo interno e externo); reduzir, eliminar e/ou não gerar perdas por meio da análise do <i>layout</i> base e <i>layout</i> projetado para facilitar a catalogação, a análise e a medição para reuso; por meio da análise do projeto do produto; nova configuração do produto; análise de perdas produtivas e/ou balanço de massa; Análise do Ciclo de Vida (ACV); rastreabilidade; avaliar e controlar (indicadores).
6. Fator Armazenamento e Espera (AE) (demora)	Características de armazenamento, esperas ou demoras entre operações ; localização, espaço, proteção e método de armazenamento; requisitos do fabricante; Fornecedores. Controle de estoques e de vendas. NRs. Parâmetros relacionados a Sistemas e Tecnologias: reduzir, eliminar e/ou não gerar desperdícios com armazenamento; utilizar embalagens de materiais reciclados e eco eficientes, promover o retorno de embalagens; reduzir, eliminar e/ou não gerar demoras ou esperas durante o processo, na expedição e entrega; avaliar e controlar (indicadores).
7. Fator Máquinas,	Relação de máquinas e equipamentos; características, potência, tempo de utilização, necessidades, requisitos de instalação e utilização; forma e processo

Equipamentos e sistemas (ME)	de utilização de máquinas, equipamentos, ferramentas e sistemas ciberfísicos ; eficiência homem-máquina; área de utilização e manutenção das tecnologias; estudo do posicionamento humano em relação à máquina e do método de trabalho; ergonomia; manutenção preventiva e corretiva; NRs. Parâmetros relacionados a Sistemas e Tecnologias : eficiência energética de máquinas e equipamentos; máquinas com certificação; segurança; avaliar e controlar (indicadores).
8. Fator [Eco]Edifício (E.D)	Instalações físicas (estruturais, elétricas e hidro - sanitárias). Aspectos construtivos, estruturais e arquitetônicos , localização, vizinhança e entorno, características do solo, drenagem, declives, ventos predominantes e insolação para posicionamento ecoeficiente da edificação e do sistema, restrições legais quanto ao zoneamento e ao estabelecido em códigos de urbanismo e de edificações; NRs. Parâmetros relacionados a Sistemas e Tecnologias : ecoedifício; ventilação e iluminação natural; conforto térmico e eficiência energética da edificação, uso de fontes alternativas de energia ; eficiência no consumo de água , captação da água da chuva; irrigação automatizada; uso de materiais certificados ; avaliar e controlar (indicadores).
9. Fator Movimentação (MV)	Características e requisitos de movimentação, transporte e fluxos de materiais, pessoas e informações , espaços físicos necessários, material em movimentação, em espera e na sequência de fabricação, reduzir transportes desnecessários. Fluidez, compatibilidade entre localização do material, distâncias e quantidade de movimentação, menor movimentação; NRs. Parâmetros relacionados a Sistemas e Tecnologias : melhorar, reduzir, eliminar e/ou não gerar desperdícios com movimentação de pessoas, materiais e informações; melhorar e integrar fluxos internos, manuseio de materiais e subprodutos para reuso; avaliar e controlar (indicadores).
10. Fator Expedição e Entrega (EE)	Expedição de material ; Infraestrutura física para transporte e movimentação de materiais, tipo de transporte e de combustível, uso do veículo; necessidades específicas de transporte das MPs e dos produtos acabados; materiais de proteção, embalagens; forma de manejo de materiais para entrega. NRs. Parâmetros relacionados a Sistemas e Tecnologias : reduzir, eliminar e/ou não gerar emissões de gases de combustão; compartilhar cargas, fazer roteiro de entrega; avaliar e controlar (indicadores).

Fontes: Autora (2018).

Desse modo, o projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L} , configura-se como (a) estratégia integrada de prevenção da poluição que (b) elimina ou reduz a geração de desperdícios, perdas produtivas e ambientais durante o processo, na fonte geradora, (c) converte entradas em saídas [eco]eficientes, (d) possui visão sistêmica e circular, (e) melhora o uso dos recursos e processos continuamente, (f) posiciona resíduos como subprodutos do sistema, (g) racionaliza a produção e (i) promove inovação.

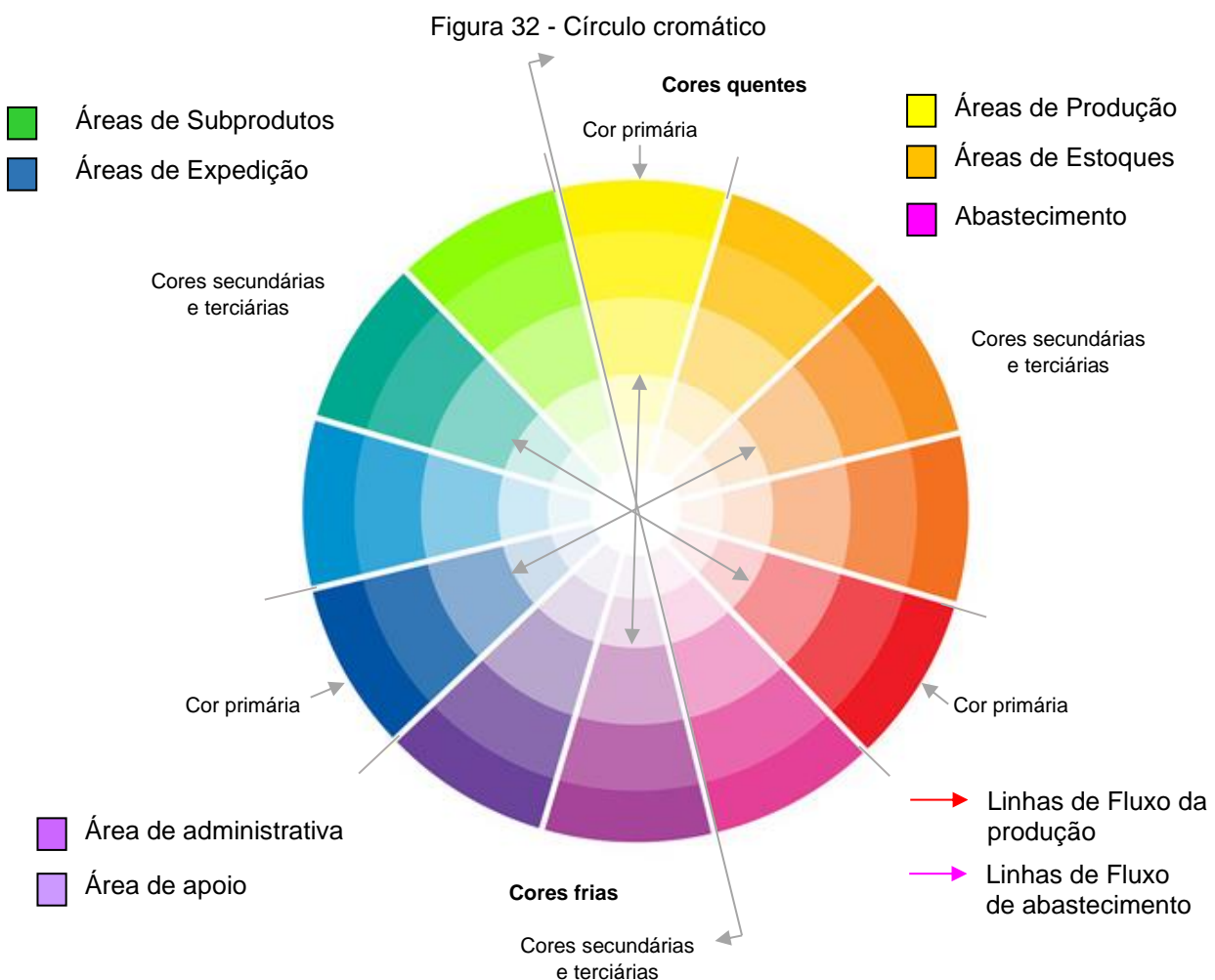
4.2 Desenvolvimento e justificativas conceituais da construção teórica e gráfica do método de projeto de *Layout* integrado à P+L

O método de projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L} , está dividido em 4 Blocos e 10 fatores de integração agrupados nos blocos estruturais conforme os eixos temáticos com parâmetros para a integração, objetivos, ferramentas, técnicas e indicadores. Os 4 Blocos estruturais são: (a) Bloco da infraestrutura gerencial e de

peças; (b) Bloco da infraestrutura de abastecimento e armazenamento, (c) Bloco da infraestrutura física e tecnológica e (d) Bloco da infraestrutura de movimentação e expedição. Foi estabelecido o *marco zero*, quando acontece o primeiro contato, que corresponde ao início do processo de mudança.

O momento da Idealização (2) começou com estudos das cores para as linhas de fluxo e para as áreas do zoneamento utilizadas na aplicação do EC1. O início do processo de desenvolvimento gráfico do método ocorreu com o estudo e aplicação do círculo cromático (Figura 32), justificando as cores utilizadas a partir da relação estabelecida no círculo cromático entre cores primárias, secundárias, opostas e complementares, análogas, quentes e frias (Pedrosa, 2002).

O círculo cromático (Figura 32) indica cores primárias, cujas junções formam as secundárias e terciárias. As cores complementares estão em lados opostos do círculo cromático e estabelecem relação de contraste (Pedrosa, 2002), Figura 32.



Fonte: Autora com base em Motta, Leticia (2019, *online*).

No círculo cromático foram localizadas as cores para as setas do fluxo de produção (vermelho) e de abastecimento (magenta); e para as áreas e setores. As áreas para subprodutos, expedição, administração e apoio para funcionários foram localizadas do lado das cores consideradas como frias (verde, azul, violeta e lilás). E as áreas de produção, estoques e abastecimento, do lado das cores consideradas como quentes no círculo cromático (amarelo, laranja e magenta) (Pedrosa, 2002)

O amarelo, vermelho e laranja, e suas variações, são consideradas cores quentes por possuir características vibrantes e serem percebidas com maior rapidez pelo observador (Pedrosa, 2002).

A partir dessas características, a cor amarela foi adotada para representar as áreas de produção; por estar vinculada ao *status* de atenção, foi designada para os processos em que a atividade é constante e necessita de observação contínua para obter resultados e segurança (Figuras 32, 33 e 34).

A cor vermelha representa o sinal de alerta máximo e foi utilizada para representar os fluxos de produção; parte essencial para a movimentação de materiais e pessoas pelas áreas produtivas, ambas (cor amarela e vermelha) representam a “força vital” do sistema de produção, para este método (Figuras 32, 33 e 34).

A cor laranja foi utilizada para representar os estoques de MPs e insumos, que fluem pelas áreas produtivas; e, fazem a correlação e integração das áreas de produção e linhas de fluxos (Figuras 32, 33 e 34).

A cor magenta (proveniente da cor vermelha) foi utilizada para representar as linhas de abastecimento dos estoques de materiais, a forma como os materiais fluem no sistema produtivo, e o fator [eco]material.

Os **multifatores** de projeto de *layout* como Movimentação (MV), Armazenamento e Espera (AE), [Eco]Edifício (E.D), Máquinas, Equipamentos e Sistemas (ME) e [Eco]materiais (E.M) foram identificados com base nas cores quentes, por estarem vinculadas à atenção e fluxos.

Da Figura 33 a 42 foi utilizado o aplicativo *@Illustrator*. A Figura 33 apresenta o esboço das justificativas das cores utilizadas no zoneamento e nas linhas de fluxo. Nela foram anotadas todas as ideias e os padrões de cores com as justificativas. Na Figura 34 as ideias foram esboçadas e sistematizadas para maior compreensão.

O azul, o violeta e o verde e suas variações são consideradas cores frias, pois possuem características relacionadas ao comprimento de onda, que retardam a percepção pelo observador (Pedrosa, 2002). Foram utilizadas para representar a expedição de produtos, na cor azul, administração, gestão de pessoas, mão-de-obra na cor violeta, e subprodutos internos e externos na cor verde provenientes do processo, uma vez que, nesse caso, o foco são os relacionamentos interpessoais, o aproveitamento de materiais e o meio ambiente (Figuras 32, 33 e 34).

A cor azul está localizada, no círculo cromático, em posição oposta à cor laranja, utilizada para representar entrada de MPs para o estoque; como são cores complementares, a cor azul foi utilizada na área da expedição, local da saída dos produtos acabados, para representar o fator expedição e entrega.








A cor violeta é secundária. Provém da mistura entre as cores vermelho e azul que representam, respectivamente, os fluxos de movimentação e as áreas de expedição. Está, no círculo cromático, em posição complementar à cor amarelo, produção. Foi relacionada às pessoas que movimentam informações e materiais nas áreas de produção, sendo utilizada para representar as áreas da administração e apoio para a mão-de-obra na planta de zoneamento; e os fatores de projeto de *layout* relacionados às pessoas, Mudanças (M), Serviços (S) e Mão-de-obra (MO).

A cor verde e as variações foram utilizadas para indicar processos sustentáveis e a P+L; para representar subprodutos internos e externos e áreas de reuso. É cor oposta e complementar à vermelha (ligada ao fluxo) e representativa para a representação do meio ambiente e recursos naturais.

Os **multifatores** de projeto de *layout* Mudança (M), Serviços (S), Mão-de-obra (MO), Expedição e Entrega (EE) e Subprodutos (SP) foram identificados e trabalhados, neste método, com base nas cores frias (Figuras 32, 33 e 34). Esses fatores de projeto estão relacionados às pessoas e ao meio ambiente.

Diante dessas justificativas, com base no círculo cromático, nos fatores que influenciam projetos de *layouts* e nos critérios para implementar a P+L, as cores foram estabelecidas por fator de projeto no Quadro 13. Desse modo, e com base nessas justificativas, esse padrão de cores foi utilizado na representação gráfica do método de *layout* integrado à P+L.

Quadro 13 - Cores escolhidas para cada fator de projeto de *layout* integrado à P+L

	Tons de violeta ou lilás – utilizados para destacar os fatores Mudança (M), Serviços (S) e Mão-de-obra (MO);
	Laranja utilizada para destacar o fator Armazenamento e Espera (AE);
	Verde e suas variações – utilizadas para destacar o fator Subprodutos (materiais para reuso interno e externo) (SP);
	Amarelo – utilizada para destacar o fator [Eco]Edifício (E.D) e o fator Máquinas, Equipamentos e sistemas (ME);
	Azul – utilizada para destacar o fator Expedição e Entrega (EE);
	Vermelho – utilizada para o fator Movimentação (MV);
	Magenta/rosa – para destacar o fator [Eco]Materiais (E.M) e as linhas de fluxo de abastecimento de materiais.

Fonte: Autora (2019).

O desenvolvimento dessa integração teve como resultado a Figura 35; o primeiro esboço de divisão dos fatores em 4 blocos. Nela, os fatores estão separados por cores e a localização de cada fator foi apresentada de forma circular, com *layout* e P+L no centro e a seta indicando o sentido horário. Na Figura 35, há anotações no lado esquerdo, acima, que indicam a possibilidade de utilização do método no primeiro (agroindústria), segundo (indústria) e no terceiro setor (comércio e serviços).

Nesta tese, o foco das aplicações foram os pequenos negócios do setor moveleiro. A Figura 35 indica 10 fatores agrupados em 4 blocos e que podem ser trabalhados, preferencialmente, no sentido horário, separadamente, ou por blocos. Há anotações no lado esquerdo, acima, quanto às ferramentas já existentes que podem ser utilizadas na empresa, por fator ou por bloco.

A construção gráfica e teórica se misturaram e foram discutidas, esboçadas e desenvolvidas junto ao Grupo de Estudos Interdisciplinares em Design (GEID/IFAL) a partir desse primeiro desenho do método, os fatores e objetivos dos blocos.

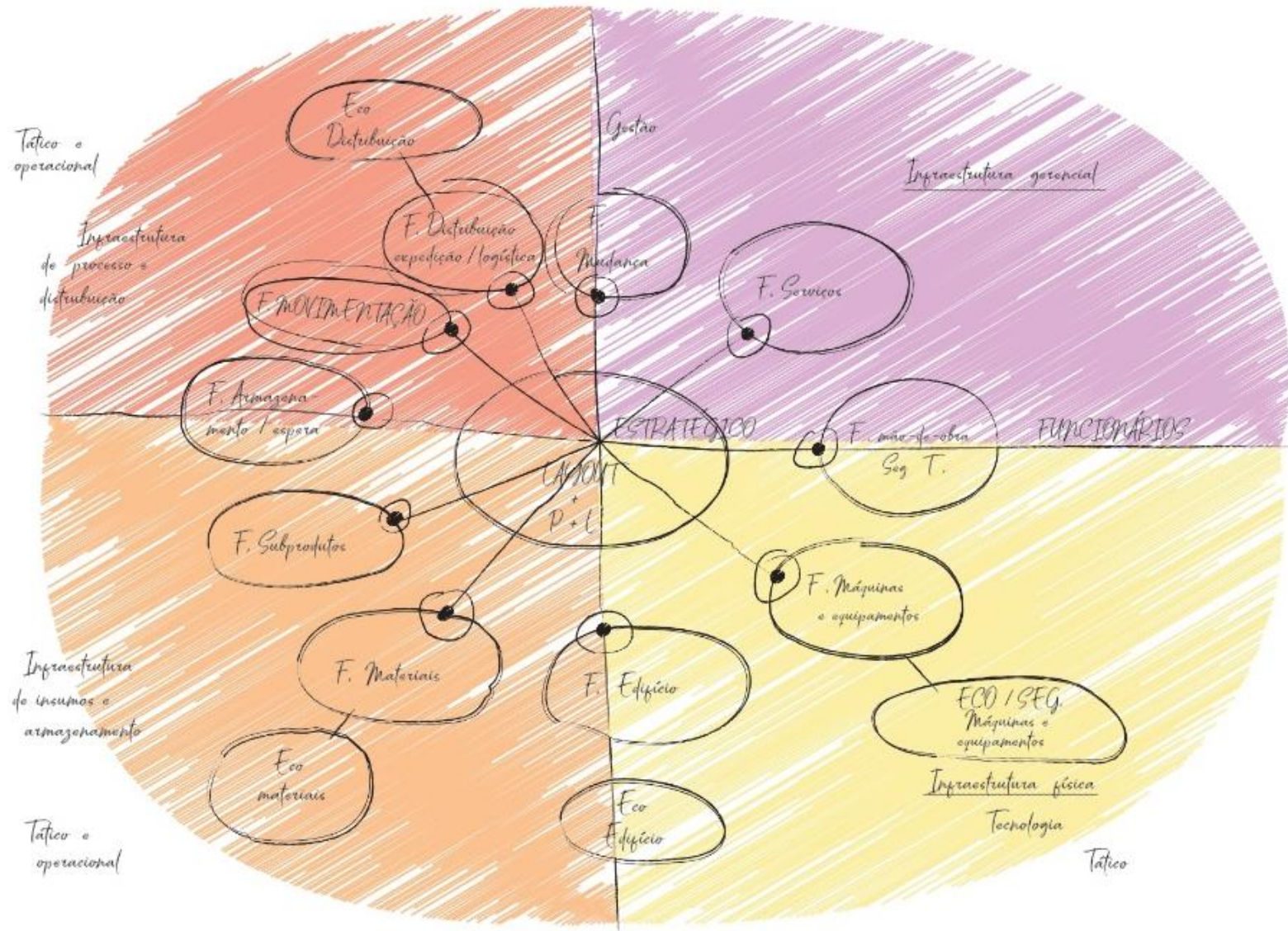
A Figura 36 representa a primeira ideia de organização dos fatores em blocos. Os blocos de Infraestrutura física e tecnológica (Bloco C) composto pelos fatores de Máquinas, Equipamentos e Sistemas (ME) e [Eco]Edifício (E.D), nessa primeira versão, está localizado após a Infraestrutura gerencial e de pessoas (Bloco A) no 4º quadrante; e o de Infraestrutura de abastecimento e armazenamento, composto pelos fatores [Eco]materiais (E.M), Subprodutos (SP) para reuso interno, externo e reciclagem, Armazenamento e Espera (AE), está localizado no 3º quadrante.

No desenvolvimento do método, houve a substituição de quadrantes para que a pesquisa e discussão sobre [Eco]materiais (E.M), Subprodutos (SP), Armazenamento e Espera (AE) fosse anterior às discussões sobre os fatores Máquinas, Equipamentos e sistemas (ME) e [Eco]Edifício (E.D), tendo em vista, que para listar máquinas e equipamentos é necessário, antes, conhecer os materiais a serem processados e o tipo e sequência de processamento (Figura 37).

Dessa forma, a análise da cadeia de fornecedores mais próximos e com certificação ambiental com foco na P+L, quando aliada a estudos sobre estimativas de áreas para armazenar os estoques, permite organizar informações sobre características de armazenamento, quantitativos dos materiais e tipos, subprodutos, e o estudo sobre o tipo de processamento do material. Esses dados foram transferidos para o quarto quadrante do círculo, logo após a Infraestrutura gerencial e de pessoas (Figura 37), na segunda versão.

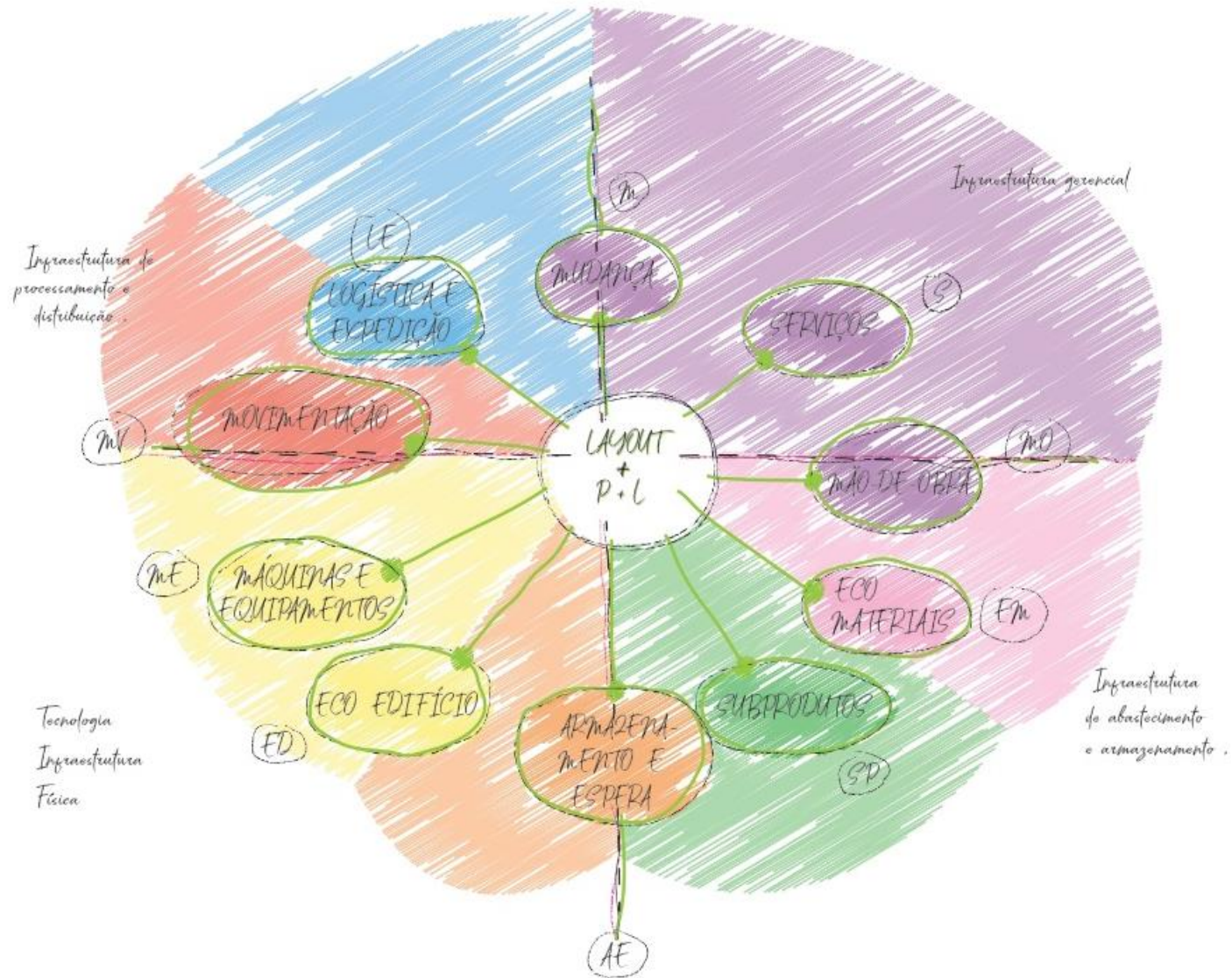
Além disso, a distribuição de máquinas e equipamentos e a estrutura física do edifício, tanto em projetos de *layouts* novos como em projetos para mudanças de *layouts*, necessitam das análises do projeto do produto, do sistema produtivo, do material, do quantitativo de áreas e instalações necessárias, das tecnologias a serem empregadas, dos estudos sobre as etapas necessárias para o processamento dos produtos. Esse conjunto de dados fundamentam as tomadas de decisão sobre a compra ou aprimoramento de máquinas, equipamentos e sistemas, e sobre a edificação. A Figura 37 apresenta o esboço e a ideia de organização resultante para o agrupamento dos 4 (quatro) blocos e dos temas relacionados aos fatores.

Figura 36 - Primeira organização dos fatores e dos 4 blocos



Fonte: Autora (desenvolvido em 2019)

Figura 37 - Organização final dos fatores e dos 4 blocos

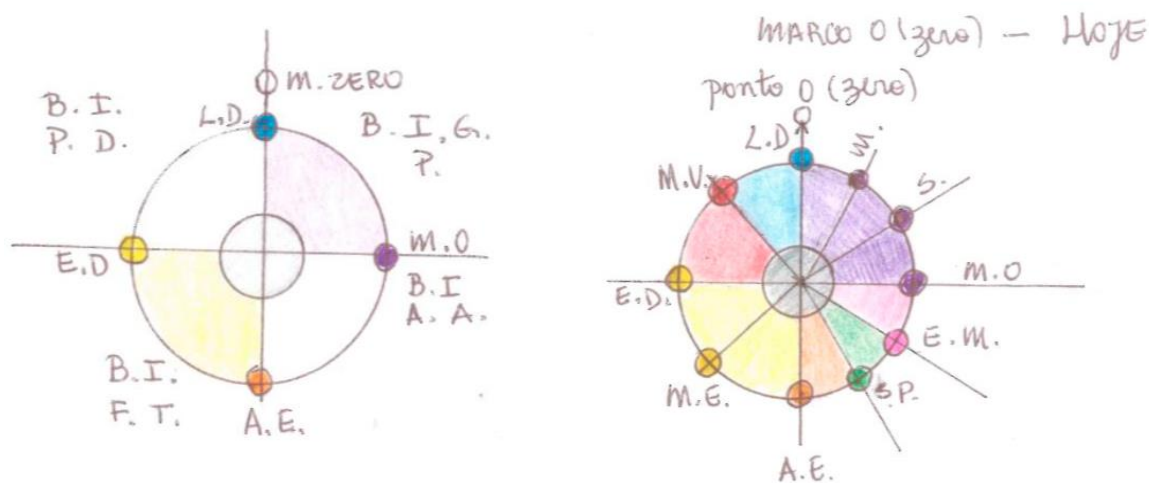


Fonte: Autora (desenvolvido em 2019).

Os **4 Blocos** objetivam trabalhar a infraestrutura do L^{P+L} em todos os fatores que os constituem. Tiveram como base e podem ser utilizados para projetos de *layouts* novos ou para mudanças de *layouts*. O início do método foi considerado como *marco zero* e representa a empresa no estado base, antes da aplicação do método, quando se inicia o processo de mudança.

A Figura 38 representa o *marco zero* do método, quando se estabelece o comprometimento com gerentes para o projeto de L^{P+L} , mas o trabalho de levantamento só pode ser iniciado, após a autorização. Também indica os pontos de conexão entre os blocos da Infraestrutura gerencial e de pessoas, localizado no 1° quadrante com a Infraestrutura de abastecimento e armazenamento, localizado no 4° quadrante; da Infraestrutura física e tecnológica, localizado no 3° quadrante; e da Infraestrutura de movimentação e expedição localizado no 2° quadrante do círculo.

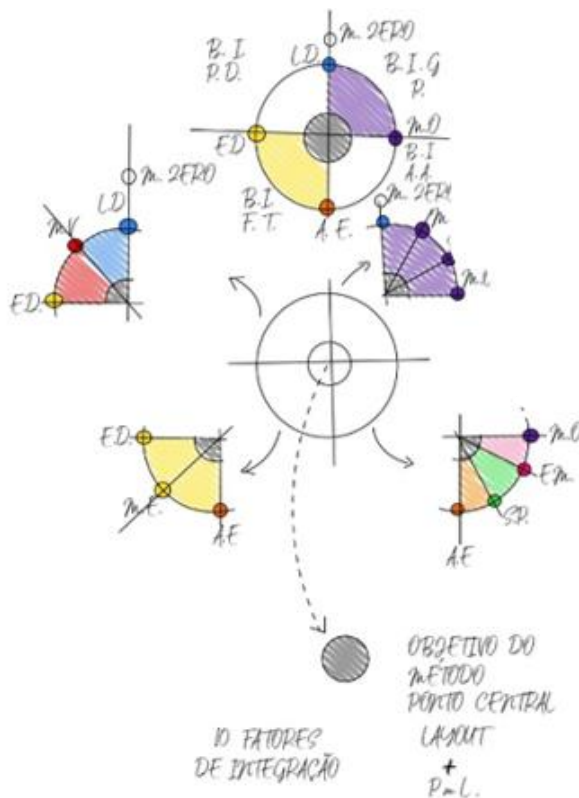
Figura 38 - Marco zero e pontos de conexão entre os blocos



Fonte: Autora (desenvolvido em 2019)

O desenho gráfico circular liga o final de cada ciclo ao novo ciclo de atividades e estudos, continuamente, e está de acordo com as bases filosóficas da P+L, de melhoria contínua. A Figura 39 mostra o método e os 4 blocos desmembrados do núcleo que é o ponto central, indicando que podem ser trabalhados juntos e/ou separadamente.

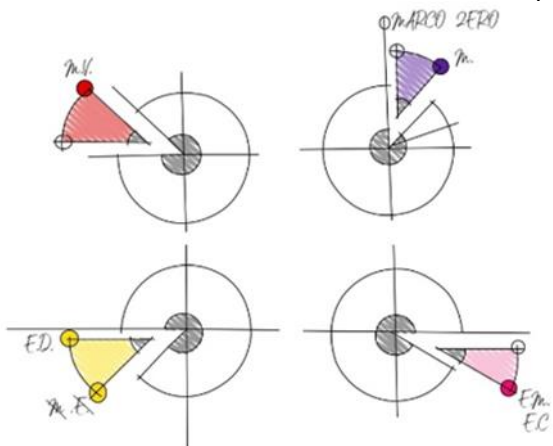
Figura 39 - Possibilidades de trabalho com o método (por Bloco)



Fonte: Autora (desenvolvido em 2019)

A Figura 40 representa a possibilidade de trabalho com o método, por fator, a depender do diagnóstico inicial e das necessidades mais urgentes da empresa, desde que o ponto central seja mantido: a integração entre *layout* e P+L.

Figura 40- Possibilidades de trabalho com o método, por Fator.



Fonte: Autora (desenvolvido em 2019)

Os fatores de conexão entre os blocos são: Mão-de-obra (MO), Armazenamento e Espera (AE), [Eco]Edifício (E.D), e o de Expedição e Entrega (EE). Esses fatores foram representados nos eixos cartesianos e finalizam os blocos em grupos de trabalho para garantir a integração: grupo de trabalho sobre a infraestrutura gerencial e de pessoas (Bloco A - MO); sobre a infraestrutura de abastecimento e armazenamento (Bloco B – AE); sobre a infraestrutura física e tecnológica (Bloco C - ED); e sobre a infraestrutura de movimentação e expedição (Bloco D - EE). Na representação gráfica do método encontra-se o núcleo, o objetivo do método, que é a integração entre o *layout* e a P+L.

Na Figura 41, a anotação lateral do lado direito, superior, lembra a necessidade de responder aos seguintes questionamentos: o que é cada fator, para que serve, e, como realizar o trabalho. A forma circular representa a possibilidade de aplicação e melhorias contínuas do método. O direcionamento dos trabalhos segue o sentido horário, porém, apresenta sistematização dinâmica e flexível no qual o diagnóstico iniciado no *marco zero* pode percorrer todos os fatores para indicar oportunidades de P+L e de integração do projeto de *layout* à P+L, e as prioridades de investimento e planos de ação (Figura 41).

O método inicia com o bloco da Infraestrutura gerencial e de pessoas, pois, para a P+L, é através do envolvimento de toda a equipe que se promovem as mudanças necessárias relacionadas aos outros fatores e à integração. Na sequência, apresenta-se o bloco de Infraestrutura de abastecimento e armazenamento, a Infraestrutura física e tecnológica, e de movimentação e expedição (Figura 41). O termo distribuição foi substituído por expedição, na versão final, por se tratar de método relacionado à P+L cujo trabalho é realizado no ambiente interno da empresa.

A avaliação foi inserida em cada bloco e fator do método, uma vez que, a construção de indicadores de desempenho, o cálculo e a avaliação periódica estão associados à melhoria contínua de parâmetros.

As Figuras 41 e 42 apresentam o conjunto de desenhos criados para explicar conceitualmente o **Método de projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L}**.

Figura 41 - Ponto central, blocos e fatores

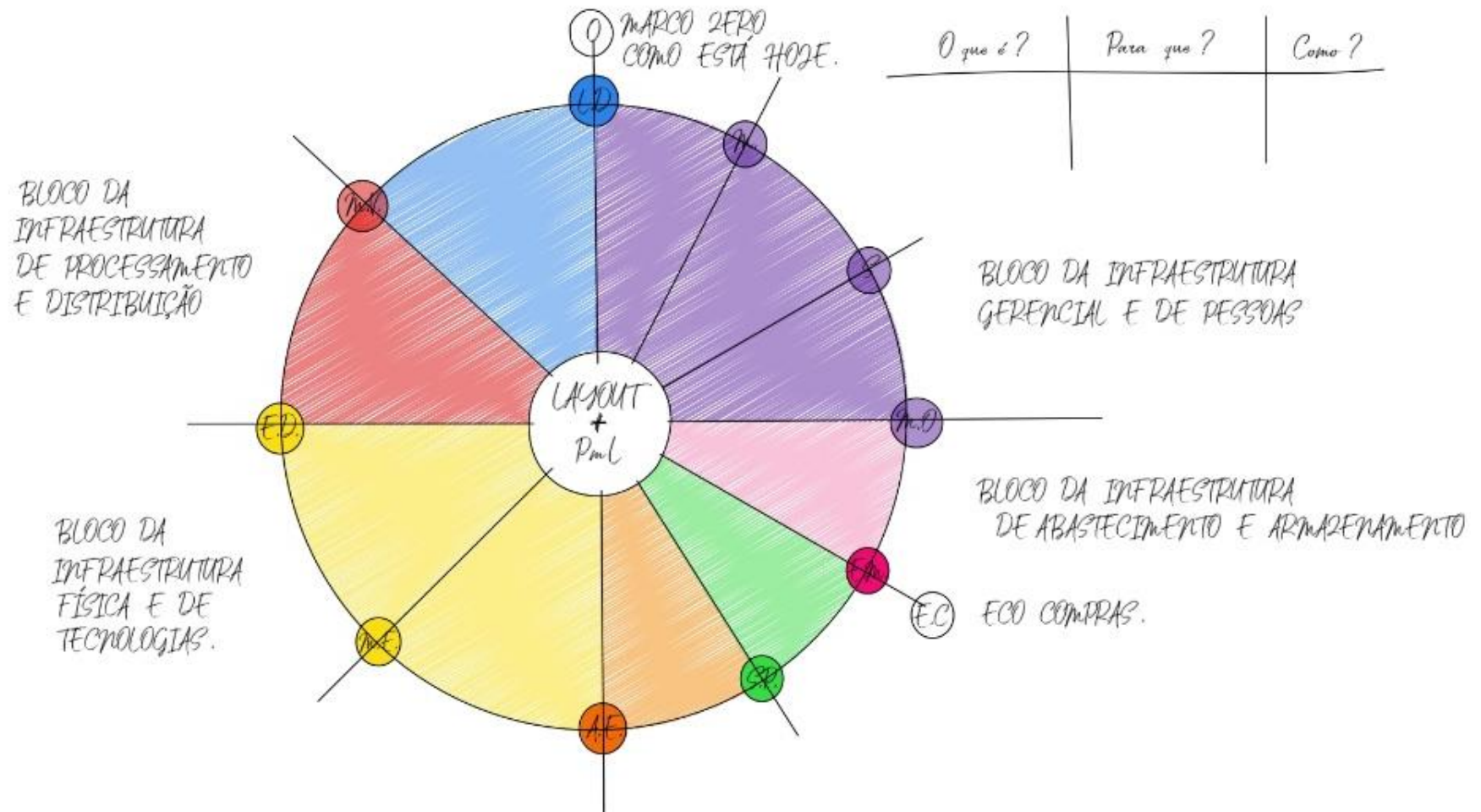
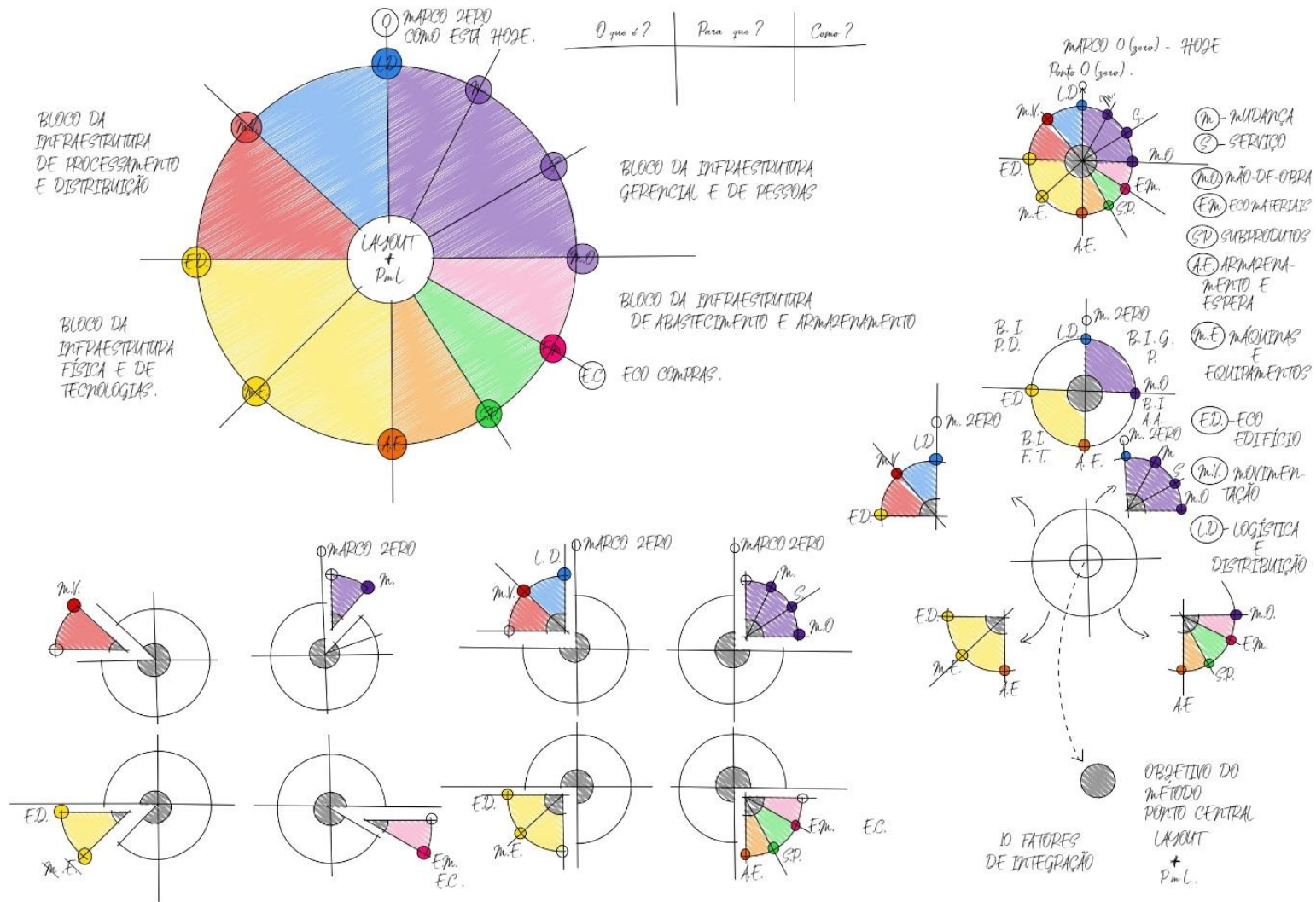


Figura 42 - Conjunto de desenhos criados para a conceituação gráfica do método



Fonte: Autora (desenvolvido em 2019)

5 MÉTODO DE PROJETO DE *LAYOUT* INTEGRADO À PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L)

Essa seção apresenta o resultado da Fase B, o método de projeto de *Layout* integrado à Produção mais Limpa (P+L). A estrutura do método. A Roda de Avaliação Global (RAG) com Indicadores de Desempenho de Integração (IDI); as fichas técnicas para identificar, descrever e para Análises Diagnósticas Integradas (ADI) do Cenário Base (CB), e para implementar e avaliar o método no Cenário Projetado (C-PROJ).

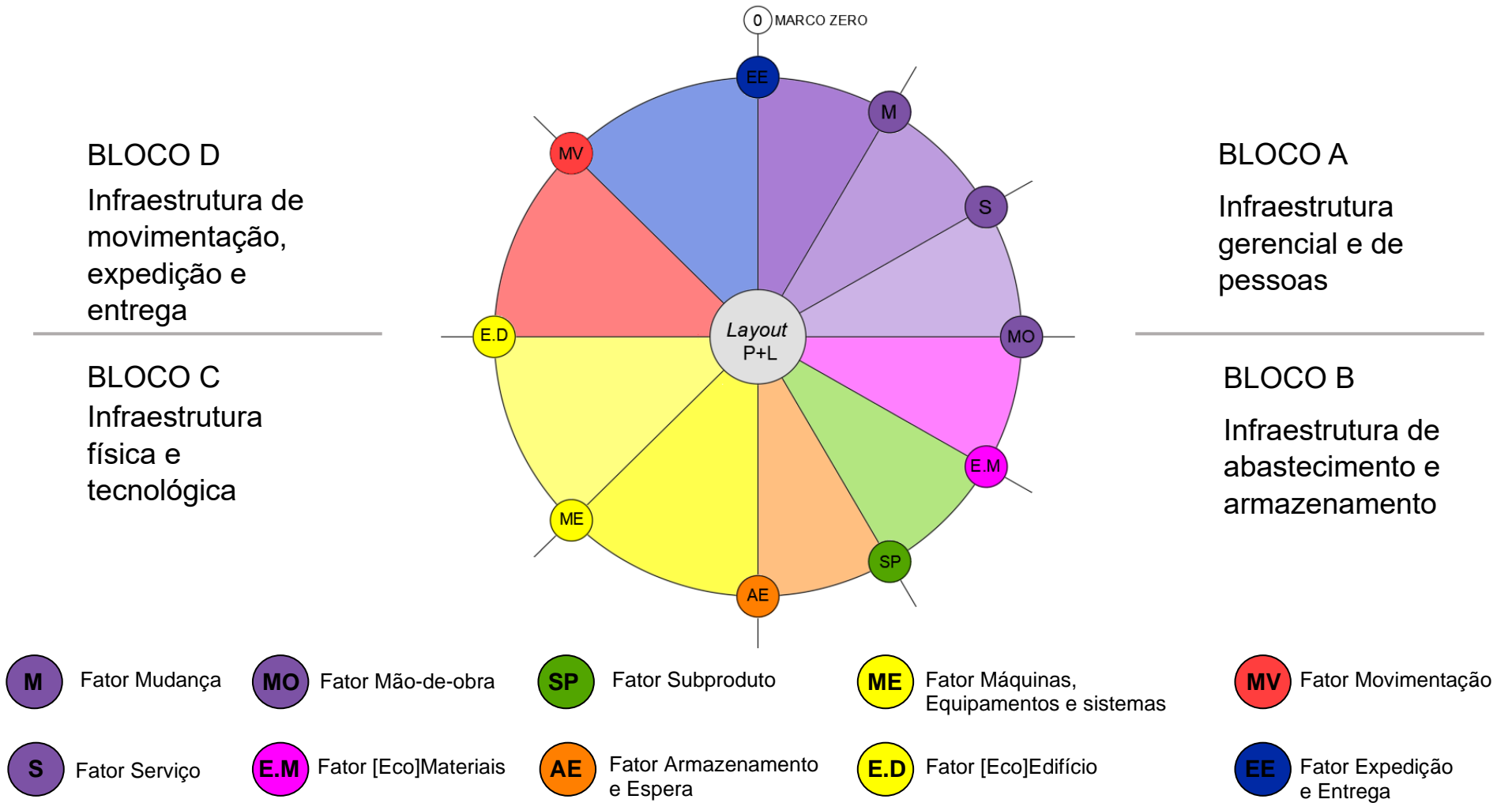
5.1 Estrutura com 4 (quatro) Blocos e 10 (dez) Fatores de integração para projeto de *Layout* integrado à Produção mais Limpa (P+L)

O resultado gráfico do método de projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L} , está apresentado na Figura 43. O método é constituído por 10 (dez) fatores de integração divididos em 4 (quatro) blocos, distribuídos nos 4 (quatro) quadrantes do círculo. A essência do método é a **integração** da P+L em todo o processo de projeto de *layout*, desde o mapeamento das áreas administrativas, de apoio, de armazenamento, de produção e de expedição, ao detalhamento dos setores contidos nos Centros de Produção (CPs), e dos fluxos internos entre as áreas, CP e setores; ou seja, potencializa ações para não gerar e/ou para reduzir poluentes e perdas produtivas, e obter o máximo aproveitamento dos recursos durante o uso, reuso e reciclo.

Os 4 blocos foram distribuídos no sentido horário a partir de um *marco zero* ou ponto de partida; apresentam a Infraestrutura gerencial e de pessoas (Bloco A), a Infraestrutura de abastecimento e armazenamento (Bloco B), a Infraestrutura física e tecnológica (Bloco C) e a Infraestrutura de movimentação e expedição (Bloco D):

Bloco A: Infraestrutura gerencial e de pessoas inclui os fatores Mudança (M), Serviço (S) e Mão-de-obra (MO). Objetivos: (1) analisar a gestão da empresa e as pessoas, (2) identificar oportunidades de melhorias produtivas integradas à P+L em procedimentos gerenciais e da mão-de-obra, (3) implementar mudanças físicas, estruturais, de procedimentos e melhorias contínuas em P+L, (4) promover e obter comprometimento, aprovação e envolvimento dos funcionários com a P+L, (5) promover melhorias em serviços de apoio, (6) promover melhorias em segurança do trabalho, (7) realizar treinamento para o aprimoramento da função a fim de não gerar poluentes e reduzir perdas produtivas e o uso de recursos naturais (Figura 43).

Figura 43- MÉTODO de projeto de *Layout* integrado à P+L



Fonte: Autora (desenvolvido em 2020)

Bloco B: Infraestrutura de abastecimento e armazenamento inclui os fatores [Eco]materiais (E.M), Subprodutos (reuso e reciclagem internos e/ou externos) (SP), Armazenamento e Espera (AE). Objetivos: (1) analisar a empresa do ponto de vista do abastecimento e armazenamento, (2) analisar as distâncias percorridas pelos materiais e certificações ambientais dos fornecedores, (3) analisar as MPs, materiais e insumos (água, energia, gás, outros), tipos, características e usos do ponto de vista da otimização de processos e da P+L, (4) analisar os espaços físicos utilizados para o armazenamento das MPs, dos materiais em processamento, subprodutos para reuso interno e externo, (5) analisar o armazenamento de materiais em processamento, atrasos, demoras e esperas, (6) identificar oportunidades de melhorias produtivas e em P+L para a infraestrutura de abastecimento e armazenamento, (7) implementar mudanças físicas, estruturais, de procedimentos e melhorias contínuas para a implementação da P+L, (8) promover melhorias para a otimização de processos e implementação da P+L, (9) incentivar certificações ambientais junto aos fornecedores, (10) implementar ações e aprimoramentos, a fim de não gerar poluentes e reduzir perdas produtivas e ambientais.

Bloco C: Infraestrutura física e tecnológica inclui os fatores Máquinas, Equipamentos e sistemas (ME) e [Eco]Edifício (E.D). Objetivos: (1) analisar a empresa do ponto de vista físico e tecnológico, (2) analisar as condições técnicas de máquinas, equipamentos e sistemas, (3) analisar as condições de conforto ambiental da edificação, (4) analisar as condições físicas e estruturais de áreas e setores, (5) identificar oportunidades de melhorias produtivas e em P+L na infraestrutura física e tecnológica, (6) implementar mudanças físicas, estruturais, de conforto ambiental e melhorias contínuas para a implementação da P+L, (7) promover melhorias na infraestrutura física e tecnológica para melhorar processos e implementar a P+L, (7) promover melhorias em segurança do trabalho em máquinas, equipamentos e na edificação, (8) implementar aprimoramentos para não gerar poluentes e reduzir perdas produtivas e ambientais.

Bloco D: Infraestrutura de movimentação e expedição inclui os fatores Movimentação (MV) e Expedição e Entrega (EE). Objetivos: (1) analisar a empresa do ponto de vista da movimentação e expedição de produtos acabados, (2) analisar os fluxos das pessoas para a gestão dos processos produtivos, (3) analisar os fluxos de pessoas, de processamento de materiais, de abastecimento, dos subprodutos, da expedição e entrega, (4) identificar oportunidades de melhorias produtivas e em P+L

na infraestrutura de movimentação e expedição, (5) implementar mudanças físicas, estruturais, de procedimentos e melhorias contínuas para implementar a P+L, (6) promover melhorias na infraestrutura de movimentação e expedição para melhorar processos e implementar a P+L, (7) implementar aprimoramentos para não gerar poluentes e reduzir perdas produtivas e ambientais.

Para monitorar as ações dos blocos o método possui Roda de Avaliação Global (RAG) com régua de Indicadores de Desempenho de Integração (IDI), Figura 44.

5.2 Roda de Avaliação Global (RAG) com régua de Indicadores de Desempenho de Integração

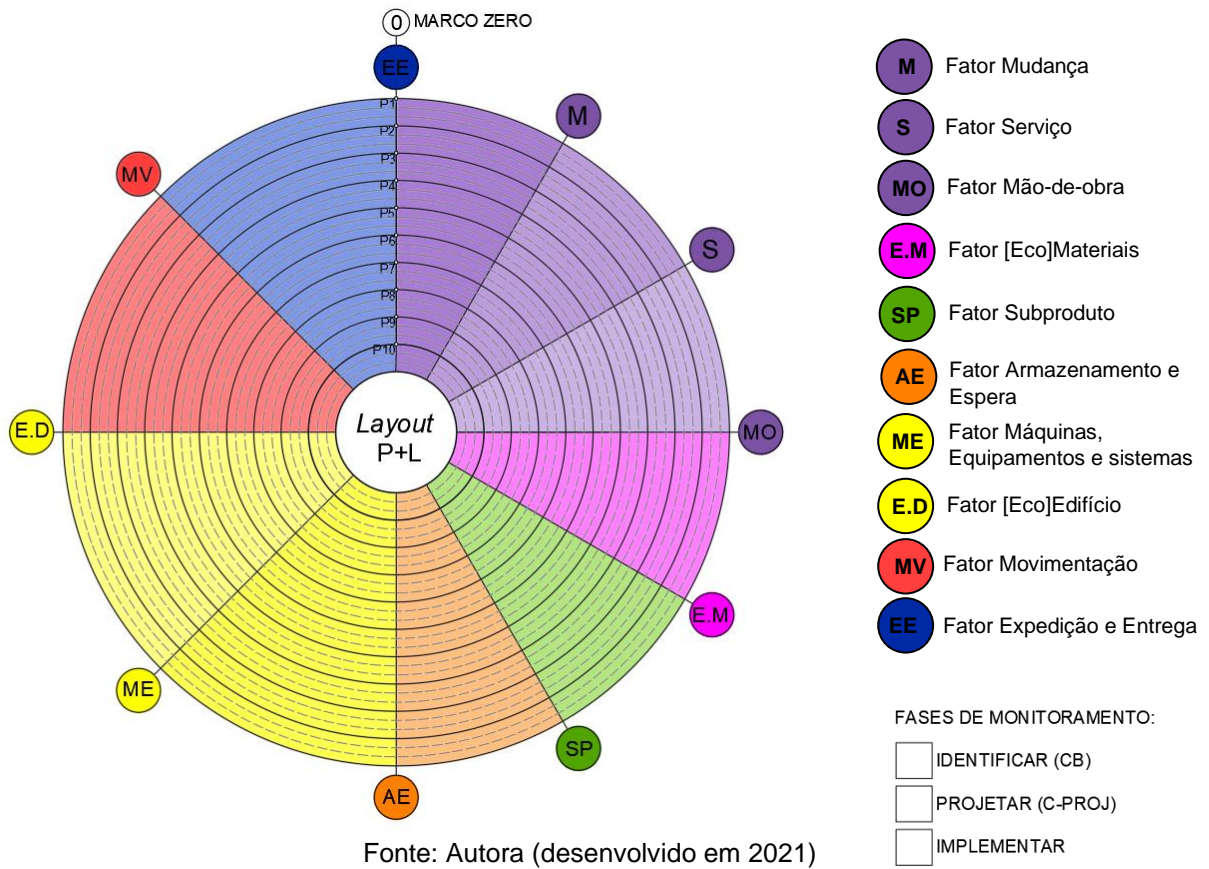
O método de projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L} , possui método de avaliação e monitoramento dos Planos de Ação (PAs) denominado de Roda de Avaliação Global (RAG) com régua de Indicadores de Desempenho de Integração (IDI) e marcadores de 1 a 10 para acompanhar o nível de implementação das ações para identificar e caracterizar o CB e monitorar as melhorias contínuas dos processos; é instrumento para monitoramento Global do *Layout* e da P+L no CB, no C-PROJ e pós implementação das ações, e um elo de inovação (Figura 44).

Cada fator possui marcadores de monitoramento que correspondem aos objetivos dos Planos de Ação (PAs) e apresentam posição de 0 a 10, conforme as fases de monitoramento para identificar, projetar e implementar. O contexto inicial das ações em cada fator é a posição 1 (um), chegando à posição 10 (dez) junto ao núcleo.

O método promove avaliação comparativa entre CB e C-PROJ com indicadores. Com base nos objetivos descritos nos PAs (de 1 a 10) inseridos nas Fichas Técnicas 1, 2 e 3 de cada fator, apresentadas a seguir, a RAG pode ser preenchida, sendo possível monitorar o projeto de L^{P+L} de modo global. O nível de integração do L^{P+L} pode ser avaliado qualitativamente a partir da quantidade de PAs concluídos. A figura da RAG sem preenchimento encontra-se no apêndice 17.

Os fatores de projeto [(M), (S), (MO), (E.M), (SP), (AE), (ME), (E.D), (MV), (EE)] são parâmetros de integração cujos resultados se somam considerando processos de gestão^{+L} e de melhoria contínua com o objetivo de atingir a P+L, uma vez que se quer eliminar ou reduzir desperdícios ou perdas produtivas e ambientais. A relação pode ser sintetizada da seguinte maneira: $L^{P+L} \supset \Sigma$ da gestão^{+L} dos n fatores do projeto [(M) + (S) + (MO) + (E.M) + (SP) + (AE) + (ME) + (E.D) + (MV) + (EE)].

Figura 44 - Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L}



Posições de monitoramento com temas transversais (de 1 a 10) entre fatores:

1. Comprometimento, organização e planejamento estratégico;
2. Maximização de uso de materiais, reuso e reciclagem interna;
3. Parcerias, reuso e reciclagem externa;
4. Envolvimento de fornecedores e [Eco]compras;
5. Aprendizado organizacional e capacitação;
6. Planejamento, otimização e gestão de processos de projetos;
7. Rendimentos, monitoramento, manutenção e acompanhamento;
8. Organização, segurança e otimização da ocupação de áreas;
9. Organização, segurança e otimização das linhas de fluxos;
10. Compatibilização e sintonia.

5.3 Blocos e Fichas Técnicas para identificar, analisar e implementar o projeto de *Layout* integrado à P+L

No método, cada Bloco A, B, C e D está em destaque, separadamente, e estão apresentados nas Figuras 46, 50, 54 e 57, a seguir, com o conjunto de fatores que o integram. Cada fator possui 4 Fichas Técnicas: para identificar e descrever o CB, Ficha Técnica 1 (FT1); analisar e avaliar o CB, Ficha Técnica 2 (FT2); projetar, implementar e avaliar ações de integração do C-PROJ, Ficha Técnica 3 (FT3); para o detalhamento, especificidades dos projetos e documentações, Ficha Técnica 4.

Ficha Técnica 1 (FT1): corresponde ao *Checklist* Integrado (*Layout* e P+L) para coletar dados base a partir de Visita Técnica (VT) e indica Instrumentos (I^{Nº.Bloco}) de trabalho; detalha objetivos e Planos de Ação (PAs) para coletar, observar, fundamentar, descrever e identificar o contexto da organização, o *layout* e o nível de P+L, PPs e PCs dos processos, do *layout* e da P+L. É o momento do planejamento para a coleta de dados; é a base para descrições e ADI (*layout* e P+L) de cada fator. A FT1 possui 10 objetivos que detalham o *Checklist* Integrado (*layout* e P+L) e apresenta a equipe de trabalho; possui Instrumentos (I^{Nº.Bloco}) de trabalho para coleta.

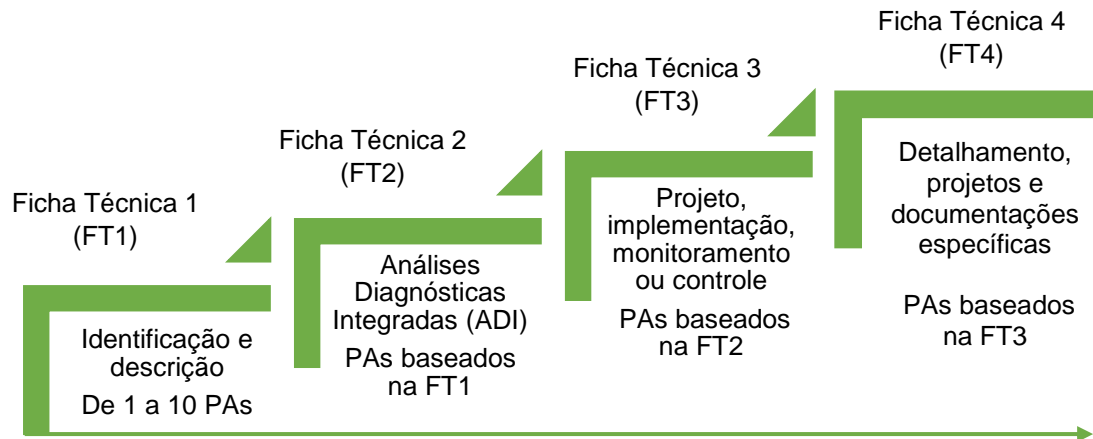
Ficha Técnica 2 (FT2): corresponde às Análises Diagnósticas Integradas (ADI) sobre o *layout* e a P+L; detalha objetivos e Planos de Ação (PAs) para fundamentar ações, analisar os Pontos Positivos (PPs), os Pontos Críticos (PCs), identificar e analisar as necessidades e as Oportunidades de P+L (O^{P+L}); o método indica Instrumentos (I^{Nº.Bloco}) de trabalho para identificar os Requisitos e Condicionantes de projeto (RC-PROJ), fatores limitantes quanto ao *layout* e à implementação da P+L. A FT2 possui também 10 objetivos relacionados aos da FT1 para as ADI e resulta em instrumentos ou documentos com sínteses e análises. Os Instrumentos (I^{Nº.Bloco}) de trabalho para ADI resultam em produtos e/ou documentos de projeto que contribuem e facilitam a integração do projeto de L^{P+L}.

Ficha Técnica 3 (FT3): corresponde ao momento de elaborar o projeto, implementar ações, avaliar e monitorar resultados. A FT3 também possui 10 objetivos relacionados ao *Checklist* Integrado (FT1) e às ADI (FT2) com justificativas para cada fator para as decisões de projeto de L^{P+L} visando implementar PAs; e estabelece uma lista de Indicadores de Desempenho de Integração (IDI) para avaliar ações após projeto e implementação dos PAs.

A sequência de Fichas Técnicas (FTs) está apresentada na Figura 45. A FT4 se relaciona ao detalhamento e às documentações dos PAs, específicas.

Os PAs, por bloco e fator incluem PCs identificados e analisados em cada item avaliado (de 1 a 10), ações propostas e passos para executar as ações; além disso, produtos e/ou documentos de projeto resultantes, local das ações, pessoas envolvidas, responsável técnico, cronograma, critérios para avaliar a escolha prioritária dos PAs como o nível dos desafios, prioridades ambientais das ações, indicadores e investimento (modelo em apêndice 18).

Figura 45 - Sequências de Fichas Técnicas (FTs) para Planos de Ação (PAs)



Fonte: Autora (desenvolvido em 2021)

Os critérios estabelecidos para avaliar a escolha prioritária dos PAs são: 1. Nível dos desafios em Graves (**G**), Urgentes (**U**) e Tendência (**T**)¹²; 2. Prioridade Ambiental das Ações em Prevenção (**P**), Eliminação (**E**) ou Minimização (**M**) de perdas produtivas e ambientais, relacionadas direta ou indiretamente ao processo e *layout* e que influenciam negativamente a implementação da P+L, e, vice-versa. Esses critérios foram incluídos nos PAs e são elos inovadores para o projeto de L^{P+L} .

Para monitorar as ações: 1. Quadro comparativo entre CB e C-PROJ com parâmetros estabelecidos em cada fator para levantamento, análises e/ou medição, valores de referência analisados no CB, no C-PROJ e após implementar ações de integração; 2. Roda de Avaliação Global (RAG) com marcadores de monitoramento das ações de 1 a 10 na régua de IDI, objetivos dos PAs sobre o CB, C-PROJ e/ou implementado e que influenciam positivamente o nível de integração global.

¹² Matriz GUT (Kepner; Tregoe, 2009) também denominada de Matriz de Prioridade, ferramenta da qualidade para priorizar tomadas de decisão.

Os Planos de Ação (PAs) dos fatores dos Blocos A, B, C e D abordam temas transversais nas Fichas Técnicas (FTs) FT1, FT2 e FT3 e estão interligados (quadro 14):

Quadro 14 - Temas transversais dos Planos de Ação por Bloco (PA n ^{Bloco.Fator})				
Blocos PA n ^B	Bloco A Fatores: M, S, MO	Bloco B Fatores: E.M, SP, AE	Bloco C Fatores: ME, E.D	Bloco D Fatores: MV, EE
PA 1 Caracterizar Planejar	Caracterizar, organizar e planejar, comunicar, estudar/aplicar contexto, Normas Técnicas e legislação	Caracterizar, organizar, planejar para controlar entradas de MPs e armazenamento; controlar materiais.	Caracterizar, organizar, planejar para controlar ME e sistemas, a Edificação e as condições bioclimáticas	Caracterizar, organizar e planejar fluxos gerenciais, de produção, expedição e de entrega; projetar e implementar.
PA 2 Gestão ^{+L} visual e de segurança	Gestão ^{+L} visual e segura do ambiente interno; estrutura organizacional integrada	Gestão ^{+L} e segura; propriedades de MPs, controles de armazenamento, uso, Reuso e Reciclagem Internos (RRI)	Processos de informação analógicos e digitais; segurança física, contra incêndios e estruturais da edificação	Gestão ^{+L} e segura de fluxos de produção, de informações, PCP ^{+L} , Reuso e Reciclagem Internos (RRI)
PA 3 Parcerias Manutenção Toxidades	Planejamento organizacional e de Gestão ^{+L} inclusiva e colaborativa; [eco]eficiência e parcerias.	Planejamento e controles de toxidades, de armazenamento, Reuso e Reciclagem Externos (RRE)	Manutenção preventiva de ME, sistemas e da edificação; pontos de geração de perdas produtivas e toxidades em ME e na Edificação	Fluxos de manutenção preventiva e de segurança do trabalho, Reuso e Reciclagem Externos (RRE).
PA 4 Fornecedores	Fornecedores; reduzir toxidades e poluentes	Fornecedores; segurança, reduzir toxidades e poluentes	Fornecedores; segurança em ME e sistemas; uso de materiais construtivos [eco]eficientes; acessibilidade; rastreabilidade	Facilitar e melhorar o abastecimento dos estoques pelos fornecedores e a expedição de SP para logística reversa
PA 5 Capacitação e aprendizado	Capacitar para o aprendizado organizacional, melhorar processos, gestão, informações e P+L	Capacitar para melhorar processos e P+L para [Eco]Materiais	Capacitar para melhorar processos, P+L e ergonomia para uso de ME e sistemas e [Eco]Edifício	Capacitar para melhorar processos, tempos de produção, movimentação e ergonomia
PA 6 Produtos ^{P+L}	Planejar Produtos ^{+L} (P ^{P+L}), Gestão ^{+L} e visual de Projetos e da qualidade do produto integrados à P+L.	Executar Produto ^{+L} (P ^{P+L}), Controles da qualidade e de MPs	Executar P ^{P+L} integrado à infraestrutura de ME e E.D; qualidade do edifício; uso de MPs construtiva [eco]eficiente	Melhorar fluxos de Projetos de Produtos ^{+L} (P ^{P+L}), de controle e qualidade e de subprodutos
PA 7 Acompanhamento e monitoramento	Acompanhar o processo, manutenção, limpeza, avaliação e disseminação da P+L.	Acompanhar o uso de MPs e SP; redução de perdas produtivas e ambientais	Acompanhar o uso [eco]eficiente de ME e edifício, e consumos de água, energia e gases, investimentos e custos	Acompanhar o fluxo de MPs, de subprodutos e perdas, incrementos na produção e produtividade
PA 8 Áreas ^{+Limpas} (m ²)	Organizar áreas para gestão ^{+L} , visual e ergonômica, desobstruir e melhorar áreas para gestão, apoio e pessoas.	Organizar áreas para materiais em CPs e estoques, desobstruir e melhorar áreas para E.M e SP; reduzir esperas.	Organizar e melhorar áreas para ME e sistemas, obter CPs ergonômicos e edificação [eco]eficiente	Organizar e melhorar áreas de CPs para desobstruir fluxos; incremento na produção e produtividade
PA 9 Fluxos ^{+Limpas}	Melhorar fluxos de informações gerenciais, de apoio e de pessoas, esperas e produtividade.	Melhorar fluxos de materiais em processo e em estoques, esperas e produtividade	Melhorar fluxos do edifício e do processo produtivo durante o uso de ME, incrementos e produtividade	Melhorar fluxos gerais e específicos em cada CP, incrementos e produtividade
PA 10 Compatibilização e sintonia	Compatibilizar projetos e ações, interação da equipe e integração.	Compatibilizar projetos, processos, usos de MPs e SP, Controles de Produção ^{+L} e de rendimentos.	Compatibilizar projetos complementares com o de L ^{P+L} ; de Projetos P ^{+L} com rendimentos de MPs em ME, e perdas.	Compatibilizar projetos e ações, de fluxos e de processos para a implementação continuada da P+L.

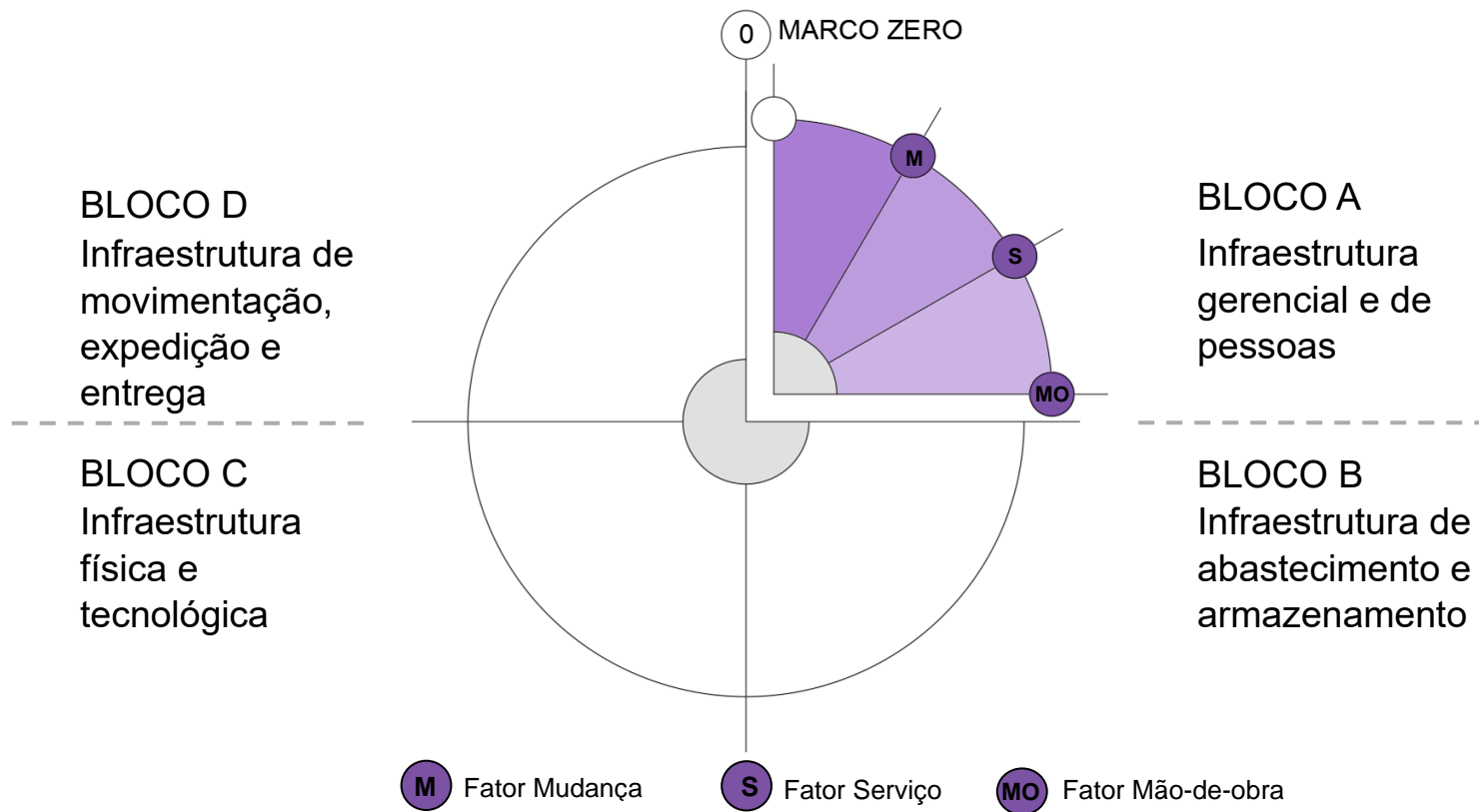
Fonte: Autora

A representação gráfica dos Blocos e dos fatores correspondentes a cada bloco estão a partir da Figura 46 junto às FTs.

BLOCO A: Infraestrutura gerencial e de pessoas

O Bloco A é composto pelos fatores Mudança (M), Serviço (S) e Mão-de-obra (MO). A Figura 46 apresenta o conjunto de fatores relacionados ao Bloco A.

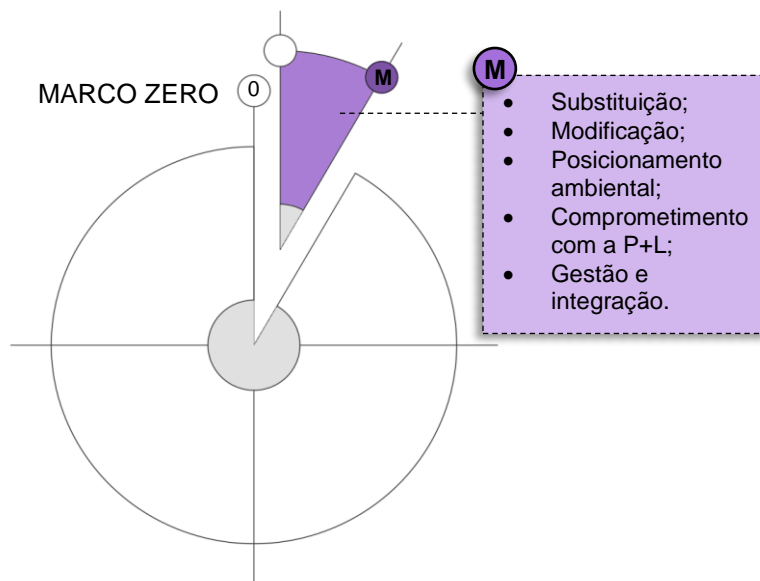
Figura 46 - Bloco A: Infraestrutura gerencial e de pessoas



Fonte: Autora

O fator **Mudança (M)** discute, por meio de Planos de Ação (PA n^{Bloco.Fator}), aspectos organizacionais para promover inovação, desenvolvimento gerencial e de pessoas, modificações e substituições em projetos, materiais e processos, cumprimento de Normas Técnicas (NTs) e legais, comprometimento com a P+L no ambiente organizacional e no espaço físico interno, relacionando com o ambiente externo, mercado e parcerias; visa criar a Gestão de Mudanças em P+L (GM^{P+L}) e a Gestão de Projetos, Processos e Produtos^{+Limpos} (GPPP^{+L}), elos inovadores entre projeto de *Layout* e a P+L, para compatibilizar projetos, integrar partes interessadas, desenvolver habilidades gerenciais sobre P+L, quebrar inércias e resistências às mudanças, incentivar envolvimento e participação, facilitar processos de transformação e integração. A Figura 47 apresenta o fator Mudança (M).

Figura 47 - Bloco A: Fator Mudança (M)



M Fator Mudança (M)

O que é?

- ✓ Comprometimento com P+L, estrutura, organização, contexto, legislação;
- ✓ Mudança de posicionamento ambiental da empresa e de fornecedores;
- ✓ Mudanças em projetos e em gestão de projetos, produtos e processos;
- ✓ Mudanças no ambiente interno;
- ✓ Mudanças quanto ao cumprimento de Normas Técnicas (NTs);
- ✓ Modificações em projetos, nas demandas, capacidades e quantidades;
- ✓ Substituições e/ou modificações de materiais, processos, máquinas, equipamentos, ferramentas, sistemas, mão-de-obra, procedimentos nos Centros de produção (CPs);
- ✓ Mudanças na infraestrutura gerencial e de pessoas, de abastecimento e armazenamento, na infraestrutura física e tecnológica, e na infraestrutura de movimentação e expedição para não gerar e/ou reduzir perdas produtivas;
- ✓ Gestão de Mudanças ^{P+L} (GM^{P+L}), elo inovador do projeto de L^{P+L} ;
- ✓ Capacitação e aprimoramento técnico para a função e gestão para a integração;
- ✓ Gestão de Projetos, Processos e Produtos^{+Limpos} (GPPP^{+L}), elo inovador do L^{P+L} ;
- ✓ Compatibilização de projetos para a integração e implementação;
- ✓ Acompanhamento, monitoramento e/ou avaliação dos objetivos e melhoria contínua.

Fonte: Autora

Elos de inovação do projeto de L^{P+L} quanto ao fator M (quadro 15):

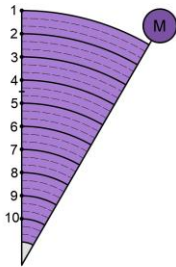
Quadro 15 - ELOS DE INOVAÇÃO do projeto de L^{P+L} , quanto ao Fator Mudança (M):
<p>- <u>Espaço físico para a Gestão de Projetos, Processos e Produtos^{+Limpos} (GPPP^{+L}):</u> a integração da P+L na GPPP^{+L} promove mudanças de posicionamento e desempenho ambiental, potencializa mudanças por associar a gestão de Projetos de Produtos^{P+L} (PPP^{+L}) à gestão de Processos^{+L} de Produtos (P^{+L}P), estudos integrados de gestão junto aos envolvidos e ao espaço de produção para não gerar e/ou reduzir poluentes e perdas produtivas e melhorar os CPs. A área para a GPPP^{+L} é elo inovador que possibilita realizar e organizar ações para integrar a P+L durante o projeto e o processo; promove melhorias físicas e otimiza processos de organização de documentos, de informações e de fluxos gerenciais; contribui positivamente para a gestão das informações e para a minimização das perdas; faz a ponte entre os pedidos dos clientes, projetos, orçamentos, processos de informações, PCP^{+L} e o produto final.</p> <p>- <u>Espaço para elaborar Projetos de Produtos^{P+L} (PP^{P+L}):</u> a integração da P+L em PP^{P+L} traz mudanças de posicionamento ambiental e melhoria em estratégias de design para a produção de produtos com baixo impacto ambiental. PP^{P+L} é projeto que integra a P+L no processo e está associado à [Eco]Inovação e [Eco]Design para não gerar poluentes já na fase de projeto, visando melhorar usos, recursos e energia, viabilizar reuso e reciclagem, reduzir perdas produtivas, evitar materiais poluentes, falta de entendimento do projeto e do processo. O planejamento de área no L^{P+L} para elaborar PP^{P+L} está integrado à GPPP^{+L} e é elo inovador que organiza a atividade e incentiva Processo de Projeto^{+Limpo} (PP^{+L}) no qual, está contido planos de gestão de atividades, Requisitos e Condicionantes de projeto (RC-PROJ) e cadernos técnicos que integrem a P+L.</p> <p>- <u>Espaço físico para o Planejamento e Controle da Produção^{+L} (PCP^{+L}):</u> a integração da P+L na função de PCP^{+L} promove e potencializa mudanças de posicionamento e melhoria contínua do desempenho ambiental, é elo inovador que visa melhorar o acompanhamento das atividades, orientar e organizar equipes e promover Processos^{+L} com redução de desperdícios em deslocamentos, esperas e perdas produtivas, e com aumento de produtividade e entregas. A criação de áreas no L^{P+L} para o PCP^{+L} (mobiliário, computadores e sistemas, painéis visuais e/ou pranchetas para cadernos técnicos de produção) é elo inovador do projeto de L^{P+L} que conecta os espaços produtivos e procedimentos de planejamento e controle.</p> <p>- <u>Área para Gestão Visual (GV) de informações de GPPP^{+L} relacionado ao PCP^{+L} com Painéis Visuais Integrados (PVI):</u> a criação de espaço físico para PVIs facilita a comunicação e gestão de informações entre a gestão e a produção, evitando desperdícios e perdas produtivas.</p> <p>- <u>Gestão de Mudanças^{P+L} (GM^{P+L}):</u> a criação da GM^{P+L} objetiva integrar todos os fatores quanto às ações de integração e compatibilizar projetos; é elo de inovação e mudanças e pode utilizar espaços flexíveis das áreas de GPPP^{+L} e PCP^{+L} formando um ecotime multidisciplinar.</p> <p>- <u>Fichas Técnicas (FT1, FT2 e FT3):</u> <i>Checklists</i> Integrados são inovação do método de [R]L^{P+L}, apresentam Instrumentos (I^{nº.A}) de trabalho inovadores e IDIs para implementar L^{P+L}.</p> <p>- <u>Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de L^{P+L}</u> é elo de inovação de monitoramento.</p>

Fonte: Autora

Os quadros 16, 17 e 18 apresentam objetivos e PAs em relação ao fator de projeto de L^{P+L} **Mudanças (M)**.

O quadro 16 apresenta FT1, *Checklist* Integrado (*Layout* e P+L), com 10 objetivos para identificar e descrever características do *Layout* e da P+L no CB, indica a equipe e Instrumentos de trabalho (I^{nº.A}) para a coleta de dados. O quadro 17 mostra a FT2, objetivos para ADI relacionadas à FT1 (M), e indica I^{nº.A} de trabalho. O quadro 18 corresponde à FT3 e detalha PAs para implementar o L^{P+L} , estabelece IDI para avaliar e comparar o CB e o C-PROJ.

Identificar e Descrever



Régua com Indicadores de Desempenho de Integração (IDI) da Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de *Layout* integrado à P+L (L^{P+L}) com 10 objetivos para identificar e descrever o CB.

Quem?
Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
[Eco]Designers
Colaboradores
Marketing
Engenheiros;
Arquitetos;
Equipe multidisciplinar.

Elos de inovação:
 $I^{1.A}$, $I^{2.A}$, $I^{6.A}$, $I^{7.A}$,
 $I^{8.A}$, $I^{11.A}$.

Quadro 16 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas - Ficha Técnica 1 (FT1) para Planos de Ação (PA n^{Bloco A.Fator Mudança}).

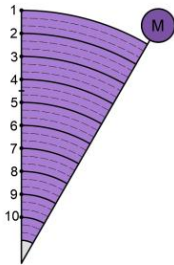
Fator Mudança (M): Checklist Integrado (Layout e P+L) para coleta de dados e PA n (de 1 a 10) A.M.

Identificar e descrever as características do *Layout* e da P+L no Cenário Base (CB). Visita Técnica (VT):

Identificar e descrever:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. Comprometimento da gestão em melhorar processos, <i>Layout</i> e implementar a P+L e Normas técnicas (NTs) (PA 1 ^{A.M}).	Conhecer o tipo de gestão; planejar mudanças para o <i>layout</i> e processos; implementar, envolver e comunicar a P+L às partes interessadas; cumprir normas técnicas.	(I ^{1.A}) Checklist Integrado; (I ^{2.A}) Diário de Bordo do projeto; (I ^{3.A}) Pesquisa documental com Lista de Verificação (documentos de constituição, organogramas e planos de negócios, projetos, plantas, certificados, marcos da empresa, etc); (I ^{4.A}) Levantamento fotográfico e vídeo cadastral dos setores administrativos e gerenciais; (I ^{5.A}) Levantamento métrico cadastral do espaço físico e áreas (m ²), com locação da infraestrutura física, gerencial, de apoio, tecnológica e informacional;
2. Características de processo, infraestrutura gerencial de espaço físico e tecnologias, e de planejamento e controle (PA 2 ^{A.M}).	Conhecer a empresa, o contexto de trabalho e dos processos de gestão de projetos, de produtos e processos, de planejamento e controle.	(I ^{6.A}) Programa de necessidades ^{+L} para L^{P+L} ;
3. Nível de gestão ambiental e/ou de P+L descrito nas características do plano ou modelo de negócio e no planejamento estratégico (PA 3 ^{A.M}).	Conhecer o modelo e as estratégias de negócio, visando melhorar processos, aumentar a produtividade e a gestão para obter a P+L.	(I ^{7.A}) Fluxograma de Movimentação de Pessoas (F-MP) no CB (de pessoas para a gestão de informações, de materiais, de subprodutos e de processo) com foco em SP e perdas;
4. Características do ambiente externo, Matérias-Primas (MPs), insumos, fornecedores e tecnologias (PA 4 ^{A.M}).	Conhecer o ambiente externo, MPs, insumos, fornecedores e tecnologias, uso e reuso de MPs, mudar o posicionamento ambiental e integrar fornecedores.	(I ^{8.A}) Fluxograma de Processos de Informação e Gerenciais do CB para M (F-PIG/M) com foco em perdas produtivas;
5. Projetos para capacitar e treinar a equipe na função, em gestão ambiental e/ou P+L (PA 5 ^{A.M}).	Conhecer capacidades, qualificações e implementar mudanças e o aprendizado organizacional em P+L.	(I ^{9.A}) Entrevista semiestruturada; (I ^{10.A}) Relatórios da observação direta e/ou das fotos e filmagens (processo e tempo);
6. Tipos e características dos produtos, projetos dos produtos, especificações e processos de projeto para a fabricação (PA 6 ^{A.M}).	Mudanças no design e no processo de projeto e de fabricação dos produtos, associadas ao <i>Layout</i> projetado, visando reduzir perdas na fonte geradora.	(I ^{11.A}) Quadro de Riscos Ambientais (RA) e de Oportunidades de P+L (O ^{P+L}) com Fluxograma.
7. Mudanças de informações, de nichos de mercado, de clientela e satisfação; inovações de materiais e de processos; PCs em comunicação, em acompanhar processos e prazos (PA 7 ^{A.M}).	Melhorar estratégias de comunicação em processos e entregas, promover mudanças de posicionamento ambiental, o acompanhamento e a comunicação interna com os envolvidos nos processos e clientes.	
8. A ocupação de áreas (m ²) para a infraestrutura de informação e gerencial, inter-relacionamentos com o sistema de produção (PA 8 ^{A.M}).	Conhecer e analisar o <i>Layout</i> do Cenário Base (CB), as interligações das áreas (m ²) e setores da infraestrutura informacional, gerencial e de pessoas.	
9. Fluxos de informação e gerenciais, de pessoas, de materiais e de manutenção para a produção no <i>Layout</i> do CB; descontinuidades, falhas na comunicação e informação (PA 9 ^{A.M}).	Dimensionar fluxos, reduzir perdas produtivas, evitar falhas de comunicação; promover a Gestão de Mudanças em P+L (GM ^{P+L}) e Gestão de Projetos, Processos e Produtos mais Limpos (GPPP ^{+L}).	
10. Nível de compatibilização de ações quanto aos processos gerenciais de projetos, de produtos, de execução e P+L no CB (PA 10 ^{A.M}).	Compatibilizar projetos, reduzir perdas na fonte geradora, viabilizar a Gestão de Mudanças em P+L (GM ^{P+L}), a GPPP ^{+L} e melhorias contínuas.	

Fonte: Autora

Analisar e avaliar



Régua de IDI da RAG do projeto de L^{P+L} , com 10 objetivos para analisar, avaliar e sintetizar o CB.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedores
Gestores

[Eco]Designers
Colaboradores
Marketing
Engenheiros;
Arquitetos;
Equipe
multidisciplinar

Elos de
inovação:

|13.A, |14.A, |15.A,
|16.A, |17.A, |18.A,
|19.A, |23.A, |24.A,
|25.A, |26.A, |27.A,
|29.A, |30.A.

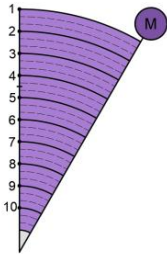
Quadro 17 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas – Ficha Técnica 2 (FT2) para Planos de Ação (PA n^{Bloco A.Fator Mudança}).

Fator Mudança (M). Análise Diagnóstica Integrada (*Layout* e P+L) do Cenário Base (CB) e Planos de Ação (PA).

Analisar Pontos Críticos (PCs) sobre o <i>Layout</i> e Oportunidades de P+L (O^{P+L}) para melhorar processos, o <i>layout</i> e obter a P+L.		
Analisar, avaliar e sintetizar:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. O setor produtivo, os tipos de processos de acordo com o <i>layout</i> , o nível de P+L, as características legais da empresa (PA 1 ^{A.M}).	Conhecer o contexto legal e de atuação, as estratégias a serem adotadas para implementar a P+L nos setores de gestão de pessoas, gerenciais e de informação.	(I12.A) Desenho técnico cadastral do espaço físico e <i>Layout</i> do CB; (I13.A) Matriz de Análise do CB; (I14.A) Matriz de Análise de <i>Layout</i> e P+L do CB;
2. Características dos processos, PCs da infraestrutura gerencial e de pessoas associada à infraestrutura física e tecnológica (PA 2 ^{A.M}).	Fundamentar mudanças de posicionamento ambiental e cumprimento de NTs a partir da otimização do <i>Layout</i> e criação de atividades e funções integrando a P+L	(I15.A) Diagrama integrado (<i>Layout</i> e P+L) do CB; (I16.A) Caderno de desenho para análise funcional (função principal, subfunções), estrutural e morfológica de produtos;
3. Plano e modelo de negócio, o planejamento estratégico, o ambiente gerencial, de comunicação, de informação e a P+L (PA 3 ^{A.M}).	Descrever e analisar a influência do ambiente gerencial, de comunicação e de informação no <i>Layout</i> e na P+L e promover mudanças.	(I17.A) Diagrama de Linhas de Fluxos Críticas (DLFC) no CB;
4. Matérias Primas (MPs) e fornecedores, nível de P+L das MPs, <i>Layout</i> dos setores de compras e gestão de MPs (PA 4 ^{A.M}).	Melhorar processos e espaços gerenciais para o setor de compras; evitar, reduzir e/ou reduzir perdas, toxidades e riscos ambientais.	(I18.A) Processo de Projeto de <i>Design</i> para Produtos no CB e para Produtos ^{+Limpos} (P^{P+L}); (I19.A) Atributos para Produtos no CB e para P^{P+L} , subprodutos e <i>Layout</i> projetado;
5. Ambiente gerencial e espaço físico para capacitar e treinar a equipe (PA 5 ^{A.M}).	Melhorar o posicionamento ambiental, incentivar, treinar e capacitar visando reduzir perdas.	(I20.A) Painel de referências; (I21.A) Prospecção de clientes e cenários;
6. Projetos dos produtos, características físicas, de formas geométricas, desperdícios, design e P+L, PCs do processo de projeto (PA 6 ^{A.M}).	Verificar desperdícios e nível de P+L, substituir ou modificar <i>design</i> para reduzir perdas, facilitar o reuso interno e/ou externo de materiais e melhorias.	(I22.A) Tabela de áreas (m^2) gerenciais do CB e para C-PROJ;
7. Inovações de produtos e processos, perfil dos clientes, nível de satisfação, PCs no pedido e transferência de informações (PA 7 ^{A.M}).	Ampliar a clientela, [Eco]Clientes e clientes virtuais, não gerar poluentes, reduzir perdas produtivas, melhorar processos, satisfação dos clientes e prazos de entrega.	(I23.A) Diagrama de Relação de Áreas (DRA) gerenciais no CB e (I24.A) DRA ^{+L} para C-PROJ;
8. A ocupação das áreas (m^2) gerenciais e os processos da infraestrutura informacional, de manutenção, gerencial e de pessoas (PA 8 ^{A.M}).	Dimensionar e/ou melhorar áreas (m^2) para planejar a Gestão de Mudanças em P+L (GM^{P+L}) e a Gestão de Projetos, Processos e Produtos ^{+Limpos} ($GPPP^{P+L}$).	(I25.A) Tabela de linhas de fluxos do CB e C-PROJ;
9. Fluxos de pessoas e inter-relacionamentos no <i>layout</i> CB, necessidades, PCs e desperdícios com deslocamentos (PA 9 ^{A.M}).	Melhorar inter-relacionamentos nos processos; fluxos ^{+Limpos} entre pessoas e gerenciais; evitar desperdícios com deslocamentos, cruzamentos e retornos.	(I26.A) Gráfico de linhas de fluxos do CB e (I27.A) Gráfico de linhas de fluxos para C-PROJ;
10. Conflitos técnicos, PCs de projetos e de informações gerenciais, conexões, O^{P+L} e viabilidade de projeto de [Re] L^{P+L} (PA 10 ^{A.M}).	Compatibilizar projetos técnicos integrados nas infraestruturas organizacionais, melhorar processos e promover a GM^{P+L} e a $GPPP^{P+L}$ e o PCP^{P+L} .	(I28.A) Método dos 5 Porquês (5?); (I29.A) Lista de Pontos Positivos (PPs) e Pontos Críticos (PCs); (I30.A) Lista de Oportunidades de P+L (O^{P+L}) para [Re] L^{P+L} ; (I31.A) Requisitos e Condicionantes de projeto (RC-PROJ).

Fonte: Autora

Projetar, implementar, monitorar/controlar.



Régua com IDI da RAG do projeto de L^{P+L}, com 10 objetivos para projetar, implementar, monitorar, controlar e outras ações.

Quem?
 Pesquisadores
 Empreendedores
 Gestores
 [Eco]Designers
 Colaboradores
 Marketing
 Engenheiros;
 Arquitetos;
 Equipe multidisciplinar.

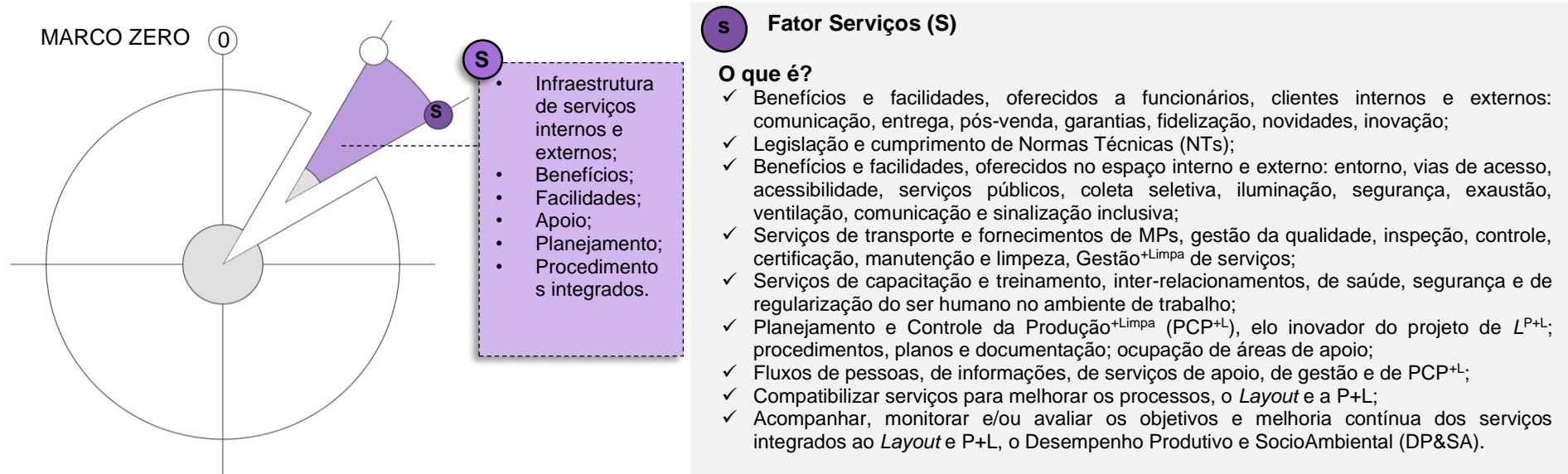
Obs 1: sobras de materiais após n processos.
 Elos de inovação: **PP^{P+L}, PCP^{P+L}, GM^{P+L}, GPPP^{P+L}, PVI, IDIs, RAG.**

Quadro 18 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas – Ficha Técnica 3 (FT3) para Planos de Ação (PA n Bloco A.Fator Mudança).		
Fator Mudança (M). Checklist Integrado (Layout e P+L) para implementar PA n (de 1 a 10) A.M		
Planos de Ação para implementar projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L.		
Projetar, implementar, monitorar/controlar e/ou:	Para:	Indicadores de Desempenho:
1. Estratégias para o comprometimento e a participação de todos os envolvidos nas ações de L ^{P+L} , da identidade e sistema de sinalética, à comunicação, normas e processos (PA 1 A.M).	Cumprir Normas Técnicas (NTs) e leis pertinentes; melhorar o desempenho produtivo; mudanças estruturais/estratégicas para processos ^{+L} e L ^{P+L} ; comunicar a P+L às partes interessadas; inovações.	(ID1) Avaliação comparativa entre Cenário Base (CB) e C-PROJ; (ID2) % realizado; (ID3) Número de registros de ideias; (ID4) Número de projetos de parcerias;
2. Organograma ^{+L} ; Gestão de Projetos, Processos e Produtos ^{+L} (GPPP ^{+L}) e visual, Planejamento e Controle da Produção ^{+L} (PCP ^{+L}) (PA 2 A.M).	Promover P+L nas funções de GPPP ^{+L} e PCP ^{+L} ; viabilizar Projetos de Produtos ^{+L} Limpos, mudanças na posição ambiental e gestão de pessoas.	(ID5) Quantidade de [eco]compras; (ID6) Quantidade de treinamentos em P+L e otimização de processos; (ID7) % de processos otimizados; (ID8) Quantidade de treinamento para uso do [Re]L ^{P+L} ;
3. [Re]elaborar plano, modelo de negócio e planejamento estratégico com inclusão da P+L nas mudanças de posicionamento ambiental (PA 3 A.M).	Inserir P+L na estrutura organizacional, melhorar processos, aumentar a produtividade e obter Gestão ^{+L} limpa de processos, produtos e serviços.	(ID9) Quantidade de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&DI); (ID10) % de reuso de materiais; (ID11) % de redução de perdas ou desperdícios produtivos;
4. Promover a P+L como identidade e mudança de posicionamento ambiental no setor de compras e na cadeia de fornecedores (PA 4 A.M).	Aumentar uso de [eco]materiais; melhorar espaços de gestão da P+L integrado ao setor de compras; evitar perdas, valorizar subprodutos (obs 1).	(ID12) % de áreas otimizadas, reduzidas ou ampliadas; (ID13) % de linhas de fluxos otimizados de pessoas;
5. Aprendizado organizacional sistemático em otimização de processos e P+L; capacitação, pesquisa, desenvolvimento e inovação (PA 5 A.M).	Melhoria contínua de processos; envolvimento da equipe com a P+L; mudanças de posicionamento ambiental, reduzir perdas e aumenta a produção.	(ID14) % de clientes satisfeitos; (ID15) Roda de Avaliação Global do projeto L ^{P+L} (RAG).
6. Projeto de Produto ^{P+L} (PP ^{P+L}) integrado a Caderno de Detalhamento de Projeto ^{+L} (CDP ^{+L}), Processo de Projeto ^{+L} e L ^{P+L} (PA 6 A.M).	Mudanças no design, composição e especificação ^{+L} , processo de fabricação associado ao <i>Layout</i> projetado; reduzir uso de recursos e de perdas.	(ID16) Quantidade de Projetos de Produtos ^{+L} limpos e uso de subprodutos; (ID17) Quantidade de [eco]clientes; (ID18) Quantidade de [eco]parceiros obtidos;
7. Acompanhamento em tempo real da execução de projetos, comunicar melhorias, estratégias de entregas e reusos a parceiros e clientes (PA 7 A.M).	Ampliar mercados; incentivar a P+L e [eco]inovação no espaço interno e comunidade; mudar posicionamento ambiental, melhorar comunicação.	(ID19) % de linhas de fluxos gerenciais otimizados, reduzidos ou ampliados; (ID20) % de linhas de fluxos otimizados de informações;
8. Planta da área administrativa para a Gestão de Mudanças em P+L (GM ^{P+L}), GPPP ^{+L} , Gestão Visual (GV) e PCP ^{+L} para Áreas ^{+L} limpas (PA 8 A.M).	Integrar P+L nas áreas de gestão; mudanças estruturais e inovações em áreas e CPs; criar Painéis Visuais Integrados (PVI) de GPPP ^{+L} / PCP ^{+L} .	(ID21) % de áreas beneficiadas com projetos compatibilizados e/ou implementados com L ^{P+L} ;
9. Mapa de Fluxos ^{+L} de informações, manutenção, de gestão de pessoas, de GM ^{P+L} , de GPPP ^{+L} e Fluxos ^{+L} com Gestão Visual (GV) (PA 9 A.M).	Melhorar desempenho ambiental, reduzir perdas; fluxos de pessoas e de processos ^{+L} , fluxos de informações, de manutenção e gestão ^{+L} e fluidas.	
10. Compatibilizar projetos complementares ao projeto de L ^{P+L} ; promover e implementar o PCP ^{+L} integrado à GM ^{P+L} e à GPPP ^{+L} (PA 10 A.M).	<i>Layout</i> integrado à P+L; promover mudanças estruturais de posicionamento ambiental, comunicar e vincular à identidade da empresa.	

Fonte: Autora

O fator **Serviços (S)** discute, por meio de Planos de Ação (PA n^{Bloco.Fator}), a infraestrutura gerencial, organizacional e de pessoas com foco em serviços de apoio, parcerias, benefícios e facilidades oferecidas a diretores, gerentes, supervisores, funcionários, consumidores ou clientes, distribuidores, fornecedores, instituições, empresas e associações para não gerar e/ou minimizar poluentes e perdas produtivas. O Planejamento e Controle da Produção^{+Limpa} (PCP^{+L}) e as atividades de Gestão^{+Limpa} dos serviços de apoio internos e externos, elos inovadores entre projeto de *layout* e a P+L, e o acompanhamento das estratégias e ações são influenciados pelo entorno, mas também se relacionam e interferem em processos de transformação, de participação e colaboração da empresa em ações para melhorias de impacto social, de desempenho produtivo e ambiental do sistema (Figura 48).

Figura 48 - Bloco A: Fator Serviços (S)



Fonte: Autora

Elos de inovação do projeto de L^{P+L} , quanto ao fator S (quadro 19):

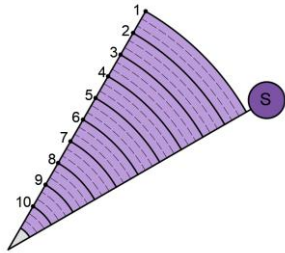
Quadro 19 - ELOS INOVADORES do projeto de L^{P+L} , quanto ao Fator Serviços (S):
<ul style="list-style-type: none"> - <u>Gestão de Projetos de Produtos^{P+L} (PPP^{P+L}) associado à gestão de Processos^{P+L} de Produtos (P+LP):</u> associar estudos de gestão e fluxos^{P+L} das informações junto a espaços de produção, <i>layout</i> e pessoas, impulsionam ações para melhorar os CPs^{P+L} e não gerar poluentes e perdas; - <u>Caderno de Detalhamento de Projeto^{P+L} (CDP^{P+L}):</u> - <u>Serviços de apoio internos integrados à P+L:</u> inserir a P+L nas atribuições e atividades de apoio traz aprendizado organizacional, pensamento preventivo, otimização de usos de MPs; - <u>Reuso e Reciclagem Interno (RRI):</u> criar aprendizado organizacional para o RRI com procedimentos, incentivam e organizam as ações e facilitam a manutenção dessa atividade; - <u>Banco de Reuso e Reciclagem Interno (BRI):</u> criar um BRI a partir do PPP^{P+L}, plano de corte e de RRI, estantes de subprodutos, seleção, catalogação e guarda para transformar sobras de materiais em ativos que podem ser reinseridos no sistema, promove a P+L; - <u>Pontos de Referências^{P+L} (PR^{P+L}):</u> listar potenciais empresas parceiras, instituições e serviços de apoio institucional, comercial e industrial de interesse para implementar a P+L; - <u>Reuso e Reciclagem Externo (RRE):</u> criar rede de contatos, parcerias e serviços de apoio para RRE, possibilita contribuição ambiental e social, e aumento do DAS^{P+L}, e promove a P+L; - <u>Banco de Reuso e Reciclagem Externo (BRE):</u> criar um BRE traz interação com o entorno e contribuição ambiental e social, aumento do DAS^{P+L}, produtividade do sistema e P+L; - <u>Serviços de [Eco]compras de Matérias-Primas (MPs) e rastreabilidade da origem:</u> capacitar o setor de compras para compras ecologicamente corretas, facilita a desintoxicação das MPs utilizadas na produção, [Eco]Materiais, é elo inovador que eleva o DAS^{P+L} da empresa; - <u>Serviços e áreas de apoio à capacitação:</u> criar serviços de cursos de capacitação e aprimoramento das funções, do <i>layout</i> e em P+L e espaços flexíveis que possam ser utilizados pelas pessoas para capacitação promove o aprendizado organizacional, coletivo e individual; - <u>Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&DI):</u> buscar se vincular a projetos de pesquisa e de extensão para o aprimoramento das funções, da gestão, do <i>layout</i> e da P+L é inovação; - <u>Gestão, Inspeção, Controle e Certificação da Qualidade^{P+L} (GICCCQ^{P+L}):</u> criar áreas e procedimentos para a GICCCQ^{P+L} de produtos, serviços e processos^{P+L} para viabilizar a <u>Qualidade^{P+L}</u>, visibilidade dos clientes, dos fornecedores e instituições parceiras é inovação; - <u>Sistema de Gestão Visual (SGV) e Painéis Visuais Integrados (PVI) para monitorar o L^{P+L}:</u> - <u>Sistema de Sinalética L^{P+L} (SSL^{P+L}):</u> criar fachadas, sinalizações e totens para a visibilidade da marca e das ações em P+L e desenvolver <u>Selo de Qualidade em P+L (SQP^{P+L})</u>; - <u>Espaço Lab^{P+L}:</u> criar espaço multiuso para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&DI) de produtos e processos^{P+L} com área para apresentação de trabalhos, pesquisa, interação e sensoriamento remoto, integrando atuais tecnologias e inovações a produtos e processos; - <u>Fichas Técnicas (FT1, FT2 e FT3):</u> <i>Checklists</i> Integrados são inovação do método de L^{P+L}, apresentam Instrumentos (I^{nº.A}) de trabalho inovadores e IDIs para implementar L^{P+L}; - <u>Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de L^{P+L}</u> é elo de inovação de monitoramento.

Fonte: Autora.

Os quadros 20, 21 e 22 apresentam objetivos específicos e PAs em relação ao fator de projeto de L^{P+L} **Serviços (S)** relacionando a infraestrutura de apoio internos e externos, e o planejamento.

O quadro 20 traz a FT1, *Checklist* Integrado (*Layout* e P+L), com 10 objetivos para identificar e descrever características do *Layout* e da P+L no CB, a equipe e Instrumentos de trabalho (I^{nº.A}). O quadro 21 mostra a FT2 para ADI com I^{nº.A}. No quadro 22, encontra-se a FT3 que detalha e justifica PAs para projeto de L^{P+L} e estabelece IDI para avaliar e comparar o CB e o C-PROJ.

Identificar e descrever



Régua com Indicadores de Desempenho de Integração (IDI) da Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L} , com 10 objetivos para identificar e descrever o CB.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
[Eco]Designers
Colaboradores
Designer gráfico
Engenheiros
Arquitetos
Equipe multidisciplinar
Equipes de empresas prestadoras de serviços.

Elos de inovação:

$I^{1.A}$, $I^{2.C}$, $I^{6.A}$, $I^{7.A}$, $I^{8.A}$, $I^{11.A}$, $I^{32.A}$, $I^{35.A}$.

Quadro 20 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas - Ficha Técnica 1 (FT1). Planos de Ação (PA n^{Bloco A.Fator Serviços}).

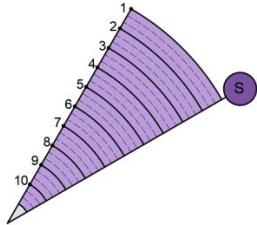
Fator Serviços (S): Checklist Integrado (*Layout* e P+L) para coleta de dados e PA n (de 1 a 10) ^{A.S}

Identificar e descrever as características do *Layout* e da P+L no Cenário Base (CB). Visita Técnica (VT):

Identificar e descrever:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. Legislação, Normas Técnicas (NTs) e regulamentos pertinentes ao setor sobre processo, <i>Layout</i> e P+L (PA 1 ^{A.S}).	Adequar a empresa às oportunidades de melhorias legais; cumprir NTs, leis ambientais, relacionadas à P+L e aos processos.	($I^{1.A}$) Checklist Integrado; ($I^{2.A}$) Diário de Bordo do projeto; ($I^{3.A}$) Pesquisa documental; ($I^{4.A}$) Levantamento fotográfico e vídeo cadastral dos setores administrativos e de apoio;
2. Serviços de apoio, benefícios e facilidades [in]disponíveis no CB e oferecidos pelo ambiente interno (PA 2 ^{A.S}).	Planejar e criar melhorias em espaços físicos de apoio de modo integrado à P+L e segurança e à infraestrutura de serviços interna existente.	($I^{5.A}$) Levantamento métrico cadastral do espaço físico, áreas (m ²), com locação da infraestrutura física, gerencial, de apoio, tecnológica, informacional;
3. Serviços de apoio externos, benefícios e facilidades [in]disponíveis e oferecidos pelo ambiente externo, acessos, fachadas e sinalização (PA 3 ^{A.S}).	Conhecer os espaços físicos de apoio externos, a acessibilidades; dimensionar a infraestrutura de serviços externa [in]disponível; aplicar NTs de acessibilidade; facilitar a visibilidade da marca.	($I^{6.A}$) Programa de necessidades ^{+L} para L^{P+L} ; ($I^{7.A}$) Fluxograma de Movimentação de Pessoas (F-MP) do CB;
4. Fornecedores, serviços de transporte e entrega de Matérias-Primas (MPs) (PA 4 ^{A.S}).	Medir qualidade/serviço, distâncias percorridas; minimizar emissões de gases poluentes no ar.	($I^{8.A}$) Fluxograma de Processos de Informação e Gerenciais do CB para S (F-PIG/S) com foco em SP e perdas;
5. Serviços ou projetos de capacitação e espaços de apoio para capacitar equipes em otimização de processos, aprimoramento da produção, do <i>Layout</i> e P+L (PA 5 ^{A.S}).	Conhecer os espaços de apoio e áreas da produção que podem ser utilizadas para o aprendizado organizacional; analisar PCs e procedimentos para evitar poluentes e perdas.	($I^{9.A}$) Entrevista semiestruturada; ($I^{10.A}$) Relatórios da observação direta e/ou das filmagens (processo e tempo);
6. Procedimentos e serviços para a gestão, inspeção, controle e certificação da qualidade de produtos, serviços e processos (PA 6 ^{A.S}).	Conhecer áreas de apoio, auxiliares e/ou administrativas para gestão, inspeção e controle da qualidade de produtos, serviços e processos.	($I^{11.A}$) Quadro de Riscos Ambientais (RA) e de O ^{P+L} com Fluxograma; ($I^{32.A}$) Mapeamento da empresa e entorno com Pontos de Referência ^{P+L} (PR ^{P+L}) e serviços no CB;
7. Serviços e procedimentos para a manutenção e limpeza dos espaços físicos, máquinas, equipamentos e sistemas (PA 7 ^{A.S}).	Conhecer áreas de apoio e serviços de manutenção/limpeza, toxidades, consumo de materiais, água e energia; processos e atrasos.	($I^{33.A}$) Mapeamento de fornecedores, distâncias percorridas e custos com transporte no CB;
8. Áreas (m ²) de apoio internas, inter-relacionamentos de áreas, setores e Centros de Produção (CPs) (PA 8 ^{A.S}).	Conhecer áreas da infraestrutura gerencial e de apoio às pessoas, interligações de áreas e CPs e o Planejamento e Controle da Produção (PCP).	($I^{34.A}$) Fluxograma de Gestão, Inspeção, Controles e Certificação da Qualidade (F-GICCCQ) no CB de produtos, serviços e processos;
9. Fluxos de pessoas, de informações, de serviços de apoio e de Planejamento e Controle da Produção (PCP) (PA 9 ^{A.S}).	Analisar o Planejamento e Controle da Produção (PCP); mapear fluxos de pessoas, gerenciais e de apoio para melhorar a permanência no local	($I^{35.A}$) Fluxograma de Planejamento e Controle da Produção (F-PCP) no CB com foco em SP e perdas.
10. Serviços de apoio [des]integrados às áreas, setores e CPs; compatibilização e gestão de processos e projetos (PA 10 ^{A.S}).	Conhecer e mapear procedimentos, a Gestão de Projetos, Processos e Produtos (GPPP) e o PCP integrado aos serviços de apoio.	

Fonte: Autora

Analisar e avaliar



Régua com IDI da RAG do projeto de L^{P+L} , com 10 objetivos para analisar, avaliar e sintetizar o CB.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
[Eco]Designers
Colaboradores
Designer gráfico
Engenheiros
Arquitetos
Equipe multidisciplinar
Equipes de empresas prestadoras de serviços.

Obs 1: Pontos de Referências^{P+L} (PR^{P+L}) são potenciais empresas parceiras e instituições de interesse para implementar a P+L.
Elos de inovação: I^{13.A}, I^{14.A}, I^{15.A}, I^{16.A}, I^{17.A}, I^{23.A}, I^{24.A}, I^{26.A}, I^{27.A}, I^{29.A}, I^{30.A}, I^{36.A}, I^{37.A}, I^{40.A}.

Quadro 21 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas - Ficha Técnica 2 (FT2). Planos de Ação (PA nBlocoA.Fator Serviços).

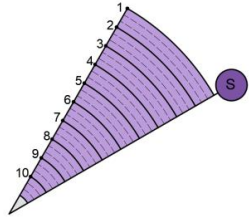
Fator Serviços (S). Análise Diagnóstica Integrado (*Layout* e P+L) do Cenário Base (CB) e Planos de Ação (PA).

Analisar Pontos Críticos (PCs) sobre *Layout* e Oportunidades de P+L (OP^{P+L}) para melhorar processos, o *layout* e obter a P+L.

Analisar, avaliar e sintetizar:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. Legislação, Normas Técnicas (NTs), regulamentos pertinentes ao setor, processos, produção, <i>Layout</i> , P+L (PA 1 ^{A.S}).	Analisar Pontos Críticos (PCs), listar e planejar oportunidades de P+L a partir da legislação; aprimorar instalações físicas de acordo com as NTs.	(I ^{12.A}) Desenho técnico cadastral do espaço físico e <i>Layout</i> do CB; (I ^{13.A}) Matriz de Análise do CB; (I ^{14.A}) Matriz de Análise de <i>Layout</i> e P+L do CB;
2. Serviços de apoio internos, benefícios e facilidades [in]disponíveis no CB e oferecidos pela empresa (PA 2 ^{A.S}).	Dimensionar espaços de apoio a serviços internos integrado à P+L; facilitar gestão para reuso, reciclagem, não gerar e reduzir perdas produtivas e custos.	(I ^{15.A}) Diagrama integrado (<i>Layout</i> e P+L) do CB; (I ^{16.A}) Caderno de desenho para análises/esboços;
3. Entorno, fachadas, serviços de apoio externos, benefícios e facilidades, Pontos de Referência ^{P+L} (PR ^{P+L}) (obs 1, PA 3 ^{A.S}).	Criar espaços de apoio integrados à infraestrutura de serviços externa; planejar acessos, a visibilidade da marca e parcerias para evitar, reusar e reciclar sobras.	(I ^{17.A}) Diagrama de Linhas de Fluxos Críticas (DLFC) no CB; (I ^{22.A}) Tabela de áreas (m ²) de apoio do CB e para C-PROJ; (I ^{23.A}) Diagrama de Relação de Áreas (DRA) de apoio no CB e (I ^{24.A}) DRA ^{+L} para C-PROJ; (I ^{25.A}) Tabela de linhas de fluxos do CB e para C-PROJ; (I ^{26.A}) Gráfico de linhas de fluxos do CB;
4. Distâncias percorridas por fornecedores, os serviços de transporte de Matérias-Primas (MPs) e qualidade/serviço (PA 4 ^{A.S}).	Melhorar compras de MPs, reduzir distâncias de abastecimento, reduzir custos e emissões de gases tóxicos no ar e ampliar a carteira de [eco]fornecedores.	(I ^{27.A}) Gráfico de linhas de fluxos para C-PROJ; (I ^{36.A}) MapoFluxos (MF) de Gestão, Inspeção, Controle e Certificação da Qualidade ^{P+L} (MF-GICQ ^{P+L});
5. Serviços de apoio e de gestão, materiais, projetos e espaços físicos para capacitar e treinar a equipe (PA 5 ^{A.S}).	Dimensionar espaços de apoio e <i>Layout</i> para facilitar gestão e aprendizado organizacional; capacitar e treinar a equipe para melhorar processos, <i>layout</i> e P+L.	(I ^{37.A}) MapoFluxos (MF) de Planejamento e Controle da Produção ^{+L} para C-PROJ (MF-PCP ^{+L});
6. PCs da gestão, inspeção, controle, certificação da qualidade de produtos, serviços e processos (PA 6 ^{A.S}).	Dimensionar/ melhorar processos e espaços físicos de apoio para atividades de gestão, inspeção, controle e gestão da qualidade de produtos, serviços e processos.	(I ^{40.A}) MapoFluxos (MF) de Riscos Ambientais (MF-RA) para CB; (I ^{28.A}) Método dos 5 Porquês (5?); (I ^{29.A}) Lista de Pontos Positivos (PPs) e Pontos Críticos (PCs); (I ^{30.A}) Lista de Oportunidades de P+L (OP ^{P+L}) para L^{P+L} ; (I ^{31.A}) Requisitos e Condicionantes de projeto (RC-PROJ).
7. Procedimentos para o Planejamento e Controle da Produção ^{+L} (PCP ^{+L}), a manutenção e limpeza dos espaços físicos, máquinas, equipamentos e sistemas (PA 7 ^{A.S}).	Evitar atrasos e paralisar atividades por falta de planejamento da produção, manutenção e limpeza; melhorar processos, reduzir poluentes e o consumo de materiais, água e energia.	
8. Ocupação, características, instalações de áreas gerenciais e de apoio às pessoas e inter-relacionamentos entre CPs (PA 8 ^{A.S}).	Dimensionar e/ou melhorar o <i>Layout</i> das áreas de apoio; melhorar instalações para pesquisa, evitar e reduzir desperdícios de áreas; planejar setor de PCP ^{+L} .	
9. Fluxos de pessoas, de informações, de serviços de apoio à produção e fluxos de PCP no CB (PA 9 ^{A.S}).	Dimensionar e/ou melhorar processos e fluxos das instalações de apoio; evitar desperdícios de fluxos, de retornos e cruzamentos, e elaborar fluxos de PCP ^{+L} .	
10. PCs, Oportunidades de P+L, Requisitos e Condicionantes de projeto (RC-PROJ) para <i>Layout</i> integrado à P+L (PA 10 ^{A.S}).	Compatibilizar projetos técnicos integrados nas infraestruturas de apoio; promover e implementar a Gestão de Projetos, Processos e Produtos ^{+L} e PCP ^{+L} .	

Fonte: Autora

Projetar, implementar, monitorar/controlar



Régua com IDI da RAG do projeto de L^{P+L}, com 10 objetivos para projetar, implementar, monitorar, controlar e outras ações.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
[Eco]Designers
Colaboradores
Designer gráfico
Engenheiros
Arquitetos
Equipe multidisciplinar
Equipes de empresas prestadoras de serviços.

*5S: Etapa1: utilizar, organizar, limpar; etapa 2: padronizar e disciplinar.
Elos de inovação: **GICCC^{P+L}, GPPP^{+L}, PCP^{+L}, Espaço Lab^{P+L}, IDIs e RAG.**

Quadro 22 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas – Ficha Técnica 3 (FT3) para Planos de Ação (PA n^{Bloco A.Fator Serviço}).

Fator Serviço (S). Checklist Integrado (Layout e P+L) para implementar PA n (de 1 a 10) ^{A.S}

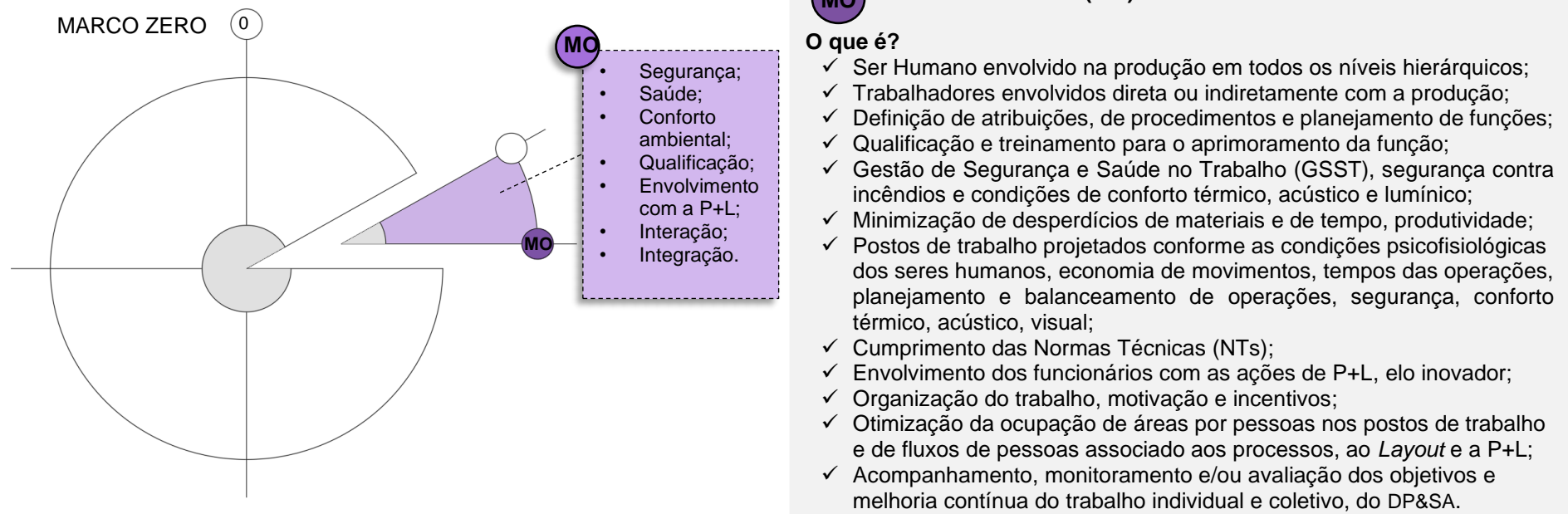
Planos de Ação para implementar projeto de Layout integrado à P+L.

Projetar, implementar, monitorar/controlar e/ou:	Para:	Indicadores de Desempenho:
1. Projetos técnicos de espaços conforme NTs, leis setoriais, ambientais, de acessibilidade, de segurança física, trabalhista e fiscal (PA 1 ^{A.S}).	Aprimorar processos, adaptar o espaço físico e layout à P+L e legislação; oferecer inclusão, acessibilidade, segurança física, trabalhista/fiscal.	(ID1) Avaliação comparativa entre Cenário Base (CB) e C-PROJ; (ID2) % realizado; (ID3) Número de registros de ideias; (ID4) Número de projetos de parcerias;
2. Serviços de apoio internos integrados à P+L; Reuso e Reciclagem Interno (RRI) e Banco de Reuso e Reciclagem Interno (BRRI) (PA 2 ^{A.S}).	Melhorar condições de conforto para a equipe; reduzir custos indiretos com coleta seletiva e com ocupação de áreas com perdas produtivas.	(ID5) Quantidade de [eco]compras; (ID6) Quantidade de treinamentos em P+L e otimização de processos; (ID7) % de processos otimizados; (ID8) Quantidade de treinamento para uso do [Re]L ^{P+L} ;
3. Rede de contatos, parcerias e serviços de apoio e de Reuso e Reciclagem Externo (RRE) e Banco de Reuso e Reciclagem Externo (BRRE); a marca, fachadas e totens (PA 3 ^{A.S}).	Planejar acessibilidade à infraestrutura de serviços externa e do entorno, doações, trocas, comércio, Reuso e Reciclagem Externo (RRE), circularidade de materiais; dar visibilidade às ações e à marca.	(ID9) Quantidade de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&DI); (ID10) % de reuso de materiais; (ID11) % de redução de perdas ou desperdícios produtivos;
4. Serviços de [Eco]compras de Matérias-Primas (MPs) e rastreabilidade da origem; ampliar carteira de [eco]fornecedores (PA 4 ^{A.S}).	Reduzir custos e emissões de gases tóxicos no ar com serviços de transporte de compras de MPs; promover a rastreabilidade da origem.	(ID12) % de áreas otimizadas, reduzidas ou ampliadas; (ID13) % de linhas de fluxos otimizados de pessoas;
5. Espaço de apoio a cursos de capacitação e aprimoramento das funções e P+L, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&DI) (PA 5 ^{A.S}).	Melhoria produtiva e aprendizado organizacional sistemático; melhorar processos, o Layout e a P+L, e disseminar a P+L junto à rede de contatos.	(ID14) % de clientes satisfeitos; (ID15) Roda de Avaliação Global do projeto [Re]L ^{P+L} (RAG). (ID16) Quantidade de gestão de Projetos de Produtos ^{+Limpos} ;
6. Áreas para Gestão, Inspeção, Controle e Certificação da Qualidade ^{P+L} (GICCC ^{P+L}) de produtos, serviços e processos ^{+L} (PA 6 ^{A.S}).	Implantar certificação da qualidade dos produtos, serviços, processos e procedimentos ^{+Limpos} ; desenvolver Selo de Qualidade em P+L (SQ ^{P+L}).	(ID17) % de redução de custos e de áreas (m ²) com descartes; (ID18) % de participação em serviços, editais, programas;
7. PCP ^{+L} , serviços de manutenção, limpeza, 5S* e GV; organizar CPs, material de trabalho, máquinas, equipamentos e sistemas (PA 7 ^{A.S}).	Melhorar e planejar a produção; reduzir tempo, o consumo de MPs, água, energia e produtos de limpeza; evitar desperdícios e substâncias tóxicas.	(ID19) % de redução de distâncias percorridas por MPs; (ID20) % de linhas de fluxos gerenciais de PCP ^{+L} otimizados;
8. Áreas (m ²) e setores para serviços de apoio à equipe, à Gestão e Produção ^{+L} , GPPP ^{+L} , PCP ^{+L} e criar Espaço Lab ^{P+L} (PA 8 ^{A.S}).	Integrar a P+L nas áreas de apoio e de gestão; criar Espaços Lab ^{P+L} - Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&DI) de produtos e processos ^{P+L} .	(ID21) % de fluxos de informações e de GICCC ^{+L} otimizados; (ID22) % de serviços de apoio compatibilizados e/ou implementados com L ^{P+L} ;
9. Fluxos ^{+L} de pessoas, de informações, de serviços de apoio à Gestão e Produção ^{+L} , e para o PCP ^{+L} (PA 9 ^{A.S}).	Implementar a P+L em todas as atividades de gestão, em procedimentos e fluxos de processos; não gerar e/ou reduzir poluentes e perdas.	
10. Compatibilizar projetos técnicos de apoio à GM ^{P+L} , GPPP ^{+L} , PCP ^{+L} , GICCC ^{P+L} , aos BRRI e BRRE, e ao Espaço Lab ^{P+L} (PA 10 ^{A.S}).	Melhorias produtivas integradas e contínuas em P+L; compatibilizar serviços de projeto, produtos e processos ^{+L} ; inovação, planejamento e controle.	

Fonte: Autora

O fator **Mão-de-obra (MO)**, indicado na Figura 49, aborda, por meio de Planos de Ação (PA n^{Bloco.Fator}), a infraestrutura de recursos humanos, com o objetivo de evitar e/ou minimizar os riscos ambientais físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e mecânicos e de treinar e capacitar a mão-de-obra para viabilizar o envolvimento e a integração da P+L no processo e espaço físico de produção. O projeto de L^{P+L} organiza a infraestrutura para a mão-de-obra e visa promover a segurança e organização no trabalho, envolvimento e participação, bem como, o desenvolvimento das pessoas envolvidas no processo para evitar, eliminar e/ou reduzir perdas produtivas e riscos ambientais, melhorias em áreas (m²) e fluxos para as pessoas, na produtividade e P+L.

Figura 49 - Bloco A. Fator Mão-de-obra (MO)



Fonte: Autora.

Elos de inovação do projeto de L^{P+L} , fator MO (quadro 23):

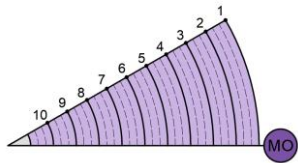
<p>Quadro 23 - ELOS INOVADORES do projeto de L^{P+L}, quanto ao Fator Mão-de-Obra (MO):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Centros de Produção^{+L} (CPs^{+L})</u>: projetar Blocos de CPs^{+L} requer pesquisa e aplicação da legislação pertinente ao setor integrando a P+L, a Tecnologia^{+L} e prospecção de avanços; requer planejamento integrado de sistemas produtivos com o máximo aproveitamento das áreas e espaços de pisos, paredes e bancadas, e de fluxos^{+L} necessários para suprir máquinas, Tecnologias^{+L}, equipamentos, pessoas e as informações com distâncias otimizadas, sem retornos e cruzamentos; além da segurança do trabalho, do conforto ambiental e da prevenção de riscos ambientais, ou seja, criar os CPs^{+L} são elos de inovação no projeto de L^{P+L}; - <u>Sistema de Gestão da Saúde e Segurança no Trabalho^{+L} (SGSST^{+L})</u>: acrescentar a P+L ao Sistema de GSST, SGSST^{+L}, é elo de inovação, tendo em vista a necessidade de ampliar práticas de prevenção em cargos, funções, atribuições, atividades e procedimentos para evitar e/ou minimizar poluentes, desperdícios, perdas produtivas e ambientais, e promover melhorias contínuas em segurança e saúde no ambiente de trabalho e de DP&SA; - <u>Gestão Integrativa de Pessoas (G^IP)</u>: criar espaços físicos para a G^IP é promover interação, trabalho cooperativo e individual, salubre e seguro, e que seja suporte para gestão que priorize resultados coletivos, valorizando a soma de entregas conjuntas e individuais, a criatividade e a autonomia do sujeito, melhorando a produtividade e o DP&SA; - <u>Gestão Visual (GV) e Painéis Visuais Integrados (PVI)</u>: visa manter e monitorar o L^{P+L} e integrar o grupo e os trabalhos, tanto os coletivos quanto os individuais; promover melhorias contínuas em processos de transmissão de informações, (co)responsabilidade e cooperação; - <u>Sistema de Sinalética L^{P+L} (SSL^{P+L})</u> visa o aprendizado contínuo e o uso do L^{P+L}; - <u>Espaço Lab^{P+L}</u>: criar espaço multiuso para capacitar a equipe com equipamentos que possibilitem apresentação de cursos, de trabalhos e de pesquisas, a interação e o sensoriamento remoto junto a outras instituições, e a integração da equipe em P&DI. - <u>Projetos de Produtos^{P+L} (PPP^{P+L}) e Integrador</u>: viabiliza leitura, interpretação e transferência de informações; o PPP^{P+L} está associado à [Eco]Inovação e ao [Eco]Design para não gerar poluentes, para melhorar usos de recursos, viabilizar reuso e reciclagem, assim como, para facilitar a leitura e interpretação por parte da MO e a transferência de informações; - <u>Interação de Sistemas (IS^{P+L})</u>: compatibilizar PPP^{P+L}, Sistema de Produção^{+L} e seguro (SP^{+L}s), SGSST^{+L}, G^IP com as necessidades das pessoas promove ambiente de trabalho com comunicação fluida, de fluxo contínuo e fácil, sem barreiras; promove a interação entre pessoas, processos, procedimentos, <i>layout</i> e a P+L; a produtividade dos sistemas e a P+L, uma vez que evita e/ou minimiza desperdícios, perdas produtivas e riscos ambientais; - <u>Fichas Técnicas (FT1, FT2 e FT3)</u>: <i>Checklists</i> Integrados são inovação do método de L^{P+L}, apresentam Instrumentos (I^{Nº.A}) de trabalho inovadores e IDIs para implementar L^{P+L}; - <u>Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto L^{P+L}</u> é elo de inovação de monitoramento.

Fonte: Autora.

Os quadros 24, 25 e 26 apresentam objetivos e PAs em relação ao fator de projeto de L^{P+L} **Mão-de-Obra (MO)**.

O quadro 24, FT1, refere-se a 10 objetivos para identificar e descrever características do *Layout* e P+L no CB e expõe o *Checklist* Integrado (*Layout* e P+L), a equipe e Instrumentos de trabalho (I^{Nº.A}) para a coleta de dados. No quadro 25 encontra-se a FT2 com os objetivos e PAs para ADI relacionadas à FT1 (MO). O quadro 26 contém a FT3 com os PAs para projeto de L^{P+L} , justificativas, bem como, os IDI para avaliar e comparar o CB e o C-PROJ.

Identificar e descrever



Régua com Indicadores de Desempenho de Integração (IDI) da Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L}, com 10 objetivos para identificar e descrever CB.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
Contadores
Designer gráfico e [Eco]Designers
Arquitetos
Engenheiros
Engenheiros de Segurança do Trabalho
Equipe multidisciplinar
Colaboradores
Terceirizados

Obs 1: documentos no CB: organograma, contratos, nº de acidentes de trabalho, procedimentos, relatórios de segurança do trabalho, placas e sinalização.
Elos de inovação: I^{1.A}, I^{2.C}, I^{6.A}, I^{7.A}, I^{8.A}, I^{11.A}, I^{34.A}, I^{35.A}, I^{38.A}, I^{39.A}.

Quadro 24 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas-Ficha Técnica 1 (FT1). Planos de Ação (PA nBlocoA.Fator Mão-de-Obra).

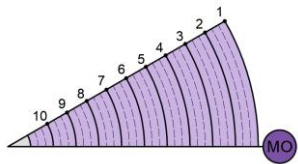
Fator Mão-de-Obra (MO): Checklist Integrado (Layout e P+L) para coleta de dados e PA n (de 1 a 10) A.MO

Identificar e descrever as características do *Layout* e da P+L no Cenário Base (CB). Visita Técnica (VT):

Identificar e descrever:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. Pessoas, cargos, funções, atribuições, atividades, legislação setorial, procedimentos para executar produtos e serviços (PA 1 A.MO).	Entender o organograma no CB, cargos, funções, atribuições, atividades e procedimentos de execução, e a legislação pertinente ao setor.	(I ^{1.A}) Checklist Integrado; (I ^{2.A}) Diário de Bordo do projeto; (I ^{3.A}) Pesquisa documental (obs 1); (I ^{4.A}) Levantamento fotográfico e vídeo cadastral dos setores, atividades, procedimentos, MO; (I ^{5.A}) Levantamento métrico cadastral do espaço físico, áreas (m ²), com locação da infraestrutura física, gerencial, de apoio, tecnológica e informacional; (I ^{6.A}) Programa de necessidades ^{+L} para [Re]L ^{P+L} ; (I ^{7.A}) Fluxograma de Movimentação de Pessoas (F-MP) do CB e (I ^{8.A}) Fluxograma de Processos de Informação e Gerenciais do CB (F-PIG/MO) com foco em SP e perdas produtivas;
2. Riscos ambientais físicos, químicos, biológicos, mecânicos ou de acidentes, nível de segurança contra incêndios, riscos ergonômicos e fontes poluentes (PA 3 A.MO).	Indicar requisitos e parâmetros de segurança; evitar riscos ambientais em espaços físicos e <i>layout</i> ; evitar riscos de incêndios, condições insalubres e acidentes.	(I ^{9.A}) Entrevistas semiestruturadas; (I ^{10.A}) Relatórios da observação direta e/ou das filmagens (do processo e tempo de produção); (I ^{11.A}) Quadro de RA e de O ^{P+L} com Fluxograma; (I ^{34.A}) Fluxograma de Gestão, Inspeção, Controles e Certificação da Qualidade (F-GICCQ) no CB de produtos, serviços e processos;
3. Processos da Gestão de Pessoas (GP) no espaço físico e <i>layout</i> e procedimentos de trabalho coletivo e individual (PA 2 A.MO).	Melhorar o <i>layout</i> e a GP, formas de contratos, terceirizações, políticas de inclusão, trabalhos coletivos e individuais seguros, absenteísmos.	(I ^{35.A}) Fluxograma de Planejamento e Controle da Produção (F-PCP) no CB com foco em SP e perdas; (I ^{38.A}) Levantamento do espaço ocupado por pessoas nos locais de trabalho dos CPs no CB com foco em desperdícios de áreas (m ²); (I ^{39.A}) Fluxograma de Fabricação e Montagem (F-FM) do processo produtivo no CB com foco em SP e uso de ME pela MO.
4. Características dos estoques, tipos de informação, comunicação e controles, planos e procedimentos de estocagem (PA 4 A.MO).	Analisar desperdícios por falta de informação, de registros, de documentação, ou por dificuldades de uso, estoque e manuseio de MPs no <i>layout</i> .	
5. Nível de qualificação e perfil da equipe, habilidades e competências, dificuldades e necessidades de capacitação (PA 5 A.MO).	Analisar PPs e PCs e planejar estratégias para treinar e capacitar a equipe visando o aprimoramento técnico e reduzir perdas.	
6. Nível de leitura e interpretação do projeto do produto, e da qualidade de produtos, serviços, processo, P+L e <i>layout</i> (PA 6 A.MO).	Melhorar a leitura e interpretação de projetos e dos processos e uso do <i>layout</i> ; gestão e controle da qualidade e da P+L; evitar desperdícios.	
7. A sequência do processo produtivo no CB, a organização, o tempo utilizado e perdido durante as atividades, as esperas (PA 7 A.MO).	Mapear processos, melhorar a organização do trabalho e o aprendizado organizacional e evitar atrasos, esperas e a paralisação de atividades.	
8. A ocupação de áreas (m ²) utilizadas pela MO para executar atividades e as características ergonômicas (PA 8 A.MO).	Conhecer, analisar e/ou avaliar desperdícios de áreas (m ²) ocupadas por pessoas nos postos de trabalho e o conforto ergonômico.	
9. Linhas de fluxos gerenciais de PCP, fluxos da MO durante o processo produtivo no CB e os inter-relacionamentos de fluxos (PA 9 A.MO).	Conhecer, analisar e/ou avaliar desperdícios de fluxos, retornos, cruzamentos, o PCP, o uso e os deslocamentos da MO no <i>layout</i> do CB.	
10. Nível de interação entre as pessoas durante procedimentos e a P+L no <i>layout</i> do CB, e sistemas de sinalização (PA 10 A.MO).	Melhorar a interação entre pessoas, processos e a organização do trabalho, a sinalização, a motivação, os procedimentos e obter P+L.	

Fonte: Autora

Analisar e avaliar



Régua com IDI da RAG do projeto de L^{P+L} , com 10 objetivos para analisar, avaliar e sintetizar o CB.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
Contadores
Designer gráfico e [Eco]Designers
Arquitetos
Engenheiros
Engenheiros de Segurança do Trabalho
Equipe multidisciplinar
Colaboradores
Terceirizados

Elos de inovação:

I^{13.A}, I^{14.A}, I^{15.A}, I^{16.A}, I^{17.A}, I^{23.A}, I^{24.A}, I^{26.A}, I^{27.A}, I^{29.A}, I^{30.A}, I^{37.A}, I^{40.A}.

Quadro 25 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas - Ficha Técnica 2 (FT2). Planos de Ação (PA n^{Bloco A.Fator Mão-de-Obra}).

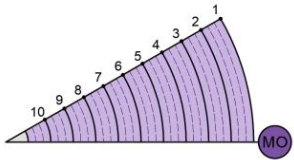
Fator Mão-de-Obra (MO): Análise Diagnóstica Integrado (*Layout* e P+L) do Cenário Base (CB) e Planos de Ação (PA).

Analisar Pontos Críticos (PCs) sobre *Layout* e Oportunidades de P+L (O^{P+L}) para melhorar processos, o *layout* e obter a P+L.

Analisar, avaliar e sintetizar:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. Legislação, cargos, funções, atribuições, atividades, procedimentos, Pontos Positivos (PPs), PCs e necessidades/MO (PA 1 ^{A.MO}).	Inserir a P+L na estrutura organizacional, em Cargos, funções, atribuições, atividades e procedimentos e promover processos ^{+Limpos} .	(I ^{12.A}) Desenho técnico cadastral do espaço físico e <i>Layout</i> do CB; (I ^{13.A}) Matriz de Análise do CB; (I ^{14.A}) Matriz de Análise de <i>Layout</i> e P+L do CB; (I ^{15.A}) Diagrama integrado (<i>Layout</i> e P+L) do CB; (I ^{16.A}) Caderno de desenho para análises/esboços sobre processos de trabalho da MO; (I ^{17.A}) Diagrama de Linhas de Fluxos Críticas (DLFC) no CB para MO; (I ^{22.A}) Tabela de áreas (m ²) gerenciais, de apoio e para a MO do CB e para C-PROJ; (I ^{23.A}) Diagrama de Relação de Áreas (DRA) do CB e (I ^{24.A}) DRA ^{+L} para C-PROJ; (I ^{25.A}) Tabela de linhas de fluxos do CB e estimativas de linhas de fluxo para C-PROJ; (I ^{26.A}) Gráfico de linhas de fluxos do CB e (I ^{27.A}) Gráfico de linhas de fluxos para C-PROJ; (I ^{27.A}) MapoFluxos (MF) de Planejamento e Controle da Produção ^{+Limpa} para C-PROJ (MF-PCP ^{+L}); (I ^{40.A}) MapoFluxos (MF) de Riscos Ambientais (MF-RA) para CB; (I ^{41.A}) Análise Ergonômica do Trabalho (AET); (I ^{42.A}) Dados quantitativos da capacidade da produção da MO por dia, semana e/ou mês x materiais no CB; (I ^{28.A}) Método dos 5 Porquês (5?); (I ^{29.A}) Lista de PPs e PCs; (I ^{30.A}) Lista de Oportunidades de P+L (O^{P+L}) para L^{P+L} ; (I ^{31.A}) Requisitos e Condicionantes de projeto (RC-PROJ).
2. Parâmetros de riscos ambientais físicos, químicos, biológicos, mecânicos (de acidentes e riscos de incêndios), ergonômicos e fontes de poluentes (PA 2 ^{A.MO}).	Planejar <i>layout</i> com parâmetros seguros, de conforto ambiental e integrado à P+L; evitar riscos ambientais, condições insalubres de trabalho, acidentes e incêndios.	
3. Características técnicas da gestão, espaço físico e <i>layout</i> para a GP; procedimentos de trabalho coletivo e individual (PA 3 ^{A.MO}).	Dimensionar e/ou melhorar espaços, políticas de GP com <i>layout</i> inclusivo, melhorar a política de inclusão e o trabalho coletivo e individual seguro.	
4. Processos e desperdícios por falta de informação e de controles, por dificuldades com estoques de MPs no <i>layout</i> (PA 4 ^{A.MO}).	Evitar desperdícios por falta de informação, de registros e de documentação, ou por dificuldades de uso, estoques e manuseio de MPs no <i>layout</i> .	
5. Dificuldades da equipe e na formação, necessidades de treinamento e capacitação técnica na função e em P+L (PA 5 ^{A.MO}).	Planejar estratégias, programar ações e projetos para treinar, capacitar a equipe e formar pessoas para o aprimoramento da função e em P+L.	
6. Dificuldades para ler e interpretar projetos de produtos, a qualidade de produtos, de serviços, de processos e o <i>layout</i> (PA 6 ^{A.MO}).	Melhorar a leitura e interpretação de projetos de produtos, processos e o uso do <i>layout</i> , controlar a qualidade, evitar desperdícios e atrasos.	
7. A sequência do processo produtivo, a organização, limpeza, padrão e o tempo utilizado durante as atividades (PA 7 ^{A.MO}).	Planejar e melhorar processos, organizar as áreas e melhorar a gestão organizacional; evitar atrasos e paralisar atividades.	
8. As áreas (m ²) ocupadas pelas pessoas no <i>layout</i> durante a execução das atividades e as características ergonômicas (PA 8 ^{A.MO}).	Dimensionar/configurar as áreas ocupadas pelas pessoas, adaptar às condições ergonômicas, melhorar produtividade e segurança.	
9. Fluxos gerenciais (PCP) e da MO durante o processo no CB e os inter-relacionamentos existentes (PA 9 ^{A.MO}).	Dimensionar fluxos ^{+L} de PCP ^{+L} , e da MO para L^{P+L} ; evitar desperdícios de fluxos, retornos e cruzamentos, e melhorar inter-relacionamentos.	
10. PCs e oportunidades de P+L, Requisitos e Condicionantes de projeto; processos e a organização do trabalho (PA 10 ^{A.MO}).	Implementar a interação entre pessoas, processos, <i>layout</i> e a P+L, melhorar o uso do <i>layout</i> , compatibilizar áreas, fluxos e o L^{P+L} .	

Fonte: Autora

Projetar, implementar, monitorar e controlar.



Régua com IDI da RAG do projeto de L^{P+L} , com 10 objetivos para projetar, implementar, monitorar, controlar e outras ações.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
Contadores
Designer gráfico e [Eco]Designers
Arquitetos
Engenheiros
Engenheiros de Segurança do Trabalho
Equipe multidisciplinar
Colaboradores
Terceirizados

*5S: Etapa 1: utilizar, organizar, limpar. Etapa 2: padronizar e disciplinar.
Elos de inovação:
CPs^{+L}, PP^{P+L} Integrador, IS^{P+L} (PP^{P+L}, SP^{+L}s, GSST^{+L}, G'P), Espaço Lab^{P+L}, PCP^{+L}, IDI, RAG.

Quadro 26 - Bloco A: Infraestrutura Gerencial e de Pessoas - Ficha Técnica 3 (FT3). Planos de Ação (PA n^{Bloco A.Fator Mão-de-Obra}).

Fator Mão-de-Obra (MO). Checklist Integrado (Layout e P+L) para implementar PA n (de 1 a 10) A.MO

Planos de Ação para implementar projeto de *Layout* integrado à P+L.

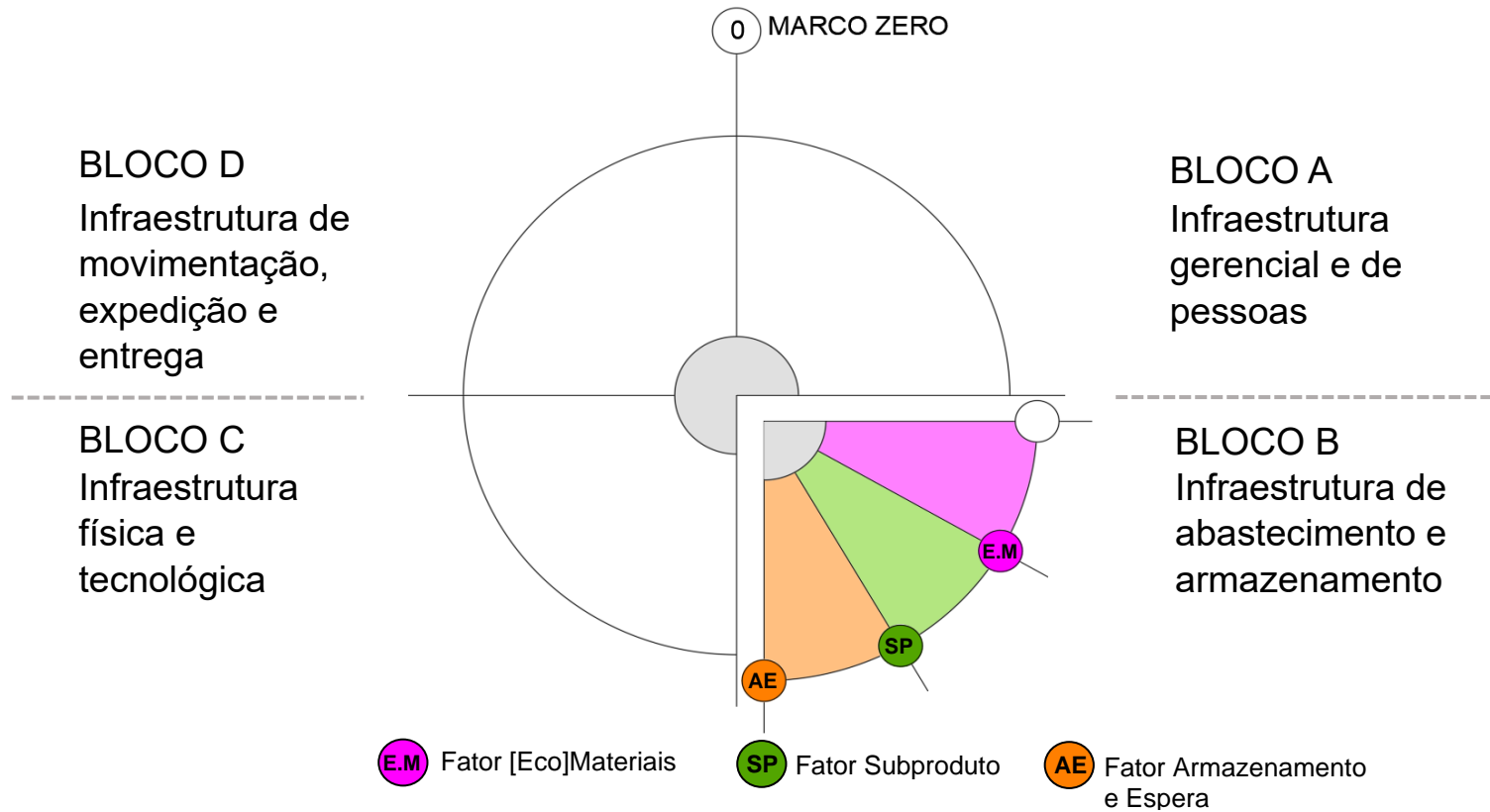
Projetar, implementar, monitorar/controlar e/ou	Para:	Indicadores de Desempenho:
1. Cargos, funções, atribuições, mapas de processos e Centros de Produção ^{+L} (CPs ^{+L}) integrando a legislação e a P+L (PA 1 ^{A.MO}).	Promover estrutura organizacional com processos ^{+L} ; não gerar e/ou reduzir perdas produtivas sistematicamente nos CPs ^{+L} .	(ID1) Avaliação comparativa entre Cenário Base (CB) e C-PROJ; (ID2) % realizado; (ID3) Número de registros de ideias; (ID4) % de cumprimento de normas legais e NTs de saúde e trabalho; (ID5) % de redução de riscos ambientais;
2. Conforto ambiental e o Combate a Incêndios (CI), Sistema de Gestão da Saúde e Segurança no Trabalho ^{+L} (SGSST ^{+L}) (PA 2 ^{A.MO}).	Promover melhorias estruturais e contínuas de conforto ambiental e de segurança para as pessoas; evitar e reduzir riscos ambientais.	(ID6) Quantidade de treinamentos em P+L e otimização de processos; (ID7) % de processos otimizados; (ID8) Quantidade de treinamento para uso do L^{P+L} ;
3. Projetar espaços para Gestão Integrativa de Pessoas (G'P), interação, trabalho cooperativo e individual salubre e seguro (PA 3 ^{A.MO}).	Facilitar políticas de G'P e <i>layout</i> inclusivo, aumentar a produtividade, evitar e/ou reduzir riscos, insalubridades e ausências.	(ID9) Quantidade de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&DI); (ID10) % de redução de acidentes e de riscos de incêndios;
4. Melhorar processos e procedimentos de informação, planejamento, manuseio e controle de MPs nos estoques com GV e PVI (PA 4 ^{A.MO}).	Melhorar fluxos de informações e o controle dos estoques; reduzir tempo de execução e desperdícios por dificuldades ou conflitos.	(ID11) % de redução de perdas ou desperdícios produtivos; (ID12) % de melhorias em conforto ambiental; (ID13) Quant. de ausências;
5. Espaço Lab ^{P+L} ; cursos de capacitação e de geração de alternativas em P+L; Sistema de Sinalética L^{P+L} (SSL ^{P+L}) (PA 5 ^{A.MO}).	Aprendizado organizacional em P+L, melhorar processos, produtividade e P+L, dar autonomia e continuidade nas ações.	(ID14) % de redução de erros, de atrasos e de tempo de produção; (ID15) Roda de Avaliação Global do projeto L^{P+L} (RAG).
6. Projetos de Produtos ^{P+L} (PP ^{P+L}) Integrador para facilitar leitura, interpretação e a transferência de informações (PA 6 ^{A.MO}).	Reduzir desperdícios por dificuldades de interpretação de projetos; menor tempo de execução dos produtos e facilitar capacitação.	(ID16) % de áreas de trabalho otimizadas e seguras para pessoas;
7. Sequenciar processos e áreas; melhorar a gestão, a organização, a limpeza, aplicar 5S* e reduzir tempo de produção (PA 7 ^{A.MO}).	Melhorar processos; evitar atrasos e paralisar atividades; reduzir tempo de entrega e aumentar a produtividade da MO.	(ID17) % de processos e fluxos de estoques otimizados; (ID18) % de redução de linhas críticas e obstruções; (ID19) % de redução de deslocamentos da MO com retornos e cruzamentos;
8. Planta de CPs ^{+L} com áreas (m ²) adaptadas às características ergonômicas e condições psicofisiológicas do ser humano (PA 8 ^{A.MO}).	Adaptar o trabalho às condições ergonômicas de alcance, movimentação e menor esforço; evitar riscos e aumentar a produtividade.	(ID20) % de linhas de fluxos de pessoas otimizados;
9. Fluxos ^{+L} para o PCP ^{+L} e para a MO no L^{P+L} ; reduzir distâncias percorridas, sequências e movimentações nos setores e entre CPs ^{+L} (PA 9 ^{A.MO}).	Melhorar e organizar fluxos ^{+L} de trabalho; evitar desperdícios, retornos e cruzamentos de fluxos; reduzir tempo de produção; evitar atrasos e aumentar a produtividade.	(ID21) % de aumento de produtividade da MO;
10. Interação de Sistemas (IS ^{P+L}): compatibilizar PP ^{P+L} , Sistema de Produção ^{+L} e seguro (SP ^{+L} s), GSST ^{+L} , G'P (PA 10 ^{A.MO}).	L^{P+L} , interação entre pessoas, processos, procedimentos, <i>layout</i> e a P+L; melhorar áreas e fluxos, e evitar riscos ambientais.	(ID22) % de redução de atrasos e demoras da MO;

Fonte: Autora

BLOCO B: Infraestrutura de abastecimento e armazenamento

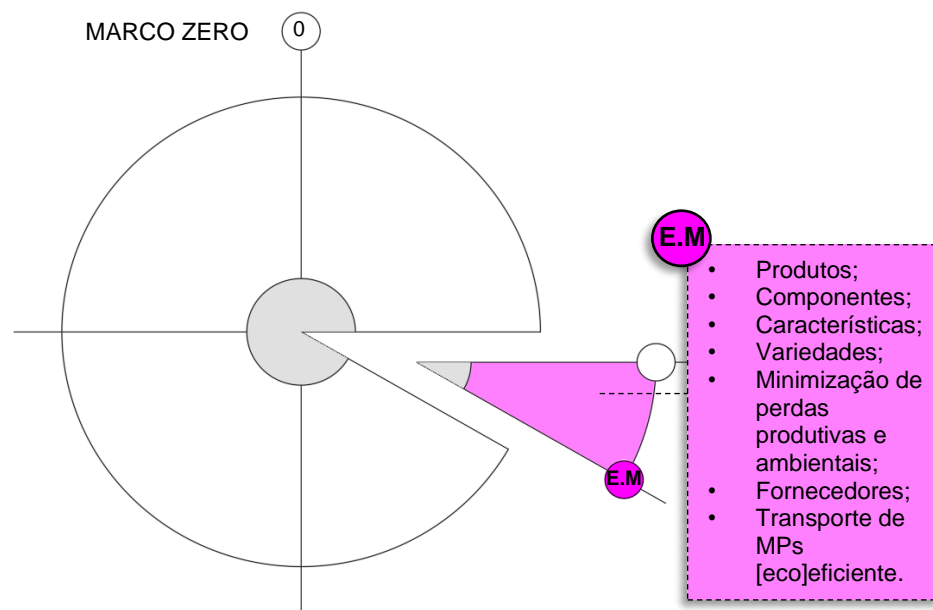
O Bloco B é composto pelos fatores: [Eco]materiais (E.M), Subprodutos (SP) e Armazenamento e Espera (AE). A Figura 50 apresenta o conjunto de fatores relacionados ao Bloco B.

Figura 50 - Bloco B: Infraestrutura de abastecimento e armazenamento



O fator **[Eco]Materiais (E.M)** discute, por meio de Planos de Ação (PA n^{Bloco.Fator}), as características das Matérias-Primas (MPs), de materiais diversos, peças e componentes envolvidos nos processos de produção e P+L, a [eco]eficiência de fornecedores e materiais, a não geração de toxidades e de poluentes; promove compras de materiais *mais limpos*, [eco]compras, e processos de transformação na cadeia de fornecedores; incentiva as Oportunidades de P+L (O^{P+L}) e de melhorias produtivas, o comprometimento e as mudanças de posicionamento ambiental para evitar, eliminar e/ou reduzir desperdícios de MPs com descartes e perdas produtivas e ambientais. A Figura 51 apresenta e define o fator **[Eco]Materiais (E.M)** do Bloco B.

Figura 51 - Bloco B: Fator [Eco]Materiais (E.M)



E.M Fator [Eco]Materiais (E.M):

O que é?

- ✓ Matérias-Primas (MPs), materiais, peças e componentes que fazem parte dos serviços, dos produtos e do processo;
- ✓ Aquisição de [Eco]Materiais, elo inovador do projeto de L^{P+L};
- ✓ Incentivo a [Eco]Compras, elo inovador do projeto de L^{P+L};
- ✓ Características, propriedades e toxidades de materiais e [eco]materiais;
- ✓ Racionalização de uso de MPs, de materiais, de água e energia, e de embalagens; uso de embalagens^{+Limpas}, elos inovadores;
- ✓ Desintoxicação de produtos e [eco]eficiência de processo, elo inovador;
- ✓ Quantidades de [eco]materiais necessários para a produção;
- ✓ Variedades de [eco]materiais necessários para a produção;
- ✓ Sequência de processamento de [eco]materiais para serviços e produtos;
- ✓ Análise da Cadeia de Fornecedores (ACF): local, transporte e [eco]eficiência, redução de emissões de poluentes no ar, elo inovador;
- ✓ Rastreabilidade da origem, elo inovador do projeto de L^{P+L};
- ✓ Cumprimento de Normas Técnicas (NTs) para [eco]materiais;
- ✓ Otimização da ocupação de áreas e de fluxos com [eco]materiais;
- ✓ Acompanhamento, monitoramento e/ou avaliação dos objetivos e melhoria contínua dos parâmetros de [eco]materiais, do *Layout* e DP&SA.

Fonte: Autora.

Elos de inovação do projeto de L^{P+L} , fator E.M (quadro 27):

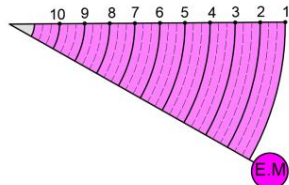
Quadro 27 - ELOS INOVADORES do projeto de $[R]L^{P+L}$, Fator $[Eco]Materiais$ (E.M):
<p>- <u>Fator $[Eco]Materiais$ (E.M):</u> é elo inovador e integrador das duas áreas de conhecimento, <i>layout</i> e P+L, uma vez que tem como requisito soluções para desintoxicar a produção com MPs mais Limpas e/ou atóxicas para aumentar e melhorar o uso e aproveitamento de MPs, e para organizar e melhorar as áreas e fluxos no <i>layout</i> evitando a geração de desperdícios, de perdas produtivas e ambientais na fonte geradora; contribuem para elevar o Desempenho Produtivo e SocioAmbiental (DP&SA) do sistema produtivo e <i>layout</i>.</p> <p>- <u>Adquirir $[Eco]Materiais$ junto a fornecedores $[eco]eficientes$,</u> MPs com processos^{+L}, atóxicos, de baixo uso energético, promove a P+L no setor de compras e na cadeia de fornecedores visando evitar e/ou reduzir perdas produtivas nas áreas e processos. O fator $[Eco]Materiais$, $Materiais^{+L}$ e com - toxidades, introduz MPs^{+L} na Planta e reduz riscos ambientais.</p> <p>- <u>Criar a Responsabilidade Ambiental Colaborativa e Compartilhada de MPs (RACC-MPs):</u> viabiliza disseminar a P+L junto aos fornecedores, a desintoxicação da produção, a Logística Reversa (LR) e a rastreabilidade de MPs, incentivando a circularidade;</p> <p>- <u>Racionalização e uso de $[eco]materiais$, a LR e rastreabilidade integrada ao L^{P+L}:</u></p> <p>- <u>Sistema de Gestão Visual de MPs (GV-MPs) no L^{P+L}:</u> criar linguagem visual e Painel Visual Integrado (PVI) de entradas de MPs no CPs^{+L} para identificar e localizar E.M, facilita gestão e controle de entrada, localização e uso de MPs no sistema produtivo e L^{P+L};</p> <p>- <u>Sistema de Sinalética L^{P+L} (SSL^{P+L})</u> para MPs: identifica MPs e facilita processos;</p> <p>- <u>Mapa de riscos ambientais e toxidades de MPs com localização no <i>layout</i> e quadro de OP^{+L}:</u> a integração da SGV-MPs e da listagem de OP^{+L} facilita a gestão^{+L} e o controle de entrada, localização e uso de materiais e $[Eco]Materiais$ no sistema produtivo e <i>layout</i>;</p> <p>- <u>Projeto do Produto^{P+L} (PPP^{+L}):</u> a organização de espaço físico para elaborar PPP^{+L} com mostruários de materiais e de E.M, composições e especificações^{+L} e portfólios, planos de corte e de uso de MPs e de subprodutos (projeto de uso, separação, catalogação e guarda) facilitam a gestão^{+L}, o manuseio e o controle de materiais e $[Eco]Materiais$ no sistema e <i>layout</i>;</p> <p>- <u>Mapas de Fluxos^{+L} de abastecimento de MPs e insumos no L^{P+L}:</u> amplia a capacidade produtiva da planta, reduz distâncias, evita desperdícios com obstruções, retornos e cruzamentos; ordenam, otimizam e promovem fluidez na produção e no L^{P+L}.</p> <p>- <u>Racionalização e máximo aproveitamento de áreas para MPs e insumos no L^{P+L}:</u> amplia a capacidade produtiva da planta e promove organização e controle de materiais em processo;</p> <p>- <u>A organização e controle de rendimentos e de usos de MPs e de insumos,</u> amplia a capacidade produtiva da planta, monitora o sistema, otimiza a produção e promove a P+L;</p> <p>- <u>Fichas Técnicas (FT1, FT2 e FT3):</u> <i>Checklists</i> Integrados são inovação do método de $[R]L^{P+L}$, apresentam Instrumentos ($I^{n^o.A}$) de trabalho inovadores e IDIs para implementar L^{P+L};</p> <p>- <u>Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de L^{P+L}</u> é elo de inovação de monitoramento.</p>

Fonte: Autora.

Os quadros 28, 29 e 30 apresentam os PAs para o fator de projeto de L^{P+L} **$[Eco]Materiais$ (E.M).**

O quadro 28 traz a FT1 que detalha 10 objetivos para identificar e descrever características do *Layout* e da P+L no CB e expõe *Checklist* Integrado (*Layout* e P+L), a equipe e Instrumentos de trabalho ($I^{n^o.B}$). No quadro 29, a FT2 apresenta PAs, a equipe e $I^{n^o.B}$ para ADI relacionadas à FT1 (E.M). O quadro 30, FT3, refere-se aos PAs para projeto de L^{P+L} , apresenta justificativas e estabelece IDI para avaliar e comparar o CB e o C-PROJ.

Identificar e descrever



Régua com Indicadores de Desempenho de Integração (IDI) da Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L}, com 10 objetivos para identificar e descrever o CB.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
Economistas
Engenheiros
Engenheiros de materiais, de produção, ambientais e químicos
Designers de produtos
Arquitetos
Equipe multidisciplinar

Elos de inovação:

1^{1.B}, 1^{2.C}, 1^{6.B}, 1^{7.B}, 1^{8.B}, 1^{11.B}, 1^{44.B}.

Quadro 28 - Bloco B. Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento - Ficha Técnica 1 (FT1). PA n Bloco B.Fator [Eco]Materiais.

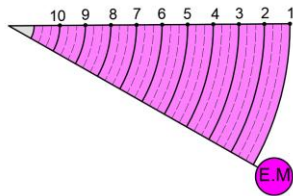
Fator [Eco]Materiais (E.M): Checklist Integrado (Layout e P+L) para coleta de dados e PA n (de 1 a 10) B.E.M

Identificar e descrever as características do *Layout* e da P+L no CB. Visita Técnica (VT):

Identificar e descrever:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. Matérias-Primas (MPs), materiais diversos, peças, componentes e insumos que compõem os produtos acabados (PA 1 B.E.M).	Conhecer a infraestrutura de abastecimento da empresa, os materiais que entram no sistema de produção visando a aquisição de [Eco]Materiais.	(1 ^{1.B}) Checklist Integrado; (1 ^{2.B}) Diário de Bordo do projeto; (1 ^{3.B}) Pesquisa documental do CB; (1 ^{4.B}) Levantamento fotográfico e vídeo cadastral das MPs/materiais, rótulos, etiquetas, selos de certificação, produtos e processos;
2. Propriedades químicas, físicas e biológicas das Matérias-Primas (MPs), materiais, peças, componentes e insumos (PA 2 B.E.M).	Localizar materiais no <i>layout</i> de acordo com as propriedades e segurança; conhecer o potencial e promover o reuso, evitar riscos e desperdícios.	(1 ^{5.B}) Levantamento métrico cadastral do espaço físico, áreas (m ²), com locação da infraestrutura física, tecnológica e de abastecimento das MPs e materiais diversos no <i>layout</i> do CB; (1 ^{6.B}) Programa de necessidades ^{+L} para L ^{P+L} ;
3. Materiais poluentes e tóxicos envolvidos na produção das MPs, materiais e embalagens recebidas para a produção (PA 3 B.E.M).	Conhecer e analisar os materiais poluentes e tóxicos, melhorar o uso e evitar descartes, promover coleta e reuso interno/externo seguro.	(1 ^{7.B}) Fluxograma de Abastecimento de MPs e SP para estoques no CB; (1 ^{8.B}) Fluxograma de Abastecimento de MPs e SP para a produção no CB, com foco em SP e perdas produtivas;
4. Fornecedores de MPs e embalagens com ou sem certificação ambiental, o local da fábrica e dos distribuidores (PA 4 B.E.M).	Analisar distâncias percorridas, rastreabilidade e a Responsabilidade Ambiental Colaborativa e Compartilhada de MPs (RACC ^{MPs}).	(1 ^{9.B}) Entrevistas semiestruturadas; (1 ^{10.B}) Relatórios da observação direta e/ou das filmagens, das MPs e materiais no CB (processo x t);
5. Nível de capacitação da equipe no setor de compras, projetos e produção em relação ao local e manuseio de materiais (PA 5 B.E.M)	Analisar dificuldades em especificações de projetos, compras de Materiais ^{+Limpos} (M ^{+L}) e no manuseio de materiais; evitar perdas produtivas.	(1 ^{11.B}) Quadro de Riscos Ambientais (RA) e de O ^{P+L} com Fluxograma; (1 ^{33.B}) Mapeamento de fornecedores, distâncias percorridas e custos com transporte no CB;
6. As MPs, materiais diversos, peças e componentes utilizados nos projetos dos produtos e os processos (PA 6 B.E.M).	Conhecer e analisar os materiais utilizados, a forma de aproveitamento, o processo de fabricação, as sobras após o processamento.	(1 ^{42.B}) Dados quantitativos da demanda diária, semanal e/ou mensal x materiais x capacidade da produção no CB;
7. As quantidades e variedades de produtos e de MPs, a demanda, o ritmo, o nível e a capacidade de produção (PA 7 B.E.M).	Conhecer dados quantitativos do sistema, necessidades de abastecimento nos setores por demanda; excessos, esperas e atrasos de MPs.	(1 ^{43.B}) Coleta de amostras das MPs e embalagens no CB; (1 ^{44.B}) Protocolo, e acompanhamento da produção de Produto Teste 1 (pt1) em atividade de imersão.
8. Áreas (m ²) ocupadas pelas MPs, materiais diversos, peças, componentes, embalagens, sobras e descartes nos Centros de Produção (CPs) (PA 8 B.E.M).	Entender necessidades de áreas (m ²) para materiais nos CPs e setores, localizar e medir as áreas (m ²) no CB e planejar melhorias para a acomodação dos materiais no C-PROJ.	
9. Os caminhos percorridos por MPs, materiais diversos e insumos durante o processo de fabricação (PA 9 B.E.M).	Conhecer, localizar e analisar as linhas de fluxos de MPs, materiais diversos e insumos, a sequência dos processos, as paradas e esperas.	
10. O nível de aproveitamento das MPs, materiais diversos e insumos utilizados na fabricação dos produtos (PA 10 B.E.M).	Conhecer e analisar o rendimento das MPs no Sistema de Produção, balanço de massa base, visando aumentar o aproveitamento de MPs.	

Fonte: Autora.

Analisar e avaliar



Régua de IDI da RAG do projeto de L^{P+L} , com 10 objetivos para analisar, avaliar e sintetizar o CB.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
Economistas
Engenheiros
Engenheiros de materiais,
de produção, ambientais e
químicos
Designers de produtos
Arquitetos
Equipe multidisciplinar

Elos de inovação:

I^{13.B}, I^{14.B}, I^{15.B}, I^{16.B}, I^{17.B}, I^{23.B}, I^{24.B}, I^{26.B}, I^{27.B}, I^{29.B}, I^{30.B}, I^{40.B}, I^{46.B}.

Quadro 29 - Bloco B: Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento. Ficha Técnica 2 (FT2). (PA n Bloco B.Fator [Eco]Materiais).

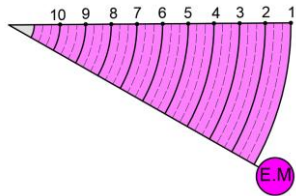
Fator [Eco]Materiais (E.M): Análise Diagnóstica Integrada (*Layout* e P+L) do Cenário Base (CB) e Planos de Ação (PA)

Analisar Pontos Críticos (PCs) sobre *Layout* e Oportunidades de P+L (O^{P+L}) para melhorar processos, o *layout* e obter a P+L.

Analisar, avaliar e sintetizar:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. Características técnicas, forma e estrutura das Matérias-Primas (MPs), materiais diversos, peças e componentes (PA 1 ^{B.E.M})	Dimensionar e/ou melhorar espaços para MPs, promover a aquisição de [Eco]Materiais e a P+L, evitar danos, perdas e desperdícios.	(I ^{12.B}) Desenho técnico cadastral do espaço físico e <i>Layout</i> do CB com a demarcação das áreas com MPs, materiais, peças, componentes, embalagens e produtos;
2. Propriedades químicas, físicas e biológicas das MPs, materiais, peças, componentes e insumos (PA 2 ^{B.E.M}).	Distinguir as propriedades de [Eco]materiais, planejar o processo de acordo com as características, evitar riscos, danos e perdas.	(I ^{13.B}) Matriz de Análise do CB; (I ^{14.B}) Matriz de Análise de <i>Layout</i> e P+L do CB;
3. Toxidades das MPs, materiais, peças, componentes e embalagens das MPs e dos produtos acabados (PA 3 ^{B.E.M}).	Substituir materiais poluentes e tóxicos de MPs e embalagens; dimensionar espaços, processos e a coleta de embalagens para evitar descartes.	(I ^{15.B}) Diagrama integrado (<i>Layout</i> e P+L) do CB; (I ^{16.B}) Caderno de desenho para análises funcionais, estruturais e morfológicas de materiais/produtos;
4. Nível de RACC ^{MPs} , distâncias percorridas pelos fornecedores da fábrica ao distribuidor e empresa (PA 4 ^{B.E.M}).	Promover a P+L na cadeia de suprimentos, a rastreabilidade e abastecimento ^{+Limpo} ; reduzir embalagens e emissões de poluentes no ar.	(I ^{17.B}) Diagrama de Linhas de Fluxos Críticas (DLFC) no CB para E.M; (I ^{22.B}) Tabela de áreas (m ²) com MPs do CB e para C-PROJ;
5. Oportunidades para capacitar a equipe em P+L, no setor de compras, projetos, produção, localização e manuseio de MPs (PA 5 ^{B.E.M}).	Aprendizado organizacional em P+L, aquisição de Materiais ^{+Limpos} (M ^{+L}), romper dificuldades para especificar e comprar [Eco]Materiais (E.M).	(I ^{23.B}) Diagrama de Relação de Áreas (DRA) com MPs no CB e (I ^{24.B}) DRA ^{+L} para C-PROJ;
6. Projetos de produtos e possibilidades de substituir, modificar, melhorar e racionalizar o uso de MPs no projeto do produto (PA 6 ^{B.E.M}).	Aumentar o aproveitamento das MPs, evitar a geração de poluentes, promover a P+L desde o projeto do produto e no processo de fabricação.	(I ^{25.B}) Tabela de linhas de fluxos de MPs (m linear) no CB e estimativas de linhas de fluxos para C-PROJ;
7. PCs e desequilíbrios entre abastecimento de MPs, ritmo e capacidade de produção; esperas e atrasos (PA 7 ^{B.E.M}).	Dimensionar e melhorar o manuseio e processamento de MPs por áreas e setores, reduzir perdas, excessos, esperas e demoras.	(I ^{26.B}) Gráfico de linhas de fluxos dos materiais do CB e (I ^{27.A}) para o C-PROJ;
8. A localização e ocupação de áreas (m ²) com MPs, materiais, embalagens, sobras ou descartes em CPs e setores (PA 8 ^{B.E.M}).	Dimensionar e melhorar a ocupação das áreas (m ²) nos CPs durante o processamento de MPs; evitar desperdícios, retornos e cruzamentos.	(I ^{40.B}) MapoFluxos (MF) de Riscos Ambientais (MF-RA) para CB; (I ^{45.B}) MapoFluxos (MF) de toxidades de MPs no CB e C-PROJ;
9. Linhas de fluxos de MPs, materiais, peças, componentes e insumos, e a sequência de uso de materiais nos processos (PA 9 ^{B.E.M}).	Dimensionar e melhorar os fluxos de abastecimento de materiais para estoques e para a produção; e reduzir perdas produtivas.	(I ^{46.B}) Análise de Balanço de Massa (ABM) no CB de pt1; (I ^{28.B}) Método dos 5 Porquês (5?); (I ^{29.B}) Lista de Pontos Positivos (PPs) e Pontos Críticos (PCs);
10. PCs, O^{P+L} , Requisitos e Condicionantes de projeto (RC-PROJ), rendimento de MPs e insumos, balanço de massa (PA 10 ^{B.E.M}).	Maximizar o aproveitamento e o rendimento das MPs, materiais diversos, peças e componentes, e gerar oportunidades de melhoria e de P+L.	(I ^{30.B}) Lista de Oportunidades de P+L (O^{P+L}) para L^{P+L} ; (I ^{31.B}) Requisitos e Condicionantes de projeto (RC-PROJ).

Fonte: Autora

Projetar, implementar, monitorar e controlar.



Régua de IDI da RAG do projeto de L^{P+L}, com 10 objetivos para projetar, implementar, monitorar, controlar e outras ações

Quem?

- Pesquisadores
- Empreendedores
- Gestores
- Economistas
- Engenheiros
- Engenheiros de materiais, de produção, ambientais e químicos
- Designers de produtos
- Arquitetos
- Equipe multidisciplinar

Elos de inovação:

DAS⁺, GV - MPs, PVI, M^{+L}, PP^{P+L}, P^{+L}, PP^{+L}, SSL^{P+L}, IDI, RAG, racionalização e uso de [eco]materiais, LR e rastreabilidade integrada ao L^{P+L}.

Quadro 30 - Bloco B: Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento - Ficha Técnica 3 (FT3). (PA n Bloco B.Fator [Eco]Materiais).

Fator [Eco]Materiais (E.M): Checklist Integrado (Layout e P+L) para implementar PA n (de 1 a 10) B.E.M

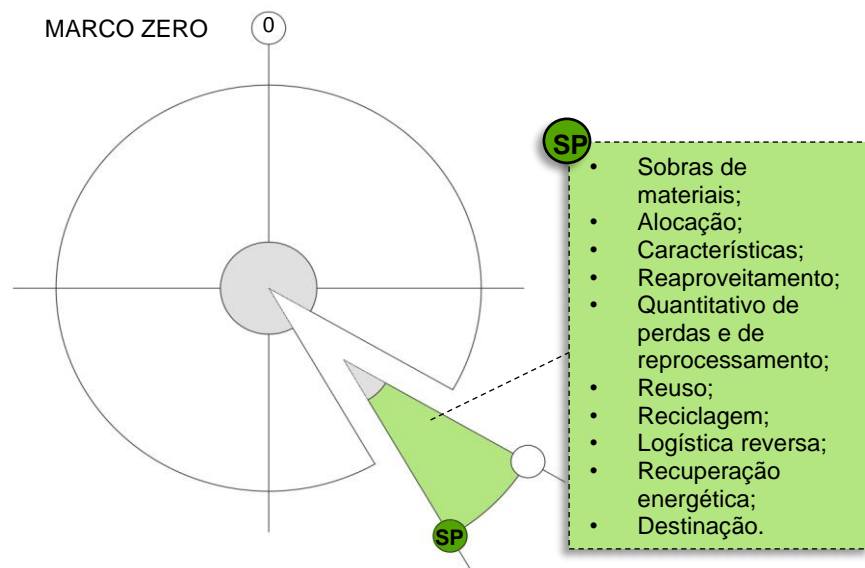
Planos de Ação para implementar projeto de Layout integrado à P+L.

Projetar, implementar, monitorar/controlar e/ou:	Para:	Indicadores de Desempenho:
1. Adquirir [eco]materiais junto a fornecedores [eco]eficientes, MPs com processos ^{+Limpos} , atóxicos, de baixo uso energético (PA 1 ^{B.E.M}).	Desempenho Produtivo & SocioAmbiental (DP&SA) ⁺ ; P+L no setor de compras, áreas e processos ^{+L} ; evitar e/ou reduzir perdas.	(ID1) Avaliação comparativa entre CB e C-PROJ; (ID2) % realizado; (ID3) % de [eco]materiais adquiridos como MPs e embalagens; e % utilizado;
2. Estoques de MPs para [eco]materiais; Sistema de Gestão Visual de MPs (SGV-MPs) e Painéis Visuais Integrados (PVI) (PA 2 ^{B.E.M}).	Promover segurança e organização dos estoques e das áreas e CPs; evitar danos e melhorar o uso de MPs; criar linguagem visual.	(ID4) % de redução de sobras; (ID5) Aumento do rendimento das MPs com uso e reuso;
3. Substituir materiais poluentes e tóxicos por Materiais ^{+Limpos} (M ^{+L}), reaproveitáveis e não prejudiciais ao meio ambiente (PA 3 ^{B.E.M}).	Melhorar DP&SA, cumprir NTs; evitar ou reduzir substâncias poluentes e tóxicas, custos ambientais, descartes e riscos.	(ID6) % de aproveitamento/MPs; (ID7) % de redução de toxidades em MPs, produtos e embalagens;
4. A RACC de MPs; priorizar processos ^{+L} ; Logística Reversa (LR) e rastreabilidade da origem (PA 4 ^{B.E.M}).	Abastecimento ^{+Limpos} ; promover a P+L na cadeia de fornecedores, reduzir distâncias, emissões atmosféricas poluentes e tempo de transporte.	(ID8) % de reuso de embalagens; (ID9) % de [eco]fornecedores; (ID10) % de redução de distâncias percorridas;
5. Capacitar equipe em P+L, em aquisição e uso de MPs ^{+L} ; implantar Sistema de Sinalética L ^{P+L} (SSL ^{P+L}) para MPs; melhorar processos e o uso do L ^{P+L} (PA 5 ^{B.E.M}).	Aprendizado organizacional sistemático e contínuo em P+L; aquisição de [Eco]Materiais; aumentar o uso e manuseio ^{+Limpo} das MPs e do L ^{P+L} .	(ID11) % de redução de tempo, (ID12) custos com transportes de MPs; (ID13) % de redução de emissões de poluentes no ar; (ID14) % de [eco]materiais e de MPs de reuso especificados;
6. Projeto do Produto ^{P+L} (PP ^{P+L}) com composição e especificação ^{+L} integradas ao Processo de P+L (PP ^{+L}) e L ^{P+L} (PA 6 ^{B.E.M}).	Aumentar o uso de MPs durante processo de projeto do produto e fabricação; substituir MPs poluentes e tóxicos; flexibilizar e promover a P+L.	(ID15) Roda de Avaliação Global do projeto L ^{P+L} (RAG). (ID16) Quantidade de cursos, parcerias e P&DI p/[eco]materiais;
7. Controle de capacidade e ritmo de produção com demanda e projeto de L ^{P+L} ; PVI de entradas de MPs no CPs ^{+L} (PA 7 ^{B.E.M}).	Controlar entradas e saídas de MPs nos CPs; evitar obstruções, gargalos, esperas, atrasos, falta ou excesso de MPs e de espaço.	(ID17) % de redução de esperas, demoras, atrasos e/ou filas; (ID18) Aumento da capacidade de produção da planta;
8. Máximo aproveitamento das áreas (m ²) durante o processamento nos CPs ^{+L} ; ampliar a capacidade produtiva da planta (PA 8 ^{B.E.M}).	Evitar materiais dispersos e em espera nos CPs ^{+L} , áreas obstruídas, sem uso, ou com excessos de ocupação.	(ID19) % de otimização de fluxos de abastecimento; (ID20) % de redução de retornos, cruzamentos,
9. Fluxos ^{+L} de abastecimento e mapas de processos ^{+L} ; melhorar, organizar fluxos durante entradas e saídas de MPs (PA 9 ^{B.E.M}).	Melhorar processos; evitar obstruções, retornos, cruzamentos de linhas de fluxos, deslocamentos longos e desnecessários, esperas e demoras.	obstruções/interrupções de fluxos; (ID21) % de otimização de áreas, com redução de obstruções de pisos, de áreas para descartes de MPs ou sem uso;
10. Racionalização e controle de rendimentos e usos de MPs e insumos; compatibilizar projetos ^{+L} e processos ^{+L} (PA 10 ^{B.E.M}).	Aumentar o uso e aproveitamento de MPs; evitar e/ou reduzir desperdícios durante a produção; obter a produção de Produto ^{+Limpos} (P ^{+L}).	

Fonte: Autora

O fator **Subprodutos (SP)** discute, por meio de Planos de Ação (PA n^{Bloco.Fator}), perdas produtivas, desperdícios, descartes e sobras de materiais após o processamento, o reuso e a reciclagem internos e externos, planejamento e controle para não gerar perdas, desperdícios e poluentes, formas para maximizar o uso de recursos naturais e para evitar, prevenir, reduzir desperdícios com perdas produtivas. Pretende conferir às sobras de materiais, após processamento, status de subprodutos, materiais com valor agregado que, ao serem reinseridos no sistema, entram como MP para gerar novos produtos, promovem mudanças de desempenho e de posicionamento ambiental, incentivam processos de transformação, comprometimento com a P+L, aumento da produtividade dos recursos. O fator SP é elo inovador deste método. A Figura 52 apresenta e define o fator SP.

Figura 52 - Bloco B: Fator Subprodutos (SP)



SP Fator Subprodutos (SP):

O que é?

- ✓ Sobras de Matérias-Primas (MPs) que podem ser reaproveitadas durante e/ou após n processamentos; tipos, características e organização de sobras de MPs, é elo inovador do método de L^{P+L} ;
- ✓ Não gerar descartes, poluentes e/ou perdas produtivas é elo inovador;
- ✓ Evitar e/ou reduzir descartes de MPs e subprodutos é elo inovador;
- ✓ Reuso e reciclagem internos e/ou externos de subprodutos após o primeiro, segundo ou n processamentos é elo inovador;
- ✓ Responsabilidade compartilhada e colaborativa de fornecedores e do setor de Projetos de Produtos^{P+L} (PPP^{P+L}) e Logística Reversa (LR) é elo inovador;
- ✓ Substituir termo resíduos (perdas) por subprodutos, MPs de valor agregado com potencial para reuso e reciclagem internos e externos, e economia circular que em novos processamentos geram novos produtos é elo inovador.
- ✓ Capacitação e reposicionamento ambiental da empresa;
- ✓ Melhorar a ocupação de áreas e de fluxos com sobras de MPs localdas nas áreas do *layout* e fluxos de subprodutos é elo inovador;
- ✓ Acompanhar, monitorar e/ou avaliar os objetivos e melhorias contínuas dos parâmetros de Subprodutos, do *Layout* e P+L, do DP&SA.

Fonte: Autora

Elos de inovação do projeto de L^{P+L} , fator Subproduto (quadro 31):

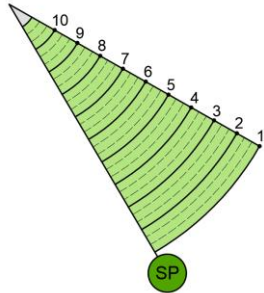
Quadro 31 - ELOS INOVADORES do projeto de L^{P+L} , Fator Subproduto (SP):
<p>- <u>Fator Subproduto (SP)</u> é elo inovador e integrador das duas áreas de conhecimento, <i>Layout</i> e <i>P+L</i>, pois soluções que reusem e reciclem SP gerados no sistema, e que organizem e otimizem as áreas e fluxos no <i>layout</i>, contribuem positivamente para a <i>P+L</i> e para o Desempenho Produtivo e Socioambiental (DP&SA) do Sistema Produtivo e <i>layout</i>.</p> <p>- <u>Sistema de Gestão de SP (SGSP)</u>: criar SGSP para organizar as ações e procedimentos, viabilizam o DP&SA de pequenos negócios e facilita atingir os ODS;</p> <p>- <u>Mapas de Procedimentos^{+L/SP} (M-Proc^{+L/SP}) para SP</u>: a implantação de M-Proc^{+L/SP} orienta ações de reaproveitamento das sobras de MPs e Subprodutos (SP) do sistema, gera Reuso e Reciclagem Interno (RRI) e Externo (RRE), aprendizado organizacional e valorização de SP no L^{P+L}, reduz custos associados a descartes, perdas produtivas e ambientais.</p> <p>- <u>Sistema de Reuso e Reciclagem Interna de Subprodutos (SRRI^{SP})</u>: o SRRI^{SP} integrado ao projeto de L^{P+L} potencializa o aprendizado organizacional em <i>P+L</i>, evita obstruções de áreas de piso, paredes e bancadas, otimiza a ocupação das áreas e os fluxos, evita retornos, cruzamentos e interrupções na produção, eleva a produtividade do sistema e reduz custos associados a descartes e desperdícios produtivos e ambientais.</p> <p>- <u>Sistema de Reuso e Reciclagem Externo de Subprodutos (SRRE^{SP})</u>: o SRRE^{SP} integrado ao projeto de L^{P+L} também potencializa o aprendizado organizacional em <i>P+L</i>, eleva a produtividade e reduz custos com descartes; além disso, está associado ao DP&SA por integrar a empresa na cadeia fornecedora de SP como MPs de entrada para outros sistemas.</p> <p>- <u>Planta de Centros de Produção^{+L} (CPs^{+L})</u>: dimensionar e planejar CPs^{+L} com previsão para RRI e RRE amplia a capacidade produtiva da planta, otimiza áreas (m²) e fluxos^{+L} para SP integrado aos fluxos de produção e de abastecimento para entradas e saídas de MPs dos CPs^{+L}; aumenta a produtividade e a <i>P+L</i>, promove melhorias no processo e <i>layout</i>;</p> <p>- Fluxos^{+L} para Subprodutos integrados ao L^{P+L} com RRI e RRE no processo nos CPs^{+L};</p> <p>- <u>Criar a Responsabilidade Ambiental Colaborativa e Compartilhada de SP (RACC^{SP})</u>: viabiliza disseminar a <i>P+L</i> junto aos fornecedores, a desintoxicação da produção, a Logística Reversa (LR) e a rastreabilidade de SP para seu berço de produção, incentivando a circularidade;</p> <p>- <u>Projetos para Subprodutos (P^{SP})</u>: planejar a reutilização de SP junto a Projeto de Produto^{P+L} (PPP^{P+L}) é inovação no projeto do produto. Integrar esse processo de projeto^{+L} a Mapas de Procedimentos^{SP} (MP^{SP}) para a coleta, catalogação e uso de SP, e para o uso do L^{P+L} com otimização de áreas para estoques e movimentação de SP e integração com demais fluxos, é elo de inovação de processo e do projeto de L^{P+L}.</p> <p>- <u>Sistema de Gestão Visual de SP (SGV-SP)</u>: SGV-SP e Painéis Visuais de Integração (PVI) de entrada/saída de SP com Sistema de Sinalética L^{P+L} (SSL^{P+L}) é inovação L^{P+L};</p> <p>- <u>Fichas Técnicas (FT1, FT2 e FT3)</u>: <i>Checklists</i> Integrados são inovação do método de L^{P+L}, apresentam Instrumentos (I^{nº.A}) de trabalho inovadores e IDI para implementar L^{P+L}.</p> <p>- <u>Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de L^{P+L}</u> é elo de inovação de monitoramento.</p>

Fonte: Autora.

Os quadros 32, 33 e 34 apresentam objetivos e PAs para o fator **Subprodutos (SP)** considerado elo inovador do projeto de L^{P+L} .

O quadro 32, FT1, estabelece 10 objetivos para identificar características do *Layout* e da *P+L* no CB; detalha o *Checklist* integrado (*Layout* e *P+L*), a equipe e Instrumentos de trabalho (I^{nº.B}) para a coleta de dados. O quadro 33, FT2, contém PAs para ADIs relacionadas à FT1 (SP). No quadro 34, a FT3 apresenta PAs para o projeto de L^{P+L} , justifica e estabelece IDIs para avaliar e comparar o CB e o C-PROJ.

Identificar e descrever.



Régua com Indicadores de Desempenho de Integração (IDI) da Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L} , com 10 objetivos para identificar e descrever o CB.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
Engenheiros de produção
Engenheiros ambientais
Arquitetos
Designers
Equipe multidisciplinar

Elos de inovação:

I^{1.B}, I^{2.C}, I^{6.B}, I^{7.B}, I^{8.B}, I^{11.B}, I^{44.B}.

Quadro 32 - Bloco B. Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento - Ficha Técnica 1 (FT1). (PA n Bloco B.Fator Subprodutos).

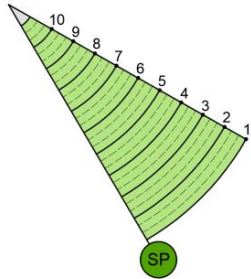
Fator Subprodutos (SP): Checklist Integrado (Layout e P+L) para coleta de dados e PA n (de 1 a 10) B.SP

Identificar e descrever as características do *Layout* e da P+L no Cenário Base (CB). Visita Técnica (VT):

Identificar e descrever:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. Tipos, características, usos e toxidades das sobras de MPs, subprodutos da produção após processo de fabricação (PA 1 ^{B.SP}).	Conhecer e caracterizar as sobras; evitar e/ou reduzir desperdícios; promover Sistema de Gestão de SP (SGSP), reuso e reciclagem.	(I ^{1.B}) Checklist Integrado; (I ^{2.B}) Diário de Bordo do projeto; (I ^{3.B}) Pesquisa documental do CB; (I ^{4.B}) Levantamento fotográfico e vídeo cadastral de sobras de materiais, resíduos, descartes, embalagens e processos;
2. As sobras da produção destinadas ao reuso e/ou reciclagem interno e ao descarte no CB; e formas legais de uso e gestão de SP (PA 2 ^{B.SP}).	Conhecer MPs e processos de descartes, de reaproveitamento, reciclagem e reuso interno; Sistema de Gestão de SP (SGSP).	(I ^{5.B}) Levantamento métrico cadastral do espaço físico e áreas (m ²), com a locação das sobras dos materiais, resíduos, descartes e embalagens no <i>layout</i> do CB;
3. As sobras da produção destinadas ao reuso e/ou reciclagem externo e ao descarte no CB; e formas legais de uso e gestão de SP (PA 3 ^{B.SP}).	Conhecer MPs e processos de descartes, de reaproveitamento, reciclagem e reuso externo; Sistema de Gestão de SP (SGSP).	(I ^{6.B}) Programa de necessidades ^{+L} para L^{P+L} ;
4. Características legais, ambientais, políticas e práticas socioambientais dos fornecedores, e a toxidade das embalagens (PA 4 ^{B.SP}).	Analisar e promover a Responsabilidade Ambiental Colaborativa e Compartilhada (RACC) de fornecedores com a P+L.	(I ^{7.B}) Fluxograma de Abastecimento de MPs e SP para estoques no CB;
5. O nível de capacitação e aprimoramento da equipe em relação à P+L, ao reuso, reciclagem, processos e usos de SP do <i>layout</i> (PA 5 ^{B.SP}).	Analisar o comprometimento da equipe com a P+L, com o uso, reuso e reciclagem de sobras de MPs, a P+L nos processos e no <i>layout</i> .	(I ^{8.B}) Fluxograma de Abastecimento de MPs e SP para a produção no CB, com foco em SP e perdas produtivas;
6. Possibilidades de aproveitamento das sobras de MPs durante o processo de projeto e de fabricação dos produtos (PA 6 ^{B.SP}).	Evitar, reduzir e/ou reduzir a geração de poluentes e promover a P+L do projeto do produto ao projeto do processo de fabricação.	(I ^{9.B}) Entrevistas semiestruturadas; (I ^{10.B}) Relatórios da observação direta e/ou das filmagens dos materiais e SP (processo x tempo);
7. Quantidades de cada tipo de sobras de materiais da produção, por produto executado ou período de produção e valor (PA 7 ^{B.SP}).	Conhecer os dados quantitativos de sobras de materiais, de descartes, desperdícios e/ou perdas produtivas e valor associado.	(I ^{11.B}) Quadro de Riscos Ambientais (RA) e de O ^{P+L} com Fluxograma; (I ^{47.B}) Coleta de amostras das sobras de materiais, resíduos, descartes e embalagens no CB;
8. Áreas (m ²) ocupadas com sobras de MPs para reuso e reciclagem interno/externo, poluentes, perdas produtivas e descartes (PA 8 ^{B.SP}).	Localizar e analisar os desperdícios de áreas no <i>layout</i> com poluentes, perdas produtivas e descartes, e a Gestão Visual de SP (GV-SP).	(I ^{42.B}) Dados quantitativos da demanda diária, semanal e/ou mensal x materiais x capacidade da produção x SP no CB;
9. Os caminhos percorridos pelas sobras de MPs, subprodutos, e de poluentes, durante a sequência do processo produtivo (PA 9 ^{B.SP}).	Conhecer, localizar e analisar as linhas de fluxos percorridas pelas sobras de MPs e poluentes durante o processo produtivo.	(I ^{44.B}) Protocolo, e acompanhamento da produção de <u>produto teste 1 (pt1)</u> e de SP em atividade de imersão.
10. Reaproveitamento das sobras de MPs; destinação, tipos de Reuso e Reciclo Interno (RRI) e Externo (RRE) e custos (PA 10 ^{B.SP}).	Conhecer e analisar os desperdícios, perdas produtivas com descartes de MPs, rendimentos e custos associados.	

Fonte: Autora

Analisar e avaliar



Régua de IDI da RAG do projeto de L^{P+L} , com 10 objetivos para analisar, avaliar e sintetizar o CB.

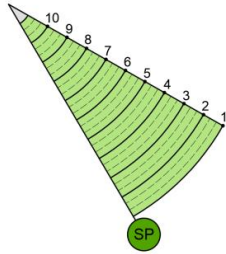
Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
Engenheiros de produção
Engenheiros ambientais
Arquitetos
Designers
Equipe multidisciplinar

Elos de inovação:
I^{13.B}, I^{14.B}, I^{15.B}, I^{16.B}, I^{17.B}, I^{23.B},
I^{24.B}, I^{26.B}, I^{27.B}, I^{29.B}, I^{30.B}, I^{40.B},
I^{45.B}, I^{46.B}, I^{48.B}.

Quadro 33 - Bloco B: Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento - Ficha Técnica 2 (FT2). (PA n Bloco B.Fator Subprodutos).		
Fator Subprodutos (SP): Análise Diagnóstica Integrada (<i>Layout</i> e P+L) para PA n (de 1 a 10) ^{B.SP}		
Analisar Pontos Críticos (PCs) sobre <i>Layout</i> e Oportunidades de P+L (O^{P+L}) para melhorar processos, o <i>layout</i> e obter a P+L.		
Analisar, avaliar e sintetizar:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. As características, a forma e a estrutura das sobras da produção e separar em reuso interno, externo e reciclagem (PA 1 ^{B.SP}).	Planejar procedimentos e espaços para reuso e reciclagem; promover SGSP; implementar a P+L e evitar e/ou reduzir desperdícios produtivos.	(I ^{12.B}) Desenho técnico cadastral do espaço físico e <i>Layout</i> do CB com a demarcação das áreas com sobras de materiais, resíduos, descartes, embalagens e SP;
2. As sobras da produção que podem ser reaproveitadas e as oportunidades de reuso e reciclagem interna e de P+L (PA 2 ^{B.SP}).	Planejar a SGSP; evitar e/ou reduzir o desperdício de MPs e perdas produtivas e implementar o reuso e reciclagem interna de SP.	(I ^{13.B}) Matriz de Análise do CB; (I ^{14.B}) Matriz de Análise de <i>Layout</i> e P+L do CB;
3. As sobras da produção que podem ser reutilizadas e as oportunidades de reuso e reciclagem externo e de P+L (PA 3 ^{B.SP}).	Planejar a SGSP; evitar e/ou reduzir o desperdício de MPs e perdas produtivas e implementar o reuso e reciclagem externo de SP.	(I ^{15.B}) Diagrama integrado (<i>Layout</i> e P+L) do CB; (I ^{16.B}) Caderno de desenho para análise funcional, estrutural e morfológica de SP no CB;
4. O compromisso de fornecedores com P+L, com as sobras de MPs, embalagens e desintoxicação da produção (PA 4 ^{B.SP}).	Planejar SGSP e melhorias ambientais junto a fornecedores; promover a desintoxicação da produção; evitar descarte de MPs e embalagens.	(I ^{17.B}) Diagrama de Linhas de Fluxos Críticas (DLFC) no CB;
5. PCs sobre capacitação em P+L; necessidades de comprometimento da equipe com a P+L e identificação de SP (PA 5 ^{B.SP}).	Planejar programas de capacitação de acordo com necessidades da equipe; melhorias contínuas em processos, no SGSP e P+L.	(I ^{22.B}) Tabela de áreas (m ²) para SP no CB e para C-PROJ; (I ^{23.B}) Diagrama de Relação de Áreas (DRA) para SP no CB e (I ^{24.B}) DRA ^{+L} para C-PROJ;
6. Desperdícios e o aproveitamento das sobras de MPs e SP no projeto dos produtos e processo de fabricação (PA 6 ^{B.SP}).	Planejar a SGSP; maximizar o uso das MPs integrado ao das sobras e evitar descartes durante o processo de projeto e fabricação.	(I ^{40.B}) MapoFluxos (MF) de Riscos Ambientais (MF-RA) para CB; (I ^{45.B}) MapoFluxos (MF) de toxidades de SP no CB e C-PROJ;
7. O volume de sobras de materiais, de descartes, desperdícios e/ou perdas produtivas do sistema (PA 7 ^{B.SP}).	Melhorar; controlar e dimensionar sistemas de reuso e reciclagem de SP, evitar descarte, perda produtiva e custo associado.	(I ^{48.B}) MapoFluxos (MF) de SP para estoques e para a produção no CB e C-PROJ;
8. Uso e gestão de áreas (m ²) com resíduos e descartes, e com MPs para reuso e reciclagem no <i>layout</i> do CB (PA 8 ^{B.SP}).	Planejar a SGSP; dimensionar e melhorar áreas (m ²) ocupadas com SP para reuso e reciclagem e reduzir áreas (m ²) com perdas e descartes.	(I ^{25.B}) Tabela de fluxos de SP (m linear) no CB e C-PROJ; (I ^{26.B}) Gráfico de linhas de fluxos de SP no CB e (I ^{27.B}) Gráfico de linhas de fluxos para C-PROJ;
9. PCs nas linhas de fluxos de geração de SP e poluentes, na sequência do processo produtivo e no transporte (PA 9 ^{B.SP}).	Planejar a SGSP; dimensionar, planejar e/ou melhorar linhas de fluxos de SP e evitar, reduzir e/ou reduzir desperdícios e poluentes.	(I ^{46.B}) Análise de Balanço de Massa (ABM) no CB de pt1; (I ^{28.B}) Método dos 5 Porquês (5?);
10. PCs, Oportunidades de P+L, Requisitos e Condicionantes de projeto, custos com desperdícios e perdas produtivas (PA 10 ^{B.SP}).	Planejar SGSP, estratégias de reaproveitamento de SP, avaliar e controlar a geração de SP para evitar e/ou reduzir custos com descartes.	(I ^{29.B}) Lista de PPs e PCs; (I ^{30.A}) Lista de O^{P+L} para L^{P+L} ; (I ^{31.A}) RC-PROJ.

Fonte: Autora

Projetar, implementar, monitorar e controlar.



Régua de IDI da RAG do projeto de L^{P+L} , com 10 objetivos para projetar, implementar, monitorar, controlar e outras ações.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
Engenheiros de produção
Engenheiros ambientais
Arquitetos
Designers
Equipe multidisciplinar

Elos de inovação:

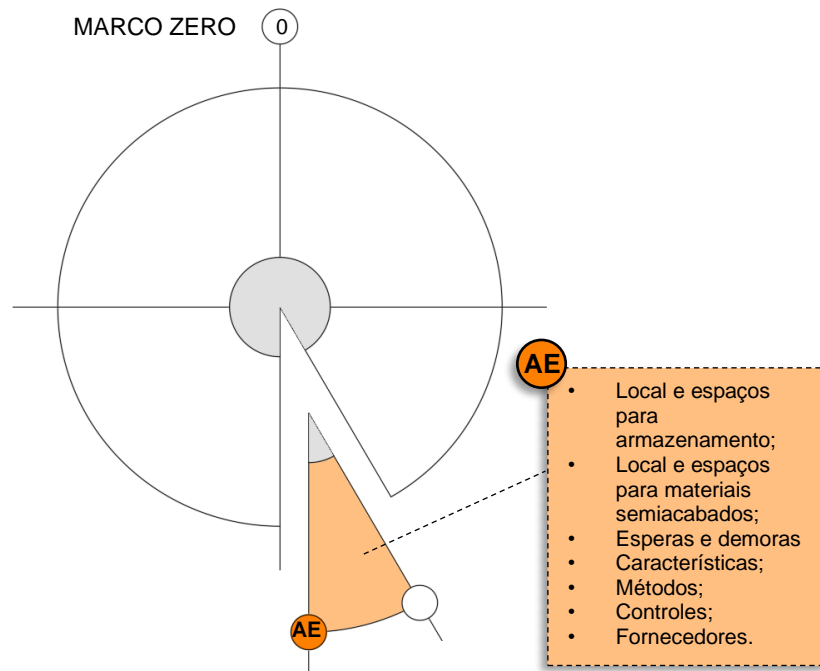
SRRI-SP, SRRE-SP, P^{SP}, PP^{P+L}, MP^{+L}, IDI, RAG, CPs^{+L}, Fluxos de SP, RACC, LR; Práticas colaborativas^{P+L} e rastreabilidade de SP integrados ao L^{P+L} .

Quadro 34 - Bloco B: Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento - Ficha Técnica 3 (FT3). (PA n Bloco B.Fator Subprodutos).		
Fator Subprodutos (SP): Checklist Integrado (Layout e P+L) para implementar PA n (de 1 a 10) B.SP.		
Planos de Ação para implementar projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L.		
Projetar, implementar, monitorar/controle e/ou:	Para:	Indicadores de Desempenho:
1. Mapas de Procedimentos ^{+L/SP} (M-Proc ^{+L/SP}) para SP e ações para o Reaproveitamento das sobras de MPs, reuso e reciclo (PA 1 B.SP).	Gerar aprendizado e valorização de SP no L^{P+L} ; gerenciar e maximizar uso, reuso e reciclo de SP; prevenir e/ou reduzir perdas.	(ID1) Avaliação comparativa entre CB e C-PROJ; (ID2) % realizado; (ID3) % de redução de perdas produtivas, descartes ou resíduos;
2. Sistema de Reuso e Reciclagem Interna de SP (SRRI ^{SP}) integrado ao projeto de L^{P+L} e Projeto de Produto ^{P+L} (PP ^{P+L}) (PA 2 B.SP).	Aumentar o Reuso e Reciclo Interno (RRI) de SP; melhorar o desempenho ambiental; evitar e/ou reduzir perdas produtivas e descartes.	(ID4) % de [des]obstrução de pisos com descartes e embalagens; (ID5) % de desperdícios de áreas com sobras e descartes de materiais;
3. Sistema de Reuso e Reciclagem Externa de SP (SRRE ^{SP}) integrado ao projeto de L^{P+L} e PP ^{P+L} (PA 3 B.SP).	Aumentar o Reuso e Reciclo Externo (RRE) de SP; melhorar o desempenho ambiental; evitar e/ou reduzir perdas produtivas e descartes.	(ID6) % de otimização de áreas para Subprodutos (SP); (ID7) % de otimização de áreas para a produção
4. Responsabilidade Ambiental Colaborativa e Compartilhada (RACC), rastreabilidade de SP e Logística Reversa (LR) (PA 4 B.SP).	Promover a P+L junto a fornecedores; prevenir e/ou reduzir descartes de SP e embalagens, perdas e emissões de poluentes no ar.	(ID8) % de redução de áreas para SP; (ID9) % de tempo de alocação de descartes e SP no piso;
5. Sistema de Sinalética L^{P+L} (SSL ^{L^{P+L}}); capacitar em P+L, RRI, RRE, RACC, leitura de P ^{SP} , M-Proc ^{+L/SP} e M-Proc ^{+L} (PA 5 B.SP).	Aprendizado sistemático e contínuo em P+L; aumentar e melhorar o uso de SP, RRI e RRE das MPs; prevenir e/ou reduzir desperdícios.	(ID10) % de tempo para reuso; (ID11) % de Reuso Interno (RI) de Subprodutos (SP); (ID12) % de redução de custos associados a descartes de materiais;
6. Projetos para Subprodutos (P ^{SP}); associar P ^{SP} , Mapas de Procedimentos ^{+L/SP} (M-Proc ^{+L/SP}) ao PP ^{P+L} (PA 6 B.SP).	Aumentar o uso de MPs e SP no processo; evitar gerar perdas produtivas e ambientais; desobstruir áreas; facilitar reuso e reciclo.	(ID13) % de Reuso Externo (RE) de Subprodutos (SP); (ID14) % de Logística Reversa;
7. Calcular sobras de MPs, SP do sistema; descartes e poluentes, desperdícios e/ou perdas produtivas e ambientais (PA 7 B.SP).	Controlar a geração, o reuso e reciclo de SP; evitar e/ou reduzir descartes, desperdícios, perdas produtivas e custos; desobstruir pisos.	(ID15) Roda de Avaliação Global do projeto L^{P+L} (RAG). (ID16) Quantidade de capacitação, treinamento e de P&DI;
8. Planta e Blocos de CPs ^{+L} com áreas (m ²) para RRI e RRE; implantar M-Proc ^{+L/SP} , GV-SP e PVI; evitar e/ou reduzir áreas (m ²) com perdas produtivas/ambientais (PA 8 B.SP).	Desobstruir pisos; aumentar a produtividade; evitar desperdícios de áreas nos CPs ^{+L} ; promover a P+L com melhorias no <i>layout</i> ; implantar M-Proc ^{+L/SP} e linguagem visual.	(ID17) % de otimização de fluxos de subprodutos; (ID18) % redução de desperdícios de fluxos com SP (retornos, cruzamentos, interrupções);
9. Fluxos ^{+L} para SP com RRI e RRE durante o processo nos CPs ^{+L} integrados aos fluxos de entradas e saídas de MPs (PA 9 B.SP).	Evitar e/ou minimizar conflitos de Fluxos de SP, retornos, esperas, demoras, interrupções e obstruções; implantar M-Proc ^{+L/SP} .	(ID19) % de fluxo de RRI e RRE de SP; (ID20) Aumento de rendimento de MP; (ID21) % de geração de subprodutos dia/semana/mês/ano;
10. Controle e redução de SP nos CPs; máximo rendimento de MPs e SP; reduzir custos ambientais com descartes (PA 10 B.SP).	Monitorar a geração e uso de SP; evitar descartes e custos associados; compatibilizar rendimentos da produção, RRI e RRE.	(ID22) % de otimização de processos para RRI e RRE;

Fonte: Autora

O fator **Armazenamento e Espera (AE)** do Bloco B, Infraestrutura de abastecimento e armazenamento, define, promove e discute, por meio de Planos de Ação (PA n^o Bloco.Fator), a organização do espaço físico e o comprometimento com a P+L em espaços de armazenamento de Matérias-Primas (MPs) para o abastecimento da produção e durante o processamento, em espaços de armazenamento de produtos semiacabados e acabados para evitar e/ou reduzir desperdícios de materiais, de áreas (m²), de fluxos, de tempo de produção e atrasos na entrega com esperas durante os processos. A Figura 53 apresenta o fator AE.

Figura 53 - Bloco B: Fator Armazenamento e Espera (AE)



AE Fator Armazenamento e Espera (AE):

O que é?

- ✓ Características de armazenamento;
- ✓ Material em processamento, em espera, aguardando a sequência do processo seguinte de fabricação;
- ✓ Esperas ou demoras entre operações;
- ✓ Localização de estoques de Matérias-Primas (MPs) e em processamento;
- ✓ Espaço, proteção e método de armazenamento;
- ✓ Cumprimento de Normas Técnicas (NTs) para o AE;
- ✓ Fornecedores e controles de estoque e de vendas;
- ✓ Reduzir desperdícios de espaço com armazenamento de MPs, de materiais em processamento, produtos semiacabados e acabados;
- ✓ Reduzir desperdícios com esperas entre Centros de Produção (CPs) durante o processamento;
- ✓ Reduzir atrasos na entrega de MPs, de produtos semiacabados e acabados;
- ✓ Áreas (m²) para o armazenamento de MPs, materiais diversos, produtos semiacabados e acabados;
- ✓ Fluxos de abastecimento, de armazenamento e processamento de materiais;
- ✓ Acompanhar, monitorar e/ou avaliar os objetivos do projeto, o valor do material armazenado e custos de armazenamento, obter melhorias contínuas do *Layout* e P+L e o DP&SA para o fator AE.

Fonte: Autora.

Elos de inovação do projeto de L^{P+L} , fator Armazenamento e Espera (AE) (quadro 35):

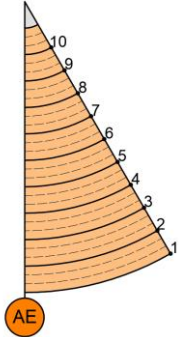
<p>Quadro 35 - ELOS INOVADORES do projeto de L^{P+L}, Fator Armazenamento e Espera (AE):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Critérios^{+Limpos} para armazenar MPs, [Eco]Materiais</u>: criar Critérios^{+L} para planejar estoques de acordo com os espaços, validades, características (formas, propriedades e tamanhos), necessidades de entradas e de saídas das MPs para a produção, otimiza o armazenamento, melhora os controles, a gestão dos estoques, a circulação e a produtividade do sistema, e evita perdas produtivas, desperdícios de materiais e de tempo com esperas; - <u>Sistema de Gestão Visual de AE (SGV-AE)</u>: criar um SGV-AE (SGV-MPs, SGV-SP e SGV-E) melhora a visibilidade das MPs em prateleiras, paredes e pisos e otimiza o uso, as entradas de MPs nos espaços de armazenamento e nos CPs^{+L}, melhora e otimiza as saídas de MPs para a produção nos CPs^{+L} e o armazenamento de produtos [semi]acabados nos CPs^{+L}, eleva a produtividade do sistema e evita desperdícios de materiais e de tempo com esperas; - <u>Áreas para Painéis Visuais Integrados (PVI)</u>: criar PVI de entrada e de saída de MPs, [Eco]Materiais, peças e componentes facilita a GV, melhoram a produtividade e a P+L; - <u>Sistema de Sinalética L^{P+L} (SSL^{P+L}) para o AE</u>: otimiza áreas/AE, tempo e produção; - <u>Áreas para Armazenagem por lotes^{P+L} no L^{P+L}</u>: criar lotes^{P+L} de MPs e de produtos [semi]acabados identificados, por clientes e fornecedores, e datados, visa a rastreabilidade das MPs, [Eco]Materiais, o pós-venda e o relacionamento com clientes e fornecedores; - <u>Mapas de Procedimentos^{+L} (M-Proc^{+L/AE}) para AE</u>: criar melhorias contínuas em relação ao AE de MPs, [Eco]Materiais, SP, e em relação aos produtos [semi]acabados que ficam em espera, melhoram a produtividade e a P+L; evitam desperdícios de MPs, de áreas (m²), de tempo e de fluxos na produção com obstruções e gargalos que provocam conflitos e atrasos; - <u>Critérios para a Gestão, Inspeção, Controle e Certificação da Qualidade^{P+L} (GICCCQ^{P+L}) dos produtos acabados</u>: são critérios e MP^{+L} para identificar a qualidade e a P+L dos produtos acabados e promover o uso de embalagens^{+L}, biodegradáveis e/ou retornáveis; - <u>Planta com Blocos de CPs^{+L} para melhorar o AE</u>: criar planta de uso de áreas (m²) de pisos, paredes e bancadas para armazenamentos e esperas, organiza, otimiza e promove melhorias contínuas nos espaços dos Blocos de CPs^{+L} facilita a segurança do trabalho, eleva a produtividade e a P+L, evita desperdícios de materiais, de áreas (m²) e de tempo de produção; - <u>Mapas de fluxos^{+L} para o AE</u>: ordenar e melhorar fluxos de AE no L^{P+L}, promove melhorias nos processos, reduzem desperdícios com retornos, cruzamentos, conflitos, obstruções e de tempo de produção, elevam a produtividade e a P+L da planta de L^{P+L}; - <u>Fichas Técnicas (FT1, FT2 e FT3): Checklists Integrados</u> são inovação do método de L^{P+L}, apresentam Instrumentos (I^{Nº.A}) de trabalho inovadores e IDIs para implementar L^{P+L}; - <u>Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto L^{P+L}</u> é elo de inovação de monitoramento.

Fonte: Autora.

Os quadros 36, 37 e 38 apresentam 10 objetivos e PAs para o fator de projeto de L^{P+L} **Armazenamento e Espera (AE)**, Bloco B. Está relacionado às MPs, materiais e subprodutos, aos sistemas e tecnologias.

O quadro 36 refere-se à FT1, que estabelece 10 objetivos para identificar características do *Layout* e da P+L no CB, detalha o *Checklist* integrado (*Layout* e P+L) para a coleta de dados e a equipe e Instrumentos de trabalho (I^{Nº.B}). O quadro 37, FT2, contém objetivos e PAs para ADIs relacionadas à FT1 (AE). No quadro 38, a FT3 apresenta PAs para projeto de L^{P+L} , justifica e estabelece IDIs para avaliar e comparar o CB e o C-PROJ.

Identificar e Descrever



Régua com Indicadores de Desempenho de Integração (IDI) da Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L}, com 10 objetivos para identificar e descrever o CB.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedor
Gestores
Economistas
Colaboradores
Engenheiros de produção/Arquitetos
Equipe multidisciplinar

Elos de inovação:

I^{1.B}, I^{2.C}, I^{6.B}, I^{11.B}, I^{44.B}, I^{49.B}, I^{50.B}.

Quadro 36 - Bloco B: Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento - Ficha Técnica 1 (FT1). (PA n^{Bloco B Fator Armazenamento e Espera}).

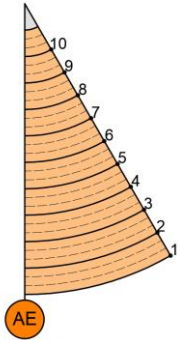
Fator Armazenamento e Espera (AE): Checklist Integrado (Layout e P+L) para coleta de dados e PA n (de 1 a 10) B. AE

Identificar e descrever as características do *Layout* e da P+L no Cenário Base (CB). Visita Técnica (VT):

Identificar e descrever:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. Processos de armazenamento usados na entrada de Matérias-Primas (MPs) para os estoques e Centros de Produção (CPs) (PA 1 ^{B.AE}).	Conhecer processos para armazenar MPs nos estoques, almoxarifado e CPs/setores; evitar e/ou reduzir desperdícios e perdas.	(I ^{1.B}) <i>Checklist</i> Integrado; (I ^{2.B}) Diário de Bordo do projeto; (I ^{3.B}) Pesquisa documental sobre armazenamentos e esperas;
2. Os processos e procedimentos de saída das MPs dos estoques e almoxarifados para abastecer os CPs e setores (PA 2 ^{B.AE}).	Conhecer os processos de controle de armazenamento e os usados para abastecer a produção; evitar desperdícios materiais/tempo.	(I ^{4.B}) Levantamento fotográfico e vídeo cadastral de estoques de MPs, resíduos, descartes, embalagens, materiais em processo;
3. Tipos e características de materiais em processamento que ficam em espera aguardando transporte para o próximo processo (PA 3 ^{B.AE}).	Conhecer os gargalos dos CPs e as causas das obstruções de piso e bancada, as perdas produtivas, atrasos no processo e na entrega.	(I ^{5.B}) Levantamento métrico cadastral das áreas (m ²), com a locação dos materiais em estoque e em processo, armazenados no <i>layout</i> do CB;
4. Os fornecedores e a forma de armazenar as MPs, características técnicas, físicas, químicas, biológicas, toxicidade e percurso da MP (PA 4 ^{B.AE}).	Conhecer, mensurar e planejar procedimentos e características técnicas de armazenamento; evitar perdas produtivas e riscos ambientais.	(I ^{6.B}) Programa de necessidades ^{+L} para L ^{P+L} ; (I ^{9.B}) Entrevistas semiestruturadas;
5. Rotinas de armazenamento, identificação e controles de MPs, produtos [semi]acabados; esperas entre processos e atrasos (PA 5 ^{B.AE}).	Conhecer, mapear e mensurar rotinas de armazenamento, os estoques e as esperas entre processos, atrasos e perdas produtivas.	(I ^{10.B}) Relatórios da observação direta e/ou das filmagens, das MPs, materiais em espera, em processamento e produtos acabados no CB (processo x tempo);
6. Procedimentos para o uso de MPs e SP em PPP+L e o controle dos estoques e da qualidade de produtos acabados (PA 6 ^{B.AE}).	Conhecer processos de controle de estoque e da qualidade de produtos acabados; promover RRI e evitar desperdícios e o acúmulo de SP.	(I ^{11.B}) Quadro de Riscos Ambientais (RA) de MPs em estoque e O ^{P+L} com Fluxogramas;
7. O Ponto de pedido dos estoques, quantidades mínimas, tempo de reposição, valor dos estoques e custos de armazenamento (PA 7 ^{B.AE}).	Estabelecer o momento certo da compra para a reposição dos estoques, analisar o valor dos estoques e os custos de armazenamento.	(I ^{44.B}) Protocolo, e acompanhamento da produção de <u>produto teste 1 (pt1)</u> , AE de MPs, SP e produtos [semi]acabados em atividade de imersão;
8. Áreas (m ²) para o armazenamento de MPs nos estoques, e para materiais em processamento, estoques intermediários e acabados (PA 8 ^{B.AE}).	Conhecer, localizar e analisar os desperdícios de áreas (m ²) de armazenamento no <i>layout</i> dos estoques e das áreas de produção no CB.	(I ^{49.B}) Fluxograma de processos de AE de MPs e de SP nos estoques do CB;
9. Fluxos de armazenamento de MPs, de saída de materiais para a produção e intermediários; obstruções, interrupções e esperas (PA 9 ^{B.AE}).	Conhecer e analisar fluxos de armazenamento de MPs, da produção e durante o processo com estoques intermediários, esperas e atrasos.	(I ^{50.B}) Fluxograma de processos de AE de produtos [semi]acabados no CB;
10. Inter-relacionamentos entre áreas e setores de armazenamento para estoques, almoxarifado, produção e as esperas (PA 10 ^{B.AE}).	Conhecer Pontos Críticos (PCs), custos e pontos de contato entre áreas, setores e fluxos para compatibilizar processos e projetos.	(I ^{51.B}) Dados quantitativos de entradas de MPs nos estoques x saídas de materiais no CB;
		(I ^{52.B}) Controles de estoques de produtos acabados x em processo.

Fonte: Autora

Analisar e avaliar



Régua com IDI da RAG do projeto de L^{P+L} com 10 objetivos para analisar, avaliar e sintetizar o CB.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedor
Gestores
Economistas
Colaboradores
Engenheiros de produção/Arquitetos
Equipe multidisciplinar

Elos de inovação:

$I^{13.B}$, $I^{14.B}$, $I^{16.B}$, $I^{17.B}$,
 $I^{23.B}$, $I^{24.B}$, $I^{29.B}$, $I^{30.B}$,
 $I^{34.B}$, $I^{40.A}$, $I^{53.B}$.

Quadro 37 - Bloco B: Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento- Ficha Técnica 2 (FT2). (PA $n^{\text{Bloco B}}$ Fator Armazenamento e Espera).

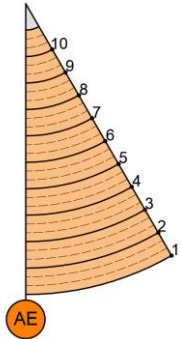
Fator Armazenamento e Espera (AE): Análise Diagnóstica Integrada (*Layout* e P+L) para PA n (de 1 a 10) $B.AE$

Analisar Pontos Críticos (PCs) sobre *Layout* e Oportunidades de P+L (O^{P+L}) para melhorar processos, o *layout* e obter a P+L.

Analisar, avaliar e sintetizar:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. Validades e processos de armazenamento de Matérias-Primas (MPs) nos estoques e nos CPs/setores durante o trabalho (PA 1 $B.AE$).	Planejar e mapear o armazenamento de materiais, melhorar a visibilidade e controle da circulação das MPs; reduzir obstruções, desperdícios e perdas.	($I^{12.B}$) Desenho técnico cadastral do espaço físico e <i>Layout</i> do CB com a demarcação das áreas de armazenamento de MPs, estoques intermediários e produtos acabados;
2. Os processos e procedimentos de controle de saída das MPs dos estoques e usados para abastecer os CPs e setores (PA 2 $B.AE$).	Dimensionar, mapear a gestão e controle de saída de MPs dos estoques; melhorar a visibilidade e o tempo de produção; evitar esperas e perdas.	($I^{13.B}$) Matriz de Análise do CB; ($I^{14.B}$) Matriz de Análise de <i>Layout</i> e P+L do CB;
3. As características dos materiais em processamento e em espera, as causas de gargalos, obstruções e atrasos (PA 3 $B.AE$).	Organizar, dimensionar e mapear a circulação das MPs e produtos semiacabados no <i>layout</i> , reduzir interrupções, atrasos de processo e na entrega.	($I^{15.B}$) Diagrama integrado (<i>Layout</i> e P+L) do CB; ($I^{16.B}$) Caderno de desenho para análise de funções e categorias de materiais, e distribuição dos estoques em estantes e prateleiras;
4. Procedimentos e características técnicas, físicas, químicas, biológicas e toxidades para o armazenamento MPs e produtos (PA 4 $B.AE$).	Planejar e dimensionar áreas em condições técnicas para armazenar MPs; evitar perdas e riscos ambientais e facilitar a rastreabilidade.	($I^{17.B}$) Diagrama de Linhas de Fluxos Críticas (DLFC) no CB; ($I^{22.B}$) Tabela de áreas (m^2) para estoques do CB e para C-PROJ;
5. Mapas e rotinas de armazenamento; controles de estoques, tempos de esperas entre processos, atrasos na entrega (PA 5 $B.AE$).	Planejar M-Proc $^{+L}$ para identificar e armazenar MPs e produtos [semi]acabados; planejar capacitação; evitar atrasos e desperdício.	($I^{23.B}$) Diagrama de Relação de Áreas (DRA) para estoques de materiais no CB;
6. Processos de controle de estoques de MPs e de produtos acabados, de controle da qualidade do produto e do processo (PA 6 $B.AE$).	Planejar M-Proc $^{+L}$ para o uso dos estoques de SP e de produtos acabados, e para o controle da qualidade do produto e do processo.	($I^{24.B}$) DRA $^{+L}$ para C-PROJ; ($I^{33.B}$) Tabela de fluxos de MPs (m linear) para estoques no CB e C-PROJ;
7. [Des]equilíbrios, momento da compra para a reposição, estoque mínimo, valor do estoque e custos de armazenamento (PA 7 $B.AE$).	Planejar e dimensionar o estoque mínimo+Limpo de materiais, o ponto de pedido, o valor das MPs armazenadas e custos com excessos de estoques.	($I^{34.B}$) Gráfico de linhas de fluxos de estoques de MPs e de [semi]acabados no CB e C-PROJ;
8. A ocupação de áreas (m^2) de armazenamento para MPs, produtos semiacabados e acabados (PA 8 $B.AE$).	Dimensionar, diagramar e desenhar as áreas (m^2) para o armazenamento de MPs, para produtos em processamento e acabados para C-PROJ.	($I^{40.A}$) MapoFluxos (MF) de Riscos Ambientais (MF-RA) para CB;
9. Fluxos de armazenamento de MPs, de saída de materiais para a produção e gargalos com demoras, esperas e atrasos (PA 9 $B.AE$).	Dimensionar, planejar/mapear linhas de fluxo de armazenamento de MPs, da produção e estoques intermediários; evitar e reduzir esperas e atrasos.	($I^{41.A}$) Análise Ergonômica do Trabalho (AET); ($I^{53.B}$) Balanço de estoques de MPs e de SP no CB;
10. PCs de estoques que causam esperas, conflitos de processos, de projetos e inter-relacionamentos (PA 10 $B.AE$).	Dimensionar, planejar e mapear áreas, setores e fluxos de armazenamento de MPs e de produtos semiacabados; evitar e/ou reduzir esperas.	($I^{28.B}$) Método dos 5 Porquês (5?); ($I^{29.B}$) Lista de PPs e PCs; ($I^{30.B}$) Lista de O^{P+L} para L^{P+L} ; ($I^{31.B}$) RC-PROJ.

Fonte: Autora.

Projetar,
Implementar,
Monitorar/controlar.



Régua com IDI da RAG do projeto de L^{P+L} , com 10 objetivos para projetar, implementar, monitorar, controlar e outras ações.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedor
Gestores
Economistas
Colaboradores
Engenheiros de produção/Arquitetos
Equipe multidisciplinar

Elos de inovação:
GICCC^{P+L}, lotes^{P+L},
Critérios^L p/AE,
SGV-AE, Plantas^{P+L}
p/AE, Fluxos^L, IDI,
RAG.

Quadro 38 - Bloco B: Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento - Ficha Técnica 3 (FT3). (PA n^{Bloco B} Fator Armazenamento e Espera).

Fator Armazenamento e Espera (AE): Checklist Integrado (Layout e P+L) para implementar PA n (de 1 a 10)^{B.AE}

Planos de Ação para implementar projeto de *Layout* integrado à P+L.

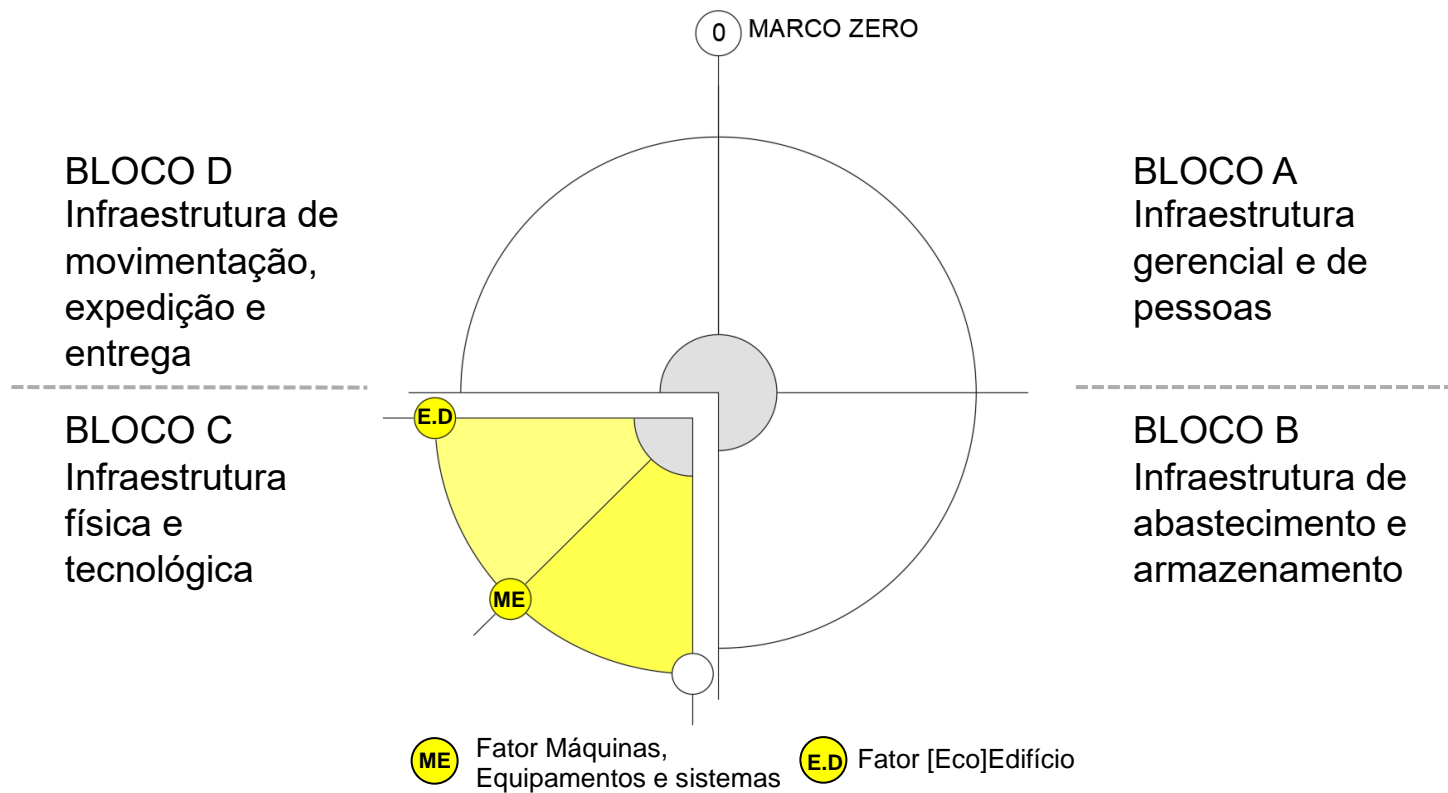
Projetar, implementar, monitorar/controlar e/ou:	Para:	Indicadores de Desempenho:
1. Critérios ^{+Limpos} para armazenamento e esperas, espaços para MPs conforme validades, características, necessidades de entradas e saídas dos estoques e de esperas (PA 1 ^{B.AE}).	Melhorar a gestão dos estoques e a circulação; evitar desperdícios de materiais e de tempo; melhorar a visibilidade das MPs em prateleiras, paredes e pisos nos estoques e nos CPs ^{+L} .	(ID1) Avaliação comparativa entre CB e C-PROJ; (ID2) % realizado; (ID3) % de redução de custos associados ao armazenamento;
2. Sistema de Gestão Visual de AE (SGV-AE) no L das áreas de armazenamento e esperas conforme Critérios ^{+L} para armazenar (PA 2 ^{B.AE}).	Melhorar a produtividade, melhorar o tempo para abastecer áreas/setores da produção, evitar e/ou reduzir desperdícios de tempo e esperas.	(ID4) % de [des]obstrução de pisos; (ID5) % de redução de tempo para abastecer a produção; (ID6) % de otimização de áreas para armazenar MPs;
3. Demarcar estoques de MPs e produtos [semi]acabados em Blocos de CPs ^{+L} ; melhorar e sincronizar processos nos CPs ^{+L} (PA 3 ^{B.AE}).	Melhorar o processo e o cumprimento de prazos, evitar e/ou reduzir interrupções, obstruções de piso e de bancada, perdas e atrasos na entrega.	(ID7) de áreas para armazenar produtos semiacabados e acabados; (ID8) % de redução de tempo para armazenar produtos acabados;
4. Armazenagem por lotes ^{P+L} de MPs, produtos [semi]acabados pelas características técnicas, físicas, químicas, biológicas e toxidades (PA 4 ^{B.AE}).	Melhorar as condições de armazenamento; evitar e/ou reduzir perdas e riscos ambientais; facilitar e promover a rastreabilidade de MPs.	(ID9) % de redução de atrasos; (ID10) % de aumento de cumprimento de prazos;
5. Mapas de Procedimentos ^{+L} (M-Proc ^{+L}) e capacitação em AE de MPs e [semi]acabados; implementar SSL ^{P+L} para AE (PA 5 ^{B.AE}).	Capacitar e melhorar rotinas de AE, identificar áreas, controlar MPs, produtos [semi]acabados, compras, entregas e elevar a produtividade.	(ID11) % de redução de perdas ou desperdícios produtivos; (ID12) % de redução de interrupções, obstruções de piso e de bancada com material armazenado;
6. Critérios para a GICCC ^{P+L} dos estoques de produtos acabados com MP ^{+L} para o uso de embalagens ^{+L} (PA 6 ^{B.AE}).	Reduzir tempo de permanência de produtos acabados em estoque, liberar área, melhorar processos, controle da qualidade e embalagens.	(ID13) % de redução de riscos com armazenamento; (ID14) % de redução de esperas entre CPs;
7. Critérios para estoque mínimo ^{+Limpo} ; ponto de pedido (estoques de segurança + capacidade de produção x tempo de produção) (PA 7 ^{B.AE}).	Melhorar compras, evitar falta e/ou excesso de material, reduzir perdas produtivas, ambientais e custos com armazenamento.	(ID15) Roda de Avaliação Global do projeto L^{P+L} (RAG). (ID16) de fluxos de saídas de MPs dos estoques;
8. Planta com Blocos de CPs ^{+L} para mapear, melhorar áreas, pisos, bancadas para armazenar MPs e produtos [semi]acabados (PA 8 ^{B.AE}).	Melhorar usos; evitar desperdícios com estoques intermediários, obstruções de bancadas e pisos, interrupções, desequilíbrios, atrasos e esperas.	(ID17) de fluxos de produtos semiacabados entre CPs; (ID18) % redução de fluxos com substâncias tóxicas e de risco;
9. Mapas de fluxos ^{+L} para o armazenamento de MPs, de saídas de MPs dos estoques, e de produtos [semi]acabados no L^{P+L} (PA 9 ^{B.AE}).	Melhorar usos; evitar e/ou reduzir desperdícios com deslocamentos, obstruções de bancadas e pisos, demoras, esperas na produção e atrasos.	(ID19) % de [des]equilíbrio entre estoques e capacidade de produção; (ID20) Quantidade de capacitação;
10. Sincronizar mapas de inter-relacionamentos entre estoques de MPs, produtos em processo e produção e esperas (PA 10 ^{B.AE}).	Compatibilizar projetos e processos no <i>layout</i> , evitar desperdícios de ocupação e perdas produtivas, reduzir esperas e atrasos.	(ID21) % de otimização de fluxos de armazenamento de MPs;

Fonte: Autora

BLOCO C: Infraestrutura física e tecnológica

O Bloco C é composto pelos fatores Máquinas, Equipamentos e sistemas (ME), e [Eco]Edifício (E.D). A Figura 54 apresenta o conjunto de fatores relacionados ao Bloco C.

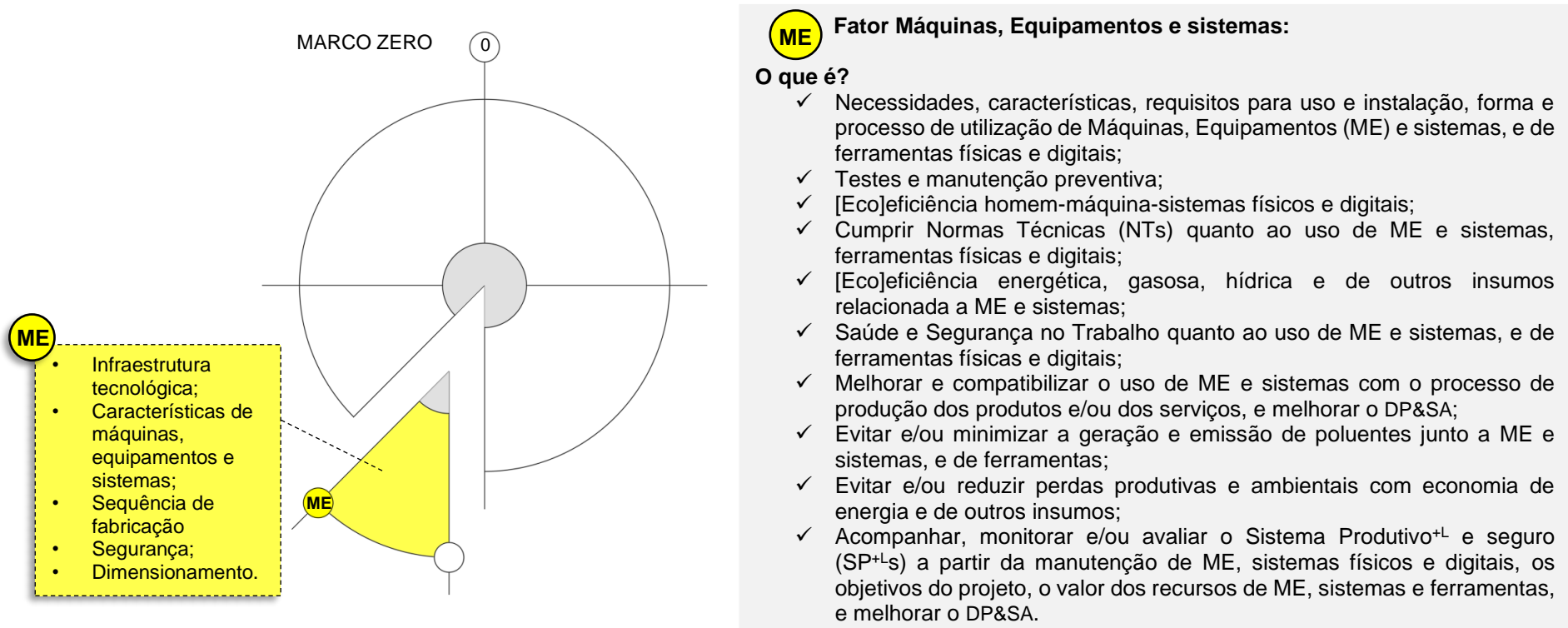
Figura 54 - Bloco C: Infraestrutura física e tecnológica



Fonte: Autora

O fator **Máquinas, Equipamentos e sistemas (ME)** do Bloco C, Infraestrutura física e tecnológica, discute, por meio de Planos de Ação (PA n^{Bloco.Fator}), as características de ME para melhorar o uso, evitar e/ou reduzir perdas produtivas, reduzir o consumo de água, gases e energia, obter a P+L com recursos tecnológicos [eco]eficientes. A Figura 55 apresenta e define o fator ME.

Figura 55 - Bloco C: Fator Máquinas, Equipamentos e sistemas



Fonte: Autora

Elos de inovação do projeto de L^{P+L} , fator Máquinas, Equipamentos (ME) e sistemas (quadro 39):

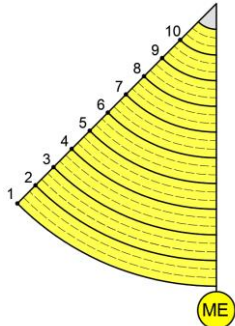
<p>Quadro 39 - ELOS INOVADORES do projeto de L^{P+L}, Fator Máquinas, Equipamentos (ME) e sistemas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Aquisição, aprimoramento e uso de Tecnologias^{+Limpas} (Tec^{+L}), de ME^{P+L} e/ou sistemas [eco]eficientes</u>: implementar a P+L desde a aquisição de ME^{P+L} e aprimorar tecnologias já instaladas para melhorar processos e reduzir o consumo de água, gases e energia, e/ou incentivar e induzir usos desses insumos de maneira [eco]eficiente, conduz à [eco]inovação. Tec^{+L} e/ou ME^{P+L} são aquelas de precisão com selos de eficiência, de fácil uso e manutenção, que reduzem ou evitam emissões e perdas produtivas de MPs e de outros insumos. - <u>Sistemas de Informações Analógicos e/ou Digitais^{+L} (SIAD^{+L}) para ME</u>: criar SIAD^{+L} para integrar pensamento preventivo em fluxos de informações junto a recursos tecnológicos, Tec^{+L} ou ME^{P+L}, e padronizar documentos físicos e/ou digitais e conjuntos de informações, otimiza processos e usos de ME^{P+L}. A criação do SIAD^{+L} é elo inovador de integração que direciona Mapas de Procedimentos^{+L} (M-Proc^{+L}), promove autonomia da MO e controle dos CPs^{+L}. - <u>Mapa de Procedimentos^{+L} (M-Proc^{+L}) para ME^{P+L}</u>: orienta a limpeza e manutenção preventiva dos CPs^{+L}, das instalações de Tec^{+L} ou ME^{P+L} e visa reduzir tempo de produção, promover autonomia da MO, a [eco]eficiência, [eco]inovação e Sistema de Produção^{+L} e seguro (SP^{+L}s). - <u>Sistema de Sinalética L^{P+L} (SSL^{P+L})</u>: criar sistema de sinalética integrada ao projeto de L^{P+L} com base na identidade visual da empresa para promover reconhecimento, segurança, aprendizado organizacional e a organização espacial, orientar a MO, facilitar o AE e o fluxo de informações, de pessoas, de [Eco]Materiais e SP, de ME e da produção. - <u>Planos de corte e de execução em ME^{P+L}</u>: planejar o uso e manutenções das ME, assim como, a execução, otimiza processos e procedimentos em ME, reduz desperdícios de MPs e de tempo. Compartilhar projetos maximiza o uso da infraestrutura tecnológica e L^{P+L}; - <u>Centros de Produção^{+L} (CPs^{+L})</u>: são CPs formados por ME^{P+L}, com áreas para armazenar MPs (entrada) e produtos [semi]acabados (saída), com espaços para uso e manutenção livres de obstáculos, com circulação fluida, sem contornos, cruzamentos e obstruções, sem perdas. - <u>Planta de Blocos de CPs^{+L}</u>: criar Blocos de CPs^{+L} facilita a disposição de ME e sistemas, a otimização das áreas, dos fluxos, da sequência dos processos e projetos complementares. - <u>Painéis Visuais Integrados (PVI) para manutenção de ME</u> melhora a [eco]produtividade; - <u>Mapas de linhas de fluxos^{+L} junto a ME^{P+L}</u>: o detalhamento dos fluxos de trabalho junto às ME^{P+L}, organizam os trabalhos e o tempo de produção da MO nos CPs^{+L} e traz produtividade; - <u>Plano para compatibilizar projetos complementares e infraestruturas para instalar ME^{P+L}</u>; - <u>Fichas Técnicas (FT1, FT2 e FT3): Checklists Integrados</u> são inovação do método de L^{P+L}, apresentam Instrumentos (I^{nº.A}) de trabalho inovadores e IDI para implementar L^{P+L}; - <u>Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto L^{P+L}</u> é elo de inovação de monitoramento.
--

Fonte: Autora.

Os quadros 40, 41 e 42 apresentam objetivos específicos e PAs para o fator de projeto **Máquinas, Equipamentos (ME)** e sistemas; está associado aos sistemas e tecnologias empregados na produção e instaladas na edificação e aos sistemas ciberfísicos.

O quadro 40 contém a FT1, detalha *Checklist* integrado para a coleta de dados sobre o *Layout* e a P+L no CB, a equipe e Instrumentos de trabalho (I^{nº.C}). O quadro 41, FT2, detalha os PAs para ADI relacionadas à FT1 (ME). O quadro 42, FT3, contém PAs para projeto de L^{P+L} com IDI para avaliar e comparar o CB e o C-PROJ.

Identificar e
Descrever



Régua com Indicadores de Desempenho de Integração (IDI) da Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L}, com 10 objetivos para identificar e descrever o CB.

Quem?

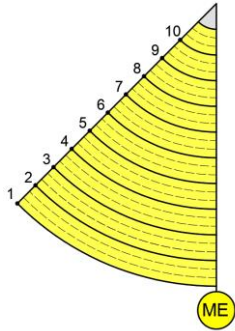
Pesquisador
Empreendedores
Gestores
Colaboradores
Engenheiros de produção, elétricos, de Tecnologia da Informação (TI) e Sistemas
Arquitetos
[Eco]Designers
Equipe multidisciplinar

Elos de inovação:
I^{1.C}, I^{2.C}, I^{6.C}, I^{11.C}, I^{39.C}, I^{44.C}, I^{54.C}.

Quadro 40 - Bloco C: Infraestrutura física e tecnológica - Ficha Técnica 1 (FT1). (PA n ^{Bloco C.Fator Máquinas, Equipamentos e sistemas}).		
Fator Máquinas, Equipamentos e sistemas (ME): Checklist Integrado (Layout e P+L) para coleta de dados e PA n (de 1 a 10) C.ME		
Identificar e descrever as características do <i>Layout</i> e da P+L no Cenário Base (CB). Visita Técnica (VT):		
Identificar e descrever:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. Tipos, especificações técnicas, potências de Máquinas e Equipamentos (ME), sistemas e ferramentas usados no processo (PA 1 C.ME).	Conhecer os recursos tecnológicos utilizados no processo produtivo, Pontos Críticos (PCs), possibilidades de P+L e melhorias tecnológicas.	(I ^{1.C}) Checklist Integrado; (I ^{2.C}) Diário de Bordo do projeto; (I ^{3.C}) Pesquisa documental (especificações de ME e sistemas, potências, capacidades de produção); (I ^{4.C}) Levantamento fotográfico e vídeo cadastral de ME e ferramentas, das sobras de materiais e resíduos junto a ME e sistemas;
2. Sistemas de Informações Analógicos e Digitais (SIAD), programas de informação, de <i>design</i> , <i>softwares</i> , apps para ME (PA 2 C.ME).	Conhecer e diferenciar blocos de sistemas de informação analógicos, lógicos e/ou digitais e a programação de controle lógico do processo.	(I ^{5.C}) Levantamento métrico cadastral das áreas (m ²) ocupadas por ME e ferramentas, com a locação das áreas (m ²) úteis para ME, uso, circulação periférica, perdas produtivas e manutenção no <i>layout</i> CB;
3. Blocos de CPs, locais de geração de perdas e áreas de manutenção em Máquinas, Equipamentos (ME) e sistemas (PA 3 C.ME)	Conhecer, desenhar e mapear os PCs ou áreas de geração de perdas produtivas e as áreas de manutenção em ME.	(I ^{6.C}) Programa de necessidades ^{+L} para L ^{P+L} ; (I ^{9.C}) Entrevista semiestruturada; (I ^{10.C}) Relatórios da observação direta e/ou das filmagens sobre uso de ME no CB, e quadro com especificações técnicas de ME (potências, etc); (I ^{11.C}) Quadro de Riscos Ambientais (RA) e de O ^{P+L} com Fluxograma;
4. Fornecedores de ME, sistemas e ferramentas para os Blocos de CPs, contatos, mídias, comunicação e inovações (PA 4 C.ME).	Conhecer o nível de segurança, de economia de recursos, o compromisso com a gestão ambiental e [eco]eficiência, e selos ambientais.	(I ^{39.C}) Fluxograma de Fabricação e Montagem (F-FM) do processo produtivo com foco em SP e uso de ME pela MO; (I ^{42.C}) Dados quantitativos da demanda diária, semanal e/ou mensal x materiais x capacidade da produção de ME no CB;
5. Dificuldades e necessidades da equipe sobre o uso, Normas Técnicas (NTs), segurança, P+L e [eco]eficiência de ME (PA 5 C.ME).	Planejar capacitação para a equipe, melhorar processos e procedimentos, obter a P+L, cumprir com a segurança do trabalho no uso de ME.	(I ^{44.C}) Protocolo, e acompanhamento da produção de <u>produto teste 1 (pt1)</u> junto a ME em atividade de imersão; (I ^{54.C}) Fluxograma de manutenção de ME e sistemas integrado à edificação no CB;
6. Conformidade entre projetos, ferramentas e recursos técnicos e tecnológicos de ME usados para executar os produtos (PA 6 C.ME).	Verificar PCs, conformidades e necessidades de ampliar e/ou aprimorar ferramentas e ME para atender às demandas técnicas de projeto.	(I ^{55.C}) Coleta de amostras das sobras de materiais e descartes junto a ME no CB e mapeamento do local da geração.
7. A produtividade dos recursos técnicos e tecnológicos, o rendimento e a capacidade de processamento de ME (PA 7 C.ME).	Conhecer PCs e as necessidades de ampliar e melhorar a capacidade de produção dos recursos técnicos e tecnológicos instalados.	
8. As áreas (m ²) ocupadas pelos recursos técnicos e tecnológicos, ME, ferramentas e sistemas para uso e circulação (PA 8 C.ME).	Conhecer e dimensionar as áreas (m ²) utilizadas, PCs e necessidades de espaço para ME e sistemas, uso por pessoas com segurança.	
9. As linhas de fluxos dos recursos técnicos e tecnológicos, sequência de ME para o processo produtivo e intersecções (PA 9 C.ME).	Conhecer e dimensionar linhas de fluxos para trabalhos em ME e sistemas com segurança; mapear PCs e melhorar processos e sequências.	
10. PCs e incompatibilidades entre recursos técnicos e tecnológicos instalados e a infraestrutura física complementar da edificação para instalar ME (PA 10 C.ME).	Verificar as necessidades de adequar às NTs as infraestruturas hidrossanitária, elétrica e complementares da edificação para o uso de ME e sistemas com segurança e sem desperdícios.	

Fonte: Autora

Analisar e avaliar



Régua com IDI da RAG do projeto de L^{P+L} , com 10 objetivos para analisar, avaliar e sintetizar o CB.

Quem?

Pesquisador
Empreendedores
Gestores
Colaboradores
Engenheiros de produção, elétricos, de Tecnologia da Informação (TI) e Sistemas
Arquitetos
[Eco]Designers
Equipe multidisciplinar

Elos de inovação:

$I^{13.C}$, $I^{14.C}$, $I^{15.C}$, $I^{16.C}$,
 $I^{17.C}$, $I^{23.C}$, $I^{24.C}$, $I^{26.C}$,
 $I^{27.B}$, $I^{40.C}$, $I^{29.C}$, $I^{30.C}$,
 $I^{56.C}$.

Quadro 41 - Bloco C: Infraestrutura física e tecnológica - Ficha Técnica 2 (FT2). (PA $n^{\text{Bloco C.Fator Máquinas, Equipamentos e sistemas}}$).

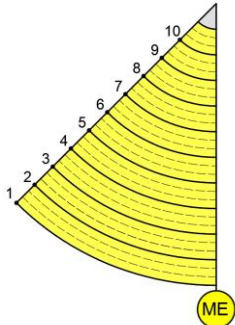
Fator Máquinas, Equipamentos e sistemas (ME): Análise Diagnóstica Integrada (*Layout* e P+L) para PA n (de 1 a 10) ^{C.ME}

Analisar Pontos Críticos (PCs) sobre *Layout* e Oportunidades de P+L (O^{P+L}) para melhorar processos, o *layout* e obter a P+L.

Analisar, avaliar e sintetizar:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. PCs e necessidades relacionados à infraestrutura de Máquinas, Equipamentos (ME), sistemas e ferramentas (PA 1 ^{C.ME}).	Dimensionar melhorias para a infraestrutura técnica e tecnológica; instalação [eco]eficiente de ME; melhorar parcerias junto a fabricantes.	($I^{12.C}$) Desenho técnico cadastral do espaço físico e <i>Layout</i> do CB com a demarcação das áreas ocupadas por ME e ferramentas, e pelas sobras de materiais e descartes junto a ME;
2. PCs na programação, usos e controles de SIAD junto a ME, necessidades, áreas e localização, e fluxos do SIAD (PA 2 ^{C.ME}).	Mapear os processos de informação analógicos e digitais e formas de uso de ME; planejar a P+L nas ações junto aos recursos tecnológicos.	($I^{13.C}$) Matriz de Análise do CB; ($I^{14.C}$) Matriz de Análise de <i>Layout</i> e P+L do CB;
3. PCs dos Blocos de CPs e dos locais de geração de perdas produtivas junto a ME; áreas e locais de manutenção das ME (PA 3 ^{C.ME}).	Mapear, dimensionar, programar a P+L junto a ME; planejar M-Proc ^{+L} e CPs ^{+L} ; evitar a geração de desperdícios, planejar o uso e a manutenção.	($I^{15.C}$) Diagrama integrado (<i>Layout</i> e P+L) do CB; ($I^{16.C}$) Caderno de Desenho para análises/esboços de ME e sistemas;
4. Características dos fornecedores, nível de gestão ambiental declarado, economia de recursos e riscos ambientais de ME (PA 4 ^{C.ME}).	Estabelecer pontes e parcerias, incentivar inovações incrementais, melhorar processos, obter a P+L, o SGSST ^{+L} e SP ^{+L} s.	($I^{17.C}$) Diagrama de Linhas de Fluxos Críticas (DLFC) no CB para ME; ($I^{22.C}$) Tabela de áreas (m ²) ocupadas por ME e sistemas no CB e para C-PROJ;
5. Os PCs, pontos fortes e as necessidades da equipe quanto ao uso de ME, às normas de segurança, à P+L e [eco]eficiência, e aprendizado organizacional (PA 5 ^{C.ME}).	Planejar o uso e/ou equipamentos de segurança e de P+L, matriz de capacitações para uso de ME e P+L, Mapas de Procedimentos ^{+L} (M-Proc ^{+L}) e Sistema de Sinalética L^{P+L} (SSL ^{P+L}).	($I^{23.C}$) Diagrama de Relação de Áreas (DRA) para ME e sistemas no CB e ($I^{24.C}$) DRA ^{+L} para C-PROJ (úteis, de circulação e de manutenção) para ME em L^{P+L} ;
6. Os PCs, as conformidades e compatibilidades entre os projetos, os produtos intermediários e acabados, e ME (PA 6 ^{C.ME}).	Implementar a P+L e [eco]eficiente dos produtos, evitar e/ou reduzir perdas, melhorar ME, a produtividade e a qualidade dos produtos.	($I^{25.C}$) Tabela de fluxos de produção (m linear) em ME no CB e para C-PROJ; ($I^{26.C}$) Gráfico de linhas de fluxos de produção no CB (ME) e ($I^{27.C}$) Gráfico de linhas de fluxos para C-PROJ (ME);
7. Rendimento e produtividade de ME, e verificar PCs, o tempo de produção e necessidades de aprimorar ME (PA 7 ^{C.ME}).	Planejar, otimizar, ampliar e melhorar ME, visando obter [eco]eficiência, a P+L e [eco]produtividade, e atender clientes no prazo.	($I^{40.C}$) MapoFluxos (MF) de Riscos Ambientais (MF-RA) e de acidentes em ME no CB;
8. As áreas (m ²) ocupadas por ME e sistemas, por ferramentas, PCs de uso e segurança, e o cumprimento de Normas Técnicas (PA 8 ^{C.ME}).	Avaliar e melhorar áreas (m ²) para recursos tecnológicos visando obter e/ou melhorar a [eco]eficiência e P+L e a produtividade de ME.	($I^{41.C}$) Análise Ergonômica do Trabalho (AET) junto a ME e sistemas;
9. As linhas de fluxos de E.M e SP associadas a ME ^{P+L} , os inter-relacionamentos, retornos, cruzamentos e obstruções de piso (PA 9 ^{C.ME}).	Planejar fluxos de E.M e de SP para Blocos de CPs ^{+L} , o tempo de produção, melhorias em segurança, obter P+L e [eco]produtividade.	($I^{56.C}$) Estudo de movimentos em ME (detalhes da análise da atividade de imersão para projeto de L^{P+L});
10. A compatibilidade entre a infraestrutura técnica e tecnológica para ME e a infraestrutura física da edificação (PA 10 ^{C.ME}).	Melhorar a infraestrutura hidrosanitária, elétrica e complementares, obter a P+L, [eco]produtividade e redução de custos e de tempo de produção.	($I^{28.C}$) Método dos 5 Porquês (5?); ($I^{29.C}$) Lista de PPs e PCs; ($I^{30.C}$) Lista de O^{P+L} para L^{P+L} ; ($I^{31.C}$) RC-PROJ.

Fonte: Autora

Projetar,
Implementar,
Monitorar/controlar.



Régua com IDI da RAG do projeto de L^{P+L} , com 10 objetivos para projetar, implementar, monitorar, controlar e outras ações.

Quem?

Pesquisador
Empreendedor/
Gestor
Colaboradores
Engenheiros de produção, elétricos e de Tecnologia da Informação e Sistemas,
Arquitetos/Designers
Equipe multidisciplinar

Elos de inovação:

Tec^{+L}, SIAD^{+L}, MP^{+L}, Blocos de CPs^{+L}, SSL^{P+L}, SP^{+L}s, Fluxos^{+L} IDI, RAG.

Quadro 42 - Bloco C: Infraestrutura física e tecnológica - Ficha Técnica 3 (FT3). (PA n^{Bloco C}. Fator Máquinas, Equipamentos e sistemas).

Fator Máquinas, Equipamentos e sistemas (ME): Checklist Integrado (Layout e P+L) para implementar PA n (de 1 a 10) C.ME

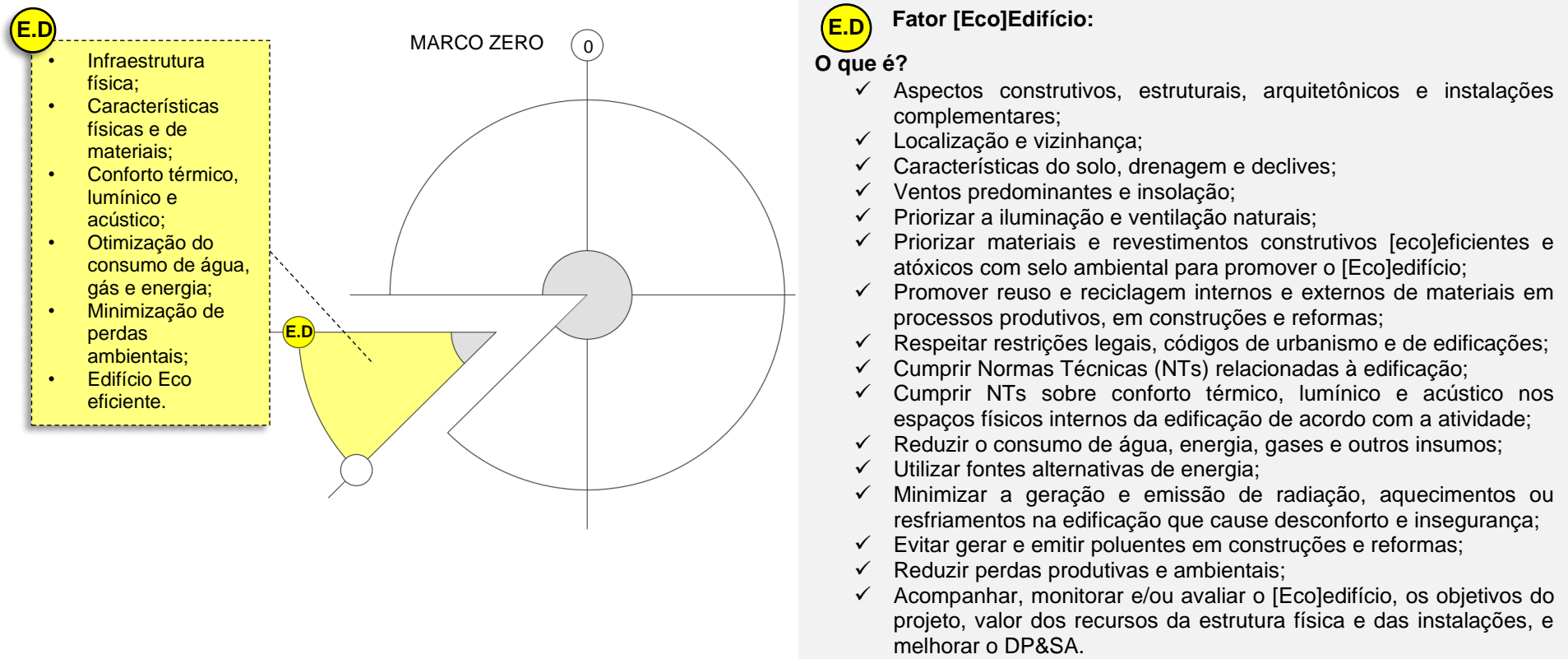
Planos de Ação para implementar projeto de *Layout* integrado à P+L.

Projetar, implementar, monitorar/controlar e/ou:	Para:	Indicadores de Desempenho:
1. Adquirir Tecnologias ^{+Limpas} (Tec ^{+L}) e/ou tornar ME ^{P+L} e sistemas [eco]eficientes; aprimorar as instalações e melhorar usos de ME ^{P+L} (PA 1 C.ME).	Promover inovação; ME ^{P+L} em L^{P+L} e uso de Tec ^{+L} ; melhorar infraestruturas, instalações, usos e consumos de MPs e energias [eco]eficientes.	(ID1) Avaliação comparativa entre CB e C-PROJ; (ID2) % realizado; (ID3) % de [des]obstrução de pisos e de redução de perdas produtivas junto a ME.; (ID4) % de ME [eco]eficientes;
2. Sistemas de Informações Analógicos e Digitais ^{+L} (SIAD ^{+L}) em L^{P+L} e ações junto aos recursos tecnológicos, Tec ^{+L} , ME ^{P+L} (PA 2 C.ME).	Melhorar processos de informações e o uso de ME ^{P+L} , reduzir tempo de produção e promover a P+L, a [eco]eficiência e a [eco]inovação.	(ID5) % de redução de áreas (m ²) com máquinas obsoletas; (ID6) % de otimização de áreas (m ²) em CPs/ME;
3. Mapa de Procedimentos ^{+L} (M-Proc ^{+L}) para limpeza e manutenção preventiva nos Blocos de CPs ^{+L} e instalações de Tec ^{+L} /ME ^{P+L} (PA 3 C.ME).	Evitar paradas, perdas e atrasos, melhorar usos de ME ^{P+L} , evitar a geração de desperdícios, facilitar coletas, manutenção preventiva e reuso.	(ID7) % de otimização de áreas (m ²) de produção; (ID8) % de melhoria da capacidade produtiva (capacidade/tempo - dia/semana/mês);
4. Obter ME ^{P+L} com certificação ambiental, seguras, de baixo ruído e fácil manutenção; aprimorar e formar parcerias para inovações incrementais em processos e P+L (PA 4 C.ME).	Melhorar processos, usos e controles; obter melhor desempenho, melhorar a GPPP ^{+L} e o PCP ^{+L} , o SGSST ^{+L} e SP ^{+L} s; evitar desperdícios de tempo, esperas, perdas produtivas e riscos.	(ID9) % de melhoria da P+L com ME (quantidade x tempo x segurança x qualidade x P+L); (ID10) % de redução no consumo de energia x quantidade produzida (parâmetro); (ID11) % de redução de custos associados, manutenções e paradas de ME (produção x tempo);
5. Normas Técnicas (NTs) de segurança para ME ^{P+L} , SSL ^{P+L} , capacitação (PA5 C.ME).	Obter o aprendizado organizacional no uso de ME ^{P+L} e em P+L, e [eco]eficiência de recursos.	(ID12) Quantidade de manutenção preventiva;
6. Produtos e procedimentos compatíveis com os recursos tecnológicos e PPP ^{+L} ; prever ME ^{P+L} para atender demandas (PA 6 C.ME).	Obter a P+L, a qualidade e [eco]eficiência dos produtos, melhorar a produtividade de materiais, ME, evitar perdas produtivas.	(ID13) e de ME adquiridas, sistemas ^{+L} implementados;
7. Planos de corte e de execução em ME com prazos, usos e consumos; monitorar a melhoria contínua em produtividade de ME ^{P+L} (PA 7 C.ME).	Melhorar a capacidade produtiva e P+L e o DAS ^{+L} , evitar perdas produtivas, ampliar e/ou melhorar ME ^{P+L} e controlar prazos e entregas.	(ID14) % de melhoria em segurança e conforto acústico de ME e sistemas;
8. Planta de Blocos de CPs ^{+L} para instalar ME ^{P+L} conforme a sequência dos processos em áreas (m ²) com dimensões requeridas pelos fabricantes e de acordo com as NTs (PA 8 C.ME).	Implementar SP ^{+L} s, melhorar a produtividade quanto ao uso das áreas (m ²) ocupadas por ME ^{P+L} e obter a P+L, evitar ocupar áreas com ME obsoletos e desperdícios de áreas (m ²).	(ID15) Roda de Avaliação Global do projeto L^{P+L} (RAG);
9. Mapear linhas de fluxos ^{+L} e inter-relacionamentos junto a ME ^{P+L} entre os CPs ^{+L} , e o tempo de produção (PA 9 C.ME).	Evitar perdas com fluxos longos, retornos, cruzamentos e interrupções; cumprir NTs, obter segurança, [eco]eficiência, [eco]produtividade.	(ID16) % de melhoria na qualidade do produto por ME adquiridos e/ou aprimorados;
10. Compatibilizar infraestruturas para instalar ME ou ME ^{P+L} , de acordo com requisitos técnicos, de segurança e com o processo ^{+L} (PA 10 C.ME).	Evitar e/ou reduzir perdas produtivas, reduzir custos e tempo, compatibilizar recursos, obter [eco]eficiência, [eco]produtividade e P+L.	(ID17) Quantidade de capacitação, treinamento e P&DI; (ID18) % de otimização de fluxos internos em CPs e ME; (ID19) % de redução de desperdícios de fluxos (retornos, cruzamentos, interrupções); (ID20) % de mudanças incrementais em ME.

Fonte: Autora

O fator **[Eco]Edifício (E.D)** do Bloco C, Infraestrutura física e tecnológica, discute, por meio de Planos de Ação (PA n^{Bloco.Fator}), as características físicas e de materiais da edificação, os aspectos de conforto térmico, lumínico e acústico, a minimização de perdas ambientais e do consumo de água, gases e energia; e promove o edifício [eco]eficiente. A Figura 56 apresenta e define o fator E.D.

Figura 56 - Bloco C: Fator [Eco]Edifício



Fonte: Autora

Elos de inovação do projeto de L^{P+L} , fator [Eco]Edifício (E.D) (quadro 43):

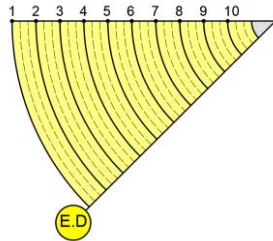
Quadro 43 - ELOS INOVADORES do projeto de L^{P+L} , Fator [Eco]Edifício (E.D):
<p>- Parâmetros de Conforto Bioclimáticas (C-Bio): planta de E.D com parâmetros de C-Bio e E.M é elo de inovação que une as áreas de Arquitetura Bioclimática (Arq-Bio), Engenharia da Produção e <i>layout</i>, Engenharia de Materiais, [Eco]Design e a P+L com impactos positivos no conforto térmico do espaço de produção por reduzir <i>stress</i> térmico para pessoas e ME, elevar a produtividade da MO junto a ME e sistemas e melhorar o DP&SA.</p> <p>- <u>Aquisição de [Eco]Materiais construtivos, uso de Tecnologias^{+Limpas} (Tec^{+L}) e sistemas construtivos e de instalações [eco]eficientes e duráveis</u>: evita o consumo de materiais poluentes, minimiza o consumo de água, gases e energia, incentiva ou induz o uso [eco]eficiente de insumos, minimiza perdas produtivas, valoriza fornecedores com selo de qualidade ambiental e garantia de longa vida, e promove [eco]inovação.</p> <p>- Planta de [Eco]Edifício acessível: planejar a acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida e cadeirantes, acessos rampeados para pessoas e materiais, e considerar a <u>Planta de Blocos de CPs^{+L} com pisos sem desníveis</u>, atende a NTs e ao Sistema de Gestão da Saúde e Segurança do Trabalho^{+L} (SGSST^{+L}), evita acidentes e promove processos de inclusão.</p> <p>- Planta de [Eco]Edifício integrado à Segurança e Combate a Incêndios (SCI) para espaços de produção: atende a NTs do Corpo de Bombeiros Militar (CBM), a Sistema de Gestão da Saúde e Segurança do Trabalho^{+L} (SGSST^{+L}), à Sistema de Gestão da Segurança e Combate a Incêndios (SGSCI), evita acidentes e perdas produtivas patrimoniais e ambientais.</p> <p>- <u>Planta de [Eco]Edifício integrado à Sistemas de Sensoriamento Remoto e Conectividade</u>: criar SSRConect para estruturar empresas à jornada da indústria 4.0, promove autonomia da MO e controle dos CPs^{+L}, melhora fluxos de informação e as tomadas de decisões; preparar a edificação de pequenos negócios para a indústria 4.0 é um elo de inovação de processo.</p> <p>- <u>Mapa de Procedimentos^{+L} (M-Proc^{+L}) para o conforto ambiental e manutenção de E.D</u>: criar M-Proc^{+L} para conforto ambiental, manutenção preventiva, limpeza e organização do E.D, dos Blocos de CPs^{+L}, dos estoques e áreas de gestão, elimina e/ou minimiza riscos ambientais, promove conforto físico e visual, e gestão^{+L} do E.D para a permanência no trabalho, além de segurança, manutenção, melhorias em produtividade, [eco]eficiência e/ou [eco]inovação.</p> <p>- <u>Plano de controle e eficiência de usos e reuso de insumos (água, energia, gases e outros)</u>: para aumentar o controle de uso da infraestrutura edificada e reduzir desperdícios;</p> <p>- <u>Plano para compatibilizar os projetos para E.D</u>: projetos complementares e de infraestruturas como ME^{P+L}, CPs^{+L} e sistemas (SSL^{P+L}, SGSST^{+L}, SGSCI, SSRConect) integrados;</p> <p>- <u>Fichas Técnicas (FT1, FT2 e FT3): Checklists Integrados</u> são inovação do método de L^{P+L};</p> <p>- <u>Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de L^{P+L}</u> é elo de inovação de monitoramento.</p>

Fonte: Autora

Os quadros 44, 45 e 46 apresentam objetivos específicos e PAs em relação ao fator **[Eco]Edifício (E.D)**; está associado aos sistemas construtivos, instalações e tecnologias da edificação, organização e conforto ambiental térmico, lumínico e acústico para reduzir perdas produtivas.

O quadro 44, FT1, estabelece 10 objetivos para identificar características do *Layout* e da P+L no CB, detalha o *Checklist* integrado para a coleta de dados, a equipe e Instrumentos de trabalho ($I^{n^{\circ}C}$). O quadro 45, FT2, detalha PAs para ADI e está relacionado à FT1 (E.D); o quadro 46, FT3, contém PAs para projeto de L^{P+L} com IDI para avaliar e comparar o CB e o C-PROJ.

Identificar e
Descrever



Régua com Indicadores de Desempenho de Integração (IDI) da Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L} , com 10 objetivos para identificar e descrever o CB.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
Colaboradores
Engenheiros de produção,
de segurança do trabalho,
Engenheiros civis e
elétricos,
Eletricistas,
EcoDesigners
Arquitetos e Designers
Equipe multidisciplinar

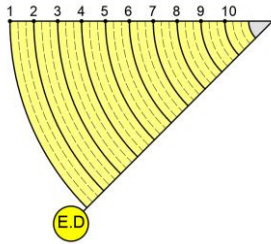
Elos de inovação:

1^{1.C}, 1^{2.C}, 1^{6.C}, 1^{7.B}, 1^{8.B}, 1^{11.C},
1^{39.C}, 1^{54.C}.

Quadro 44 - Bloco C: Infraestrutura física e tecnológica - Ficha Técnica 1 (FT1). (PA n ^{Bloco C.Fator [Eco]Edifício}).		
Fator [Eco]Edifício (E.D): Checklist Integrado (<i>Layout</i> e P+L) para coleta de dados e PA n (de 1 a 10) ^{C.E.D.} .		
Identificar e descrever as características do <i>Layout</i> e da P+L no Cenário Base (CB). Visita Técnica (VT).		
Identificar e descrever:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. Características do edifício, áreas, volumes, topografia, tipo de solo, condições bioclimáticas, ventos predominantes e insolação (PA 1 ^{C.E.D.}).	Analisar Pontos Críticos (PCs) dos espaços, da implantação, do uso e declives do solo, posição dos ventos e sombreamento da edificação.	(1 ^{1.C}) Checklist Integrado; (1 ^{2.C}) Diário de Bordo do projeto; (1 ^{3.C}) Pesquisa documental (especificações de MPs, projetos, notas de compra e manutenção); (1 ^{4.C}) Levantamento fotográfico e vídeo cadastral das condições físicas da edificação, dos espaços, ambientes de trabalho e materiais construtivos. (1 ^{5.C}) Levantamento métrico cadastral da edificação, com locação do Norte magnético, dos mobiliários, ME, áreas (m ²) úteis e sem uso, e circulações no <i>layout</i> do CB; (1 ^{6.C}) Programa de necessidades ^{+L} para L^{P+L} ;
2. Restrições legais, PCs sobre segurança física, estrutural, das instalações, patrimonial e contra incêndios nos ambientes de trabalho (PA 2 ^{C.E.D.}).	Analisar a edificação visando cumprir Normas Técnicas (NTs) de segurança física, estrutural, de instalações, patrimonial e contra incêndios.	(1 ^{7.B}) Fluxograma de Abastecimento de MPs e SP para estoques no CB; (1 ^{8.B}) Fluxograma de Abastecimento de MPs e SP para a produção no CB;
3. Nível de limpeza, organização e manutenção do espaço físico edificado, estruturas, coberturas e instalações complementares (PA 3 ^{C.E.D.}).	A gestão da edificação e da P+L; evitar perdas, melhorar a manutenção para a permanência no ambiente de trabalho, conforto físico e visual.	(1 ^{9.C}) Entrevista semiestruturada; (1 ^{10.C}) Relatórios da observação direta e/ou das filmagens sobre a edificação; especificações técnicas dos materiais construtivos;
4. A infraestrutura de materiais da edificação, a entrada, recepção para MPs, acessibilidade para fornecedores, MPs, MO e clientes (PA 4 ^{C.E.D.}).	Analisar a ecoeficiência dos materiais, sistemas e tecnologias construtivas; a acessibilidade de rampas, calçadas e escadas dos acessos.	(1 ^{11.C}) Quadro de Riscos Ambientais (RA) e de O ^{P+L} com Fluxograma; (1 ^{22.C}) Tabela de áreas (m ²) da edificação e dos CPs no CB;
5. Riscos ambientais nas estruturas e espaços físicos da edificação, rotinas de limpeza, organização e segurança no trabalho (PA 5 ^{C.E.D.}).	Conhecer e analisar a segurança no trabalho, o conforto e riscos ambientais do edifício, rotinas de limpeza e de P+L para evitar riscos.	(1 ^{39.C}) Fluxograma de Fabricação e Montagem (F-FM) do processo produtivo com foco em SP e uso de ME pela MO; (1 ^{54.C}) Fluxograma de manutenção de ME e sistemas integrado à edificação no CB.
6. Produtos, processos e materiais construtivos utilizados na edificação; o controle de qualidade de produtos e processos (PA 6 ^{C.E.D.}).	Conhecer e analisar o nível de [eco]eficiência e P+L dos produtos e materiais utilizados no edifício; evitar poluentes, riscos e desperdícios.	
7. Fontes de água, energia e gases; o consumo, as perdas, a geração e emissão de poluentes em construções e reformas (PA 7 ^{C.E.D.}).	Conhecer a origem das fontes dos recursos das instalações hidráulicas, de energia e de outros insumos, descartes e desperdícios de recursos.	
8. PCs, obstruções de pisos, excessos ou descontinuidades de áreas (m ²) nos Centros de Produção (CPs), e áreas ociosas (PA 8 ^{C.E.D.}).	Analisar as necessidades de áreas (m ²) e melhorar a sequência das áreas conforme o processo; evitar desperdícios construtivos.	
9. PCs em fluxos (m), obstruções, retornos e cruzamentos, ausências, excessos ou [des]continuidades de fluxos nos CPs (PA 9 ^{C.E.D.}).	Adaptar a edificação à sequência de fluxos dos processos; evitar perdas de tempo com fluxos longos, desnecessários, cruzamentos/retornos.	
10. [Des]continuidades e [in]compatibilidades entre os espaços físicos edificados, instalações complementares e de produção, e as ME e sistemas necessários à produção (PA 10 ^{C.E.D.}).	Conhecer e analisar [in]compatibilidades entre os espaços físicos edificados, instalações complementares e de produção, e as necessidades dos processos produtivos.	

Fonte: Autora

Analisar e avaliar



Régua com IDI da RAG do projeto de L^{P+L} , com 10 objetivos para analisar, avaliar e sintetizar o CB.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
Colaboradores
Engenheiros de produção,
de segurança do trabalho,
Engenheiros civis e
elétricos,
Eletricistas,
EcoDesigners
Arquitetos e Designers
Equipe multidisciplinar

Elos de inovação:

$I^{13.C}$, $I^{14.C}$, $I^{15.C}$, $I^{16.C}$, $I^{17.C}$,
 $I^{23.C}$, $I^{24.C}$, $I^{29.C}$, $I^{30.C}$, $I^{40.C}$,
 $I^{57.C}$, $I^{58.C}$.

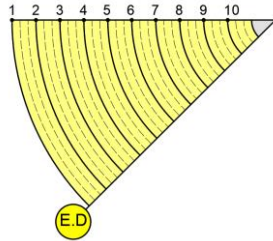
Quadro 45 - Bloco C: Infraestrutura física e tecnológica - Ficha Técnica 2 (FT2). (PA $n^{Bloco C.Fator [Eco]Edifício}$).**Fator [Eco]Edifício (E.D):** Análise Diagnóstica Integrado (*Layout* e P+L) do Cenário Base (CB) e PA n (de 1 a 10) $C.E.D$

Analisar Pontos Críticos (PCs) sobre *Layout* e Oportunidades de P+L (O^{P+L}) para melhorar processos, o *layout* e obter a P+L.

Analisar, avaliar e sintetizar:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. Espaços físicos, a conformidade de medidas para atender a processos, entorno, condições de solo e bioclimáticas da edificação (PA 1 $C.E.D$).	Verificar PCs em setores, [des]continuidades em processos, ações corretivas para o bioclima interno; declives e drenagens.	($I^{12.C}$) Desenho técnico cadastral do espaço físico e <i>Layout</i> do CB com a locação das estruturas, acessos, aberturas, áreas ocupadas por mobiliários e ME, instalações hidrossanitárias, elétricas e outras; ($I^{13.C}$) Matriz de Análise do CB; ($I^{14.C}$) Matriz de Análise de <i>Layout</i> e P+L do CB;
2. Restrições legais e conformidades com NTs de segurança física, estrutural, de instalações, patrimonial e contra incêndios (PA 2 $C.E.D$).	Planejar melhorias estruturais na edificação para cumprir a legislação e NTs de segurança e Combate a Incêndios (CI); promover a P+L.	($I^{15.C}$) Diagrama integrado (<i>Layout</i> e P+L) do CB;
3. Rotinas de limpeza, organização, manutenção e gestão das condições de permanência e conforto físico e visual da edificação (PA 3 $C.E.D$).	Planejar a organização, o conforto físico, visual e a P+L; e sistemas de gestão para a manutenção preventiva da edificação.	($I^{16.C}$) Caderno de Desenho com análises/esboços para [Eco]edifício; ($I^{17.C}$) Diagrama de Linhas de Fluxos Críticas (DLFC) no CB para E.D; ($I^{22.C}$) Tabela de áreas (m^2) da edificação para CPs no CB e para C-PROJ;
4. A [eco]eficiência dos materiais, sistemas e tecnologias construtivas e a infraestrutura de acessibilidade da edificação (PA 4 $C.E.D$).	Planejar a P+L e a rastreabilidade de MPs nas tecnologias construtivas e o [Eco]edifício; dimensionar acessibilidade; evitar obstáculos.	($I^{23.C}$) Diagrama de Relação de Áreas (DRA) dos CPs no CB; ($I^{24.C}$) DRA $^{+L}$ com estimativas de áreas para C-PROJ (úteis, de circulação e de manutenção) para o espaço edificado e L^{P+L} ;
5. A segurança e riscos ambientais no edifício, a P+L, o nível de capacitação para rotinas de limpeza e para evitar riscos (PA 5 $C.E.D$).	Promover melhorias nos condicionantes de conforto ambientais; capacitar a equipe para rotinas de limpeza e evitar riscos ambientais.	($I^{57.C}$) MapoFluxos (MF) de Fabricação e Montagem do CB (MF-FM) e para C-PROJ (MF-FM $^{+L}$); ($I^{58.C}$) MapoFluxos (MF) de manutenção de [Eco]Edifício do CB e para C-PROJ;
6. PCs dos produtos, processos, materiais de piso, vedação, coberturas, instalações e reusos; eficiência energética do edifício (PA 6 $C.E.D$).	Especificar produtos, processos e materiais construtivos $^{+L}$ e [eco]eficientes com selo de qualidade e garantia de longa vida.	($I^{25.C}$) Tabela de fluxos de produção (m linear) no CB e C-PROJ; ($I^{40.C}$) MapoFluxos (MF) de Riscos Ambientais (MF-RA) e de acidentes da edificação no CB;
7. As fontes e rendimentos de recursos como água, energia e gases; os desperdícios, os descartes e custos associados (PA 7 $C.E.D$).	Planejar alternativas de recursos $^{+L}$ e sem danos para a natureza, evitar e/ou reduzir desperdícios e custos associados.	($I^{28.C}$) Método dos 5 Porquês (5?); ($I^{29.C}$) Lista de PPs e PCs; ($I^{30.C}$) Lista de O^{P+L} para L^{P+L} ;
8. As necessidades de áreas (m^2) edificadas para os CPs (pisos, paredes, tetos e estruturas), as infraestruturas, e a conformidade entre sequências de produção e processos (PA 8 $C.E.D$).	Melhorar o uso das áreas (m^2) dos CPs e as infraestruturas, e evitar desperdícios de áreas construídas (pisos, paredes e tetos), obstruções de piso, áreas ociosas e custos.	($I^{31.C}$) RC-PROJ.
9. Os fluxos no espaço edificado para os CPs e entre os CPs, a conformidade entre sequências de fluxos e processos (PA 9 $C.E.D$).	Evitar obstruções de fluxos, melhorar o uso de [eco]materiais e a sequência dos processos produtivos no edifício e o tempo das pessoas.	
10. [In]compatibilidades entre os espaços físicos edificados e instalações, e as necessidades dos processos produtivos (PA 10 $C.E.D$).	Compatibilizar projetos da edificação, promover conforto ambiental, segurança, usos de energias $^{+L}$ e reusos.	

Fonte: Autora

Projetar,
Implementar, monitorar
Controlar.



Régua com IDI da RAG do projeto de L^{P+L} , com 10 objetivos para projetar, implementar, monitorar, controlar e outras ações.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
Colaboradores
Engenheiros de produção,
de segurança do trabalho,
Engenheiros civis e
elétricos,
Eletricistas,
EcoDesigners
Arquitetos e Designers
Equipe multidisciplinar

Elos de inovação:

Planta de E.D + C-Bio e E.M, M-Proc^{+L}, Tec^{+L}, Energia^{+L}, planos de controle e eficiência de usos de insumos, áreas^{+L}, Fluxos^{+L}, SSRConect, IDI e RAG.

Quadro 46 - Bloco C: Infraestrutura física e tecnológica - Ficha Técnica 3 (FT3). (PA n^{Bloco C.Fator [Eco]Edifício}).

Fator [Eco]Edifício (E.D): Checklist Integrado (Layout e P+L) para implementar PA n (de 1 a 10) C.E.D

Planos de Ação para implementar projeto de *Layout* integrado à P+L.

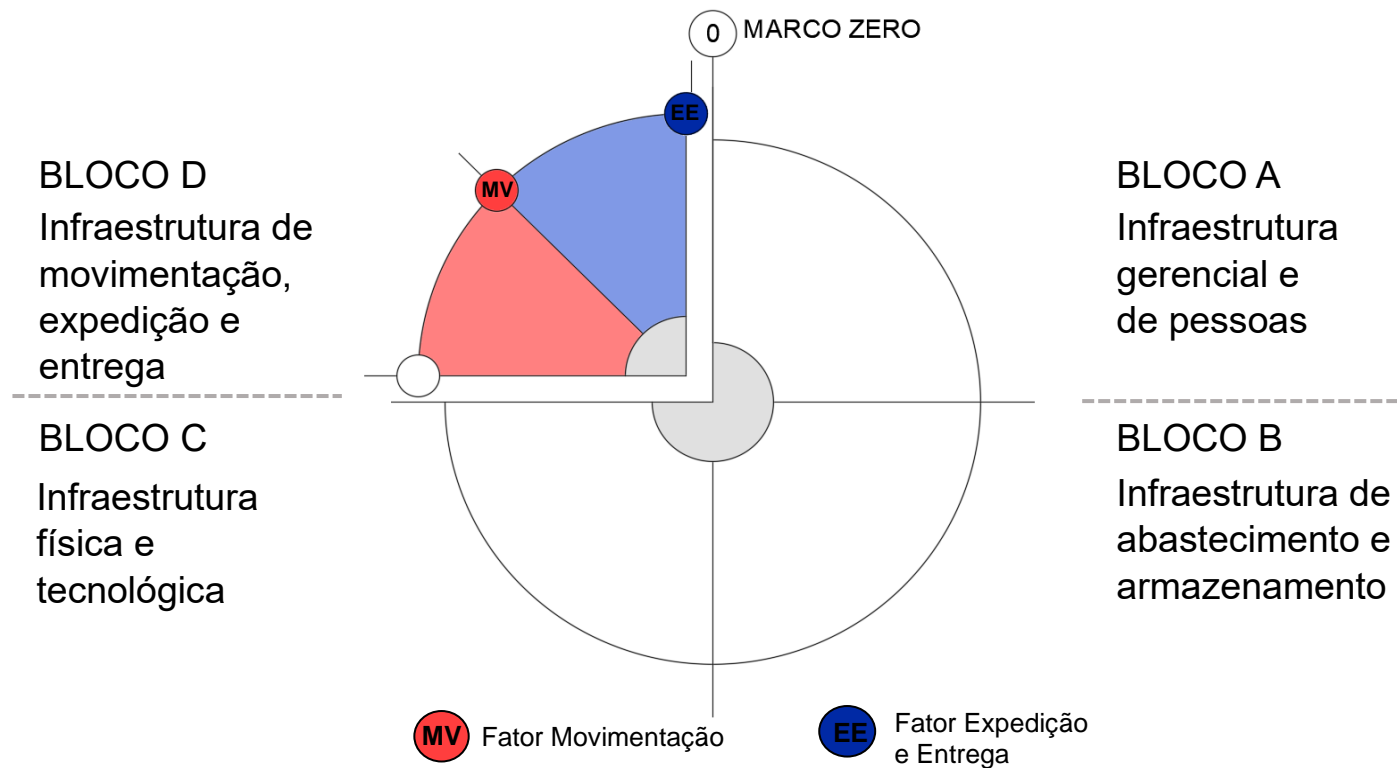
Projetar, implementar, monitorar/controlar e/ou:	Para:	Indicadores de Desempenho:
1. Planta de [Eco]Edifício com áreas de apoio, gerenciais e de produção de acordo com parâmetros de Conforto Bioclimáticas (C-Bio) da região e integrado aos processos (PA 1 ^{C.E.D}).	Melhorar as condições de conforto térmico para a MO, a ventilação e a exaustão do calor, as condições de conforto térmico de trabalho e a produtividade; e melhorar os processos.	(ID1) Avaliação comparativa entre CB e C-PROJ; (ID2) % realizado; (ID3) % de redução de perdas construtivas;
2. Implementar a legislação e NTs de segurança física e estruturais na edificação, e Sistema de Combate a Incêndios (SCI) (PA 2 ^{C.E.D}).	Segurança do espaço edificado; evitar incêndios e perdas por fatores estruturais, e por instalações mal dimensionadas.	(ID4) % de materiais construtivos [eco]eficientes; (ID5) % de otimização de áreas (m ²) nos CPs;
3. Mapa de Procedimentos ^{+L} (M-Proc ^{+L}) para a manutenção preventiva, limpeza e organização do E.D, CPs ^{+L} , estoque e área de gestão (PA 3 ^{C.E.D}).	Melhorar conforto do E.D para a permanência no trabalho, promover gestão ^{+L} do E.D, manutenção preventiva e [eco]produtividade.	(ID6) % de otimização do sequenciamento de áreas (m ²); (ID7) % de melhoria da capacidade produtiva (capacidade/tempo x dia/semana/mês);
4. Uso de [Eco]Materiais, sistemas e Tecnologias ^{+L} (Tec ^{+L}) na Planta de [Eco]Edifício; entradas e saídas acessíveis para pessoas e MPs (PA 4 ^{C.E.D}).	Obter a P+L na infraestrutura física da edificação; atender NTs sobre acessibilidade e evitar obstáculos nos acessos.	(ID8) % de melhoria em conforto térmico, acústico e lumínico da edificação;
5. Eliminar e/ou reduzir riscos ambientais; implementar capacitação para rotinas de limpeza e evitar riscos ambientais no edifício (PA 5 ^{C.E.D}).	Obter o conforto ambiental, a gestão ^{+L} da produção, a produtividade dos recursos humanos e eliminar riscos no edifício.	(ID9) % de redução no consumo de água e energia da edificação; (ID10) % de redução de custos associados a manutenções da edificação (produção x tempo);
6. Produtos, processos, materiais construtivos e instalações ^{+L} e [eco]eficientes, com selo de qualidade e garantia de longa vida (PA 6 ^{C.E.D}).	Obter [eco]eficiência no E.D, insumos ^{+L} , energias alternativas e isolamentos; implantar a P+L, o DAS ^{+L} nos sistemas construtivos.	(ID11) Quantidade de manutenção preventiva;
7. Energia ^{+L} ; plano de controle e eficiência de [re]usos de insumos (água, energias ^{+L} e gases); M-Proc ^{+L} ; evitar descartes fora das NTs (PA 7 ^{C.E.D}).	Gerar estratégias de uso [eco]eficiente do E.D e dos recursos naturais; evitar desperdícios; usar Tecnologias ^{+L} (Tec ^{+L}) e isolamentos/E.D.	(ID12) de espaços ^{+L} implementados;
8. Planta de E.D com as áreas (m ²) e volumes (m3) construtivos conforme as necessidades dos Blocos de CPs ^{+L} , processos e pessoas (PA 8 ^{C.E.D}).	Melhorar o uso de áreas, organizar a sequência dos processos e o tempo de produção e elevar a produtividade.	(ID13) % de melhoria em segurança do trabalho e patrimonial; (ID14) % de melhoria em segurança contra incêndios;
9. Fluxos ^{+L} integrados à edificação com CPs ^{+L} sem obstruções, na sequência dos Processos ^{+L} de produtos (P ^{+L} P) (PA 9 ^{C.E.D}).	Melhorar o uso da edificação e dos CPs ^{+L} , o tempo de produção, organizar a sequência dos processos e elevar a produtividade.	(ID15) Roda de Avaliação Global do projeto L^{P+L} (RAG). (ID16) Quantidade de capacitação, treinamento e P&DI;
10. Compatibilizar projetos arquitetônicos, estruturais, de instalações, energias ^{+L} , segurança, conforto ambiental e reusos (PA 10 ^{C.E.D}).	Evitar desperdícios, retrabalhos e custos associados, melhorar a gestão de obras, dos processos, o conforto e o tempo de produção.	(ID17) % de redução de desperdícios de fluxos (retornos, cruzamentos, interrupções); (ID18) % de aprimoramentos na edificação;

Fonte: Autora

BLOCO D: Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega

O Bloco D é composto pelos fatores Movimentação (MV), Expedição e Entrega (EE). A Figura 57 apresenta o conjunto de fatores relacionados ao Bloco D.

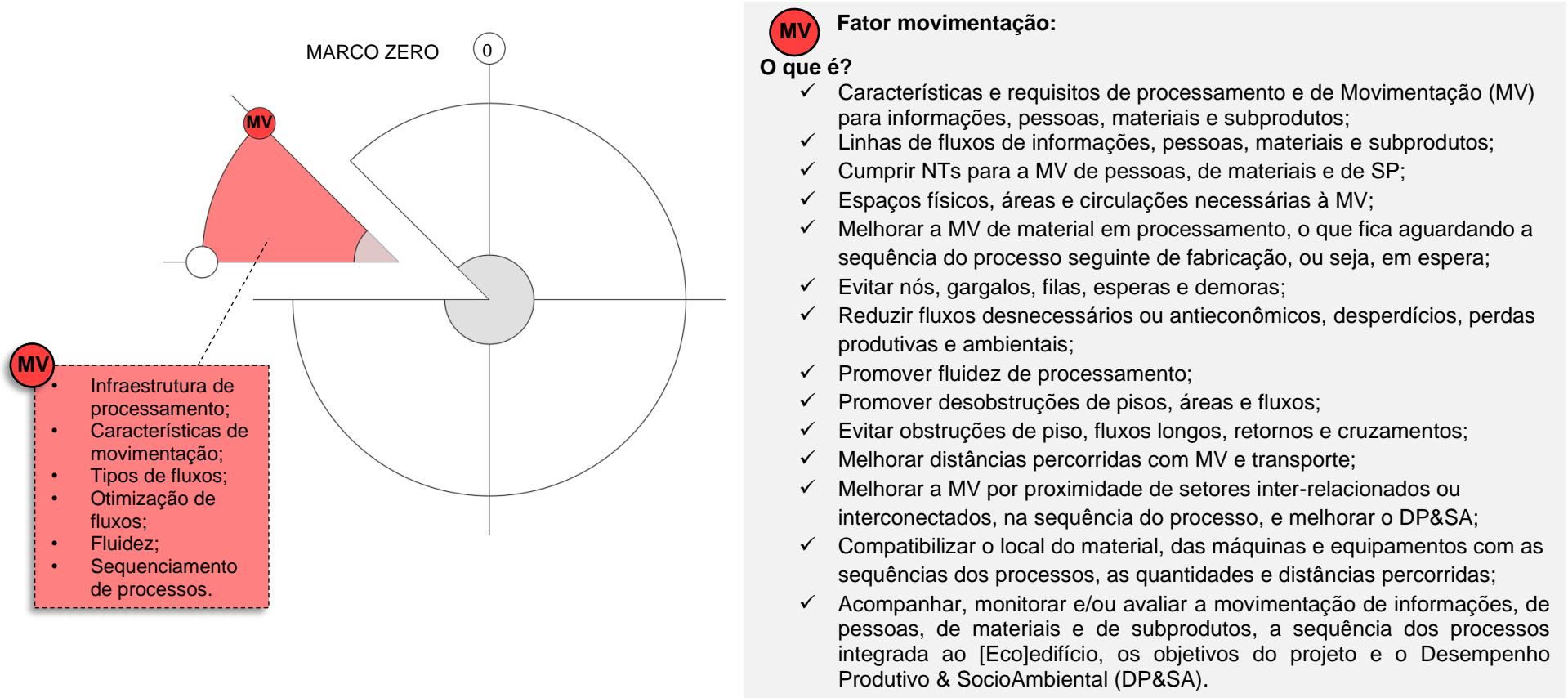
Figura 57 - Bloco D: Infraestrutura de Movimentação, Expedição e Entrega



Fonte: Autora

O fator **Movimentação (MV)** do Bloco D, Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega, discute em Planos de Ação (PA n^o Bloco.Fator), as distâncias percorridas e fluxos de informações, pessoas e materiais. A Figura 58 apresenta e define o fator MV.

Figura 58 - Bloco D: Fator movimentação



Fonte: Autora

Elos de inovação do projeto de L^{P+L} , fator Movimentação (MV) (qd. 47):

Quadro 47 - ELOS INOVADORES do projeto de L^{P+L} , Fator Movimentação (MV):
<ul style="list-style-type: none"> - Fluxos de Processos^{+L} de Informação e Gerenciais (F-P^{+L}IG) e para processos de Fabricação e Montagem^{+L} (F-FM^{+L}): elaborar Fluxogramas^{+L} (F^{+L}) e MapoFluxos^{+L} (MF^{+L}) de Processos^{+L} de Informação e Gerenciais (MF-P^{+L}IG) e de Fabricação e Montagem^{+L} (MF-FM^{+L}), visa obter deslocamentos curtos, necessários, sem retornos e cruzamentos, sem desperdícios e de acordo com as condições psicofisiológicas para o trabalho, eleva a produtividade, reduz tempo de produção, melhora o Desempenho Produtivo & SocioAmbiental (DP&SA); melhorias em fluxos são elos de inovação de processo e de integração das áreas de <i>layout</i> e P+L, L^{P+L}. - Fluxos^{+L} para Gestão Integrativa de Pessoas (F-G^IP): obter fluxos de acordo com as condições psicofisiológicas para as atividades, e característica de conforto ergonômico de trabalho nos CPs^{+L}, eleva a produtividade e a segurança ergonômica, reduz riscos e o tempo de produção, e melhora o DP&SA, é elo de inovação de processo e de integração do L^{P+L}. - Fluxos^{+L} para Projetos de Produtos^{+L} (F-PP^{P+L}): elaborar F^{+L} e MF^{+L} para PP^{P+L} integrado à Fluxos de Gestão de Projetos, Processos e Produtos^{+L} (F-GPPP^{+L}), viabiliza transferir informações em tempo, claras, fluidas e integradas ao Planejamento e Controle da Produção^{+L} (PCP^{+L}), melhora a interação e a comunicação com a equipe, reduz dúvidas e tempo de produção, evita retrabalhos, eleva a produtividade, a Gestão da Inspeção, Controle e Certificação da Qualidade^{+L} (GICCQ^{+L}) e o DP&SA, é elo inovador que liga design e L^{P+L}. - Fluxos^{+L} para a Gestão de Projetos, Processos e Produtos^{+L} (F-GPPP^{+L}) integrados aos Fluxos de Planejamento e Controle da Produção^{+L} (F-PCP^{+L}): elaborar F^{+L} e MF^{+L} para mapear processos de GPPP^{+L} integrando-os aos de PCP^{+L} reduz tempo de produção, evita desperdícios de materiais, de tempo e retrabalho nos CPs^{+L}, eleva a produtividade e o DP&AS. - Fluxos^{+L} para Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho^{+L} (F-SGSST^{+L}): F^{+L}, MapoFluxos para Riscos Ambientais (MF-RA) e MF-RA^{+L} e/ou MF^{+L} para o SGSST^{+L} (MF-SGSST^{+L}), para manutenção preventiva e para Centros de Produção Especiais (CPE) elimina e/ou minimiza RA, melhora a segurança, a manutenção, as condições de permanência no trabalho, a produtividade, e o DP&SA; é elo para a [eco]eficiência que liga o L^{P+L} à SST. - Mapas de Procedimentos^{+L} (M-Proc^{+L}) integrados aos sistemas potencializam o L^{P+L}. - Fluxos para o AE^{+L} (F-AE^{+L}) e para SP (F-SP): elaborar F^{+L} e MF^{+L} diretos, curtos e próximos aos CPs^{+L} e considerar MPs, produtos [semi]acabados, reuso e reciclagem de SP, otimiza o AE no L^{P+L}, promove melhorias de abastecimento, reduz desperdícios de tempo com esperas e obstruções, eleva a produtividade e a [eco]eficiência do L^{P+L}. - Fluxogramas (F) e MapoFluxos (MF) de SP para reuso e/ou reciclagem interna ou externa (MF-SP) são elo de inovação do L^{P+L}: o estudo e análise promove CPs^{+L}. - Fichas Técnicas (FT1, FT2 e FT3): <i>Checklists</i> Integrados são inovação do método de L^{P+L}; - Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de L^{P+L} é elo de inovação de monitoramento; - <i>Matrix</i> L^{P+L} é elo de inovação de monitoramento e de implementação do projeto;

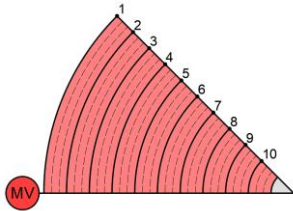
Fonte: Autora

Os quadros 48, 49 e 50 apresentam objetivos específicos e PAs para o fator de projeto de L^{P+L} **Movimentação (MV)**.

Está integrado aos sistemas e tecnologias empregados para o processamento, à organização de sequências de trabalho nos CPs, às esperas, à melhoria ou otimização do *layout* para reduzir perdas produtivas durante os fluxos de informações, de pessoas, de materiais e SP.

O quadro 48, FT1, estabelece 10 objetivos para identificar características do *Layout* e da P+L no CB, detalha o *Checklist* integrado para a coleta de dados, a equipe e Instrumentos de trabalho (I^{nº.D}). O quadro 49, FT2, detalha PAs para ADI relacionadas à FT1 (MV); o quadro 50, FT3, detalha PAs para o projeto de L^{P+L} e estabelece IDI para avaliar e comparar o CB e o C-PROJ.

Identificar e
Descrever



Régua com Indicadores de Desempenho de Integração (IDI) da Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L} , contendo 10 objetivos para identificar e descrever o CB.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
Colaboradores
Engenheiros de produção,
de segurança do trabalho,
EcoDesigners,
Arquitetos e Designers,
Equipe multidisciplinar

Obs 1: Lista de verificação de departamentos, setores e atividades; plantas, manuais de uso e de movimentação junto a ME, sistemas/*layout*. Elos de inovação: $I^{1.D}$, $I^{2.D}$, $I^{6.D}$, $I^{7.A}$, $I^{7.B}$, $I^{8.A}$, $I^{8.B}$, $I^{11.D}$, $I^{34.A}$, $I^{35.A}$, $I^{39.A/C}$, $I^{44.D}$, $I^{49.B}$, $I^{50.B}$, $I^{54.C}$, $I^{56.D}$, $I^{59.D}$, $I^{60.D}$.

Quadro 48 - Bloco D: Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega - Ficha Técnica 1 (FT1). (PA $n^{\text{Bloco D.Fator Movimentação}}$).

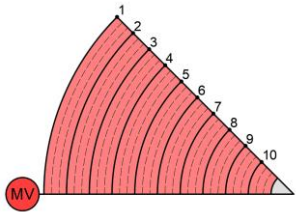
Fator Movimentação (MV): *Checklist* Integrado (*Layout* e P+L) para coleta de dados e PA n (de 1 a 10) $D.MV$

Identificar e descrever as características do *Layout* e da P+L no Cenário Base (CB). Visita Técnica (VT).

Identificar e descrever:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. O Fluxo (F) geral do processo produtivo, as ME e o caminho percorrido por materiais, subprodutos e pessoas na sequência de trabalho nos Centros de Produção (CPs) (PA 1 $D.MV$).	Conhecer as atividades, tipologias de fluxos gerais e específicos das atividades principais, auxiliares, de serviços e dos CPs; as características dos processos e fluxos.	($I^{1.D}$) <i>Checklist</i> Integrado; ($I^{2.D}$) Diário de Bordo do projeto; ($I^{3.D}$) Pesquisa documental (obs 1); ($I^{4.D}$) Levantamento fotográfico e vídeo cadastral dos espaços para movimentações na sequência do processo e <i>layout</i> ;
2. Os Fluxos gerenciais, de informações, de documentos, de ordens de serviços e de planejamento e controle (PA 2 $D.MV$).	Conhecer as atividades gerenciais, as características e fluxos dos processos de informações, planejamento e controle.	($I^{5.D}$) Levantamento métrico cadastral da edificação, com locação dos mobiliários, ME, áreas (m^2) úteis e sem uso, e circulações; ($I^{6.D}$) Programa de necessidades ^{+L} para L^{P+L} ; ($I^{7.A}$) Fluxograma de Movimentação de Pessoas (F-MP); ($I^{7.B}$) F-Ab-MPs/SP/estoque; ($I^{8.A}$) Fluxograma de Processos de Informação e Gerenciais (F-PIG); ($I^{8.B}$) F-Ab-MPs/SP/produção; ($I^{9.D}$) Entrevista semiestruturada; ($I^{10.D}$) Relatórios da observação direta e/ou das filmagens com foco na MV e quantidade de fluxos no CB;
3. Fluxos de rotinas de trabalho, procedimentos de segurança e a programação de manutenção de ME, CPs e dos espaços edificados (PA 3 $D.MV$).	Conhecer fluxos de segurança e manutenção de ME, da edificação, dos espaços físicos de produção, gerenciais e de apoio.	($I^{11.D}$) Quadro de Riscos Ambientais (RA) e de O^{P+L} com Fluxograma; ($I^{34.A}$) F-GICCCQ; ($I^{35.A}$) F-PCP; ($I^{39.A/C/D}$) Fluxograma de Fabricação e Montagem (F-FM); ($I^{49.B}$) F-AE-MPs/SP/estoque; ($I^{50.B}$) FAE-produtos; ($I^{44.D}$) Protocolo, e acompanhamento da produção de <u>produto teste 1 (pt1)</u> em atividade de imersão; ($I^{56.D}$) Estudo de tempos e de movimentos em ME e <i>layout</i> ;
4. Fluxos para o abastecimento geral dos estoques e abastecimento interno para os CPs (PA 4 $D.MV$).	Conhecer procedimentos e distâncias para abastecer estoques e CPs; e evitar atrasos.	($I^{59.D}$) Cartas de Processos de Utilização Múltipla ou Carta "De Para" do CB (obs 2/FT2); ($I^{60.D}$) Diagramas de inter-relacionamento de atividades e áreas (m^2) x fluxos quantificados.
5. Os fluxos percorridos por pessoas para executar as atividades auxiliares, durante a produção em cada CP, e após a execução (PA 5 $D.MV$).	Conhecer e analisar rotinas, procedimentos e distâncias percorridas pelas pessoas para executar as atividades.	
6. Os fluxos dos processos de projeto e orçamento, desde o pedido do cliente, <i>design</i> , escolha de materiais, orçamento e aprovação (PA 6 $D.MV$).	Analisar PCs e procedimentos para elaborar projetos e orçamentos; e evitar desperdícios de tempo e de material já na fase de projeto.	
7. Nível de acompanhamento e controle da execução dos processos, distâncias percorridas e tempo de produção em cada CP/geral (PA 7 $D.MV$).	Relacionar tempos e movimentos; monitorar desperdícios de movimentações e de tempo nos CPs e entre eles; melhorar produtividade.	
8. As interligações e sequências das áreas de trabalho. Pontos Críticos (PCs), obstruções, vazios e necessidades de organização nos CPs, setores, postos de trabalho e bancadas (PA 8 $D.MV$).	Estudar a organização e fluxos do trabalho em cada atividade, posto de trabalho e bancada; melhorar a sequência de fluxos nas áreas; evitar obstruções e desperdícios.	
9. Fluxos detalhados dos processos nos CPs, as interligações e movimentos, as entradas e saídas de materiais nos CPs e entre eles (PA 9 $D.MV$).	Analisar espaços, procedimentos e fluxos nos CPs, a forma de trabalho, a ergonomia e os movimentos executados pelas pessoas.	
10. Produtividade e sincronicidade entre atividades, áreas e fluxos (PA 10 $D.MV$).	Evitar paradas, gargalos, obstruções, perdas produtivas, desperdícios de deslocamentos, de tempo e atrasos.	

Fonte: Autora

Analisar e avaliar



Régua com IDI da RAG do projeto de L^{P+L} , contendo 10 objetivos para analisar, avaliar e sintetizar o CB.

Quem?

Pesquisadores
Empreendedores
Gestores
Colaboradores
Engenheiros de produção, de segurança do trabalho, EcoDesigners,
Arquitetos e Designers,
Equipe multidisciplinar

Obs 2: Cartas de Processos de Utilização Múltipla ou Carta “De Para” são sistemas de tabulação de fluxos de processos (MUTHER, 1978; VILLAR, 2014).

Elos de inovação:

13.D, 14.D, 15.D, 16.D, 17.D, 23.D,
24.D, 26.D, 27.D, 29.C, 30.C, 36.A/D,
37.A/D, 40.C/D, 48.B/D, 57.C/D,
58.C/D, 60.D, 61.D, 62.D, 63.D, 64.D,
65.D, 66.D.

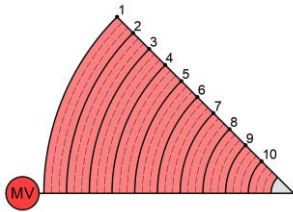
Quadro 49 - Bloco D: Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega - Ficha Técnica 2 (FT2). (PA n^{Bloco D.Fator Movimentação}).

Fator Movimentação (MV): Análise Diagnóstica Integrado (*Layout* e P+L) do Cenário Base (CB) e PA n (de 1 a 10) ^{D.MV}

Analisar Pontos Críticos (PCs) sobre <i>Layout</i> e Oportunidades de P+L (O^{P+L}) para melhorar processos, o <i>layout</i> e obter a P+L.		
Analisar, avaliar e sintetizar:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. Tipologias de fluxos gerais e específicos das atividades principais, auxiliares, de serviços, dos CPs. Fluxograma (F) dos processos (PA 1 ^{D.MV}).	Definir MapoFluxos no CB, os processos, CPs, setores e atividades; tipificar linhas (reta, U, S ou quebrada) e mensurar fluxos.	(1 ^{12.D}) Desenho técnico cadastral do espaço físico e <i>Layout</i> do CB; (1 ^{13.D}) Matriz de Análise do CB; (1 ^{14.D}) Matriz de Análise de <i>Layout</i> e P+L no CB; (1 ^{15.D}) Diagrama integrado (<i>Layout</i> e P+L) no CB; (1 ^{16.D}) Caderno de Desenho com análises/esboços sobre fluxos; (1 ^{17.P}) Diagrama de Linhas de Fluxos Críticas (DLFC) no CB; (1 ^{22.D}) Tabela de áreas (m^2) no CB e estimativas de áreas (m^2) para C-PROJ; (1 ^{23.D}) Diagrama de Relação de Áreas (DRA) dos CPs no CB e (1 ^{24.D}) DRA ⁺ com estimativas de áreas para C-PROJ; (1 ^{25.D}) Tabela de fluxos (m) no CB e C-PROJ; (1 ^{26.D}) Gráfico de linhas de fluxos no CB e (1 ^{27.D}) no C-PROJ; (1 ^{40.C/D}) MapoFluxos (MF) de Riscos Ambientais (MF-RA) e de acidentes; (1 ^{61.D}) Cartas de processos de Utilização Múltipla ou Carta “De Para” do C-PROJ (obs 2); (1 ^{62.D}) Diagramas de inter-relacionamento de atividades e áreas (m^2) x fluxos quantificados para C-PROJ; (1 ^{36.A/D}) MF-GICCO ⁺ ; (1 ^{37.A/D}) MF-PCP ⁺ ; (1 ^{48.B/D}) MapoFluxos (MF) de SP para estoques e produção no C-PROJ (MF-SP); (1 ^{57.C/D}) F-FM ⁺ ; (1 ^{58.C/D}) MF de manutenção de E.D para C-PROJ; (1 ^{63.D}) MF-RA no C-PROJ (MF-RA ⁺); (1 ^{64.D}) Alternativas de DRA ⁺ para L^{P+L} x fluxos quantificados; (1 ^{65.D}) Tabela de análise comparativa de alternativas de projetos de L^{P+L} ;
2. Fluxos Gerenciais e fluxogramas de processos de informações, planos e documentos de trabalho, planejamento e controles (PA 2 ^{D.MV}).	Evitar retrabalho; mensurar desperdícios de tempo e de MPs; melhorar a produtividade, melhorar a gestão das informações e tempo.	(1 ^{66.D}) F-P ⁺ I;G; (1 ^{67.D}) MF-P ⁺ I;G; (1 ^{68.D}) MF-FM ⁺ ; (1 ^{28.D}) Método dos 5 Porquês (5?); (1 ^{29.D}) Lista de PPs e PCs; (1 ^{30.D}) Lista de O^{P+L} ; (1 ^{31.D}) RC-PROJ.
3. Fluxos para procedimentos de segurança e para a programação de manutenção dos CPs, espaços edificados e de ME (PA 3 ^{D.MV}).	Estabelecer rotinas de manutenção preventiva, evitar riscos ambientais e desperdícios com interrupções na produção.	
4. Linhas de fluxos e distâncias percorridas para abastecer estoques e CPs, procedimentos de compra e causas de atrasos (PA 4 ^{D.MV}).	Evitar interrupções na produção por falta ou excesso de MPs, atrasos no abastecimento dos CPs, perdas produtivas e de tempo.	
5. As distâncias percorridas pelas pessoas para executar as atividades; as dimensões das linhas de fluxos das rotinas de trabalho (PA 5 ^{D.MV}).	Monitorar e melhorar o processo produtivo; evitar desperdícios de tempo com deslocamentos; melhorar a produtividade.	
6. Fluxos de processos de elaboração de projetos e orçamentos; de gestão do <i>design</i> , processos de escolhas e aprovações (PA 6 ^{D.MV}).	Evitar retrabalho, desperdícios de tempo e de materiais já na fase de projeto. Melhorar a produtividade e captação de projetos.	
7. Relações das posições das linhas de fluxos gerenciais, de informações, de pessoas, de abastecimento de MPs e de produção com a qualidade, P+L e tempo de produção (PA 7 ^{D.MV}).	L^{P+L} ; acompanhar melhorias contínuas em processos e em P+L; evitar perdas com caminhos longos, cruzamentos e retornos; reduzir tempo de produção.	
8. A organização das áreas de trabalho, a ergonomia, alcances e movimentos nos setores, postos de trabalho e bancadas (PA 8 ^{D.MV}).	Planejar as áreas (m^2) para atividades, os inter-relacionamentos, sequências e usos; evitar obstruções, desperdícios e atrasos.	
9. A sequência de fluxos, movimentos e deslocamentos das pessoas nos CPs, a forma de trabalho e as interligações (PA 9 ^{D.MV}).	Planejar alternativas de projeto de <i>Layout</i> integrado à P+L, L^{P+L} ; melhorar processos e elevar a produtividade.	
10. Dimensões de fluxos, as sobreposições, gargalos, obstruções, perdas produtivas, desperdícios de tempo e atrasos (PA 10 ^{D.MV}).	Compatibilizar linhas de fluxos; evitar conflitos e desperdícios; integrar a P+L às áreas, setores, atividades, fluxos e pessoas.	

Fonte: Autora

Projetar,
Implementar,
Monitorar/controlar.



Régua com IDI da RAG do projeto de L^{P+L} , contendo 10 objetivos para projetar, implementar, monitorar, controlar e outras ações.

Quem?

Pesquisadores,
Empreendedores,
Gestores,
Colaboradores,
Engenheiros de produção, de segurança do trabalho,
EcoDesigners,
Arquitetos e Designers,
Equipe multidisciplinar

Elos de inovação:

Fluxogramas^{+L} (F^{+L}): F-FM^{+L}, F-GPPP^{+L}, F-PCP^{+L}, F-SST^{+L}, F-AE^{+L}, F-SP, F-G'P, F-PP^{P+L}, F-GICCQ^{+L}, MapoFluxos^{+L} (MF^{+L}), IDI e RAG, Avaliação L^{P+L} (AV L^{P+L})

Quadro 50 - Bloco D: Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega - Ficha Técnica 3 (FT3). (PA n^{Bloco D.Fator Movimentação}).

Fator Movimentação (MV): Checklist Integrado (Layout e P+L) para implementar PA n (de 1 a 10) ^{D.MV}

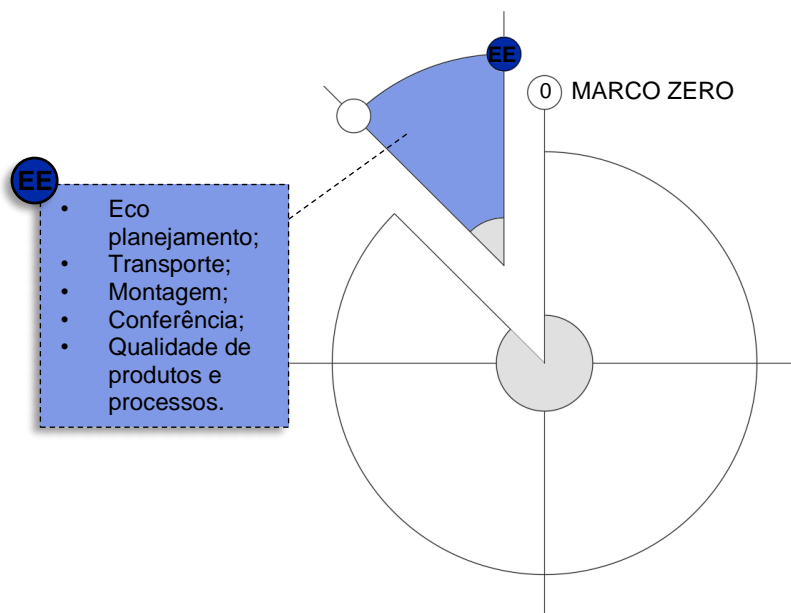
Planos de Ação para implementar projeto de *Layout* integrado à P+L.

Projetar, implementar, monitorar/controlar e/ou:	Para:	Indicadores de Desempenho:
1. Fluxos de Fabricação e Montagem ^{+L} (F-FM ^{+L}) com processos ^{+L} (sem retornos e cruzamentos). MapoFluxos (MF) para setores e CPs ^{+L} (PA 1 ^{D.MV}).	Adequar/melhorar fluxos às características dos processos ^{+L} , melhorar a produtividade e evitar desperdícios com deslocamentos.	(ID1) Avaliação comparativa entre CB e C.proj.; (ID2) % realizado; (ID3) % de redução de perdas produtivas com movimentação;
2. Fluxos gerenciais ^{+L} : GPPP ^{+L} (F-GPPP ^{+L}) integrada ao de PCP ^{+L} (F-PCP ^{+L}) com processos de informações otimizados (PA 2 ^{D.MV}).	Informações em tempo, claras, objetivas, integradas ao planejamento e controle; melhorar produtividade, evitar retrabalho.	(ID4) % de fluxos ^{+L} limpos, [eco]eficientes; (ID5) % de otimização do uso de áreas (m ²) nos CPs, áreas ^{+L} limpas, ampliação como incremento;
3. Fluxos de Segurança e Saúde no Trabalho ^{+L} (F-SST ^{+L}) e manutenção preventiva para E.D, ME, áreas de produção, gerenciais e apoio (PA 3 ^{D.MV}).	Evitar desperdícios, riscos ambientais, interrupções na produção; melhorar a segurança no trabalho e a produtividade.	(ID6) % de otimização do sequenciamento de áreas (m ²); (ID7) % de melhoria da capacidade produtiva (capacidade/tempo x dia/semana/mês);
4. Fluxos de AE ^{+L} (F-AE ^{+L}) e de SP (F-SP) para abastecer estoques e os CPs ^{+L} , com linhas diretas, próximas aos acessos ou aos CPs ^{+L} (PA 4 ^{D.MV}).	Evitar fluxos longos, cruzamentos, retornos, atrasos no abastecimento, interrupções na produção e perdas.	(ID8) % de melhoria em conforto, minimização de riscos ambientais; (ID9) % de redução no tempo de produção por processo;
5. Fluxos para a Gestão Integrativa de Pessoas (F-G'P) e MF-G'P, na sequência dos processos e característica ergonômica de trabalho (PA 5 ^{D.MV}).	Reduzir os deslocamentos das pessoas, evitar riscos, conflitos ou cruzamentos de fluxos e atrasos; melhorar a produtividade.	(ID10) % de redução de custos associados a movimentações (produção x tempo); (ID11) e de circulações e espaços ^{+L} implementados;
6. Fluxos ^{+L} para processos de gestão de Projetos de Produtos ^{+L} (F-PP ^{P+L}) e de GICCQ ^{+L} , definições de [eco]materiais e orçamentos ^{+L} (PA 6 ^{D.MV}).	Evitar retrabalho, desperdícios de MPs e de tempo na fase de projeto. Melhorar a produtividade e captação de [eco]clientes.	(ID12) Quantidade de manutenção preventiva;
7. Acompanhar a melhoria da qualidade dos fluxos dos processos, das MPs, reuso e reciclagem de SP; aplicar a RAG e avaliação L^{P+L} (PA 7 ^{D.MV}).	Evitar perdas produtivas; melhorar fluxos e o tempo de produção; o Planejamento e Controle da Produção ^{+L} limpa (PCP ^{+L}).	(ID13) % de melhoria em segurança; (ID14) % de melhoria em fluxos de substâncias perigosas e em segurança contra incêndios;
8. Determinar Blocos de CPs ^{+L} com áreas ^{+L} (m ²) sem perdas, conforme as atividades, sequências dos processos e inter-relacionamentos (PA 8 ^{D.MV}).	Projetar fluxos ^{+L} para evitar obstruções e interrupções; melhorar processos em CPs ^{+L} e bancadas; elevar a produtividade.	(ID15) Roda de Avaliação Global do projeto L^{P+L} (RAG). (ID16) Quantidade de capacitação, treinamento e P&D;
9. Detalhar Fluxos ^{+L} nos CPs ^{+L} : os de informações, de gestão, de pessoas, de abastecimento de MPs e de reuso e reciclagem de SP (PA 9 ^{D.MV}).	Melhorar processos e reuso; evitar perdas produtivas e obstruções de áreas; elevar a produtividade e segurança, obter DP&SA.	(ID17) % de redução de desperdícios de fluxos (retornos, cruzamentos, interrupções);
10. Implementar a P+L de modo integrado nas atividades, áreas, setores e fluxos; compatibilizar os fluxos do projeto de L^{P+L} aos fluxos de projetos complementares (PA 10 ^{D.MV}).	Integrar a P+L em projetos e ações; melhorias produtivas contínuas; evitar conflitos, perdas, descartes e fluxos improdutivos; aumentar a produtividade.	(ID18) % de aumento em produtividade por fluxos otimizados;

Fonte: Autora

O fator **Expedição e Entrega (EE)** do Bloco D, Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega, discute em Planos de Ação (PA n^{Bloco.Fator}), os processos de envio de produtos acabados ao destino final, despachos, remessas, processos que antecedem o transporte como os de proteção/embalagem, a gestão da expedição até a entrega, a montagem dos produtos no espaço do cliente e a conferência, inspeção, e avaliação da qualidade e do pós-venda/produção. A Figura 59 apresenta e define o fator EE.

Figura 59 - Bloco D: Fator Expedição e Entrega



EE Expedição e Entrega:

O que é?

- ✓ Características dos procedimentos de expedição, proteção e controle dos produtos acabados; da entrega, montagem, inspeção e avaliação dos serviços;
- ✓ Evitar e/ou reduzir a emissão de gases de combustão no ar durante procedimentos de transporte para entrega, minimização do consumo de combustíveis fósseis, fontes alternativas, compartilhamento de cargas;
- ✓ Melhorar roteiros de entrega e transportes por proximidade;
- ✓ Restrições legais, Normas Técnicas (NTs) para o transporte de cargas e descargas de materiais pesados e/ou perigosos;
- ✓ Evitar e/ou reduzir resíduos provenientes de embalagens, reuso e/ou reciclagem de materiais de proteção e embalagens;
- ✓ Evitar obstruções de piso, fluxos longos, retornos e cruzamentos nas áreas de expedição e em processos de montagem e entrega;
- ✓ Melhorar a movimentação do material acabado e das equipes para montagem;
- ✓ Compatibilizar procedimentos de expedição, de saída do material acabado e de entrega com montagem, inspeção e avaliação;
- ✓ Reduzir desperdícios, perdas produtivas e ambientais;
- ✓ Acompanhar e monitorar a movimentação de informações, de pessoas, de materiais e de subprodutos, a sequência dos processos integrada ao [Eco]edifício, objetivos e o Desempenho Produtivo & SocioAmbienta (DP&SA).

Fonte: Autora

Elos de inovação do projeto de L^{P+L} , fator Expedição e Entrega (EE) (quadro 51):

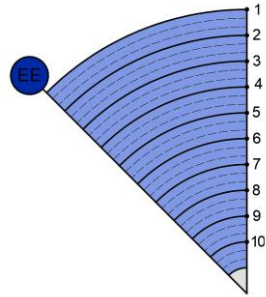
Quadro 51 - ELOS INOVADORES do projeto de L^{P+L} , Fator Expedição e Entrega (EE):
<p>- <u>Espaço e/ou função de Gestão^{+L} de Expedição e Entrega (G^{+L}EE)</u>: criar espaço e/ou função para a Gestão^{+L} da Expedição e Entrega (G^{+L}EE) integrando a GPPP^{+L}, o PCP^{+L} e a GICCCQ^{+L} para sincronizar o pedido, o processo de projeto, de planejamento e controle da produção com a expedição, recepção, montagem, entrega e avaliação dos produtos e dos serviços, é elo inovador que liga a gestão do design no início do processo ao L^{P+L} e a GICCCQ^{+L}.</p> <p>- <u>Ações de autoavaliação de PPs e PCs do processo, do layout e da P+L promovem a melhoria contínua</u>: <i>Checklist</i> de avaliação para processos de produção e expedição, conferências para a saída dos materiais acabados, documentação para o cliente na entrega (recibo, avaliação e sugestões de melhoria), registros do processo de montagem e entrega, assim como, avaliação dos envolvidos na produção com sugestões de melhoria dos processos, do layout e de P+L.</p> <p>- Elaborar Roteiro de EE com Rastreabilidade dos Produtos Acabados (RPA), de Subprodutos (RSP) e de Embalagens^{+L} (RE^{P+L}): traz responsabilidade compartilhada e evita desperdícios.</p> <p>- <u>Fluxograma^{+L} de SP para Expedição e Entrega (F-SP/EE)</u> para Reuso ou Reciclagem Externas (RRE) no C-PROJ (F-SP/EE): elaborar relação de parceiros para RRE e fluxo do processo para a retirada do material é estratégia do projeto de L^{P+L} que eleva o DP&SA.</p> <p>- <u>Área para Gestão Visual (GV) de Expedição e Entrega (GV-EE)</u> integrado à GPPP^{+L} e ao PCP^{+L} e uso de Painéis Visuais Integrados (PVI): a criação de espaço físico para PVIs facilita a comunicação e gestão de informações, evita desperdícios e perdas produtivas e facilita a expedição do material acabado, potencializam a Gestão^{+L} da EE e o L^{P+L}.</p> <p>- <u>Incluir EE em Fluxos de Processos^{+L} de Informação e Gerenciais (F-P+LIG/EE)</u> e em processos de Fabricação e Montagem^{+L} (F-FM^{+L}/EE): elaborar Fluxogramas^{+L} (F^{+L}) e MapoFluxos^{+L} (MF^{+L}) incluindo EE, objetiva reduzir desperdícios e tempo de produção, melhorar fluxos, obter P+L, elevar a produtividade, o Desempenho Produtivo & SocioAmbiental (DP&SA), sincronizar pedidos, ordens de serviços, prazos acordados com o cliente para EE e dar garantia e qualidade em serviços.</p> <p>- <u>Fichas Técnicas (FT1, FT2 e FT3)</u>: <i>Checklists</i> Integrados são inovação do método de L^{P+L};</p> <p>- <u>Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de L^{P+L}</u> é elo de inovação de monitoramento.</p> <p>- Avaliação L^{P+L} é elo de inovação de monitoramento e de implementação do projeto: (% de Áreas^{+L}) + (% de Fluxos^{+L}) + (% > de aproveitamento de materiais com uso, reuso/reciclo) + (% < de geração de subprodutos e perdas produtivas) = + [eco]produtividade = L^{P+L}.</p>

Fonte: Autora

Os quadros 52, 53 e 54 apresentam objetivos específicos e PAs para o fator de projeto de L^{P+L} **Expedição e Entrega (EE)**. Esse fator está integrado aos sistemas e tecnologias e à infraestrutura de gestão e pessoas. Está associado à finalização dos processos, ao cumprimento de prazos estabelecidos com o cliente no pedido, ao controle de qualidade de produtos acabados e dos serviços prestados pela empresa; fecha o ciclo e liga-se ao ambiente externo, é fator responsável por promover o envolvimento e a fidelização do cliente.

O quadro 52, FT1, estabelece 10 objetivos para identificar características do *Layout* e da P+L no CB, detalha o *Checklist* integrado para a coleta de dados, a equipe e Instrumentos de trabalho (I^{nº.D}). O quadro 53, FT2, detalha PAs para ADI relacionadas à FT1 (EE); o quadro 54, FT3, detalha PAs para o projeto de L^{P+L} e estabelece IDI para avaliar e comparar o CB e o C-PROJ.

Identificar e
Descrever



Régua com Indicadores de Desempenho de Integração (IDI) da Roda de Avaliação Global (RAG) do projeto de Layout integrado à P+L, L^{P+L} , contendo 10 objetivos para identificar e descrever o CB.

Quem?

Pesquisadores, Empreendedores, Gestores, Colaboradores, Engenheiros de produção, de segurança do trabalho, de transporte e logística, [Eco]Designers, Arquitetos e Designers, Equipe multidisciplinar

Obs 1: Lista de

verificação: áreas (m^2) com materiais acabados, local, prazos, roteiros para transporte e entrega. Elos de inovação: $I^{1.D}$, $I^{2.D}$, $I^{6.D}$, $I^{7.A}$, $I^{8.D}$, $I^{9.D}$, $I^{11.D}$, $I^{34.D}$, $I^{35.D}$, $I^{39.D}$, $I^{44.D}$.

Quadro 52 - Bloco D: Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega - Ficha Técnica 1 (FT1). PA n^{Bloco D.Fator Expedição e Entrega}

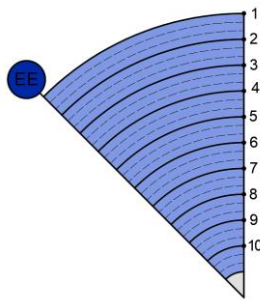
Fator Expedição e Entrega (EE): Checklist Integrado (Layout e P+L) para coleta de dados e PA n (de 1 a 10) ^{D.EE}

Identificar e descrever as características do Layout e da P+L no Cenário Base (CB). Visita Técnica (VT).

Identificar e descrever:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. Processos de expedição: controles de prazos de entrega, conferências, acondicionamentos, embalagens, documentação, carregamento, saída dos materiais acabados ao destino final (PA 1 ^{D.EE}).	Evitar avarias, defeitos, desperdícios de tempo e de materiais; documentar e garantir a saída e recepção dos produtos acabados, os prazos de entrega e a qualidade dos produtos e serviços.	(^{1.D}) Checklist Integrado; (^{2.D}) Diário de Bordo do projeto; (^{3.D}) Pesquisa documental com lista de verificação (obs 1); (^{4.P}) Levantamento fotográfico e vídeo cadastral das áreas utilizadas para o estoque de material acabado, do espaço para a embalagem e expedição no CB; (^{5.D}) Levantamento métrico cadastral da edificação, com locação dos materiais acabados, ME e sistemas, áreas (m^2) úteis e sem uso, estoques e circulações; (^{6.D}) Programa de necessidades para $[Re]L^{P+L}$; (^{7.A}) Fluxograma de Movimentação de Pessoas (F-MP); (^{8.D}) Fluxograma de Processos de Informação e Gerenciais para EE (F-PIG/EE) no CB; (^{9.D}) Entrevista semiestruturada para coleta de dados sobre a satisfação da equipe e dos clientes; (^{10.D}) Relatórios da observação direta e/ou das filmagens sobre processos de EE;
2. Processos de transporte e entrega, roteiros, planos de descarregamento, desembalagem e montagem, documentação de entrega, conferências, inspeção junto ao cliente (PA 2 ^{D.EE}).	Estudar rotas, minimizar emissões de gases poluentes, desperdícios de tempo e materiais, problemas na recepção e/ou montagem dos produtos; melhorar a qualidade dos serviços.	(^{11.D}) Quadro de Riscos Ambientais (RA) e de O^{P+L} com Fluxograma; (^{33.D}) Mapeamento de rotas, distâncias percorridas, tempo e custos com transporte; (^{34.D}) Fluxograma de Gestão, Inspeção, Controle e Certificação da qualidade (F-GICCCQ); (^{35.D}) Fluxograma de Planejamento e Controle da Produção (F-PCP); (^{39.A/C/D}) Fluxograma de Fabricação e Montagem (F-FM) incluindo EE; (^{44.D}) Protocolo, e acompanhamento da produção de produto teste 1 (pt1) em atividade de imersão até EE;
3. Tipos, características, toxidades e desperdícios de materiais de proteção/embalagens dos materiais para entrega e/ou montagem (PA 3 ^{D.EE}).	Conhecer desperdícios de embalagens e o uso de materiais tóxicos; planejar reuso e reciclagem internas e externas de materiais.	
4. A rastreabilidade de produtos acabados, de embalagens e materiais de montagem (PA 4 ^{D.EE}).	Acompanhar a saída de produtos acabados e entrega, evitar perdas produtivas e ambientais.	
5. Ações de autoavaliação de Pontos Positivos (PPs) e Pontos Críticos (PCs) no processo, em produtividade, em P+L e segurança (PA 5 ^{D.EE}).	Analisar rotinas, processos e procedimentos para a interação e aprimoramento contínuo da equipe e evitar perdas produtivas e ambientais.	
6. Controles da qualidade e da P+L durante os processos, nos serviços de expedição, montagem e entrega de produtos acabados (PA 6 ^{D.EE}).	Integrar a P+L aos controles da qualidade durante todo o processo produtivo e evitar defeitos, desperdícios de tempo e materiais.	
7. Controles de entrada para expedição, entrega e montagem; perdas produtivas com retrabalhos, defeitos, devoluções e descartes (PA 7 ^{D.EE}).	Analisar desperdícios de materiais, de tempo com retrabalhos e esperas; ações desnecessárias e custos associados.	
8. Áreas ocupadas com produtos semiacabados e acabados para expedição e entrega; obstruções de áreas e demoras para expedir (PA 8 ^{D.EE}).	Conhecer as causas de obstruções de áreas com acúmulos de materiais acabados; desobstruir áreas e evitar atrasos.	
9. Fluxos de expedição, transporte e entrega; obstruções de linhas de fluxos com produtos acabados e a sincronia entre fluxos de processos, de expedição e de entrega (PA 9 ^{D.EE}).	Analisar distâncias percorridas, atrasos, desperdícios e interrupções de fluxos; sincronizar fluxos de produção com os de expedição e entrega de produtos acabados.	
10. Esperas entre produção, expedição, entregas e captação de novos clientes, esperas para o início de novos processos e projetos (PA 10 ^{D.EE}).	Analisar a sincronia entre processos, entregas e entradas de novos projetos; evitar atrasos, desperdícios de tempo, retrabalhos, interrupções e discontinuidades.	

Fonte: Autora

Analisar e avaliar



Régua com IDI da RAG do projeto de L^{P+L}, contendo 10 objetivos para analisar, avaliar e sintetizar o CB.

Quem?

Pesquisadores, Empreendedores, Gestores, Colaboradores, Engenheiros de produção, de segurança do trabalho, de transporte e logística, [Eco]Designers, Arquitetos e Designers, Equipe multidisciplinar

Obs 2: Cartas de Processos de Utilização Múltipla ou Carta “De Para”: sistemas de tabulação de fluxos de processos (MUTHER, 1978; VILLAR, 2014).

Elos de inovação: I^{13.D}, I^{14.D}, I^{15.D}, I^{16.D}, I^{17.D}, I^{25.D}, I^{29.D}, I^{30.D}, I^{36.D}, I^{37.D}, I^{40.C/D}, I^{57.D}, I^{61.D}, I^{63.D}, I^{66.D}.

Quadro 53 - Bloco D: Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega - Ficha Técnica 2 (FT2). PA n Bloco D.Fator Expedição e Entrega.

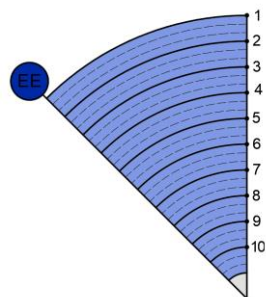
Fator Expedição e Entrega (EE): Análise Diagnóstica Integrado (*Layout* e P+L) do Cenário Base (CB) e PA n (de 1 a 10) ^{D.EE}

Analisar Pontos Críticos (PCs) sobre *Layout* e Oportunidades de P+L (O^{P+L}) para melhorar processos, o *layout* e obter a P+L.

Analisar, avaliar e sintetizar:	Para:	Instrumentos de trabalho:
1. Processos de expedição e de gestão de prazos de entrega para a saída e recepção dos produtos acabados, documentos e garantias (PA 1 ^{D.EE}).	Melhorar processos e evitar desperdícios, defeitos, devoluções, descumprir prazos de entrega e prejudicar qualidades e garantias.	(I ^{12.D}) Desenho técnico cadastral do espaço físico, <i>Layout</i> do CB e áreas com materiais acabados; (I ^{13.D}) Matriz de Análise do CB; (I ^{14.D}) Matriz de Análise de <i>Layout</i> e P+L no CB; (I ^{16.D}) Caderno de Desenho com análises/esboços sobre EE; (I ^{15.D}) Diagrama integrado (<i>Layout</i> e P+L) no CB; (I ^{17.D}) Diagrama de Linhas de Fluxos Críticas no CB para EE; (I ^{22.D}) Tabela de áreas (m ²) para expedição no CB e de áreas (m ²) para expedição no C-PROJ; (I ^{25.D}) Tabela de fluxos (m) de expedição e entrega no CB e C-PROJ; (I ^{36.D}) Fluxograma de Gestão Inspeção, Controle e Certificação da Qualidade ⁺ (F-GICCCQ ⁺); (I ^{37.D}) Fluxograma de Planejamento e Controle da Produção ⁺ (F-PCP ⁺); (I ^{40.C/D}) MapoFluxos (MF) de Riscos Ambientais (MF-RA) e acidentes no CB; (I ^{48.B/D}) MapoFluxos (MF) de SP para Reuso e/ou reciclagem externa no C-PROJ (MF-SP); (I ^{57.C/D}) Fluxograma de Fabricação e Montagem ⁺ (F-FM ⁺) para C-PROJ; (I ^{61.D}) Cartas de processos para o C-PROJ (obs 2) com foco na EE; (I ^{63.D}) MapoFluxos (MF) de Riscos Ambientais no C-PROJ (MF-RA ⁺); (I ^{66.D}) Fluxograma de Processos ⁺ de Informação e Gerenciais para EE (F-P ⁺ I/G/EE) no C-PROJ; (I ^{67.D}) MF- P ⁺ I/G; (I ^{68.D}) MF-FM ⁺ ; (I ^{28.D}) Método dos 5 Porquês (5?); (I ^{29.D}) Lista de PPs e PCs; (I ^{30.D}) Lista de O ^{P+L} ; (I ^{31.D}) RC-PROJ.
2. Processos de transporte e entrega, planos para rotas, descarregamento, desembalagem, montagem; entrega, conferência, inspeção junto ao cliente, documentos e garantias (PA 2 ^{D.EE}).	Melhorar tempo e transporte, evitar/minimizar emissões de gases poluentes, perdas, avarias e defeitos; melhorar a qualidade, garantias e a satisfação na entrega.	
3. Desperdícios e usos de materiais [a]tóxicos e [eco]eficientes nas embalagens; planos e estratégias para a limpeza e Logística Reversa (LR) (PA 3 ^{D.EE}).	Melhorar o reuso e reciclagem internas e externas de embalagens; evitar toxidades e perdas produtivas; reduzir custos.	
4. Controles e planos para a rastreabilidade dos produtos acabados e de subprodutos gerados durante a expedição, entrega e na montagem (PA 4 ^{D.EE}).	A segurança e confiabilidade do processo; evitar ou reduzir desperdícios de tempo, descartes e emissões de gases poluentes.	
5. As rotinas, os processos e procedimentos da MO, desperdícios de materiais e de tempo na execução que refletem na expedição e entrega; a segurança no trabalho para carregamentos e transporte (PA 5 ^{D.EE}).	Evitar repetições de processos que geraram perdas produtivas e ambientais; promover interação e aprimoramento contínuo da equipe e da segurança no trabalho.	
6. A integração da P+L aos controles da qualidade em todo o processo; conformidades com o projeto; desperdícios de materiais e de esperas (PA 6 ^{D.EE}).	Evitar desperdícios de tempo, de materiais e esperas, PCs no acabamento, defeitos e desconformidades de projeto na execução.	
7. Tempo de espera e/ou demoras de entradas/saídas de produtos para expedição, entrega e montagem; perdas produtivas e ambientais e custos (PA 7 ^{D.EE}).	Evitar ações, transportes, estoques e custos desnecessários, desperdícios de tempo, de materiais e esperas, acúmulos e retrabalhos.	
8. A ocupação de áreas com produtos acabados para expedição; atrasos, esperas/demoras para expedir; obstruções e acúmulos de materiais (PA 8 ^{D.EE}).	Evitar atrasos, obstruções e acúmulos de materiais acabados nas áreas; estabelecer limites e sincronizar processos.	
9. Linhas de fluxos e distâncias percorridas para a expedição, entrega e/ou montagem; desperdícios, atrasos e interrupções de fluxos (PA 9 ^{D.EE}).	Promover fluidez e sincronizar fluxos de produção, de expedição e de entrega de produtos acabados; evitar atrasos e esperas.	
10. Motivos e PCs relacionados aos atrasos e às esperas entre produção, expedição, entregas e início de novos projetos e processos (PA 10 ^{D.EE}).	Sincronizar a produção nos CPs ⁺ , as entradas e saídas de produtos semiacabados e acabados; evitar atrasos e interrupções; abrir espaço para novos projetos.	

Fonte: Autora

Projetar,
Implementar,
Monitorar/controlar.



Régua com IDI da RAG do projeto de L^{P+L} , contendo 10 objetivos para projetar, implementar, monitorar, controlar e/ou outras ações.

Quem?

Pesquisadores, Empreendedores, Gestores, Colaboradores, Engenheiros de produção, de segurança do trabalho, de transporte e logística, [Eco]Designers, Arquitetos e Designers, Equipe multidisciplinar.

Elos de inovação:
GEE, GV-EE/PVI;
Embalagens^{P+L}, RPA,
RSP, RE^{P+L}, GICCCQ^{+L},
IDI, RAG, Avaliação L^{P+L}
(AV L^{P+L})

Quadro 54 - Bloco D: Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega - Ficha Técnica 3 (FT3). PA n^{Bloco D.Fator Expedição e Entrega.}

Fator Expedição e Entrega (EE): Checklist Integrado (Layout e P+L) para implementar PA n (de 1 a 10)^{D.EE}

Planos de Ação para implementar projeto de *Layout* integrado à P+L.

Projetar, implementar, monitorar/controlar e/ou:	Para:	Indicadores de Desempenho:
1. Melhorar processos de Gestão da Expedição e Entrega (GEE); cumprir prazos, documentar a expedição e a recepção no destino final (PA 1 ^{D.EE}).	Qualidade dos serviços; evitar desperdícios e custos associados, defeitos, devoluções, descumprir prazos, prejudicar garantias.	(ID1) Avaliação comparativa entre CB e C-PROJ; (ID2) % realizado; (ID3) % de redução de perdas produtivas com esperas;
2. Melhorar e reduzir tempo e processos de transporte e de entrega dos produtos acabados e/ou montagem; inspecionar a Gestão da Qualidade ^{+L} (GICCCQ ^{+L}), e garantias junto ao cliente (PA 2 ^{D.EE}).	Fidelizar clientes e melhorar a qualidade e garantias dos produtos e serviços; minimizar as emissões de gases poluentes; evitar desperdícios e custos associados.	(ID4) % de fluxos de expedição ^{+Limpos} , [eco]eficientes; (ID5) % de otimização do uso de áreas (m ²) nos CPs para expedição, ampliação como incremento;
3. Espaço para AE e uso de embalagens atóxicas, reuso e reciclagem de embalagens; Logística Reversa (LR); disseminar Embalagens ^{P+L} e ações socioambientais de P+L integrada à marca (PA 3 ^{D.EE}).	Evitar a geração de poluentes, descartes e desperdícios de embalagens; disseminar a P+L com ações de LR, reuso e reciclagem, e dar visibilidade socioambiental.	(ID6) % de otimização da sequência de processos de expedição, entrega e montagem; (ID7) % de melhoria da capacidade de entrega (capacidade/tempo x dia/semana/mês); (ID8) % de minimização de riscos ambientais;
4. Roteiro de EE com Rastreabilidade dos Produtos Acabados (RPA), Subprodutos (RSP) e Embalagens ^{P+L} (RE ^{P+L}) gerados na EE (PA 4 ^{D.EE}).	Minimizar emissões, evitar desperdícios e custos, melhorar garantias dos processos, a comunicação, a segurança e confiabilidade.	(ID9) % de redução no tempo de expedição; (ID10) % de redução de custos associados a avarias, defeitos, perdas produtivas e retrabalho;
5. Ações de autoavaliação de PPs e PCs do processo, rotinas e procedimentos, quanto à produtividade e P+L na execução, EE (PA 5 ^{D.EE}).	Evitar perdas produtivas e ambientais; melhorar a interação e o aprimoramento contínuo da equipe, a produtividade e a P+L.	(ID11) % de satisfação do cliente; (ID12) Quantidade de ações socioambientais e de reuso;
6. Integrar a P+L nas atividades de Gestão, Inspeção, Controle e Certificação da Qualidade ^{+L} (GICCCQ ^{+L}), nos processos de projeto, de execução, expedição e entrega de produtos e serviços (PA 6 ^{D.EE}).	Evitar PCs no acabamento, defeitos e desconformidades de projeto, desperdícios de tempo, de materiais e esperas; obter expedição e entregas de Produtos ^{+Limpos} .	(ID13) % de melhoria em segurança (pessoas e materiais); (ID14) % de melhoria em fluxos de substâncias perigosas e em segurança contra incêndios;
7. Ações de acompanhamento e avaliação dos produtos, processos, perdas produtivas e custos para expedição, entrega e montagem (PA 7 ^{D.EE}).	Controlar processos de expedição e entrega; evitar atrasos, perdas financeiras, de tempo, de materiais e esperas.	(ID15) Roda de Avaliação Global do projeto L^{P+L} (RAG). (ID16) Quantidade de capacitação, treinamento e P&DI;
8. Delimitação de áreas para materiais acabados e Gestão Visual (GV) de EE (GV-EE); sincronizar áreas para processos e expedição; ações de controle e uso de Painéis Visuais Integrados (PVI) (PA 8 ^{D.EE}).	Evitar acúmulos de materiais acabados no piso; desobstruir e ampliar áreas; melhorar produtividade e segurança contra incêndios; possibilitar novos processos.	(ID17) % de redução de desperdícios de fluxos (retornos, cruzamentos, interrupções); (ID18) % de aumento em produtividade por fluxos de expedição otimizados;
9. Melhorar fluxos de expedição, de entrega e montagem; minimizar distâncias percorridas; evitar desperdícios, atrasos e interrupções (PA 9 ^{D.EE}).	Reduzir distâncias, desobstruir fluxos, evitar atrasos e desconformidades; melhorar produtividade; possibilitar novos processos.	
10. Sincronizar entradas e saídas de produtos acabados para a expedição e entrega (PA 10 ^{D.EE}).	Melhorar processos e entregas; melhorar a produtividade e absorver novos pedidos.	

Fonte: Autora

6 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE PROJETO DE *LAYOUT* INTEGRADO À PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA INDÚSTRIA MOVELEIRA (FASES C, D)

Essa seção apresenta aplicações do método de projeto de *Layout* integrado à Produção mais Limpa (P+L). As aplicações na indústria moveleira da cidade de Palhoça (SC) geraram 2 (dois) artigos publicados que foram associados para compor a subseção 6.1, com outras análises inéditas. As aplicações na indústria moveleira da cidade de Maceió (AL), estão apresentadas na subseção 6.2.

6.1 Indústria moveleira da cidade de Palhoça (SC). Estudo de Caso-EC1

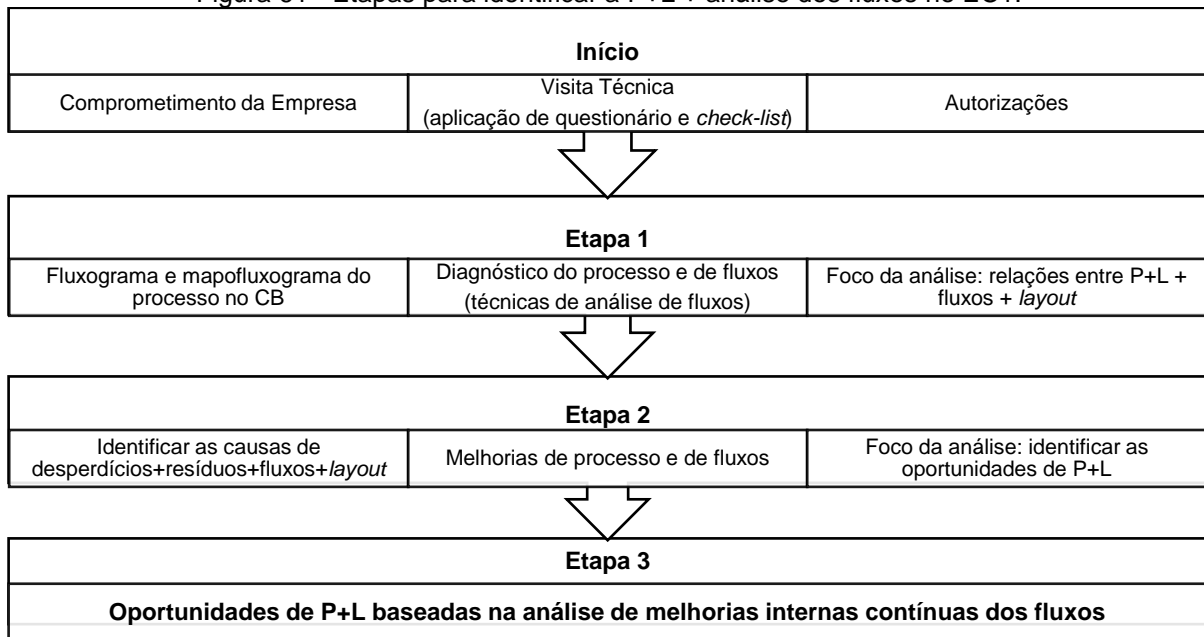
6.1.1 Processo de projeto de *layout* integrado à Produção mais Limpa. Cenários base e projetado-EC1.

6.1.1.1 Materiais e métodos

Os dois estudos foram pesquisa aplicada, de abordagem multimétodo, pesquisa bibliográfica e Estudo de Caso (EC1); foram realizados em Micro Empresa (ME), indústria e comércio de móveis para escritórios instalada em terreno de 1.410 m² em área comercial e industrial da cidade de Palhoça (SC-Brasil), região metropolitana de Florianópolis (SC/Brasil), próximo à rodovia federal BR-101, importante eixo longitudinal de escoamento de produtos do país no sentido norte-sul; produz 10 linhas de móveis de escritório (*call center*, estação de trabalho, plataformas, recepção, mobiliários com gaveteiros, estantes, mesas de trabalho e arquivos).

Esta pesquisa teve início a partir da elaboração de questionário e *checklist* integrado baseado no Relatório para a implantação do Programa de P+L, Manual 4, do CNTL e em etapas da metodologia de implementação da P+L (CNTL/SENAI, 2003a), na metodologia da UNIDO/UNEP para implantação de Programa de P+L (UNEP, 2019), na hierarquia de níveis, atributos e critérios para a implementação da P+L (Tseng, Lin, Chiu, 2009), integrados aos fatores e metodologias de projeto de *layout* (Olivério, 1985; Muther, 1978); está baseada em estudos consolidados sobre implementação da P+L e projeto de *layout* também denominado de instalações industriais ou arranjo físico. Na abordagem metodológica dessa aplicação as etapas 1, 2 e 3 da metodologia de implementação da P+L (CNTL/SENAI, 2003a) foram relacionadas às metodologias para a análise de fluxos e *layout*, conforme Figura 61.

Figura 61 - Etapas para identificar a P+L + análise dos fluxos no EC1.



Fonte: Autora.

Os critérios de Organização [1], Sistemas e Tecnologias [2], Avaliação e Feedback [3], Treinamento e Pessoas [4] (Tseng, Lin, Chiu, 2009) foram utilizados para análise e para identificar Oportunidades de P+L (O^{P+L}); além disso, foram relacionados e integrados a fatores e metodologias de projeto de *layout* para melhorar processos visando implementar a P+L no espaço físico de produção, e nos sistemas e tecnologias envolvidos (análise de processos, *layout* das instalações, localização e controle dos estoques, movimentação do pessoal e do material).

Na Visita Técnica (VT) para o diagnóstico dos fluxos dos processos, com base nas metodologias de projeto de *layout* ou instalações industriais (Olivério, 1985; Muther, 1978), foram obtidos os dados qualitativos de entradas e de saídas do sistema produtivo¹³. Entradas como matérias-primas, produtos, roteiros de fabricação, relação de áreas, posicionamento de máquinas, equipamentos e setores, informações sobre o inter-relacionamento entre atividades, fluxos dos materiais, pessoas e informações para o processamento dos produtos; e dados de saída como produtos, desperdícios, resíduos, medições dos espaços físicos, posicionamento dos resíduos no *layout*. O quadro 55 apresenta Requisitos e Condicionantes de projeto (RC-PROJ) para identificar O^{P+L} a partir da análise das áreas e dos fluxos dos processos e *layout*.

¹³ Dados de entradas ou *inputs*, são recursos responsáveis pelo processo de transformação em um sistema produtivo, informações, recursos humanos, energia, insumos e materiais, e dados de saídas ou *outputs* são os produtos ou serviços resultantes do processo de transformação (TUBINO, 2009).

Quadro 55 - Requisitos e Condicionantes de projeto (RC-PROJ) para identificar Oportunidades de P+L (O ^{P+L}) a partir da análise das áreas e dos fluxos dos processos e <i>layout no</i> .EC1. "Continua".						
Referências de base	P+L		Layout	Requisitos e Condicionantes de projeto do questionário e <i>checklist</i> integrado		
	Critérios	Atributos	Fatores de projeto de <i>layout</i>			
Muther (1955) Muther (1978) Olivério (1985) Tseng, Lin e Chiu (2009) CNTL (2003a) CNTL (2003b)	Treinamento e pessoas	Mudança cultural	Mudanças	Comprometimento da gestão, objetivos, necessidades e posicionamento preventivo (autorizações).		
	Sistemas e tecnologias	Elo +	Elo +	Mudanças*	Comprometimento/Posicionamento preventivo (acompanhamento e liberação das informações).	
				Mão-de-obra*	Quantidade de funcionários, funções, necessidades, importância, riscos ocupacionais, salubridade do ambiente, ocupação de áreas e necessidades de fluxos para a mão-de-obra.	
		Ferramentas e tecnologias	Elo +	Elo +	Serviços	Benefícios, dificuldades e apoio estrutural para funcionários e clientes, localização da infraestrutura de apoio e área ocupada, inter-relacionamentos de áreas para serviços de apoio e necessidades de fluxos.
					Materiais	Tipos de matérias-primas, características, recepção e forma de armazenamento; desperdícios, resíduos, subprodutos, emissões de poeira no ar; controles das matérias-primas e subprodutos, áreas ocupadas com materiais, inter-relacionamentos de áreas e espaços necessários para fluxos de materiais, localização dos fornecedores.
					Máquinas, equipamentos e sistemas	Tipos, características, segurança e manutenção, posicionamento e espaço ocupado, inter-relacionamentos de áreas e espaços necessários para o fluxo entre máquinas e equipamentos.
					Edifício	Medidas dos espaços físicos, posicionamento de máquinas, equipamentos e sistemas, mobiliários e pessoas no espaço físico, inter-relacionamentos de áreas.
		Análise e melhoria de áreas e de fluxos de processos	Elo +	Elo +	Espera	Localização dos estoques de matérias-primas, material acabado e em processamento, desperdícios, demoras, atrasos de processo, estoques de resíduos e subprodutos, controles dos estoques, espaço ocupado por materiais em espera para outro processo.
					Movimentação	Medições dos fluxos de informação, de pessoas, de materiais e entre máquinas e equipamentos durante o processamento, descrição dos processos, necessidades de inter-relacionamentos de áreas, setores e fluxos; desperdícios, retornos, cruzamentos e obstruções de piso por materiais, subprodutos, resíduos, máquinas ou equipamentos que influenciam a movimentação.

*Olhar diferenciado da gestão da empresa para os sistemas e tecnologias tanto no acompanhamento e liberação das informações quanto ao posicionar as funções de cada colaborador no processo produtivo. As relações das pessoas com o espaço físico e fluxos dos processos foram associadas aos atributos do critério sistemas e tecnologias e se constituiu como elemento novo de ligação entre a P+L e fluxos; o elo entre as pessoas, a P+L e os fluxos dos processos no espaço físico.

Fonte: Autora

Foram realizadas 2 (duas) VTs para aplicar questionário e *checklist* integrado, observar processo e espaço físico, fazer levantamento dos processos, medir o *layout*

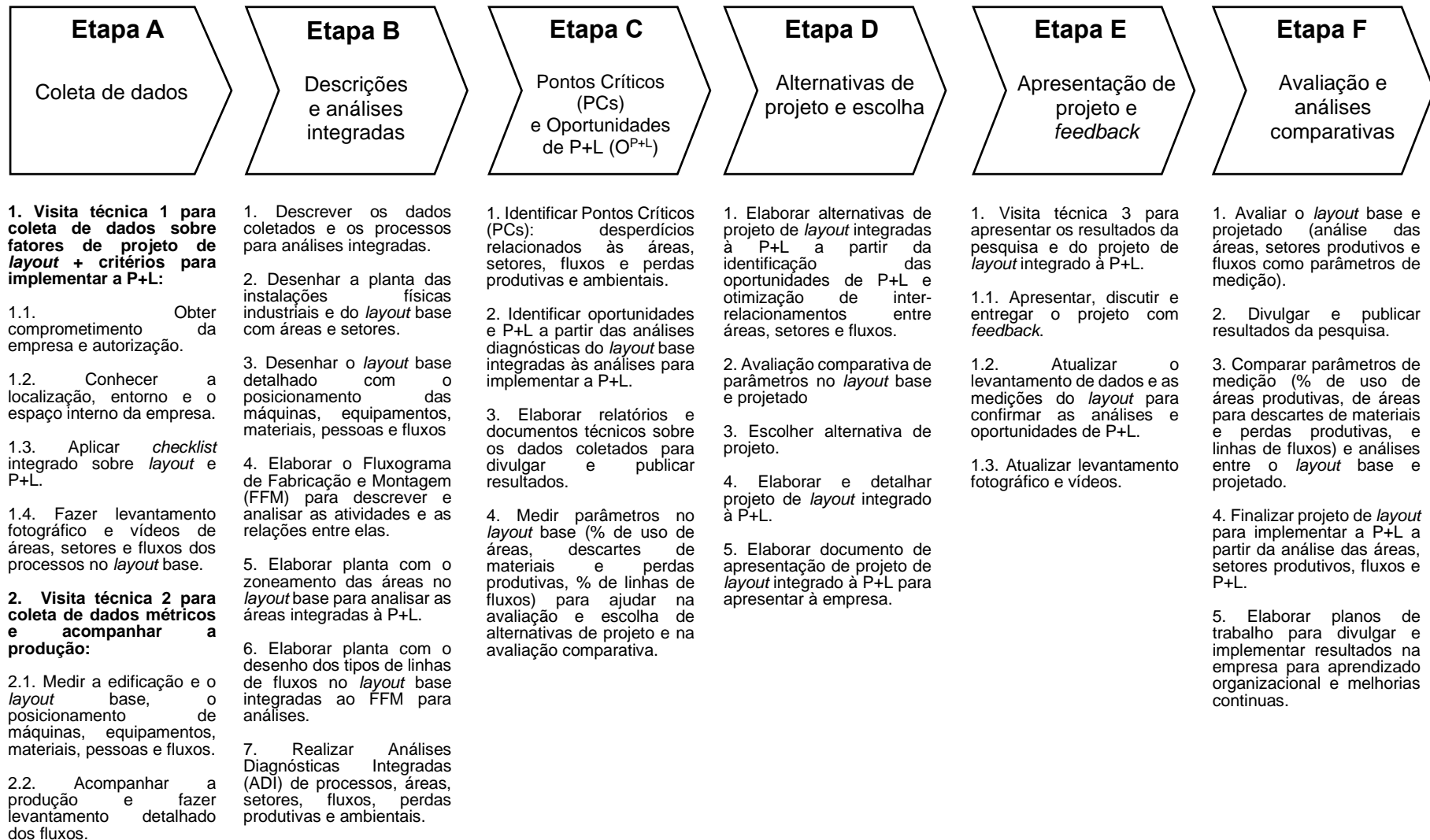
do Cenário Base (CB) e descrever os processos relatados pelo gerente de produção; além de procedimentos metodológicos como: levantamento fotográfico e métrico do espaço arquitetônico e da disposição física das máquinas, equipamentos, materiais, subprodutos e resíduos. Não houve aplicação de questionário para obter dados para o balanço de massa e de energia, uma vez que a empresa não tinha essa anotação.

A Figura 62 apresenta a síntese das etapas e passos percorridos que pode ser utilizado como base para outros projetos, especialmente, em pequenos negócios do setor moveleiro. A etapa A foi o primeiro momento presencial para estudos de campo, para reconhecimento da empresa, do espaço físico e acompanhamento da produção. Foi seguida de 3 etapas não presenciais: etapa B, para descrições e análises integradas, etapa C para sínteses das análises integradas, identificar PCs e gerar O^{P+L}, e etapa D, para gerar, avaliar e escolher a melhor alternativa de projeto. A etapa E foi relacionada à apresentação do projeto, confirmação e *feedback* das análises, e a etapa F à avaliação e análise comparativa do CB e do Cenário Projetado (C-PROJ).

As duas VTs, na etapa A, foram precedidas de planejamento, elaboração de *checklist* integrado (*Layout* e P+L) e pesquisa bibliográfica; na primeira houve aplicação de *checklist*, levantamento fotográfico e vídeos de áreas, setores e fluxos; e na segunda, medições do *layout* base, acompanhamento do processo produtivo e levantamento dos fluxos de informação, de pessoas e de materiais.

Na etapa B, não presencial, foram realizadas as descrições dos dados, os instrumentos de trabalho para análises, fluxogramas dos processos com simbologias baseadas na Sociedade Norte-Americana de Engenheiros Mecânicos (ASME-*American Society of Mechanical Engineers*), desenhos técnicos como plantas baixas de zoneamento das áreas e setores, plantas de fluxos e estudo das interações entre áreas, setores e fluxos. A elaboração desses instrumentos e materiais de pesquisa resultaram em Análises Diagnósticas Integradas (ADI).

A etapa C, não presencial, foi dedicada à sintetização das ADI com levantamento de PCs sobre o *layout* do CB e P+L, Figura 62.

Figura 62 - Etapas e passos da pesquisa para Projeto de *Layout* integrado à P+L no EC1.

Fonte: Autora

Na etapa C, os critérios e atributos para implementar a P+L e fatores de projeto de *layout* foram interconectados e formaram o arcabouço teórico para ADIs das áreas, setores e fluxos, contribuíram para identificar O^{P+L} integradas aos fatores de projeto de *layout*, e na avaliação do *layout* do CB.

Na etapa D, não presencial, o planejamento, projeto e pesquisa se concentraram em metodologias para implementar a P+L, planejar, elaborar projeto de *layout* e instalações industriais integradas à P+L; para escolher e avaliar alternativas de projeto de *Layout* integradas à P+L.

A etapa E correspondeu ao segundo momento presencial. Foi precedido de plano de trabalho e visitas técnicas para apresentar e entregar à empresa projeto de *Layout* integrado à P+L; além disso, atualizar dados, confirmar análises e O^{P+L} com avaliação do projeto por parte dos gestores. Nessa etapa, foi possível verificar melhorias no design de móveis, atualizações de materiais, mudanças no *layout* relacionadas às discussões realizadas junto à empresa durante o desenvolvimento do projeto para melhorar processos de gestão de materiais, inclusão de móveis sob medida para atender clientes e reuso de sobras de materiais.

E na etapa F foram realizadas as avaliações do projeto e executados ajustes e análises comparativas de parâmetros de medição (percentuais de uso de áreas e linhas de fluxos) permanecendo o contato e o acompanhamento da empresa de forma não presencial. As etapas dessa pesquisa representam contribuição metodológica para projetos que visem não gerar e/ou reduzir perdas produtivas no espaço de produção industrial. A abordagem metodológica cumpriu o papel a que se destinava; conduziu a novo elo entre otimização de processos e desempenho ambiental; é avanço na literatura, uma vez que mostrou o caminho para realizar análises diagnósticas das áreas e dos fluxos dos processos no espaço físico das instalações industriais, *layout*, e contribuir para identificar O^{P+L} integradas.

6.1.1.2 Resultados e análises

Durante todas as etapas foram realizadas análises sobre o *layout* do CB, o encontrado na VT, e sobre a P+L. Esse trabalho foi denominado de Análise Diagnóstica Integrada (ADI).

6.1.1.2.1 Análise do zoneamento das áreas (a.) no *layout* base

A planta baixa de zoneamento das áreas, representada na Figura 63, apresenta o espaço físico da empresa estudada com o *layout* do CB e localiza as áreas de administração/vendas (a.1), apoio para funcionários (a.2), estoque/armazenamento (a.3), produção (a.4), embalagem/expedição (a.5), subprodutos (a.6), circulação (a.7) e área externa sem utilização (a.8).

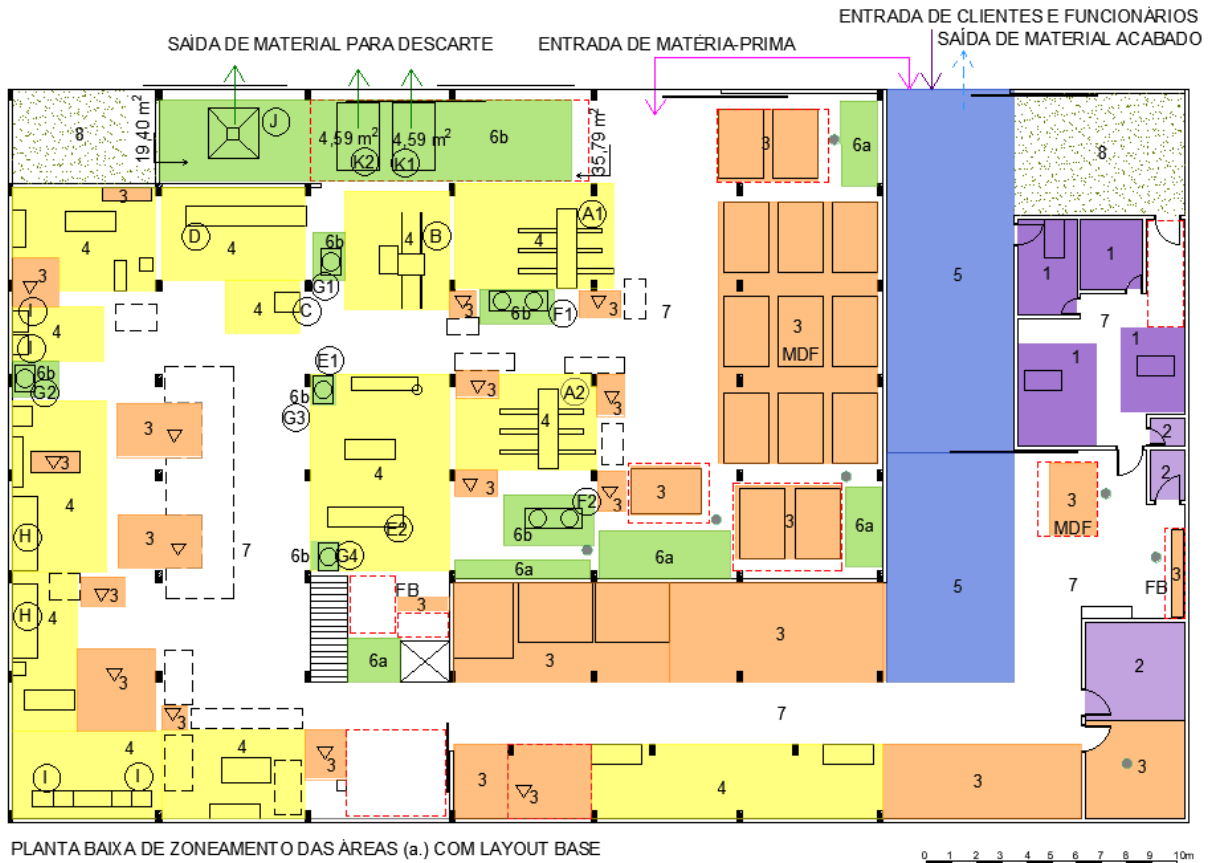
A Figura 63 posiciona Centros de Produção (CPs), máquinas e equipamentos, estoques de materiais para uso, reuso e descartes, entradas de Matérias-Primas (MPs) (seta/cor rosa) e clientes (seta/cor roxa), saídas de materiais acabados (seta/linha tracejada/cor azul), perdas ambientais com descartes (seta/cor verde).

Na planta baixa, apresentada na Figura 63, constata-se fragmentação das áreas de produção (283,36 m²), de estoques (273,66 m²), das áreas destinadas à alocação de subprodutos (98,96 m²) e da circulação (445,90 m²) verificando-se que apenas 27,18 % (área 6a/26,90 m²) do total da área para subprodutos (98,96 m²) corresponde à alocação para o reaproveitamento, e que 72,82 % dessa área é desperdiçada com a alocação de materiais para descarte (área 6b/72,06 m²). Além disso, verificam-se desperdícios de 107,24 m² em áreas de trabalho, retângulo em linha tracejada na cor vermelha, e que as áreas de subprodutos (áreas 6a, marcadas como pontos críticos na cor cinza) localizadas por trás dos estoques de MDF (próximo à entrada de MPs, área 3), dificultam e/ou inviabilizam o acesso para reuso.

Com as medições, foi possível verificar que 76,58 % da área destinada a subprodutos para descarte (área 6b/55,19 m²) foram ocupadas com silo (J/19,40 m²), container (K1) para descarte de lixo com diversos materiais, e container (K2) para o descarte de sobras de MDF/MDP e entulhos (35,79 m²), todos localizados paralelamente ao acesso para facilitar a coleta.

Os estoques de MDF/MDP ocupavam 100,00 m² de piso e foram localizados próximos ao acesso de Matérias-Primas (MPs), à área de produção e máquinas de corte (A1 e A2) para facilitar a recepção do material e transporte. A exceção foi de 1 lote de MDF e fitas de bordas (FB), e o almoxarifado, localizados próximo à área 2, distantes da área de produção (a.4), provocando desperdícios com deslocamentos (marcados como pontos críticos na cor cinza).

Figura 63 - Planta de zoneamento das áreas (a.) com layout base da empresa EC1



LEGENDA:

ÁREAS (a.):

- | | | | |
|-----|--|-----|--|
| a.1 | ADMINISTRAÇÃO/VENDAS (56,79 m ²) | a.5 | EMBALAGEM / EXPEDIÇÃO (46,97 m ² + 73,82 m ² = 120,79 m ²) |
| a.2 | APOIO PARA FUNCIONÁRIOS (20,01 m ²) | a.6 | SUBPRODUTOS (98,96 m ²) |
| a.3 | ESTOQUE / ARMAZENAMENTO (273,66 m ²) (217,57 m ² + 56,09 m ²) | a.7 | CIRCULAÇÃO (445,90 m ²) |
| a.4 | PRODUÇÃO (283,36 m ²) | a.8 | ÁREA EXTERNA SEM UTILIZAÇÃO (58,44 m ²) |
| ▽ | 15 ÁREAS DE MATERIAL EM PROCESSAMENTO (≈ 56,09 m ²) | | |
| □ | 12 ÁREAS DE OBSTRUÇÃO DE PISO (≈ 39,45 m ²) | | |
| ● | PONTOS CRÍTICOS (OBSTRUÇÃO/DISTÂNCIA DA PRODUÇÃO) | | |
| □ | 10 ÁREAS CONSIDERADAS COMO DESPERDÍCIO (≈ 107,24 m ²) | | |
- 6a - MATERIAL PARA REAPROVEITAMENTO (26,90 m²)
 6b - MATERIAL PARA DESCARTE (72,06 m²)
- ÁREA ÚTIL TOTAL ≈ 1.299,47 m²
 ÁREA DO TERRENO (47m x 30 m) = 1.410,00 m²

MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS:

- | | | |
|------------------------------------|--|--|
| A1 e A2- SECCIONADORAS HORIZONTAIS | E1 e E2- COLADEIRAS DE BORDA (TECMATIC E USIKRAFT) | H- FURADEIRAS MANUAIS |
| B- ESQUADREJADEIRA | F1 e F2- COLETOR DE PÓ DUPLO | I- FURADEIRAS DE BANCADA |
| C- TUPIA | G1/G2/G3/G4 - COLETORES DE PÓ SIMPLES | J- COLETOR DE PÓ E EXTRATOR (SILO) |
| D- CENTRO DE USINAGEM BUSELLATO | | K1 e K2- CAÇAMBAS ESTACIONÁRIAS (4.59 m ² cada) |

Fonte: Autora.

Na Figura 63, destaca-se 12 áreas com obstruções de pisos, aproximadamente 39,45 m², representadas por retângulos em linhas tracejadas na cor preta, e 15 áreas com estoques intermediários de materiais, em espera, para processamento (56,09 m²), desperdícios de áreas prejudiciais à organização física, ao transporte,

movimentação, armazenagem e manuseio de materiais nos CPs, que indicam falta de planejamento e controle quanto à movimentação e locação de materiais no *layout*.

6.1.1.2.2 Análise dos Centros de Produção e setores no *layout* base

A planta dos Centros de Produção (CPs) e setores (s.) com *layout* base, apresentada na Figura 64, detalha e localiza as máquinas e equipamentos, os tipos de estoques de materiais e de subprodutos, e o posicionamento dos dutos de extração de particulados de madeira no *layout*, mostra o posicionamento dos extintores de incêndio (círculos em linhas tracejadas cinza), alcances dos raios de atuação, 10,00 m conforme a NR-23 (ABNT, 2011), e pontos críticos com áreas sem cobertura.

A Figura 64 localiza 8 áreas de armazenagem e especifica os tipos de materiais estocados. No almoxarifado (setor 14) estavam estocados componentes e acessórios utilizados nos setores de furação (setores 20a, 20b e 22) e montagem (setores 21, 23a e 23b).

Foi constatado que os processos que mais geravam subprodutos e perdas ambientais foram os de corte (setores 15a, 15b e 15c) e os de usinagem (s.16), apesar da realização de planos de corte de MDF/MDP por parte do setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) (s.4).

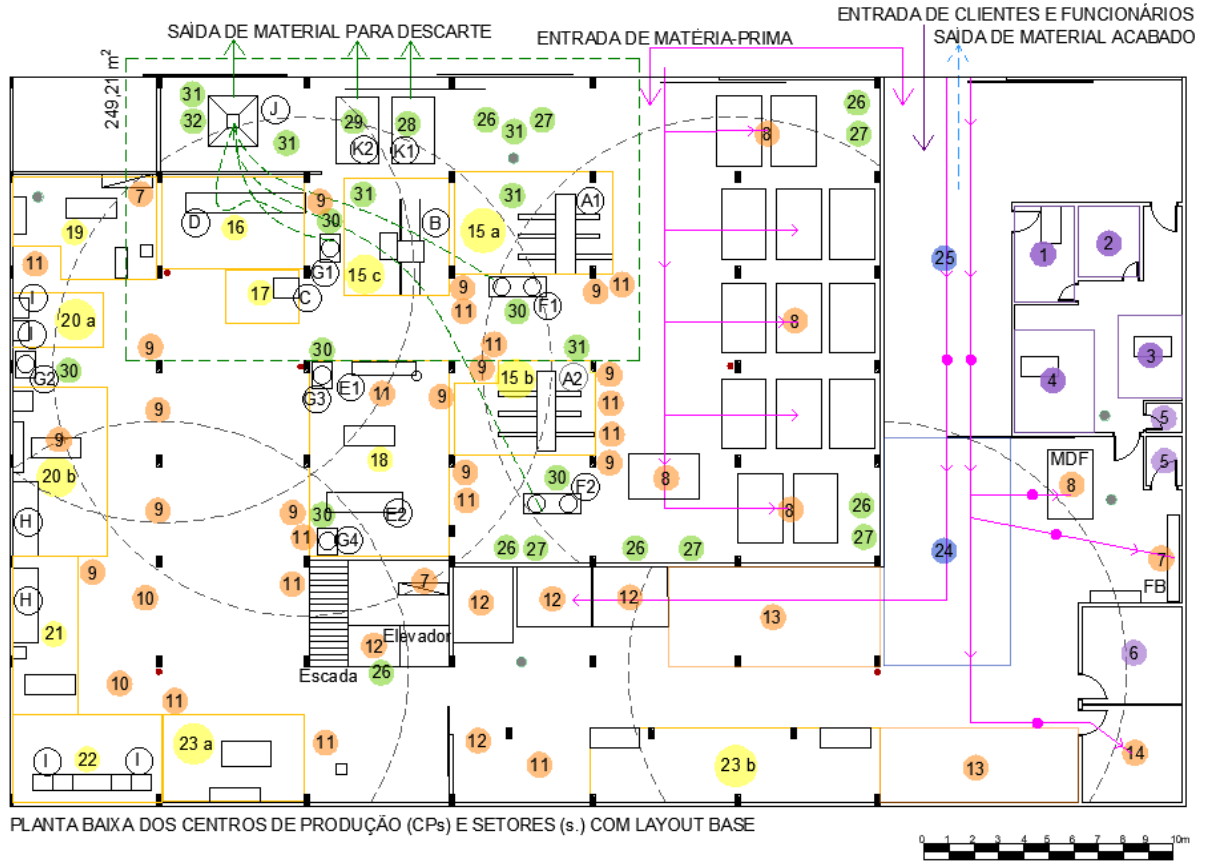
A empresa possuía dutos, coletores de pó de serra com central para exaustão e mangueiras direcionadas para silo para evitar a dispersão de particulados de MDF/MDP no ar. Mas, a falta de vedação do espaço físico do extrator (silo) (s.32) potencializava a dispersão de partículas durante a atividade de esvaziamento do silo impregnando 249,21 m² de área de piso com particulados de MDF/MDP a cada extração, área afetada com retângulo em linha tracejada na cor verde.

O abastecimento de MPs para os estoques era realizado pelos 2 acessos (linha de fluxo de abastecimento na cor rosa), conflitando com o acesso de clientes e com a saída de material acabado (s.25).

A embalagem/expedição (s.24) estava localizada no final do processo, próximo à entrada/saída de caminhão, e à saída de material acabado. O posicionamento dos setores acompanhava a sequência do fluxo produtivo.

Entretanto, constatou-se a necessidade de melhorar as áreas dos CPs e setores (s.), de eliminar retornos e cruzamentos para melhorar a movimentação dos materiais durante o processo e de reduzir fluxos, conforme Figura 64.

Figura 64 - Planta dos Centros de Produção (CPs) e setores (s.) com layout base no EC1



LEGENDA:

SETORES (s.):

- | | | | |
|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| s. 1 RECEPÇÃO | s. 9 ESTOQUE DE PEÇAS/GAVETEIROS | s. 17 TUPIA | s. 25 ENTRADA/SAÍDA CAMINHÃO |
| s. 2 REUNIÃO | s. 10 ESTOQUE/ GAVETEIROS MONTADOS | s. 18 FITAMENTO AUTOMÁTICO | s. 26 SUBPRODUTOS (MDF/PAPELÃO) |
| s. 3 GERÊNCIA GERAL | s. 11 ESTOQUE DE PEÇAS/COMPONENTES | s. 19 FITAMENTO MANUAL | s. 27 CORTES SUB UTILIZADOS |
| s. 4 ESCRITÓRIO / PCP | P/MONTAGEM DE ARMÁRIOS E MESAS | s. 20 FURAÇÃO MANUAL/ | s. 28 LIXO / (N)MATERIAIS (DESCARTE) |
| s. 5 LAVABO E BWC | s. 12 ESTOQUE DE PAPELÃO | GAVETEIROS (a, b) | s. 29 SOBRAS DE MDF (DESCARTE) |
| s. 6 COPA | s. 13 ESTOQUE DE MATERIAL ACABADO | s. 21 MONTAGEM / GAVETEIROS | s. 30 COLETOR DE PÓ |
| s. 7 ESTOQUE DE FITAS | s. 14 ALMOXARIFADO | s. 22 FURAÇÃO DE ARMÁRIOS | s. 31 PÓ DE SERRA (DESCARTE) |
| DE BORDA (FB) | s. 15 CORTE (a, b, c) | s. 23 MONTAGEM / ARMÁRIOS (a, b) | s. 32 COLETOR DE PÓ / EXTRATOR (SILO) |
| s. 8 ESTOQUE DE MDF | s. 16 CENTRAL DE USINAGEM | s. 24 EMBALAGEM / EXPEDIÇÃO | |

MAQUINAS E EQUIPAMENTOS:

- | | | |
|--|--|--|
| A1 e A2- SECCIONADORAS HORIZONTAIS | I- FURADEIRAS DE BANCADA | ■ EXTINTORES DE INCÊNDIO (A, B, C) |
| B- ESQUADREJADEIRA | J- COLETOR DE PÓ E EXTRATOR (SILO) | ● PONTOS CRÍTICOS SEM ATUAÇÃO/EXTINTORES |
| C- TUPIA | K1 - CAÇAMBA / LIXO (MDF/MDP PARA DESCARTE) (4,59 m ²) | ○ RAIOS DE ATUAÇÃO DO EXTINTOR DE INCÊNDIO (10,00 m) |
| D- CENTRO DE USINAGEM BUSELLATO | K2 - CAÇAMBA / LIXO (N / MATERIAIS PARA DESCARTE) (4,59 m ²) | --- DUTOS DE EXTRAÇÃO DE PARTICULADOS DE MADEIRA SUSPENSOS |
| E1 e E2- COLADEIRAS DE BORDA (TECMATIC E USIKRAFT) | | → LINHAS DE FLUXO DE ABASTECIMENTO (86,96 m) |
| F1 e F2- COLETOR DE PÓ DUPLO | | ● LINHAS DE ABASTECIMENTO CRÍTICAS (PONTOS CRÍTICOS) |
| G1 / G2 / G3 / G4 - COLETORES DE PÓ SIMPLES | | |
| H- FURADEIRAS MANUAIS | | |
- ÁREAS DOS CENTROS DE PRODUÇÃO
- ÁREA COM PARTICULAS DE PÓ DE SERRA NO PISO E NAS MÁQUINAS (249,21 m²)

Fonte: Autora.

6.1.1.2.3 Fluxogramas de Informações e Fluxograma Sintético de Fabricação e Montagem

O levantamento dos fluxos de produção obtidos nas duas visitas técnicas e as análises sobre o zoneamento das áreas, inter-relacionamento entre os setores e fluxos de produção, expedição, cliente, abastecimento de matérias-primas e da produção, resultaram no Fluxograma de Informações (FI) (Figura 65), anterior ao início do processo; e Fluxograma Sintético de Fabricação e Montagem (FSFM) (Figura 66).

Os processos de fabricação foram separados em fluxos de produção (A), (B) e (C). Fabricação de tampos de mesas, conexões retas e curvas (processos A), fabricação de armários, prateleiras e divisórias (processos B) e fabricação de gaveteiros (processo C). Foram inseridas as entradas de energia elétrica, insumos e materiais para o abastecimento da produção, os processos, as saídas de produtos, perdas, subprodutos e o fluxo de informações.

No organograma da empresa constava um diretor e 17 funcionários (recepcionista, gerente e supervisor de produção, marceneiros e ajudantes); possuía setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) e de supervisão concentrado na área administrativa por falta de espaço na área de produção.

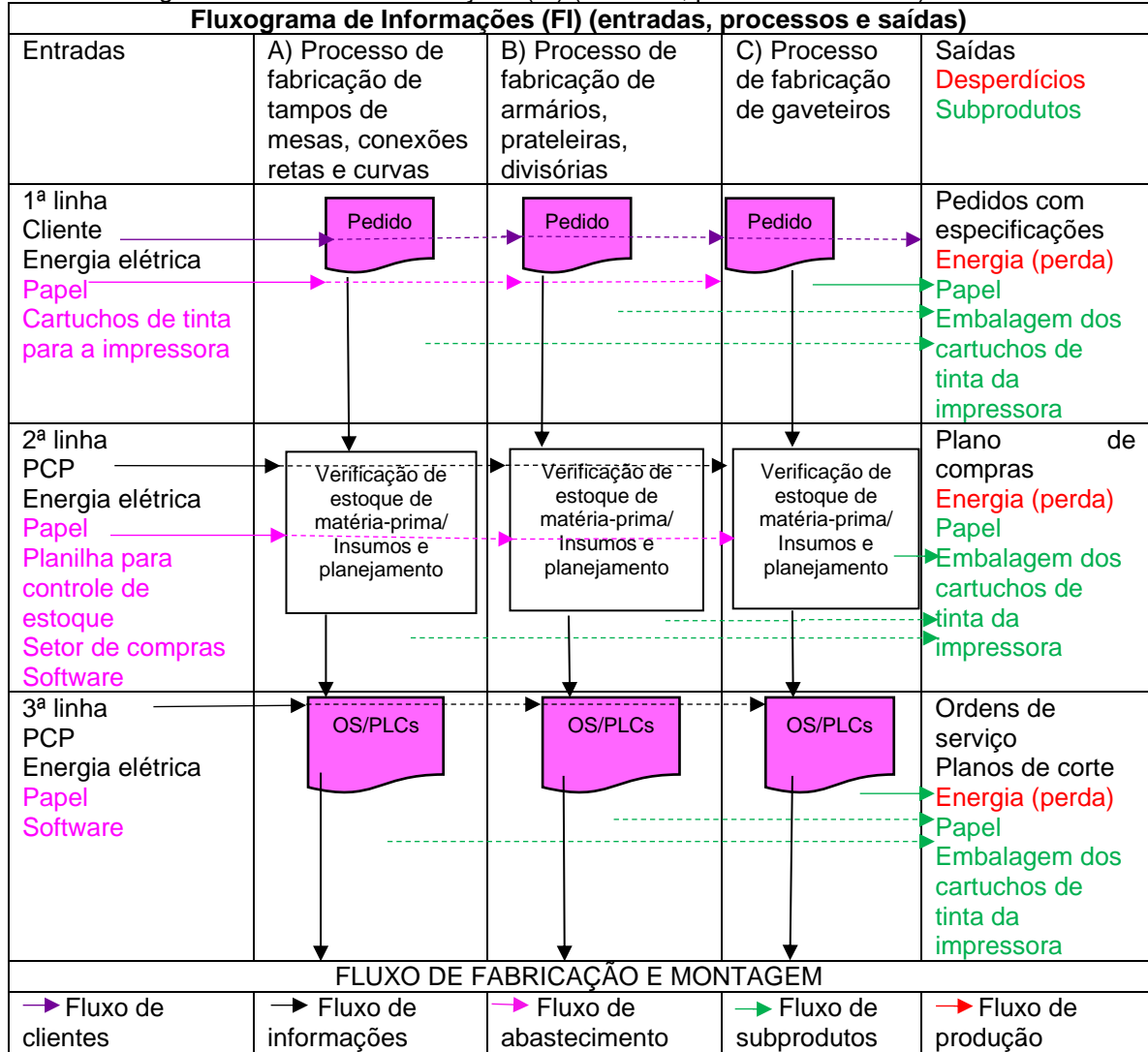
As informações de projeto como medidas e especificações de materiais já eram pré-estabelecidas nos croquis de cada linha de mobiliário, mas não havia portfólio formal de projetos executivos realizado por profissional da área de Design de Mobiliário para facilitar o acompanhamento da produção e das perdas produtivas; e para servir de base para projetos de inovação de produtos e de processos através do design ou ecodesign.

O processo de fabricação seguia a demanda; a partir do pedido do cliente a empresa realizava a verificação do estoque de MPs, insumos e o planejamento da produção; havia o cruzamento das informações dos pedidos com as dos setores de PCP e estoques, e o repasse das informações para o setor de compras (1ª e 2ª linhas da Figura 65). Após o processo de compra do material e abastecimento, executavam as Ordens de Serviços (OS) e os Planos de Corte (PLCs) que eram repassados para os CPs de corte (setores 15a, 15b ou 15c) e central de usinagem (setor 16), como verificado na Figura 64 e Fluxograma de Informação (FI), na 3ª linha da Figura 65.

Evidenciou-se a necessidade de gerenciar e controlar pedidos, planos de compras, ordens de serviço e planos de corte com base no portfólio de projetos; além

da necessidade de implantar ações para melhorar o uso da energia, que permaneceu ligada durante todo o período da visita técnica, e o uso de insumos como papel e cartuchos de tinta para a impressora, descartados pela empresa.

Figura 65 - Fluxo de Informações (FI) (entradas, processos e saídas) no EC1

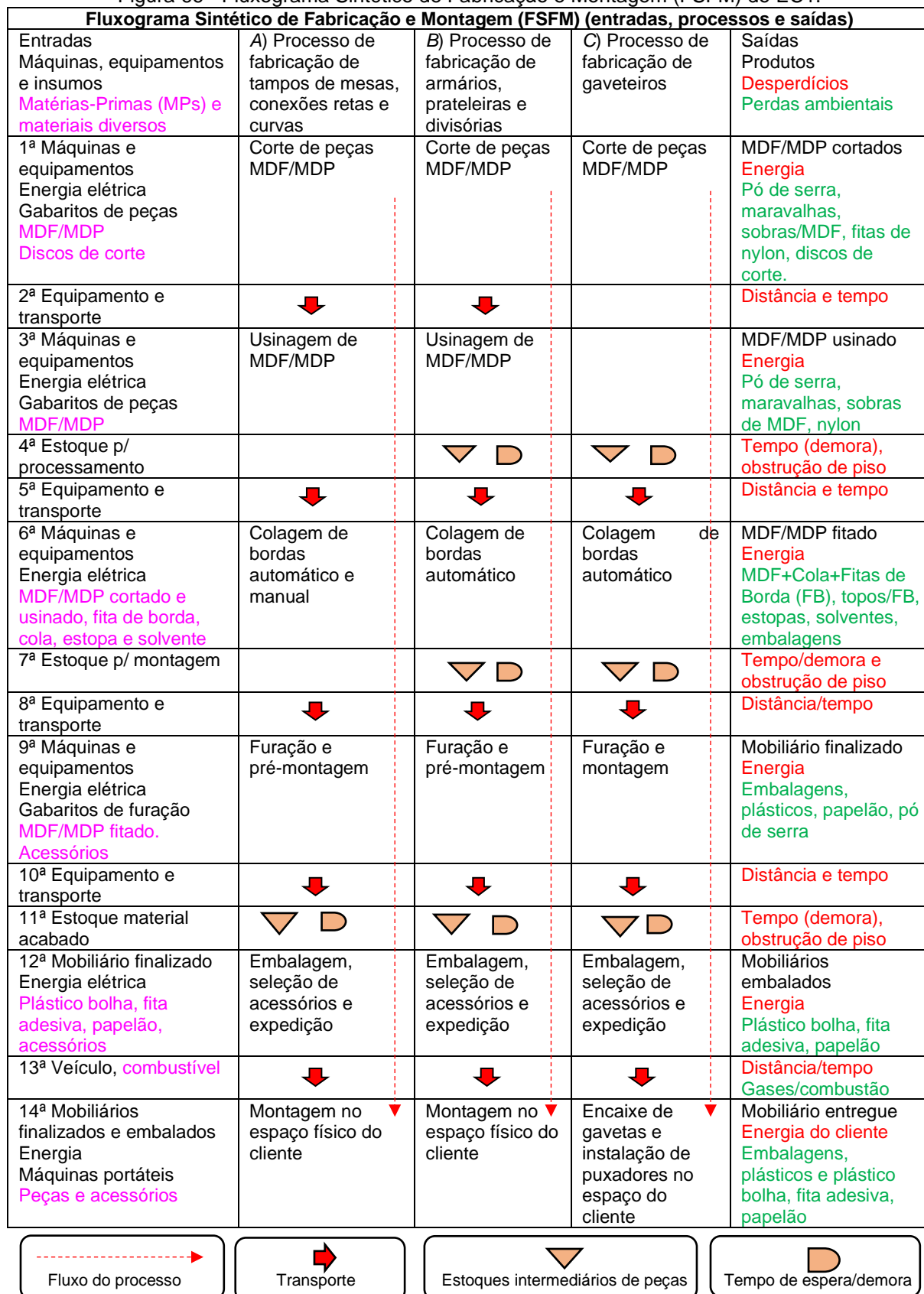


Fonte: Autora.

A Figura 66 apresenta os processos de fabricação e o Fluxograma Sintético de Fabricação e Montagem (FSFM)¹⁴ da empresa que foi elaborado com base nas visitas técnicas realizadas para levantamento de dados e no acompanhamento da produção, e fazem parte das descrições para análises diagnósticas (etapas A e B da pesquisa).

¹⁴ O Fluxograma Sintético de Fabricação e Montagem (FSFM) é a representação sintética do processo de fabricação e montagem com a definição das atividades necessárias para a produção, a sequência de atividades e fluxo dos materiais durante o processo (Corrêa; Corrêa, 2016; Krajewsky; Ritzman; Malhotra, 2014; Olivério, 1985; Villar; Nóbrega Junior, 2014; Muther, 1978).

Figura 66 - Fluxograma Sintético de Fabricação e Montagem (FSFM) do EC1.



Fonte: Autora.

Na área de produção, os funcionários (marceneiros e ajudantes) estavam distribuídos nos seguintes setores: corte de peças (processos A, B e C, na 1ª linha da Figura 66), usinagem (processos A e B, na 3ª linha), colagem de bordas automático e/ou manual (processos A, B e C, na 6ª linha), furação e pré-montagem/montagem (processos A, B e C, na 9ª linha), embalagem/seleção de acessórios/expedição (processos A, B e C, na 12ª linha).

Pode-se observar na Figura 66, que a primeira coluna mostra as entradas de máquinas, equipamentos, insumos, MPs e materiais necessários para a fabricação das peças. As segunda, terceira e quarta colunas mostram a sequência dos processos A, B e C, e identificam deslocamentos (nas 2ª, 5ª, 8ª, 10ª, 13ª linhas do FSFM), estoques intermediários de peças em processamento (nas 4ª, 7ª linhas do FSFM) e de material acabado (na 11ª linha).

A última coluna destacou as saídas do sistema, ou seja, os produtos, os desperdícios produtivos (esperas, demoras, distâncias percorridas, estoques intermediários como pontos críticos e obstrução de pisos) e ambientais (pó de serra, maravalhas e retalhos de MDF/MDP, fitas de nylon, discos de corte, MDF+Cola+Fitas de Borda (FB), topos/FB, estopas com solventes, embalagens, plásticos, papelão, fita adesiva, gases/combustão). Não foi possível realizar o levantamento para balanço de massa devido ao tempo disponível para a coleta de dados (etapa A presencial).

Em todo o *layout* base, foram observadas áreas de piso ocupadas com materiais para descarte, desperdícios produtivos e ambientais (Figuras 63 e 64). Além disso, áreas para estoques intermediários entre processos provocavam obstruções de pisos, esperas e demoras, prejudicando a expedição. A falta de sincronização dos processos e pedidos, a quantidade de fluxos e as obstruções de pisos no *layout* com estoques intermediários de peças e de materiais para descartes provocavam atrasos na produção e no cumprimento dos prazos de entrega.

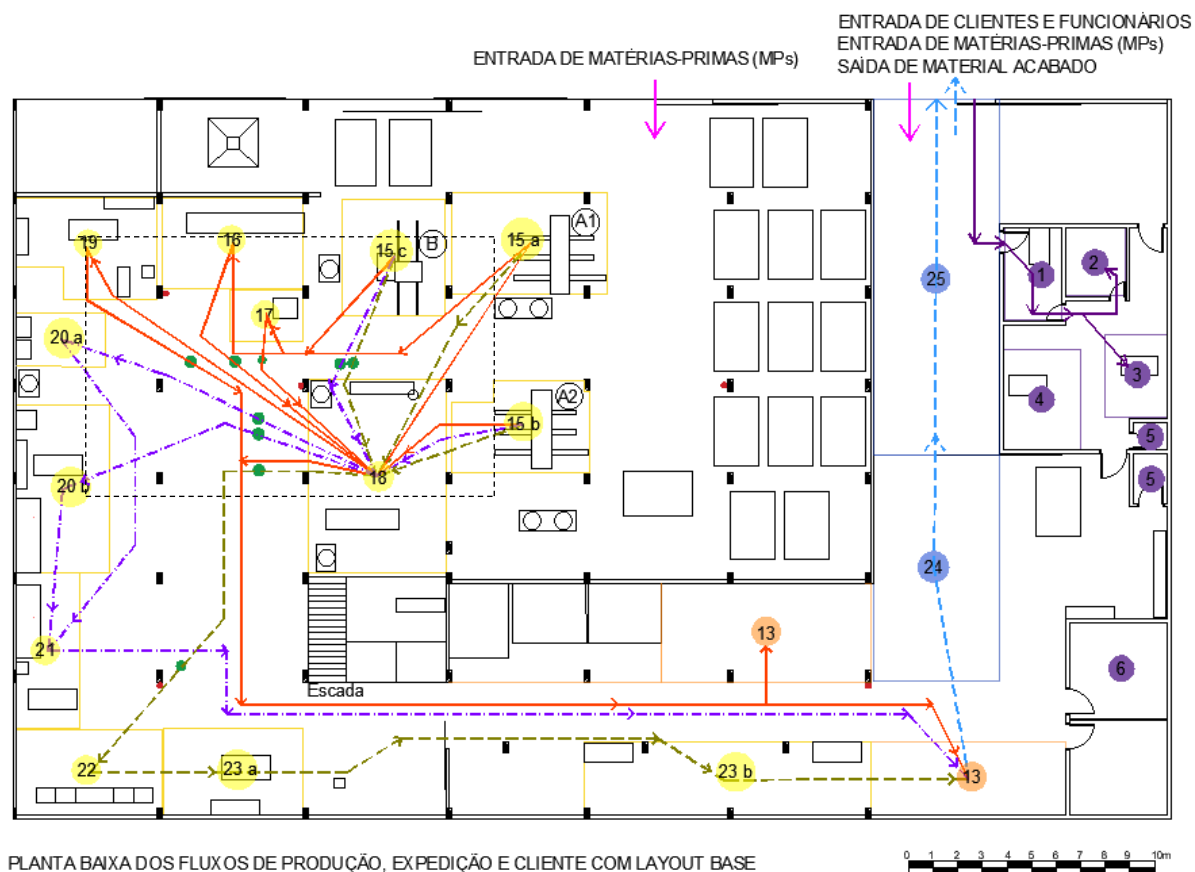
6.1.1.2.4 Análises dos fluxos dos processos de produção, expedição, cliente e do abastecimento no *layout* do Cenário Base

O mapeamento das linhas de fluxo dos processos e do abastecimento da produção possibilita obter informações sobre a movimentação dos recursos materiais e humanos durante o processo produtivo como: quantidade de movimentação,

distâncias percorridas pelos materiais e pelas pessoas, cruzamentos e retornos de fluxos; o objetivo é visualizar os pontos críticos a serem otimizados no *layout*.

A Figura 67 apresenta planta com as linhas de fluxos de produção, de expedição e de clientes considerando os CPs de cada setor no *layout* base.

Figura 67 - Fluxos dos processos de produção, expedição e cliente no *layout* do CB no EC1



PLANTA BAIXA DOS FLUXOS DE PRODUÇÃO, EXPEDIÇÃO E CLIENTE COM LAYOUT BASE

LEGENDA:

- LINHAS DE FLUXO DE PRODUÇÃO A (142,12 m)
- LINHAS DE FLUXO DE PRODUÇÃO B (84,41 m)
- LINHAS DE FLUXO DE PRODUÇÃO C (106,77 m)
- LINHAS DE FLUXO DA EXPEDIÇÃO (27,74 m)
- LINHAS DE FLUXO DE CLIENTE (18,17 m)

TOTAL DE LINHAS DE FLUXO DE PRODUÇÃO

(A + B + C): 333,30 m

TOTAL DE LINHAS DE FLUXO: 379,21 m

ÁREAS DOS CENTROS DE PRODUÇÃO

ÁREA COM RETORNOS E CRUZAMENTOS (195,27 m²)

- LINHAS DE FLUXO CRÍTICAS COM RETORNOS E CRUZAMENTOS (PONTOS CRÍTICOS (66,93 m)

SETORES (s.):

- s. 1 RECEPÇÃO
- s. 2 REUNIÃO
- s. 3 GERÊNCIA GERAL
- s. 4 ESCRITÓRIO / PCP
- s. 5 BWC
- s. 6 COPA
- s. 13 ESTOQUE DE MATERIAL ACABADO
- s. 15 CORTE (a, b, c)
- s. 16 CENTRAL DE USINAGEM

s. 17 TUPIA

s. 18 FITAMENTO AUTOMÁTICO

s. 19 FITAMENTO MANUAL

s. 20 FURAÇÃO MANUAL/ GAVETEIROS (a, b)

s. 21 MONTAGEM / GAVETEIROS

s. 22 FURAÇÃO DE ARMÁRIOS

s. 23 MONTAGEM / ARMÁRIOS (a, b)

s. 24 EMBALAGEM / EXPEDIÇÃO

s. 25 ENTRADA/SAÍDA CAMINHÃO

Fonte: Autora

Os processos de fabricação de mobiliário da empresa foram separados em tampos de mesas, conexões retas e curvas (A); armários, prateleiras e divisórias (B) e gaveteiros (C). O início da fabricação de todas as peças de mobiliário se concentrava

no setor de corte (15a, 15b e 15c) com as máquinas seccionadora (A1 e A2) ou com a máquina tipo esquadrejadeira (B).

As linhas de fluxo para a fabricação de tampos de mesas, conexões retas e curvas (produção A) estão representadas na Figura 67 por meio de linhas contínuas na cor vermelha e somam 142,12 m. As peças cortadas podiam ser transportadas para o setor de fitamento automático (setor 18) e/ou manual (setor 19); podiam também ser transportadas para o setor onde se localizava a tupia (setor 17) ou para a central de usinagem (setor 16), e retornavam para os setores de fitamento (18 e 19). As peças prontas eram transportadas para o estoque de material acabado (setor 13).

As linhas de fluxo para a fabricação de armários, prateleiras e divisórias (produção B), representadas na Figura 67 por linhas tracejadas na cor verde musgo, medem o total de 84,41 m. As peças, após o processo de corte, eram transportadas para o setor de fitamento automático (setor 18). Na sequência, para os setores de furação (setor 22), montagem de armários (setor 23a e 23b) e estoque de material acabado (setor 13). As linhas de fluxo de fabricação de gaveteiros (produção C), representadas por linhas do tipo traço e ponto na cor roxa, somam 106,77 m. Após o processo de corte, as peças seguiam para os setores de fitamento automático (setor 18), furação e preparo de gaveteiros (setores 20a e 20b), montagem (setor 21) e estoque de material acabado (setor 13).

A expedição (setor 24) estava localizada próxima à área administrativa e à área de estoque de material acabado (setor 13), no final dos processos descritos. Possuía fluxo linear sem obstáculos (27,74 m). O fluxo de clientes ocorria na área da recepção, reunião e gerência de produção (18,10 m).

Na Figura 67 pode ser observada a marcação da área de 195,27 m² (conforme retângulo em linha tracejada preta) para indicar as linhas de retornos e cruzamentos de fluxo; são linhas críticas e se encontram destacadas por círculos na cor verde que correspondem a 66,93 m.

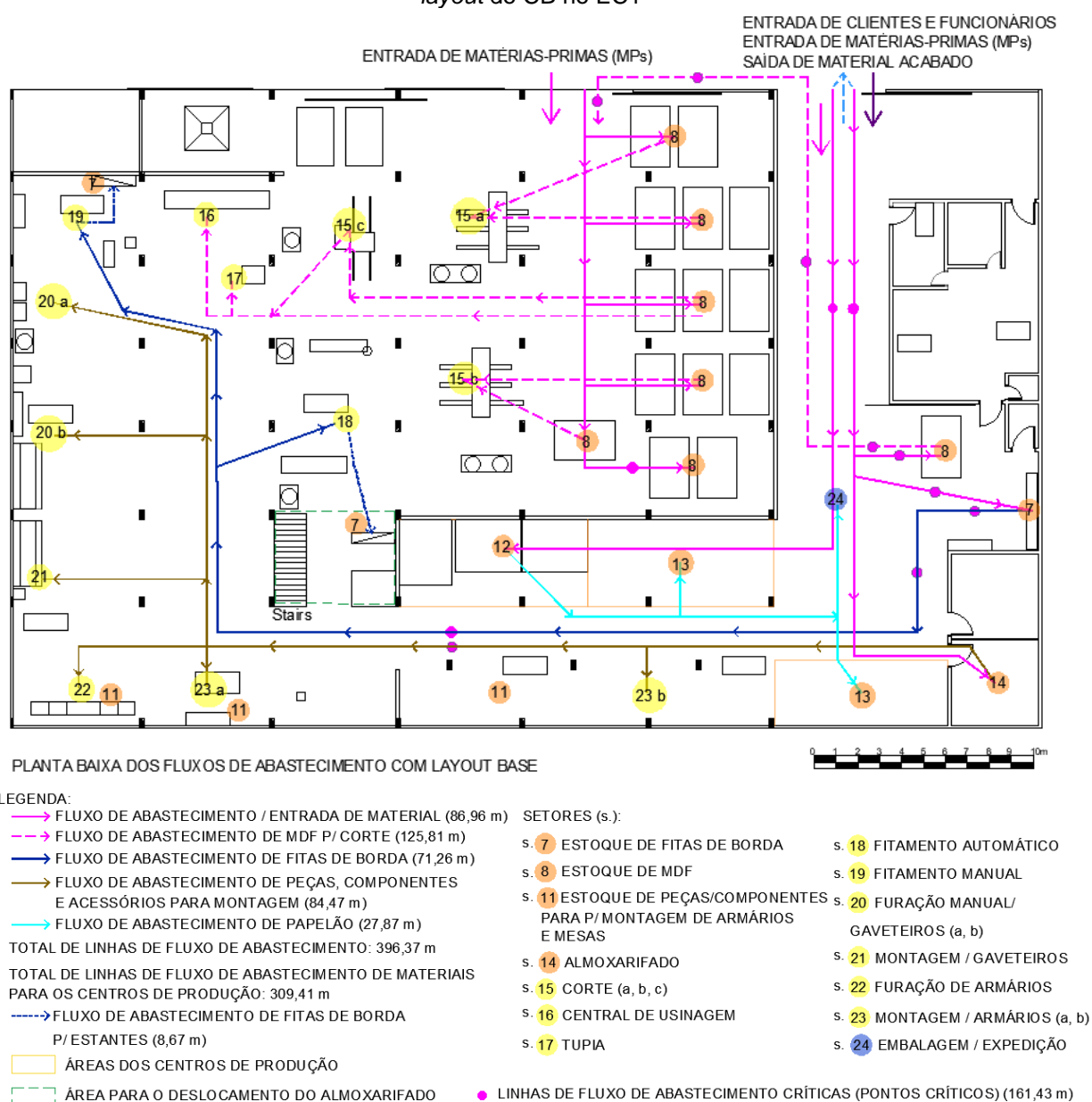
O estudo identificou que o somatório dos fluxos de produção, expedição e cliente correspondiam a 379,21 m e que as linhas dos fluxos de produção (A + B + C) representavam 333,30 m. Foi identificada a necessidade de eliminação das linhas de retornos e cruzamentos. A realização de projeto de *layout* pode reduzir em 66,93 m as linhas de fluxo de produção para melhorar o fator movimentação a partir da eliminação das linhas críticas. A redução de 333,30 m para 266,37 m de fluxo

representa a redução de até 20,09 % em linhas de fluxo de produção podendo elevar a produtividade em relação à movimentação de materiais, elevar a capacidade de produção e o controle; e reduzir a geração de subprodutos e desperdícios.

A planta e a análise comparativa dos fluxos dos processos no *layout* integrado à P+L não foram inseridas nos artigos já publicados; são material inédito que detalham a análise dos fluxos dos processos, apresentada no item 7.1.1.3.

A planta da Figura 68 apresenta as linhas de fluxos de abastecimento, tanto de MPs quanto da produção, considerando os CPs de cada setor.

Figura 68 - Fluxos de abastecimento, entrada de material para estoque e setores de produção no *layout* do CB no EC1



Fonte: Autora

O somatório das linhas de fluxos de abastecimento de MPs, entrada de material, como MDF/MDP, peças, acessórios, componentes, fitas de borda e papelão foi de 86,96 m, conforme representado na Figura 68 por linhas contínuas na cor rosa.

O total de linhas de fluxo de abastecimento de MDF/MDP para os setores de corte (15a, 15b e 15c), central de usinagem (setor 16) e tupia (setor 17) foi de 125,81 m considerando também o lote de MDF/MDP estocado próximo à expedição, conforme pode ser verificado na Figura 68 pelas linhas tracejadas na cor rosa.

Possuíam fitas de borda estocadas em estantes nos setores de fitamento automático (setor 18) e manual (setor 19), e lote de fitas de borda próximo ao almoxarifado (setor 14).

Verificou-se que a distância percorrida para o abastecimento dos processos de fitamento automático e manual (setores 18 e 19) era de 71,26 m para os centros de produção. O excesso de linhas de fluxo pode ser considerado como desperdício de deslocamento, observado na Figura 68 pelas linhas contínuas na cor azul escura.

O fluxo de abastecimento de peças, componentes e acessórios para os setores de furação manual de gavetas (setores 20a e 20b), montagem de gavetas (setor 21), furação de armários (setor 22) e montagem de armários (setores 23a e 23b) está na Figura 68 com linhas de fluxo contínuas ocre e que somavam 84,47 m. A localização do almoxarifado (setor 14) dificultava abastecer as bancadas de furação e montagem.

As linhas de fluxo de abastecimento de papelão para os setores de estoque de material acabado (setor 13) e expedição (setor 24) somavam 27,87 m. Verificou-se que a proximidade entre os setores permitiu a redução de distâncias percorridas no final do processo, observado na Figura 68 pela linha contínua na cor azul clara.

O estudo identificou o total de 396,37 m de linhas de fluxo de abastecimento na empresa; sendo 309,41 m de abastecimento para a produção. Na Figura 68, a marcação das linhas de fluxo críticas foi destacada por círculos na cor rosa que representam 161,43 m em deslocamentos que provocam atrasos nos processos.

O estudo identificou a necessidade de eliminar as linhas de fluxo críticas, 161,43 m, relacionadas ao abastecimento. O projeto de *layout* pode reduzir as linhas de fluxo de abastecimento para melhorar o fator movimentação de materiais. A redução de 161,43 m de fluxo representa a redução do fluxo geral de abastecimento de 396,37 m para 234,94 m, ou seja, a redução em até 40,73 % que pode elevar a produtividade do sistema, o controle de materiais em processo, a capacidade de

produção da empresa, e pode reduzir o desperdício de tempo de produção e atrasos na entrega. A planta e a análise comparativa dos fluxos de abastecimento no *layout* integrado à P+L não foram inseridas nos artigos já publicados; são material inédito que detalham a análise dos fluxos de abastecimento apresentada no item 7.1.1.3.

6.1.1.2.5 Alocação e destinação de subprodutos no *layout* do Cenário Base

O processo que mais gerou subprodutos foi o de corte (setores 15a, 15b e 15c, Figuras 64, 67, 68), dado inovador em relação aos fluxos e verificado após todos os processos do levantamento dos dados teóricos, no período de 2022. A empresa não possuía o quantitativo de subprodutos para reuso, reciclagem ou descarte configurando desperdício de MPs e perdas produtivas. Foi verificada ainda uma produção residual na central de usinagem (setor 16, Figura 64), apesar da existência de Planos de Corte (PICs) de MDF/MDP.

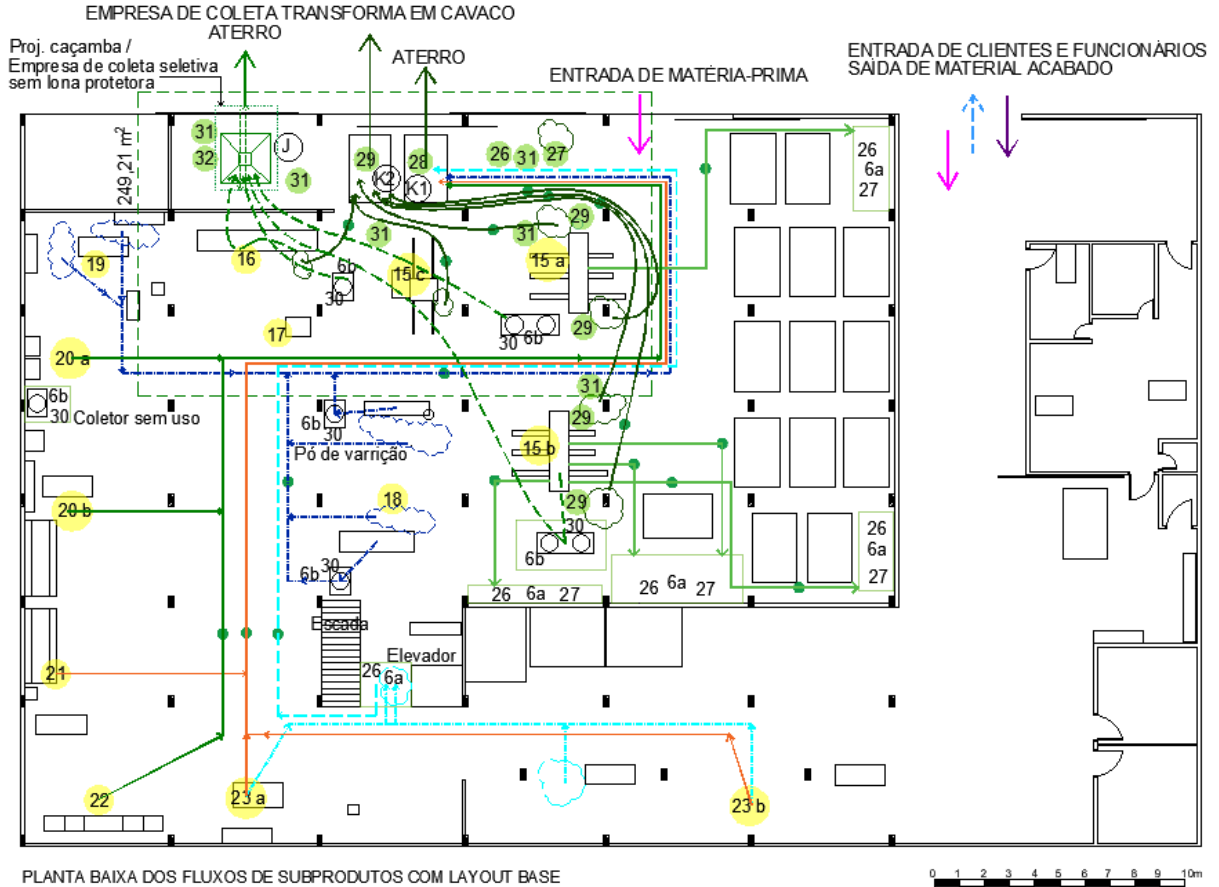
Os setores de corte (setores 15a, 15b e 15c, Figura 64) e central de usinagem (setor 16, Figura 64) se apresentavam empoeirados e cheios de subprodutos no piso e junto às máquinas, pó de serra no piso e particulados de madeira no ar proveniente da extração de material do silo por falta de vedação. O ambiente não possuía paredes rebocadas o que acentuava o acúmulo de poeira e prejudicava a limpeza.

A Figura 69 é inédita e apresenta os fluxos de subprodutos e de descartes de materiais observados no *layout* base e não foi inserida nos artigos já publicados, por se tratar de estudo posterior à análise inicial.

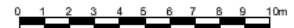
A empresa possuía coletores de pó de serra com central para exaustão e mangueiras direcionadas para silo, porém estavam mal encaixadas nas máquinas, o que contribuía para a dispersão de partículas no ar, no chão e nas peças já cortadas. Isso ocorria por falta de vedação do espaço físico do extrator (silo) e potencializava a dispersão de partículas durante a atividade de esvaziamento do silo pela empresa contratada para coletar resíduos e o descarte do pó de serra.

Na linha de produção, a empresa tinha dutos e coletores para evitar a dispersão de particulados de MDF no ar. No entanto, os silos não possuíam sistemas de dutos para carregar as caçambas, e estas não possuíam capas para evitar a dispersão de parte do pó no momento do carregamento, impactando todo o entorno.

Figura 69 - Fluxos de subprodutos e de descartes de materiais no layout do CB no EC1



PLANTA BAIXA DOS FLUXOS DE SUBPRODUTOS COM LAYOUT BASE



LEGENDA:

- FLUXO DO SUBPRODUTO MDF/MDP PARA DESCARTE (74,09 m)
 - FLUXO DE DUTOS DE EXTRAÇÃO DE PÓ DE SERRA (46,63 m)
 - FLUXO DO SUBPRODUTO MDF/MDP PARA REUSO INTERNO (55,01 m)
 - FLUXO DO SUBPRODUTO MDP/MDP + COLA + FITAS DE BORDA PARA COLETOR E CONTAINER K1 (DESCARTE) (72,26 m)
 - FLUXO DO SUBPRODUTO PLÁSTICO PARA DESCARTE (80,24 m)
 - FLUXO DO SUBPRODUTO PÓ DE SERRA (FURAÇÃO) PARA DESCARTE (65,87 m)
 - FLUXO PARA EXTRAÇÃO DO PÓ DE SERRA (SILO) EM CAÇAMBA PARA REUSO EXTERNO (3,40 m + 3,40 m)
 - FLUXO DO SUBPRODUTO PAPELÃO PARA DESCARTE (52,53 m)
 - FLUXO DO SUBPRODUTO PAPELÃO PARA REUSO INTERNO (30,11 m)
-
- ÁREA COM MAIOR CONCENTRAÇÃO DE PARTÍCULAS DE PÓ DE SERRA NO PISO E NAS MÁQUINAS POR FALTA DE VEDAÇÃO E CAPA/CAÇAMBA (249,21 m²)
 - PÓ DE VARRIÇÃO (PÓ DE SERRA/ FITA DE BORDA/ RETALHOS E TALISCAS DE MDF) PARA CONTAINER K1
 - ÁREAS DOS SUBPRODUTOS
 - 6a - SUBPRODUTO/ REAPROVEITAMENTO (26,90 m²)
 - 6b - SUBPRODUTO / DESCARTE (72,06 m²)
 - K1 - CONTAINER (N / MATERIAIS PARA DESCARTE)
 - K2 - CONTAINER (MDF/MDP PARA DESCARTE)
 - SOBRAS DE MDF/MDP NO CHÃO PARA DESCARTE (PERDA PRODUTIVA)
 - SOBRAS DE MDF/COLA/FITAS DE BORDA NO CHÃO
 - SOBRAS DE PAPELÃO NO CHÃO
 - LINHAS DE FLUXO CRÍTICAS (PONTOS CRÍTICOS) (194,99 m)

SETORES:

- s. 15 CORTE (a, b, c)
- s. 16 CENTRAL DE USINAGEM
- s. 17 TUPIA
- s. 18 FITAMENTO AUTOMÁTICO
- s. 19 FITAMENTO MANUAL
- s. 20 FURAÇÃO MANUAL/ GAVETEIROS (a, b)
- s. 21 MONTAGEM / GAVETEIROS
- s. 22 FURAÇÃO DE ARMÁRIOS
- s. 23 MONTAGEM / ARMÁRIOS (a, b)
- s. 26 SUBPRODUTOS DE MDF E PAPELÃO
- s. 27 CORTES DE MDF SUB UTILIZADOS
- s. 28 LIXO / (N)MATERIAIS (DESCARTE)
- s. 29 SOBRAS DE MDF (DESCARTE)
- s. 30 COLETOR DE PÓ
- s. 31 PÓ DE SERRA (DESCARTE)
- s. 32 COLETOR DE PÓ E EXTRATOR (SILO)

Fonte: Autora

Foi identificada a ausência de coleta seletiva do material, pois não faziam o descarte separado de materiais tóxicos como colas, solventes e embalagens, restos de estopa, pó de varrição, pó de serra e maravalhas de MDF/MDP, subprodutos da composição de MDF/MDP/cola/fitas de borda, plásticos, plástico bolha, fitas adesivas

e de nylon, fitas de borda, papelão e outros, especificados no fluxograma (Figura 66), foram encontrados, todos juntos, em container (K1), setor 28; e no container (K2) foram evidenciados pedaços de MDF com dimensões variadas.

Desse modo, foi observada a necessidade de melhorar espaços, desobstruir pisos, selecionar, destinar e manusear o material. Em 2018, os integrantes da empresa, após a pesquisa, refletiram sobre o melhor aproveitamento no uso de materiais e outras destinações, a partir da experiência profissional de supervisor de produção recém-contratado, com experiência na área de descartes, reuso/reciclo.

A planta de fluxos de subprodutos do *layout* base, conforme indicado anteriormente, Figura 69, detalha e demonstra a necessidade de *layout* integrado à P+L para melhorar os fluxos de subprodutos, prevenir e reduzir as sobras de MPs, aumentar o reuso, a reciclagem, a separação, a coleta e a destinação, sendo elo inovador entre projetos de *layout* e a P+L.

Os Pontos Críticos (PCs) observados em cada área (a.) e setor (s.), e as barreiras técnicas relacionadas à infraestrutura física, sistemas e tecnologias foram sintetizados no Quadro 56 e considerados como desafios à implementação da P+L.

A elaboração da planta de zoneamento das áreas (a.) (Figura 63) com o detalhamento dos Centros de Produção (CPs) e setores (s.) (Figura 64), do FI (Figura 65) e do FSFM (Figura 66), fundamentaram as análises diagnósticas do *layout* no Cenário Base (CB) e foram associadas às análises para implementar a P+L.

Quadro 56 - Pontos Críticos (PCs) na infraestrutura física, sistemas e tecnologias por áreas (a.) e setores (s.) no EC1. "Continua".	
Áreas (a.)	Tipos e quantidades de Pontos Críticos na infraestrutura física, nos sistemas e tecnologias, no <i>layout</i> e sobre a P+L por áreas (a.) e setores (s.)
a.1	(1) Conflito entre a área destinada à entrada de clientes p/recepção (setor 1 ou s.1) e a saída de veículos da expedição (s.25) para a entrega; (2) Localização do setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) (s.4) na área administrativa (área 1 ou a.1) distante da área de produção (a.4); (3) Dificuldade no controle dos processos de corte (setores 15a, 15b e 15c), usinagem (s.16), tupia (s.17) e colagem de bordas automático (s.18) e manual (s.19) por parte do setor de PCP (s.4) pelas distâncias a serem percorridas para a realização do trabalho; (4) Ações ambientais condicionadas à coleta de retalhos de MDF/MDP em caçambas estacionárias (K1 e K2) e de pó de serra em silo (J) para descarte por empresa especializada; (5) Custos para a retirada de perdas produtivas por descartes de materiais; (6) Ausência de participação da empresa em projetos relacionados à minimização de perdas de recursos, gestão ambiental, P+L ou ecodesign; (7) atrasos na entrega.
a.2	(1) Ausência de espaço para a interação da equipe e treinamento; (2) Ausência de área para descanso e de vestiário e banheiros separados por sexo; (3) Ausência de treinamentos relacionados às perdas ambientais.
a.3	(1) Fragmentação das áreas de estoque/armazenamento (a.3); (2) Linhas de abastecimento críticas com dificuldade no transporte de um lote dos estoques de fitas de borda (s.7) e MDF (s.8) para os setores de colagem de bordas (setores 18 e 19) e cortes (setores 15a, 15b e 15c), estocados próximo à copa (pontos críticos de abastecimento/cor rosa/Figura 68); (3)

	Distância do almoxarifado (s.14) para setores de furação (setores 20a, 20b e 22) e montagem (setores 21, 23a e 23b), dificultando transporte de componentes e acessórios; (4) Armazenamento fragmentado de subprodutos nas áreas de produção (a.4); (5) Materiais apoiados em colunas, paredes e máquinas prejudicando a organização do espaço físico, a movimentação e controle da produção;
a.4	(1) Máquinas antigas sem selo de eficiência energética; (2) Ausência de procedimentos rotineiros de limpeza das máquinas e do espaço físico; (3) Falta de vedação do espaço do silo; (4) Máquinas portáteis apoiadas nas bancadas e dispersas sem local específico para armazenamento adequado; (5) Obstrução de equipamentos contra incêndio próximo aos setores de furação (s.22) e montagem de armários (setores 23a e 23b); (6) Retornos e cruzamentos de fluxos para o processamento dos materiais entre os setores de usinagem (s.16), tupia (s.17), colagem de bordas automático (s.18) e manual (s.19); (7) Obstruções dos pisos das áreas de produção (a.4) e da circulação (a.7) com materiais em processamento e subprodutos; (8) Dificuldades de abastecimento dos setores de furação manual de gaveteiros e armários (setores 20a, 20b e 22), de montagem de gaveteiros e armários (setores 21, 23a e 23b) pela distância do almoxarifado (s.14); (9) Divisão dos setores de colagem de bordas automático (s.18) e manual (s.19) pela circulação; (10) Cruzamento da circulação; (11) Pó de serra espalhado no piso e nas máquinas dos setores de corte (15a,15b e 15c) e central de usinagem (s.16), próximo ao setor de colagem de bordas automático (s.18); (12) Particulados de pó de serra espalhados no ar.
a.5	(1) Atraso na expedição de produtos; (2) Mistura de acessos: entrada de clientes e funcionários, saída de material acabado e entrada de parte das matérias-primas (linha/cor rosa) para estoque de FB e MDF próximo ao lavatório/BWC e copa (setores 5 e 6), e para o almoxarifado (s.14); (3) Substituição de materiais plásticos produzidos com polietileno (ou outros materiais poluentes) por materiais biodegradáveis ou papelão; (4) Desperdício de papelão, plástico filme ou bolha pela ausência de coleta seletiva e reuso; (5) Custos econômicos e ambientais com transporte de material acabado; (6) Falta de bancada de apoio p/ procedimentos de embalagem; (7) Falta de bancada, equipamentos e sistemas de tecnologia p/ o controle da expedição.
a.6	(1) Fragmentação da alocação de sobras (subprodutos) de materiais de MDF/MDP e de papelão na área de produção (a.4); (2) Desperdício de área para sobras e subutilização de materiais: 5 setores (s.26) de sobras de MDF/MDP (peças com medidas mínimas próximas a 0,40 m x 0,40 m), 1 setor com retalhos de papelão (s.26) alocados no piso próximo ao estoque de papelão (s.12), e 5 setores (s.27) para a guarda de cortes maiores de MDF/MDP (medidas mínimas próximas a 1,00 m x 2,00 m); (3) Desperdício de área para alocação de materiais para descarte em caçamba K1 (s.28), e para retalhos de MDF alocados em caçamba K2 (s.29); (4) Pó de MDF espalhado no piso e nas máquinas por todos os setores de corte (15a,15b e 15c) e central de usinagem (s.16); (5) Particulados de pó de serra de MDF/MDP no ar proveniente da extração de material do silo pela falta de vedação do espaço físico do extrator (silo) (s.32); (6) Falta de duto no silo (s.32) para melhorar o carregamento das caçambas e evitar a dispersão de parte do pó de serra no ar; (7) Falta de capa nas caçambas para evitar a dispersão de parte do pó de serra no momento do carregamento; (8) Custos com empresa contratada p/ coleta de materiais p/ descarte acondicionados em caçambas estacionárias (K1 e K2) e no silo (setores 28, 29 e 31); (9) Falta de medição dos materiais alocados na área de produção p/ reuso; (10) Falta de medição e de anotações dos custos associados à empresa de coleta seletiva para a retirada e descarte de materiais das caçambas K1, K2 e do silo (J); (11) Coleta seletiva apenas para retalhos de MDF (K2) e pó de serra (s.32), outros materiais estavam, todos juntos, em caçamba (K1) para descarte.
a.7	(1) Cruzamento da área de circulação (a.7) pela área de produção (a.4); (2) Fragmentação; (3) Obstrução de piso na área de circulação por materiais em processamento (s.15a, s.15b, s.15c, s.20a, s.20b, s.23a).
Total de PCs: Foram relacionados 48 PCs após Análises Diagnósticas Integradas (ADI)	

Fonte: Autora

Esses estudos resultaram no levantamento de PCs (quadro 56) que produziram Oportunidades de P+L (O^{P+L}) integradas ao projeto de *layout* com melhorias no

posicionamento da infraestrutura gerencial, do apoio às pessoas, na infraestrutura física e tecnológica, de abastecimento e armazenamento de materiais e subprodutos. Foi possível gerar alternativas de projeto e planos para mudanças visando melhorar áreas inter-relacionadas, de processos e da P+L. Assim, a elaboração de *layout* integrado à P+L configurou-se como estratégia inovadora para implementar a P+L na indústria moveleira de médio e pequeno porte.

6.1.1.2.6 Oportunidades de P+L a partir da análise das áreas, setores e fluxos

Para implementar a P+L é preciso que os gestores visualizem os benefícios financeiros advindos da economia de recursos e os impactos ambientais relacionados ao processo; otimizem fluxos de produção e de abastecimento com inserção de reuso interno e externo, pois elimina a geração de resíduos a partir da melhoria do planejamento do *layout* integrado à P+L, o que enseja [eco]inovação (Lins; Cunha; Kiperstok; Rapôso; César, 2020).

Foram identificadas 25 oportunidades de P+L relacionadas à área de produção, ao critério de Sistemas e Tecnologias, e aos atributos: ferramentas e tecnologias (O-1 a O-4), fluxos dos processos, perdas produtivas, subprodutos, *layout* (O-5 a O-17), estoque e armazenamento (O-18 a O-21), análise da cadeia de fornecedores (O-22), embalagem e expedição (O-23 a O-25). Os fatores de projeto de *layout* (mudanças, serviços, equipamentos, materiais, mão-de-obra, edifício, armazenamento/espera) se relacionaram com todas as oportunidades identificadas e estão listadas no Quadro 57.

Quadro 57 - Oportunidades de P+L integradas a fatores de projeto de <i>layout</i> no EC1. "Continua"	
O-1	Atualizar máquinas e equipamentos para atender às normas de segurança do trabalho e obter maior produtividade. Substituir esquadrejadeira antiga por nova que atenda às normas e que apresente selo de eficiência energética.
O-2	Criar rotinas de limpeza e manutenção preventivas em máquinas e no espaço produtivo.
O-3	Reorganizar dutos coletores de pó de serra; e vedar o espaço do silo. Propor à empresa a coleta do material descartado, mudanças quanto à vedação da caçamba receptora do pó.
O-4	Criar painel em cada posto de trabalho para organizar máquinas portáteis e ferramentas.
O-5	Eliminar desperdícios de espaço (desobstrução de pisos) a partir da melhoria do planejamento do <i>layout</i> , em todas as áreas de produção, e reduzir materiais em espera, otimizando o trabalho nos centros produtivos.
O-6	Eliminar o cruzamento dos fluxos dos materiais pela circulação.
O-7	Reorganizar e documentar as práticas e procedimentos em cada posto de trabalho, associando a P+L.
O-8	Melhorar o planejamento de corte de chapas para reduzir subprodutos, sobras e retalhos de MDF/MDP e outros materiais para o máximo aproveitamento do material.
O-9	Executar planos de corte conjugados para o máximo aproveitamento do material.

O-10	Catalogar subprodutos gerados com especificação de material, espessura e tamanho para utilizar, vender ou trocar em outras empresas parceiras (Simbiose Industrial).
O-11	Posicionar tonéis com indicação do material junto aos setores de produção para a coleta seletiva e o [re]ciclo interno e/ou externos.
O-12	Elaborar estantes para subprodutos para acomodar as sobras provenientes dos tonéis da coleta seletiva e de MDF/MDP já catalogados e destinados para a reuso interno e externos.
O-13	Fazer projeto de mudança de <i>layout</i> de cada posto de trabalho considerando princípios de economia de movimentos (pessoas e materiais), ergonomia, segurança e fluxo do material.
O-14	Fazer projeto de mudança de <i>layout</i> para melhorar e integrar as áreas de produção. Eliminar desperdícios de áreas e de fluxos, e cruzamentos pela circulação.
O-15	Reduzir o consumo de energia. Realizar o aproveitamento eficiente da luz natural através da aplicação de telhas translúcidas, e buscar fontes alternativas de energias.
O-16	Elaborar e executar projeto elétrico e luminotécnico; dividir os circuitos elétricos a fim de setorizar a iluminação dos ambientes, reduzindo o consumo de energia.
O-17	Elaborar mapa de fluxos de subprodutos para o ambiente interno e externos.
O-18	Armazenar os materiais conforme suas características e necessidades para evitar danos, descartes e prejuízos; e próximos às áreas de produção para evitar desperdícios de fluxos.
O-19	Facilitar a entrada, movimentação e saída de materiais; e processos de controle e rastreabilidade dos estoques a fim de facilitar a ACV dos produtos.
O-20	Melhorar o <i>layout</i> dos ambientes de armazenamento para evitar obstrução de pisos, desperdícios e perda de materiais e de tempo; buscar soluções visuais e de fácil controle.
O-21	Localizar estantes para subprodutos de modo a facilitar o manuseio, sua reutilização dentro do próprio processo e em local de fácil acesso a outras empresas, sem obstruir o piso.
O-22	Priorizar fornecedores com certificação ambiental e de regiões mais próximas à empresa, evitando o aumento das emissões atmosféricas relacionadas ao transporte.
O-23	Melhorar a entrega de material acabado para evitar custos desnecessários com transporte e aumento das emissões atmosféricas. Utilizar sistema de carga e roteiro compartilhado.
O-24	Modificar a entrada do edifício para separar a entrada de clientes da saída de material acabado. Priorizar segurança, marketing e o gerenciamento das informações.
O-25	Elaborar projeto de embalagens utilizando princípios do Ecodesign e P+L; e projeto para implementar [eco]selo direcionado ao setor moveleiro.

Fonte: Autora.

As oportunidades relacionadas precisam ser aprovadas, detalhadas em projetos conceituais e, posteriormente, em projetos executivos com indicadores para medição e acompanhamento. A análise dos fluxos pode ser inserida em todas as etapas de projeto de *layout* e de implementação da P+L de modo integrado como estratégia econômica e ambiental.

As oportunidades relacionadas ao atributo ferramentas e tecnologias (O-1 a O-4) melhoram as condições de segurança e reduzem riscos para trabalhadores; minimizam o consumo de energia; incentivam a atitude preventiva, de organização e controle, e a redução de desperdícios de tempo e de materiais; reduzem emissões de particulado de madeira no ar; melhoram as condições de trabalho e reduzem os riscos.

As oportunidades relacionadas aos fluxos dos processos, perdas produtivas. subprodutos, *layout* (O-5 a O-17) reduzem tempo de produção, acidentes, e o desperdício com perdas de materiais e peças; reduzem também o tempo de produção e elevam a capacidade produtiva da planta; maximizam o aproveitamento do material;

proporcionam a organização para a coleta seletiva; eliminam desperdícios de fluxos; reduzem consumo de materiais e energia.

A estratégia de mapa de fluxos de subprodutos para reuso interno e externos mostra-se como inovação tecnológica que contribui para o desempenho financeiro, produtivo e ambiental no âmbito da produção de pequeno porte.

As oportunidades relacionadas aos estoques e ao armazenamento (O-18 a O-21) e aos fornecedores (O-22) ajudam a reduzir perdas e riscos; aumentam o controle; possibilitam avanços para a EC; incentivam e elevam o desempenho ambiental junto aos fornecedores, e aumentam a capacidade produtiva. Outro aspecto relaciona-se às oportunidades relacionadas às embalagens e expedição (O-23 a O-25) que proporcionam o posicionamento ambiental positivo da empresa perante o mercado.

6.1.1.3 Projeto de *layout* como estratégia para implementar a P+L (EC1)

As estimativas de áreas para o projeto de mudança do *layout* foram baseadas no acompanhamento da movimentação dos materiais e em levantamentos métricos dos espaços de cada área e setor realizados na segunda visita técnica, nas análises diagnósticas do fluxograma do processo, dos espaços para realizar as atividades e inter-relacionamentos entre áreas e setores, das perdas ambientais detectadas; além disso, na eliminação de retornos, cruzamentos e obstruções de pisos.

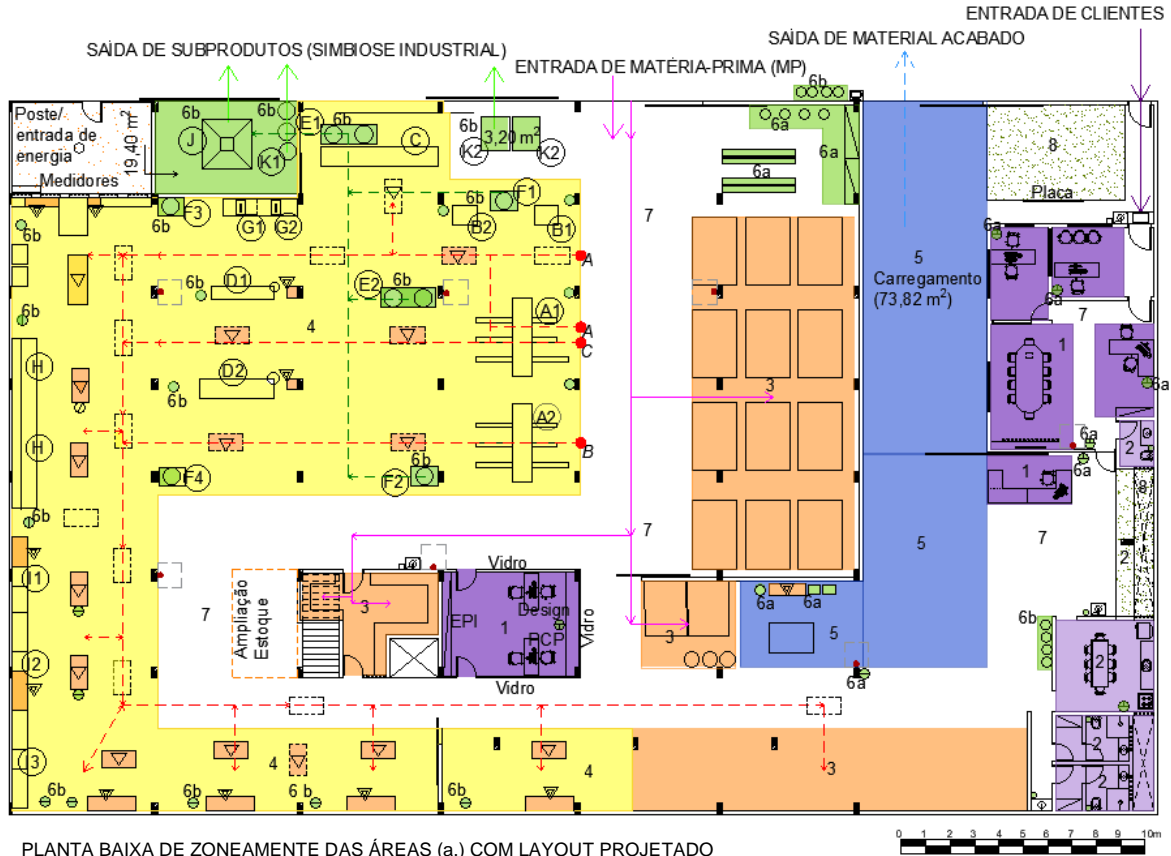
6.1.1.3.1 Análise do zoneamento das áreas no *Layout* integrado à P+L - L^{P+L}

A planta de zoneamento das áreas (a.) no *layout* do Cenário Projetado (C-PROJ), apresentado na Figura 70, localiza a entrada de clientes e de Matérias-Primas (MPs), os subprodutos para o reuso interno, máquinas, equipamentos, a saída de material acabado e de subprodutos para reuso externo (simbiose industrial).

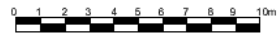
No *layout* do C-PROJ, a planta com o zoneamento, Figura 70, mostra que o acesso de clientes (seta/cor roxa) foi separado da saída de veículos com material acabado (seta em linha tracejada/cor azul). A área administrativa/vendas (a.1/Figura 63) foi ampliada em 19,12 m² para possibilitar espaço para o gerenciamento das atividades de expedição (a.5), próximo ao portão de acesso para o carregamento de móveis acabados. Da mesma forma, reduziu o deslocamento da função de PCP para as proximidades da área de produção (a.4) o que facilitou etapas de gerenciamento e

controle, com melhorias relacionadas à interação e capacitação da equipe através da destinação e reestruturação do espaço anterior (usado para o PCP) para capacitação.

Figura 70 - Planta baixa de zoneamento das áreas (a.) com layout projetado para o EC1



PLANTA BAIXA DE ZONEAMENTO DAS ÁREAS (a.) COM LAYOUT PROJETADO



LEGENDA:

ÁREAS (a.):

- a.1 ADMINISTRAÇÃO/VENDAS (75,91 m²)
- a.2 APOIO PARA FUNCIONÁRIOS (43,23 m²)
- a.3 ESTOQUE / ARMAZENAMENTO (203,65 m²)
(179,96 m² + 8,37 m² + 15,32 m²)
- a.4 PRODUÇÃO (425,06 m²)

- ▽ 10 ESTANTES PARA ESTOQUE (MP) EM USO (8,37 m²)
- 15 BANCADAS PARA MATERIAL EM PROCESSAMENTO, 6 DELAS COM RODÍZIO (15,32 m²)

--- DUTOS DE EXTRAÇÃO DE PARTICULADOS DE MADEIRA SUSPENSOS

→ SAÍDA DE SUBPRODUTOS (SIMBIOSE INDUSTRIAL)

→ LINHAS DE FLUXO DA PRODUÇÃO E DAS BANCADAS

MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS:

- A1 e A2- SECCIONADORAS HORIZONTAIS
- B1 e B2- TUPIAS
- C- CENTRO DE USINAGEM BUSELLATO
- D1 e D2- COLADEIRAS DE BORDA (TECMATIC E USIKRAFT)
- E1 e E2- COLETOR DE PÓ DUPLO

- F1 / F2 / F3 / F4 - COLETORES DE PÓ SIMPLES
- G1 e G2- SERRA DE 1/2 ESQUADRIA
- H - FURADEIRAS MANUAIS
- I1, I2 e I3- FURADEIRAS DE BANCADA
- EQUIPAMENTOS PARA HIGIENIZAÇÃO (LAVATÓRIO, TAPETE SANITIZANTE)

- a.5 EMBALAGEM / EXPEDIÇÃO (62,34 m² + 73,82 m² = 136,16 m²)
- a.6 SUBPRODUTOS (47,81 m²)
- a.7 CIRCULAÇÃO (369,52 m²)
- a.8 JARDIM / ACESSO CLIENTE (29,32 m²)
- a.9 ENTRADA DE ENERGIA/SERVIÇOS (24,92 m²)
- ÁREA PARA AMPLIAÇÃO DOS ESTOQUES (11,90 m²)

ÁREA ÚTIL TOTAL ≈ 1.299,47 m² (1.225,65 m² + 73,82 m²)

ÁREA DO TERRENO (47 m x 30 m) = 1.410,00 m²

□ ABERTURA NO TELHADO/AERAÇÃO

□ EXTINTOR DE INCÊNDIO/MARCAÇÃO (1 m²)

- J- COLETOR DE PÓ E EXTRATOR (SILO) (SIMBIOSE INDUSTRIAL)
- K1 - 3 TONÉIS PARA COLETA SELETIVA/ SIMBIOSE INDUSTRIAL
- K2 - 2 COLETORES PARA RETALHOS / TALISCAS DE MDF/MDP (SIMBIOSE INDUSTRIAL) (3,20 m²)
- COLETORES PARA COLETA SELETIVA/ SUBPRODUTOS
- ESTANTES PARA SUBPRODUTOS

Fonte: Autora.

A área de apoio a funcionários (a.2/Figura 63) foi ampliada em 23,22 m² com acréscimo de banheiros, vestiários e área para descanso. A reestruturação dessa área objetivou melhorar as condições de permanência dos funcionários na empresa, de conforto e de segurança. No projeto consta área para jardim no ambiente interno com abertura no telhado (a.8) para aeração do ambiente de trabalho localizado entre a área administrativa/vendas (a.1) e de apoio a funcionários (a.2) e para a iluminação e aeração do lavabo e da copa/cozinha, atendendo a requisitos legais.

Verifica-se, na Figura 70, eliminação das áreas com desperdícios de espaço ou com estoques posicionados de modo a impedir a fluidez de mobilidade de materiais e pessoas. No *layout* projetado, a área de produção (a.4/Figura 70) foi agrupada, integrada e disposta conforme a sequência dos processos. Os setores foram reorganizados e agrupados para fluxos sem retornos ou cruzamentos (a.4/Figuras 70) e a circulação (a.7) foi posicionada margeando toda a área de produção (a.4).

No *layout* projetado, a fragmentação das áreas de estoque/armazenamento (a.3) foi reduzida. Os estoques de MPs (a.3/Figura 70) foram agrupados e locados próximos aos setores de maior uso para reduzir desperdícios de tempo com deslocamentos. O reagrupamento dos estoques por tipo e proximidade com os setores inter-relacionados liberou a área para outros usos como agrupamento dos estoques de subprodutos para reuso interno (área 6a).

As áreas destinadas ao descarte de materiais foram eliminadas e substituídas por áreas para subprodutos (a.6/total de 47,81 m²), tanto para reuso interno (6.a/13,49 m²) quanto para reuso externo (6.b/34,32 m²). A redução foi de 51,15 m², passando de 98,96 m² no *layout* base para 47,81 m² na nova proposta, com redução de 51,69%. Além disso, os subprodutos (SP) para reuso interno (6a) foram agrupados e organizados em estantes com fácil acesso, próximo à entrada de MPs.

Os SP para reuso externo (6b) foram separados em coletores localizados em cada um dos CPs, agrupados e acondicionados em 2 coletores (K2/3,20 m²) para retalhos e taliscas de MDF, em 3 tonéis (K1) para separar materiais (como plásticos e estopas) e em silo (J) (19,40 m²); todos localizados paralelamente à calçada e próximo à entrada de MPs para facilitar a entrega e transporte.

As áreas para SP foram reduzidas com base em otimização de áreas, setores e fluxos, organização e desobstrução de pisos de cada CP para reduzir perdas na área geradora, em máquinas e equipamentos, assim como, com base em planos para

a otimização de procedimentos de uso e de cortes de materiais. As propostas para o projeto de *layout* associado à P+L incluem planejamento para reduzir o descarte de materiais em cada CP (área geradora), a coleta seletiva, procedimentos de catalogação e guarda de material para reuso interno e externo.

As caçambas estacionárias (K1 e K2) para descarte, existentes no *layout* base (Figuras 63 e 64) foram substituídas por tonéis e coletores (de 1,60 m² cada) e minimizou o uso do piso com materiais para reuso externo. A área de subprodutos (a.6) destinados aos tonéis e silo (a.6b/19,40 m²) foi vedada com porta de correr para não haver dispersão de partículas de madeira no esvaziamento. Recomenda-se a obtenção de dutos que se encaixem no silo, situados na altura da caçamba, além de capas para a caçamba que impeçam a dispersão das partículas de pó de serra no ar durante o esvaziamento. O reuso externo depende de parcerias entre empresas e de projetos vinculados às redes de resíduos locais e/ou instituições de pesquisa.

As áreas com obstrução de piso foram eliminadas e os estoques em processamento, provenientes das máquinas de corte e colagem de bordas, foram dispostos em bancadas com rodízios para melhorar a movimentação, processamento de materiais e a ergonomia.

6.1.1.3.2 Análise dos Centros de Produção e setores no L^{P+L}

A planta dos Centros de Produção (CPs) e setores (s.) com *layout projetado* detalha o zoneamento de modo integrado com os setores (s.) conforme o fluxo de pessoas e materiais, e conforme posicionamento dos materiais em processamento, e dos SP para reuso interno e externo. Os setores (s.) foram detalhados na Figura 71. A entrada de clientes foi separada da saída de material acabado e transferida para a lateral direita da planta com acesso direto (seta na cor roxa) para a recepção (s.1).

Na área administrativa/vendas (a.1), além da recepção (s.1), reunião/treinamento (s. 2), direção geral (s. 3) e gerência geral/compras (s.4), foi acrescentado um ambiente de trabalho para o gestor da expedição (s.5) próximo à área de saída (a.5) e acesso interno para carregamento e transporte (s.29); além de área para a gestão ambiental, PCP e ecodesign (s.6) junto à área de produção (a.4) para facilitar trabalhos integrados de gestão.

Foi acrescentado o setor de gestão de expedição (s.5) para melhorar o controle dos processos de expedição e entrega de produtos acabados, responsabilizando-se

também pela proteção do material acabado antes do carregamento e transporte; foi localizado entre a área administrativa/vendas (a.1) e a área de expedição (a.5) para facilitar processos de comunicação e gestão, Figura 71.

O setor de gestão ambiental, PCP e ecodesign (s.6) também foram acrescentados para juntos, planejarem e gerenciarem produtos e processos de fabricação ecologicamente pensados para a não geração de poluentes, o uso racional e otimizado das MPs, materiais e insumos, a minimização de desperdícios de materiais, de tempo, de áreas, setores e fluxos no *layout*, o reuso interno e externo de materiais, para melhorias contínuas em desempenho produtivo e ambiental.

O setor de gestão ambiental, PCP e ecodesign (s.6) junto à área de produção (a.4) facilita ações de planejamento, gestão, controle e avaliação da produção, facilita cumprir normas de segurança e promove mudanças de posicionamento ambiental. O PCP (s.6) pode promover ações para organizar as áreas de trabalho e evitar que materiais obstruam bancadas e pisos e prejudiquem o controle e a organização fabril.

Com o *layout* projetado, as distâncias do PCP (s.6) para o setor de corte com seccionadora horizontal A1 passaram de 76,19 m (s.15a/Figura 64 do *layout* base) para 12,61 m (s.19a/Figura 71); e o setor de corte com seccionadora horizontal A2 de 74,58 m (s.15b/Figura 64) para 8,34 m (s.19b/Figura 71).

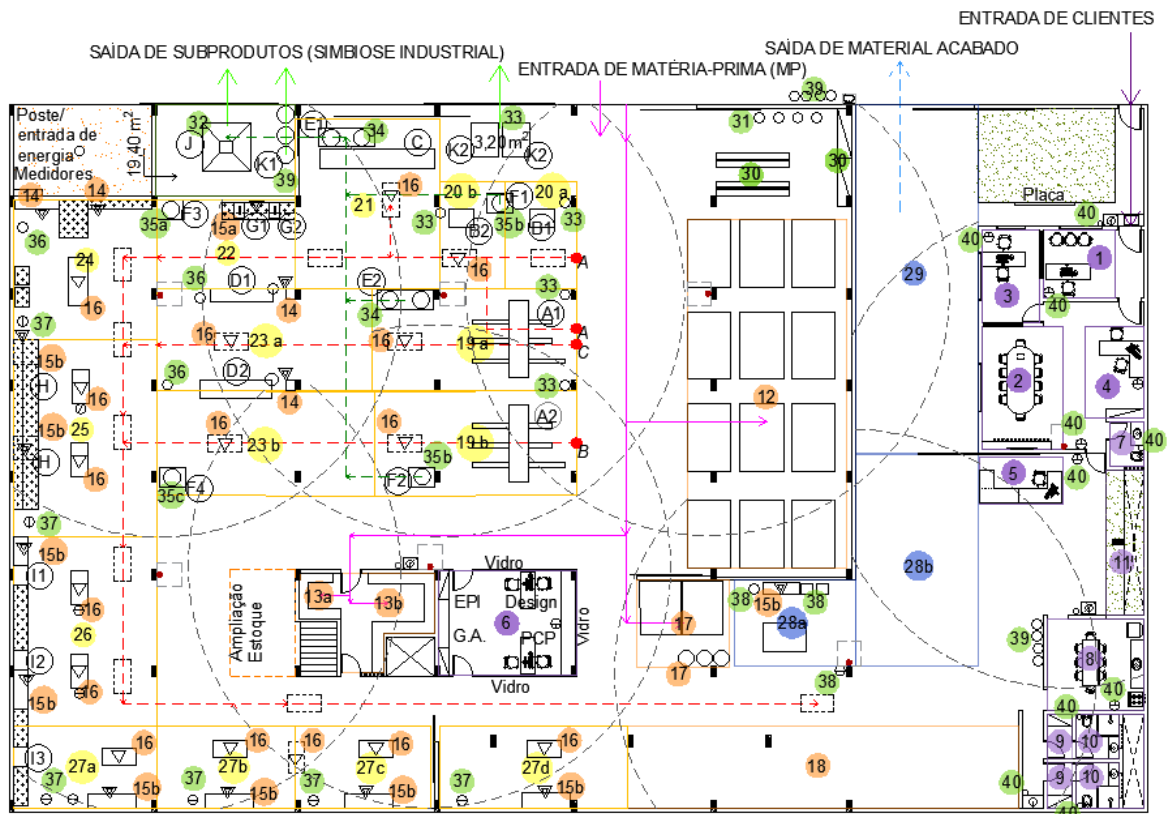
Um dos critérios para implementar a P+L é o treinamento sobre função e P+L. No projeto de *layout*, a área administrativa/vendas (a.1) foi reestruturada.

Houve acréscimo de setor para reunião e treinamento (s.2/Figura 71), melhorias físicas de mobiliários e tecnológicas para interação e capacitação continuada da equipe na função e em P+L. O setor da gerência geral/compras (s.4) permaneceu na área administrativa/vendas (a.1/Figura 70) por ser responsável pela gestão dos recursos e compras de materiais.

Um dos critérios para implementar a P+L é o treinamento sobre função e P+L. No projeto de *layout*, a área administrativa/vendas (a.1) foi reestruturada: houve acréscimo de setor para reunião e treinamento (s.2/Figura 71), melhorias físicas de mobiliários e tecnológicas para interação e capacitação continuada da equipe em P+L.

Além disso, permite compatibilizar as estratégias da direção geral (s.3) com as informações sobre vendas (s.1), gestão ambiental, segurança, PCP, ecodesign (s.6) e expedição (s.5). O espaço para capacitar em P+L visa mudanças de foco a não geração e à minimização de poluentes e desperdícios, e compras [eco]eficientes.

Figura 71 - Planta dos Centros de Produção (CPs) e setores (s.) com layout projetado para o EC1



PLANTA BAIXA DOS CENTROS DE PRODUÇÃO (CPs) E SETORES (s.) COM LAYOUT PROJETADO



LEGENDA:

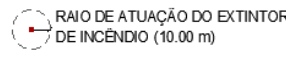
SETORES (s.):

- s. 1 RECEPÇÃO
- s. 2 REUNIÃO/TREINAMENTO
- s. 3 DIREÇÃO GERAL
- s. 4 GERÊNCIA / PCP / COMPRAS
- s. 5 GESTÃO/EXPEDIÇÃO
- s. 6 G. AMBIENTAL / PCP E DESIGN
- s. 7 LAVABO
- s. 8 REFEITÓRIO
- s. 9 VESTIÁRIO
- s. 10 BANHEIRO
- s. 11 ESPAÇO PARA DESCANSO
- s. 12 ESTOQUE DE MDF/MDP
- s. 13a ALMOXARIFADO P/ FITAS DE BORDA (FB)
- s. 13b ALMOXARIFADO P/ ACESSÓRIOS
- s. 14 ESTOQUE / FB EM USO
- s. 15a ESTOQUE P/ PERFIS DE ALUMÍNIO
- s. 15b ESTOQUE P/ ACESSÓRIOS EM USO

- s. 16 ESTOQUE DE MATERIAL EM PROCESSAMENTO
- s. 17 ESTOQUE DE PAPELÃO
- s. 18 ESTOQUE DE MATERIAL ACABADO
- s. 19 CORTE (a, b) (SECCIONADORAS HORIZONTAIS)
- s. 20 RASGO DE PEÇAS (a, b) (TUPIAS B1 e B2)
- s. 21 CENTRAL DE USINAGEM
- s. 22 CORTE DE ALUMÍNIO / SERRA 1/2 ESQUADRIA
- s. 23 COLAGEM (FB) AUTOMÁTICO (a, b) (PEÇAS RETAS)
- s. 24 COLAGEM (FB) MANUAL (PEÇAS CURVAS)
- s. 25 MONTAGEM DE GAVETEIROS
- s. 26 FURAÇÃO DE PEÇAS (ARMÁRIOS)
- s. 27 MONTAGEM DE ARMÁRIOS (a, b, c, d)
- s. 28a EMBALAGEM / EXPEDIÇÃO
- s. 28b EXPEDIÇÃO / GARAGEM
- s. 29 CARREGAMENTO / SAÍDA DE CAMINHÃO
- s. 30 SUBPRODUTOS (SOBRAS DE MDF / MDP)
- s. 31 SUBPRODUTOS (SOBRAS DE ALUMÍNIO)

- s. 32 SILO E EXTRATOR / SUBPRODUTO PÓ DE SERRA
- s. 33 COLETA SELETIVA (RETALHOS / TALISCAS DE MDF/MDP)
- s. 34 COLETA SELETIVA (PÓ DE SERRA) COLETOR DUPLO
- s. 35a COLETA SELETIVA (PÓ DE ALUMÍNIO) COLETOR SIMPLES
- s. 35b COLETA SELETIVA (PÓ DE SERRA) COLETOR SIMPLES
- s. 35c COLETA SELETIVA (MDF/MDP+COLA+FITAS DE BORDA) COLETOR SIMPLES
- s. 36 COLETA SELETIVA (MDF/MDP+COLA+FITAS DE BORDA)
- s. 37 COLETA SELETIVA (PLÁSTICO E PÓ DE FURAÇÃO)
- s. 38 COLETA SELETIVA (PAPELÃO / PLÁSTICO BOLHA)
- s. 39 COLETA SELETIVA (3 TONÉIS / 2 COLETORES / SIMBIOSE IND.)
- s. 40 COLETA SELETIVA (PAPEL / PLÁSTICO / ORGÂNICOS / PAPEL CONTAMINADO)

- EXTINTORES DE INCÊNDIO (A, B, C)
- ÁREAS DOS CENTROS DE PRODUÇÃO
- 16 BANCADAS PARA MATERIAL EM PROCESSAMENTO COM SUPORTE PARA ACESSÓRIOS, 6 DELAS COM RODÍZIO
- 15 10 ESTANTES P/ ESTOQUES DE ACESSÓRIOS EM USO
- JARDIM
- ENTRADA DE ENERGIA SERVIÇOS
- BACADAS
- DUTOS DE EXTRAÇÃO DE PARTICULADOS DE MADEIRA SUSPENSOS
- SAÍDA DE SUBPRODUTOS (SIMBIOSE INDUSTRIAL)



- MOVIMENTAÇÃO DAS BANCADAS P/ PRODUÇÃO (A, B, C)
- ENTRADA DE CLIENTES
- LINHAS DE FLUXO DE ABASTECIMENTO (46,75 m)
- SAÍDA DE MATERIAL ACABADO
- ESTANTES PARA SUBPRODUTOS

- MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS:
- A1 e A2- SECCIONADORAS HORIZONTAIS
 - B1 e B2- TUPIAS
 - C- CENTRO DE USINAGEM BUSELLATO
 - D1 e D2- COLADEIRAS DE BORDA (TECMATIC E USIKRAFT)
 - E1 e E2- COLETORES DE PÓ DUPLO
 - F1/F2/F3/F4- COLETORES DE PÓ SIMPLES
 - G1 e G2- SERRAS DE 1/2 ESQUADRIA
 - H- FURADEIRAS MANUAIS
 - I1, I2 e I3- FURADEIRAS DE BANCADA
 - J- COLETOR DE PÓ E EXTRATOR (SILO) (SIMBIOSE INDUSTRIAL)
 - K1 - 3 TONÉIS PARA COLETA SELETIVA/ SIMBIOSE INDUSTRIAL
 - K2 - 2 COLETORES PARA RETALHOS / TALISCAS DE MDF (SIMBIOSE INDUSTRIAL) (1,60 m² cada) (3,20 m² área total)
 - EQUIPAMENTOS PARA HIGIENIZAÇÃO
 - ABERTURA NO TELHAADO/AERAÇÃO
 - COLETORES PARA COLETA SELETIVA SUBPRODUTOS
 - ESTANTES PARA SUBPRODUTOS

Fonte: Autora.

Na área de apoio para funcionários (a.2) foi projetado um espaço para descanso (s.11), instalação de banheiros (s.10) e vestiários (s.9) conforme a norma NR-24 (ABNT, 2019). Os extintores de incêndio foram reposicionados para melhorar a segurança e ampliar a área de atuação e o alcance (ver círculos em linha tracejada na cor cinza/Figura 71). As áreas (1 m²) à frente dos extintores foram desobstruídas e marcadas, atendendo à NR-23 (ABNT, 2011).

No *layout* projetado, os estoques de MDF/MDP permaneceram próximos ao acesso de MPs e ao lado das máquinas de corte (A1, A2) e tupias (B1, B2), mas foram agrupados para facilitar uso e transporte do material. O almoxarifado foi deslocado para uma área próxima à produção e dividido em duas partes: uma para estoques para Fitas de Bordas (FB) (s.13a) e outra para estoques de componentes e acessórios (s.13b). Além disso, houve a reserva de área para futuras ampliações (correspondente a 11,90 m²) do almoxarifado, sem prejuízo à circulação (Figuras 70 e 71).

O abastecimento do almoxarifado com fitas de borda e acessórios (s.13a, s.13b) e dos estoques de papelão (s.17) passou a ser realizado por uma entrada única para MPs, próxima à área dos estoques de subprodutos para reuso interno (a.6a, Figura 72), setores de sobras de MDF/MDP (s.30) e de alumínio (s.31). Assim, foram eliminadas linhas de abastecimento críticas e se reduziu deslocamentos no processamento nos setores de colagem de bordas (setores 23a, 23b e 24), montagem de gaveteiros (s.25), furação de peças/armários (s.26) e montagem (setores 27a, 27b, 27c, 27d).

A área de 28,07 m² destinada aos estoques de papelão no *layout* base (s.12, Figura 64) foi reduzida para 13,82 m² (s.17/Figura 71). O projeto indica a instalação de um portão junto aos estoques de papelão para serem abastecidos no mesmo fluxo de entrada de MPs (seta/cor rosa/Figuras 64 e 71). Essa medida melhorou o controle das áreas. Os estoques de acessórios em uso foram distribuídos em 10 estantes que podem ser abastecidas conforme a programação do setor de PCP (s.6/Figura 71).

A área de produção (a.4) foi otimizada e integrada. Os setores foram reorganizados e agrupados para obter fluxos sem retornos ou cruzamentos (Figuras 70 e 71). Os setores de corte reto (s.19a e s.19b) e de rasgo de peças curvas (s.20a e s.20b), próximos ao estoque de MDF (s.12), foram dispostos na extremidade da área, iniciando as 3 linhas contínuas de fluxo de produção: linha A para processos de fabricação de tampos de mesas, conexões retas e curvas, linha B para fabricar

armários, prateleiras e divisórias (corte reto) e linha C para fabricar gaveteiros (corte reto), conforme setas tracejadas na cor vermelha (Figuras 70 e 71).

A linha de produção A inicia no setor de corte reto (s.19a, seccionadora A1) ou nos setores de rasgo de peças curvas (s.20a/tupia B1 e s.20b/tupia B2). Pode-se direcionar esse material para a central de usinagem (s.21) e/ou para o setor de colagem de bordas manual (s.24) e, na sequência, para o estoque de material acabado (s.18). No mesmo lado da linha de produção (A) foi locado um espaço para o setor de corte de perfis de alumínio (s.22/serras de ½ esquadria G1 e G2) com estoque suspenso preso à parede. Esses perfis podem ser direcionados, após o corte, para os setores de montagem de gaveteiros (s.25) ou montagem de armários (setores 27a, 27b, 27c, 27d), conforme modelo de mobiliário.

A linha de produção B inicia no setor de corte reto (s.19b, seccionadora A2), e se direciona para setor de colagem de bordas automático (s.23b/coladeira de bordas D2). As peças podem seguir para o setor de furação/armários (s.26), de montagem de armários (s.27a, s.27b, s.27c, s.27d), e/ou para o estoque de material acabado (s.18). A linha de produção C se inicia no setor de corte reto (s.19a, seccionadora A1) e passa pelo setor de colagem de bordas automático (s.23a, coladeira de bordas D1), direcionando as peças para o setor de montagem de gaveteiros (s.25), e depois, para o de estoque de produto acabado (s.18).

O setor de embalagem/expedição (s.28a) continuou no final do processo, junto ao estoque de material acabado (s.18). O setor de expedição/garagem (s.28b) e o de gestão/expedição (s.5) foram dispostos juntos no final da área interna da empresa. Dentre as oportunidades apontadas pelo projeto de *layout* integrado à P+L para o setor 28a constam: evitar ou reduzir o uso de materiais plásticos produzidos com polietileno, evitar o descarte e selecionar sobras, substituir materiais plásticos poluentes por biodegradáveis e/ou papelão, a coleta seletiva para os retalhos desses materiais e o reuso. O espaço físico para essas atividades foi reestruturado com bancada de apoio, estante, coletores, procedimentos de gestão, controle e avaliação.

No projeto de *layout*, os subprodutos foram subdivididos por tipologias (sobras de MDF/MDP, retalhos e taliscas de MDF/MDP, alumínio, pó de serra, plástico, composto de MDF+cola+fita de borda, papelão, papel, pó de varrição, orgânicos, embalagens de colas e solventes, estopa, papel contaminado). Os coletores foram locados nos setores com a indicação do tipo de material e próximos ao acesso de MPs

para possibilitar a coleta seletiva para o reuso interno e/ou externo, assim como, recolhimento por empresa de coleta seletiva para reuso externo.

As mangueiras para a coleta de pó de serra foram reposicionadas, suspensas e direcionadas de maneira ortogonal para o silo (s.32) que permaneceu localizado paralelamente à calçada para facilitar a coleta, mas em ambiente vedado. No projeto de *layout*, as sobras de MDF/MDP dispersas e apoiadas nas paredes no *layout* base (setores 26 e 27/Figura 64) foram agrupadas e armazenadas no setor 30 (s.39) para reuso. No *layout* projetado, os SP das máquinas de corte (A1, A2), tupias (B1, B2) e central de usinagem (C), após seleção e catalogação, podem ser direcionados para a área de SP (a.6a/setor 30/Figuras 70 e 71) por meio de bancadas com rodízios.

Após a realização do projeto de *layout*, os dados existentes e projetados foram comparados e foi constatada otimização de parâmetros a partir do *layout* integrado à P+L, L^{P+L} , o que valida o estudo realizado.

A tabela 1/EC1 (apêndice 19) e o gráfico 1/EC1 (apêndice 20) comparam o aproveitamento das áreas do zoneamento e setores do CB, as estimativas de áreas propostas no projeto de *layout* (C-PROJ) e a influência do projeto de *layout* na P+L, L^{P+L} . Os dados apresentados confirmam a contribuição teórica e prática desta tese quanto às melhorias que o projeto de L^{P+L} promovem em áreas, setores e processos, pois o L^{P+L} reduz desperdícios e ajuda a superar barreiras para implementar a P+L.

A análise de áreas sobre subprodutos (a.6) representam inovação nas duas áreas de estudo; a minimização dessas perdas produtivas em áreas e em uso de materiais, melhoram o processo, a produtividade do sistema e potencializam a integração entre o projeto de *layout* e a P+L.

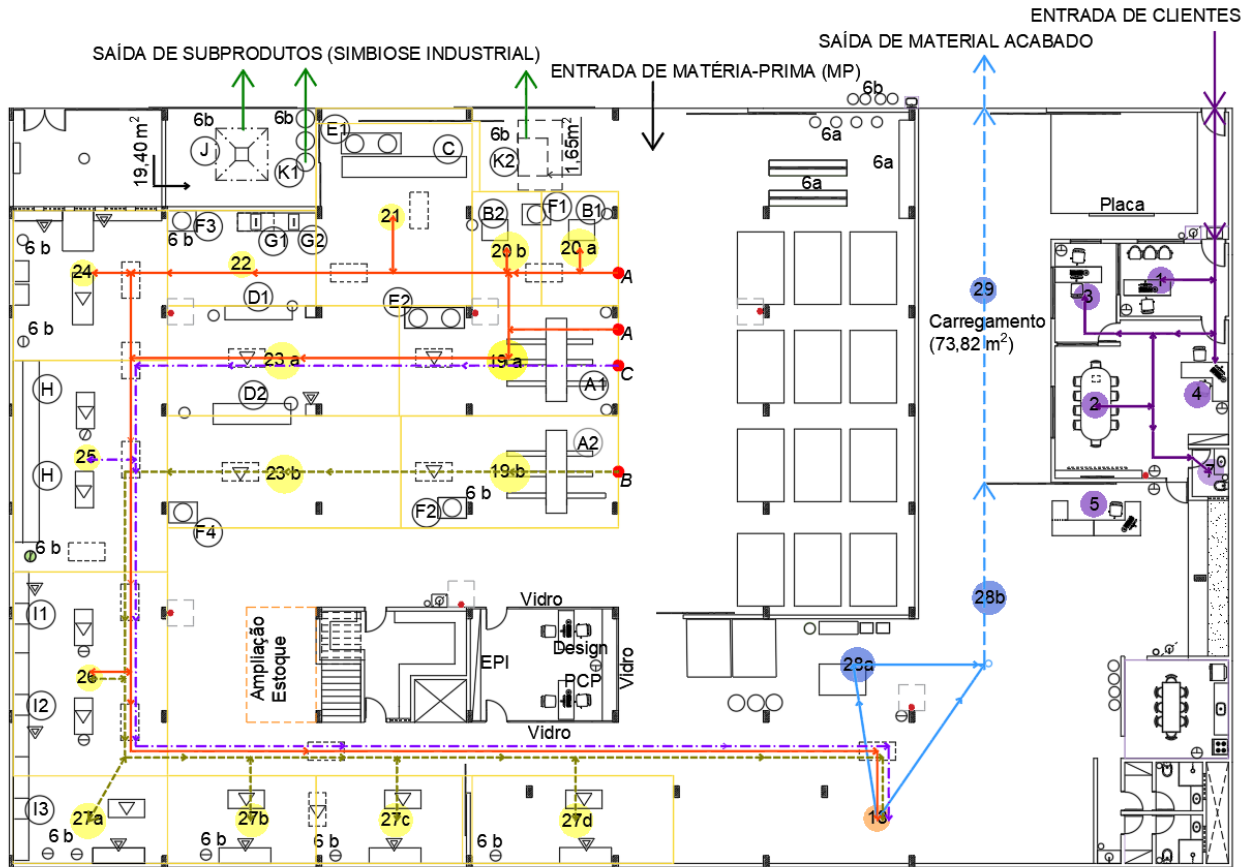
6.1.1.3.3 Análise dos Fluxos dos processos no projeto de L^{P+L}

A planta dos fluxos dos processos do projeto de L^{P+L} está apresentada na Figura 72. Observaram-se as seguintes reduções: retornos e cruzamentos, desperdícios de materiais e com distâncias percorridas, tempo com deslocamentos de materiais e pessoas; além disso, foram constatadas melhorias quanto à simplificação e otimização do fluxo, produtividade e controle do material em processo.

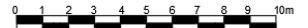
O total das linhas de fluxo de produção (A + B + C) passou de 333,30 m para 236,34 m (96,96 m de redução); o total de linhas de fluxo de produção, expedição e clientes passou de 379,21 m para 303,96 m (75,21 m de redução). Além disso, as

linhas de fluxos críticas com retornos e cruzamentos de fluxos do CB, um total de 66,93 m, foi eliminada no C-PROJ, e constam no projeto bancadas com rodízios para a movimentação dos materiais em processo (125,07 m).

Figura 72 - Planta dos fluxos dos processos de produção, embalagem, expedição e cliente com *layout* projetado (C-PROJ) para EC1



PLANTA BAIXA DE FLUXOS DE PRODUÇÃO, EMBALAGEM/EXPEDIÇÃO E CLIENTE COM LAYOUT PROJETADO



LEGENDA:

- LINHAS DE FLUXO DE PRODUÇÃO A (96,27 m)
- LINHAS DE FLUXO DE PRODUÇÃO B (73,07 m)
- LINHAS DE FLUXO DE PRODUÇÃO C (67,00 m)
- LINHAS DE FLUXO DA EMBALAGEM (acréscimo de 18,38 m)
- LINHAS DE FLUXO DE EXPEDIÇÃO (21,46 m)
- LINHAS DE FLUXO DE CLIENTES (27,78 m)
- LOCAL PARA O CARREGAMENTO DO MATERIAL EM CAMINHÃO PARA ENTREGA
- BANCADAS COM RODÍZIOS / PRODUÇÃO (A + B + C) (125,07 m)

TOTAL DE LINHAS DE FLUXO DE PRODUÇÃO (A + B + C): 236,34 m
 TOTAL DE LINHAS DE FLUXO (PRODUÇÃO, EXPEDIÇÃO, CLIENTE): 303,96 m

SETORES:

- s. 1 RECEPÇÃO
- s. 2 REUNIÃO / TREINAMENTO
- s. 3 DIREÇÃO GERAL
- s. 4 GERÊNCIA / PCP / COMPRAS
- s. 5 GESTÃO / EXPEDIÇÃO
- s. 6 G. AMBIENTAL / PCP E DESIGN
- s. 7 LAVABO

- s. 12 ESTOQUE DE MDF/MDP
- s. 13a ALMOXARIFADO (FITAS DE BORDA)
- s. 13b ALMOXARIFADO (ACESSÓRIOS)
- s. 14 ESTOQUE / FITAS DE BORDA EM USO
- s. 15 ESTOQUE / ACESSÓRIOS EM USO / PERFÍS DE ALUMÍNIO
- s. 16 ESTOQUE DE MATERIAL EM PROCESSAMENTO
- s. 17 ESTOQUE DE PAPELÃO
- s. 18 ESTOQUE DE MATERIAL ACABADO

- s. 19 CORTE (a, b) (SECCIONADORAS HORIZONTAIS)
- s. 20 RASGO DE PEÇAS (a, b) (TUPIAS B1 e B2)
- s. 21 CENTRAL DE USINAGEM
- s. 22 CORTE / SERRA 1/2 ESQUADRIA
- s. 23 FITAMENTO AUTOMÁTICO (a, b) (PEÇAS RETAS)
- s. 24 FITAMENTO MANUAL (PEÇAS CURVAS)
- s. 25 MONTAGEM DE GAVETEIROS
- s. 26 FURAÇÃO DE PEÇAS (ARMÁRIOS)
- s. 27 MONTAGEM DE ARMÁRIOS (a, b, c, d)
- s. 28a EMBALAGEM / EXPEDIÇÃO
- s. 28b EXPEDIÇÃO / GARAGEM
- s. 29 CARREGAMENTO / SAÍDA DE CAMINHÃO

Fonte: Autora

Após a realização do projeto de *layout*, os dados dos fluxos de produção do CB e do C-PROJ foram comparados e foi constatado melhoria em parâmetros a partir do *layout* integrado à P+L, validando o estudo realizado.

A tabela 2/EC1 (apêndice 21) e o gráfico 2/EC1 (apêndice 22) fazem a análise comparativa entre os fluxos dos processos no *layout* do CB e do C-PROJ e a influência do projeto de *layout* na P+L. Os dados confirmam a contribuição teórica e prática desta tese, que o projeto de *layout* integrado com a P+L ajuda a promover melhorias em fluxos de produção, embalagem, expedição e clientes, pois minimiza desperdícios nos processos e ajuda a superar barreiras para implementar a P+L.

Plantas e tabelas para análises comparativas dos fluxos dos processos de produção, de abastecimento e de subprodutos no C-PROJ foram inseridas nesta tese e configuram dados inéditos que confirmam o elo inovador entre as duas áreas de estudo e a influência positiva e estratégica de projetos de L^{P+L} para cumprir Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS).

A Ecoeficiência nos fluxos dos processos produtivos implica novo elo com a P+L e melhorias na gestão de materiais, na limpeza, na proteção, na qualidade e cumprimento de prazos de entrega de produtos, na interação e no envolvimento das pessoas com a P+L e em tempo de resposta e entrega.

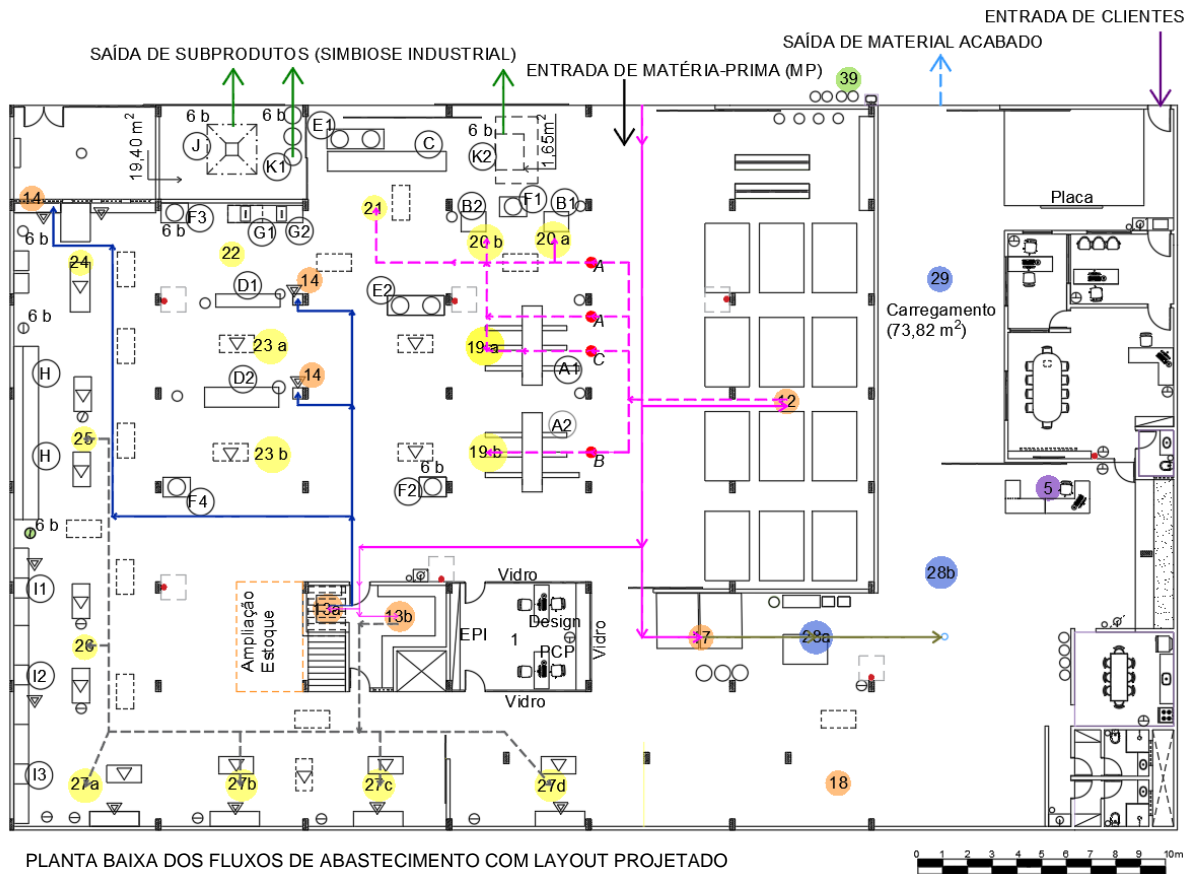
O projeto de *layout* integrado à P+L, L^{P+L} , é estratégia para implementar a P+L; associados, minimizam [-] as perdas produtivas e ambientais e potencializam melhorias em aspectos físicos e organizacionais que estabelecem elo positivo [+] e inovador, com melhorias de Desempenho Produtivo e SocioAmbiental (DP&SA).

6.1.1.3.4 Análises dos fluxos dos processos de abastecimento no projeto de L^{P+L}

A Figura 73 apresenta a planta dos fluxos de abastecimento no projeto de L^{P+L} . A tabela 3/EC1 (apêndice 23) e o gráfico 3/EC1 (apêndice 24) apresentam a análise comparativa entre o CB e o C-PROJ.

O total de linhas de fluxo de abastecimento de materiais para os Centros de Produção (CPs) passou de 309,41 m no CB para 146,48 m no C-PROJ, uma redução de 162,93 m (52,66 % a menos). O total de linhas de fluxo de abastecimento passou de 396,37 m no CB para 193,23 m no C-PROJ, 203,14 m a menos (51,25% a menos). Além disso, foram eliminados 161,43 m em linhas de fluxos de abastecimento considerados como Pontos Críticos (PCs).

Figura 73 - Planta dos fluxos de abastecimento no layout projetado para EC1



PLANTA BAIXA DOS FLUXOS DE ABASTECIMENTO COM LAYOUT PROJETADO

LEGENDA:

- FLUXO DE ABASTECIMENTO / ENTRADA DE MATERIAL (46,75 m)
- FLUXO DE ABASTECIMENTO DE MDF / P / CORTE (49,04 m)
- FLUXO DE ABASTECIMENTO DE FITAS DE BORDA PARA PRODUÇÃO / ESTANTES (42,71 m)
- FLUXO DE ABASTECIMENTO DE PEÇAS, COMPONENTES E ACESSÓRIOS PARA MONTAGEM (45,06 m)
- FLUXO DE ABASTECIMENTO DE PAPELÃO PARA EMBALAGEM (9,68 m)
- PONTO DE CARREGAMENTO DO MATERIAL ACABADO PARA TRANSPORTE
- BANCADAS COM RODÍZIOS / PRODUÇÃO (A + B + C) (125,07 m)

TOTAL DE LINHAS DE FLUXO DE ABASTECIMENTO PARA A PRODUÇÃO: 146,48 m
 TOTAL DE LINHAS DE FLUXO DE ABASTECIMENTO: 193,23 m

ÁREAS DOS CENTROS DE PRODUÇÃO

SETORES:

- s. 5 GESTÃO/EXPEDIÇÃO
- s. 12 ESTOQUE DE MDF/MDP
- s. 13a ALMOXARIFADO (FITAS DE BORDA)
- s. 13b ALMOXARIFADO (ACESSÓRIOS)
- s. 14 ESTOQUE DE FITAS DE BORDA EM USO
- s. 15 ESTOQUE DE ACESSÓRIOS EM USO / PERFIS DE ALUMÍNIO
- s. 16 ESTOQUE DE MATERIAL EM PROCESSAMENTO
- s. 17 ESTOQUE DE PAPELÃO
- s. 18 ESTOQUE DE MATERIAL ACABADO
- s. 19 CORTE (a, b) (SECCIONADORAS HORIZONTAIS)
- s. 20 RASGO DE PEÇAS (a, b) (TUPIAS B1 e B2)
- s. 21 CENTRAL DE USINAGEM
- s. 22 CORTE / SERRA 1/2 ESQUADRIA
- s. 23 FITAMENTO AUTOMÁTICO (a, b) (PEÇAS RETAS)
- s. 24 FITAMENTO MANUAL (PEÇAS CURVAS)
- s. 25 MONTAGEM DE GAVETEIROS
- s. 26 FURAÇÃO DE PEÇAS (ARMÁRIOS)
- s. 27 MONTAGEM DE ARMÁRIOS (a, b, c, d)
- s. 28a EMBALAGEM / EXPEDIÇÃO
- s. 28b EXPEDIÇÃO / GARAGEM

Fonte: Autora

O projeto de *layout* integrado à P+L é estratégia para minimizar fluxos desnecessários de abastecimento que provocam perdas produtivas, atrasos e demoras. Esse aspecto se configura como mais um elo [+] e inovador.

6.1.1.3.5 Análises dos fluxos dos subprodutos no L^{P+L}

A Figura 74 apresenta a planta dos fluxos dos Subprodutos para o projeto de L^{P+L} e faz a análise comparativa entre o CB e o C-PROJ. São documentos de projeto inéditos e inovadores que integram as duas áreas.

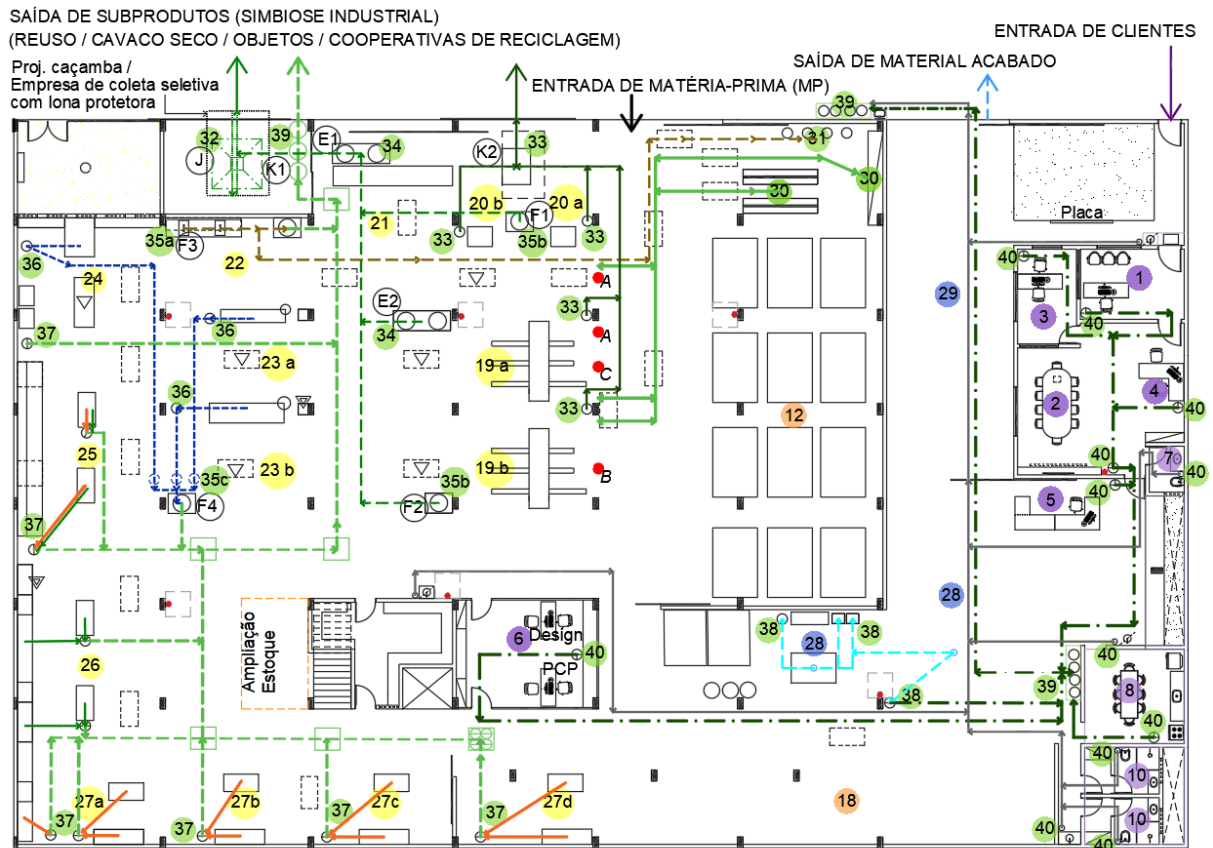
Os setores 34, para coletor de pó de serra duplo-E1 e E2, e 35b para coletor de pó de serra simples-F1 e F2, foram interligados e direcionados a silo (J). Os dutos para a extração foram interligados conforme setas com linhas tracejadas na cor verde, reorganizados ortogonalmente e presos à laje para melhoria visual do espaço com 7,87% a menos em fluxo em relação ao CB; além disso, a área dos setores 32 e 39 para o silo (J) e coletores K1 foi vedada com portão de correr, e indicada a instalação de lona protetora na caçamba da empresa de coleta seletiva, pois evitou espalhar a poeira do pó de serra no ar, no esvaziamento do silo. Essas estratégias beneficiam a limpeza física do espaço e a segurança do trabalho por evitar riscos ambientais.

Os 3 coletores K1 para reuso externo e simbiose industrial foram posicionados na saída, paralelos à rua de acesso; esses itens recebem SP coletados no ambiente interno, separadamente. Os fluxos para reuso externo e simbiose industrial (104,14 m) estão representados em linha tracejada na cor verde clara e ligam esses tonéis K1 a suporte para o transporte no L^{P+L} .

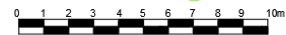
Foi sugerido suporte com rodízio para transportar 4 coletores de SP do tipo: (a) MDF/MDP+cola+fitas de borda (s.36), localizados nos setores de fitamento (23a, 23b, 24) com fluxos indicados em linhas tracejadas na cor azul na direção s.35c, posição de coletor simples F4; (b) plástico e (c) pó de serra de furação (s.37), localizados nos setores de montagem e furação (25, 26, 27a, 27b, 27c, 27d). Os fluxos estão posicionados com linhas contínuas na cor laranja e verde em direção a coletores s.37; e (d) pó de varrição. Sugerimos no PCP, que esse deslocamento ocorra apenas em horário e dia que não atrapalhem o processo produtivo e otimize o espaço e os serviços de separação, coleta para reuso e reciclagem (Figura 74).

O mapeamento dos 3 primeiros fluxos (a, b, c) no CB somou 218,37 m (72,26 m, 80,24 m, 65,87 m), tinham o descarte como destinação e estavam misturados a materiais como papelão em container K1. No L^{P+L} , o fluxo diminuiu em 114,23 m (218,37 m – 104,14 m) correspondente a 52,32% a menos depois de reposicionar, selecionar e separar para reuso e/ou reciclagem externa e simbiose industrial.

Figura 74 - Planta dos fluxos dos Subprodutos entre os Centros de Produção (CPs) e setores (s.) com layout projetado para EC1



PLANTA BAIXA DOS FLUXOS DE SUBPRODUTO COM LAYOUT PROJETADO



LEGENDA:

- FLUXO DE SUBPRODUTOS DE MDF/MDP PARA REUSO EXTERNO (RETALHOS/TALISCAS DE MDF / MDP) (26,22 m)
- - - FLUXO DE DUTOS DE EXTRAÇÃO DE PÓ DE SERRA PRESO À LAJE OU SOB PISO (30,96 m + 12,00 m para alcançar o motor) (total: 42,96 m)
- FLUXO DO SUBPRODUTO MDF/MDP PARA REUSO INTERNO (31,19 m)
- FLUXO DO SUBPRODUTO MDP/MDP + COLA + FITAS DE BORDA PARA COLETOR E COLETA SELETIVA (34,00 m)
- FLUXO DO SUBPRODUTO PLÁSTICO PARA COLETOR E COLETA SELETIVA (25,57 m)
- FLUXO DO SUBPRODUTO PÓ DE SERRA (FURAÇÃO) PARA COLETOR E COLETA SELETIVA (10,48 m)
- FLUXO PARA EXTRAÇÃO DO PÓ DE SERRA (SILO) EM CAÇAMBA PARA REUSO EXTERNO (3,40 m + 3,40 m)
- FLUXO DO SUBPRODUTO PAPELÃO PARA COLETOR E REUSO INTERNO (16,12 m)
- FLUXO DE SUBPRODUTOS PARA COLETA SELETIVA RECICLÁVEL (PAPEL, PLÁSTICOS, ORGÂNICOS, OUTROS) (108,53 m)
- FLUXO DE PRODUTOS NÃO RECICLÁVEIS (PAPEL OU MATERIAL CONTAMINADO) (97,86 m)
- FLUXO DE SUBPRODUTOS PARA REUSO EXTERNO (FITA DE BORDA / PLÁSTICO / PÓ DE FURAÇÃO) (104,14 m)
- FLUXO DO SUBPRODUTO ALUMÍNIO PARA COLETOR / COLETA SELETIVA E REUSO INTERNO OU EXTERNO (32,67 m)
- LOCAL DE CARREGAMENTO PARA EXPEDIÇÃO APÓS EMBALAGEM [] BANCADAS COM RODÍZIOS / PRODUÇÃO (A + B + C) (125,07 m)
- SUPORTE PARA 4 COLETORES COM RODÍZIO PARA TRANSPORTE DE SUBPRODUTOS (MDF/MDP+COLA+FITAS DE BORDA, PLÁSTICOS, PÓ DE SERRA DE FURAÇÃO E PÓ DE VARRIÇÃO) (104,14 m + referente ao pó de varrição)
- ÁREAS DOS CENTROS DE PRODUÇÃO / PÓ DE VARRIÇÃO PARA COLETOR (SETOR 39)

SETORES:		
s. 1 RECEPÇÃO	s. 19 CORTE (a, b) (SECCIONADORAS HORIZONTAIS)	s. 30 SUBPRODUTOS (SOBRAS DE MDF / MDP)
s. 2 REUNIÃO/TREINAMENTO	s. 20 RASGO DE PEÇAS (a, b) (TUPIAS B1 e B2)	s. 31 SUBPRODUTOS (SOBRAS DE ALUMÍNIO)
s. 3 DIREÇÃO GERAL	s. 21 CENTRAL DE USINAGEM	s. 32 SILO / SUBPRODUTO PÓ DE SERRA
s. 4 GERÊNCIA / PCP / COMPRAS	s. 22 CORTE DE ALUMÍNIO / SERRA 1/2 ESQUADRIA	s. 33 CONTAINER E COLETOR / SUBPRODUTOS (RETALHOS/TALISCAS DE MDF)
s. 5 GESTÃO/EXPEDIÇÃO	s. 23 FITAMENTO AUTOMÁTICO (a, b) (PEÇAS RETAS)	s. 34 PÓ DE SERRA/COLETOR DE PÓ DUPLA
s. 6 G. AMBIENTAL / PCP E DESIGN	s. 24 FITAMENTO MANUAL (PEÇAS CURVAS)	s. 35a PÓ DE ALUMÍNIO/COLETOR DE PÓ SIMPLES
s. 7 LAVABO	s. 25 MONTAGEM DE GAVETEIROS	s. 35b PÓ DE SERRA/COLETOR DE PÓ SIMPLES
s. 8 REFETÓRIO	s. 26 FURAÇÃO DE PEÇAS (ARMÁRIOS)	s. 35c SUBPRODUTO DE MDF/MDP+COLA+FITA DE BORDA / COLETOR SIMPLES
s. 10 BANHEIRO	s. 27 MONTAGEM DE ARMÁRIOS (a, b, c, d)	s. 36 COLETOR/SUBPRODUTO (MDP/MDP+COLA+FITA DE BORDA)
	s. 28a EMBALAGEM / EXPEDIÇÃO	s. 37 COLETOR/SUBPRODUTOS DE PLÁSTICO E PÓ DE FURAÇÃO
	s. 28b EXPEDIÇÃO / GARAGEM	s. 38 COLETOR/SUBPRODUTOS (PAPELÃO E PLÁSTICO BOLHA)
	s. 29 CARREGAMENTO / SAÍDA DE CAMINHÃO	s. 39 COLETORES COM RODÍZIO PARA COLETA SELETIVA
		s. 40 COLETORES INTERNOS PARA COLETA SELETIVA (PAPEL / PLÁSTICOS / ORGÂNICOS / PAPEL OU MATERIAL CONTAMINADO)

J- COLETOR DE PÓ E EXTRATOR (SILO / TUBULAÇÃO AÉREA) E/OU COLETORES AUTOMÁTICOS E TUBULAÇÃO SOB O PISO (SIMBIOSE INDUSTRIAL)
K1 - 3 TONEIS PARA COLETA SELETIVA (SIMBIOSE INDUSTRIAL)
K2 - 2 COLETORES PARA RETALHOS / TALISCAS DE MDF (SIMBIOSE INDUSTRIAL) (1,80 m² cada) (3,20 m² área total)

Fonte: Autora

O projeto de L^{P+L} organizou os fluxos de alumínio (32,67 m) com linhas tracejadas na cor marrom, direcionando-os para o s.31, e estabeleceu fluxos para SP destinados ao RRI (125,07 m) representados por linhas contínuas na cor verde clara com saídas dos pontos A, B e C (pontos na cor vermelha) em direção ao s.30 para o armazenamento. Sugere-se bancada com rodízio para o transporte de MPs. A proposta eliminou descarte de papelão na produção (linha tracejada na cor cyan).

Na área administrativa foram organizados os fluxos para materiais recicláveis (papel, plástico e orgânicos) com linha traço e ponto na cor verde escura (108,53 m), e não recicláveis (papel contaminado) com linha contínua na cor cinza (97,86 m) direcionando-os para o s.39. O somatório do total de fluxos otimizados de SP é de 193,34 m; redução de 290,20 m, ou seja, de 60,02 % em relação ao CB.

A organização do *layout* para o armazenamento, reuso e/ou reciclagem interna de subprodutos, melhora o aproveitamento de MPs, reduz deslocamentos, minimiza processos de compra de MPs, perdas produtivas e ambientais, promove melhorias em produtividade, ou seja, DP&SA.

6.1.1.3.6 Discussão-EC1

Com a elaboração do projeto de *layout* integrado à P+L, a área administrativa da empresa (a.1/tabela 1/EC1/apêndice 19) foi ampliada em 25,18% em relação à área do *layout* base o que influencia positivamente na organização dos espaços físicos para trabalhos relacionados à gestão; à integração da Gestão Ambiental (GA),

segurança, Planejamento e Controle da Produção (PCP), Ecodesign, e atividades de expedição de material acabado.

Com a ampliação, foi possível organizar espaço físico para reunião, interação da equipe, apresentação de projetos e treinamento e melhorar a segurança. Os critérios e atributos de organização, treinamento e pessoas para implementar a P+L, conforme Tseng, Lin e Chiu (2019), foram atingidos. O projeto de *layout* integrado à P+L contribui para organizar o espaço físico das áreas gerenciais, de treinamento e de apoio a funcionários para integrar a gestão de rotinas, de mudanças, a segurança e a superação de barreiras técnicas organizacionais atingindo os ODS 9, 12 e 15.

A ampliação de áreas de apoio (a.2/tabela 1/EC1) para funcionários em 53,71% em relação à área do *layout* no CB teve como objetivo garantir a permanência dos funcionários no local de trabalho com mais segurança e conforto. A mudança foi relacionada ao deslocamento do almoxarifado para área próxima da produção, pois facilita o abastecimento. A proposta de construção de banheiros, vestiários e área para descanso visou minimizar riscos e atender à NR-24 (ABNT, 2019) que regulamenta as condições sanitárias e de conforto no local de trabalho. A área de produção foi ampliada de 283,36 m² para 425,06 m², ou seja, um acréscimo de 33,33% em relação à área existente, de modo a ampliar a capacidade produtiva da planta.

Com a mudança de local do almoxarifado, as linhas de fluxo de abastecimento para a entrada de MPs (linha/cor rosa) foram reduzidas de 86,96 m (*layout* do CB) para 46,75 m (*layout* projetado) nas áreas de estoques (a.3). Essa redução representa 46,24% a menos de fluxo de abastecimento. A área de estoque/armazenamento foi reduzida de 273,66 m² para 203,65 m². A redução de 70,01 m² na área total corresponde a 25,59% a menos em relação à área no *layout* base, obtida com a separação dos acessos de MPs, clientes e saída de material acabado; com agrupamento dos materiais a serem armazenados e relocação de estoques, reduziu os deslocamentos para abastecer áreas inter-relacionadas e a obstrução de pisos.

No *layout* do C-PROJ, a área ocupada com material em processamento passou de 56,09 m² para 15,32 m² dispostos acima do piso, em bancadas com rodízios, promovendo redução de desperdícios de áreas e melhorias ergonômicas. Foram eliminados os Pontos Críticos (PCs) das áreas e setores e houve a desobstrução de pisos por materiais em processamento.

Com o projeto de *layout* integrado à P+L, a área para a expedição/embalagem (a.5) ampliou em 15,37 m² (24,65 % a mais) com foco em reduzir a geração de perdas produtivas, melhorar processos e espaço físico para a eliminar atrasos na entrega. Essa área também foi interligada com o setor de gestão de expedição (s.5) e melhorou a entrada e saída dos pedidos.

As áreas destinadas a subprodutos (a.6) foram locadas e reposicionadas como de reuso interno e externo com a especificação de tipos de materiais. As áreas para descartes de materiais foram eliminadas. Já as áreas para subprodutos (a.6/tabela 1) foram reduzidas de 98,96 m² para 47,81 m², equivalente a 51,69 % a menos em relação ao *layout* do CB. Essas mudanças e o reposicionamento de coletores facilitam a coleta seletiva e o reuso e reciclagem interno/externo, incentivam e promovem a minimização de perdas produtivas, melhoram e/ou otimizam processos, desobstruem pisos e geram práticas de sustentabilidade, o que atende aos ODS 9,12 e 15.

O projeto de *layout* integrado à P+L atingiu critérios e atributos relacionados aos sistemas e tecnologias para implementar a P+L nas áreas de estoques (a.3/tabela 1), de produção (a.4/tabela 1), de expedição/embalagem (a.5/tabela 1) e de subprodutos (a.6/tabela 1). Trata-se de elo inovador que contribui para superar barreiras técnicas quanto à implementação da P+L, segundo Leite *et al.* (2019), Vieira e Amaral (2016) e Oliveira Neto *et al.* (2017), o que influencia positivamente na organização dos espaços físicos de armazenamento, de produção, de expedição/embalagem, de subprodutos e na circulação; promove melhorias em áreas, setores e processos, e minimiza perdas produtivas.

Os resultados confirmam que o projeto de *layout* pode ser usado como estratégia para implementar a P+L. Esse estudo é inovador e está alinhado às pesquisas de Lins e César (2015) e Lins *et al.* (2020) e Lins *et al.* (2021).

6.2 Indústria moveleira da cidade de Maceió (AL): estudo de Cenários Base (CB) e do Cenário projetado (C-PROJ) e pesquisa-ação no EC2

Este item apresenta o Estudo de Caso 2 (EC2), a aplicação do método de projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L} , em indústria moveleira na cidade de Maceió (AL), a partir do acompanhamento dos processos produtivos para identificar, descrever e analisar o CB (FT1 e FT2).

Essas etapas possibilitaram elaborar o projeto de L^{P+L} e a avaliação comparativa entre o CB e C-PROJ, assim como, implementar a intervenção na infraestrutura física e tecnológica (Bloco C), de movimentação e expedição (Bloco D) durante o período de 2019 e 2020.

As análises da infraestrutura de gestão e pessoas (Blocos A), de abastecimento e de armazenamento (Bloco B) foram complementadas em 2021 e 2022 por ações e projetos integradores. A aplicação da Roda de Avaliação Global (RAG) em 2023 indicou avanços, redução de perdas produtivas e possibilidades de melhoria contínua.

6.2.1 Aplicação do Método de projeto de *Layout* integrado à P+L – L^{P+L}

A empresa EC2, hoje, Marcenaria Carmel, é empresa familiar e o proprietário aprendeu o ofício de marcenaria com o pai, canoeiro José Ferreira de Melo, “Zé de Toinho” da cidade de Santana do Ipanema, no sertão alagoano. Foi criada em 1998 por Ronilvo José Carvalho Melo, e atualmente possui razão social Pâmala Carlyne dos Santos Melo. Foi registrada como Micro Empresa (ME) Industrial em 2022 em razão do aumento da produção e do volume de compras de MPs. Fabrica móveis sob medida, sob encomenda e personalizados. O ramo de atividade inscrito no Código Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) é fabricação de móveis com predominância de madeira (CNAE: 31.01-2/00) com grau de risco 3 pela NR 04 (2022).

Localizada na região Oeste de Maceió (AL), no Conjunto Salvador Lyra, na rua da Codeal, 142 D, bairro de Santa Lúcia com área de 4.025 Km² e 26 mil habitantes (IBGE, 2010), a empresa dista 900 m da filial de um dos seus principais fornecedores de Matérias-Primas (MPs). Encontra-se em área residencial densamente habitada, com entorno comercial e serviços públicos deficientes em transporte coletivo, limpeza urbana, esgotamento sanitário e acessibilidade. As Figuras 75a a 75c apresentam mapa com a localização da empresa na cidade de Maceió (AL) e com Pontos de Referência (PR) de interesse para a P+L.

A marcenaria fica próxima 2,4 Km da Cooperativa de Recicladores de Alagoas (COOPREL) e a 3,7 Km da Reciclal, empresa especialista em reciclagem de metais; está a 2,7 Km de Ecoponto do bairro Santa Lúcia, local onde concentra materiais para a reciclagem, proximidade que é diferencial e incentivo para projetos socioambientais. Está também a 800 m da principal via de escoamento de produtos e transporte de mercadorias, Av. Menino Marcelo, que liga Maceió (AL) a outros municípios e estados.

Figura 75 – 75a a 75c - Mapa de localização com Pontos de Referência (PR) de interesse para a P+L

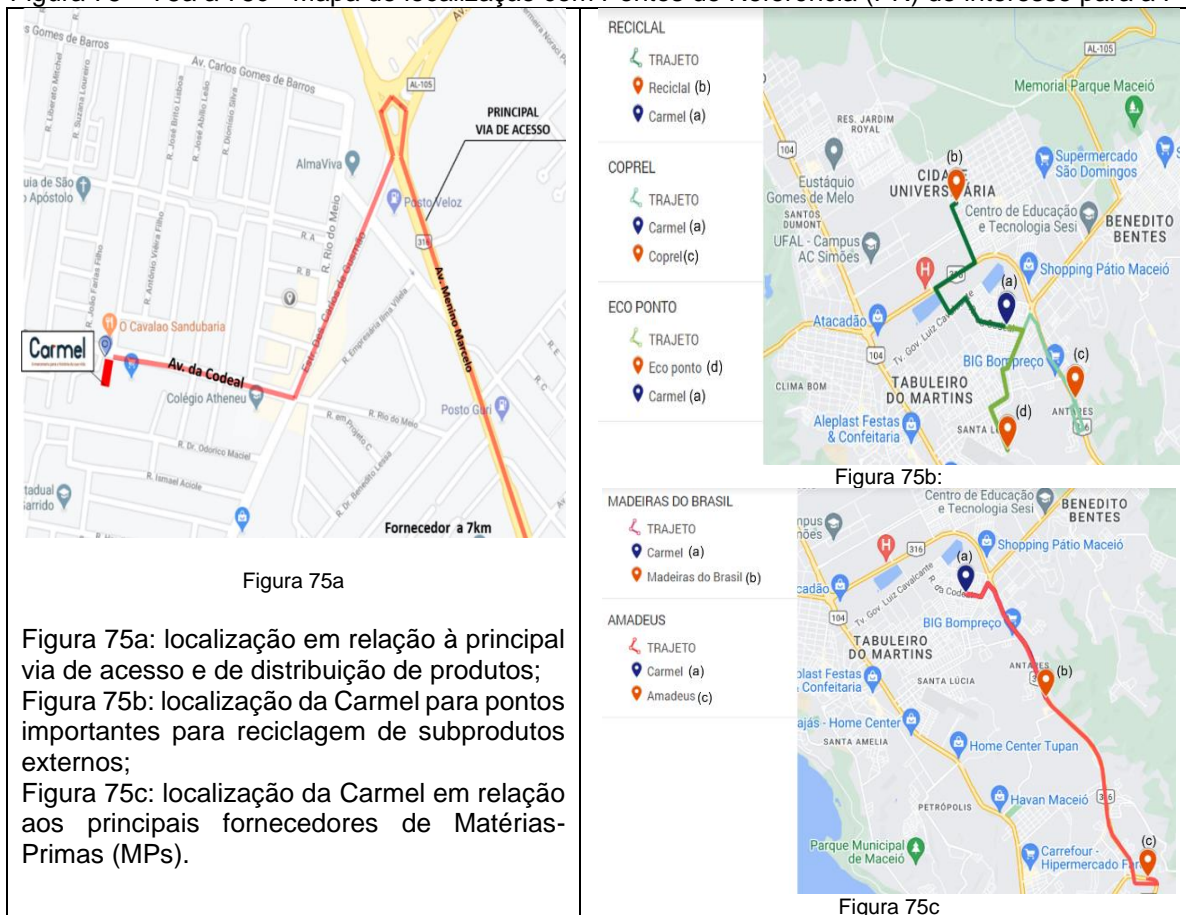


Figura 75a

Figura 75a: localização em relação à principal via de acesso e de distribuição de produtos;
 Figura 75b: localização da Carmel para pontos importantes para reciclagem de subprodutos externos;
 Figura 75c: localização da Carmel em relação aos principais fornecedores de Matérias-Primas (MPs).

Fonte: Autora

Os principais produtos solicitados pelos clientes eram guarda-roupas (em 1º lugar), cozinhas (em 2º lugar) e móveis para sala com painel para TV (em 3º lugar).

O acompanhamento dos processos produtivos da Marcenaria Carmel começou a partir de Visita Técnica (VT) com estudos e elaboração de Relatório para implantar Programa de Produção Mais Limpa no âmbito do Programa de Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia (PEI-UFBA).

Na primeira VT para contato e coleta de dados sobre o processo e perdas produtivas foram realizados levantamentos fotográficos e métricos do *layout*, e de Oportunidades de P+L (O^{P+L}), com base no Manual 04 do Relatório da implantação do Programa de P+L do Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) da UNIDO/UNEP; trabalho intitulado *Análise de uma empresa de fabricação de móveis sob medida: estudo de caso para produção de um guarda-roupa* (Lins; Dória, 2015).

Com o relatório foi possível obter dados para estudos preliminares sobre a produção de guarda-roupa. Foram usados (a) 4 MDFs brancos de 15 mm, (b) 1 MDF madeirado de 15 mm, (c) 3 MDFs brancos de 6 mm, e materiais acessórios. Em

relação ao MDF, os resultados obtidos apresentaram perdas de (a) MDF branco de 15 mm na ordem de 4% por unidade, (b) MDF madeirado de 15 mm com perda de 42% por unidade, e para o (c) MDF branco de 6mm, perda de 40%. As perdas significaram, respectivamente, (a) 0,20 m², (b) 2,079 m² e (c) 1,99 m² por unidade de MDF; o que correspondeu à estimativa de (a) 28,8 m², (b) 74,84 m² e (c) 214,92 m² de perda em chapas de MDF, considerando um ano de atividade (LINS, *et al.*, 2015).

O segundo levantamento foi realizado em 2018 para executar mobiliário do tipo guarda-roupa. Da fase de fabricação até a montagem na casa do cliente, a empresa disponibilizava de quatro a cinco dias, sendo dois a três para fabricar e, de um a dois dias, para a montagem. Não havia estudo sobre tempo de trabalho e prazos. Os Pontos Críticos (PCs) estavam relacionados à fragmentação das áreas de produção, desperdícios de materiais e de tempo de produção.

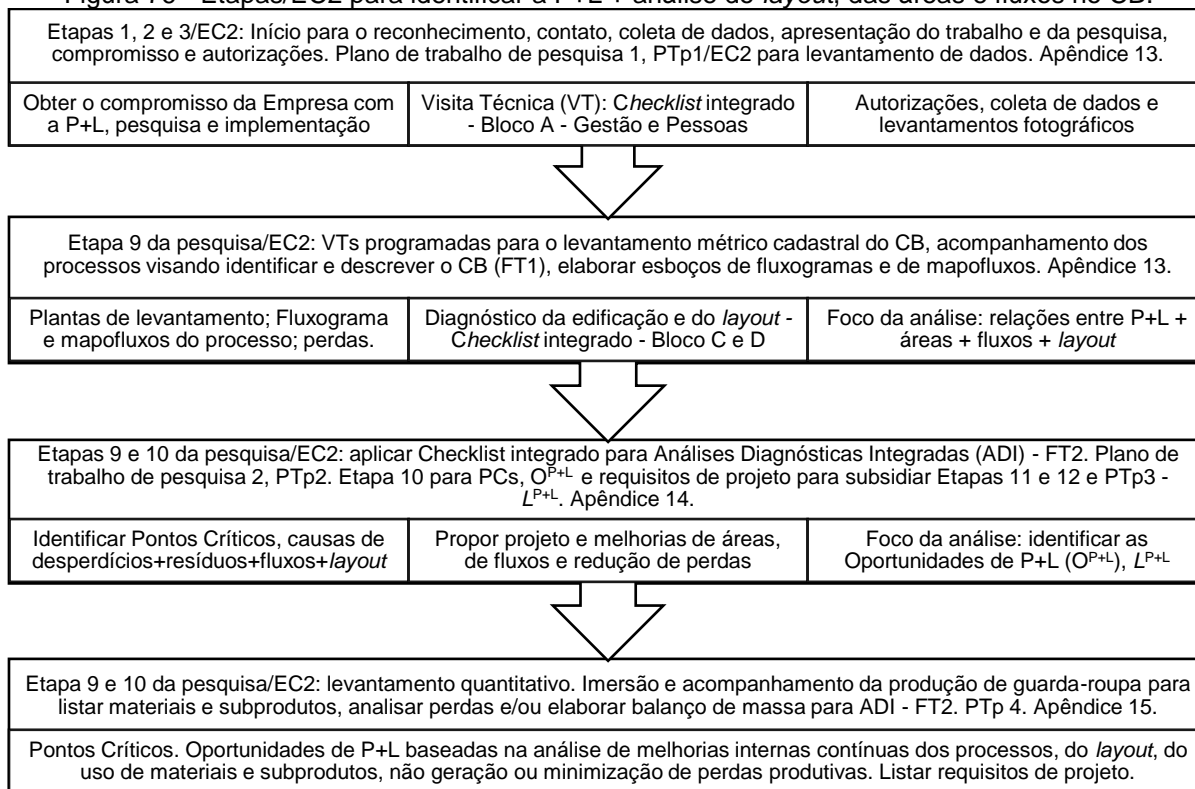
A partir desta realidade, foram apresentadas as O^{P+L} ao empresário e firmada a parceria de pesquisa e intervenção no espaço físico para reduzir perdas produtivas e ambientais com a elaboração de projeto de L^{P+L}.

6.2.1.1 Materiais e métodos

Esta pesquisa é do tipo aplicada, com abordagem multimétodo, EC2 e pesquisa-ação. Os estudos do CB, levantamentos e acompanhamentos sistemáticos dos processos, e das perdas produtivas e ambientais, definiram etapas para elaborar Fichas Técnicas com a meta de identificar, descrever, analisar, implementar e avaliar o projeto de L^{P+L}.

Esta aplicação, Fase C da tese, correspondeu aos momentos de implementação (3) e intervenção (4) para cumprir a Fase D de avaliação do Método de Projeto de *Layout* integrado à P+L, L^{P+L}.

As Fichas Técnicas 1 (FT1) do *Checklist* integrado (*Layout* e P+L) foram aplicadas para coletar dados, identificar e descrever a empresa no CB em relação aos fatores de projeto dos Blocos A, B, C e D e obter O^{P+L} integradas às análises do *layout* das áreas administrativas, de produção, de abastecimento e de expedição; assim como, sobre os fluxos de informação, gestão e pessoas, da produção, dos materiais e Subprodutos (SP). O resumo das etapas desta pesquisa e fases da tese está apresentado na Figura 76.

Figura 76 - Etapas/EC2 para identificar a P+L + análise do *layout*, das áreas e fluxos no CB.

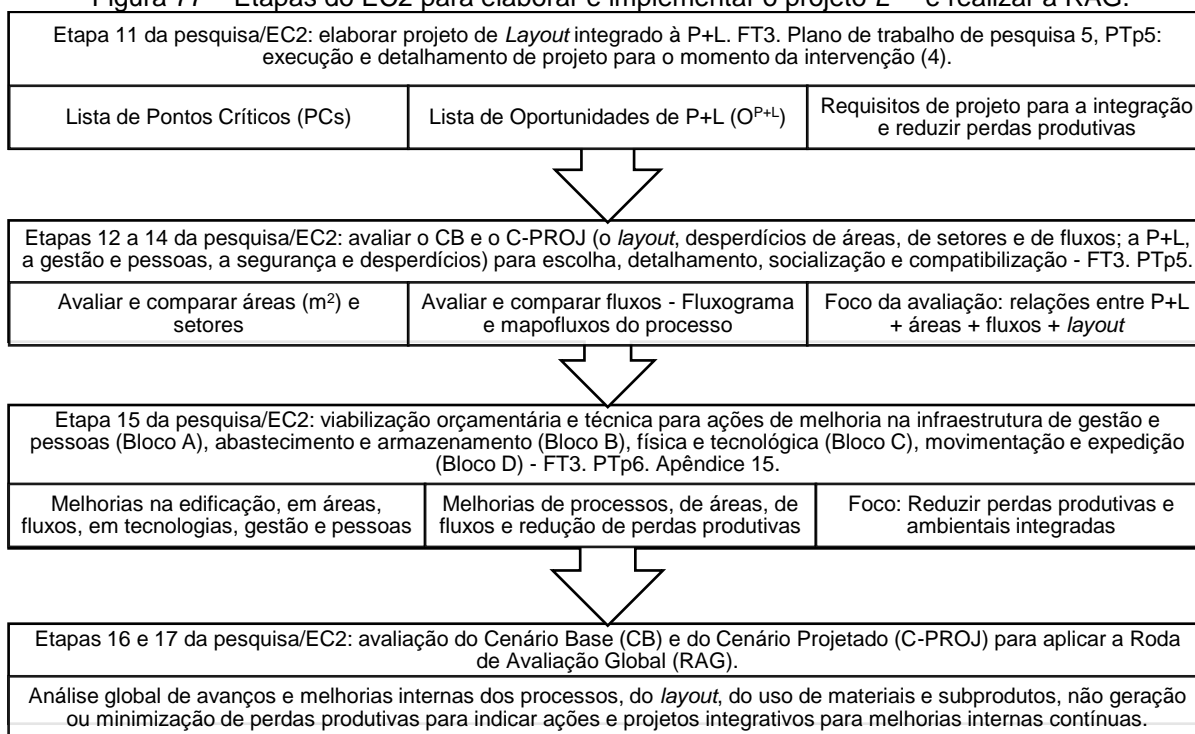
Fonte: Autora

As Fichas Técnicas 1 e 2 foram preenchidas ao longo do trabalho para (1) identificar e descrever o CB (FT1), (2) elaborar Análises Diagnósticas Integradas (ADI) (FT2), (3) acompanhar a produção de guarda-roupa e obter dados das sobras (FT2) para realizar ADI quantitativas e possibilitar integração do *layout* com setor de projeto e Planejamento e Controle da Produção (PCP).

A sequência metodológica no EC2 consistiu também em: (4) realizar o Projeto de L^{P+L} , (5) avaliar o CB e C-PROJ, (6) realizar intervenção (FT3) na infraestrutura física e tecnológica (Bloco C), e de movimentação e expedição (Bloco D) para implementar L^{P+L} e reduzir desperdícios nas infraestruturas de gestão e pessoas e de abastecimento, e (7) avaliar a execução dos Planos de Ação (PAs) com o preenchimento da RAG com os avanços obtidos.

Os trabalhos de pesquisa e implementação tiveram continuidade. A Figura 77 resume e apresenta essa sequência metodológica das ações.

A ADI possibilitou elaborar requisitos e decisões de projeto, o envolvimento e aprovação dos funcionários e proprietário, projeto executivo e complementares.

Figura 77 – Etapas do EC2 para elaborar e implementar o projeto L^{P+L} e realizar a RAG.

Fonte: Autora

A avaliação comparativa entre CB e C-PROJ e a socialização dos resultados possibilitou o envolvimento dos funcionários e gestores, para a execução das mudanças. Durante o processo houve investimento financeiro da empresa, adaptações e a compatibilização de estudos e projetos complementares.

6.2.1.2 Resultados das Análises Diagnósticas Integradas (ADI)

A ADI foi realizada após aplicar as Fichas Técnicas 1 (FT1) para identificar e descrever o CB. Os resultados foram analisados tendo como guia as Fichas Técnicas 2 (FT2), e resultaram em lista de PCs e de O^{P+L} integradas à Requisitos e Condicionantes de projeto (RC-PROJ) para o *Layout* e para a P+L, L^{P+L} .

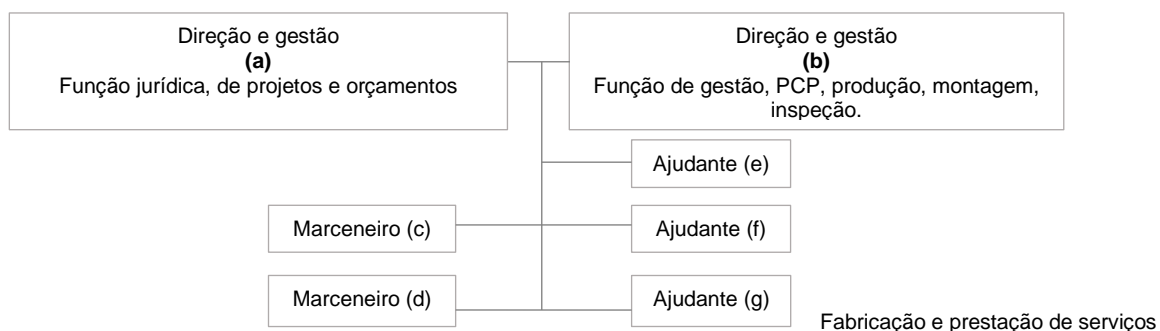
6.2.1.2.1 Infraestrutura de gestão e de pessoas no Cenário Base (CB)

A empresa não tinha planejamento estratégico, tático, nem operacional sistematizado em documento com diretrizes para políticas internas e estratégias para ações financeiras, de gestão, de produção e ações ambientais, conforme verificado após a aplicação de *checklist* integrado (FT1).

No organograma do CB durante os anos de 2016 a 2019, Figura 78, havia 7 pessoas vinculadas, uma delas, proprietária, responsável jurídica pela empresa e por projetos, comunicações e orçamentos **(a)**, o proprietário acumulava a função de marceneiro, encarregado tanto pela gestão, quanto pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP), por levantamentos, conferências de medidas, montagem e inspeção antes da entrega **(b)**; 2 (duas) pessoas com a função de marceneiro, responsável pela execução e montagem (c, d); 1 (um) ajudante *freelancer* (e) e 2 (dois) ajudantes de marcenaria (f, g), compondo 2 (duas) ou 3 (três) equipes de trabalho.

No contexto da educação formal, apenas 1 (um) integrante possuía curso superior, o proprietário e marceneiro responsável pela empresa e produção, este integrante é também autodidata no ramo da marcenaria; existe 1 (um) marceneiro que possui segundo grau completo, e todos os outros envolvidos, tanto marceneiros quanto ajudantes, não concluíram a educação formal até o ensino médio. A responsável jurídica da empresa e por projetos, estuda Arquitetura na Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e vai concluir no ano de 2024.

Figura 78 - Organograma da empresa no CB elaborado no ano de 2018 (BLOCO A)



Fonte: Autora (2018)

As capacitações realizadas pelos gestores foram relacionadas à treinamentos sobre fornecedores, materiais e serviços da construção civil (2005), Programa Competir, promovido pela Sinduscon-AL, ADEMI-AL, SEBRAE, FIEA/SENAI); cursos de cálculo de custo e formação de preço promovido pela Associação Comercial de Maceió no programa “Empreender, unir para crescer” (2006), desenvolvimento de equipes (em 2013), gestão financeira, da contabilidade e cultura da liderança (2014), *marketing* pessoal e profissional (2015, SEBRAE); capacitação, exposições de mobiliários e eventos vinculados às seguintes instituições: Sindicato das indústrias de marcenaria, móveis e esquadrias do estado de Alagoas, SINDMARC, FIEA, SEBRAE,

SEDETUR(2016); seminários de oportunidades e tendências para o setor moveleiro (2019, SINDIMÓVEIS, SEBRAE e FIEA de Alagoas, e por distribuidoras). Entretanto, nesse período, não houve capacitação visando melhorar processos e procedimentos.

A empresa obteve qualificação nível “A” no Programa de Qualificação de fornecedores de materiais e serviços da construção civil (2005), participou do Programa Competir (Sinduscon-AL, ADEMI-AL, SEBRAE, FIEA/SENAI) e do prêmio de competitividade na categoria indústria, Micro e Pequenas Empresas (MPEs), MPE Brasil – Alagoas – Ciclo (2011).

Quanto ao Sistema Produtivo (SP), a Marcenaria Carmel transforma as propriedades métricas e de forma de Matérias-Primas (MPs) com características únicas e obtidas em empresas distribuidoras (MDF, fitas de borda, perfis de alumínio, ferragens, componentes e acessórios), para compor projetos personalizados e sob medida elaborados por arquitetos e/ou designers de interiores, ou desenhados pela própria empresa a partir de esboços e necessidades dos clientes.

O sistema produtivo é composto também de processamento de informações, precedido por levantamento de medidas, projeto, orçamento e conferência antes da etapa da fabricação e montagem nos ambientes. O uso de máquinas, equipamentos e colas requer especialistas pela especificidade, técnica e segurança do trabalho.

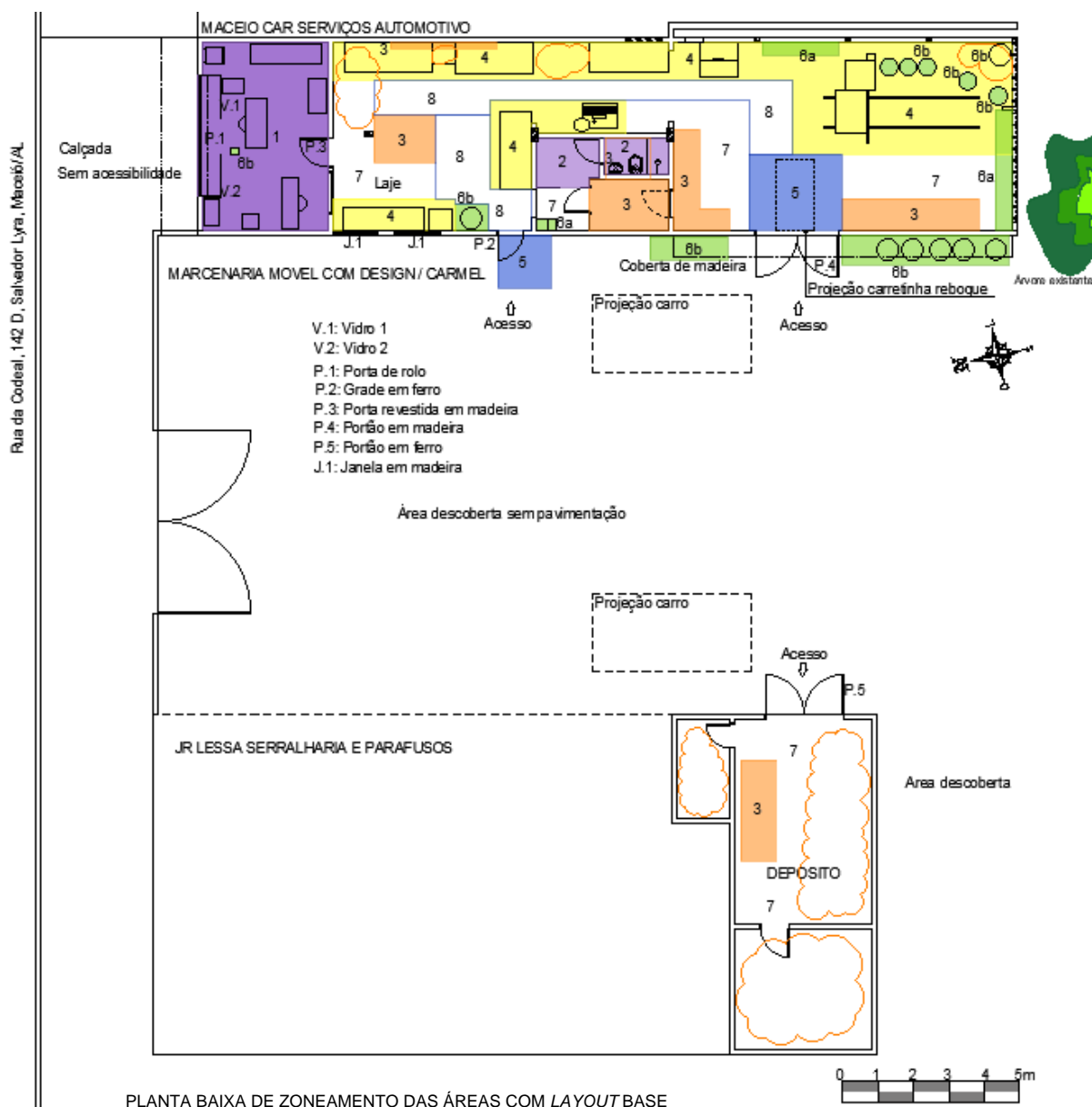
A Marcenaria Carmel fabrica móveis sob medida e se estrutura em sistema semi - industrial. Esse tipo de sistema tanto pode gerar bens quanto serviços. Quanto ao tipo, os processos podem ser classificados como discretos que, diferentemente dos contínuos, não possuem padronização de medidas, a fabricação ocorre sob encomenda com baixo grau de uniformidade, e de peças únicas, por projeto. A finalidade é fabricar produtos personalizados, com data de entrega pré-estabelecida, e que exige alta flexibilidade do setor produtivo, com produção conforme a demanda.

A flexibilidade é a principal característica do processo de marcenarias sob medida. O material utilizado na fabricação dos móveis se diferencia a cada projeto. Desse modo, gera sobras de diversas MPs, Subprodutos (SP) do sistema, principalmente, de MDF que nem sempre podem ser reutilizados. Além disso, há necessidade de área de estoque de MPs para diversos trabalhos. E no término, antes da saída e expedição de materiais acabados para a montagem e entrega no espaço físico do cliente, é necessário local que garanta armazenagem do produto acabado.

6.2.1.2.2 Análise do Zoneamento das áreas no *Layout* do Cenário Base (CB)

A partir do levantamento métrico cadastral e locação da empresa em relação ao terreno, foram elaborados o zoneamento e a análise das áreas (a.) no CB, apresentada na Figura 79.

Figura 79 - Planta de zoneamento das áreas (a.) com *layout* do Cenário Base (CB) no EC2



a.1- ADMINISTRAÇÃO/VENDAS: 19,43 m ²	a.6a - SUBPRODUTOS PARA REUSO INTERNO: 2,63 m ²
a.2- APOIO PARA FUNCIONÁRIOS: 4,30 m ²	a.6b - SUBPRODUTOS PARA DESCARTE: 7,14 m ²
a.3- ESTOQUE/ARMAZENAMENTO: 16,61 m ²	a.7- CIRCULAÇÃO: 19,53 m ² + 8,11 m ² (depósito)
a.4- PRODUÇÃO: 43,99 m ²	a.8- EXPEDIÇÃO/CIRCULAÇÃO: 15,00m ²
a.5- EMBALAGEM/EXPEDIÇÃO: 7,96 m ²	ESTOQUE DE MATERIAL SEM USO: ≈ 30,00 m ²

Fonte: Autora

A empresa EC2 está instalada em área de 175,12 m² dividida em 2 edificações, 129,92 m² em edificação principal e 45,20 m² em edificação anexa destinada a estoques e depósito, a uma distância de 13,55 m. A planta com a locação da edificação no terreno e com o zoneamento das áreas do EC2 com o *layout* do CB identifica as áreas de administração/vendas (a.1/19,43 m²), apoio para funcionários (a.2/4,30m²), estoque/armazenamento (a.3/16,61 m²), produção (a.4/43,99 m²), embalagem/expedição (a.5/7,96 m²), área para alocação de SP (a.6/9,77 m²) e circulação (a.7/27,64 m²), considerando também a circulação do depósito, e área para expedição/circulação (a.8/15,00m²), Figura 79.

Na edificação principal, há fragmentação das áreas de estoque/armazenamento (a.3) e área de produção (a.4), conforme o fluxo geral do processo (corte, lixamento, fitamento e montagem). O ambiente é dividido por corredor, área de apoio (a.2) e almoxarifado (a.3); verificou-se conflito de áreas destinadas à alocação de SP (a.6), circulação (a.7) e expedição/circulação (a.8) com desperdício de áreas para materiais sem uso (30,00 m²), e choque nas áreas de embalagem/expedição (a.5) e expedição/circulação (a.8).

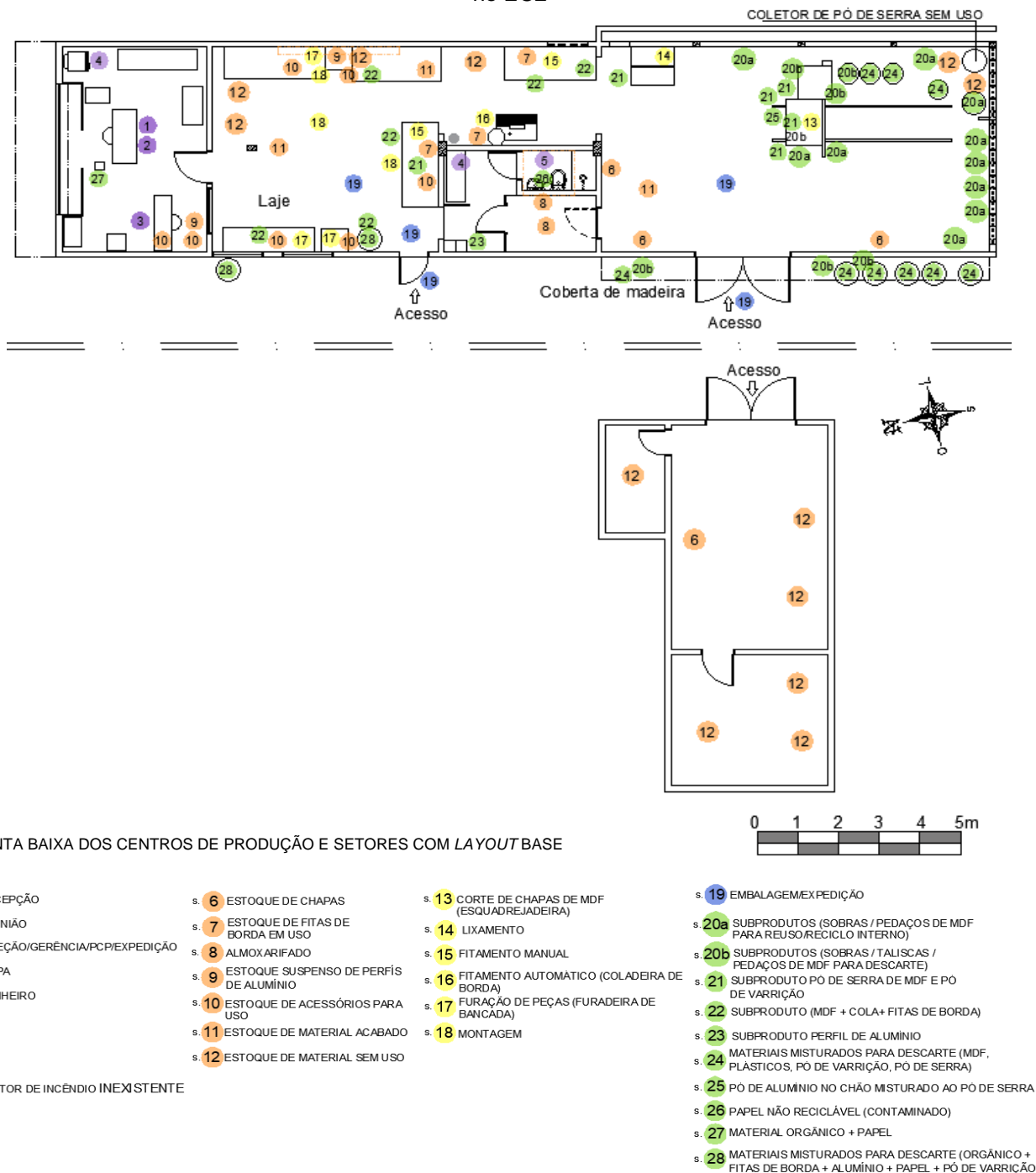
Na área interna destinada à alocação de SP considerados para reuso (a.6a/2,63 m²), havia MDFs de vários tipos e tamanhos misturados, encostados na parede na área de produção. Os pedaços de perfis de alumínio estavam em outro local, próximo à área de apoio para funcionários (a.2) e estoques (a.3). Não havia planejamento para uso de MDFs e alumínios, assim, ficavam desordenados para usos futuros, mas não foi detectado planejamento para o reuso/reciclo. Foram mapeadas áreas com tonéis destinados a materiais para descarte (a.6b/7,14 m²) nos arredores, tanto na parte interna quanto externa da edificação, inclusive no chão, uma soma de 9,77 m² destinados a perdas produtivas.

A análise do zoneamento das áreas no *layout* do CB possibilitou a construção de repertório técnico para o projeto de L^{P+L} quanto ao uso dos espaços físicos e apontou Pontos Positivos (PPs) e Pontos Críticos (PCs) do *Layout* e P+L, listados.

6.2.1.2.3 Análise dos Centros de Produção (CPs) e setores (s.) no *layout* do CB

Os Centros de Produção (CPs) e setores (s.) com o *layout* do CB estão apresentados na Figura 80 na planta de setorização dos Centros de Produção (CPs) do Cenário Base (CB).

Figura 80 - Planta de setorização dos Centros de Produção (CPs) com *layout* do Cenário Base (CB) no EC2



Fonte: Autora

Com a planta de setorização foi possível detalhar os espaços físicos e os usos dos CPs e setores no CB, analisar os PPs e PCs do *layout* e sobre P+L, analisar e localizar Riscos Ambientais (RA) a que os trabalhadores ficam expostos, os quais, foram classificados, conforme a NR-15 (2022) que trata de atividades e operações insalubres, riscos físicos (ruídos e temperatura), biológicos (agentes como microorganismos, bactérias e fungos), químicos (poeiras e gases), mecânicos ou de

acidentes (agentes perfurocortantes e relacionados ao *layout*), e NR-17 (2022) sobre riscos ergonômicos (agentes posturais e de acessibilidade).

Na sequência da aplicação das FT1 e FT2 para a ADI, foi realizada a análise do dimensionamento de áreas e setores por meio de diagrama, planta com a análise dos condicionantes ambientais de ventilação e insolação (Apêndice 25/EC2) e planta de análise de riscos do trabalho no CB para indicar o local dos RA (Apêndice 26/EC2).

Os PCs observados no *layout* do CB foram relacionados às áreas (a.) e setores (s.) e foram associados ao Sistema de Segurança Saúde do Trabalho (SSST) e Riscos Ambientais (RA) Físicos (RF), Químicos (RQ), Biológicos (RB), de Acidente (RA) e/ou Mecânicos (RM), e Ergonômicos (RE), apresentado no Apêndice 26/EC2.

Nas análises de condicionantes ambientais constataram riscos físicos (RF), desconforto térmico com insolação incidente em todo o perímetro da fachada frontal norte (5,60 m) e lateral oeste (23,20 m), a posição das aberturas formavam 39,88 m² de ilhas de calor em 3 espaços da edificação, corte (s.13), montagem (s.18) e estoque com limitações técnicas para instalação de aberturas para circular o ar. Houve necessidade de reposicionar setores, instalar cobogós e janelas, e melhorar a entrada de ar, a iluminação, exaustão e as condições térmicas e de permanência no ambiente.

As análises de áreas, setores, condicionantes ambientais, SST e RA geraram RC-PROJ para L^{P+L}, considerados O^{P+L} para Planos de Ação (PA) baseados também em Normas Técnicas (NTs) como: Programas de Gerenciamento de Riscos (PGR) (NR-18, 2021), Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho (NR-24, 2022), Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (NR-10, 2019), Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos (NR-12, 2022), Proteção Contra Incêndios (NR-23, 2022), Ergonomia (NR-17, 2022), Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, lei 12.305/10 e decreto 7.404/10) e Código Municipal de Meio Ambiente (n.º 4.548/96 e nº 5.924/10).

A coleta de dados e as Análises Diagnósticas Integradas (ADI) foram acompanhadas de levantamento fotográfico durante todo o período da pesquisa.

6.2.1.2.4 Apresentação do CB em fotos e em maquete eletrônica, Projeto 3D

O levantamento fotográfico do CB foi realizado no período de 2015 a 2019, e foi sintetizado na relação de Figuras 81 (81.a até 81.l) que mostram as condições da infraestrutura física e tecnológica do CB.

Figura 81- 81.a até 81.l - levantamento fotográfico do CB/EC2 realizado no período de 2015 a 2019



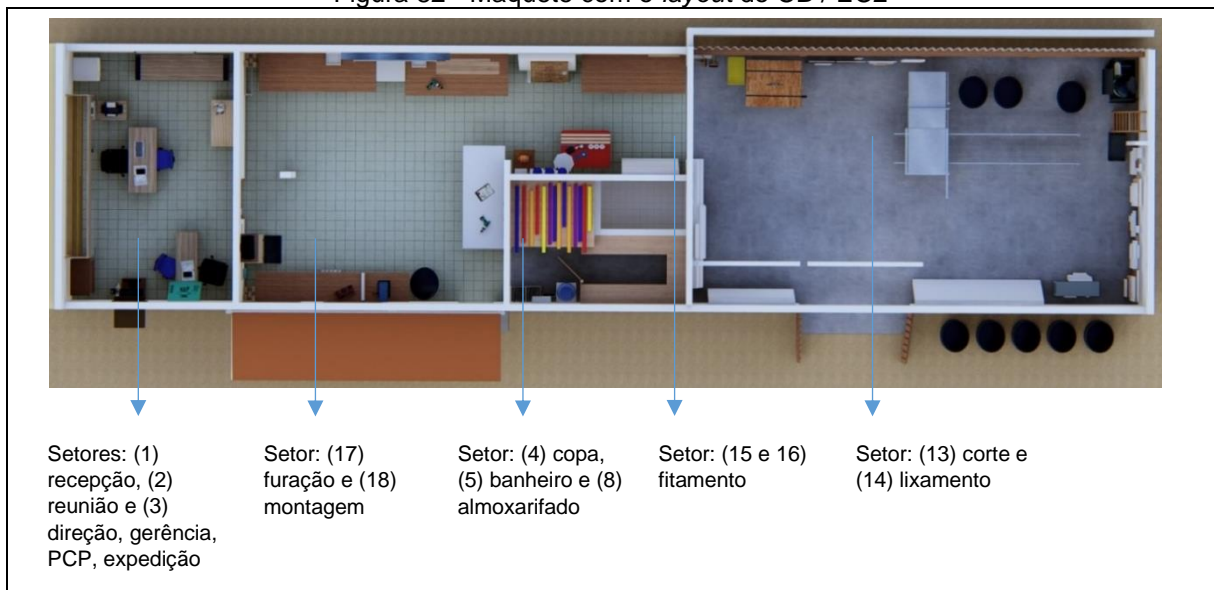
Fonte: Autora (fotos de 2015 a 2019).

A socialização da pesquisa sobre o CB foi apresentada e foi relevante para a equipe, funcionários e gestores, garantiu visibilidade sobre os problemas existentes e Planos de Ação (PAs) para o projeto L^{P+L} , correções e ajustes.

Após apresentação da análise foi contratada uma consultoria externa para realizar diagnóstico de segurança no trabalho, Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) e Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) com laudo de monitoramento ambiental e certificados; além de parceria para estudos técnicos e de acompanhamento da produção para elaborar projeto de L^{P+L} ; e a Marcenaria Carmel expôs interesse em ser laboratório para mudanças.

A Figura 82 apresenta uma perspectiva de topo, em maquete, projeto 3D, com a posição das máquinas e bancadas de trabalho no CB.

Figura 82 - Maquete com o *layout* do CB / EC2



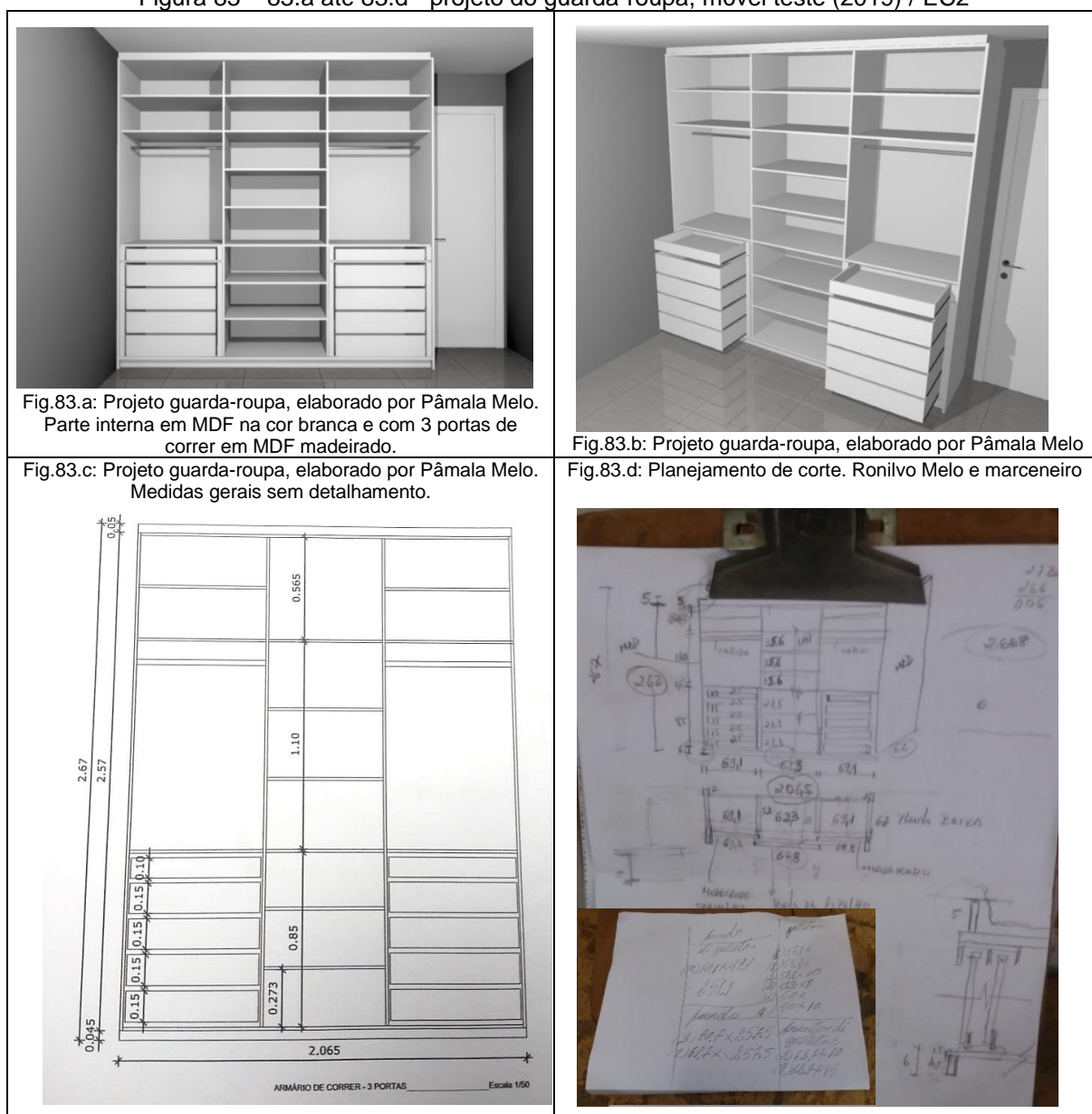
Fonte: Autora.

Os setores de copa (s.4), banheiro (s.5) e almoxarifado (s.8) dividem os espaços de produção e impedem a visibilidade entre as áreas de corte (s.13), furação (s.17) e montagem (s.18). Foi constatado fragmentação de áreas e setores, falta de visibilidade do processo produtivo e dos procedimentos, mistura de materiais e serviços e falta de cumprimento de prazos.

6.2.1.2.5 Infraestrutura de materiais, subprodutos e armazenamento no CB

As condições dos fluxos de informações, da produção e dos SP foram detalhadas após o acompanhamento da produção de guarda-roupa, móvel teste (Figura 83 - 83.a até 83.d), em trabalho de imersão realizado em 2019, com a participação do Grupo de Design e Estudos Interdisciplinares do Instituto Federal de Alagoas (GEID/IFAL), que serviu para analisar o Bloco B e o Bloco D no CB.

Figura 83 – 83.a até 83.d - projeto do guarda-roupa, móvel teste (2019) / EC2



Fonte: Autora (2019).

O móvel teste foi projeto pela empresa e media 2,065 m x 0,62 m x 2,67 m, era em MDF branco e madeirado com 3 divisões internas, 3 portas de correr, gavetas nas extremidades e parte central com prateleiras, conforme a Figura 83 (83.a até 83.d).

Esse trabalho foi realizado com a participação de 1 (um) marceneiro e 1 (um) ajudante no setor de corte, e de 1 (um) marceneiro no setor de fitamento; e de 3 membros da equipe para a montagem. Todo o plano de corte foi realizado manualmente pelo dono da empresa para viabilizar a lista e a compra de materiais, e foi recalculado pelo próprio marceneiro envolvido no corte durante o processo, sendo necessário obter 1 (uma) folha a mais de MDF que não foi prevista no orçamento.

No processo de montagem na casa do cliente, foi necessário que uma das portas de correr voltasse para a marcenaria para ser reduzida e possibilitar que gavetas internas pudessem abrir. Esses retrabalhos geraram perdas de tempo, de material e desgaste para a equipe e foram apontadas pelo grupo focal como PCs do processo de gestão da informação, de movimentação e de materiais.

A análise do móvel teste demonstrou (a) desperdício de material, (b) de tempo de produção e (c) PCs nos processos; a empresa utilizou dois dias para a fabricação e 1 (um) dia para a montagem do mobiliário na casa do cliente com retrabalho e o dobro de deslocamentos para entrega.

Os procedimentos adotados para realizar as atividades da imersão e avaliação dos processos de execução do móvel teste foram detalhados em apêndice 15 por meio de Plano de Trabalho de pesquisa 4 (PTp4) e fazem parte do momento de Implementação (3), da etapa 9 e 10 da pesquisa/EC2 e da Fase C de aplicação do método L^{P+L} (Figura 24) que trata do levantamento quantitativo para ADI, imersão e acompanhamento da produção de guarda-roupa para listar materiais e subprodutos, analisar perdas e/ou elaborar balanço de massa para ADI - FT2, para obter detalhes dos processos, movimentos dos trabalhadores e o cálculo das perdas produtivas.

Foram instaladas câmeras para a filmagem das operações, e dos movimentos. Essa técnica de coleta de dados viabiliza descrições, análises detalhadas e registros de tempos, dos métodos e procedimentos da equipe durante o trabalho, e possibilita o desenvolvimento de pesquisas para eliminar e/ou reduzir desperdícios com perdas produtivas e ambientais, aprimorar processos e promover mudanças e treinamento, *expertise* adquirida pela equipe e GEID/IFAL na imersão.

Na etapa de coleta de dados, além da filmagem, foram realizadas (a) coletas de fluxos de trabalho com o acompanhamento e elaboração de mapa quantitativo das movimentações dos trabalhadores e desenho de Diagrama Espaguete em *layout* base, ferramenta e conceito associado ao método *Lean Manufacturing* do Sistema Toyota de Produção (Womack; Jones; Roos, 2007; Faveri, 2013) para representar a quantidade de movimentos dos processos no CB e observar desperdícios, perdas produtivas e ambientais (Figura 84 – 84.a até 84.c).

O Diagrama Espaguete mostrou trabalho disperso (646,45 m) no turno da manhã e fluxo não produtivo (324,03 m) para o marceneiro 01 (970,48 m) (Figura 84.a); fluxo concentrado em máquina esquadrejadeira na área de corte para o marceneiro 02 (458,38 m), durante toda a manhã com movimentos repetidos das mãos (180,00 m), e riscos ambientais ergonômicos (Figura 84.b); movimentação intensa do ajudante 03 (1910,65 m), na área de corte, fitamento e montagem com paradas no meio dos turnos para descanso e para almoço (Figura 84.c).

Foram elaboradas (b) cartas de processo para mapear e quantificar as ações dos trabalhadores, (c) coleta de desenhos com medidas de execução e (d) coleta identificada de subprodutos para quantificar perdas. Os resultados apontaram desequilíbrios no trabalho, desperdícios de materiais e de tempo.

Figura 84.a - Linhas de fluxos com uso de Diagrama Espaguete de funcionários no EC2: funcionário 01 (camisa na cor azul - Vitor). "Continua".

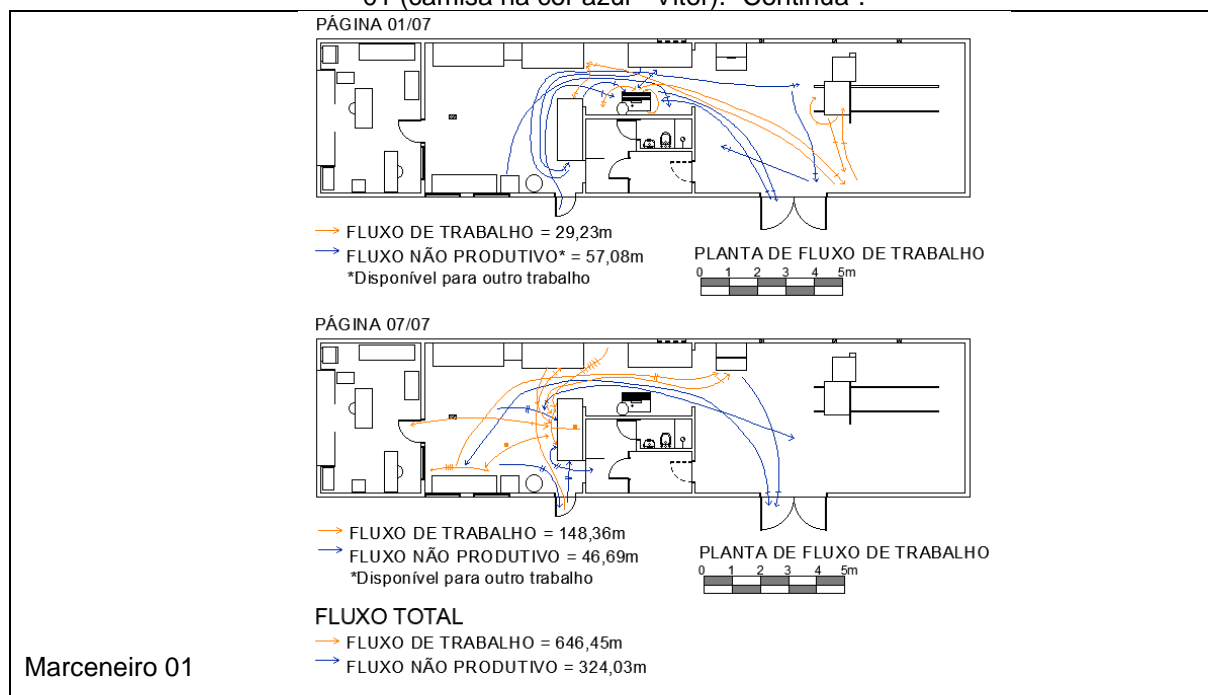


Figura 84.b- Linhas de fluxos com uso de Diagrama Espaguete de funcionários no EC2: funcionário 02 (camisa na cor amarela - Rogério). "Continua".

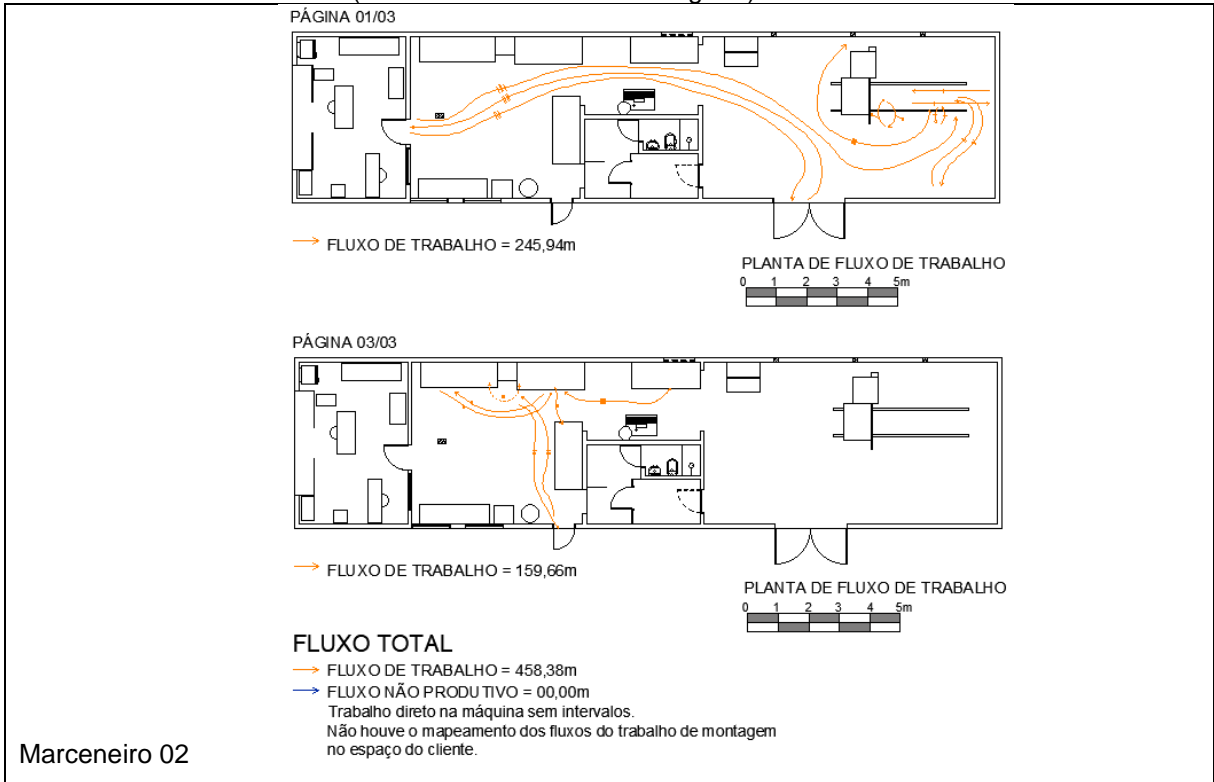
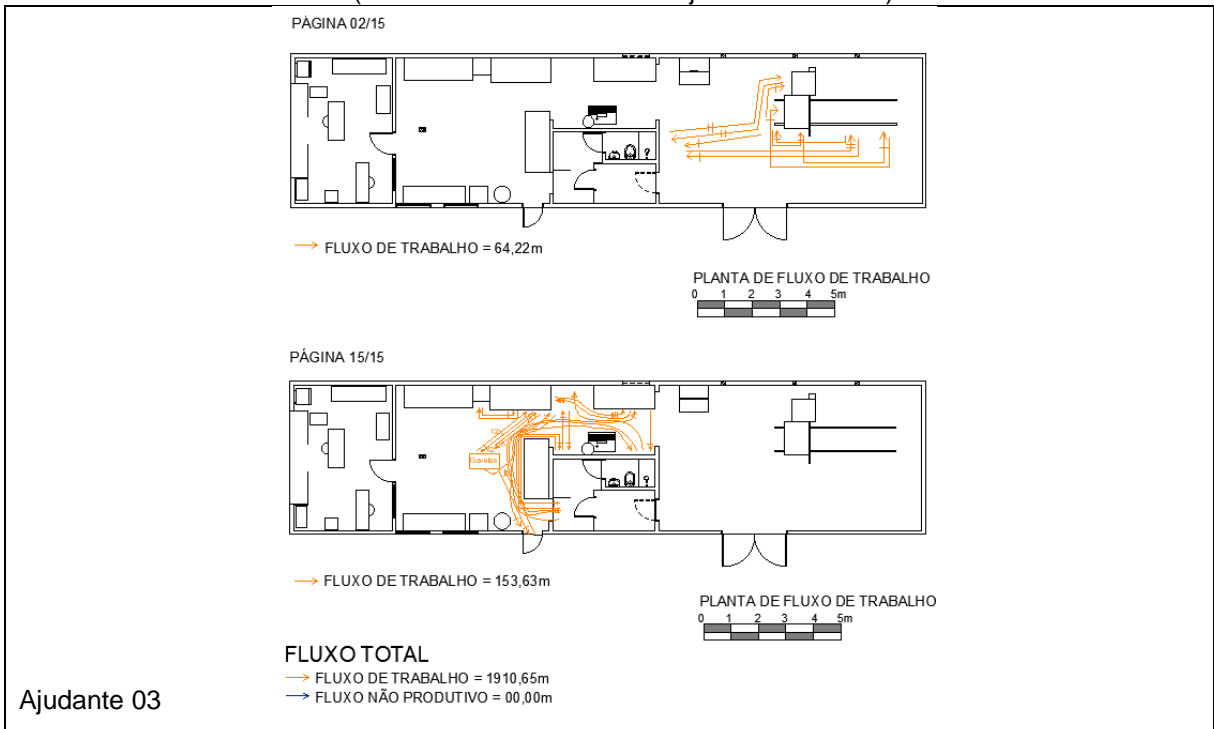


Figura 84.c- Linhas de fluxos com uso de Diagrama Espaguete de funcionários no EC2: funcionário 03 (camisa na cor vermelha – ajudante Eduardo).



Fonte: Autora.

Na descrição dos dados houve revisão das filmagens para ajudar a (a) elaborar o Diagrama Espaguete e as (b) cartas de processo; além disso, houve a (c) elaboração

de tabela com todos os tipos e tamanhos de materiais comprados, usados e das sobras ou subprodutos, (d) cálculo dos materiais e subprodutos e (e) elaboração de fichas com o desenho da quantificação de usos e perdas de materiais.

Na análise, foram (a) listados PCs por área, observações que se somaram às já realizadas antes da imersão; e (b) O^{P+L} integradas às análises de áreas, de fluxos e de condicionantes ambientais.

Durante a imersão foi realizada a dosimetria de ruído e constatado 84,98dB, ou seja, valor muito próximo do limite de tolerância de 85dB, conforme a NR-15 (2022); diante disto, é necessário medidas de proteção individual para os colaboradores como o uso de protetores auriculares com o objetivo de atenuar a exposição e medidas de engenharia para o ruído se propagar para fora do ambiente (SOMA, 2019).

As Figuras 85 (85.a até 85.f) apresentam parte da atividade de acompanhamento, parte do levantamento fotográfico da imersão realizada em 2019 com grupo focal GEID/IFAL.

Figura 85 - 85.a até 85.f - levantamento fotográfico da Imersão com grupo focal GEID/IFAL (2019)



Fonte: Autora e grupo focal GEID/IFAL (2019).

Medição de exposição ao calor constatou valores abaixo do permitido (29,5°C) para a atividade, resultando em temperatura média de 27,8°C; o critério foi atividade de preparo de móveis como um trabalho moderado com os dois braços, e o descanso como sentado em repouso (SOMA, 2019). Entretanto, Slack (2018) considera alta a temperatura entre 23 e 30°C; condições que requer tempos maiores de produção pelo efeito negativo que o *stress* térmico provoca no corpo físico e psicológico.

As análises de Particulado de madeira inalável realizadas por Técnica analítica de Gravimetria, Método de ensaio - Particulado Inalável-MA-003 (MDHS 14/4) indicaram concentrações de pó inalável no valor de 19,829 mg/m³, acima do parâmetro máximo de 10 mg/m³ permitido, e necessidade de medidas de ordem coletiva, melhorias estruturais e administrativas, além da adoção de uso de EPIs (SOMA, 2020). A ausência de coletor de pó é uma das causas desse valor inalável.

Após acompanhamento, as sobras de materiais foram coletadas, separadas em reuso ou reciclo interno e descarte, e catalogadas. Os resultados dessa análise para o material MDF, indicaram a necessidade de uso de 4 chapas de MDF de 15 mm branca, 1 (um) MDF a mais além do orçado; ou seja, uso de 15,63 m² dos 20,24 m² com sobras correspondentes a 4,61 m² no total, sendo 3,49 m² destinado ao reuso ou reciclo interno, e 1,12 m² de desperdício de MDF com descarte (Ficha 1/F1/apêndice 27). Foi constatado equívocos no plano de corte e a fabricação de uma prateleira a mais que contribuiu para o acréscimo de 1,39 m² em MDF branco de 15 mm.

Para o fundo do guarda-roupa foram usadas 8,26 m² de 2 chapas de MDF de 6mm branca, com sobra total de 1,86 m² sendo 1,155 m² considerado pela empresa como material para reuso/reciclo interno, e restante, 0,705 m², como material para descarte (Ficha 2/F2/apêndice 28). Assim como, foram utilizadas 2 chapas de MDF madeirado (10,12 m²) de 15 mm para as portas; e após o uso de 6,80 m², obtiveram sobra de 3,31 m² correspondentes à soma de 2,78 m², destinado para reuso/reciclo interno, e 0,54 m² considerada perda por descarte (Ficha 3/F3/apêndice 29).

A soma dos pesos de pó do MDF coletado no piso após a execução do móvel foi de 5,445 Kg, na saída da máquina de corte e pó de varrição da área de fitamento e montagem. Houve desperdício de tempo em trocas de discos e contaminação do pó de serra com alumínio, uma vez que, os perfis de alumínio das portas foram cortados na mesma máquina, comprometendo outros usos. As Figuras 86 - 86.a a 86.j

apresentam a coleta de sobras, misturas de sobras de plásticos e MDF, proteções utilizadas para o transporte e montagem.

Figura 86 - 86.a até 86.j - levantamento fotográfico da Imersão com grupo focal GEID/IFAL (2019)



Fonte: Autora e grupo focal GEID/IFAL (2019).

As sobras dos perfis de alumínio foram medidas, pesadas e catalogadas. Foram obtidos 2,47 Kg de sobras de peças de alumínio entre tubos, puxadores e

molduras que a empresa destinava para reuso ou reciclo interno e externo; entretanto, localizava essas peças, todas juntas e sem distinção de medidas ou tipos, em mesmo recipiente, sem controle e sem plano e data de retirada para reciclagem externa.

As sobras dos rolos de fitas de borda foram separadas para reuso. Mas, havia fiapos de fitas de borda no piso e em coletor, e ausência de separação de materiais plásticos destinados ao descarte, as embalagens dos perfis de alumínio, de dobradiças, corrediças, acessórios, e películas plásticas de proteção dos MDFs, foram misturadas aos coletores onde já havia taliscas de MDF e fiapos de fitas de borda.

A soma de 7,425 m² (74250,00 cm²) de MDF foram consideradas para reuso, e ficavam apoiadas nas paredes dos fundos, misturadas, umas na frente das outras, sem visibilidade do conjunto de peças nem separação/catalogação por tipo, espessura e medida; constatou-se desperdício de 2,365 m² (23650,00 cm²) que foram coletados para medição, mas que iriam para o aterro. Considerando o projeto, e as espessuras de 15 e 6 mm para o MDF utilizado, houve 29130,00 cm³ de perda de material.

6.2.1.2.6 Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega no CB – Bloco D

Nesse item estão descritos os estudos de fluxos dos processos de produção, de expedição, de clientes, de abastecimento e de subprodutos no *layout* do CB por meio de Fluxograma da produção de guarda-roupa e Mapofluxos dos processos.

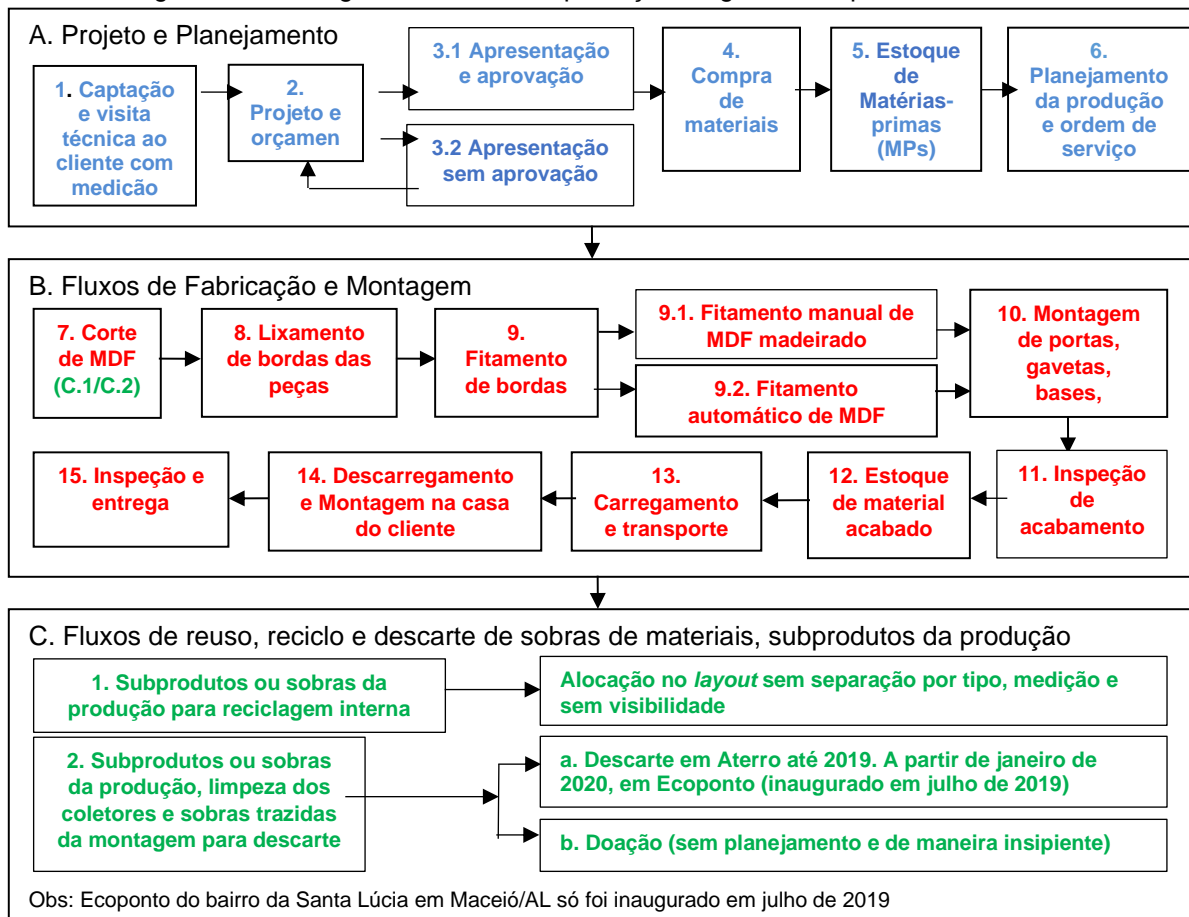
6.2.1.2.6.1 Fluxogramas Sintéticos de Informações (FI), de Fabricação e Montagem (FSFM) e Fluxogramas Sintéticos de Subprodutos (FSSP)

O Fluxograma sintético de Informações (FI), de projeto e planejamento está representado na cor azul, o Fluxograma Sintético de Fabricação e Montagem (FSFM) na cor vermelha, e o Fluxograma sintético de Subprodutos (FSSP) para reuso/reciclo e/ou descartes na cor verde (Figura 87).

O contato do cliente com a marcenaria inicia o processo; a solicitação do cliente gera demanda e levantamento de medidas no local onde será instalado o mobiliário (A.1). O projeto e/ou análise de projeto para gerar orçamento é o segundo processo (A.2) seguido de apresentação e aprovação (A.3). Caso o projeto e/ou orçamento não sejam aprovados, retorna para ajustes (A.2). Os processos de compra de materiais (A.4), de estoque de MPs (A.5) e de planejamento da produção (A.6) estão na

sequência. Entretanto, observou-se a necessidade de antecipar o A.6 para planejar o uso e corte de chapas, o reuso/reciclo de materiais já estocados, e o reuso/reciclo de subprodutos no plano de corte dos novos produtos, e de fazer a integração da equipe de marceneiros no processo antes da compra e estoque de materiais.

Figura 87 – Fluxograma sintético da produção de guarda-roupa no CB do EC2



Quanto aos Fluxos de Fabricação e Montagem (FFM), os fluxos dos processos de corte (B.7) e de lixamento (B.8) geraram desperdícios de materiais e insalubridade pela quantidade de pó de serra no piso e de particulado de pó no ar, indicados no quadro C1 e C2 (Figura 87).

No processo de fitamento automático (B.9.1) houve desperdício de cola por defeito na coladeira de bordas e desperdício de tempo com manutenção, além de perda de tempo no processo de fitamento de MDF madeirado pela impossibilidade de uso da mesma máquina.

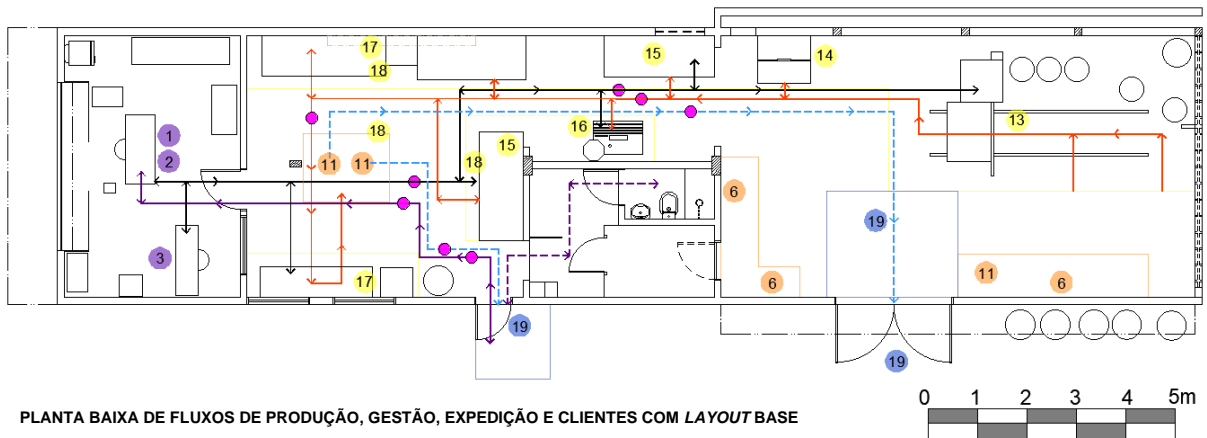
No processo de montagem (B.14) foi observado falha de medidas no corte das portas que precisou retornar para a fábrica para ter medidas ajustadas e viabilizar a

abertura das gavetas; foi desperdício de tempo, de material e de combustível, com acréscimos de emissões de gases tóxicos no ar, atraso do processo, e adiamento da entrega e finalização por mais 1 (um) dia.

6.2.1.2.6.2 Análise dos Fluxos dos processos de produção, supervisão, expedição e cliente no CB

O mapa quantitativo de linhas de movimentação dos trabalhadores durante a fabricação do guarda-roupa, elaborado por meio de Diagrama Espaguete, possibilitou desenhar o padrão de fluxo dos processos durante a fabricação e obter informações sobre o deslocamento dos recursos humanos e materiais no *layout*: quantidade, distâncias percorridas, cruzamentos e retornos; o objetivo foi visualizar e melhorar os PCs e evitar desperdícios no *layout* projetado. A Figura 88 apresenta planta com linhas de fluxos de produção, de supervisão, de expedição e de clientes considerando os Centros de Produção (CPs) de cada setor no CB. As linhas de fluxos críticos (PCs) foram marcadas com círculos na cor rosa.

Figura 88 – Fluxos dos processos de produção, gestão, expedição e cliente com *layout* do CB no EC2



PLANTA BAIXA DE FLUXOS DE PRODUÇÃO, GESTÃO, EXPEDIÇÃO E CLIENTES COM LAYOUT BASE

- LEGENDA**
- LINHAS DE FLUXO DE PRODUÇÃO: 33,24 m
 - FLUXO DE SUPERVISÃO DA PRODUÇÃO (PROPRIETÁRIO/GERENTE): 23,14 m
 - FLUXO DE EXPEDIÇÃO: 21,79 m
 - FLUXO DE CLIENTE: 10,75 m
 - FLUXO DE APOIO PARA FUNCIONÁRIOS: 5,49 m
- PONTOS CRÍTICOS EM FLUXOS:**
- 12,31 m em fluxos de produção no s.15 e s.16
 - 10,49 m em fluxos de supervisão no s.15 e s.16
 - 11,43 m em fluxos de expedição no s.15 e s.16
 - 4,73 m em fluxo de produção no s.18 e s.11
 - 6,50 m em fluxo de supervisão no s.18 e s.11
 - 1,43 m em fluxos de expedição
 - 7,07 m em fluxos de cliente
- s. 1 RECEPÇÃO
 - s. 2 REUNIÃO
 - s. 3 DIREÇÃO/GERÊNCIA/PCP/EXPEDIÇÃO
 - s. 6 ESTOQUE DE CHAPAS
 - s. 11 ESTOQUE DE MATERIAL ACABADO
 - s. 12 ESTOQUE DE MATERIAL SEM USO
 - s. 13 CORTE DE CHAPAS DE MDF (ESQUADREJADEIRA)
 - s. 14 CORTE (SERRA CIRCULAR)
 - s. 15 FITAMENTO MANUAL
 - s. 16 FITAMENTO AUTOMÁTICO (COLADEIRA DE BORDA)
 - s. 17 FURAÇÃO DE PEÇAS (FURADEIRA DE BANCADA)
 - s. 18 MONTAGEM
 - s. 19 EXPEDIÇÃO

Fonte: Autora

As linhas de fluxos da produção (33,24 m, linha contínua na cor vermelha) estavam misturadas e cruzadas às dos clientes (10,75 m, linha contínua na cor roxa), às da supervisão (23,14 m, linha contínua em preto) e às da expedição (21,79 m, linha tracejada na cor azul clara) no setor de montagem (s.18).

Existia 3 (três) fluxos críticos nos setores de fitamento (s.15 e 16): o da produção (12,31 m), o da supervisão (10,49 m) e o da expedição (11,43 m), estreitamento de espaços de trabalho e coladeira de borda do lado contrário às bancadas, provocando movimentos circulares para pegar e apoiar peças.

A expedição (s.19) ocorria em duas áreas, numa delas, com retorno de peças acabadas pelo setor de fitamento (s.15 e 16) para carregamento e transporte, e na entrada e saída dos clientes no setor de montagem (s.18).

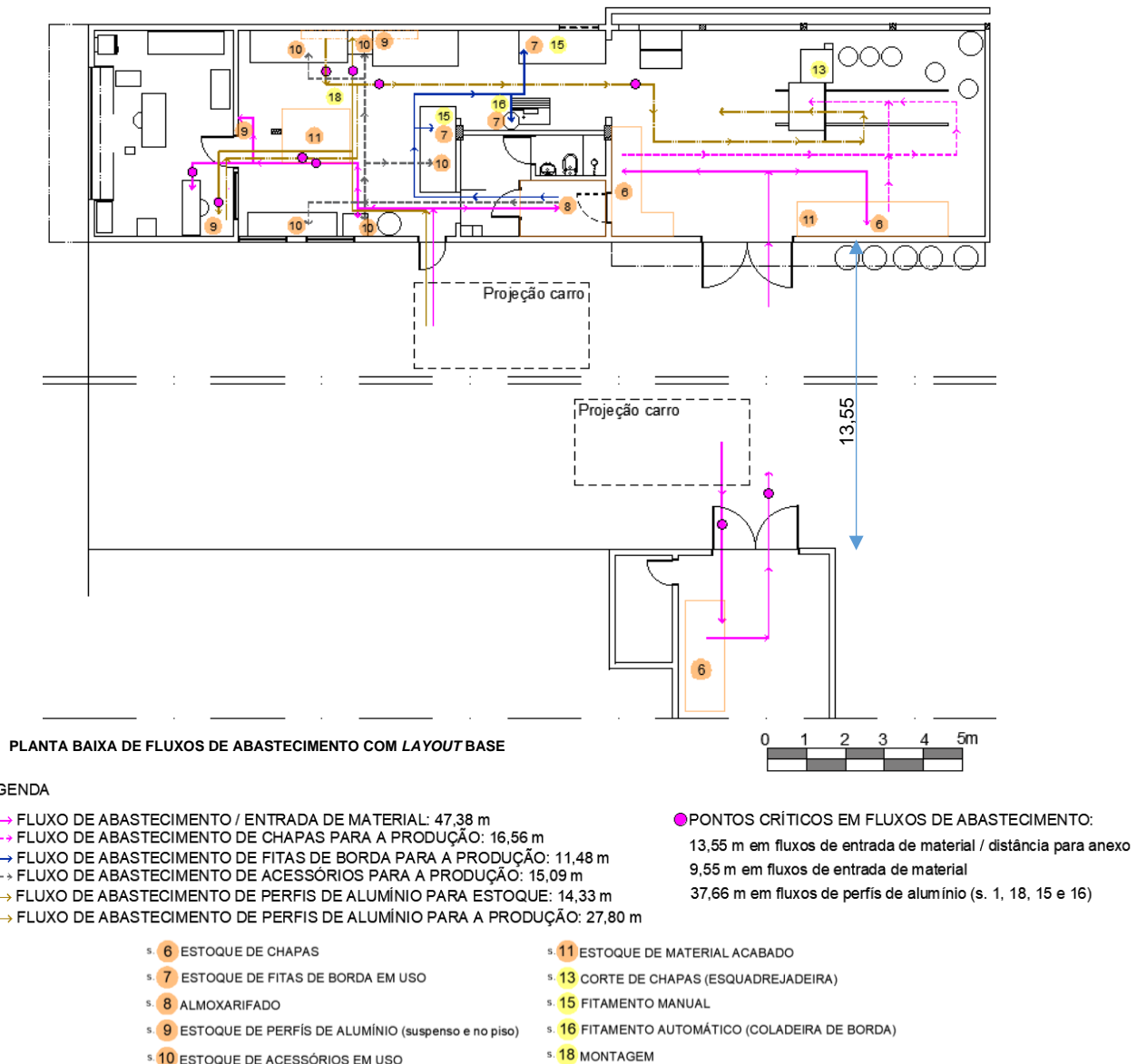
O *layout* era compartimentado e possuía fluxos de retorno e cruzados nos setores de montagem e fitamento que podem ser evitados a partir de projeto para L^{P+L} com a retirada de parte da edificação central ou abertura.

6.2.1.2.6.3 Análise dos Fluxos dos processos de abastecimento no CB

Nas linhas de fluxos dos processos de abastecimento de entrada de material (47,38 m, setas em linha contínua na cor rosa) estavam incluídos fluxos do MDF localizados no estoque (s.6) anexo; a distância entre as edificações é de 13,55 m sem cobertura e sem pavimentação, com risco de acidente e de danos para as MPs. A empresa não possuía equipamento de transporte que auxiliasse o carregamento de peso; tanto a distância entre os estoques, quanto a ausência de cobertura para intempéries foram consideradas PCs para trabalhadores e materiais, Figura 89.

Os fluxos de abastecimento de chapas de MDF para a produção no setor de corte (s.13) eram diretos e somavam 16,56 m (linhas tracejadas na cor rosa) com parte do estoque de MDF (s.6) paralelo à máquina, o que facilitava o uso do material, Ponto Positivo (PP) no *layout* do CB.

As linhas de fluxos de abastecimento de fitas de borda para a produção (11,48 m, em linhas contínuas na cor azul) no setor de fitamento (s.15, 16), e as de acessórios para a produção (15,09 m, em linhas tracejadas na cor cinza) eram diretas e próximas ao almoxarifado, PP no *layout* do CB; mas, conflitavam com fluxos da supervisão, produção e expedição, e os acessórios ficavam espalhados sobre as bancadas.

Figura 89 – Linhas de Fluxos dos processos de abastecimento com *layout* do CB no EC2

Fonte: Autora

As linhas de fluxos de abastecimento de perfis de alumínio para estoque (14,33 m, em linha contínua na cor ocre) demonstravam dispersão quanto à localização de estoques (s.9) e conflitos com as linhas de fluxos de clientes, supervisão, produção e expedição. Havia estoques de perfis de alumínio (s.9) suspensos e apoiados em paredes da administração. Além disso, foram encontrados 27,80 m em linhas de fluxos críticos de abastecimento de perfis de alumínio para o setor de corte (s.13/linha tracejada na cor ocre). Esses perfis percorriam grande parte da dimensão longitudinal da edificação e configuravam-se como desperdício de movimentação.

6.2.1.2.6.4 Análise dos Fluxos dos subprodutos no CB

A elaboração de plantas de fluxos de Subprodutos (SP) é estudo que promove discussões sobre reuso/reciclo e perdas produtivas. A alocação e destinação de SP para reuso/reciclo interno estavam relacionadas às sobras de MDF maiores que 0,40 x 0,40 m. Não havia doação de peças nem estantes para SP, as peças para reuso/reciclo ficavam encostadas na parede, e peças menores eram destinadas ao descarte. As linhas de fluxos de SP foram mapeadas e apresentadas na Figura 90.

No coletor e no piso localizado no CB como s.20b foram encontrados taliscas, retalhos e pedaços de MDF destinados ao descarte originados da máquina de corte (setor 13/s.13). Foram mapeados fluxos de MDF para descartes (12,76 m em linhas contínuas na cor verde escura) junto à máquina de corte (s.13), e direcionados a coletor s.20b e s.24; e no setor de furação (s.17) direcionado ao coletor s.28. Os coletores s.24 e s.28 estavam com misturas de outros materiais para descarte.

Foram mapeados também, junto à máquina de corte (s.13), linhas de fluxos de películas plásticas dos MDFs para descarte (6,25 m, em linhas contínuas na cor laranja) encontradas no piso e em coletores internos (s.24) e que estavam misturados a outros materiais como MDF, pó de serra e de varrição (s.24).

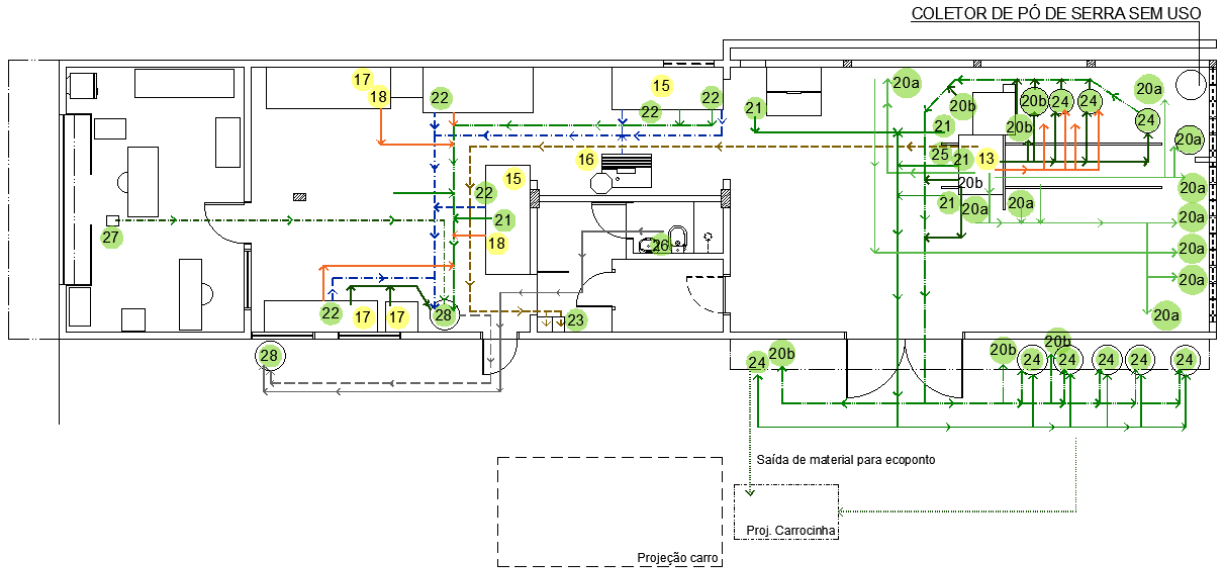
Aos valores de fluxos internos provenientes dos coletores s.20b e s.24, no setor de corte (s.13), acrescentou-se 24,35 m de fluxos para descartes de materiais misturados representado em linha traço dois pontos verde, saindo do setor de corte (s.13), e ligando os setores e coletores internos (s.20b e 24) aos externos (s.20b e 24) para a retirada e descarte, sem coleta seletiva; esses materiais eram também depositados diretamente no piso (s.20b) formando entulhos de perdas produtivas.

Foram mapeados fluxos de partículas de MDF, pó de serra, plásticos de embalagens de acessórios e pó de varrição dos setores de fitamento (s.15 e 16) e montagem (s.18) direcionados ao coletor s.28; esses fluxos somaram 9,50 m (linha traço dois pontos verde), considerados pela empresa como material para descarte, a soma de 33,85 m (24,35 m + 9,50 m) de fluxos de materiais misturados sem seleção.

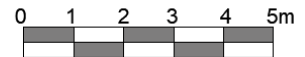
Além desses materiais, foram encontrados no coletor s.28, perto do acesso de clientes, SP dos processos de fitamento (s.15 e 16) como MDF+cola+fita de borda correspondendo ao fluxo do s.22 para o 28 (14,62 m, linha tracejada azul); assim como, material orgânico misturado a papel proveniente do coletor s.27 (8,25 m em

linha traço e ponto verde) e MDF em forma de talhas, retalhos e poeiras do setor de furação (s.17) já mapeados em linhas contínuas na cor verde escura.

Figura 90– Linhas de Fluxos de Subprodutos com *layout* do CB no EC2



PLANTA BAIXA DE FLUXOS DE SUBPRODUTOS COM LAYOUT BASE



LEGENDA

- FLUXO DE PÓ DE VARRIÇÃO MISTURADOS A MDF, PÓ DE SERRA E PLÁSTICO PARA DESCARTE: 24,35 m + 9,50 = 33,85 m
- FLUXO DE SUBPRODUTOS DE MDF (TALISCAS / RETALHOS / PEDAÇOS) PARA DESCARTE: 12,76 m + 24,35 m = 37,11 m
- FLUXO DE SUBPRODUTOS DE MDF + COLA + FITAS DE BORDA PARA DESCARTE: 14,62 m
- FLUXO DE SUBPRODUTOS DE PLÁSTICO PARA DESCARTE: 12,63 m + 21,52 m = 34,15 m
- FLUXO DE PÓ DE SERRA E PÓ DE VARRIÇÃO PARA DESCARTE: 28,69 m
- FLUXO DE MATERIAIS ORGÂNICOS E PAPEL PARA DESCARTE: 8,25 m
- FLUXO DE MATERIAIS NÃO RECICLÁVEIS PARA DESCARTE E COLETA URBANA (PAPEL OU MATERIAL CONTAMINADO): 9,77 m
- FLUXO EXTERNO DE MATERIAIS MISTURADOS PARA DESCARTE EM COLETA URBANA: 12,52 m
- FLUXO DE SUBPRODUTOS DE MDF PARA REUSO / RECICLO INTERNO: 27,65 m
- FLUXO DE SUBPRODUTOS DE ALUMÍNIO PARA REUSO / RECICLO INTERNO / EXTERNO: 15,91 m
- FLUXO EXTERNO DE MATERIAIS PARA CARROCINHA E DESCARTE

TOTAL DE LINHAS DE FLUXOS DE SUBPRODUTOS: 210,00 m
 TOTAL DE LINHAS DE FLUXOS DE SUBPRODUTOS PARA DESCARTE: 166,44 m
 TOTAL DE LINHAS DE FLUXOS DE SUBPRODUTOS PARA REUSO/RECICLO: 43,56 m

- | | | |
|---|---|---|
| s. 1 RECEPÇÃO | s. 20a SUBPRODUTOS (SOBRAS / PEDAÇOS DE MDF PARA REUSO/RECICLO INTERNO) | s. 24 MATERIAIS MISTURADOS PARA DESCARTE (MDF, PLÁSTICOS, PÓ DE VARRIÇÃO, PÓ DE SERRA) |
| s. 5 BANHEIRO | s. 20b SUBPRODUTOS (SOBRAS / TALISCAS / PEDAÇOS DE MDF PARA DESCARTE) | s. 25 PÓ DE ALUMÍNIO NO CHÃO MISTURADO AO PÓ DE SERRA |
| s. 13 CORTE DE CHAPAS DE MDF (ESQUADREJADEIRA) | s. 21 SUBPRODUTO PÓ DE SERRA DE MDF E PÓ DE VARRIÇÃO | s. 26 PAPEL NÃO RECICLÁVEL (CONTAMINADO) |
| s. 14 LIXAMENTO | s. 22 SUBPRODUTO (MDF + COLA+ FITAS DE BORDA) | s. 27 MATERIAL ORGÂNICO + PAPEL |
| s. 15 FITAMENTO MANUAL | s. 23 SUBPRODUTO PERFIL DE ALUMÍNIO | s. 28 MATERIAIS MISTURADOS PARA DESCARTE (ORGÂNICO + FITAS DE BORDA + ALUMÍNIO + PAPEL + PLÁSTICO + PÓ DE VARRIÇÃO) |
| s. 16 FITAMENTO AUTOMÁTICO (COLADEIRA DE BORDA) | | |
| s. 17 FURAÇÃO DE PEÇAS (FURADEIRA DE BANCADA) | | |
| s. 18 MONTAGEM | | |

Fonte: Autora

Foi observado particulado de madeira no ar e que o pó de serra de MDF ficava espalhado pelo piso do setor de corte (s.13) e acumulado junto à máquina (s.21), e que existia coletor para a extração do pó de serra, mas estava afastado do acesso

com difícil esvaziamento, sem duto e sem motor. Os fluxos de pó de serra de MDF se misturavam ao de varrição para descarte e foram mapeados como desperdício (28,69 m, linhas contínuas na cor verde), direcionados aos setores 21 (s.21) internamente, aos coletores s.24 externos. As linhas de fluxos para descartes demonstravam desperdícios produtivos de 166,44 m com deslocamentos de recursos e tempo.

Para o SP de perfis de alumínio, havia fluxos de retorno (15,91 m em linha tracejada na cor ocre) do setor de corte (s.13) ao de estoque (s.23) para reuso/reciclo; o corte era realizado na mesma máquina de MDF com perda de tempo para a troca de discos e contaminação do pó de serra com partículas de alumínio.

As linhas de fluxos mapeadas demonstraram desperdícios de espaço no setor de corte (s.13), também pelo acúmulo de sobras de MDF para reuso/reciclo interno localizadas no *layout* como s.20a.

Foram mapeados 8 conjuntos de peças de MDF apoiadas nas paredes (s.13) e sem visibilidade de todas elas, e 2 (dois) conjuntos de peças apoiadas na máquina de corte para serem retiradas e transportadas; havia 27,65 m em fluxos para reuso/reciclo interno de MDF (linhas contínuas na cor verde clara, Figura 90). As linhas de fluxos para reuso/reciclo somaram 43,56 m (15,91 m + 27,65 m) e demonstraram desperdícios com retornos, cruzamentos e deslocamentos.

A análise dos fluxos de SP é ação inédita e integradora. Pode ser replicada em outras pesquisas para promover discussão e mudanças. Faz parte do projeto de L^{P+L} como estratégia de integração.

Os resultados desses estudos foram apresentados à equipe de gestores em reunião no Laboratório Multidisciplinar de Design, Educação e Sustentabilidade (LANDES/IFAL) quando houve dinâmica para (a) listar PCs (uso de *post-its* na cor amarela e laranja para cada setor do *layout*), (b) elaborar e discutir painel de PCs e (c) *brainstorming* para listar O^{P+L} e sugestões de melhoria (uso de *post-its* na cor rosa ou lilás para cada falha e PC abordada); houve (c) avaliação e (d) finalização da atividade com o grupo focal.

Essas dinâmicas e reflexões fizeram parte do processo e geraram envolvimento da equipe e dos gestores, discussões e possibilidades de projeto para L^{P+L} . As Figuras 91 (91.a até 91.f) apresentam essas atividades e esboços. As ideias foram relacionadas e se concentraram na ampliação e melhoria dos espaços físicos, na melhoria das condições de conforto e segurança, na eliminação de fluxos críticos, na

aquisição de máquinas, equipamentos e sistemas para reduzir o tempo de trabalho e de entrega, melhorar a produtividade e a limpeza das áreas.

Figura 91 - 91.a até 91.f - reunião com grupo focal GEID/IFAL (2019) e empresa EC2

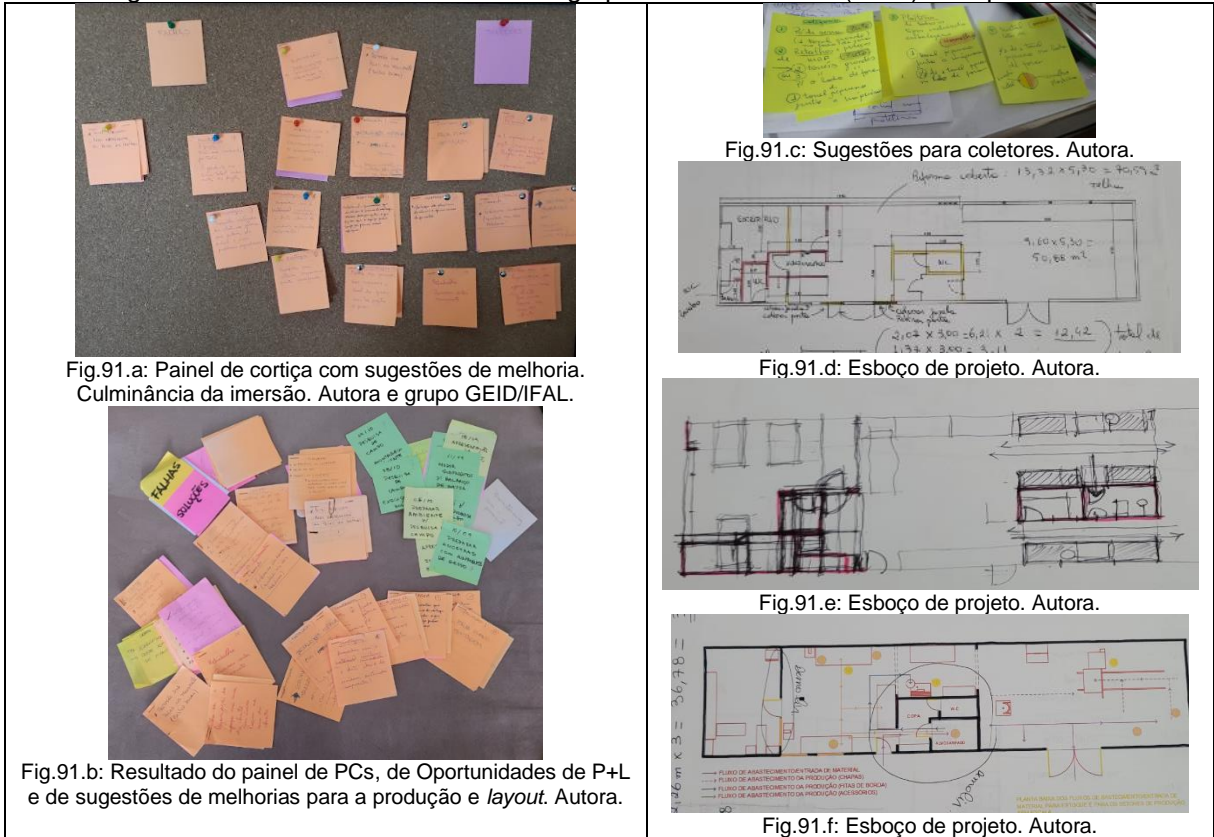


Fig.91.a: Painel de cortiça com sugestões de melhoria. Culminância da imersão. Autora e grupo GEID/IFAL.

Fig.91.b: Resultado do painel de PCs, de Oportunidades de P+L e de sugestões de melhorias para a produção e layout. Autora.

Fig.91.c: Sugestões para coletores. Autora.

Fig.91.d: Esboço de projeto. Autora.

Fig.91.e: Esboço de projeto. Autora.

Fig.91.f: Esboço de projeto. Autora.

Fonte: Autora e GEID/IFAL (2019).

Os Pontos Críticos (PCs) da infraestrutura física, sistemas e tecnologias por áreas (a.) e setores (s.) foram listados no Quadro 58 do item 6.2.1.2.6.5.

6.2.1.2.6.5 Quadro de Pontos Críticos (PCs) nas Áreas (a.) e Setores (s.) do EC2

Os principais PCs nas áreas (a.) e setores (s.) foram listados no Quadro 58:

Quadro 58 – Pontos Críticos (PCs) da infraestrutura física, sistemas e tecnologias por áreas (a.) e setores (s.) do EC2. “Continua”	
Riscos Ambientais (NR-15, 2022; NR-17, 2022): Físicos (RF), Químicos (RQ), Biológicos (RB), de Acidente (RA) e/ou Mecânicos (RM), e Ergonômicos (RE).	
Áreas (a.)	PCs da infraestrutura gerencial, de pessoas, de estoques, física, tecnológica, de movimentação e de expedição.
a.1	(1) Ausência de planejamento estratégico, tático, operacional sistematizado e de (2) organograma e o detalhamento de atribuições; (3) Concentração de atividades administrativas de Planejamento e Controle da Produção (PCP), recepção (s.1), reunião (s.2), direção, gerência, PCP e expedição (s.3) em uma pessoa; (4) Ausência de mapas de fluxos do Sistema Produtivo (SP), desde o projeto, orçamento, planejamento de uso de materiais, e de controles de processos; (5) Falta de visibilidade do setor de PCP (s.3) para o setor de corte (s.13): a barreira física relacionada aos setores copa (s.4), banheiro (s.5) e almoxarifado (s.8) prejudica essa relação; (6) Mobiliários sem uso com obstrução da circulação; (7) Ausência de entrada para clientes pela calçada externa; (8) Materiais e acessórios para uso na produção estocados (s.10) na área administrativa (a.1) junto

	<p>ao PCP (s.3); (9) Ausência de lavabo e de espaço para receber clientes; (10) Geladeira posicionada na administração provocando cruzamentos de fluxos de funcionários; (11) Descontinuidade de Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), que perdurou até 2016 (SSST); (12) Descontinuidade de Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), até 2016 (SSST); (13) Falta de Análise Ergonômica do Trabalho (AET) (SSST) para avaliar RE e a altura ideal das máquinas e bancadas de trabalho, e orientar as melhores práticas ergonômicas (NR 17); (14) Ausência de planos de treinamento e capacitação para a equipe de trabalho, marceneiros e ajudantes relacionados à otimização da produção, a planos de corte e uso de materiais, gestão ambiental, P+L ou ecodesign, minimização de perdas produtivas e Segurança e Saúde do Trabalho (SST) para o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) (SSST); (15) Ausência de janela na administração para iluminação, ventilação e exaustão (RF); (16) Incidência solar e calor no horário da tarde, fachada norte e oeste (RF);</p>
a.2	<p>(1) Ausência de espaço físico de apoio para interação da equipe, reuniões e treinamento; (2) Ausência de área para descanso; (4) Copa (s.4) fragmentada em 2 espaços: espaço com microondas próximo ao banheiro e geladeira localizada na área administrativa (a.1); (5) Copa (s.4) sem exaustão, iluminação e ventilação natural (RB); (6) Banheiro (s.5) sem exaustão, iluminação e ventilação natural (RB), com forro de madeira para apoiar estoque de fórmicas antigas e sem uso e riscos ambientais biológicos pela umidade e de proliferação de fungos (RB); (7) Falta de Mapa de Segurança e Saúde do Trabalho (SST) nas áreas e setores (SSST); (8) Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs) à disposição, porém empoeirados (SSST); (9) Falta de uso de EPIs: óculos de proteção, protetor auricular, máscara de proteção respiratória filtrante (PFF1), fardamento, luva e sapato com solado de borracha e/ou couro (SSST); (10) Falta de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs): coifa protetora do disco de corte, coletor de serragem, extintores de incêndio, placas de sinalização, lâmpadas de emergência (SSST); (11) Falta de acessibilidade (RE).</p>
a.3	<p>(1) Fragmentação das áreas de estoque/armazenamento; (2) Armazenamento de subprodutos nas áreas de produção (a.4); (3) Materiais apoiados em colunas, paredes e máquinas que prejudicam a organização do espaço físico, a movimentação e o controle da produção com riscos de acidentes (RA); (4) Acessórios para uso na produção estocados no setor de PCP (s.3); (5) Perda de espaço físico na área de produção nos setores de corte (s.13), fitamento (s.15) e montagem (s.18) com estoques de materiais sem uso; (6) Estoque de chapas de MDF apoiadas no chão com risco de umidade e danos ao material (s.6) tanto na edificação principal quanto no anexo; (7) Chapas de MDF apoiadas nas paredes sem resistência com risco estrutural (s.6); (8) Perfis de alumínio suspensos acima das bancadas de trabalho com difícil acesso (s.9); (9) Almoarifado sem exaustão com parte suspensa acima do banheiro e risco de umidade nos materiais (s.8); (10) Uso de materiais tóxicos na produção como colas e solventes a base de materiais fósseis; (11) Conflitos em áreas e fluxos de produção pela demora na expedição de estoques de materiais acabados; (12) Anexo com umidade com risco de danificar MDFs (s.6).</p>
a.4	<p>(1) Ausência de procedimentos rotineiros e sistemáticos de limpeza das áreas e setores de produção (s.13, 14, 15, 16, 17, 18) e das máquinas; (2) Ausência de procedimentos sistemáticos de manutenção preventiva das máquinas; (3) Máquinas portáteis apoiadas nas bancadas e dispersas na área de produção sem local específico para a guarda e controle; (4) Máquinas antigas sem selo de eficiência energética; (5) Custos econômicos e ambientais com retrabalho ao detectar falhas na produção; (6) Máquina de corte, esquadrejadeira, sem cutelo, sem proteção do disco de corte para o operador, com acionamento manual, risco de acidente e folga que prejudica a precisão do corte de MDF (RA ou RM); (7) Ruído no ambiente de trabalho no setor de corte (s.13) (RF); (8) Falta de equipamentos de proteção contra incêndio, e riscos ambientais com incêndios (RA); (9) <i>Layout</i> gerador de conflitos em circulação com estreitamentos, dificuldades de circulação dos funcionários e dos materiais com riscos de acidentes (RA); (10) Cruzamento da circulação no setor de fitamento (s.15 e 16) para acesso do setor de corte ao de montagem provocando paradas e atrasos (RA); (11) Máquina de fitamento posicionada em lado oposto ao fluxo de trabalho com cruzamentos de fluxo e movimentos circulares no momento de uso (RE); (12) <i>Layout</i> do setor de montagem (s.18) obstruído com materiais acabados e sem uso estocados e espalhados, dificultando a movimentação (RA); (13) Suporte de cola da máquina de fitamento com defeito causando paradas para reparos, riscos de queimaduras (RF) e desperdício de tempo e de cola; (14) Uso de materiais tóxicos, colas (substância Tolueno) e solventes no setor de fitamento (RQ); (15) Pó de serra espalhado no piso e nas máquinas dos setores de corte (s.13) e lixamento (s.14) (RQ); (16) Setor de fitamento com bancadas empoeiradas pelo particulado de madeira proveniente da máquina de lixamento (RQ); (17) Partículas de pó de serra espalhados no ar (RQ); (18) Bancadas para trabalho nos setores de fitamento manual (s.15) e montagem (s.18) com 80 a 82 cm de altura, abaixo da altura recomendada pela NBR 17 de Ergonomia (85 a 90 para trabalho em pé e pesado), postura curvada da coluna vertebral com inadequação antropométrica entre a altura dos funcionários, a atividade e a altura de bancadas (RE); (19) Levantamento manual com posturas torcidas de tronco pela posição de pega e transporte das MPs do setor de estoque de MDF (s.6) para o de corte (s.13) (RE); (20) Calor e falta de circulação</p>

	de ar no setor de corte (s.13) formando uma bolsa de ar quente (RF); (21) Laje do setor de montagem (s.18) com mofo por infiltração de umidade pela ausência de cobertura (RB); (22) Calor no ambiente interno do setor de corte (s.13) pelo uso de telhas de fibrocimento na cobertura sem manta de proteção reflexiva e pela incidência solar na fachada oeste, no horário da tarde (RF); (23) Utilização de energia elétrica compartilhada sem controle exato de uso e de custo (RA).
a.5	(1) Mistura de áreas de circulação e expedição (s.19); (2) Uso de lonas e materiais plásticos poluentes e tóxicos produzidos com polietileno para proteger os materiais acabados na hora da embalagem para o transporte; (3) Custos econômicos e ambientais com o transporte de materiais provenientes de retrabalho; (4) Plásticos de proteção descartados; (5) Ausência de bancada de apoio para procedimentos de embalagem; (6) Ausência de bancada, equipamentos, sistemas e tecnologias para controle da expedição/entrega, com risco de estoques de materiais acabados não serem expedidos em tempo e interrompe fluxos; (7) Atrasos na expedição dos materiais acabados provenientes de atrasos na produção; (8) Desperdícios de materiais tóxicos e poluentes como colas e solventes (RQ); (9) Circulação de retorno para o processo de embalagem, expedição e transporte com risco de acidente (RA) pelo estreitamento da circulação no setor de fitamento (s.15 e 16) e muitas vezes realizada pela área externa.
a.6	(1) Ausência de Plano de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS); (2) Desperdício de área para sobras de materiais; (3) Subutilização de sobras de materiais com acúmulo nas áreas de produção prejudicando fluxos (s.20); (4) Desperdício de área para alocação de materiais para descarte (s.21, 22, 24 e 27); (5) Falta de controle e de medição de subprodutos alocados na área de produção para reuso e reciclo; (6) Pó de serra de MDF espalhado no piso, paredes e máquinas (s.21) e nos subprodutos por todo o setor de corte (s.13), aspecto sujo e contaminante (RQ); (7) Contaminação do ar com particulado de madeira pela ausência de coletor de pó (s.21) na máquina de corte, esquadrejadeira, e na de lixamento para a extração do pó de serra e para evitar resíduos dispersos no ar e no chão (RQ); (8) Fragmentação da alocação de sobras ou subprodutos de materiais como MDF na área de produção (a.4) com risco de tropeços e acidentes (RA); (9) Mistura de pó de alumínio com o pó de serra (s.25) no setor de corte (s.13) (RQ); (10) Mistura de materiais tóxicos como MDF, colas e fitas de borda (s.22) espalhados nas bancadas e no chão e também misturado ao pó de varrição (s.27) (RQ);
a.7	(1) Área para a circulação fragmentada; (2) Invasão da área de circulação pela área de embalagem e expedição (a.5 / s.19) e por estoques de materiais sem uso (s.12) (RA).
a.8	(1) Cruzamento da área de circulação (a.7) pela de expedição (a.5); (2) Circulação de retorno para embalagem, expedição e transporte com risco de acidente (RA).
	(1) Não possui extintores de incêndio, (2) sistema ou Plano de Prevenção e Combate a Incêndio (PPCI) (NR 23), (3) projeto de Combate a Incêndio (PCI) e (4) lâmpadas de segurança (RA).
	(1) Precariedade quanto à infraestrutura elétrica com risco de incêndio e acidentes (RA); (2) Falta de projeto elétrico conforme as normas de segurança com risco de incêndio (RA); (3) Falta de aterramento das máquinas (RA); (4) Fiação elétrica encapada, porém exposta (RA); (5) Fiação próxima às áreas de trabalho sem identificação de voltagem e (6) precariedade de proteções (RA).

Fonte: Autora

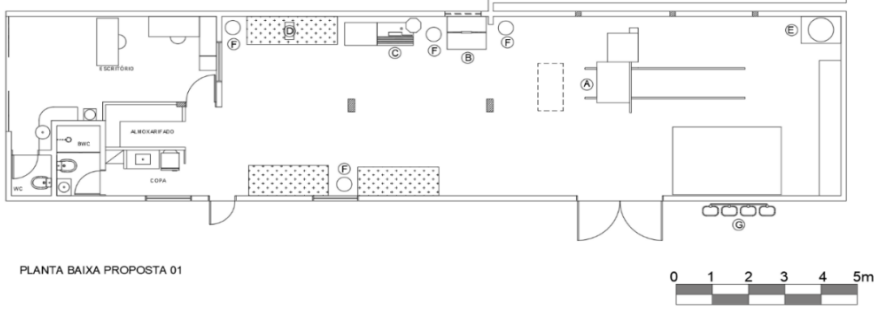
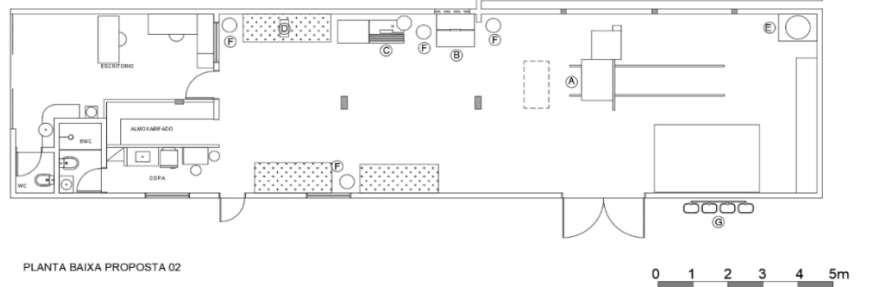
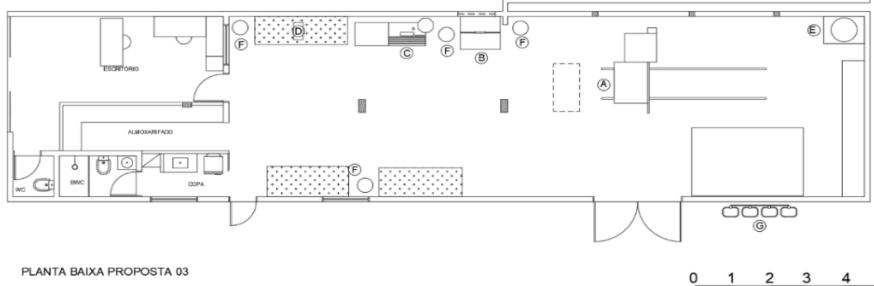
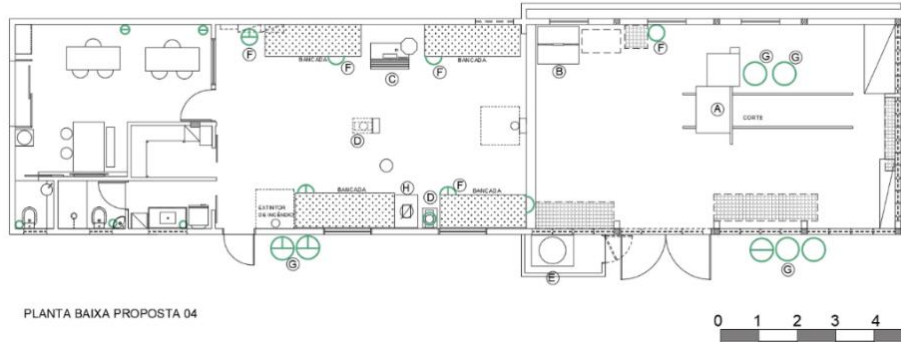
Na ADI ficou clara a necessidade de integrar e dar unidade ao espaço para evitar fragmentação, e que o volume central com os setores de copa (s.4), banheiro (s.5) e almoxarifado (s.8) formavam barreira física e visual. A retirada e/ou relocação foi decisão de projeto para ampliar e melhorar áreas e setores de produção, melhorar o controle do uso dos espaços, dos materiais e dos subprodutos e evitar desperdícios.

Além disso, construção de lavabo, reaproveitamento de piso de cerâmica artesanal em bom estado, reaproveitamento de portas e janelas, e de 2 vidros existentes na entrada para fazer painel organizador de projetos/produção e porta/divisória para tornar a produção visível tanto para os gestores quanto para os clientes, e incentivar e promover segurança, controle, organização e a P+L.

Após os trabalhos de imersão, iniciaram etapas para elaborar o projeto e intervenção com (a) simulação de dados sobre áreas, fluxos dos processos e perdas

para elaborar opções de projeto de L^{P+L} ; (b) impressão das opções de projeto para apresentação ao grupo, propostas de 01 a 04 inseridas na Figura 92 (92.a até 92.d):

Figura 92 - Plantas alternativas de *layout* integrado à P+L para o EC2.

<p>Figura 92.a: Proposta 1 (P1)</p>  <p>PLANTA BAIXA PROPOSTA 01</p>	<p>Proposta 1: foi descartada para criar ambiente para Marcenaria Laboratório com espaço para apresentação de projetos e interação remota com instituições de pesquisa; e para não reduzir a área de produção.</p>
<p>Figura 92.b: Proposta 2 (P2)</p>  <p>PLANTA BAIXA PROPOSTA 02</p>	<p>Proposta 2: idem. Os proprietários não queriam ultrapassar a coluna.</p>
<p>Figura 92.c: Proposta 3 (P3)</p>  <p>PLANTA BAIXA PROPOSTA 03</p>	<p>Proposta 3: idem; o quantitativo de material no almoxarifado não justificava a redução da área de produção; poderiam melhorar a compra de componentes e acessórios e aplicar 5S e gestão do <i>layout</i>;</p>
<p>Figura 92.d: Proposta 4 (P4)</p>  <p>PLANTA BAIXA PROPOSTA 04</p>	<p>Proposta 4: prevaleceu para ampliar e melhorar a área de produção e limpeza; criar espaço para a Marcenaria Laboratório; criar mobiliário para o almoxarifado, para vestiário, copa e estoque de subprodutos; executar banheiro; e melhorar a circulação.</p>

Fonte: Autora

Na sequência, (c) aplicação de PA do método de L^{P+L} na Infraestrutura de Gestão e Pessoas, Bloco A, para envolver a equipe e gestores na discussão e processo de decisão da melhor opção de projeto de L^{P+L} , e construção de repertório de ideias para o *layout* projetado, bancadas, apoios e estoques, que foram finalizados após a elaboração do projeto e execução das reformas. A proposta 4 (Figura 92.d) foi escolhida pela ampliação da área de produção, visibilidade, fluxo e por possibilitar áreas de produção sem barreiras e espaço para reunião e CarmelLab $^{P+L}$.

As Figuras 93 (93a até 93i) apresentam esboços de ideias para a construção de repertório elaborado junto a funcionários e representantes legais da empresa.

Figura 93 - 93.a até 93.i - reunião para a construção de repertório de ideias com a equipe Carmel

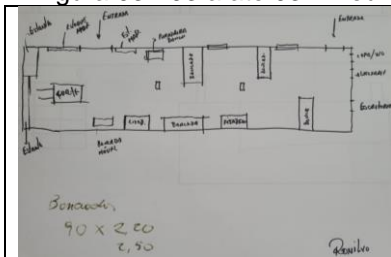


Fig.93.a: *Layout 1*. Fonte: Ronilvo Melo.

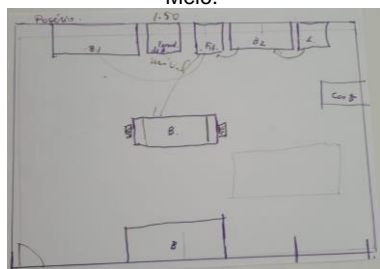


Fig.93.b: *Layout 2*. Fonte: Rogério.

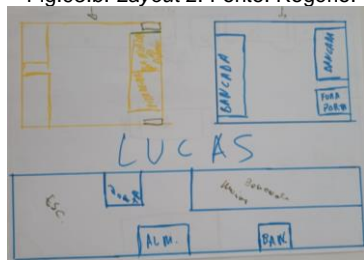


Fig.93.c: *Layout 3*. Fonte: Lucas.

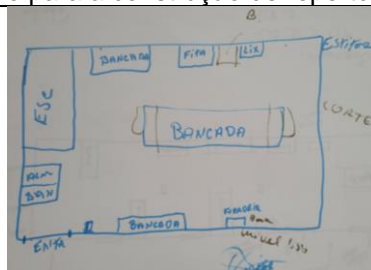


Fig.93.d: *Layout 4*. Fonte: Lucas.

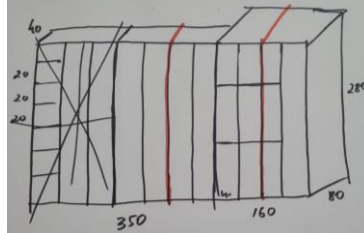


Fig.93.e: Esboço estante de subprodutos. Fonte: Ronilvo Melo.

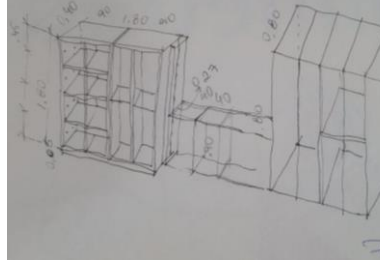


Fig.93.f: Esboço estante de subprodutos. Fonte: Autora.

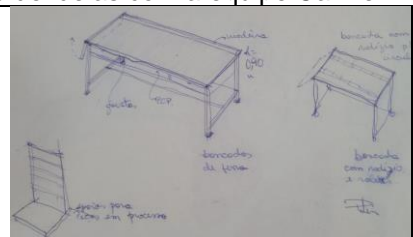


Fig.93.g: Esboço bancadas. Fonte: Autora.

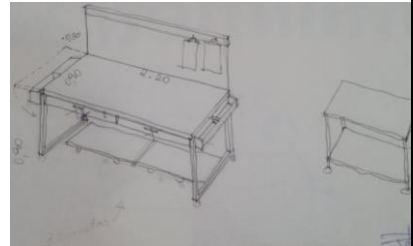


Fig.93.h: Esboços bancadas. Fonte: Autora.

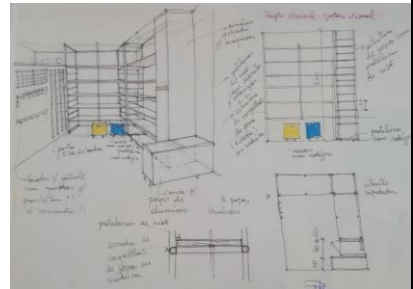


Fig.93.i: Esboço do mobiliário do almoxarifado. Fonte: Autora.

Fonte: Autora

Logo em seguida, houve (d) elaboração de projeto de L^{P+L} para intervenção inicial na Infraestrutura Física e Tecnológica, Bloco C, Fator [Eco]Edifício, e na Infraestrutura de Movimentação e Expedição, Bloco D; (e) discussão, ajustes e

aprovação; (f) PA para detalhar projeto executivo; (g) PA para elaborar projeto elétrico; (h) PA para executar reformas na Infraestrutura Física conforme L^{P+L} escolhido (P4).

Na sequência, após finalizar reformas, foram elaborados PAs para (i) mudanças no fator Máquinas, Equipamentos e sistemas, Bloco C; (j) na Infraestrutura de Abastecimento e Armazenamento, Bloco B, em mobiliários, bancadas e estantes para o almoxarifado e para subprodutos; (k) aplicar método de L^{P+L} no Bloco A com discussões sobre a área de gestão e pessoas para mudanças organizacionais, e (l) melhorias contínuas em processos de projeto, de gestão e em capacitação.

As oportunidades de P+L a partir da análise das áreas, setores e fluxos então relacionadas no Quadro 59 do item 6.2.1.2.6.6, e direcionaram os Requisitos e Condicionantes de Projeto (RC-PROJ) para a infraestrutura física e tecnológica.

6.2.1.2.6.6 Oportunidades de P+L a partir da análise das áreas, setores e fluxos dos processos no EC2

Quadro 59 - Oportunidades de P+L integradas a fatores de projeto de <i>layout</i> no EC2. "Continua".	
O-1	Atualizar máquinas e equipamentos para atender às normas de segurança do trabalho e obter maior produtividade. Substituir esquadrejadeira antiga por nova e de precisão que atenda às normas e que apresente selo de eficiência energética.
O-2	Criar rotinas de limpeza e manutenção preventivas em máquinas e no espaço produtivo.
O-3	Instalar coletor de pó de serra na máquina esquadrejadeira e na de lixamento.
O-4	Criar painel em cada posto de trabalho para organizar máquinas portáteis e ferramentas.
O-5	Eliminar desperdícios de espaço e desobstruir pisos a partir do planejamento de áreas, setores e fluxos de todas as áreas de produção em <i>layout</i> projetado, reduzir materiais em espera e melhorar o trabalho nos centros produtivos.
O-6	Reduzir materiais em espera e melhorar o trabalho nos Centros de Produção (CPs).
O-7	Eliminar o cruzamento dos fluxos dos materiais pela circulação.
O-8	Reorganizar e documentar as práticas e procedimentos em cada posto de trabalho, capacitar para associar a P+L nas práticas e procedimentos.
O-9	Melhorar o planejamento de corte de chapas para reduzir subprodutos, sobras e retalhos de MDF/MDP e outros materiais para o máximo aproveitamento de MPs.
O-10	Executar planos de corte conjugados para o máximo aproveitamento do material.
O-11	Catalogar subprodutos gerados com especificação de material, espessura e tamanho para utilizar, doar, vender ou trocar em empresas parceiras.
O-12	Posicionar tonéis e coletores com indicação do material junto aos setores de produção para a coleta seletiva e o reuso e/ou reciclo interno e externo.
O-13	Elaborar estantes para subprodutos para acomodar as sobras provenientes da coleta seletiva e de MDF/MDP já catalogados e destinados para reuso interno e externos.
O-14	Fazer projeto de <i>layout</i> dos postos de trabalho considerando princípios de economia de movimentos de pessoas e materiais, ergonomia, segurança e fluxo do material.
O-15	Fazer projeto de <i>layout</i> para melhorar e integrar as áreas de produção; eliminar desperdícios de áreas e de fluxos, e cruzamentos pela circulação.
O-16	Armazenar os materiais conforme suas características e necessidades, próximos às áreas de produção para evitar danos, descartes, prejuízos e desperdícios de fluxos.
O-17	Localizar estantes para subprodutos de modo a facilitar o manuseio, a reutilização dentro do próprio processo e em local de fácil acesso a outras empresas, sem obstruir o piso.

O-18	Priorizar fornecedores com certificação ambiental e de regiões mais próximas à empresa, e evitar o aumento das emissões atmosféricas relacionadas ao transporte.
O-19	Usar mantas para proteger os materiais acabados durante o transporte para destoxificar.
O-20	Substituir materiais plásticos produzidos com polietileno ou outros materiais poluentes por materiais biodegradáveis ou papelão para promover a destoxificação.
O-21	Deslocar banheiro, almoxarifado e copa para ampliar a área de produção e evitar barreiras físicas e visuais.

Fonte: Autora

6.2.1.3 Projeto de *Layout* como estratégia para implementar a P+L no EC2 - L^{P+L}

As estimativas de áreas para o *layout* projetado foram baseadas no acompanhamento da movimentação das pessoas e dos materiais durante o processo, em levantamentos métricos de cada área e setor, nas ADI, no acompanhamento das atividades e inter-relacionamentos entre áreas, setores e fluxos, das perdas com retornos, cruzamentos, obstruções de pisos e das perdas ambientais detectadas.

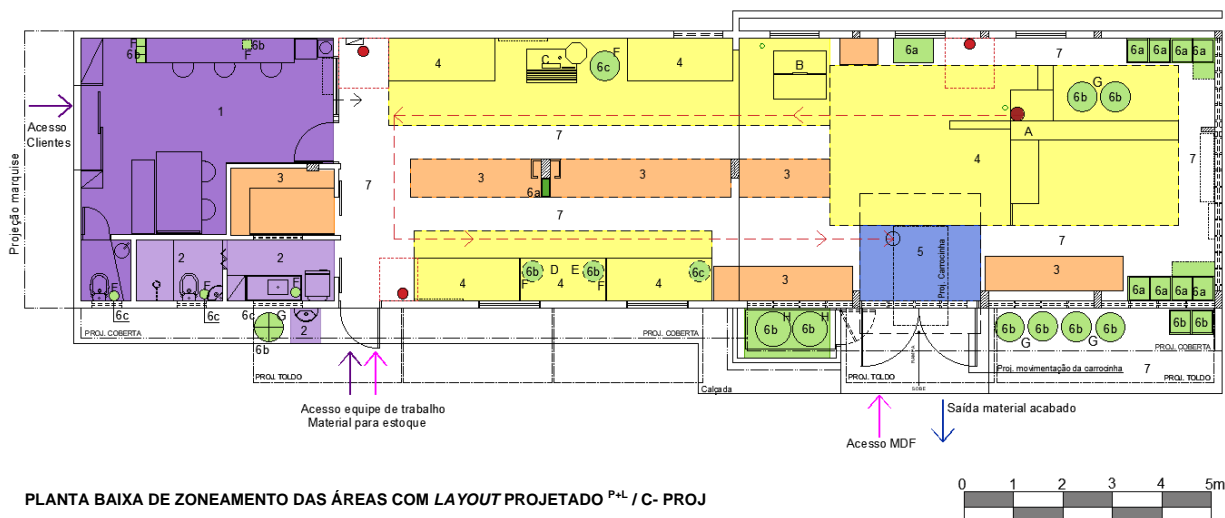
6.2.1.3.1 Infraestrutura Física e Tecnológica, Bloco C. Análise do zoneamento das áreas no do Cenário Projetado (C-PROJ)

A planta de zoneamento das áreas (a.) no L^{P+L} do Cenário Projetado (C-PROJ), Figura 94, mostra a entrada de clientes separada do acesso para funcionários, setas na cor lilás; a entrada de material para estoque em almoxarifado separada do acesso de MDF, setas na cor rosa, e a saída de material acabado na cor azul. A demolição do banheiro e almoxarifado existente no centro da edificação do CB viabilizou a liberação de espaço físico e visual e as mudanças propostas.

A área administrativa/vendas (a.1/Figura 94) foi melhorada e reduzida de 19,43 m² para 18,18 m². A diferença de 1,25 m² foi transferida para a área de produção. Com o *layout* projetado foi possível melhorar o uso, reorganizar as funções, criar áreas gerenciais com visibilidade para a área de produção (seta na cor preta) por meio de painel de vidro, distinguir áreas para planejamento, orçamento, controles, reunião, capacitação além de lavabo; e obter melhorias para o cliente e interação com a equipe.

A área de apoio a funcionários (a.2) foi ampliada de 4,30 m² para 5,33 m² com melhorias nas áreas de copa e banheiro. A reestruturação objetivou melhorar as condições de permanência dos funcionários na empresa, de conforto e de segurança. Assim como, a iluminação e aeração do lavabo, do banheiro e da copa para atender a requisitos legais e proteger a administração da insolação vespertina.

Figura 94 - Planta de zoneamento das áreas (a.) com $Layout^{P+L}$ no Cenário Projetado (C-PROJ) para EC2



PLANTA BAIXA DE ZONEAMENTO DAS ÁREAS COM $LAYOUT$ PROJETADO $P+L$ / C- PROJ

LEGENDA

- | | | | | |
|-----|---|-----|---|---|
| a.1 | ADMINISTRAÇÃO/VENDAS (18,18m ²) | a.5 | EMBALAGEM/EXPEDIÇÃO (3,72m ²) | a.6a: Reuso/Reciclo Interno (RRI): 2,74 m ²
a.6b: Reuso/Reciclo Externo (RRE): 4,68 m ²
a.6c: Descarte/contaminado: 0,43 m ² |
| a.2 | APOIO PARA FUNCIONÁRIOS (5,33m ²) | a.6 | SUBPRODUTO: 7,85 m ² | |
| a.3 | ESTOQUE/ARMAZENAMENTO (13,24m ²) | a.7 | CIRCULAÇÃO: 30,07m ² | |
| a.4 | PRODUÇÃO (45,64m ²) | | | |
- A - ESQUADREJADEIRA DE PRECISÃO
 B - LIXADEIRA
 C - COLADEIRA DE BORDA
 D - FURADEIRA DE BANCADA
 E - SERRA DE 1/2 ESQUADRIA
 F - CESTO PARA COLETA SELETIVA
 G - TONEL INTERNO E EXTERNO P/ COLETA SELETIVA OU SIMBIOSE INDUSTRIAL
 H - COLETOR DE PÓ
- ---> Ponto inicial do Fluxo básico dos processos
 Fluxo do processo em U com 25,04 m
- Extintor de incêndio

Fonte: Autora

No *layout* projetado, as áreas de estoques (a.3) ficaram com o total de 13,24 m²; foram locadas próximas aos setores de produção relacionados, e os estoques de material em processamento foram dispostos no centro, entre colunas, para liberar a área de produção de obstáculos e possibilitar a circulação durante o trabalho.

A área de produção (a.4) foi ampliada em 1,65 m², passou de 43,99 m² para 45,64 m², 3,62 % a mais em relação ao CB; e foi integrada conforme a sequência dos processos (corte, fitamento, montagem e expedição), reorganizadas para fluxos em U sem cruzamentos (seta tracejada na cor vermelha), com a circulação (a.7) formando 2 corredores que margeiam as áreas de produção (a.4) e de estoques (a.3).

Dentre as oportunidades de P+L, previstas no projeto de L^{P+L} , estavam a aquisição de máquina esquadrejadeira de precisão e a reativação de coletor de pó (O-1 e O-3); essas ações foram viabilizadas pela empresa conforme plano financeiro, o

que trouxe segurança, melhoria em produtividade, além de melhorias em condições de trabalho, limpeza e P+L, com redução de particulado de madeira no ar.

As áreas para SP foram reduzidas de 9,77 m² para 7,85 m², 19,66 % a menos em relação ao CB. A área para descartes de materiais (7,14 m² no *layout* do CB) foi substituída por Reuso/Reciclo Externo (RRE) e reduzida para 4,68 m² (a.6b) com descarte apenas para materiais contaminados (0,43 m²/a.6c) no *layout* do C-PROJ; a empresa executou estante de SPs e passou a dispor materiais para doação em estante externa, assim como, a entregar em Eco ponto da cidade, taliscas, retalhos e pedaços menores que 0,40m x 0,40 m de MDF, entre outros, parte da implantação do Sistema de Reuso e Reciclagem Externa (SRRE) de Subprodutos (SPs).

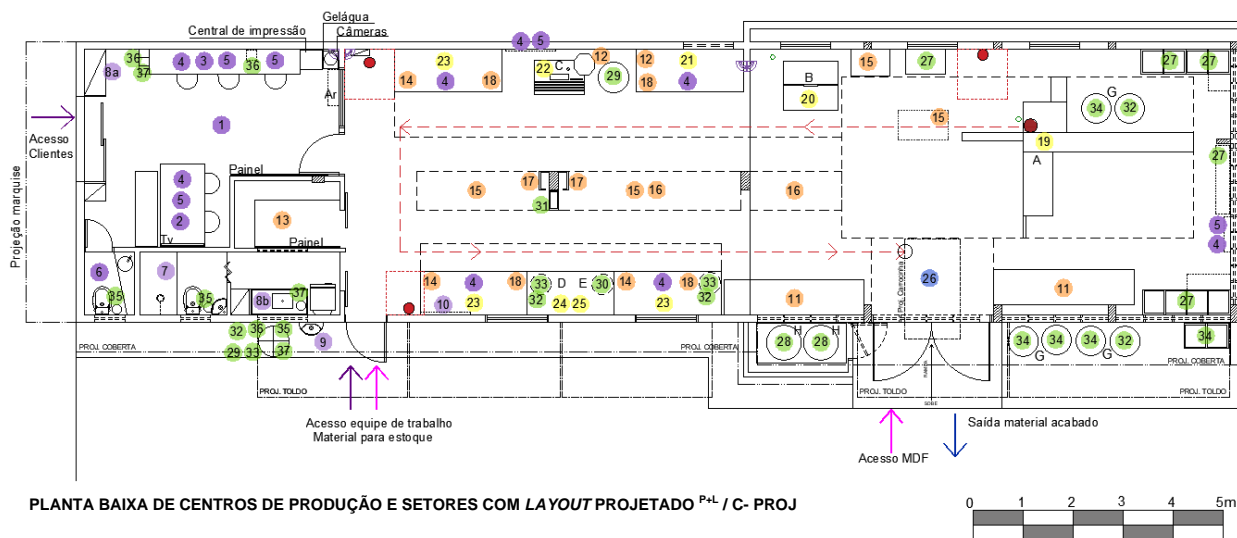
No C-PROJ houve aumento de 35,06% da área destinada à circulação (a.7) com melhoria significativa da capacidade produtiva da planta.

6.2.1.3.2 Análise dos Centros de Produção (CPs) e setores (s.) no *layout* do C-PROJ

A planta dos CPs e setores (s.) no L^{P+L} do C-PROJ, Figura 95, detalha os setores administrativos, de produção e estoques, e a organização das máquinas e bancadas de modo integrado conforme o fluxo de pessoas, de materiais e dos SPs. A entrada de clientes, seta na cor roxa, ficou voltada para a via pública e foi separada da saída de material acabado.

Na área administrativa/vendas (a.1) destaca-se funções de recepção de clientes para a venda, e a de reunião (s.1); setor para Carmellab^{P+L} e treinamento (s.2) como um dos critérios da implementação para aprimorar funções e a P+L, e para integrar instituições de pesquisa e inovação; setor de direção/gerência (s.3), Planejamento e Controle da Produção^{+L} (PCP^{+L}) e expedição (s.4); Gestão de Projetos, Processos e Produtos^{+L} (GPPP^{+L}) com funções de projeto e orçamento, e Gestão de Mudanças em P+L, GM^{P+L} (s.5), além de lavabo (s.6) e copa seca (8a).

Na área de produção (a.4) há apoios para o PCP^{+L} (s.4) nas bancadas, e para PCP^{+L} e GPPP^{+L} em painel de serviços e próximo à estante de SPs. Esses espaços e funções foram discutidos e localizados no L^{P+L} como forma de materializar a reestruturação organizacional integrada para promover inovação, mudanças de posicionamento ambiental e compras [eco]eficientes.

Figura 95 - Planta de Centros de Produção e setores (s.) com *Layout*^{P+L} no C-PROJ para EC2

LEGENDA

s. 1	ESCRITÓRIO / REUNIÃO	s. 11	ESTOQUE DE CHAPAS DE MDF	s. 19	CORTE DE CHAPAS DE MDF (ESQUADREJADEIRA DE PRECISÃO)	s. 27	SUBPRODUTOS REUSO/RECICLO INTERNO (SOBRAS DE MDF)
s. 2	CARMEL LAB ^{P+L} / TREINAMENTO	s. 12	ESTOQUE DE FITAS DE BORDA EM USO	s. 20	LIXAMENTO	s. 28	SUBPRODUTO (PÓ DE SERRA DE MDF)
s. 3	DIREÇÃO/GERÊNCIA	s. 13	ALMOXARIFADO	s. 21	FITAMENTO MANUAL	s. 29	SUBPRODUTO (MDF + COLA + FITAS DE BORDA)
s. 4	PCP ^{P+L} / EXPEDIÇÃO	s. 14	ESTOQUE DE ACESSÓRIOS EM USO	s. 22	FITAMENTO AUTOMÁTICO (COLADEIRA DE BORDA)	s. 30	SUBPRODUTO ALUMÍNIO (REUSO/RECICLO EXTERNO)
s. 5	GPPP ^{P+L} / GM ^{P+L}	s. 15	ESTOQUE DE MATERIAL EM PROCESSO	s. 23	MONTAGEM	s. 31	SUBPRODUTO ALUMÍNIO (REUSO/RECICLO INTERNO)
s. 6	LAVABO	s. 16	ESTOQUE DE MATERIAL ACABADO	s. 24	FURAÇÃO DE PEÇAS (FURADEIRA DE BANCADA)	s. 32	SUBPRODUTO PLÁSTICO (RECICLO EXTERNO)
s. 7	BANHEIRO/VESTIÁRIO	s. 17	ESTOQUE DE PERFIS DE ALUMÍNIO	s. 25	CORTE DE ALUMÍNIO COM SERRA DE 1/2 ESQUADRIA	s. 33	PÓ DE VARRIÇÃO
s. 8a	COPA SECA	s. 18	ESTOQUE DE EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS	s. 26	EXPEDIÇÃO	s. 34	SUBPRODUTOS REUSO/RECICLO EXTERNO (TALISCAS E RETALHOS DE MDF)
s. 8b	COPA ÚMIDA					s. 35	PAPEL CONTAMINADO
s. 9	SANITIZAÇÃO					s. 36	PAPEL PARA REAPROVEITAMENTO
s. 10	EPI					s. 37	LIXO ORGÂNICO

A - ESQUADREJADEIRA DE PRECISÃO	📷 Câmeras para sensoriamento remoto e conectividade
B - LIXADEIRA	← ● Ponto inicial da linha de fluxo básica dos processos de fabricação
C - COLADEIRA DE BORDA	→ Fluxo do processo em U com 25,04 m
D - FURADEIRA DE BANCADA	🔴 Extintor de incêndio
E - SERRA DE 1/2 ESQUADRIA	⬅ Bancada com rodízio e roletes
F - CESTO PARA COLETA SELETIVA	
G - TONEL INTERNO E EXTERNO P/ COLETA SELETIVA OU SIMBIOSE INDUSTRIAL	
H - COLETOR DE PÓ	

Fonte: Autora

Com o L^{P+L} , em cada setor foi inserida a P+L para mobilizar esforços técnicos de planejamento e gestão de projetos e de processos não poluentes, com uso racional de MPs, reuso ou reciclo interno/externo de materiais, para evitar desperdícios e melhorar tempo, áreas, setores e fluxos no L^{P+L} . Houve melhorias físicas de mobiliários e tecnológicas visando a interação e capacitação continuada da equipe em P+L, e melhorias contínuas em desempenho produtivo e ambiental.

A área de apoio para funcionários (a.2) possui banheiro (s.7) revestido com material cerâmico, pia externa para sanitização e copa úmida (s.8b) com bancada e paredes revestidas com material cerâmico, armário para material de limpeza, equipamentos como geladeira, micro-ondas, fogão de 1 boca e utensílios para dar condições sanitárias e de conforto no local de trabalho, atendendo à NT 24 (2022).

Os estoques de MDF permaneceram próximos à máquina de corte (A) para facilitar uso e manuseio. O almoxarifado (s.13) foi deslocado para área próxima ao setor de montagem (s.23) com projeto de prateleiras com divisão para estoques de Fitas de Bordas (FB), componentes e acessórios. O estoque de perfis de alumínio (s.17) foi posicionado na vertical, preso à coluna por suporte de ferro e próximo do setor de corte de alumínio (s.25) com máquina de serra de ½ esquadria (E).

A área de produção (a.4) foi melhorada e integrada. Os setores foram reorganizados para obter fluxos sem obstruções, paradas ou cruzamentos. O processo de fabricação inicia no setor de corte (s.19), marcado na Figura 95 por círculo na cor vermelha; houve aquisição e instalação de máquina esquadrejadeira de precisão (A), reforma e aprimoramento da máquina de lixamento (B) e acoplamento dessas máquinas a tubulação sob piso (seta tracejada na cor verde) direcionada a coletor de pó (máquina H) instalado em ambiente externo; a área de uso foi demarcada para segurança e para evitar obstruções (linha tracejada em preto).

A linha básica do fluxo do processo de fabricação foi projetada em forma de U e possui 25,04 m, conforme seta tracejada na cor vermelha (Figura 95); segue do setor de corte (s.19, máquina A) para o setor de lixamento (s.20, máquina B, se necessário), fitamento manual (s.21) ou automático (s.22, máquina C), montagem (s.23), furação de peças (s.24, máquina D) e/ou setor de corte de alumínio (s.25, máquina E) e finaliza no setor de expedição (s.26). O L^{P+L} possui bancada para fitamento manual (s.21) e apoio para o automático (s.22) na sequência, 3 (três) bancadas para montagem e 1 (uma) para furação de peças e corte de alumínio.

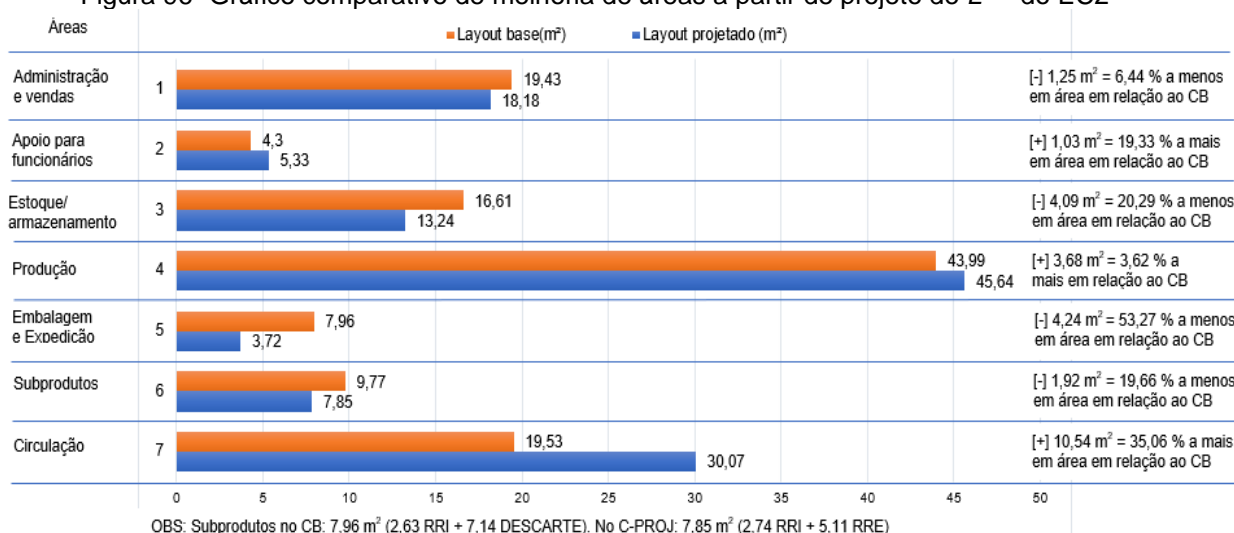
O setor de expedição (s.26) permaneceu na mesma localização e no final do processo pela necessidade de acesso de carrocinha para transporte de materiais acabados (s.16). E continuam utilizando lonas e mantas para proteger o mobiliário durante o transporte, o que evita o uso de materiais plásticos.

No C-PROJ, os SPs foram subdivididos por tipologias, reuso e/ou reciclagem interna/externa. Os coletores foram posicionados nos setores com a indicação do tipo de material para o aprendizado organizacional e a coleta seletiva, reuso interno e/ou externo. As sobras de MDF, SPs da máquina de corte (A), passam por procedimentos para selecionar, catalogar, agrupar em lotes de MDF branco, madeirado e colorido, e são direcionadas para a estante de SPs para reuso interno (a.6a/setor 27/Figuras 95 e 96). O objetivo foi eliminar desperdícios de áreas, barreiras, obstruções e linhas de

fluxos críticas (marcadas por pontos na cor rosa no CB), reduzir distâncias e cruzamentos durante o processo e promover melhorias em produtividade e P+L.

Após a realização do projeto de L^{P+L} , os dados do CB e do C-PROJ foram comparados e foi constatada a melhoria de parâmetros. Houve aumento de 1,03 m² em área de apoio para funcionários; de 3,68 m² da área de produção e de 10,54 m² na área de circulação em relação ao CB; e a redução de 1,92 m² em área para subprodutos em relação ao CB. O gráfico apresentado na Figura 96 tem como base a tabela 4/EC2 (apêndice 30) e compara as áreas do CB e do C-PROJ; os dados validam o estudo realizado, confirmam as melhorias das áreas no C-PROJ, a influência do projeto de *Layout* na P+L, e a contribuição teórica e prática desse estudo, estratégia para implementar a P+L e reduzir desperdícios produtivos.

Figura 96- Gráfico comparativo de melhoria de áreas a partir de projeto de L^{P+L} do EC2



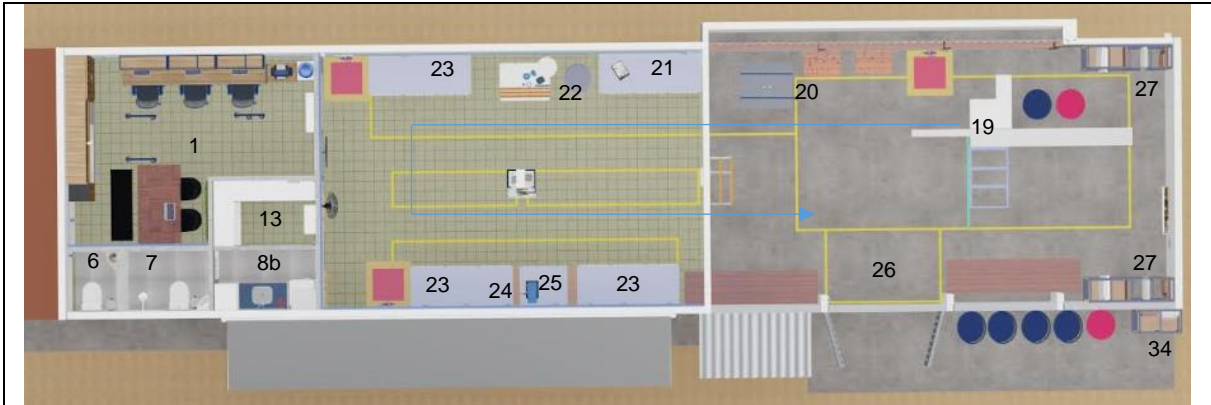
Fonte: Autora

Em relação aos condicionantes ambientais do C-PROJ (apêndice 31), com a implementação do projeto de L^{P+L} , as ilhas de calor reduziram de 39,88 m² para 11,46 m² (28,42 m² a menos); e o perímetro de fachada com incidência direta de insolação ficou 20,99 m menor; essas melhorias em conforto e redução de *stress* térmico elevam a produtividade, a satisfação e a redução de riscos ambientais para os trabalhadores.

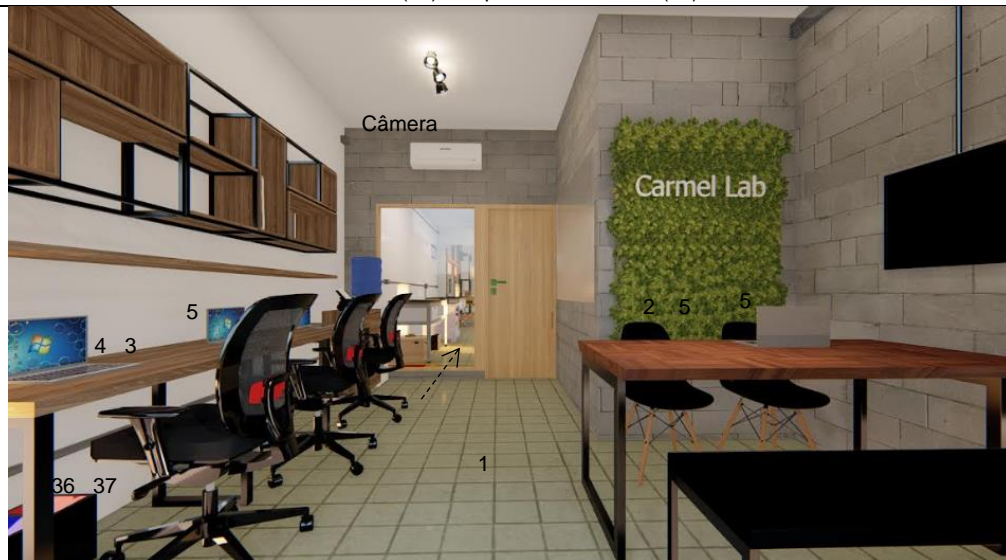
O projeto foi elaborado também em maquete eletrônica, por programas de visualização e modelagem em 3 Dimensões (*SketchUp*) para melhorar a compreensão da proposta tanto para gestores como para funcionários da empresa. O item 6.2.1.3.3, Figura 97 (97.a até a 97.j), apresenta o C-PROJ em 3D.

6.2.1.3.3 Apresentação do Cenário Projetado em maquete eletrônica, Proj. 3D

Figura 97 – 97a até 97j - Cenário Projetado (C-PROJ) em maquete eletrônica, Projeto 3D/EC2. “Continua”



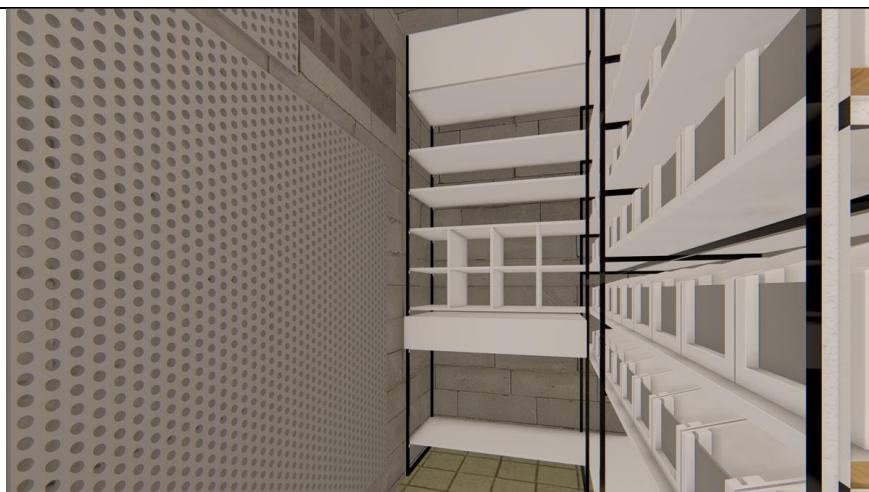
97a: perspectiva de topo de L^{P+L} . Escritório (1); lavabo (6); banheiro (7); copa úmida (8b); almoxarifado (13); corte (19); lixamento (20); fitamento (21 e 22); montagem (23); furação (24); corte 1/2 esquadria (25); expedição (26); subprodutos internos (27); subprodutos externos (34).



97b: L^{P+L} do escritório/reunião (1) com visibilidade da produção, Carmel Lab $^{P+L}$ /treinamento (2), direção/gerência (3), PCP $^{+L}$ /expedição (4), GPPP $^{+L}$ /GM $^{P+L}$ (5) com painel de controle de projetos, coletores p/reuso e material orgânico (36 e 37), instalação de câmeras para sensoriamento remoto e conectividade (Projeto de inovação/GEID/IFAL).



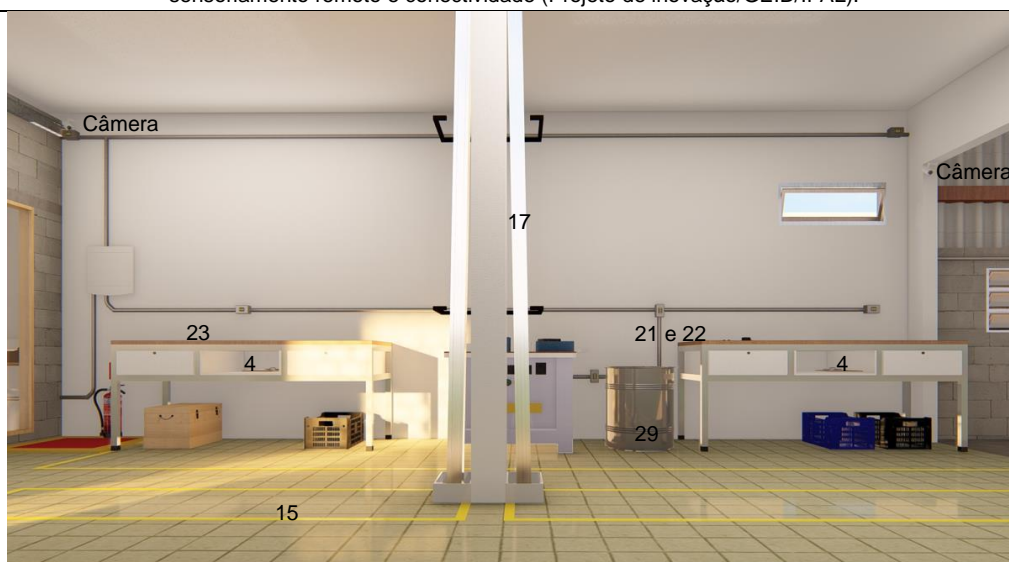
97c: L^{P+L} , copa úmida (8b) com geladeira, forno de micro ondas, pia, coletor de lixo orgânico (37), depósito de material de limpeza e para utensílios de cozinha, armário para mochilas e banheiro com chuveiro para funcionários (7).



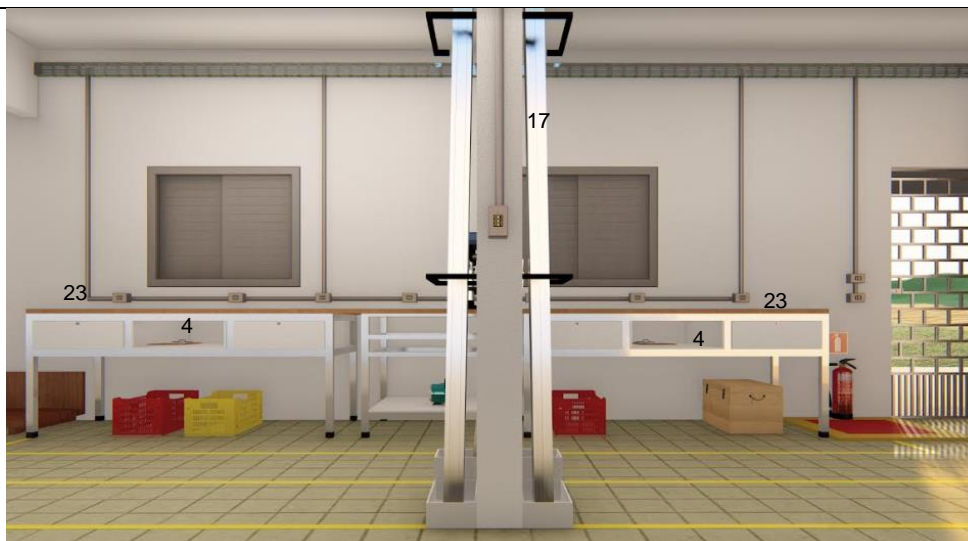
97d: L^{P+L}, almoarifado (13) com projeto de prateleiras, nichos e caixas para acessórios com vidro para gestão visual.



97e: setor de montagem (23), estoque de materiais em processamento (15), PCP^{+L} (4); instalação de câmeras para sensoriamento remoto e conectividade (Projeto de inovação/GEID/IFAL).



97f: setor de montagem (23), setor de fitamento (21 e 22), PCP^{+L} (4), estoque de perfil de alumínio (17), subprodutos de MDF+Cola+Fitas de borda (29), estoques de materiais em processamento (15), caixas de acessórios dos clientes por cor; instalação de câmeras para sensoriamento remoto e conectividade (Projeto de inovação/GEID/IFAL).



97g: setor de montagem (23), estoque de alumínio (17), PCP+L (4), caixas de acessórios dos clientes por cor.



97h: setor de montagem (23), setor de fitamento (21 e 22), setor de furação (24) e de corte de peças de alumínio (25).



97i: setor de corte (19), setor de lixamento (20), estoque de MDF (11), estantes p/ subprodutos RRI (27), bancada/rodízio.



Fonte: Autora

As análises comparativas sobre os condicionantes ambientais de ventilação e o levantamento de riscos, após a reforma, fizeram parte dos RC-PROJ.

6.2.1.3.4 Infraestrutura de materiais, subprodutos e armazenamento no C-PROJ–Bloco B

Após o projeto e implementação das ações para L^{P+L} , os Subprodutos (SPs) para Reuso/Reciclagem Externa (RRE) passaram a ser expostos em estante para doação; entretanto, os parceiros com maior frequência são artesãos/ãs como rendeiras que fazem bordado filé e que buscam pedaços de MDF para fazer bastidores, suportes e fixação para executar peças, marceneiros, pessoas que trabalham com madeira e MDF com medidas pequenas e variadas para executar nichos, prateleiras, bancos, peças de fixação para gaveteiros e armários, objetos e artesanato, empreendedores vinculados à economia criativa que trabalham com sobras de materiais e criam peças para usos diversos.

A marcenaria passou a retirar as peças para reuso ou reciclagem externa em dias de sábado, quando fazem a reorganização do *layout* da área de produção e do almoxarifado, a limpeza das máquinas, a organização dos pedidos de material e ajustes em máquinas e equipamentos para preparar os trabalhos a serem realizados na segunda-feira da semana seguinte. Os pedaços menores de MDF e taliscas são distribuídos em tonéis externos; caso não haja interessados, são levados pela própria empresa para Ecoponto, assim como, o pó de serra armazenado em tonel do coletor.

As compras passaram a ser realizadas em parceria de crédito para retiradas graduais com saídas programadas, evitando excessos de estoques e melhorando o uso dos espaços e do material. Os materiais para Reuso/Reciclo Interno (RRI) passaram a ser catalogados, distribuídos em estante para SPs, e os projetos orçados com base nas MPs estocadas na estante do Sistema de RRI, antes da aquisição de novas MPs. A empresa passou a elaborar Caderno Técnico de Detalhamento para Produto^{+L} (CTDP^{+L}) com planos de corte que consideram o estoque e fluxo de SPs antes da aquisição de MPs (apêndice 32); essa melhoria de controle interno e de uso de recursos naturais é resultado de trabalho contínuo promovido pelo projeto de L^{P+L}, resultando em melhorias de Desempenho Produtivo e Sócioambiental (DP&SA).

6.2.1.3.5 Infraestrutura de movimentação, expedição e entrega no Cenário projetado – Bloco D

As plantas 98, 100 e 102 e os gráficos 99 e 101, apresentam análises comparativas de parâmetros dos fluxos dos processos de produção, abastecimento e Subprodutos no C-PROJ.

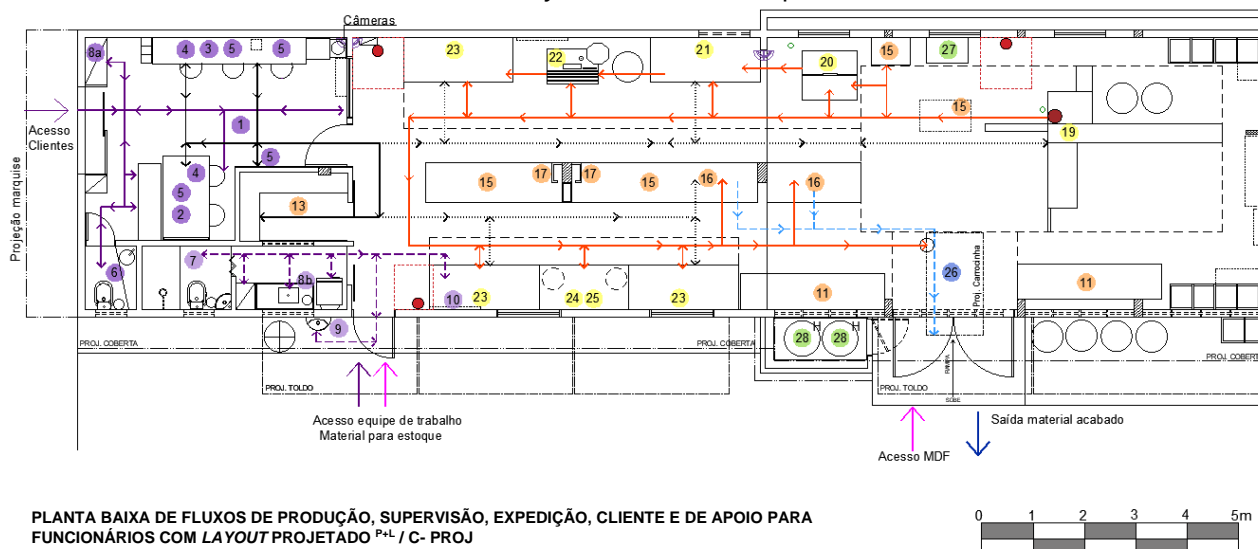
6.2.1.3.5.1 Análise de fluxos de produção, de supervisão de processos, de expedição, de clientes e de apoio para funcionários no projeto de L^{P+L}

Os fluxos de produção, de supervisão de processos, de expedição, de clientes, e de fluxos de apoio para funcionários estão detalhados na Figura 98. As setas em linhas contínuas na cor vermelha representam os fluxos de produção (36,37 m/Figura 98); as contínuas em preto, os fluxos de supervisão da produção (11,55 m); as setas em linhas tracejadas na cor azul clara são fluxos de expedição (7,44 m); as linhas contínuas na cor roxa são fluxos de clientes (10,28 m) com acesso pela fachada frontal, e as linhas tracejadas na cor roxa, fluxos de apoio para funcionários (10,01 m), cujo acesso ocorre pela fachada lateral.

Os fluxos de supervisão da produção foram reduzidos em 50,09 % com a criação de fluxos de supervisão virtuais representados por linhas pontilhadas pretas; esses fluxos, considerados como PCs, somariam 24,18 m à supervisão da produção; entretanto, com a instalação de espaço para reunião (s.2) para discutir os projetos e detalhes de execução, entrega de CTDP^{+L} para PCP^{+L} (s.4) e reunião com a equipe

executora para explicar o projeto e retirar dúvidas, esses fluxos foram eliminados e transformados em supervisão virtual dando autonomia e confiança aos funcionários, melhoria em produtividade e na qualidade do produto.

Figura 98 - Planta de fluxos de produção, de gestão e supervisão, expedição, cliente e de apoio para funcionários do *Layout*^{P+L} no C-PROJ para EC2



LEGENDA

- FLUXO DE PRODUÇÃO: 36,37 m
- FLUXO DE SUPERVISÃO DA PRODUÇÃO: 11,55 m
- ⋯ FLUXO DE SUPERVISÃO VIRTUAL DA PRODUÇÃO / Sensoriamento remoto e conectividade
- FLUXO TOTAL DE SUPERVISÃO DA PRODUÇÃO: 11,55 m + fluxo de supervisão virtual
- FLUXO DE EXPEDIÇÃO: 7,44 m
- FLUXO DE CLIENTE: 10,28 m
- FLUXO DE ENTRADA E APOIO PARA FUNCIONÁRIOS: 10,01 m

📷 Câmeras para sensoriamento remoto e conectividade

→ ● Ponto inicial da linha básica do Fluxo do processo
Fluxo do processo em U com 25,04 m

🔴 Extintor de incêndio

→ Bancada com rodízio e roletes

- | | | | | | |
|-------|---|-------|--|-------|--|
| s. 1 | ESCRITÓRIO / REUNIÃO | s. 9 | SANITIZAÇÃO | s. 20 | LIXAMENTO |
| s. 2 | CARMEL LAB ^{P+L} / TREINAMENTO | s. 10 | EPI | s. 21 | FITAMENTO MANUAL |
| s. 3 | DIREÇÃO/GERÊNCIA | s. 11 | ESTOQUE DE CHAPAS | s. 22 | FITAMENTO AUTOMÁTICO (COLADEIRA DE BORDA) |
| s. 4 | PCP ^L / EXPEDIÇÃO | s. 13 | ALMOXARIFADO | s. 23 | MONTAGEM |
| s. 5 | GPPP ^L / GM ^{P+L} | s. 15 | ESTOQUE DE MATERIAL ACABADO | s. 24 | FURAÇÃO DE PEÇAS (FURADEIRA DE BANCADA) |
| s. 6 | LAVABO | s. 16 | ESTOQUE DE MATERIAL EM PROCESSO | s. 25 | CORTE DE ALUMÍNIO COM SERRA DE 1/2 ESQUADRIA |
| s. 7 | BANHEIRO/VESTIÁRIO | s. 19 | CORTE DE CHAPAS DE MDF (ESQUADREJADEIRA DE PRECISÃO) | s. 26 | EXPEDIÇÃO |
| s. 8a | COPA SECA | | | | |
| s. 8b | COPA ÚMIDA | | | | |

Fonte: Autora

Além dessas ações, os seguintes avanços foram implementados: treinamento para a execução de planos de corte para evitar perdas, instalação de câmeras para sensoriamento remoto e conectividade (Projeto de inovação/IFAL/FUNDEPES).

As seguintes estratégias e planos de ação para implementar o projeto de *L^{P+L}* foram criadas: (a) instalação de quadro para a gestão visual dos projetos na área administrativa (s.5) vinculado à (b) instalação de quadro na área de produção com a distribuição de serviços e prazos de entrega (s.4/s.5), (c) uso da sala de reunião (s.2)

para detalhamento do projeto para a equipe executora, (d) organização e *layout* projetado do almoxarifado (s.13) e bancadas, (e) treinamento para elaborar planos de corte com uso de MPs e SPs, (f) localização de PCP^{+L} (s.4) em bancada para apoiar o CTDP^{+L} já com a indicação das MPs (s.11) e as de reuso/reciclagem (s.27). Essas ações foram realizadas para melhorar processos, reduzir desperdícios de tempo, de MPs e retrabalhos, e sincronizar pedidos, execução e entregas, com melhorias no espaço físico e organizacionais.

Os fluxos de produção (36,37 m) foram melhorados e aumentaram 8,61 %, a área de produção foi ampliada e o estreitamento da circulação nos setores de fitamento do CB (s.15 e 16) foi eliminado com melhorias em processos. As linhas de fluxos consideradas PCs e indicadas por círculos com a cor rosa no CB, na Figura 88, foram eliminadas a partir do projeto de L^{P+L} com a demolição das paredes que faziam barreira física e visual entre as áreas de corte e montagem no CB.

Essa mudança possibilitou que a movimentação básica dos processos ocorresse em forma de U (25,04 m, indicado por círculo na cor vermelha), iniciando no setor de corte (s.19), e na sequência, setor de lixamento (s.20), fitamento (s.21 e 22) e montagem (s.23), furação (s.24) e corte de perfis de alumínio (s.25). Houve ampliação da capacidade produtiva e melhorias quanto ao cumprimento de prazos.

Durante a elaboração do projeto de L^{P+L}, a função de Gestão de Projetos, Processos e Produtos^{+L} (GPPP^{+L}) foi criada e está em processo de definição e melhoria; a instalação de internet e de câmeras conectadas possibilitou visibilidade dos processos e a comunicação em tempo real e de maneira remota, a conectividade e o armazenamento em nuvem de documentos e de projetos.

Essas transformações estão associadas ao projeto de L^{P+L}, a planos de ação compatibilizados e integrados para executar projetos complementares de instalações elétricas, internet e de sensoriamento remoto vinculados à infraestrutura de gestão e pessoas (Bloco A) e à física e tecnológica (Bloco C). A criação do espaço CarmelLab^{P+L} e a participação da empresa em Projeto de Inovação/IFAL/FUNDEPES (Edital 9/2019 – PRPPI/IFAL, apêndice 16) intitulado Marcenaria laboratório: jornada para a indústria 4.0 em pequenos negócios também impulsionaram essas mudanças.

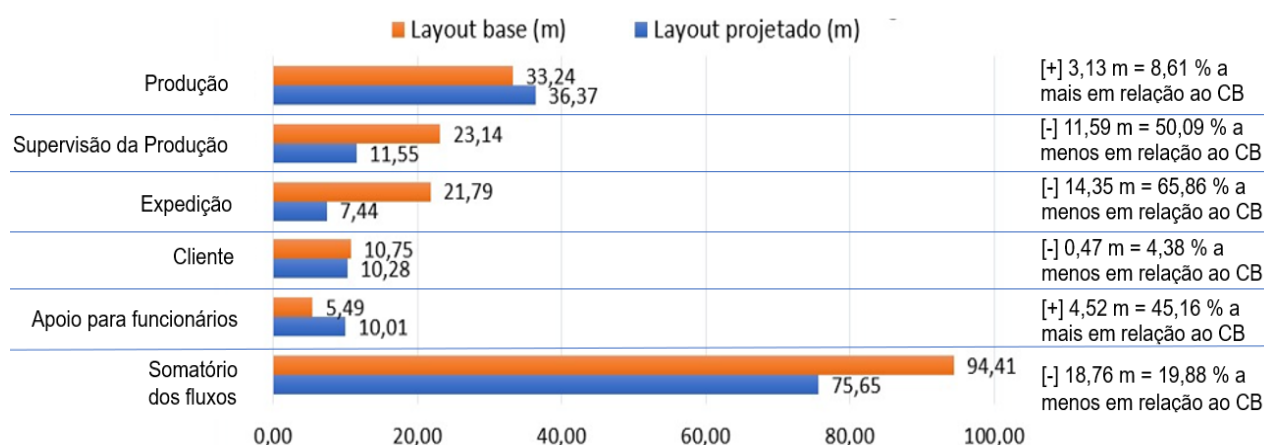
No projeto de L^{P+L} houve melhorias em linhas de fluxos de produção e redução dos fluxos de expedição em 65,86%, eliminação de linha de fluxos críticas nos setores de fitamento do CB, já mapeados nas Figuras 88 e 89. Além disso, houve ampliação

de fluxos de apoio a funcionários em 45,16%, com melhorias nos espaços de copa, banheiro e segurança do trabalho.

No CB havia 94,41 m em linhas de fluxos de produção, supervisão, expedição, clientes e apoio a funcionários; no C-PROJ foram mapeados 75,65 m desses fluxos, correspondendo a 18,76 m a menos, uma redução de 19,88% em relação ao CB, o que eleva a produtividade do sistema produtivo integrada à P+L na mesma medida.

O gráfico de fluxos de produção, supervisão, expedição, cliente e apoio para funcionários apresentado na Figura 99 é baseado nos resultados apresentados na tabela 5/EC2 (apêndice 33) e compara os fluxos do CB e C-PROJ e a influência positiva do projeto de *Layout* na P+L.

Figura 99 - Gráfico comparativo de fluxos de produção no CB e no C-PROJ do EC2



Obs: acréscimo de Supervisão VIRTUAL da produção

Fonte: Autora

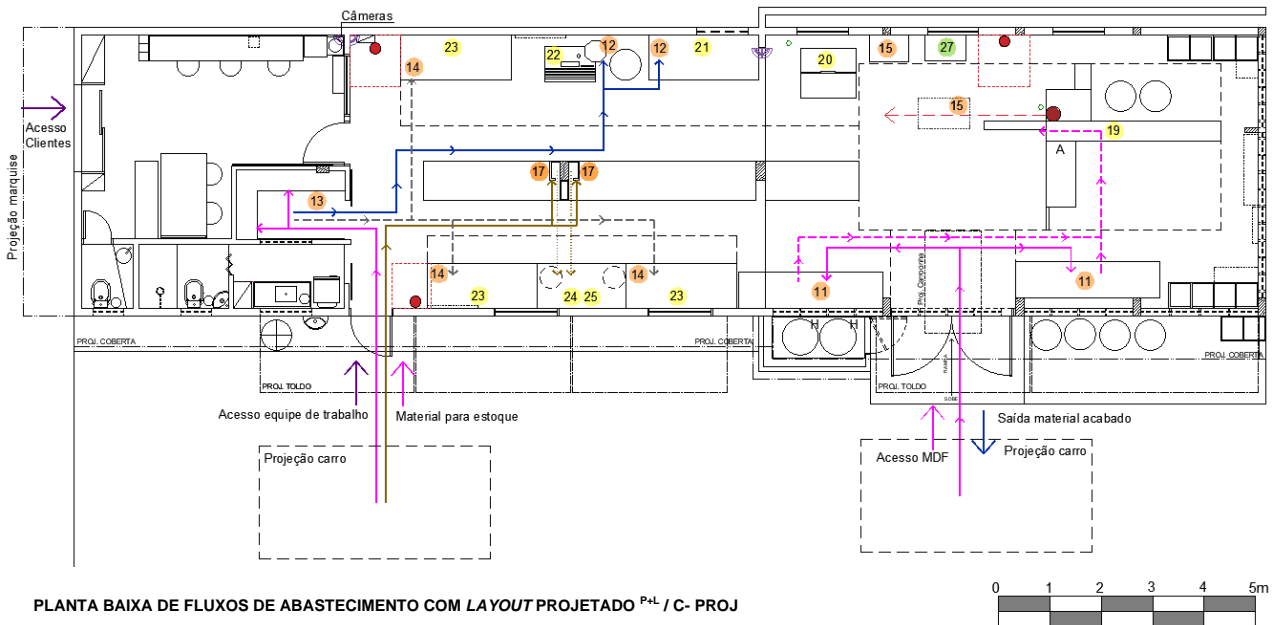
O gráfico da Figura 99, demonstra que o L^{P+L} melhora o desempenho produtivo do sistema transformando-o em Sistema Produtivo⁺, reduz desperdícios com movimentações improdutivas, impulsiona avanços e eleva a produtividade com a superação de barreiras para implementar a P+L.

No L^{P+L} houve o planejamento dos espaços de maneira que a Infraestrutura de gestão e pessoas (Bloco A), de abastecimento e armazenamento (Bloco B), física e tecnológica (Bloco C) e de movimentação e expedição (Bloco D) fossem integrados. O CB e o C-PROJ foram comparados após a elaboração do projeto de L^{P+L} , antes de implementar, e foi constatado melhorias produtivas a partir do L^{P+L} .

6.2.1.3.5.2 Análise de Fluxos de abastecimento no projeto de L^{P+L}

Os fluxos de abastecimento de entrada de materiais para estoques e para a produção estão detalhados na planta apresentada na Figura 100. Verifica-se que houve redução de deslocamentos e melhoria de parâmetros a partir do projeto de L^{P+L}.

Figura 100 - Planta de fluxos de abastecimento com Layout^{P+L} no C-PROJ para EC2



LEGENDA

- FLUXO DE ABASTECIMENTO/ENTRADA DE MATERIAL: 19,02 m
 - FLUXO DE ABASTECIMENTO DE CHAPAS DE MDF PARA A PRODUÇÃO: 10,70 m
 - FLUXO DE ABASTECIMENTO DE FITAS DE BORDA PARA A PRODUÇÃO: 10,60 m
 - FLUXO DE ABASTECIMENTO DE ACESSÓRIOS PARA A PRODUÇÃO: 11,87 m
 - FLUXO DE ABASTECIMENTO DE ALUMÍNIO PARA ESTOQUE: 10,82 m
 - FLUXO DE ABASTECIMENTO DE ALUMÍNIO PARA CORTE: 2,00 m
- Ponto inicial da linha de fluxo básica dos processos de fabricação
 Bancada com rodízio
A - ESQUADREJADEIRA DE PRECISÃO
- | | | |
|--|--|---|
| s. 11 ESTOQUE DE CHAPAS DE MDF | s. 17 ESTOQUE DE PERFIS DE ALUMÍNIO | s. 23 MONTAGEM |
| s. 12 ESTOQUE DE FITAS DE BORDA EM USO | s. 19 CORTE DE CHAPAS DE MDF (ESQUADREJADEIRA DE PRECISÃO) | s. 24 FURAÇÃO DE PEÇAS (FURADEIRA DE BANCADA) |
| s. 13 ALMOXARIFADO | s. 20 LIXAMENTO | s. 25 CORTE DE ALUMÍNIO COM SERRA DE 1/2 ESQUADRIA |
| s. 14 ESTOQUE DE ACESSÓRIOS EM USO | s. 21 FITAMENTO MANUAL | s. 27 SUBPRODUTOS REUSO/RECICLO INTERNO (SOBRAS DE MDF) |
| s. 15 ESTOQUE DE MATERIAL EM PROCESSO | s. 22 FITAMENTO AUTOMÁTICO (COLADEIRA DE BORDA) | |

Fonte: Autora

Os fluxos de abastecimento de entrada de materiais para estoque (19,02 m/Figura 100), indicado por setas com linhas contínuas na cor rosa, foram reduzidos em 28,36 m, 59,86% a menos em relação ao CB. Essa redução está relacionada à eliminação do uso de depósito anexo e otimização dos espaços no L^{P+L}. O custo de locação do anexo para estoque de MDF foi eliminado e o espaço foi terceirizado para empresa parceira que faz serviços em serralharia.

As compras e a liberação das entregas de MDF foram reorganizadas em sintonia com o fechamento dos pedidos e ordens de serviços para evitar o acúmulo de MPs no L^{P+L} . O abastecimento dos estoques de MDF passaram a ser realizados diretamente no setor 11 (s.11/Figura 100) sobre estrados de madeira para evitar o contato com o piso.

Os estoques de MDF (s.11) se destinam ao pedido do cliente e estão posicionados na entrada, junto ao setor de corte (s.19), e paralelamente à máquina esquadrejadeira (A) para facilitar o manuseio do material e os fluxos de abastecimento de chapas de MDF para a produção (10,70 m), setas tracejadas na cor rosa; houve redução de 5,86 m que correspondeu a 35,39 % a menos em fluxos. As peças de MDF em processo foram locadas no L^{P+L} no setor 15 (s.15), apoiadas em estrado de madeira no piso, e em bancada com rodízio facilitando o transporte para os setores subsequentes (s.20, 21, 22, 23, 24 e 25); e as sobras para reuso/reciclo, foram localizadas no setor 27 (s.27), apoiadas em estrado de madeira.

As setas em linhas contínuas na cor azul indicam os fluxos de abastecimento de fitas de borda para a produção (10,60 m), e correspondem a 7,67 % a menos em relação ao CB. As setas tracejadas na cor cinza representam os fluxos de abastecimento de acessórios para os setores de montagem (11,87 m), correspondendo a 3,22 m a menos, uma redução de 21,34 %.

Os fluxos de abastecimento de perfis de alumínio para estoques (10,82 m/Figura 100), em linha contínua na cor ocre, foram reduzidos em 3,51 m, ou seja, 24,50 % a menos em relação ao CB. Quanto aos fluxos de abastecimento de perfis de alumínio para o setor de corte (s.25), representados por linha pontilhada na cor ocre, houve redução de 92,80 %, passou de 27,80 m para 2,00 m, 25,80 m a menos.

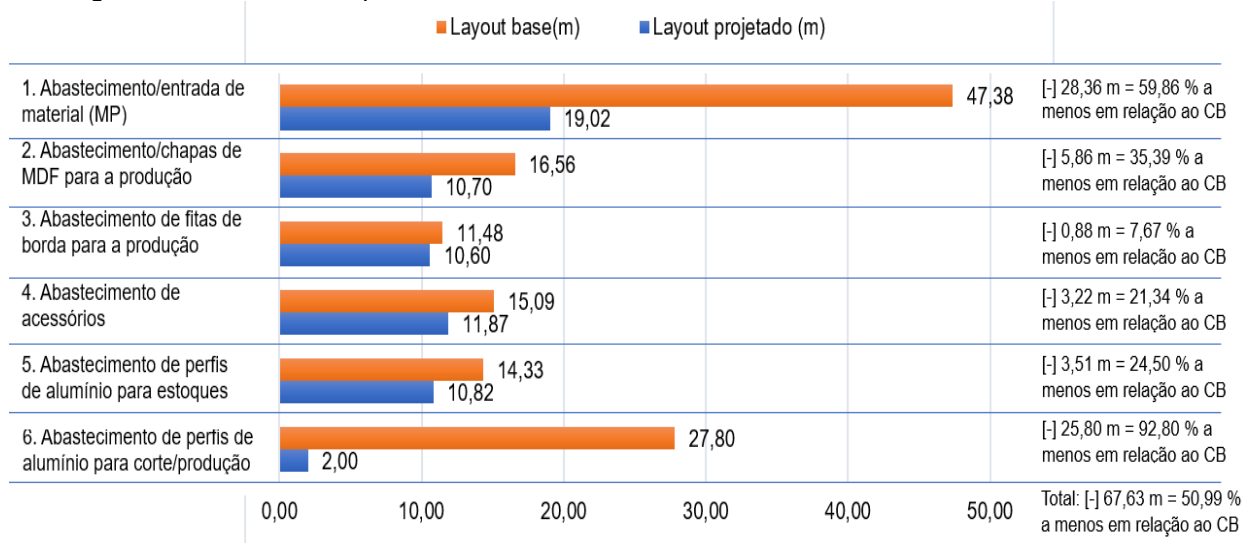
O projeto de L^{P+L} melhorou e reduziu os fluxos de abastecimento do sistema. As mudanças foram baseadas em análises de fluxograma, proximidades e inter-relacionamentos entre processos, máquinas e equipamentos, otimização e redução de deslocamentos de materiais e pessoas para elevar a produtividade e obter a P+L.

No CB havia 132,64 m de linhas de fluxo de abastecimento, no C-PROJ foram planejados 65,01 m que corresponde a 67,63 m a menos em deslocamentos de materiais e de pessoas com melhorias em inter-relacionamentos entre os processos e os estoques de materiais; verificou-se 50,99 % a menos em fluxos de abastecimento em relação ao CB, o que elevou a produtividade do sistema, com reflexos positivos

em P+L e minimização de desperdícios de materiais e de tempo com transportes de materiais durante a fabricação.

O CB e o C-PROJ foram comparados após a elaboração do projeto de L^{P+L} , e antes de implementar. Evidenciou-se a melhoria produtiva e de parâmetros no L^{P+L} apresentada no gráfico da Figura 101 que tem como base os dados da tabela 6/EC2 (apêndice 34). Ambos comparam os fluxos do CB e do C-PROJ e confirmam a influência positiva do projeto de *Layout* na P+L.

Figura 101 - Gráfico comparativo de fluxos de abastecimento no CB e no C-PROJ do EC2.



Fonte: Autora

Os dados confirmam que o L^{P+L} reduz desperdícios com movimentações desnecessárias e improdutivas de MPs e pessoas para abastecer a produção, desobstrui áreas e fluxos de estoques, ajuda a superar barreiras para implementar a P+L e melhora o DP&SA.

6.2.1.3.5.3 Alocação e destinação de subprodutos no projeto de L^{P+L}

Os fluxos de alocação e destinação de Subprodutos (SP) no projeto de L^{P+L} estão detalhados na Figura 102. Verifica-se que houve redução de perdas produtivas e otimização de parâmetros a partir do projeto de L^{P+L} .

Mapas de Processos^{+L} (MP^{+L}) foram planejados para a separação e coleta seletiva. Os fluxos de pó de varrição que estavam misturados a pedaços de MDF, pó de serra e plásticos para descarte e coleta urbana (33,85 m) no CB foram

redimensionados e separados no C-PROJ; esses SP ficaram concentrados em 3 coletores internos (s.33), cada um deles com 2 divisões para a coleta separada de pó de varrição, MDF+cola+fita de borda e embalagens plásticas, antes de ser retirado do espaço interno e transferido para coletor externo e coleta urbana. Os fluxos de pó de varrição foram reduzidos para 21,06 m, e representados em linhas contínuas na cor verde, com separação dos materiais; e os coletores foram locados no setor de fitamento (s.22), para MDF+cola+fita de borda (s.29) e pó de varrição (s.33), e nos setores de montagem (s.23) para plásticos (s.32) e pó de varrição (s.33).

As linhas de fluxos de plásticos para descarte do CB foram reduzidas em 5,44 m e no C-PROJ foram substituídas por coleta seletiva (linhas contínuas na cor laranja) com a organização de coletores e fluxos no setor de montagem (s.32) e no setor de corte (s.19). Coletores internos foram posicionados no setor de montagem (s.23) para embalagens plásticas dos acessórios, e junto à máquina de corte (s.19) para películas plásticas de proteção dos MDFs (s.32) e estão ligados ao coletor externo (s.32).

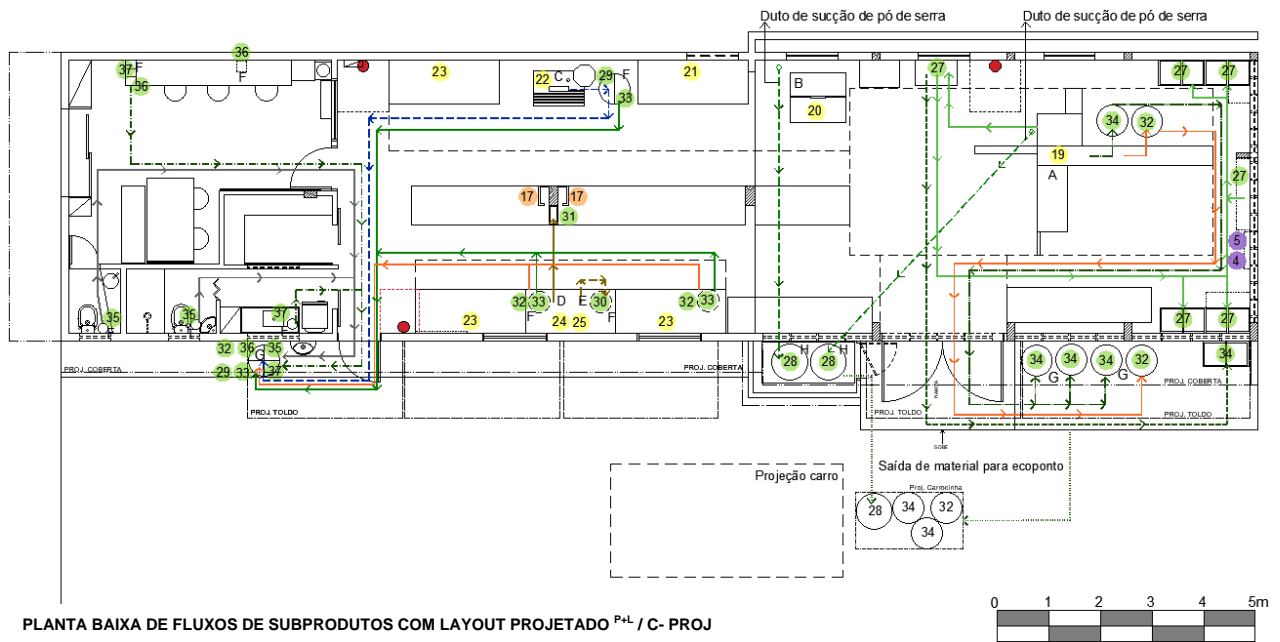
Os fluxos de SP de MDF+cola+Fitas de Borda para descarte (14,62 m, linha tracejada azul) do CB foram mapeados para a separação e coleta seletiva. No C-PROJ, esses SP ficaram concentrados em coletor interno (s.29) junto à bancada e máquina coladeira de borda (C) no setor de fitamento (s.22) para facilitar a separação, a coleta seletiva inicial durante o processo e a transferência para coletor externo (s.29); o fluxo de subprodutos de MDF+cola+Fitas de Borda para coleta seletiva passou a ser 13,42 m. A coleta seletiva desse material promove a limpeza da área, minimiza a toxicidade diante das composições das MPs colantes envolvidos, e melhora o Desempenho Produtivo e Sócio Ambiental (DP&SA).

Os materiais orgânicos (s.37/Figura 102) no C-PROJ tiveram fluxos (traço ponto verde) elevados em 38,25% em razão de maior utilização do escritório/reunião (s.1) com otimização da área de permanência da equipe na empresa e divisão da copa em seca (s.8a) e úmida (s.8.b); e no C-PROJ, os fluxos dos papéis não recicláveis foram ampliados em 7,07 m em relação ao CB pelo acréscimo de lavabo (s.6).

Os papéis de escritório e para projetos foram substituídos por documentos virtuais com armazenamento em nuvem. Na execução de cadernos de apresentação de projetos e orçamentos, o documento impresso foi substituído por programas de visualização e modelagem em 3 Dimensões (*SketchUp*) criado no setor de escritório/reunião (s.1) e CarmelLab^{P+L} (s.2), e apresentado *online* ou na TV. A entrega

impressa passou a ser realizada somente a pedido, após todas as análises e mudanças. Já a impressão de caderno técnico de execução passou a ser realizada e entregue ao marceneiro e ajudante em reunião, antes da ordem de serviço para evitar retrabalhos e desperdícios de tempo e de materiais.

Figura 102 - Planta de alocação e destinação de subprodutos no projeto de *Layout*^{P+L} no C-PROJ para EC2



LEGENDA

- FLUXO DE PÓ DE VARRIÇÃO DA COLETA SELETIVA PARA COLETOR EXTERNO: 21,06 m
- FLUXO DE SUBPRODUTOS DE PLÁSTICO NÃO CONTAMINADO DA COLETA SELETIVA PARA COLETOR EXTERNO/ECOPONTO: 28,71 m
- FLUXO DE SUBPRODUTOS DE MDF + COLA + FITAS DE BORDA PARA COLETA SELETIVA: 13,42 m
- FLUXO DE MATERIAIS ORGÂNICOS PARA COLETOR EXTERNO E COLETA URBANA: 13,36 m
- FLUXO DE PRODUTOS NÃO RECICLÁVEIS (PAPEL OU MATERIAL CONTAMINADO): 16,84 m
- FLUXO DE SUBPRODUTOS DE MDF PARA DOAÇÃO, PARA REUSO / RECICLO EXTERNOS E/OU ECOPONTO (TALISCAS, RETALHOS / PEDAÇOS): 17,93 m
- FLUXO DE DUTOS DE EXTRAÇÃO DE PÓ DE SERRA SOB PISO PARA ECOPONTO: 11,39 m
- FLUXO DE SUBPRODUTOS DE MDF PARA REUSO / RECICLO INTERNO (ESTANTE): 18,43 m
- FLUXO DE SUBPRODUTOS DE MDF PARA DOAÇÃO E REUSO / RECICLO EXTERNO (ESTANTE): 13,75 m
- FLUXO DE SUBPRODUTOS DE ALUMÍNIO REUSO / RECICLO INTERNO: 1,60 m
- FLUXO DE SUBPRODUTOS DE ALUMÍNIO REUSO / RECICLO EXTERNO: 0,90 m (abaixo da bancada)
- FLUXO PARA CARREGAMENTO DE CARROCINHA / PARA ECOPONTO: 6,85 m

- S. 17 ESTOQUE DE PERFIS DE ALUMÍNIO
- S. 19 CORTE DE CHAPAS DE MDF (ESQUADREJADEIRA DE PRECISÃO)
- S. 20 LIXADEIRA
- S. 21 FITAMENTO MANUAL
- S. 22 FITAMENTO AUTOMÁTICO (COLADEIRA DE BORDA)
- S. 23 MONTAGEM
- S. 24 FURAÇÃO DE PEÇAS (FURADEIRA DE BANCADA)
- S. 25 CORTE DE ALUMÍNIO COM SERRA DE 1/2 ESQUADRIA
- S. 26 EXPEDIÇÃO

- S. 27 SUBPRODUTOS REUSO/RECICLO INTERNO (SOBRAS DE MDF)
- S. 28 SUBPRODUTO (PÓ DE SERRA DE MDF)
- S. 29 SUBPRODUTO (MDF + COLA + FITAS DE BORDA) MATERIAL / PLÁSTICO CONTAMINADO
- S. 30 SUBPRODUTO ALUMÍNIO (REUSO/RECICLO EXTERNO)
- S. 31 SUBPRODUTO PERFIS DE ALUMÍNIO (REUSO/RECICLO INTERNO)
- S. 32 SUBPRODUTO PLÁSTICO NÃO CONTAMINADO (RECICLO EXTERNO)
- S. 33 PÓ DE VARRIÇÃO
- S. 34 SUBPRODUTOS REUSO / RECICLO EXTERNO (SOBRAS DE MDF)
- S. 35 PAPEL CONTAMINADO
- S. 36 PAPEL PARA RECICLAGEM
- S. 37 MATERIAL ORGÂNICO

- A - ESQUADREJADEIRA DE PRECISÃO
- B - LIXADEIRA
- C - COLADEIRA DE BORDA
- D - FURADEIRA DE BANCADA
- E - SERRA DE 1/2 ESQUADRIA
- F - CESTO PARA COLETA SELETIVA
- G - TONEL INTERNO E EXTERNO P/ COLETA SELETIVA OU SIMBIOSE INDUSTRIAL
- H - COLETOR DE PÓ

Fonte: Autora

Os fluxos de SP como taliscas, retalhos e pedaços de MDF para descarte no CB, 37,11 m, foram substituídos por fluxos para doação, reuso/reciclo externo e/ou ecoponto e reduzidos para 17,93 m. O coletor interno (s.34) está ligado a 3 coletores externos (s.34) que facilitam a desobstrução da área de produção e retirada do material para doação e reuso/reciclo externo pelos parceiros e transporte para Ecoponto. Houve redução em 19,18 m em fluxos no L^{P+L} em relação ao CB, elevando a produtividade do Sistema^{P+L}.

A empresa entrou como parceira em projeto Bricolagem na Marcenaria Laboratório: criações e interações para reuso e reciclagem externa de SP (EDITAL PROEX/IFAL Nº 06/2023, de 08/05/2023) com sobras de MDF. Essa ação está associada ao projeto de L^{P+L} e é parte da implantação de Sistema de Reuso e Reciclagem Externa (SRRE) de SP, com melhorias de DP&SA.

O particulado e o pó de serra que ficavam no ar e no piso eram provenientes do setor de corte e lixamento no CB, e se misturavam ao pó de varrição para descarte. Os fluxos de retirada do pó de serra junto à máquina de corte (A) eram de 28,69 m no CB. No L^{P+L} , esses fluxos foram minimizados com a instalação de coletor de pó (H, s.28) e dutos de extração sob piso (11,39 m, linha tracejada verde); essa mudança promoveu espaços mais limpos, otimizou áreas, setores e fluxos com melhorias em desempenho produtivo e segurança do trabalho, e o material coletado passou a ser direcionado a Ecoponto; essa ação faz parte de estratégia de coleta seletiva para o SRRE e Sistema de Segurança e Saúde do Trabalho^{+L} (SSST^{+L}).

Os fluxos de SP de MDF para reuso/reciclo interno do CB (27,65 m, em linha contínua na cor verde clara) foram reorganizados. No C-PROJ, estantes para SP internos (s.27) foram executadas para desobstruir a área de produção, e estão vinculadas ao PCP^{+L} (s.4), à GPPP^{+L} (s.5) e à gestão visual dos SP; além disso, faz parte de plano de ação para implantar Sistema de Reuso e Reciclagem Interna (SRRRI) de SP no L^{P+L} . Com as mudanças, houve redução de 9,22 m em fluxo no projeto de L^{P+L} que corresponde a 33,34% a menos em relação ao CB.

O Sistema de Reuso e Reciclagem Interna (SRRRI) do projeto L^{P+L} está em implantação continuada por meio de treinamento, seleção, catalogação, medição, guarda em estante do SRRRI (s.27), e uso dos SP em novos orçamentos para liberar área, desobstruir pisos e executar compras^{+L}; assim como, reduzir aquisições de MPs e desperdícios, e melhorar o DP&SA e a inovação no espaço físico.

Quanto aos SP de perfis de alumínio, as peças para reuso interno passaram a ser estocadas, após o corte, em caixa organizadora no alinhamento da coluna, próximo do setor de corte de perfis (s.25), junto aos estoques de alumínio (s.17). Com a mudança, os fluxos de SP de alumínio passaram de 15,91 m para 1,60 m, representada por linha contínua na cor ocre. Essa redução no L^{P+L} correspondeu a 89,95% a menos em fluxo, elevando a produtividade do Sistema $^{P+L}$. As peças de alumínio para reuso/reciclo externo, representada por linha tracejada na cor ocre, passaram a ser estocadas logo abaixo da bancada, a 0,90 m, para serem doadas ou trocadas em pontos de coleta ou empresas de reciclagem.

No CB foram mapeados 166,44 m de fluxos destinados ao descarte que corresponde a 79,25 % do total de fluxos do sistema de SP (210,00 m); com o projeto de L^{P+L} foram mapeados 93,39 m em linhas de fluxos de SP destinados à coleta seletiva que corresponde a 65,42 % do total (142,74 m); comparando o CB ao C-PROJ, houve redução de 13,83 % em fluxos de SP destinados ao ambiente externo com mudança de posicionamento ambiental de descartes para coleta seletiva.

O projeto de L^{P+L} organizou os fluxos de MDF para SRRI (18,43 m, em linha contínua verde clara) inclusive os de alumínio (1,60 m, em linha contínua ocre). Os fluxos de MDF menores que 0,40 m x 0,40 m, como taliscas, retalhos e pedaços, foram destinados para a estante do SRRE (13,75 m, em linha tracejada verde); além desses, os fluxos que ligam coletor interno a externos (17,93 m, em linha traço dois pontos verde) foram projetados para substituir os descartes por coleta seletiva e organizar materiais recicláveis (papel, plástico e orgânicos) e não recicláveis.

Comparando o CB e o C-PROJ, o somatório de fluxos de SP demonstrou redução de 67,26 m (210,00 m – 142,74 m); esse valor corresponde a 32,03% a menos em relação ao CB, e promove mudanças de posicionamento ambiental, coleta seletiva, reuso e/ou reciclagem interna e/ou externa de SP.

Os dados confirmam a contribuição teórica e prática desta tese, que o L^{P+L} reduz desperdícios com movimentações desnecessárias e improdutivas e ajuda a superar barreiras para implementar a P+L.

Após a execução do projeto, a execução da obra de reforma do espaço físico para o *Layout* $^{P+L}$ iniciou, e outros projetos foram finalizados e discutidos com a empresa. Esses projetos foram compatibilizados e integrados ao conceito de P+L. As

mudanças ocorridas impulsionaram a reestruturação da infraestrutura organizacional conforme o ciclo proposto pelo método e está em movimento contínuo de melhorias.

A implementação no EC2 ocorreu durante o tempo de pesquisa (2015 a 2023); os planos de ação foram distribuídos em ordem de urgência e prioridade, e quanto ao aspecto de viabilidade financeira por ser uma PME industrial moveleira.

A avaliação do projeto de L^{P+L} foi realizada após a elaboração de mapeamento da linha do tempo e avanços da Marcenaria Carmel no período de 2015 a 2023 e está apresentada na Figura 103. Após a linha do tempo, a Roda de Avaliação Global foi preenchida e está apresentada na Figura 104.

Todos os avanços foram sintetizados por ano de implementação gerando o histórico desse trabalho, avanços dessa pesquisa doutoral e da empresa Marcenaria Calmel. O registro das atividades, elaborações de projetos e execuções de planos de trabalho se fundem com a história da empresa, com a vida das pessoas que a integram, e com a dos participantes nos trabalhos de imersão, técnicos, professores e pesquisadores que se envolveram e vivenciaram os aprendizados e contribuições. Trazem perspectivas futuras de trabalhos técnicos e científicos nas duas áreas de conhecimento e mostram melhorias produtivas e socioambientais.

Figura 103 - Linha do tempo da pesquisa e avanços da Marcenaria Carmel



Espaço fragmentado e estreito, calor e umidade, fiação exposta, bancadas e máquinas antigas e obsoletas, entulhos.

Protocolo de coleta de dados, de autorizações e agendamentos conforme Plano de Trabalho de pesquisa (PTp 1 - Fase 9) – Planejamento, preparação e coleta;

- Reconhecimento e coleta de dados preliminares (PTp 1):

- Visita Técnica I (VT I) para contato e coleta de dados sobre infraestrutura gerencial e de pessoas, descrições dos processos, fluxos e P+L. Formalização de parceria.
- Levantamento métrico com desenho cadastral: Visita técnica II (VT II) para medições do *layout* das instalações físicas, estudos das condições bioclimáticas e de fluxos, análises quantitativas de entradas e saídas dos processos, principais subprodutos e perdas, principais MPs, materiais auxiliares e tóxicos, finalidades dos materiais e tipos de embalagens;
- Aplicação de *checklist* para coletar dados sobre *layout*, máquinas e equipamentos, instalações hidro-sanitárias, elétricas e outras, com base em fatores de projeto de *layout* (Muther, 1978; Olivério, 1985) e estudos para integrar a P+L;
- Acompanhamento e observação dos processos e mudanças, levantamento fotográfico dos Centros de Produção, máquinas e resíduos (VT III);
- Descrições e análises preliminares para identificar Pontos Críticos (PCs), Oportunidades de P+L, melhoria nos processos e no *layout*, barreiras e necessidades;
- Elaboração de Relatório para Implantar Programa de P+L (Lins; Dória, 2015)
- Publicação de artigo intitulado *Oportunidades de P+L em Processo de Fabricação de Móveis sob Medida: Estudo de Caso de um Guarda-Roupa* (Lins et al., 2015).

2015



Resíduos de MDF, plásticos e orgânicos no chão e área externa; PCs estruturais, MDF no chão, entulhos.

- Paralisação das atividades de pesquisa por parte desta pesquisadora para tratamento de saúde.

- Coleta de dados sobre Matérias-Primas, fornecedores parceiros e estoques (VT IV);
- Apresentação e discussão com proprietário sobre Relatório para a Implantação do Programa de P+L com indicações de Pontos Críticos (PCs) e Pontos Positivos (PPs);
- Entrega e discussão de artigo publicado em congresso;
- Relato da empresa sobre preocupação com a gestão do produto pelo pouco espaço disponível e sobre prazos de entregas;
- **Avanço 1:** Planejamento de ações para descrições e análises sobre a segurança do trabalho;
- **Avanço 2:** Visita Técnica (V) para coleta de dados sobre marceneiros parceiros para reuso e reciclo e de serviços prestados por outros marceneiros para a empresa; e para medir galpão visando estudo preliminar para uma marcenaria em espaço novo; entretanto, a compra ficou inviável e o projeto foi cancelado;
- **Avanço 3:** Formalização de parcerias com o Sesi e SebraeTec para: (a) Diagnósticos de Segurança do Trabalho (DST), (b) Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), (c) Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), (d) Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), (e) Laudos de Monitoramento Ambiental (LMA);

2016



Máquina antiga e sem precisão, resíduos de MDF e pó de serra no chão, serra sem proteção, calor e umidade.

Descrições dos dados no CB (PTp 2 - Fase 9):

- Listas de PCs em segurança do trabalho e riscos ambientais;
- Desenhos da edificação: planta do levantamento cadastral detalhada, planta com mobiliários e posicionamento de máquinas, equipamentos e estoques de materiais, plantas do entorno e de coberta, áreas e fluxos;
- Elaboração de mapa de risco com base em relatórios e no levantamento fotográfico;
- Condições bioclimáticas da edificação, conforto térmico, condições de umidade, riscos ambientais da edificação e para pessoas (físicos, biológicos, químicos, mecânicos, de incêndio), segurança do trabalho e EPIs no CB;
- Elaboração de fluxogramas do CB;
- Planejamento, controle e gerenciamento, funções, fluxos dos clientes, de projeto e de produção no CB;
- Máquinas, equipamentos e ferramentas, potências das máquinas do CB;
- Matérias-Primas (MPs) e descartes e a ocupação de espaços de piso, acúmulos de materiais no chão e bancadas, uso, descarte, reuso e/ou reciclo no CB;
- Condições do *layout*, fluxos (quantidades de deslocamentos, retornos e cruzamentos), áreas de piso ocupadas com materiais, entulhos, resíduos e máquinas obsoletas no CB;
- Desenho do *layout* do CB: plantas de zoneamento das áreas e setorização dos espaços de trabalho e de fluxos dos

2017

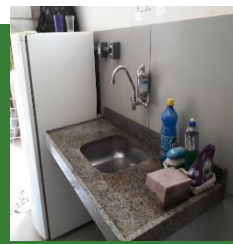
Fonte: Autora

Figura 103 - Linha do tempo da pesquisa e dos avanços da Marcenaria Carmel



Fonte: Autora

Figura 103 - Linha do tempo da pesquisa e dos avanços da Marcenaria Carmel



Avanços na infraestrutura física, tecnológica, de integração com a pesquisa e desenvolvimento, organização de máquinas, sistemas, fluxos, segurança, P+L.



Avanços na organização de máquinas, equipamentos, sistemas, fluxos, segurança, P+L.

Execução e detalhamento de projeto de L^{P+L} (PTp5 – Fase 16) para intervenção na infraestrutura física, tecnológica, de movimentação de pessoas, MPs, produtos:

- Análise do calor, cálculo da Taxa metabólica e Temperatura, com redução, 27,8 °C;
- **Avanço 14:** Execução da infraestrutura elétrica (cabamentos, tomadas e iluminação) conforme especificações de projeto e potências da tecnologia instalada com ampliação;
- **Avanço 15:** Instalação de ductos de sucção de pó de serra por baixo do piso, das máquinas de corte e lixamento para o coletor de pó (detalhamento do projeto de L^{P+L});
- Finalização de projeto e Reestruturação das instalações elétricas (conforme projeto);
- Finalização da reforma da infraestrutura física do projeto de L^{P+L};
- **Avanço 16:** Implementação do *layout* projetado na área de produção, de bancadas, armazenamentos de MDF, de materiais e subprodutos, posicionamento de máquinas e equipamentos, estoques intermediários e expedição conforme projeto de L^{P+L};
- **Avanço 17:** Melhoria nas áreas de apoio e permanência dos funcionários, conclusão da copa e banheiro, instalação de TV na área de produção;
- Início da Pandemia em 13 de março de 2020 com paralização das atividades produtivas;
- **Avanço 18:** Melhoria do conforto térmico e lumínico; instalação de pia para sanitização;
- **Avanço 19:** Aplicação de Senso de utilização, etapa do 5S, limpeza e organização conforme projeto de L^{P+L} com otimização de áreas administrativas, de produção e armazenamento, e dos Fluxos de produção para reuso e reciclo de subprodutos;
- **Avanço 20:** Desenvolvimento de nova identidade visual: Marcenaria Carmel;
- **Avanço 21:** Criação de espaços para Projeto de Produto (PP⁺), PCP⁺ e GPPP⁺;
- **Avanço 22:** Criação de espaço de reunião e **CarmelLab** para interação com institutos de pesquisa e desenvolvimento de produtos;
- **Avanço 23:** Planejamento financeiro para a compra de máquina esquadrejadeira de precisão conforme área do *Layout* projetado destinada ao setor de corte;
- **Avanço 24:** Participação em Projeto de Inovação – GEID/CNPQ/IFAL/FUNDEPES para o sensoriamento remoto e conectividade na categoria Inovação de Processos, “Marcenaria Laboratório: jornada para a indústria 4.0 em pequenos negócios”;
- **Avanço 25:** Aquisição de serra de meia esquadria de bancada para o corte de peças de alumínio, eliminando trocas de discos e a mistura do pó de serra e alumínio;
- **Avanço 26:** Compressor e mangueira com sist. pneumático para pintura, limpeza, etc.

2020

Execução da intervenção na infraestrutura física, tecnológica, de movimentação, de MPs e subprodutos (PTp6 – Fase 16) para a implementação da P+L e melhoria contínua:

- **Avanço 27:** Aquisição e instalação de máquina esquadrejadeira de precisão para eliminar falhas, reduzir perdas de tempo com lixamentos, possibilitar cortes angulares e otimização;
- **Avanço 28:** Instalação do coletor de pó integrado aos dutos de sucção com acionamento automático, acoplamento na nova esquadrejadeira (detalhamento do projeto de L^{P+L});
- **Avanço 29:** Análise química de particulado inalável pela empresa SOMA, Serviços de Segurança do trabalho (16,634 mg m³, ainda acima da NR 15- anexo 11 com VR=10 mg m³);
- **Avanço 30:** Melhoria do ruído, dosímetro (TWA [dB]: 77,40 dB, menor que o VR = 85 dB);
- **Avanço 31:** Melhoria do calor, cálculo entre Taxa metabólica e Temperatura, 26,92 °C;
- **Avanço 32:** Integração de célula para a execução de peças em ferro e fechamento de projetos com maior valor agregado;
- **Avanço 33:** Reforma da máquina coladeira de borda e adaptação a trilhos roletados;
- **Avanço 34:** Projeto e execução de bancada com rodízio e trilhos roletados;
- **Avanço 35:** Projeto e execução de estantes de ferro com prateleiras para o almoxarifado com otimização dos espaços (detalhamento do projeto de L^{P+L});
- **Avanço 36:** Elaboração de caixas com frente em vidro para guardar acessórios e componentes no almoxarifado e facilitar a gestão visual (detalhamento do projeto de L^{P+L});
- **Avanço 37:** Projeto e execução de sistema de sinalização (Projeto de inovação/IFAL) para a segurança, otimização (fase 1), aprendizado organizacional e P+L (fase 2) do L^{P+L};
- **Avanço 38:** Smart TV e câmeras (Projeto de inovação/IFAL) para sensoriamento remoto e conectividade (internet das coisas, interação de sistemas, computação em nuvem, big data);
- **Avanço 39:** Projeto e execução de 4 bancadas ergonômicas para as áreas de fitamento e montagem, em ferro com gavetas e espaço para PCP⁺ (detalhamento do projeto de [Re]L^{P+L});
- **Avanço 40:** Projeto, detalhamento e execução de mesa de trabalho do espaço **CarmelLab** em ferro com reaproveitamento de madeira existente (detalhamento do projeto da Carmel conforme o projeto de L^{P+L});
- **Avanço 41:** Projeto e detalhamento para mobiliário do escritório realizado pela Carmel para liberar áreas e reorganizar os setores de Projeto de Produto (PP⁺), PCP⁺ e de GPPP⁺;
- **Avanço 42:** Projeto e execução de mesa em ferro para furadeira de bancada e serra circular;
- **Avanço 43:** Demarcação de áreas, setores e fluxos de produção no piso a partir de L^{P+L}.

2021

Fonte: Autora

Figura 103 - Linha do tempo da pesquisa e dos avanços da Marcenaria Carmel

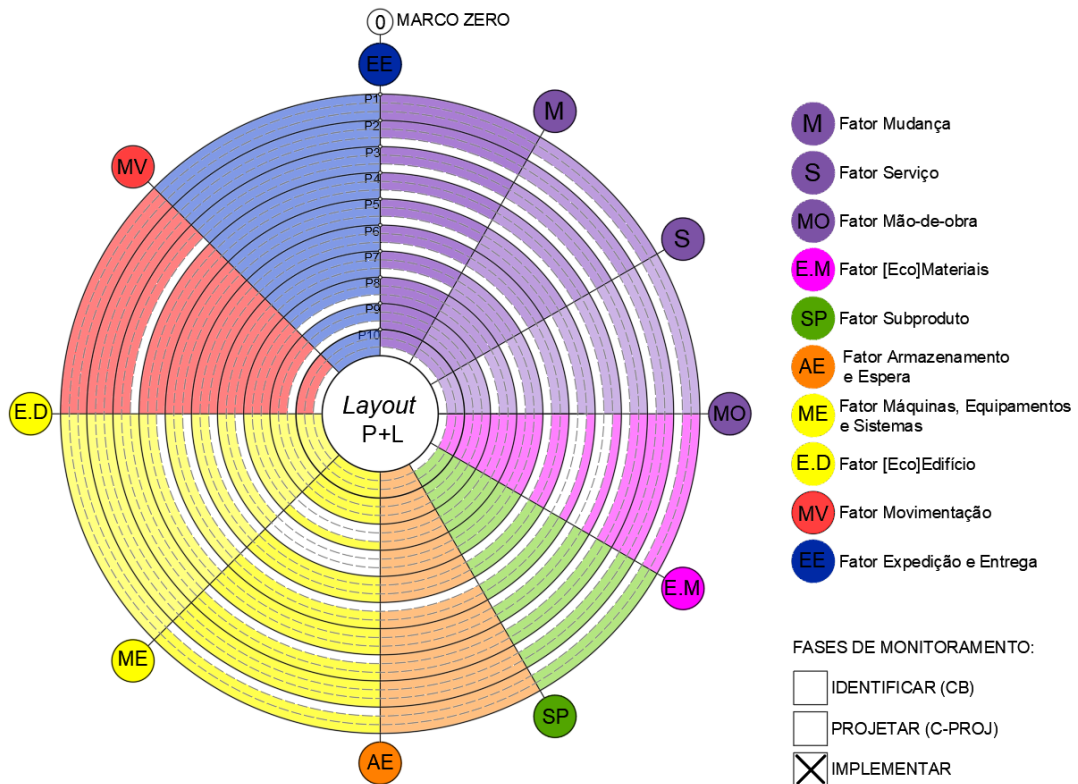


Fonte: Autora

6.2.1.3.5.4 Avaliação do projeto de L^{P+L}

Na Roda de Avaliação Global (RAG), Figura 104, apresenta a avaliação qualitativa do projeto de L^{P+L} . Estão preenchidos os itens de 1 a 10 correspondentes aos PAs que foram contemplados nesse projeto e o estágio da implementação do método de projeto de *Layout* integrado à P+L.

Figura 104 - Roda de Avaliação Global (RAG) para avaliação do L^{P+L} do EC2



Fonte: Autora. Realizada no ano de 2023.

O preenchimento faz parte do momento de intervenção (4) e da Fase D de avaliação global do método, para identificar e analisar o Cenário Base (CB) e para comparar após a implementação de melhorias. A Figura 104 apresenta o nível da empresa em relação aos itens que constam nos Planos de Ação (PA) dos Blocos A, B, C e D, no C-PROJ e implementado referente a 2023, por fator de projeto.

As áreas dos fatores que estão em branco se referem a PAs que ainda não passaram por identificação, análise e/ou implementação, processos em andamento, ou em práticas de melhoria contínua.

De forma cíclica, as áreas coloridas que representam as já implementadas, podem, dependendo da necessidade ou mudanças internas e/ou externas, serem

preenchidas novamente. No estudo, no Bloco A foram implementados 8 PAs e 21 PAs (7 no fator M, 6 no fator S e 8 no fator MO) estão na fase de monitoramento - Projetar (C-PROJ). O PA do fator MO 1 (PA 1^{A.MO}) está na fase Identificar (CB), e será necessário:

- Analisar: Legislação, cargos, funções, atribuições, atividades, procedimentos, Pontos Positivos (PPs), PCs e necessidades/MO (PA 1^{A.MO}).
- Implementar: Cargos, funções, atribuições, mapas de processos e Centros de Produção^{+L} (CPs^{+L}) integrando a legislação e a P+L (PA 1^{A.MO}).

No Bloco B foram implementados 16 PAs, e 10 PAs (2 no fator E.M, 7 no fator SP e 1 no fator AE) estão na fase - Projetar (C-PROJ). Os PA 4 e 5 do fator E.M estão na fase Identificar (CB) e ainda precisam ser analisados e implementados.

No Bloco C foram implementados 11 PAs; possui 7 PA (3 no fator ME e 4 no fator E.D) na fase - Projetar (C-PROJ). O PA 8 do fator ME está em um segundo ciclo da fase de projeto (C-PROJ) com parte já implementado (máquina de corte, fitamento e refilamento, e melhorias técnicas nas máquinas de lixamento); e o PA 7 do fator ME ainda precisa ser iniciado, ou seja, ainda será necessário:

- Identificar: a produtividade dos recursos técnicos e tecnológicos, o rendimento e a capacidade de processamento de ME (PA 7^{C.ME}).
- Analisar: Rendimento e produtividade de ME, e verificar PCs, o tempo de produção e necessidades de aprimorar ME (PA 7^{C.ME}).
- Implementar: Planos de corte e de execução em ME com prazos, usos e consumos; monitorar a melhoria contínua em produtividade de ME^{P+L} (PA 7^{C.ME}).

E no Bloco D foram implementados 15 PAs; e 5 PA (3 no fator MV e 2 no fator EE) estão na fase de monitoramento: Projetar (C-PROJ).

6.2.1.3.5.5 Discussão EC2

O projeto de *Layout* integrado à P+L (L^{P+L}) minimizou cruzamentos e distâncias percorridas, reduziu desperdícios de tempo com deslocamentos de materiais e pessoas; melhorou a produtividade e controle do material em processo por meio da simplificação e otimização de áreas e fluxos com redução de 18,76 m do conjunto de fluxos de produção, gestão, expedição, clientes e apoio, o que melhorou o sistema em 19,88 %; ecoeficiência que resulta em elo inovador entre o *Layout* e a P+L com

melhorias na gestão de materiais, tempo de resposta e cumprimento de prazos de entrega, assim como, na limpeza, segurança, proteção e qualidade.

Com o L^{P+L} da área administrativa foi possível melhorar a interação e gestão de reuniões e rotinas, reorganizar e integrar a P+L nas funções e atribuições da equipe, e criar o Carmellab $P+L$. A infraestrutura de gestão e pessoas mudou ao longo do tempo de projeto. Destaco acréscimo em membros na equipe de trabalho na produção, projetos e orçamentos. O L^{P+L} contribuiu para redefinir atribuições e redistribuir ações de PCP $^{+L}$, gestão de projetos, processos e de produtos $^{+L}$ (GPPP $^{+L}$).

Como ação do projeto de L^{P+L} , a empresa participou de projeto de inovação para se adaptar à indústria 4.0, com a instalação de tecnologias assistivas e possibilidade de monitoramento remoto, e adquiriu câmeras e máquina de corte de precisão; planejou treinamento denominado de “Desafios” para capacitar a equipe sobre (a) planos de corte de MDF, (b) reuso/reciclo de subprodutos e (c) segurança para melhorar o uso de recursos, melhorar a autonomia, evitar desperdícios e retrabalhos. A ampliação da área de apoio para funcionários organizou espaços para copa e banheiro e atendeu à NR-24 (ABNT, 2019) para o conforto no local de trabalho.

O projeto de L^{P+L} contribuiu para melhorar indicadores de desempenho ambiental e operacional por meio da otimização do consumo de MPs, redução nos percentuais de produtos tóxicos, emissões e poluentes na fonte geradora; do envolvimento de gerentes e funcionários para mapear e melhorar processos e de parcerias para evitar perdas e aumentar o reuso/reciclo de materiais em redes de subprodutos; parcerias com fornecedores que possuem selo de qualidade ambiental; e melhorias tecnológicas em máquinas e equipamentos com certificação ambiental.

Estratégias de posicionar coletores ou dutos de sucção junto às fontes de poluentes, máquinas e equipamentos, reduzir distâncias percorridas e desperdícios de áreas, mapear e organizar os fluxos, estão vinculadas ao L^{P+L} ; beneficiam a limpeza do espaço e melhoram a segurança do trabalho, evitam riscos ambientais, promovem a P+L, e atendem a NR -15 (2022), NR – 18 (2021) e NR – 25 (2011).

As mudanças de posicionamento ambiental foram impulsionadas por ações teóricas pela substituição conceitual dos termos resíduos e descartes por subprodutos e pela definição dos tipos de fluxos no espaço físico, reuso/reciclo e coleta seletiva; e por planos de ação para reorganizar e sinalizar os tipos de materiais e fluxos no L^{P+L} , melhorar a coleta, seleção e usos.

Projetos complementares da área ergonômica se integram ao projeto de L^{P+L} , contribuem para minimizar riscos e aumentar o desempenho produtivo: bancadas de trabalho, suporte com rodízio para transportar os coletores de SP, suporte de pega para facilitar o transporte de MDFs e bancada com rodízio e roletes para transportar o material cortado e em processo, atendem à NT-17 (2022).

A organização do *layout* projetado para o armazenamento com redução de 67,63 m em fluxos de abastecimento, melhorou o sistema produtivo integrado à P+L em 50,99 %, reduziu deslocamentos e perdas. E o planejamento do espaço para o reuso e/ou reciclagem interna de subprodutos, melhorou o aproveitamento e processos de compra de MPs, reduziu deslocamentos, minimizou perdas produtivas e ambientais, promoveu melhorias em produtividade e o DP&SA.

Do ponto de vista prático, é possível elencar uma sequência lógica de benefícios a partir de propostas de L^{P+L} : otimização dos processos e redução de fluxos, de desperdício de materiais, de partículas poluentes no ar e toxidades; aumento de conforto, segurança e saúde do trabalhador, da produtividade; otimização de usos das áreas de produção e do deslocamento da mão-de-obra; ampliação do reuso/reciclo interno/externo; planos para usos de energias alternativas e inovação no ambiente de trabalho com espaços integrados à P+L.

Ao reduzir a geração de SP com planejamento sistemático e contínuo no espaço físico de produção, e com o reuso/reciclo interno/externo, como produto secundário de valor econômico/financeiro, é possível distribuir antigos descartes para outros sistemas produtivos. Desse modo, SPs de um sistema servem de entrada como matéria-prima para outros processos e reduz perdas de recursos naturais.

O projeto de L^{P+L} resulta em melhorias contínuas de desempenho produtivo e ambiental em pequenos negócios pela gestão integrada com mudanças de posicionamento ambiental, controle e prevenção para não gerar poluentes e/ou reduzir perdas de SP, novos parâmetros de produtividade de recursos.

7 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Os dados desta pesquisa confirmam a premissa de que a integração da Produção mais Limpa (P+L) ao projeto de *layout* é estratégia para implementar a P+L nas empresas, principalmente, em PME; potencializa melhorias em áreas, setores e processos, reduz desperdícios, perdas produtivas e uso de recursos naturais. Tudo isso foi possível, após identificar e analisar parâmetros para integrar fatores de projeto de *layout* a critérios e atributos que permitem implementar a P+L, conforme definido na fase inicial do estudo.

Integrar projeto de *layout* à P+L, L^{P+L} , constitui-se inovação no ambiente de trabalho, reduz desperdícios produtivos e introduz melhorias de Desempenho Produtivo e Socioambientais (DP&SA); direciona esforços para aumentar a produtividade dos recursos e reduzir perdas produtivas. O método de Projeto de L^{P+L} amplia estudos dos autores Tseng, Lin e Chiu (2009), Oliveira Neto *et al.* (2020), Olivério (1985) e Neumann e Scalice (2015), e de outros autores, laboratórios e instituições relacionados, e abre novo elo de pesquisas para os dois temas.

A tese, assim, cumpriu o objetivo de aplicar e avaliar o Método no EC1 e no EC2. No estudo de caso EC1, o projeto de L^{P+L} ampliou a área administrativa da empresa em 25,18% o que afetou positivamente o espaço físico gerencial de modo a integrar setores de Gestão Ambiental (GA), ecodesign e Planejamento e Controle da Produção (PCP). Além disso, promoveu as seguintes mudanças: reduziu em 25,59% a área de estoque/armazenamento e em 72,69% a área de material em processo, pois desobstruiu pisos, reorganizou e otimizou áreas e setores; reduziu em 51,69 % a área destinada a Subprodutos para reuso, eliminou áreas para descartes de materiais e ampliou a capacidade produtiva da planta. Isso aumentou a área de produção em 33,33% a partir do agrupamento das áreas e setores inter-relacionados, com menor desperdícios por obstruções de pisos e perdas produtivas.

Os dados do EC2 demonstram melhoria na eficiência do sistema produtivo integrado à P+L em 19,88%; do sistema de fluxos de abastecimento em 50,99% por meio da redução de 67,63 m em desperdícios de fluxos; redução de fluxos de subprodutos em 67,26 m, que corresponde a 32,03% a menos em relação ao CB, com mudanças de posicionamento ambiental, coleta seletiva para reuso e/ou reciclagem interna/externa.

Os dados do EC2 confirmam a contribuição teórica e prática deste estudo, que o projeto de L^{P+L} é estratégia para superar barreiras conceituais e técnicas e implementar a P+L em espaços físicos industriais, minimiza desperdícios de produção em áreas, setores e fluxos de processos, atinge critérios e atributos que, associados, estabelecem e potencializam elo positivo [+] e inovador para o sistema produtivo.

Com a sequência metodológica para elaborar o projeto de *layout* integrado à P+L na indústria moveleira no EC1 e no EC2, foi possível cumprir o objetivo desta pesquisa; o L^{P+L} melhorou áreas, setores, fluxos e processos, reduziu perdas produtivas e desperdícios de recursos para implementar a P+L.

A análise dos fluxos dos processos, dos espaços e dos procedimentos, das máquinas, equipamentos e materiais utilizados, maximiza usos de matérias-primas durante a produção e a não geração de perdas, contribui para a economia de recursos.

A análise e projeto de *layout* das áreas destinadas aos subprodutos, representam inovação nas duas áreas de estudo, *Layout* e P+L; a redução dessas perdas produtivas em áreas e fluxos, assim como, em materiais, por meio de reuso ou reciclo interno e/ou externo, otimizam os processos e melhoram a produtividade ecoeficiente do sistema o que contribui para torná-lo mais limpo e sustentável.

Na prática, projetos de L^{P+L} facilitam o gerenciamento e melhoram o uso das áreas, setores e os fluxos dos processos com aumento da capacidade produtiva associada à redução de perdas de recursos naturais, e otimizam o uso de MPs e insumos; reduzem custos e desperdícios; e promovem a reutilização de materiais, a qualidade e inovação dos processos e produtos e do ambiente de trabalho.

As plantas e análises dos EC1 e EC2 confirmam o elo inovador entre as duas áreas de estudo, *Layout* e P+L, e a influência positiva e estratégica de projetos de *Layout* integrados à P+L para a sustentabilidade econômica e socioambiental com melhoria nas condições de trabalho; e para cumprir com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) por meio de melhorias na segurança, ergonomia, saúde e bem-estar dos trabalhadores (ODS 3); de áreas de produção eficientes com o uso de recursos, tecnologias e processos mais limpos, bem como, por meio da integração de sistemas para a não geração de perdas produtivas (ODS 6, 7 e 9); de áreas de estoque que evitam a geração de desperdícios e maximizam o uso de recursos (ODS 12 e 15); de áreas de expedição e de subprodutos para a não geração de poluentes, o controle e reaproveitamento interno e externo de materiais (ODS 15).

Esta pesquisa é uma contribuição inovadora que estabelece nova perspectiva para que projetos de *layout* sejam integrados à P+L, a práticas de mapeamento de coletores para SP, à coleta seletiva, ao reuso interno e externo de materiais, à redução de riscos ambientais e à melhoria do aproveitamento do uso, reuso e reciclo de materiais por meio de planejamento operacional anterior à execução e de controle da produção durante o processo no espaço físico. O potencial da proposta reduz perdas produtivas e desperdícios de recursos naturais.

As análises de áreas, de setores e de processos integradas às análises das perdas produtivas impulsionam mudanças capazes de promover melhorias internas contínuas em processos, com estímulo a investimentos e ao comprometimento da empresa com o desempenho produtivo e com a sustentabilidade.

A integração da P+L nos espaços físicos de produção de modo contínuo é capaz de promover mudanças internas que melhoram desempenho produtivo, segurança no trabalho e redução expressiva de riscos para os trabalhadores. Esta pesquisa estabelece nova perspectiva teórica e prática para projetos de *layouts*, também denominados de arranjos físicos. Trata-se de novidade na literatura e pode ser replicada em outros negócios.

Pode-se afirmar que o gerenciamento dos fluxos dos processos pode melhorar a qualidade do ambiente de trabalho, dos processos e dos produtos; eliminar e/ou reduzir perdas com o máximo aproveitamento, reuso e reciclagem de materiais, SP do sistema; reduzir custos de consumo (materiais, energia e água), e proporcionar sustentabilidade e local de trabalho inovador a partir da reordenação.

O estudo indicou que a obtenção de processo produtivo mais limpo, seguro e com redução de riscos ambientais contribui para reorganizar espaços físicos, antes, inúteis, com materiais para descartes, de modo que sirvam para a produção, planejamento e inovação. Ao considerar as sobras como resíduos ou perdas, as empresas se distanciam do potencial inovador dos sistemas produtivos e das expectativas e necessidades da sociedade. Entretanto, ao considerar resíduos como subprodutos do sistema, as empresas passam a integrar as sobras de materiais à lógica da lucratividade; mudança de posicionamento ambiental que permite pensar perdas produtivas como subprodutos do sistema com valor agregado.

Esta tese possibilita contribuir com os ODS 3, 6, 7, 9, 12, 15 em projetos e ações colaborativas e integradas para:

- ODS 3 - Saúde e Bem Estar: promover e planejar no ambiente de trabalho e espaços físicos de permanência e convívio, limpeza, água potável, prevenção e redução de produtos tóxicos, perigosos, contaminação, poluição e riscos;
- ODS 6 – Água potável e saneamento: gestão sustentável e eficiente de uso da água, reuso e reciclo com tecnologias seguras, evitando perdas e despejos sem tratamento;
- ODS 7 – Energia limpa e acessível: melhorar a eficiência energética e uso dos recursos, a segurança e uso de tecnologias acessíveis, mais limpas e integradas;
- ODS 9 – Indústria, inovação e infraestrutura: aumentar infraestruturas resilientes, inclusivas e sustentáveis, a eficiência no uso de recursos, tecnologias e P+L, o acesso à pesquisa, inovação e capacitação, às tecnologias de informação e comunicação;
- ODS 12 – Consumo e produção responsáveis: assegurar gestão e uso sustentável de recursos, promover prevenção, redução, reuso/reciclo, compras sustentáveis e acesso à informação, reduzir desperdícios com geração de poluentes;
- ODS 15 – Vida terrestre: promover, reduzir e melhorar o uso sustentável dos recursos naturais e o manejo das florestas e deter a perda de biodiversidade.

Uma das contribuições desse estudo para a teoria e campo da sustentabilidade é ampliar o diálogo sobre a importância estratégica de projetos de espaços físicos de produção integrados à P+L. O processo de projeto de *Layout* integrado à P+L é estratégia de transformação socioambiental, promove mudanças estruturais nas empresas, pensamento ambiental inovador e colaborativo e melhoria nas condições de trabalho para as pessoas.

É necessário considerar que há aspectos de melhoria de processos que extrapolam o ambiente interno industrial e interferem no bem estar socioambiental. Além disso, a disseminação do projeto L^{P+L} amplia a discussão sobre estratégias e capacidades colaborativas para a sustentabilidade entre empresas e instituições.

A contribuição ofertada pela tese transita pela sustentabilidade com melhorias do desempenho produtivo e consequentes reflexos econômicos e sociais.

Desse modo, constatou-se também, nesse estudo doutoral, que a mudança de comportamento e perspectiva, amplia novas oportunidades de negócios e parcerias na cadeia produtiva.

Recomendações para trabalhos futuros:

A presente tese recomenda, como potencial para trabalhos futuros, os seguintes blocos temáticos:

1. Projetos de pesquisa para o desenvolvimento de design de produtos^{+L};
2. Projetos de inovação, de extensão e/ou pesquisa universitária para estudos e aplicação de reuso/reciclo e P+L;
3. Projetos de inovação, de extensão e/ou pesquisa universitária para a aplicação do método de *layout* integrado à P+L;
4. Projetos de pesquisa para o desenvolvimento de modelos e sistemas de reuso/reciclo interno/externo incluindo capacitação;
5. Projetos de pesquisa aplicados à gestão do design integrada à P+L;
6. Desenvolvimento de *layout* de sistemas produtivos^{+L} integrando a simbiose industrial;
7. Projetos de inovação, de extensão e/ou pesquisa sobre a gestão da P+L;
8. Desenvolvimento de pesquisas aplicadas ao mapeamento de processos, P+L e *layout*;
9. Pesquisas sobre inovação, P+L e a indústria 4.0;
10. Estudos quantitativos para discutir a integração entre os fatores de projeto e a P+L;
11. Estudos quantitativos para avaliar cada fator, fluxos de materiais e redes sustentáveis de pequenos negócios;
12. Aplicações do método em outras organizações empresariais de setores e portes diferentes para disseminação;
13. Considerando os Planos de Ação (PAs) e a Roda de Avaliação Global do projeto de L^{P+L} , projetos de pesquisa com temáticas relacionadas aos PAs.
14. Considerando os Indicadores de Desempenho de Integração (IDIs), projetos de pesquisa com temáticas relacionadas.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT. **NR-23: Proteção Contra Incêndios**. Rio de Janeiro: Mai. 2011.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT. **NR-24: Condições sanitárias e de conforto no local de trabalho**. Set. 2019.
- AGUILAR, C.M.G.; PANAMEÑO, R.; VELAZQUEZ, A.P.; ÁLVAREZ, B.E.A.; KIPERSTOK, A.; CÉSAR, S.F. Cleaner production applied in a small furniture industry in Brazil: Addressing focused changes in design to reduce waste. **Sustainability** (Switzerland). v. 9, Issue 10, Article number 1867, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su9101867>. Acesso em: outubro de 2018.
- ALMEIDA, J.M.G.de; GOHR, C.F.; SANTOS, L.C. Assessing Collaborative Capabilities for Sustainability in Interorganizational Networks. **Sustainability**, v.12 (22), 9763, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12229763>. Acesso em: jan.2024.
- AMARAL, L.; CEZIMBRA, G.; RODRIGUES, E.F.; MAGARIAN, L.C.; TSUJI, E.R.; DELIBERADOR, L.R.; FORMIGONI, A. O papel do [re]Layout e da gestão de informações como ferramenta para melhoria da competitividade e desempenho dos processos de uma lavanderia industrial. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, 2012, v.2(2), 48-63.
- A.S.M.E. American Society of Mechanical Engineers. **Operation and Flow Process Charts**. 1947. Disponível em: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015039876274;view=1up;seq=5>. Acesso em: 20.mar.2019.
- APPLE, J.M. **Plant Layout and Material Handling**. 3. ed. New York: The Ronald Press Company, 1977.
- BAAS, Leo W. Cleaner production: beyond projects. **Journal of Cleaner Production**. v. 3, p. 55-59. 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0959-6526\(95\)00042-D](https://doi.org/10.1016/0959-6526(95)00042-D). Acesso em: dez. 2018.
- BARBIERI, J.C.; VASCONCELOS, I.F.G. de; ANDREASSI, T.; VASCONCELOS, F.C. de. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. **ERA-Revista de Administração de Empresas**. v.50. n.2. p. 146-154, abr. 2010. São Paulo: 2010. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rae/article/view/31280/30086>. Acesso em 17 jan. 2019.
- BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 4.ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- BASU, A.J.; van ZYL, D.J.A. Industrial ecology framework for achieving cleaner production in the mining and minerals industry. **Journal of Cleaner Production**. v.

14, p. 299-304. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2004.10.008>. Acesso em dez. 2018.

BACKES, A.; NUSKE, M. A.; KONRATH, G. C. S.; THESING, N. J. Desenvolvimento sustentável na indústria moveleira: um estudo multicaso na região noroeste do RS. **Holos**, 2018, v. 3. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2018.5697>. Acesso em: nov.2021.

BAXTER, M. **Projeto de produto**: guia prático para o design de novos produtos. Tradução Itiro lida. 3.ed. São Paulo: Blucher, 2011.

BERNARDO, J.S.S. Projeto de instalações industriais e sustentabilidade ambiental. **XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável**: Integrando Tecnologia e Gestão, 06 a 09 de out. 2009. Salvador. Anais. Salvador: EE/UFMG, 2009. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_091_618_13956.pdf. Acesso em: 16.dez.2018.

BERNARDES, E.; MUNIZ JUNIOR, J.; NAKANO, D.N. **Pesquisa qualitativa em engenharia de produção e gestão de operações**. São Paulo: Atlas, 2019.

BESSA. **Indústria moveleira tem desempenho positivo em janeiro de 2023 e impacta positivamente produção nacional**. 2023. Disponível em: <https://setormoveleiro.com.br/industria-moveleira-tem-desempenho-positivo-em-janeiro-de-2023-e-impacta-positivamente-producao-nacional/>. Acesso em: jan 2024.

BITENCOURT, R.S.. **Proposta de um modelo conceitual para o planejamento de instalações industriais livre de barreiras**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2008.

BMBF. **Federal Report on Research and Innovation**. Publicado por: Bundesministerium für Bildung und Forschung /Federal Ministry of Education and Research (BMBF), Germany, 2018. Disponível em: https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Bufi_2018_Short_Version_eng.pdf. Acesso em: abril.2021.

BORBA, M. **[re]Layout**. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina. Apostila do curso de Engenharia de Produção. 1998. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/antoniotadeumeneses1/8862194-apostilaarranjofisico>. Acesso em: mar.2018.

BRAINER, M.S. de C. P. Setor Moveleiro: Aspectos gerais e tendências no Brasil e na área de atuação do BNB. **Caderno Setorial ETENE**, [Fortaleza], ano 6, n. 169, jul. 2021. Disponível em: https://bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/827/1/2021_CDS_169.pdf. Acesso em: 05 jan 2024.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12.305. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 08 dez. 2020.

BRASIL. **O que é Simples Nacional**. S/D., *online*. Disponível em: <http://www8.receita.fazenda.gov.br/SimplesNacional/Documents/Pagina.aspx?id=3>. Acesso em: 06. Junho. 2021.

BROWN, T. **Design Thinking**: Uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Rio de Janeiro: Alta books, 2017.

BROWN, Tim. Design thinking. **Harvard Business Review**. How to deliver on a great plan, v. 86, n. 6, p. 84-92, jun. 2008. www.hbr.org. Disponível em: https://churchill.imgix.net/files/pdfs/IDEO_HBR_DT_08.pdf. Acesso em: 20.02.2019.

CAETANO, M.D.D.E.; DEPIZZOL, D.B.; REIS, A. de O. P. dos. Análise do gerenciamento de resíduos sólidos e proposição de melhorias: estudo de caso em uma marcenaria de Cariacica, ES. **Gestão & Produção**, 2017, v. 24 (2), p. 382-394. Disponível em: doi: 10.1590/0104-530x1413-16. Acesso em: nov. 2020.

CALIA, R.C.; GUERRINI, F.M. Estrutura organizacional para a difusão da Produção Mais Limpa: Uma contribuição da metodologia seis sigma na constituição de redes intra-organizacionais. **Gestao e Producao**, v 13, 3, p. 531-543, Set. 2006. Universidade de São Paulo (USP). Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?frbrVersion=3&script=sci_arttext&pid=S0104-530X2006000300014&lng=en&tlng=en. Acesso em: dez. 2018.

CAMARGO, S.M.; TOALDO, A.M.M.; SOBRINHO, Z.A. O *layout* como ferramenta de marketing no varejo. **XXXIII Encontro da ANPAD**. São Paulo: 19 a 23 de set. 2009.

CAMAROTTO, J.A. **Projeto de unidades produtivas**. Apostila de curso de especialização em Engenharia de Produção. Universidade Federal de São Carlos. UFSCar-DEP. São Carlos: 2006. Disponível em: <http://docplayer.com.br/7443039-Projeto-de-unidades-produtivas-apostila.html>. Acesso em maio.2018.

CAUCHICK-MIGUEL; SOUZA. **Metodologia de Pesquisa Em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Elsevier: 2018

CEBDS. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. **Guia da Produção Mais Limpa – Faça Você Mesmo**. Rio de Janeiro/RJ. 2005. Disponível em: <https://cebds.org/publicacoes/guia-para-producao-mais-limpa-faca-voce-mesmo/#.YKO95qhKjIU>. Acesso em 18.maio.2021.

CHIAVENATO, I. **Gestão da produção**: uma abordagem introdutória.3.ed. Barueri, São Paulo: Manole, 2014.

COLEONE, M.; FRÓES, N. J. M. Uma proposta de melhoria no [re]Layout de uma fábrica do setor têxtil. **Gepros**, 2019, v.14(3), p.98. DOI:10.15675/gepros.v14i3.2608. Acesso em 27. Maio. 2021.

COSTA, M.A.F. da; COSTA, M. de F.B. da C. **Projeto de pesquisa. Entenda e faça**. 6. Ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2015.

CNTL/SENAI.RS. **Implementação de Programas de Produção mais Limpa**. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/INEP, 2003a. 42 p. il. Disponível em: www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id%5Farq=7985. Acesso em: 21.maio.2019.

CNTL/SENAI.RS. **Cinco Fases da Implantação de Técnicas de Produção mais Limpa**. Série Manuais de Produção mais Limpa. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/INEP, 2003b. 103 p. il. Disponível em: https://www.senairs.org.br/sites/default/files/documents/manual_cinco_fases_da_producao_mais_limpa.pdf. Acesso em: 21.maio.2019.

CNTL/SENAI.RS. **Programa de Produção mais Limpa**. Documento Geral. Série Manuais de Produção mais Limpa. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/INEP, 2003c. 68 p. il. Disponível em: https://www.senairs.org.br/sites/default/files/documents/manual_documento_geral.pdf. Acesso em: maio.2019.

CNTL/SENAI.RS. **Diagnóstico Ambiental e de Processo**. Porto Alegre, UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, 2003d. 20 p. il. (Série Manuais de Produção mais Limpa). Disponível em: <https://www.senairs.org.br/documentos/serie-manuais-de-producao-mais-limpa-diagnostico-ambiental-e-de-processo>. Acesso em: Abril 2019.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações: Manufatura e Serviços: Uma Abordagem Estratégica**. Ed. Atlas SA: São Paulo, 2016.

DASSAN, E. F.; SANTOS, D.; RODRIGUES, E.F.; KAWAMOTO, L.T.; FORMIGON, A. Optimization of costs with the acquisition of raw materials through the economic order quantity and improving the physical arrangement of receipt in a company. **Revista Espacios**, v. 36 (17), p. 15, 2015. São Paulo: 2015. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a15v36n17/15361715.html>. Acesso em: julho 2018.

DIAS, I.C.P.; GONÇALVES, M.C. Proposta de um novo *layout* para o [re]Layout: uma aplicação do método SLP (*Systematic Layout Planning*) em uma microempresa no estado do Pará. **VI Encontro Paraense de Engenharia de Produção (EPAEP)**, 2015.

EPA. *United States Environmental Protection Office of Research and Agency* – EPA. **Waste Minimization Opportunity Assessment Manual**. Cincinnati: 1988.

Disponível em:

<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/30004DK5.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=1986+Thru+1990&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5Czyfiles%5CIndex%20Data%5C86thru90%5CTxt%5C00000002%5C30004DK5.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C-&MaximumDocuments=1&FuzzyDegree=0&ImageQuality=r75g8/r75g8/x150y150g16/i425&Display=hpfr&DefSeekPage=x&SearchBack=ZyActionL&Back=ZyActionS&Ba>

[ckDesc=Results%20page&MaximumPages=1&ZyEntry=1&SeekPage=x&ZyPURL.](#)
Acesso em: jan. 2019.

EPA. *United States Environmental Protection Office of Research and Agency – EPA. Facility Pollution Prevention Guide*. Washington: 1992. Disponível em:
<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/200132N4.PDF?Dockey=200132N4.PDF>.
Acesso em: abril.2019.

FAVERI, F. de. **Identificação dos desperdícios de um serviço de emergência com a utilização da metodologia Lean Thinking**. Dissertação. Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, 2013. Disponível em:
<http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/4053>. Acesso em jan.2023.

FIJAŁ, TADEUSZ. An environmental assessment method for cleaner production Technologies. *Journal of Cleaner Production*, Volume 15, Issue 10, p. 914-919. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.019>. Acesso em: jan.2023.

FIMMA BRASIL. **O que é a indústria moveleira?**. 2023. Disponível em:
<https://fimma.com.br/post/116/o-que-e-a-industria-moveleira>. Acesso em: jan.2024.

FEIL, A. A.; QUEVEDO, D. M. de; SCHREIBER, D. An analysis of the sustainability index of micro- and small-sized furniture industries. *Clean Techn Environ Policy*, 19: 1883-1896. 2017. Disponível em: DOI 10.1007/s10098-017-1372-7. Acesso em: out. 2018.

FERNANDES, J.V.G.; GONÇALVES, E.; ANDRADE, JCS; KIPERSTOK, A. Introduzindo práticas de produção mais limpa em sistemas de gestão ambiental certificáveis: Uma proposta prática. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, 2001, 6, 157–164. Disponível em: <http://abes-dn.org.br/publicacoes/engenharia/resaonline/v6n34/v6n34a06.pdf>

FRESNER, J. Cleaner production as a means for effective environmental management. *Journal of Cleaner Production*. v. 6, p. 171-179. 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(98\)00002-X](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(98)00002-X). Acesso em: dez. 2018.

GAITHER, N.; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Thomson Learning, 2008.

GTZ-P3U. **PREMA** - Profitable Environmental Management. 2019 (online). Disponível em:
<https://www.sia-toolbox.net/file/214/download?token=gRaKsf84>. Acesso em dez. 2018.

GIACCHETTI, M.C.M.; AGUIAR, A. de O. e. Produção Mais Limpa: Um Estudo Bibliométrico na Base Dados Scopus. **5th International Workshop. Advances in Cleaner Production** – Academic Work. “Cleaner Production Towards a Sustainable Transition”. São Paulo: 20 a 22 de maio de 2015. Disponível em:

http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/4B/5/giachetti_and_aguiar_academic.pdf. Acesso em dez. 2018.

GIANNETTI, B.F.; AGOSTINHO, F.; CABELLO ERAS, J.J.; YANG, Z.; ALMEIDA, C.M.V.B. Cleaner production for achieving the sustainable development goals. **Journal of Cleaner Production**, 271, 122127, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/>. Acesso em 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

GONÇALVES FILHO, E. V. **[Re]Layout da fábrica**: um modelo para o processo de projeto e um algoritmo genético para a formação de células de fabricação. 133 p. Tese (livre docência). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

GUIMARÃES, J. C. F.; SEVERO, E. A.; SENNA, P. Cleaner Production Criteria and Project Management Maturity: A Structural Equation Modeling Analysis in Brazilian Industries. **5th International Workshop Advances in Cleaner Production**. Academic Work: "Cleaner Production Towards a Sustainable Transition". 2015. São Paulo (Brazil), 20 a 22 de maio de 2015. Disponível em: http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/4B/2/guimaraes_et_al_academic.pdf. Acesso em: nov. 2020.

GUIMARAES, J.C.F.; SEVERO, E.A.; ROCHA, J.M.; OLEA, P.M. Critérios de Decisão para a Implementação da Produção Mais Limpa: O Caso de Cinco Empresas Líderes no Sul do Brasil. **Espacios**. Vol. 34 (12) 2013a. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a13v34n12/13341204.html>. Acesso em: nov.2020.

GUIMARAES, J.C.F.; SEVERO, E.A.; ROCHA, J.M.; OLEA, P.M. Critérios de decisão para a implementação da Produção mais Limpa. **4th International Workshop Advances in Cleaner Production** – integrating cleaner production into sustainability strategies. São Paulo: 22 a 24 de maio de 2013b. Disponível em: http://www.advancesincleanerproduction.net/fourth/files/sessoes/6B/5/guimaraes_et_al_work_01.pdf. Acesso em: maio 2019.

HERRERA, W.D.M.; COSTA, H.G. O método Electre III aplicado ao desenvolvimento de arranjos físicos. **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 19., 1999, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 1999, p. 1-13. Disponível em: https://www.academia.edu/26510424/O_m%C3%A9todo ELECTRE III aplicado ao desenvolvimento de arranjos físicos

HERRERA, W.D.M.; COSTA, H.G. Contribuições da análise multicritério à obtenção de graus de proximidade para arranjos físicos. **Produto & Produção**, Rio Grande do Sul, v. 5, n. 3, p. 46-61, out. 2001. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ProdutoProducao/article/view/1435/380>

HYER, N.L.; WEMMERLÖV. U. **Reorganizing the Factory**: Competing Through Cellular Manufacturing. Productivity Press. 2001. Disponível em:

https://books.google.com.br/books?id=qfJgCYGRJHgC&pg=PA53&hl=pt-BR&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false.

HYER, N.L.; WEMMERLÖV, U. Group technology and productivity. **Harvard Business Review**, v.62, n.4, p.140-149. 1984.

HICKS C.; DIETMAR, R. Improving cleaner production through the application of environmental management tools in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, p. 395-408. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.008>. Acesso em dez. 2018.

HILLIG, É.; SCHNEIDER, V.E.; PAVONI, E.T. Geração de resíduos de madeira e derivados da indústria moveleira em função das variáveis de produção. **Production**, Vol. 19, No. 2, 2009, p. 292-303. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S010365132009000200006>. Acesso em: julho 2018.

HOSSAIN, Kkandoker A.; KHAN, Faísal I.; HAWBOLDT, Kelly. **Sustainable development of process facilities: state-of-the-art review of pollution prevention frameworks**. J. Hazard. Mater. v. 150, p. 4-20, 2008. Disponível em: DOI: 10.1016/j.jhazmat.2007.08.062. Acesso em: dez. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Comissão Nacional de Classificação – CONCLA**. *online*. Disponível em: https://cnae.ibge.gov.br/?option=com_cnae&view=atividades&Itemid=6160&tipo=cnae&chave=3101-2%2F00&versao_classe=7.0.0&versao_subclasse=10.1.0 Acesso em: 01.junho.2021.

IDEO. **Design Thinking**. 2021 (*online*). Disponível em: <https://designthinking.ideo.com/>. Acesso em: 5.jan.2021.

IEMI/ABIMÓVEL. **Relatório setorial da indústria de móveis no Brasil**. Brasil Móveis. São Paulo: 2018.

IMMER, John R. **Layout Planning Techniques**. McGraw-Hill Book Company. Inc. New York, Toronto, London, 1950.

IMMER, John R. **Manejo de materiais**. McGraw-Hill Book Company. Inc. Talleres Graficos Saturno. Barcelona, 1971.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2021. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods7.html>

IRITANI, D.R.; SILVA, D.A.L.; SAAVEDRA, Y.M.B.; GRAEL, P.F.F.; OMETTO, A.R. Sustainable strategies analysis through Life Cycle Assessment: a case study in a furniture industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 96, p. 308-318, jun. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.029>. Acesso em: jun. 2018.

IVANQUI, I. L. **Um Modelo para Solução do Problema de Arranjo Físico de Instalações Interligadas por Corredores**. Florianópolis - SC, 1997. Tese

(Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/77147/138083.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: fev.2021.

JABBOUR, A. B. L. DE S.; ARANTES, A. F.; JABBOUR, C. J. C. Gestão ambiental em cadeias de suprimentos: perspectivas atuais e futuras de pesquisa. **Interciencia**, v. 38, 2, 2013, 104-111. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33926950002>.

JILCHA, KASSU; KITAW, DANIEL; BESHAN, BIRHANU. Workplace innovation influence on occupational safety and health. **African Journal of Science, Technology, Innovation and Development**, v. 8, 1, p. 33-42, 2016. Disponível em: DOI: [10.1080/20421338.2015.1128044](https://doi.org/10.1080/20421338.2015.1128044). Acesso em: maio 2018.

JONES, J.C. **Design Methods**: seeds of human futures. 2.ed. Nova York, John Wiley & Sons, INC, 1992.

JUCEAL. Junta Comercial do Estado de Alagoas. **Indústria Moveleira em Alagoas: Pesquisa - 3101-2/00** Fabricação de móveis com predominância de madeira. Ofício n. 610/2019/GP/JUCEAL. Maceió, 29 de outubro de 2019.

JUCEAL. Junta Comercial do Estado de Alagoas. **Indústria Moveleira em Alagoas: Pesquisa - 3101-2/00** Fabricação de móveis com predominância de madeira. Maceió, 11 de janeiro de 2024.

KHALILI, Nasrin R.; DUECKER, Susanna; ASHTON, Weslyne; CHAVEZ, Francisco. From cleaner production to sustainable development: the role of academia. **Journal of Cleaner Production**. v. 96, p. 30-43. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.099>. Acesso em: 02. Dez. 2018.

KHAN, Z. Cleaner production: an economical option for ISO certification in developing countries. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, p. 22-27, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.06.007>. Acesso em: dez. 2018.

KIPERSTOK, A.; COELHO, A.; TORRES, E. A.; MEIRA, C.C.; BRADLEY, S.P.; MARK, R. **Prevenção da poluição**. Programa Tecnologias e Gestão Ambiental. Brasília: CNI/SENAI/DN, 2002. Disponível em: http://www.fieb.org.br/Adm/Conteudo/uploads/livro_poluicao_id_26_x68db620f30d24e6d89b0c0234bf0f82d_662013115615.pdf. Acesso em: dez. 2017.

KRAVCHENKO, G.A.; PASQUALETTO, A.; FERREIRA, E. DE M. Aplicação de princípios da ecologia industrial nas empresas moveleiras de Goiás. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, 21, 283-294, 2016.

KRUCKEN, Lia. **Design e território**: valorização de identidades e produtos locais. São Paulo: Studio Nobel, 2009.

KJAERHEIM, Gudolf. Cleaner production and sustainability. **Journal of Cleaner Production**. v. 13, (4) p. 329-339. 2005. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(03\)00119-7](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(03)00119-7). Acesso em: dez. 2018.

KUPUSOVIC, T.; MIDZIC, S.; SILAJDZIC, I.; BJELAVAC, J. *Cleaner production* measures in small-scale slaughterhouse industry - case study in Bosnia and Herzegovina. **Journal of Cleaner Production**. v. 15, Issue 4, p. 378-383, 2006. Disponível em: DOI: 10.1016/j.jclepro.2005.11.005. Acesso em: dez. 2018.

KRAJEWSKY, L.J; RITZMAN, L.P.; MALHOTRA, M.K. **Administração de produção e operações**. 8ª ed., 7ª reimpressão, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2014.

KUMAR, R.; SINGH, S. P.; LAMBA, K. Sustainable robust *layout* using Big Data approach: A key towards industry 4.0. **Journal of Cleaner Production**, v. 204, 2018, p. 643-659. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.327>. Acesso em: jan. 2024.

LAGREGA, M.D.; BUCKINGHAM, P.L. **Hazardous Waste Management**. MacGraw: 1994.

LAMBA, K.; KUMAR, R.; MISHRA, S.; RAJPUT, S. Sustainable dynamic cellular facility layout: a solution approach using simulated annealing based meta heuristic. **Annals of Operations Research**. 290:5–26, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10479-019-03340-w>. Acesso em jan.2024.

LAWSON, B. **Como arquitetos e designers pensam**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

LEE, Q.; AMUNDSEN, A. E.; NELSON, W.; TUTTLE, H. **Facilities and Workplace Design: An Illustrated Guide**. Inst of Industrial Engineers, 1996.

LEITE, P.P.S.; PIMENTA, H.C.D. **Environmental and Economic Benefits From the Cleaner Production Implementation Within Furniture Manufacture from Natal-RN**. *In* *Holos*, v. 27, 2, p. 52-71, 2011.

LEITE, R.; AMORIM, M.; RODRIGUES, M.; NETO, G. O. Overcoming Barriers for Adopting Cleaner Production: A Case Study in Brazilian Small Metal-Mechanic Companies. **Sustainability**, v. 11, p. 4808, 2019; Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/17/4808>. Acesso em: nov. 2019

LINS, P.S. **A influência do Projeto de Arranjo Físico na Produtividade em uma Empresa de Produção e Comercialização de Plantas Ornamentais** (Estudo de Caso). Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), UFPB: João Pessoa. 2006.

LINS, P.S.; GAIA, R.; RAPOSO, A.; SILVA JÚNIOR, P.R.B.; SILVA, V.L.V. da. Tecnologia de aproveitamento de resíduos: Estudo de caso no APL de Móveis do Agreste (AL). **Anais da Conferência Regional Nordeste de Ciência, Tecnologia e Inovação**, 2010a. Maceió: SECTI, 2010.

LINS, P.L.; RAPÔSO, Á.; SILVA, V.L.V. da; SILVA JÚNIOR, P.R.B. Design e produção limpa: mapeamento dos resíduos do condomínio moveleiro do APL de móveis do agreste – estudo comparativo em Arapiraca (AL). **Conferência Regional Nordeste de Ciência, Tecnologia e Inovação**, 2010b, Maceió. Disponível em: <<http://www.congressos.ifal.edu.br/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1213/734>>. Acesso em Out.2013.

LINS, P.S.; GAIA, R.V; SANTOS, M.A.R. dos; SILVA, A.M.F.S. **Tendências de design e Mercado**: um estudo de caso no APL de Móveis do Agreste. Abril de 2010c. (Apresentação de Trabalho/Comunicação). Disponível em: <<http://www.calameo.com/books/00097200429070d785abc>>. Acesso em Out.2013.

LINS, P.S.; DÓRIA, M.V.C. Análise de uma empresa de fabricação de móveis sob medida: estudo de caso para a produção de um guarda-roupa. **Relatório da implantação do programa de Produção mais Limpa (modelo simplificado)**. Disciplina de Prevenção da Poluição e Ecologia Industrial. Programa de Engenharia Industrial da Escola Politécnica da UFBA (PEI-EPUFBA). Concluído em 08/01/2015. Salvador: 2015.

LINS, P.S.; DÓRIA, M.V.C; RAPÔSO, A.; KIPERSTOK, A. Oportunidades de Produção mais Limpa em processo de fabricação de móveis sob medida: estudo de caso de um guarda-roupa. **5th International Workshop. Advances in Cleaner Production – Academic Work**. “*Cleaner Production Towards a Sustainable Transition*”. São Paulo: 20 a 22 de maio de 2015. 2015a. Disponível em: http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/5B/2/lins_ps_et_al_academic_02.pdf. Acesso em: 23. maio.2019.

LINS, P.S.; CÉSAR, S.F. Physical Arrangement (*layout*) and Cleaner Production (CP): A Theoretical Discussion. **5th International Workshop Advances in Cleaner Production**, v. 5. p. 130-130. Universidade Paulista, São Paulo, 2015. Disponível em: http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/5B/2/lins_ps_et_al_abstract_03.pdf. Acesso em: dez. 2018.

LINS, P.S.; SILVA, C.; SOUSA, S.; RAPOSO, A. Balanço de massa do corte da madeira para fabricação de grade de sofá com assento retrátil. **5th International Workshop. Advances in Cleaner Production – Academic Work**. “*Cleaner Production Towards a Sustainable Transition*”. São Paulo: 20 a 22 de maio de 2015. 2015b. Disponível em: http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/6b/1/lins_ps_et_al_academic.pdf. Acesso em: 07.junho.2021.

LINS, P.S.; CUNHA, R. D. A.; KIPERSTOK, A.; RAPÔSO, Á. L. Q. R. S.; CÉSAR, S. F. Opportunities for Cleaner Production (CP) Using Process Flow Analysis: Case Study of a Furniture Manufacturer in the City of Palhoça (SC, Brazil). **Sustainability**, 2020, 12, 863; Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/3/863>. Acesso em: 05.dez.2020.

LINS, P.S.; KIPERSTOK, A.; CUNHA, R.D.A.; RAPÔSO, Á.L.Q.R.S.; MERINO, E.A.D.; CÉSAR, S.F. (Re)layout as a Strategy for Implementing Cleaner Production:

Proposal for a Furniture Industry Company. **Sustainability** 2021, Volume 13, Issue 23, 13109. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su132313109>. Acesso em: nov. 2021.

LIMA, M.G. de. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)**. SEBRAETEC-Inovação e Tecnologia e BIOARCH Consultoria e Assessoria Ltda. 2016.

LOU, A.L.B.; SANTOS, J.E. dos A. **Diagnóstico de Segurança do Trabalho (DST)**. Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO). Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. SESI/PPRA, 2016.

LUCK, H. **Metodologia de projetos**. Uma ferramenta de planejamento e gestão. 7. Ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2009.

MAYNARD, H.B. **Manual de engenharia de produção: instalações industriais**. Seção 8. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, 1970.

MARKUS, T.A. The role of Building performance measurement and appraisal in design method. **Design Methods in Architecture**. Londres, Lund Humphries, 1969.

MAVER, T.W. A Theory of Architectural Design in which the Role of the Computer is Identified. **Build. Sci.** Vol.4, pp. 199-207. Pergamon Press. Printed in Great Britain, 1970. Disponível em: <http://papers.cumincad.org/data/works/att/2010.content.pdf>.

MARUJO, L.G.; CARVALHO, D.; LEITÃO, M. **Otimização de layout utilizando-se o SLP combinado com teoria das filas**: um estudo de caso em uma oficina de rodas e freios de aeronaves. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Ponta Grossa - Paraná - Brasil. *In*: Revista Gestão Industrial. v. 06, n. 04: p. 93-109, 2010.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. 9.ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MASSOTE, C.H.R.; SANTI, A.M.M. Implementation of a cleaner production program in a Brazilian wooden furniture factory. **Journal of Cleaner Production**, v. 46, p. 89-97, maio de 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.09.004>. Acesso em: jun. 2018.

MEDEIROS, D.L.; TAVARES, A.O.C.; RAPÔSO, Á.L.Q.R.S.; KIPERSTOK, A. Life cycle assessment in the furniture industry: the case study of an office cabinet. **International Journal of Life Cycle Assessment**. v. 22, n. 11: p. 1823-1836, 2017. Disponível em: DOI 10.1007/s11367-017-1370-3. Acesso em: outubro de 2018.

MDE CONSULTORIA; PAPL; DESENVOLVE; SEPLANDE; GOV/AL; SEBRAE. **APL de Móveis de Maceió e Entorno**: Microrregião de Maceió (Barra de São Miguel, Coqueiro Seco, Maceió, Marechal Deodoro, Pilar, Atalaia, Rio Largo, Santa Luzia do Norte e Satuba). Maceió, outubro de 2012.

MERINO, G.S.A.D. **Metodologia para a prática projetual do design**: com base no Projeto Centrado no Usuário e com ênfase no Design Universal. 2014. 212 f. Tese (Doutorado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/128821>. Acesso em: jul. 2020.

MERINO, G.S.A.D. **GODP - Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos**: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário. Florianópolis: Ngd/Ufsc, 2016. Disponível em: <<https://ngd.ufsc.br/wp-content/uploads/2018/03/e-book-godp.pdf>>. Acesso em: jul. 2020.

MILAN, G.S.; GRAZZIOTIN, D.B. **Um estudo sobre a aplicação da Produção mais Limpa (P+L)**. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Ano 7, nº 1, jan-mar/2012, p. 127-140.

MIGUEL, P.A.C. (org.); FLEURY, A.; MELLO, C.H.P.; NAKANO, D.N.; TURRIONI, J.B.; HO, L.L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; PUREZA, V.. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

MOORE, J. M. **Plant Layout and Design**. Macmillan Publishing Co., Inc., New York, USA, 1962.

MOREIRA, D.A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 2012.

MOTTA, L. **Círculo cromático**. 2019 (*online*). Disponível em: <https://www.colab55.com/blog/circulo-cromatico/>. Acesso em: 01/03/2019.

MUTHER, R. **Practical plant layout**. New York: McGraw-Hill Book Co., 1955.

MUTHER, R. **Planejamento do layout: sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 1978.

NADLER, G. **What systems really are**. *Modern Materials Handling*, v.2, n.7, p.41-47, 1965.

NEUMANN, C. **Gestão de Sistemas de Produção e Operações**. Produtividade, lucratividade e competitividade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

NEUMANN, C.; SCALICE, R.K. **Projeto de fábrica e layout**. 1.ed, Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

NUNES, J.R.R.; SILVA, J.E.A.R.D.; MORIS, V.A.D.S.; GIANNETTI, B.F. Cleaner production in small companies: Proposal of a management methodology. **Journal of Cleaner Production**, v. 218, 1, p. 357-366, maio 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.219>. Acesso em: maio. 2019.

OLIVEIRA NETO, G.C.; SHIBAO, F.Y.; GODINHO FILHO, M. The State of Research on Cleaner Production in Brazil. **RAE-Revista de Administração de Empresas** (FGV/EAESP/São Paulo), v. 56, n. 5, set-out, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-759020160508>. Acesso em: set.2020.

OLIVEIRA NETO, G.C. de; LEITE, R.R.; SHIBAO, F.Y.; LUCATO, W.C. Framework to overcome barriers in the implementation of cleaner production in small and medium-sized enterprises: Multiple case studies in Brazil. **J. of Clean. Prod.**, 2017, v.142, 50-62. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.150>. Acesso em: set. 2020.

OLIVEIRA NETO, G.C. de; CORREIA, J.M.F; SILVA, P.C.; SANCHES, A.G.d.O.; LUCATO, W.C. Cleaner Production in the textile industry and its relationship to sustainable development goals. **Journal of Cleaner Production**, 2019, 228, 1514-1525. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.334>. Acesso em: nov. 2021.

OLIVEIRA NETO, G.C. de; TUCCI, H.N.P.; CORREIA, J.M.F.; da SILVA, P.C.; SILVA, V.H.C.da; GANGA, G.M.D. Assessing the implementation of Cleaner Production and company sizes: Survey in textile companies. **Journal of Engineered Fibers and Fabrics**,v.15: 1–16, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1558925020915585>. Acesso em: jan.2024.

OLIVÉRIO, J.L. **Projeto de fábrica produtos processos e instalações industriais**. São Paulo: IBLC – Instituto Brasileiro do Livro Científico Ltda., 1985.

ONU BRASIL. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU) BRASIL. **A ONU e o meio ambiente**. ONU Brasil: 2021, *online*. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>. Acesso em: 18.maio.2021.

ÖZBAY, A.; DEMIRER, G.N. Cleaner production opportunity assessment for a milk processing facility. **Journal of Environmental Management**, v. 84, n. 04, p. 484-493, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.06.021>.

PACHECO, D.A. de J. Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração. **Production**, v. 24, n. 4, p. 940-956, oct./dec., 2014. Disponível em: doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132014005000002>.

PANAMEÑO, R.; AGUILAR, C.M.G.; ANGEL, B.E.; CÉSAR, S.F.; KIPERSTOK, A. Cleaner Production and LCA as Complementary Tools in Environmental Assessment: Discussing Tradeoffs Assessment in a Case of Study within the Wood Sector in Brazil. **Sustainability**, 2019, 11, 5026; Disponível em: <http://doi:10.3390/su11185026>

PANERO, J.; ZELNIK, M. **Dimensionamento humano para espaços interiores: Um livro de consulta e referência para projetos**. Editorial GG., Barcelona, 2001.

PEDROSA, I. **Da cor à cor inexistente**. Leo Christiano: 2002.

PÉREZ-GOSENDE, P.; MULA, J.; DÍAZ-MADROÑERO, M. *Overview of Dynamic Facility Layout Planning as a Sustainability Strategy*. **Sustainability**, 2020, 12 (19), 8277. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12198277>.

PEREIRA, B.G.; NETO, I.R.; YUYAMA, K.; PEREIRA, H.G.; MATOS, Célio L.P. de. Aplicação da Produção Mais Limpa em uma Indústria Madeireira no Estado do Amazonas. **1th International Workshop Advances in Cleaner Production**. São Paulo: 2007. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/first/textos%20e%20arquivos/sesoes/4b/4/Bianca%20Gal%C3%BAcio%20Pereira%20-%20Resumo%20Exp.%2001.pdf>. Acesso em: jun. 2018.

PORTER, M.E.; KRAMER, M.R. **Criação de valor compartilhado**. Harvard Business Review. 2011a. Disponível em: <https://hbrbr.uol.com.br/criacao-de-valor-compartilhado/>. Acesso em: 10.mar.2019.

PRADO, M.V. **Brasil Móveis**. Relatório setorial da indústria de móveis no Brasil 2017. IEMI/ABIMÓVEL: São Paulo, Brasil, 2017.

PRADO, M.V. **Brasil Móveis**. Relatório setorial da indústria de móveis no Brasil 2018. IEMI/ABIMÓVEL: São Paulo, Brasil, 2018.

PRADO, M.V. **Brasil Móveis**. Relatório setorial da indústria de móveis no Brasil 2020. IEMI/ABIMÓVEL: São Paulo, Brasil, 2020.

PRADO, M.V. **Brasil Móveis**. Relatório setorial da indústria de móveis no Brasil 2023. IEMI/ABIMÓVEL: São Paulo, Brasil, 2023.

PREMA. **Profitable Environmental Management**. 2019 (*online*). Disponível em: http://www.meso-nrw.de/toolkit/hexagon/hexa_sust-dev_prema-2.html. Acesso em: dez. 2018.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. de. **Metodologia do trabalho científico** [ebook]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2ª ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: jan.2024.

PUGA, F. (Org.); CASTRO, L.B. (Org.); GRISA, D.C.; CAPANEMA, Luciana. VISÃO 2035: Brasil, país desenvolvido. Agendas setoriais para o desenvolvimento. **Resíduos Sólidos Urbanos** - Municipal Solid Waste. 1ª ed. Rio de Janeiro: BNDES, 2018, p. 415-438. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/16040/3/PRLiv214078_Visao_2035_compl_P.pdf. Acesso em: maio.2019.

RAPÔSO, Á.; CÉSAR, S.F.; KIPERSTOK, A. Produção mais limpa e estofados: oportunidades para fabricação de sofá em microempresa do apl de móveis do agreste alagoano. **Anais da Conferência Regional Nordeste de Ciência, Tecnologia e Inovação**, 2010, Maceió. Disponível em

<<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/867/602>. Acesso em: 30 Set. 2015.

RAPÔSO, Á.; CÉSAR, S.F.; KIPERSTOK, A. Design do Ciclo de Vida do Produto e Produção mais Limpa: uma reflexão aplicada à produção de estofados. **Revista (online) Estudos em Design**. Rio de Janeiro: v. 21, n. 2, p.01-25, 2013. ISSN 1983-196X. Disponível em: <https://www.eed.emnuvens.com.br/design/article/view/136>. Acesso em: 20.mar.2018.

REED, J.R. **Localizacion, “layout” y mantenimiento de planta Buenos Aires**: “El Ateneo”, 1971.

RENTES, A.F. Projeto de Fábrica enxuta: alta performance já na concepção da fábrica. **Revista Brasil Engenharia**, 614, 2013. Disponível em: http://www.brasilengenharia.com/portal/images/stories/revistas/edicao614/614_leitor_projeto.pdf. Acesso em: 04. Junho. 2021.

RODRIGO, T. **Redução de custos na marcenaria**: consultor mostra como pode ser reduzido custos em diferentes áreas da produção do móvel sob medida. Portal eMóvil, 2023. Disponível em: <https://emobile.com.br/site/marcenaria/reducao-de-custos-na-marcenaria/> . Acesso em: 06. jan.2024.

SACHS, I. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SAMPER, M.G.; GUILIANY, J.G.; ERAS, J.C. Eficiencia em el uso de los recursos y producción más limpia (RECP) para la competitividade del sector hotelero. **Revista de Gestão Social e Ambiental – RGSA**. São Paulo, v. 11, n. 2, p. 18-35, maio/ago. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.24857/rgsa.v11i2.1252>. Acesso em: 10.mar.2019.

SANTOS, L.C.; GOHR, C.F.; URIO, L.C.S. Planejamento sistemático de *layout* em pequenas empresas: uma aplicação em uma fábrica de baterias automotivas. **Espacios**, V. 35 (Nº 7), p.14, 2014. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a14v35n07/14350714.html>. Acesso em jan.2024.

SANTOS, F.A.N.V.dos. **MD3E (Método de Desdobramento em 3 Etapas)**: uma proposta de método aberto de projeto para uso no ensino de design industrial. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102413>. Acesso em: nov. 2021.

SANTOS, A. dos. **Seleção do método de pesquisa**. Guia para pós graduandos e áreas afins. Curitiba: Editora Insight, 2018.

SARAVANAN, M.; ARULKUMAR, P.V. An artificial bee colony algorithm for design and optimize the fixed area layout problems. **Int J. Adv Manuf Technol**, v. 78, p.

2079–2095, 2015. Disponível em: DOI 10.1007/s00170-014-6774-7. Acesso em: set. 2019.

SCHNEIDER, E.M.; FUJII, R.A.X.; CORAZZA, M.J. Pesquisas Quali-quantitativas: contribuições para pesquisas em ensino de ciências. **Revista Pesquisa Qualitativa**. V. 5, n. 9, p. 569-584, dez. 2017. ISSN 2525-8222.

SCHNEIDER, V.E.; NEHME, M.C.; BEN, F. **Pólo Moveleiro da Serra Gaúcha**: sistemas de gerenciamento ambiental na indústria moveleira. Caxias do Sul: Educus, 2006.

SCHNEIDER, P.; OSWALD, K.; RIEDEL, W.; MEYER, A.; SCHILLER, G.; BIMESMEIER, T.; THI, V.A.P.; KHAC, L.N. Engineering Perspectives and Environmental Life Cycle Optimization to Enhance Aggregate Mining in Vietnam. **Sustainability**. v. 10, 525, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su10020525>. Acesso em: set. 2019.

SEIFFERT, M.E.B. **Gestão Ambiental**: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Quem são os pequenos negócios?** S.D. *online*. Disponível em: http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/estudos_pesquisas/quem-sao-os-pequenos-negociosdestaque5,7f4613074c0a3410VgnVCM1000003b74010aRCRD. Acesso em: 05.jun.2021.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Benefícios da Lei Geral para o produtor rural e agricultor familiar**. 2019, *online*. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/ap/artigos/beneficios-da-lei-geral-para-o-produtor-rural-e-agricultor-familiar,f141285d4994f510VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 05.jun.2021.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Tudo o que você precisa saber sobre o MEI**. 2021, *online*. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/sebraeaz/o-que-e-ser-mei,e0ba13074c0a3410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 05.jun.2021.

SEBRAE/AL. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas em Alagoas. **Mercado e Competitividade do Setor de Móveis por Encomenda em Maceió e Arapiraca**. Maceió, setembro, 2016.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Plataforma Data MPE Brasil**. Desenvolvido por Datawheel, 2022. Disponível em: <https://datampe.sebrae.com.br/profile/geo/alagoas?selector840id=year2023&selector844id=year2022&selector395id=sector2&selector385id=year>. Acesso em: 8.jan.2023.

SILVA, A.L.da. **Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de layout industrial orientado para a produção enxuta**. 2009. 243 p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos: 2009.

SILVA, G.C.S. da; MEDEIROS, D.D. de. Metodologia de Checkland aplicada à implementação da produção mais limpa em serviços. **Gestão e Produção**, v. 13, 3, p. 411-422. Set. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2006000300005. Acesso em: dez. 2018.

SILVA, J.M.N. da; VIEIRA, E.M. de A.; TORRES, M.G.L.; COSTA, A.N. de M.; SANTOS, L.C. Planejamento Sistemático do *Layout*: aplicação em uma indústria de painéis esmaltados. **Espacios**, v.36, 09, 2015. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a15v36n09/15360917.html>. Acesso em: jan.2024.

SILVESTRE, B.S.; SILVA NETO, R.E. Are cleaner production innovations the solution for small mining operations in poor regions? The case of Padua in Brazil. **Journal of Cleaner Production**. v. 84, p. 809-817. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.097>. Acesso em: dez. 2018.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, N.; JOHNSTON, R.; BRANDON-JONES, A. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SILVA, A.N.; ARAÚJO, A.V.; GODOY, L.C.; MINETTE, L.J.; SUZUKI, J.A. Contribution of Computational Simulation for Layout Analysis in a Wooden Furniture Industry. **Revista Árvore** (online). Viçosa: v. 41, n. 2, p. 1-8, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-90882017000200001>. Acesso em: maio 2018.

SILVA, A.L.E.; MORAES, J.A.R.; MACHADO, Ê.L. Proposta de produção mais limpa voltada às práticas de ecodesign e logística reversa. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, p. 29-37, 2015. Disponível em: DOI: 10.1590/S1413-41522015020000087843. Acesso em: abril 2019.

SEPLAG. Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio. APL Móveis em Maceió e Entorno. Disponível em: https://dados.al.gov.br/catalogo/pt_PT/dataset/arranjos-produtivos-locais-apls/resource/231d2912-1a81-4023-9701-de0f7b253508. Acesso em: 16.06.2021.

SHI, L.; CHEN, P.; SHI, H.; QIAN, Y. Supporting cleaner production audit with systems approaches: A case study of PVC process. v. 15, Issue C, p.1358-1363, 2003. **Computer Aided Chemical Engineering**. China: 2003. Disponível em: DOI: 10.1016/S1570-7946(03)80499-6. Acesso em: dez. 2018.

STEFANO, N.M.; FERREIRA, A.R. Ecodesign referencial teórico e análise de

conteúdo: proposta inicial para estudos futuros. **Revista Estudos em Design**. 2013, 21, 01-22. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.35522/eed.v21i2.127>.

TEIXEIRA, G.F.G.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. How to make strategic planning for corporate sustainability? **Journal of Cleaner Production**, 230, 1421-1431, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/>. Acesso em: jan.2024.

TOMPKINS, J.A.; WHITE, J.A.; BOZER, Y.A.; TANCHOCO, J.M.A. **Planejamento de Instalações**. 4. Ed. Rio de Janeiro: 2013.

TOMPKINS, J.A.; WHITE, J. A. **Facilities Planning**. New York, John Willey & Sons: 1984.

TIBERTI, A.J. **Desenvolvimento de software de apoio ao projeto de [re]Layout de fábrica baseado em um framework orientado a objeto**. São Carlos, 2003. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2003. Disponível em: <http://www.teses.usp.br>. Acesso em: 10.mar.2019.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez, 2015.

TONG, R.; ZHANG, L.; YANG, X.; LIU, J.; ZHOU, P.; LI, J. Emission characteristics and probabilistic health risk of volatile organic compounds from solvents in wooden furniture manufacturing. **J. Clean. Prod.**, 2019, v. 208, 1096-1108. Disponível em: doi: 10.1016/j.jclepro.2018.10.195.

TSENG, Ming-Lang; LIN, Yuan-Hsu.; CHIU, A.S.F. Fuzzy AHP-based study of cleaner production implementation in Taiwan PWB manufacturer. **Journal of Cleaner Production**. v. 17, p. 1249-1256. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.03.022>. Acesso em: dez. 2018.

TUBINO, D.F. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

TUBINO, D.F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

UNIDO. United Nations Industrial Development Organization. **UNIDO's Environment Solution: Resource Efficient and Cleaner Production (RECP) Programme**. Disponível em: https://www.unido.org/sites/default/files/2017-05/RECP_EN_0.pdf. Acesso em: 20 maio.2021.

UNEP/DTIE France; CHUNG, I. United Nations Environment Programme/Division of Technology, Industry & Economics France. **Environmental Agreements and Cleaner Production. Questions and Answers**, 2006. Printing Centro de Producción más Limpia, Costa Rica, 2006. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/report/environmental-agreements-and-cleaner-production>. Acesso em: Maio. 2021.

UNEP. United Nations Environment Programme. **Environmental Agreements and Cleaner Production. Questions and Answers**. 2006. Disponível em:

<https://www.unep.org/resources/report/environmental-agreements-and-cleaner-production>. Acesso em: Maio.2021.

UNEP. **Resource Efficient and Cleaner Production**. 2019. Available at: <http://www.unep.fr/scp/cp/>. (accessed on 26 April 2019). (In English).

UNEP/DTIE. United Nations Environment Programme/Division of Technology, Industry & Economics. **Profiting from Cleaner Production: Towards Efficient Resource Management**. 2002. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/report/profitting-cleaner-production-towards-efficient-resource-management>. Acesso em: Maio.2021.

VALLE, C.E. do. **Implantação de indústrias**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975.

VAN BERKEL, C.W.M., 1994. Comparative evaluation of cleaner production working methods. **Journal of Cleaner Production**, v. 2, p. 139-152, 1994. Disponível em: Acesso em: dez. 2018.

VIEIRA, L.C.; AMARAL, F.G. Barriers and strategies applying Cleaner Production: a systematic review. **J. of Clean. Prod.**, 2016, v. 113, 5-16. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.034>.

VILLAR, A. de M.; NÓBREGA JÚNIOR, C.L. **Planejamento das Instalações Empresariais**. João Pessoa: Editora da UFPB, 2014. Disponível em: <http://www.editora.ufpb.br/sistema/press5/index.php/UFPB/catalog/view/548/420/1851-1>. Acesso em: 10.fev.2019.

VILLAR, A. de M. **A inserção das técnicas de prevenção a incêndios na metodologia de elaboração de arranjos físicos industriais**. Florianópolis, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2001. Disponível em: <http://www.teses.eps.ufsc.br>. Acesso em: ago.2018.

VILLAR, A. de M.; NÓBREGA JÚNIOR, C.L. **Planejamento das Instalações Industriais**. João Pessoa: Manufatura, 2004.

VILLAR, A. de M.; PORTO, E.S. Análise do [re]Layout geral como base para racionalização da produção - um estudo de caso. **Anais do XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. A energia que move a produção: um diálogo sobre integração, projeto e sustentabilidade. Foz do Iguaçu, PR, Brasil. 09 a 11 de outubro de 2007. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr570429_0377.pdf. Acesso em: 01.06.2021.

VILARINHO, P.M. **Concepção e desenvolvimento de um sistema de apoio ao projeto de implantações fabris**. Tese de doutorado. Faculdade de Engenharia do Porto. Porto. Portugal: 1997.

VILARINHO, P.M; GUIMARÃES, R.C. **A facility layout design support system**. Associação Portuguesa de Investigação Operacional. 23. P. 145-161. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/iop/v23n2/v23n2a03.pdf>. Acesso em: dez.2018.

VOSS C; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations and Production Management**, 2002, 22 (2), 195-219. (In English).

WOMACK, J.; JONES, D.T. **The Machine that Changed the World**. Nova York, Simon & Schuster, 2007.

WOMACK, J.; JONES, D.T; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 11^a Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

YANG, T.; SU, C.; HSU, Y. Systematic layout planning: a study on semiconductor wafer fabrication facilities. **International Journal of Operations & Production Management**, 20 (11), 1359-1371, 2000. Disponível em: DOI: [10.1108 / 01443570010348299](https://doi.org/10.1108/01443570010348299). Acesso em: 25.05.2021.

WANG, R.; WU, Y.; WANG, Y.; FENG, X. An industrial area layout design methodology considering piping and safety using genetic algorithm. **Journal of Cleaner Production**, v. 167, 2017, p. 23-31. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.147>. Acesso em: jan. 2024.

YUSUP, M.Z.; MAHMOOD, W.H.W.; SALLEH, M.R.; RAHMAN, M.N. Ab. The implementation of cleaner production practices from Malaysian manufacturers' perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v.108, Part A, 2015, 659-672, ISSN 0959-6526. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.102>. Acesso em: jan.2024.

YÜKSEL H. An empirical evaluation of Cleaner Production practices in Turkey. **Journal of Cleaner Production**, v. 16(1), S50–S57, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.10.003>. Acesso: jan.2024.

YOSHIMUCHI, A.P.; DALTO, F.; BORTOLETTI, M.; BRITSCHKA, N.N.; CAVINI, R.; GARCIA, R.L. **Guia PCS, produção e consumo sustentáveis, tendência e oportunidades para o setor de negócios**. PNUMA/FIESP. 2015. Disponível em: https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/06/PNUMA_Guia-de-Produ%C3%A7%C3%A3o-e-Consumo-Sustent%C3%A1veis.pdf. Acesso em: 26 de abril de 2019.

ZEYHER, L.R. **Manual de administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1974.

APÊNDICES

O Apêndice 1, apresenta os principais estudos sobre metodologias, modelos e métodos sobre P+L encontrados na Revisão Bibliográfica da Literatura (RBL), em artigos científicos (de 1994 a 2020).

Apêndice 1 - Principais estudos sobre metodologias, modelos e métodos para dar suporte à P+L encontrados na RBL, em artigos científicos entre os anos de 1994 e 2020. "Continua".

Ano	Autores	Objetivo	Etapas	Abordagem
1994	van Berkel, C.W.M. (1994).	Comparar e analisar os componentes principais de seis métodos de trabalho sobre P+L na Holanda (PROGRES, PRECARI, PROSA, Indústria de processamento de carne, escaneamento rápido, Indicadores de P+L)	Adaptação conforme as necessidades das empresas. Propõe uma divisão entre quatro tipos de métodos de trabalho: indicadores, escaneamento, pré-avaliação e avaliação.	Flexibilidade e adaptação
2003	Shi, L. Chen, P. Shi, H. Qian, Y. (SHI <i>et al.</i> , 2003)	SAIS (Systems Analysis/Integration/Simulation). Combina abordagens de análise, integração e simulação de processos; apresenta método integrado SAIS (Análise de Sistemas/Integração/ Simulação) para apoiar auditoria de P+L.	Análise de sistemas Integração Simulação	Abordagem integrada
2006	Kupusovic, T. Midzic, S. Silajdzic, I. Bjelavac, J. (KUPUSOVIC <i>et al.</i> , 2006, p. 379)	MOED (Minimization Opportunities Environmental Diagnosis) - Diagnóstico Ambiental e Oportunidades de Minimização. Metodologia elaborada pelo Centro Regional de Atividade para P+L de Barcelona e pelo Ministério do Meio Ambiente da Espanha. Ferramenta que analisa o processo produtivo e "fluxos de resíduos, identifica as oportunidades de melhoria ambiental". Projeto realizado em pequenas indústrias de abatedouros.	Visita inicial e reunião com a ind. Definição de diretrizes básicas. Proposta de trabalho. Aceitação do MOED. Visitas de trabalho (descrição geral da empresa, informações sobre o processo, sobre os fluxos de resíduos, processamento de informações) Avaliação das oportunidades de minimização para identificar opções de melhoria. Estudo de opções e descrições das alternativas. Preparação e apresentação de documento final.	Abordagem diagnóstica e de oportunidades de minimização
2006	Silva, G.C.S. da; Medeiros, D.D. de; (SILVA; MEDEIROS, 2006, p. 415) Recife (Brasil)	Metodologia da Checkland para a Implementação da P+L em serviços. Metodologia que compara o sistema real (como a empresa está) e o sistema conceitual (como estaria se adotasse a P+L) ajudando gerentes na tomada de decisão.	Análise da situação do problema; Definição da raiz do sistema relevante; Conceitualização; Comparação e definição de possíveis mudanças; Seleção das mudanças; Projeto e implementação; Avaliação".	Abordagem em serviços e processo de decisão
2006	Calia, R. C.; Guerrini, F. M. (CALIA, R. C.; GUERRINI, F. M., 2006)	Contribuição da metodologia seis sigma na constituição de redes intra-organizacionais e no aumento do desempenho ambiental. Metodologia "Enterprise Knowledge Development" (EKD), desenvolvimento de	Modelo de objetivos; Modelo de regras de negócio; Modelo de processos de negócio; Modelo de atores e recursos; Modelo de conceitos;	Abordagem na área administrativa

	São Paulo (Brasil)	conhecimento corporativo, para modelar objetivos, regras, processos e estruturas de relacionamento do Programa de P+L.		
2007	Tadeusz Fijal (FIJAL, 2007)	Elabora método de avaliação ambiental para tecnologias de P+L que permite análise quantitativa do impacto ambiental. Está baseado em Fluxos de materiais e energia e Índices de perfil.	Análises do perfil da: a. Matéria-prima; b. Energia; c. Resíduos; d. Produto; e. Embalagem. Análises dos fluxos de entrada no processo tecnológico: 1. Fluxo das matérias-primas; 2. Fluxo da energia; Análise dos fluxos de saída no processo tecnológico: 3. Fluxo de produtos acabados; 4. Fluxo dos subprodutos ou resíduos; 5. Fluxo das embalagens.	Abordagem na área de tecnologias
2007	Özbay, A.; Demirer, G.N. (ÖZBAY, A.; DEMIRER, G.N., 2007)	Metodologia desenvolvida para a avaliação de oportunidades de P+L em unidade de processamento de leite.	a. Preparação de listas de verificação (auxiliar na auditoria e avaliação de oportunidades de CP); b. Implementação da análise de balanço de massa (medições e análises experimentais dos fluxos de massa, entradas e saídas); c. Determinação de opções de redução de resíduos; d. Avaliação	Abordagem quantitativa de balanço de massa.
2008	Khan (2008)	Traz a ideia de PDCA. Usa a P+L para conseguir a certificação ISO 14001:2004.	Não detalha	Abordagem administrativa.
2008	Hossain, Khan e Hawboldt (2008)	A primeira decisão é a análise se é preventiva, ou, se é de fim de tubo, antes da P+L ser escolhida e implementada	Destaque para: Análise do tipo de medida; Monitoramento.	
2009	Tseng, Lin e Chiu (TSENG; LIN; CHIU, 2009)	Discute fatores para implementar a P+L. Usa o Processo de Hierarquia Analítica Fuzzy (FAHP) para estabelecer critérios de decisão (Organização, Sistemas e Tecnologias, Medição e Feedback, Ambiente de Trabalho e Cultura do Trabalhador)	a. Organização; b. Sistemas e Tecnologias; c. Medição e Feedback; d. Treinamento e pessoas: ambiente de trabalho, cultura organizacional e educação.	Abordagem de hierarquia de critérios de decisão p/ implementar a P+L

Fonte: Autora com base em: van Berkel, C.W.M. (1994); Shi *et al.* (2003); Kupusovic *et al.* (2006, p. 379); Silva e Medeiros (2006, p. 415); Calia, R. C.; Guerrini, F. M. (2006); Fijal (2007); Özbay, A.; Demirer, G.N. (2007); Khan (2008); Hossain, Khan e Hawboldt (2008); Tseng; Lin; Chiu (2009).

O apêndice 2 apresenta os primeiros estudos e métodos clássicos para projetos de *layout* de fábrica encontrados na Revisão Bibliográfica da Literatura (RBL) realizada por esta autora. São os métodos de Immer (1950), Muther (1955), Moore (1962), Immer (1964), Nadler (1965), Reed (1971), Valle (1975), Apple (1977).

Apêndice 2 - Metodologias de projeto de *layout* de 1950 a 1977 encontradas na RBL e inseridas na sequência cronológica. “Continua”.

Ano	Autores das metodologias clássicas de projeto de <i>layout</i>	Objetivo e contribuição	Fases, passos ou etapas	Abordagens
1950	John R. Immer. Immer (1950)	Melhoria dos fluxos e máxima eficiência das máquinas.	Método constituído por fases para: (1) Descrever o problema; (2) Representar as linhas de fluxo; (3) Transformar as linhas de fluxo em seqüências de máquinas.	Abordagem voltada para solução de problemas de fluxo e <i>layout</i> das máquinas. Para <i>layouts</i> .
1955	Richard Muther Muther, R. (1955)	- Foi quem primeiro identificou e descreveu 8 fatores que influenciam o projeto do <i>layout</i> das instalações. E descreveu as fases para o planejamento sistemático do <i>layout</i>	Fatores: material, máquinas, homem, movimento, espera, serviço, construção, mudança. Fases: Localização Layout geral Layout detalhado Implantação	Abordagem voltada para novos projetos. Da localização da fábrica ao detalhamento do <i>layout</i> nos Centros de produção (CPs).
1962	James M. Moore Moore (1962)	Introduziu bases metodológicas para desenvolver os projetos de fábrica e de <i>layout</i> . Insere discussões sobre a planta de localização.	Método constituído por passos: (1) Determinar o volume de produção; (2) Detalhar produtos, materiais e processos de produção; (3) Calcular as necessidades de máquinas e equipamentos; (4) Medir o trabalho dos funcionários (estudo de tempos); (5) Estudar o fluxograma do processo do produto; (6) Determinar as necessidades de espaços; (7) Conhecer as características do edifício; (8) Construir planta de localização, planta de cenários (<i>plot plan</i>); (9) Construir planta de blocos de centros de produção (<i>block plan</i>); (10) Construir <i>layout</i> detalhado; (11) Checar e consultar <i>layout</i> ; (12) Instalar; (13) Avaliar.	Abordagem que parte da ideia geral da planta para o detalhamento do espaço de produção nos CPs.
1964	John R. Immer Immer (1964)	Apresentou estudo e plano para Manejo de materiais	Simplificação; circulação; estudo de tempos; manejo e transporte; análises; organização; controles e manutenção.	Abordagem de manejo e transportes de materiais para melhorar circulação.
1965	Nadler (1965) Citado por: Neumann; Scalice, 2015;	Comparou situações ideais. Propôs o desenvolvimento de sistemas de trabalho para identificar a solução ideal e aplicar ao projeto.	Método constituído por procedimentos: (1) Criação de teoria para o Sistema ideal de trabalho; (2) Criação do conceito do Sistema ideal de trabalho; (3) Elaboração de Projeto do Sistema de trabalho com a tecnologia ideal; (4) Instalação do sistema recomendado.	Abordagem voltada para o sistema de trabalho, logo, para o <i>layout</i> do posto de trabalho. Parte do espaço micro para o macro.
1971	Ruddell Reed Reed (1971) Citado por: Neumann; Scalice (2015); Tompkins <i>et al.</i> , (2013, p. 243); Villar, (2001)	Apresentou “Plano Sistemático de Ataque” (TOMPKINS <i>et al.</i> , 2013, p. 243) para o planejamento do <i>layout</i> . Desenvolveu cartas de processo detalhadas (fluxos,	Método constituído por passos: (1) Análise dos produtos; (2) Determinação dos processos; (3) Preparação das planilhas para o planejamento do <i>layout</i> ; (4) Determinação dos postos de trabalho; (5) Estudo das necessidades das áreas de armazenamento; (6) Definição das larguras mínimas de corredores para a circulação; (7) Estabelecimento das necessidades dos setores administrativos, escritórios; (8) Necessidades do pessoal de	Abordagem voltada para o projeto do produto e dos processos e <i>layout</i> , determinando os processos e depois, os espaços para a fábrica e sua expansão. Vai do micro espaço para o macro espaço.

		sistemas de transporte, ocupação de recursos, etc). Método probabilístico de determinação da demanda de máquinas (VILLAR, 2001)	manutenção e de serviços; (9) Análise dos serviços da fábrica; (10) Planejamento de expansões.	
1975	Cyro Eyer do Valle Valle (1975) Citado por: Neumann; Scalice, 2015;	Etapas da macrolocalização e da microlocalização. - Informações requeridas: Terreno, produto, equipamentos, organização. - Desenvolveu projeto com foco na iluminação, ventilação natural, acústica, cores e segurança contra incêndios. - Desenvolveu projeto com foco nos custos dos critérios legais de tratamento da água e nos custos de transporte de resíduos e despejos da produção.	Método constituído por passos: (1) Estudar a viabilidade técnica, econômica e financeira da empresa; (2) Estudar a localização da indústria, para a seleção da região e do terreno de implantação; (3) Preparar o projeto básico e os projetos construtivos das instalações industriais; (4) Comprar os equipamentos e materiais necessários para executar os projetos elaborados; (5) Realizar as obras de construção e montagem das instalações; (6) Aplicar os testes pré-operacionais e da pré-operação da unidade; (7) Iniciar as atividades da indústria. Apresenta os seguintes métodos para a solução dos problemas de inter-relacionamento (para arranjo por processo): - Método dos elos - Método das sequências fictícias - Método dos momentos ou torques.	Abordagem voltada para o projeto da fábrica, viabilidade e localização. - Abordou a iluminação, ventilação natural, acústica, cores e segurança contra incêndios. - Abordou os custos dos critérios legais de tratamento da água a ser devolvida ao meio ambiente em pureza e descontaminação. - Abordou os custos de transporte de resíduos e despejos da produção. Descontaminação e transporte de resíduos e despejos da produção, como critério legal de custos de localização.
1977	James Mcgregor Apple Apple (1977). Citado por: Neumann; Scalice, 2015; Tompkins <i>et al.</i> , 2013, p. 242; Tiberti, 2003.	Não se restringiu ao planejamento ao projeto de instalações (<i>facilities design</i>) no setor industrial. O projeto de instalações é o “[...] arranjo das instalações físicas [...] de uma atividade”.	Método baseado em procedimentos e 20 passos gerais: (1) Obter dados básicos; (2) Analisar e determinar inter-relacionamentos; (3) Desenvolver o processo produtivo observando a sequência; (4) Planejar o fluxo de materiais; (5) Seguir o modelo de manuseio de materiais; (6) Calcular requisitos necessários para os equipamentos; (7) Planejar postos de trabalho para cada indivíduo; (8) Selecionar equipamentos específicos para o manuseio de materiais; (9) Coordenar grupos de operações que estão relacionadas para a integração; (10) Delinear a relação entre as várias atividades; (11) Determinar requisitos de armazenamento; (12) Planejar as atividades auxiliares e de serviços; (13) Determinar requisitos do espaço; (14) Locar as atividades no espaço total; (15) Considerar as características da edificação; (16) Construir o <i>layout</i> geral (<i>layout</i> mestre); (17) Avaliar, ajustar e verificar; (18) Discutir para validar o projeto ou para obter aprovação; (19) Detalhar e implementar o <i>layout</i> ; (20) Acompanhar a implantação do <i>layout</i> .	Abordagem geral; aplicado a qualquer tipo de instalação física e atividade. Abordagem que prioriza o <i>layout</i> . Não trata da fábrica senão para considerar características da edificação. Obs: O passo 1 e 2 aparecem em Tompkins <i>et al.</i> (2013, p. 242) separados e o passo 16 como: “Construir um Layout mestre”; o passo 18 como “Obter as aprovações”, completando 20 passos.

Fontes: Autora com base em Neumann e Scalice (2015); Tompkins *et al.* (2013, p. 242 e 243); Tiberti (2003); Villar (2001); Muther (1978); Apple (1977); Valle (1975); Reed (1971); Nadler (1965); Immer (1964); Moore (1962); Muther (1955); Immer (1950). Obs: os métodos de Muther (1978) e Tompkins *et al.* (2013, p. 242 e 243) foram abordados nesta tese.

O apêndice 3: síntese de modelos e metodologias de projeto de *layout* e as divergências existentes relacionadas à P+L.

Apêndice 3 – síntese de modelos ou metodologias de projeto de *layout* encontrados na RBL e inseridos na sequência cronológica. “Continua”

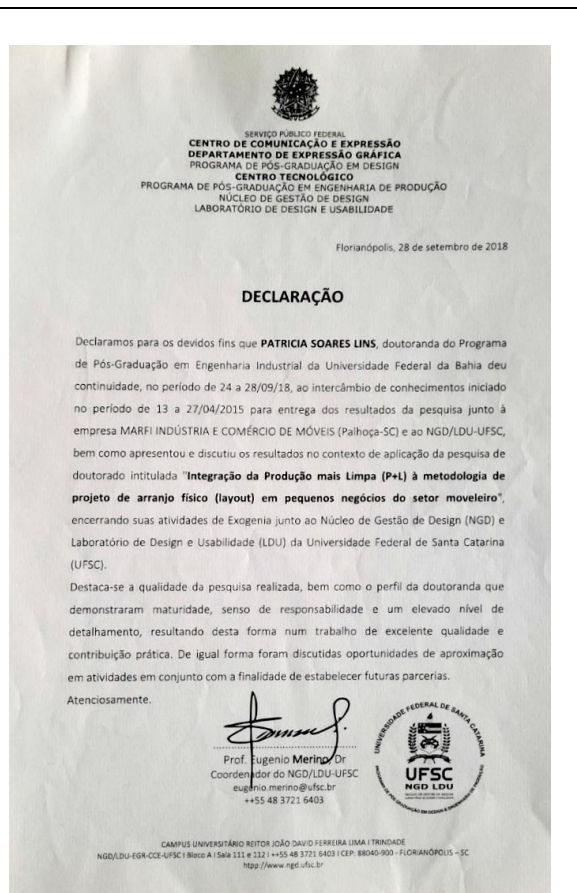
Modelos ou métodos de projeto de <i>layout</i>		Divergências relacionadas à P+L
1	Técnicas para planejamento de <i>layout</i> Immer, J.R. (1950) <u>Objetivo:</u> planejar fluxos e o <i>layout</i> de máquinas para melhorar processos.	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (resíduos como inerentes ao processo); b) de planejamento de fluxos de subprodutos; c) de controle de ecoeficiência nas máquinas. <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de “fim de tubo”. O tratamento, descarte e locação de materiais poluentes é considerado exigências legais e custos.
2	Modelo James M. Apple (1951) <u>Objetivo:</u> planejar fluxos, o <i>layout</i> de máquinas e o manejo de materiais para melhorar processos.	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (resíduos como inerentes ao processo); b) de planejamento de fluxos de subprodutos; c) de controle de ecoeficiência nas máquinas; d) de planos para não gerar desperdícios no manejo de materiais. <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de “fim de tubo”; exigências legais e custos.
3	Modelo A. T. Gaudreau e R. W. Mallick (1951) <u>Objetivo:</u> otimizar fluxos e o <i>layout</i> de máquinas.	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (resíduos como inerentes ao processo); b) de planejamento de fluxos de subprodutos; c) de controle de ecoeficiência nas máquinas. <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, “fim de tubo”.
4	Planejamento de fábrica e de <i>layout</i> de IRESON, W.G. (1952) <u>Objetivo:</u> otimizar áreas, fluxos e processos.	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (resíduos como inerentes ao processo); b) de planejamento de fluxos de subprodutos; <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de “fim de tubo”.
5	Muther, R. (1955) <u>Objetivo:</u> planejar procedimentos para otimizar áreas, fluxos e processos.	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (refugos, resíduos e rejeitos como resultados inerentes aos processos); b) de planejamento de fluxos de subprodutos; c) de planejamento para a redução de desperdícios de áreas com a locação de refugos, resíduos e rejeitos. <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de “fim de tubo”.
6	Planta de <i>layout</i> e design. Moore, J. M. (1959) <u>Objetivo:</u> otimizar fluxos e o <i>layout</i> de máquinas. Introduz as bases metodológicas para projetos de fábrica e <i>layout</i> .	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (resíduos como inerentes ao processo); b) de planejamento de fluxos de subprodutos; c) de controle de ecoeficiência nas máquinas. <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de “fim de tubo”; exigências legais e custos.
7	Modelo Muther, R. (1961) <u>Objetivo:</u> planejamento sistemática de áreas, de fluxos e de processos.	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (refugos, resíduos e rejeitos como resultados inerentes aos processos); b) de planejamento de fluxos de subprodutos; c) de planejamento para a redução de desperdícios de áreas com a locação de refugos, resíduos e rejeitos. <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de “fim de tubo”.
8	Manejo de materiais de Immer, J.R. (1964 e 1971) <u>Objetivo:</u> otimizar fluxos, o <i>layout</i> e o manejo de materiais e máquinas;	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (resíduos como inerentes ao processo); b) de planejamento de fluxos de subprodutos; c) de controle de ecoeficiência nas máquinas; d) de planos para não gerar desperdícios no manejo de materiais. <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de “fim de tubo”; exigências legais e custos.
9	Método Dos Elos, Valle (1975) <u>Objetivo:</u> otimizar áreas, de fluxos e processos; na flexibilidade, conforto ambiental e segurança; na localização; nos custos de tratamento da água e transporte de resíduos e despejos da produção (elo + com a P+L). Método quantitativo. ELO como ligações.	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição para não ser necessário custos com a descontaminação (refugos, resíduos e rejeitos como resultados inerentes aos processos); b) de planejamento de fluxos de subprodutos; c) de planejamento para a redução de desperdícios em áreas com a locação de refugos, resíduos e rejeitos. <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de “fim de tubo”. O tratamento, descarte e locação de materiais poluentes é considerado exigências legais e custos. Acrescenta custos de localização, descontaminação e transporte de resíduos.
10	Modelo James M. Apple (1977) <u>Objetivo:</u> melhorar áreas, fluxos e processos; observa percentuais de refugo e a integração de áreas individuais de trabalho. É modelo de 20 passos (elo + com a P+L).	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (resíduos como inerentes ao processo); b) de planejamento de fluxos de subprodutos; c) de passos no modelo para ações visando eliminar refugos na fonte geradora; d) e que considere ações para reduzir os percentuais de refugo na fonte. <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de “fim de tubo” como exigências legais e custos, preocupa-se com percentuais de refugos, com a locação de resíduos e rejeitos.

11	Modelo Muther, R. (1978) <u>Objetivo:</u> planejar sistematicamente áreas, fluxos e processos. Tem princípios de inter-relacionamentos; presença do prefixo <i>inter</i> em toda a metodologia (elo + com a P+L).	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (refugos, resíduos e rejeitos como resultados inerentes aos processos, porcentagem de refugo como dado de entrada sem a preocupação com a eliminação na fonte geradora); b) de planejamento de fluxos de subprodutos; c) de planejamento para a redução ou eliminação de refugos, resíduos e rejeitos na fonte geradora, e de redução de desperdícios de áreas com a locação de refugos, resíduos e rejeitos. <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de "fim de tubo" como exigências legais e custos, desperdícios com locação de áreas para refugos, resíduos e rejeitos.
12	Método Guerchet <u>Objetivo:</u> otimizar áreas. Superfície (S) total: $S_t = S_e + S_g + S_{ev}$	<u>Ausência:</u> a) de discussão sobre a prevenção de desperdícios em áreas voltadas para a locação de refugos, resíduos e rejeitos. <u>Abordagem:</u> Otimização de áreas.
13	Modelo de Tompkins (1984) e Tompkins et al. (2013) <u>Objetivo:</u> reduzir custos e melhorar áreas, em questões estratégicas, a produtividade, a segurança dos funcionários e a economia de energia (elo + com a P+L). Genérico e dividido em fases do processo de projeto, aplicável a indústrias e a serviços; é circular.	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (refugos, resíduos e rejeitos como resultados inerentes aos processos); b) de questões estratégicas voltadas para a redução da poluição; <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de "fim de tubo" como exigências legais e custos.
14	Tecnologia de grupo (HYER; WEMMERLOV, 1984) <u>Objetivo:</u> otimização, produtividade, sequência, agrupamento por famílias de produtos.	<u>Ausência:</u> a) de discussão sobre a prevenção de desperdícios e da poluição. <u>Abordagem:</u> Otimização e produtividade.
15	Modelo de Olivério (1985) <u>Objetivo:</u> otimizar áreas, fluxos e processos. Baseia-se em Muther (1978) e no método para dimensionamento de áreas de Guerchet ($S_t = S_e + S_g + S_{ev}$).	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (refugos, resíduos e rejeitos como resultados inerentes aos processos); b) de planejamento de fluxos de subprodutos; c) de planejamento para a redução de desperdícios de áreas com a locação de refugos, resíduos e rejeitos. <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de "fim de tubo".
16	Lee et al., 1996 <u>Objetivo:</u> Acessibilidade. Projeto livre de barreiras (elo + com a P+L ao considerar a ergonomia). Divide o projeto em 5 níveis: Global, Supra, Macro, Micro e Sub-Micro.	<u>Ausência:</u> a) de discussão sobre a prevenção de desperdícios e da poluição. <u>Abordagem:</u> Acessibilidade. Espacial. Do espaço global ao micro espaço, à tarefa. Conexão com a P+L.
17	Método de Vilarinho (1997) <u>Objetivo:</u> otimizar áreas e fluxos, reduzir custos e manuseio de material (elo + com a P+L quanto à implantação) para sistema de apoio para Implantações de fábricas.	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição; b) de visão estratégica positiva quanto à segurança, ao edifício e ao meio ambiente (a segurança, o edifício e o meio ambiente foram considerados como restrições de projeto); <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de "fim de tubo" e de restrição de projeto.
18	Modelo de Ivanqui, I. L. (1997) <u>Objetivo:</u> melhorar fluxos e a produtividade. Instalações interligadas por corredores.	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (resíduos como inerentes ao processo); b) de planejamento de fluxos de subprodutos. <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de "fim de tubo". O tratamento, descarte e locação de materiais poluentes é considerado exigências legais e custos.
19	Método para a realização de [Re]layouts (SILVEIRA, 1998) [Re]layouts	<u>Ausência:</u> a) de discussão sobre a prevenção de desperdícios e da poluição. Controle da poluição. <u>Abordagem:</u> Mudança de layout.
20	ELECTRE III (Herrera e Costa, 1999, 2001) <u>Objetivo:</u> otimizar áreas, fluxos e processos, com foco em processos decisórios. Integra o SLP ao AMD (Auxílio Multicritério à Decisão).	<u>Ausência:</u> a) de discussão sobre a prevenção de desperdícios e da poluição. Controle da poluição. <u>Abordagem:</u> Cálculo de processos decisórios de layout.
21	Método para a realização de [Re]layouts (KRAJEWSKI; RITZMAN, 1999). <u>Objetivo:</u> [Re]layouts	<u>Ausência:</u> a) de discussão sobre a prevenção de desperdícios e da poluição. Controle da poluição. <u>Abordagem:</u> Mudança de layout.
22	Modelo Gonçalves Filho (2001) <u>Objetivo:</u> otimização, produtividade. Cinco fases com atividades e sub-atividades.	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (resíduos como inerentes ao processo). <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de "fim de tubo". O tratamento, descarte e locação de materiais poluentes é considerado exigências legais e custos.
23	Modelo Villar (2001) <u>Objetivo:</u> melhorar áreas, fluxos e processos para a segurança contra incêndio. Inserção das técnicas de prevenção à incêndios. Baseada na obra de Olivério (1985), de Guerchet e de Ivanqui (1997) (elo + com a P+L quanto à segurança).	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (resíduos como inerentes ao processo). <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de "fim de tubo". Prevenção contra incêndios. Conexão com a P+L.

24	Modelo Hyer e Wemmerlov (2001) <u>Objetivo:</u> melhorar áreas, fluxos e processos para a produtividade dos recursos e evitar desperdícios. Métodos de produção enxuta, de reorganização fabril (elo + com a P+L).	<u>Ausência:</u> a) de discussão sobre poluição e sobre resíduos. <u>Abordagem:</u> Produção enxuta. Redução de desperdícios produtivos. Produtividade. Conexão com a P+L.
25	Modelo Slack, et al. (2002) <u>Objetivo:</u> melhorar processos decisórios sobre arranjo físico, produtividade e processos de decisão.	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (resíduos como inerentes ao processo); b) de processos de decisão para eliminar ou reduzir desperdícios de recursos naturais. <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de “fim de tubo”. O tratamento, descarte e locação de materiais poluentes é considerado exigências legais e custos.
26	Modelo de Vilarinho e Guimarães (2003) <u>Objetivo:</u> melhorar áreas e fluxos, reduzir custos e manuseio de material. Sistema de apoio ao desenho de implantações fabris.	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição; b) de visão estratégica positiva quanto à segurança, ao edifício e ao meio ambiente (a segurança, o edifício e o meio ambiente foram considerados como restrições de projeto); <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de “fim de tubo” e de restrição de projeto.
27	Modelo 3P Kaizen (2003) <u>Objetivo:</u> melhorar áreas, fluxos e processos para melhorar a produtividade dos recursos e evitar desperdícios. Desenvolvido pela Toyota (elo + com a P+L).	<u>Ausência:</u> a) de discussão sobre poluição e sobre resíduos. <u>Abordagem:</u> Produção enxuta. Redução de desperdícios produtivos. Produtividade. Melhoria contínua. Conexão com a P+L.
28	Metodologia de Projeto de Layout Industrial de Camarotto (2006) <u>Objetivo:</u> melhorar áreas, fluxos e processos. Considera balanço de massa e perdas de materiais (elo + com a P+L), fatores e estratégias de produção, <i>templates</i> de Centros de Produção, construção de <i>layout</i> , <i>block layout</i> , simulação.	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição (resíduos como inerentes ao processo). <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de “fim de tubo”. Balanço de massa para a medição e controle da geração de poluentes. Diagnóstico de geração de poluentes para controle. Conexão com a P+L.
29	Modelo de Planejamento das Instalações Industriais Livre de Barreiras (BITENCOUT, 2008) <u>Objetivo:</u> planejar Instalações Industriais Livre de Barreiras (elo + com a P+L ao considerar a ergonomia)	<u>Ausência:</u> a) de discussão sobre a prevenção de desperdícios e da poluição. <u>Abordagem:</u> Acessibilidade. Projeto livre de barreiras. Conexão com a P+L.
30	Modelo de análise, projeto e implementação de layout industrial orientado para a produção enxuta (SILVA, 2009) <u>Objetivo:</u> planejar áreas, fluxos e processos para evitar desperdícios, e a otimização e produtividade dos recursos (elo + com a P+L). Análise e projeto, alta variedade de peças, produção enxuta. Utiliza o modelo 3P Kaizen.	<u>Ausência:</u> a) de discussão sobre poluição e sobre resíduos. <u>Abordagem:</u> Produção enxuta. Redução de desperdícios produtivos. Produtividade. Melhoria contínua. Conexão com a P+L.
31	Metodologia Projeto de Fábrica e Layout (PFL) de Neumann e Scalice (2015) <u>Objetivo:</u> planejar áreas, fluxos e processos; inserir no processo decisório o desempenho ambiental dentre os objetivos de projetos de Unidades de Negócios (elo + com a P+L). Planejar projeto de fábrica e <i>layout</i> com 5 níveis de decisão, 5 fases, e 23 etapas.	<u>Ausência:</u> a) de prevenção à poluição no processo de projeto de <i>layout</i> . Conexão com a P+L. <u>Abordagem:</u> Melhorar o processo decisório sobre o desempenho ambiental. Controle da poluição em processos decisórios de projetos. Conexão com a P+L.
Métodos para a minimizar transportes internos em layout por processo		
32	Método dos ELOS (VALLE, 1975; BORBA, 1998) <u>Objetivo:</u> otimização de fluxos e produtividade. Prioridade de inter-relacionamento estabelecida pelo maior fluxo do trajeto e quantidades de relacionamentos.	<u>Ausência:</u> a) de discussão sobre a prevenção da poluição. <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de “fim de tubo”.
33	Método das sequências fictícias (VALLE, 1975; ZEYHER, 1974). <u>Objetivo:</u> determinar a sequência mais geral de operações com ênfase na sequência dos processos, otimização de fluxos e produtividade.	<u>Ausência:</u> a) de discussão sobre a prevenção da poluição. <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de “fim de tubo”.
34	Tecnologia de Grupo (HYER; WEMMERLOV, 1984; CAMAROTTO, 2006). <u>Objetivo:</u> planejar a sequência e agrupamento de processos para otimizar fluxos e produtividade. Fundamenta o <i>layout</i> celular.	<u>Ausência:</u> a) de discussão sobre a prevenção da poluição. <u>Abordagem:</u> Controle da poluição, visão de “fim de tubo”.

Fonte: Autora com base nos autores mencionados.

Apêndices 4: declarações de intercâmbio de conhecimentos junto ao Núcleo de Gestão de Design (NGD) e Laboratório de Design e Usabilidade (LDU) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).



Apêndice 5: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para o EC1 (Palhoça/SC)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Integração de metodologia (s) de arranjo físico (layout) à Produção mais Limpa (P+L) para o setor moveleiro

PESQUISADORES COLABORADORES	PESQUISADOR RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO DO TRABALHO
Eugenio André Diaz Merino, Dr. (48) 9971.1003 - eugenio.merino@ufsc.br Giselle Schmidt Alves Diaz Merino, Dra. (48) 9671.1003	Patrícia Soares Lins (Doutoranda) (82) 96109840 - patlins@soares.lins@palhoça.com.br Apoio: NGO
Instituição que os Pesquisadores pertencem: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) NGD - Núcleo de Gestão do Design LDU - Laboratório de Design e Usabilidade Programa de Pós-graduação em Eng. de Produção	Instituição que a Pesquisadora pertence: Instituto Federal de Alagoas (IFAL) - PDesign - Núcleo de Pesquisa e Design Universidade Federal da Bahia (UFBA)

AO PARTICIPANTE DA PESQUISA

A empresa MARFI Indústria e Comércio de Móveis - ME está sendo convidada a participar da pesquisa intitulada: "Integração de metodologia (s) de arranjo físico (layout) à Produção mais Limpa (P+L) para o setor moveleiro" de responsabilidade da pesquisadora Patrícia Soares Lins (doutoranda)

Tipo de pesquisa:
A pesquisa da qual você está participando tem caráter acadêmico, ou seja, não tem fins lucrativos para os pesquisadores. Conduzida por professores e estudantes, ela fortalece o papel da universidade em colaborar com a sociedade.

Objetivo:
A pesquisa tem como objetivo intercâmbio de conhecimentos para observar processos produtivos, arranjo físico e Produção mais Limpa no Polo Moveleiro da região de Santa Catarina, com foco na integração de metodologias tendo como parâmetro critérios de P+L e o arranjo físico (layout).

Coleta de dados:
Após uma exploração inicial (de) pesquisador(es) você responderá perguntas contidas em questionário impresso sobre o processo produtivo da sua empresa e sobre arranjo físico (layout) e Produção mais Limpa. Os registros áudio-visuais (fotos e filmagens) servirão para registro da atividade. A sua identidade será preservada; asseguramos total anonimato em quaisquer documentos resultantes da pesquisa.

Benefícios e riscos:
Como benefício pela participação, caso deseje, você terá acesso aos resultados da pesquisa. Para isso, deverá entrar em contato por email ou telefone com um dos pesquisadores. O pesquisador, responsável pela execução do trabalho, fornecerá material impresso, ou por meio digital, com o resultado do trabalho realizado contribuindo para o aprimoramento do setor produtivo que sua empresa se vincula não estão previstos riscos com a aplicação dessa pesquisa.

Demais esclarecimentos:
A sua participação nesta pesquisa é voluntária, ou seja, você pode recusar-se a responder o questionário, ou alguma pergunta específica. Você conta com garantia de anonimato e ainda pode solicitar, a qualquer momento, a retirada dos seus dados sem qualquer prejuízo. Havendo qualquer dúvida você poderá requisitar explicações ao pesquisador durante a aplicação da pesquisa.

Eu, FELIPE DA SILVA ALEXANDRE, RG nº 403101661,
declaro ter sido informado e concordo participar como voluntário da pesquisa acima descrita.

MARFI Indústria e Comércio de Móveis Ltda - ME
CNPJ: 26.643.786/001-59

Assinatura do Participante
Assinatura do responsável pela pesquisa
Florianópolis, 26 de setembro de 2018

Apêndice 6: autorização de identificação do nome do EC1 (Palhoça/SC)

MARFI Indústria e Comércio de Móveis - ME
Rua Elaine Cristina, 296, Jardim Eldorado, Palhoça, SC

AUTORIZAÇÃO

A empresa MARFI Indústria e Comércio de Móveis - ME, neste ato, representada pelo seu diretor administrativo Sr. Felipe Alessandri, brasileiro, portador do CPF 481.189.070-53 e do RG 403101661, autoriza a identificação do nome da empresa no trabalho de Tese - razão social e fantasia com complemento de marca - como Empresa caso da pesquisa de Doutorado em Engenharia Industrial, intitulada "Integração da Produção mais Limpa (P+L) à metodologia de projeto de arranjo físico (Layout) em pequenos negócios do setor moveleiro em Maceió (Alagoas-Brasil)" desenvolvida pela doutoranda e pesquisadora Patrícia Soares Lins no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial - PEI da Escola Politécnica da Universidade da Bahia; bem como autoriza a divulgação e/ou publicação dos dados para fins acadêmicos.

MARFI Indústria e Comércio de Móveis Ltda - ME
CNPJ: 26.643.786/001-59

Apêndice 7 - Planos de Trabalho de pesquisa 1 (PTp1/EC1), atividades e passos percorridos no EC1

Plano de Trabalho de pesquisa 1 (PTp1/EC1) Reconhecimento e levantamento de dados

Etapa 9. Atividades:

1. Planejamento e Projeto (não presencial)

- Definir tema(s): *Layout, Arranjo Físico e P+L*
- Delimitar a pesquisa: PMEs do setor moveleiro
- Definir questão norteadora: Como integrar Layout e P+L?
- Definir base da estrutura conceitual-teórica: *Layout, Arranjo Físico, P+L, PMEs moveleiras*
- Fazer Revisão bibliográfica (PTp1)**
- Contatar instituições e empresas para viabilizar pesquisa de campo
- Elaborar Plano de trabalho para reconhecimento e coleta de dados
- Confirmar e agendar pesquisa de campo (recebimento de carta convite)

Plano de Trabalho de pesquisa 1 (PTp1/EC1) Reconhecimento e levantamento de dados

Etapa 9. Atividades:

2. Preparação

2.1. Não presencial

- Definir protocolo de coleta de dados
- Definir meios para a coleta e para a análise de dados
- Fazer Revisão bibliográfica (PTp1)**
- Elaborar questionário e *checklist* integrado (*Layout, Arranjo Físico e P+L*)

2.2. Presencial (NGD/LDU/UFSC)

- Estudar a viabilidade para a realização do(s) estudo(s) de caso(s)
- Identificar unidade(s) de análise
- Obter autorizações das empresas para a visita técnica
- Planejar e agendar visitas técnicas
- Revisar questionário e *checklist* integrado (*Layout, Arranjo Físico e P+L*)

Plano de Trabalho de pesquisa 1 (PTp1/EC1) Reconhecimento e levantamento de dados

Etapa 9. Atividades:

3. Coleta de dados

3.1. Fazer visita técnica (1):

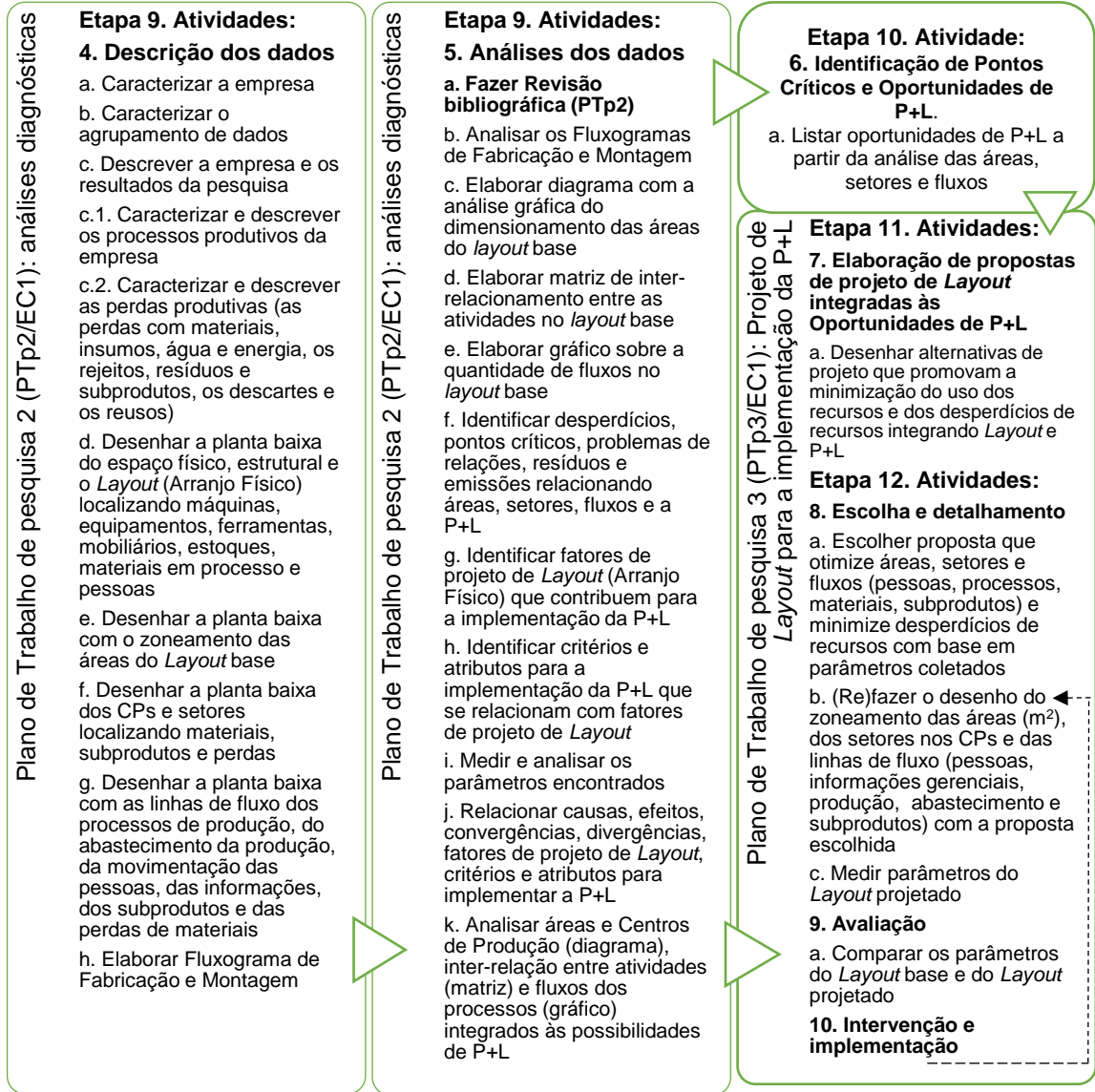
- Apresentar a pesquisa e obter assinaturas p/ autorizações e comprometimento (pesquisa)
- Aplicar questionário e *checklist* integrado (*Layout e P+L*)
- Descrever os processos produtivos, áreas, fluxos e P+L
- Fotografar espaços, centros de produção e a sequência do processo
- Elaborar pequenos vídeos

3.2. Fazer visita técnica (2):

- Medir espaço físico
- Medir posicionamento de máquinas, equipamentos, materiais
- Fazer levantamento fotográfico dos centros de produção, perdas e subprodutos
- Registrar, agrupar e organizar dados
- Produzir relatórios

Apêndice 8 - Planos de Trabalho de pesquisa (PTp2/EC1 e PTp3/EC1)

Apêndice 8 - Planos de Trabalho de pesquisa 2 e 3 (PTp2/EC1 e PTp3/EC1), atividades e passos percorridos no EC1



Fonte: Autora.

Apêndice 9 - Planos de Trabalho de pesquisa (PTp4/EC1):

Apêndice 9 - Plano de Trabalho de pesquisa 4 (PTp4/EC1), socialização, atividades e passos percorridos no EC1



Fonte: Autora.

Apêndice 10: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para aplicação e avaliação do método no EC2 (Maceió/AL):

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	
<p>APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE PROJETO DE ARRANJO FÍSICO (LAYOUT INDUSTRIAL) INTEGRADO À PRODUÇÃO MAIS LIMPA (PmaisL) NA MARCENARIA MÓVEL COM DESIGN EM MACEIÓ-AL.</p>	
<p>PESQUISADOR RESPONSÁVEL PELO TRABALHO E PELA EXECUÇÃO DAS ANÁLISES E PROPOSTAS</p> <p>Patrícia Soares Lins (Doutoranda IFAL/UFBA) (82) 996109840- patriciasoareslins@yahoo.com.br Apoio: NPDesign, IFAL, UFBA</p>	<p>PESQUISADORES COLABORADORES</p> <p>Prof. Dr. Asher Kiperstok* Prof. Dr. Sandro Fábio César* Prof. Dra. Áurea Raposo*</p>
<p>Instituição que a Pesquisadora pertence: IFAL- Instituto Federal de Alagoas NPDesign- Núcleo de Pesquisa e Design UFBA- Universidade Federal da Bahia</p>	<p>Instituição que os Pesquisadores pertencem: * Universidade Federal da Bahia (UFBA) * Instituto Federal de Alagoas (IFAL)</p>
<p>AO PARTICIPANTE DA PESQUISA</p> <p>A empresa de fabricação de móveis sob-medida, Marcenaria Móvel com Design, localizada na Av. da Codeal, nº 142-B, bairro Santa Lúcia, Conjunto Salvador Lira, Tabuleiro dos Martins, Maceió-AL, está sendo convidada a participar desta pesquisa e intervenção técnica intitulada APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE PROJETO DE ARRANJO FÍSICO (LAYOUT INDUSTRIAL) INTEGRADO À PRODUÇÃO MAIS LIMPA (PmaisL) NA MARCENARIA MÓVEL COM DESIGN EM MACEIÓ-AL de responsabilidade da professora e pesquisadora Patrícia Soares Lins (doutoranda IFAL/UFBA); com a colaboração dos professores e pesquisadores Prof. Dr. Asher Kiperstok, Prof. Dr. Sandro Fábio César e Prof. Dra. Áurea Raposo. Essa pesquisa e intervenção técnica fará parte da tese intitulada "MÉTODO DE PROJETO DE ARRANJO FÍSICO (LAYOUT INDUSTRIAL) INTEGRADO À PRODUÇÃO MAIS LIMPA (PmaisL) EM PEQUENOS NEGÓCIOS DO SETOR MOVELEIRO".</p> <p>Tipo de pesquisa: A pesquisa e intervenção técnica da qual a Marcenaria Móvel com Design está sendo convidada a participar tem caráter acadêmico, ou seja, não tem fins lucrativos para os pesquisadores. Conduzida por professores, ela fortalece o papel do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), da Coordenação de Design, do Núcleo de Pesquisa em Design (NPDesign), do Grupo de Design e Estudos Interdisciplinares (GEID), Linha de Pesquisa Estudos Aplicados ao Setor Moveleiro, e da Universidade Federal da Bahia em colaborar com o setor produtivo para uma sociedade mais sustentável.</p> <p>Objetivos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Observar e Analisar o processo produtivo da empresa na realização de mobiliários sob-medida (um guarda-roupa). 2. Medir elementos indicadores de desempenho, entradas e saídas do processo, energia, subprodutos, sobras de material e perdas provenientes do processo de realização de mobiliários sob-medida (um guarda-roupa). 3. Aplicar o método de projeto de Arranjo Físico (layout industrial) integrado à Produção mais Limpa (PmaisL) para analisar o processo produtivo, arranjo físico (layout industrial) e indicar oportunidades de melhoria e de Produção mais Limpa (PmaisL) para a empresa Marcenaria Móvel com Design. 4. Intervir tecnicamente no arranjo físico (layout industrial) visando uma Produção mais Limpa (PmaisL) a partir da aplicação do método. 	
<p>TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</p> <p>5. Observar e Analisar o processo produtivo da empresa na realização de mobiliários sob-medida após a intervenção técnica (mesmo guarda-roupa).</p> <p>6. Medir elementos indicadores de desempenho, entradas e saídas do processo, energia, subprodutos, sobras de material e perdas provenientes do processo de realização de mobiliários sob-medida após a intervenção (mesmo guarda-roupa).</p> <p>7. Comparar os dados encontrados após a aplicação do método com o processo original.</p> <p>8. Avaliar a aplicação do método de projeto de arranjo físico (layout industrial) integrado à produção mais limpa (PmaisL) na empresa.</p> <p>Coleta de dados: Após uma explanação inicial do(s) pesquisador(es), a Marcenaria Móvel com Design responderá perguntas contidas em questionário impresso sobre o processo produtivo da marcenaria e sobre arranjo físico (layout), subprodutos, sobras de material, perdas da marcenaria e Produção mais Limpa (PmaisL). Haverá registros áudios-visuais (fotos e filmagens) que servirão para registro da atividade. A identidade da empresa será preservada; asseguramos total anonimato em quaisquer documentos resultantes da pesquisa. Somente haverá a divulgação do nome da empresa e de sua marca se a mesma autorizar, por escrito, após a finalização da pesquisa e entrega dos resultados.</p> <p>Benefícios e riscos: Como benefício pela participação, a empresa terá acesso aos resultados da pesquisa. O pesquisador, responsável pelo trabalho, fornecerá material impresso, ou por meio digital, com o resultado do trabalho realizado contribuindo para o aprimoramento da Marcenaria Móvel com Design e para o setor produtivo que a mesma se vincula. Será realizada, com a autorização do proprietário, a intervenção técnica no arranjo físico (layout industrial) para possibilitar as medições indicadas em Objetivos, item 6. Não estão previstos riscos com a aplicação dessa pesquisa.</p> <p>Demais esclarecimentos: A participação da empresa de fabricação de móveis sob-medida Marcenaria Móvel com Design é voluntária, ou seja, a empresa pode recusar-se a responder o questionário, ou alguma pergunta específica. A empresa conta com garantia de anonimato e ainda pode solicitar, a qualquer momento, a retirada dos seus dados sem qualquer prejuízo. Havendo qualquer dúvida, a empresa poderá requisitar explicações ao pesquisador durante a aplicação da pesquisa.</p> <p>A Marcenaria Móvel com Design, neste ato, representada pelo seu proprietário e Gerente Administrativo Sr. <u>Ronilvo José Carvalho Melo</u>, brasileiro, portador do CPF <u>777.154.544-00</u> e do RG <u>897.675-51P-AL</u> declara ter sido informado e concorda participar da pesquisa e projeto de intervenção acima descrita.</p> <p><i>Ronilvo José Carvalho Melo</i> Assinatura do Proprietário e Gerente da Marcenaria Móvel com Design Ronilvo José Carvalho Melo</p> <p><i>Patrícia Soares Lins</i> Assinatura da Pesquisadora responsável pela pesquisa e projeto de intervenção Patrícia Soares Lins</p> <p>Maceió, 08 de janeiro de 2019.</p>	

Apêndice 11: autorização para identificar o nome da empresa no EC2 (Maceió/AL):

Marcenaria Móvel com Design
Av. da Codeal, nº 142-B, bairro Santa Lúcia, Conjunto Salvador Lira, Tabuleiro dos Martins, Maceió/AL.

AUTORIZAÇÃO

A Marcenaria Móvel com Design, neste ato, representada pelo seu proprietário e Gerente Administrativo Sr. Ronilvo José Carvalho Melo, brasileiro, portador do CPF 777.154.544-00 e do RG 897.675-51P-AL, autoriza a identificação do nome da empresa no trabalho de Tese - razão social e fantasia com complemento de marca - como Empresa caso da pesquisa de Doutorado em Engenharia Industrial, intitulada **"Método de projeto de Arranjo Físico (Layout industrial) Integrado à Produção mais Limpa (PmaisL) em pequenos negócios do setor moveleiro"** desenvolvida pela doutoranda e pesquisadora **Patrícia Soares Lins** no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial (PEI) da Escola Politécnica da Universidade da Bahia; bem como, autoriza a divulgação e/ou publicação dos dados para fins acadêmicos.

Maceió, 08 de janeiro de 2019

Ronilvo José Carvalho Melo
Ronilvo José Carvalho Melo

Apêndice 12: autorização para a filmagem de processos para fins acadêmicos no EC2 (Maceió/AL):

Marcenaria Móvel com Design
Av. da Codeal, nº 142-B, bairro Santa Lúcia, Conjunto Salvador Lira, Tabuleiro dos Martins, Maceió/AL.

AUTORIZAÇÃO

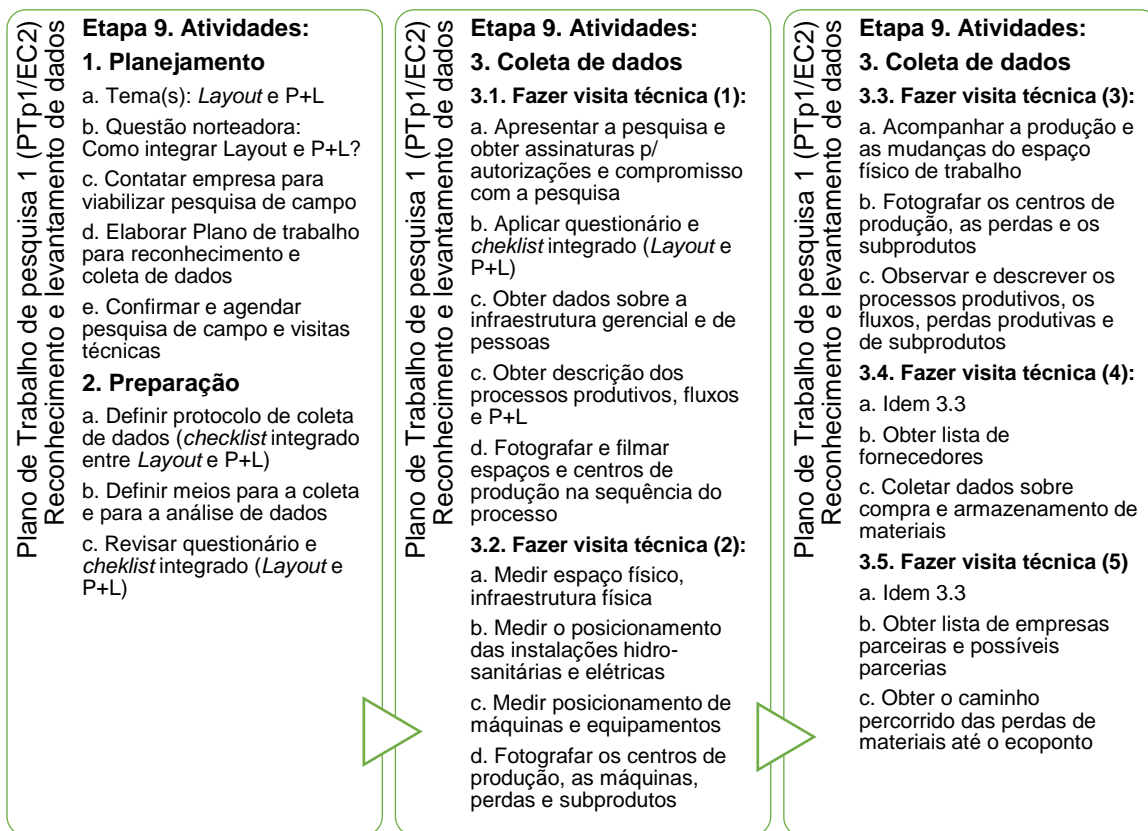
A Marcenaria Móvel com Design, neste ato, representada pelo seu proprietário e Gerente Administrativo Sr. Ronilvo José Carvalho Melo, brasileiro, portador do CPF 777.154.544-00 e do RG 897.675-51P-AL, autoriza a filmagem do seu processo produtivo para fins acadêmicos vinculada ao trabalho de Tese intitulada **"Método de projeto de Arranjo Físico (Layout industrial) Integrado à Produção mais Limpa (PmaisL) em pequenos negócios do setor moveleiro"** como Empresa caso da pesquisa de Doutorado em Engenharia Industrial desenvolvida pela doutoranda e pesquisadora **Patrícia Soares Lins** no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial (PEI) da Escola Politécnica da Universidade da Bahia; bem como, autoriza a divulgação e/ou publicação dos dados para fins acadêmicos, resguardando o anonimato de seus funcionários.

Maceió, 08 de janeiro de 2019

Ronilvo José Carvalho Melo
Ronilvo José Carvalho Melo

Apêndice 13 - Planos de Trabalho de pesquisa (PTp1/EC2):

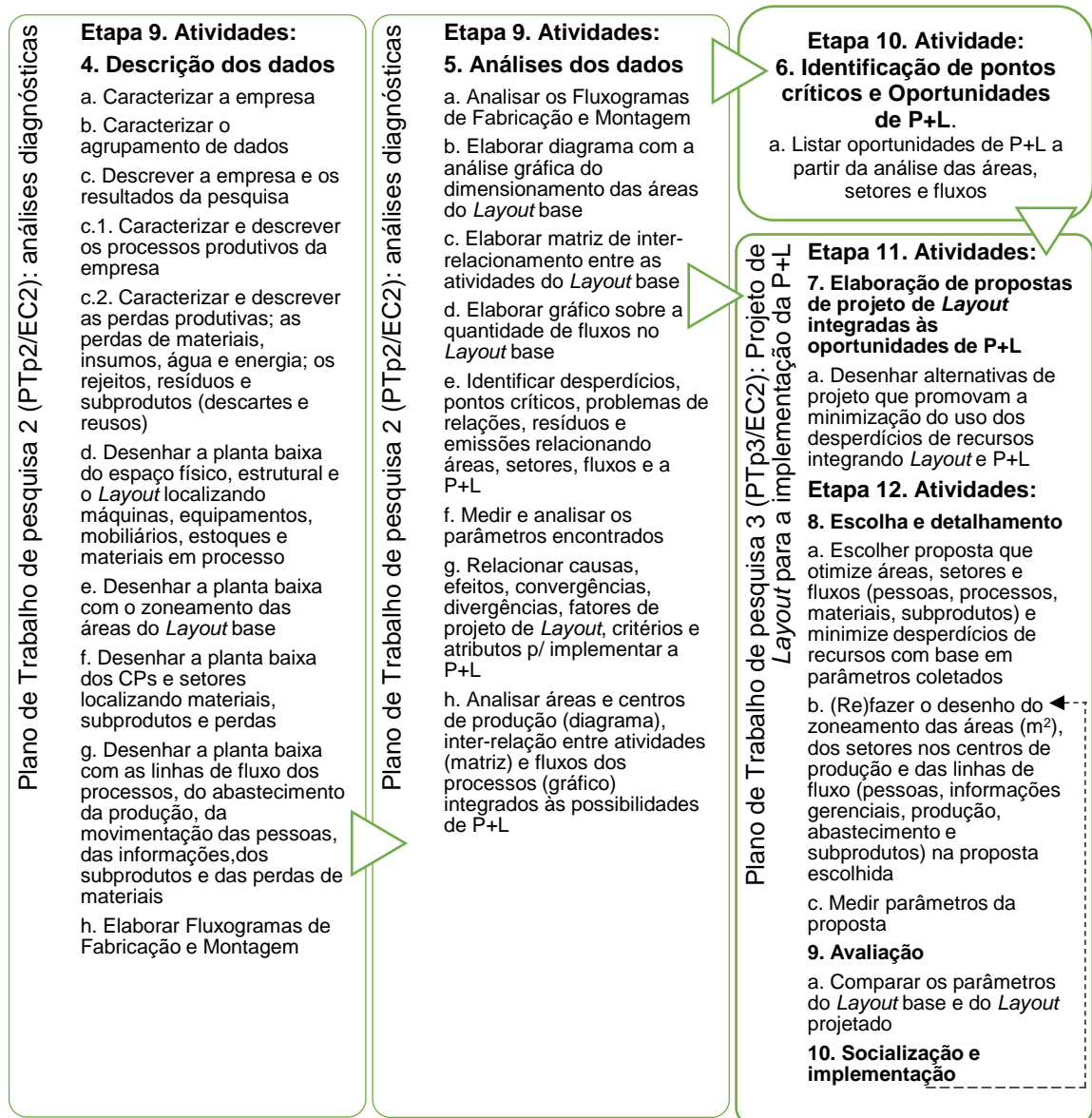
Apêndice 13 - Planos de Trabalho de pesquisa 1 (PTp1/EC2), atividades e passos percorridos no EC2



Fonte: Autora

Apêndice 14 - Planos de Trabalho de pesquisa (PTp2/EC2 e PTp3/EC2):

Apêndice 14 - Planos de Trabalho de pesquisa 2 e 3 (PTp2/EC2 e PTp3/EC2), atividades e passos percorridos no EC2



Fonte: Autora.

Apêndice 15 - Planos de Trabalho de pesquisa (PTp 4, 5 e 6/EC2):

Apêndice 15 - Planos de Trabalho de pesquisa 4, 5 e 6, atividades e passos percorridos no EC2



Fonte: Autora.

Apêndice 16: participação da Carmel em edital projeto de inovação

CARTA DE INTENÇÃO DE PARCERIA

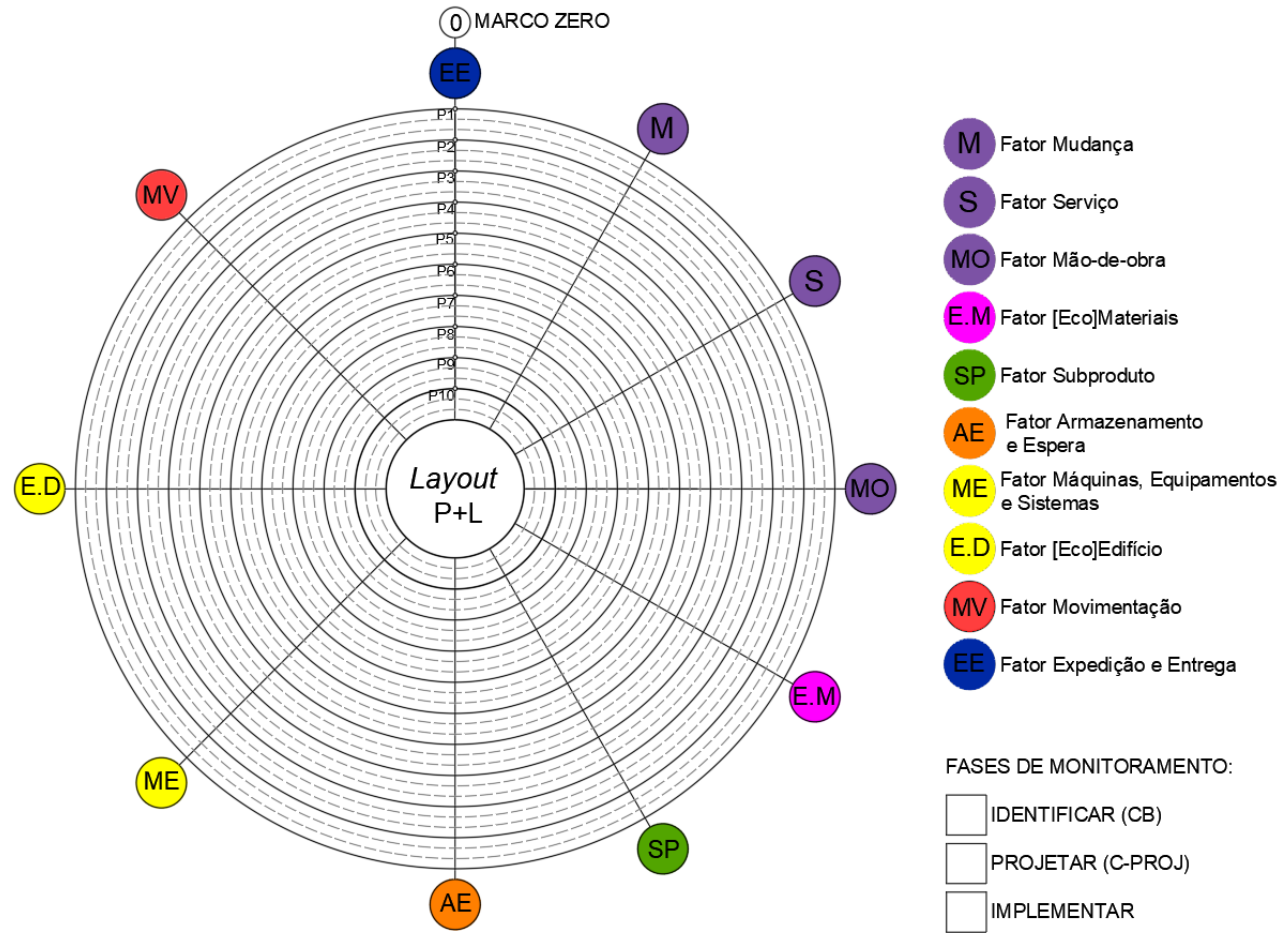
Eu, Pâmala Carlyne dos Santos Melo, representante da NOS Soluções Criativas, CNPJ. 210710210001-78 declaro haver interesse desta empresa em firmar parceria com o IFAL, por meio do Projeto de Inovação Marcenaria laboratório: jornada para a indústria 4.0 em pequenos negócios, do Edital 09/2019, com o objetivo de Otimizar o processo de fabricação de mobiliário da marcenaria para redução do tempo de produção e perdas produtivas, associadas a melhorias físicas e tecnológicas das instalações, a partir de [re]layout com base na jornada da indústria 4.0.

Declaro, também, ter ciência dos direitos e deveres decorrentes da assunção dos termos da parceria a se firmar, nos limites do referido edital, bem como o interesse e a possibilidade da sociedade empresária por mim representada de destinar ao mercado as criações que porventura se desenvolvam. Afirmando, ainda, o interesse em participar ativamente do desenvolvimento tecnológico a que se propõe.

Pâmala Carlyne dos Santos Melo

PÂMALA CAROLYNE DOS SANTOS MELO – 111.984.474-60

Apêndice 17: Roda de Avaliação Global do projeto de *Layout* integrado à P+L sem preenchimento



1. Comprometimento, organização e planejamento estratégico

2. Maximização de uso de materiais, reuso e reciclagem interna

3. Parcerias, reuso e reciclagem externa

4. Envolvimento de fornecedores

5. Aprendizado organizacional

6. Melhoria em processos e gestão de projetos

7. Rendimento, acompanhamento e medições

8. Melhoria da ocupação de áreas

9. Melhoria das linhas de fluxos

10. Compatibilização de projetos e processos

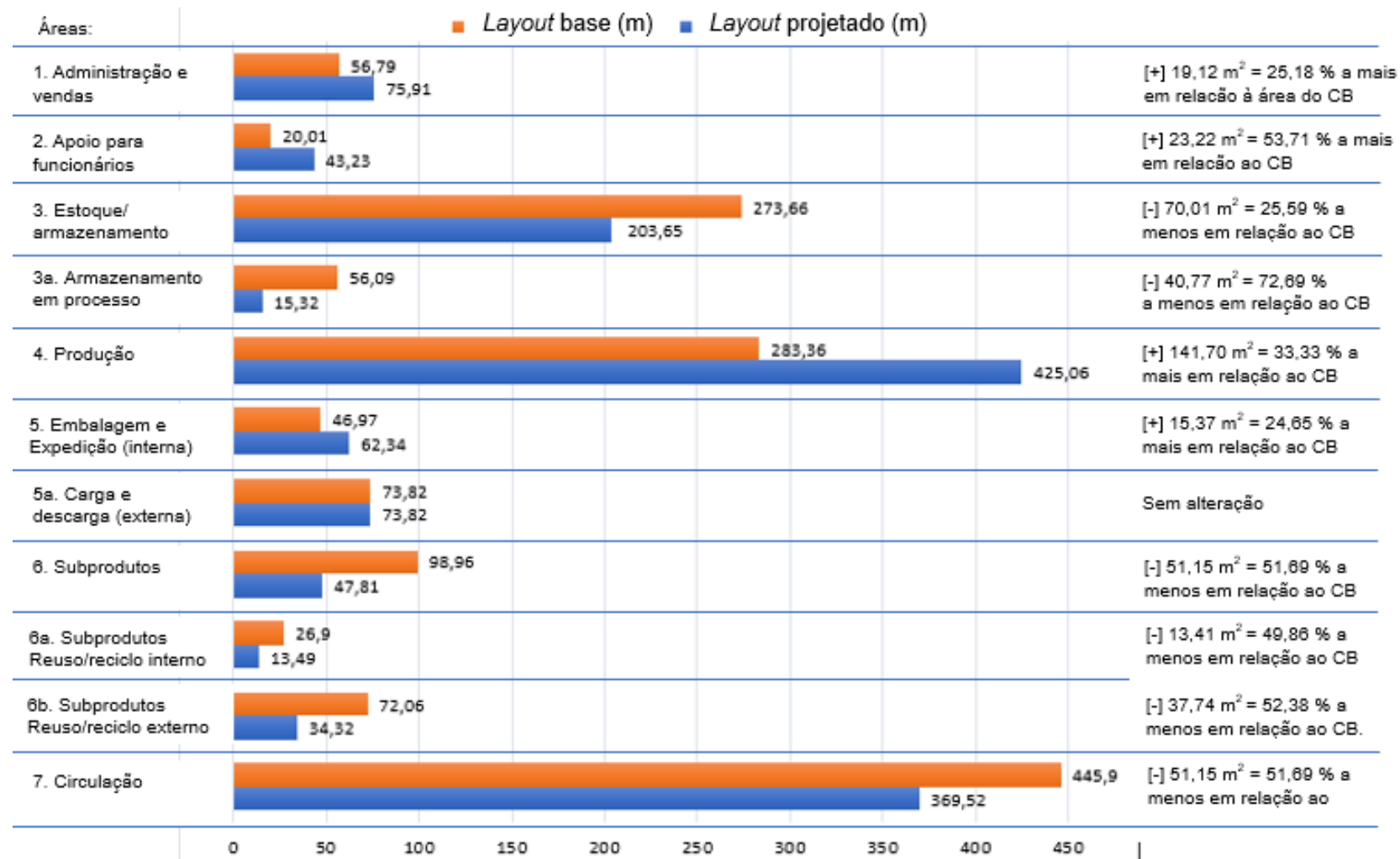
Apêndice 19 – Tabela 1/EC1:

Tabela 1/EC1 - Comparação entre o <i>layout</i> do CB e do C-PROJ a partir do zoneamento das áreas, CPs e setores, e a influência do projeto de <i>layout</i> na P+L.						
Fatores de projeto de <i>layout</i> e P+L	Indicador	<i>Layout</i> base (m ²)	<i>Layout</i> projetado (m ²)	Influência do projeto de <i>layout</i> na P+L		Critérios e atributos da P+L atingidos Elos [+] com a P+L
Mudanças;	Dimensionamento de áreas (a.) (m ²)					
Serviços;	(a.1) administração e vendas	56,79	75,91	[+] 19,12 m ² = 25,18 % a mais em relação à área do CB	[+] Ampliação da área gerencial. [+] Treinamento. [+] Gestão Ambiental preventiva e segura, PCP e Ecodesign. [+] Gestão p/expedição.	Organização. Treinamento e pessoas. [+] Integração entre GA, PCP e Ecodesign; [+] Interação da equipe. [+] Gestão de mudanças.
Mão-de-obra;	(a.2) Apoio para funcionários	20,01	43,23	[+] 23,22 m ² = 53,71 % a mais em relação ao CB	[+] Ampliação da área de apoio para as pessoas. [+] Vestiários, banheiros e área p/ descanso. [+] Minimização de riscos (NRs).	Organização. Treinamento e pessoas. [+] Conforto e segurança; [+] Minimização de riscos ambientais; [+] Compromisso com P+L.
[Eco]Materiais e Subprodutos;	(a.3) Estoque/ armazenamento (total)	273,66 (217,57 + 56,09)	203,65	[-] 70,01 m ² na área total = 25,59 % a menos em relação ao CB	[+] Remanejamento de 70,01 m ² p/ outras áreas. [+] Aproximação com a área de produção. [+] Melhoria das entradas de MPs. [+] Melhoria de área, setor e fluxo.	Organização. Sistemas e tecnologias. [+] Gestão física/visual de materiais para evitar desperdícios; [+] Integração de projetos para a maximização do uso de materiais.
Estoque/ Armazenamento, Espera;	(a.3/piso) Áreas para material cortado em processo	56,09 Locadas sobre o piso	15,32 Locadas acima do piso	[-] 40,77 m ² = 72,69 % a menos em relação ao CB	[+] Remanejamento de 40,77 m ² p/ outras áreas. [+] Bancadas e estrados com rodízio; [+] Desobstrução de pisos e flexibilidade.	Organização. Sistemas e tecnologias. [+] Melhoria / otimização de áreas p/ evitar desperdícios; [+] Ergonomia.
Máquinas, Equipamentos e sistemas;	(a.4) Produção	283,36	425,06	[+] 141,70 m ² = 33,33 % a mais em relação ao CB	[+] Ampliação da área de produção; [+] Ampliação da capacidade produtiva; [+] Organização da produção; [+] Otimização.	Organização. Sistemas e tecnologias. [+] Integração dos sistemas para a não geração de perdas produtivas; [+] Segurança.
[Eco]Edifício;	(a.5/interna) Embalagem e Expedição	46,97	62,34	[+] 15,37 m ² = 24,65 % a mais em relação ao CB	[+] Ampliação da capacidade do setor de embalagem e expedição; [+] Área para materiais não poluentes; [+] Área para coleta e reuso.	Organização. Treinamento e pessoas. Sistemas e tecnologias. [+] Não geração e/ou minimização de poluentes; [+] Coleta e reuso.
Movimentação de materiais, pessoas e informações; Expedição e entrega.	(a.5/externa) Carga e descarga	73,82	73,82	Sem alteração	[+] Separação entre a área de carga e descarga e a de entrada de clientes	Organização. Segurança e pessoas. [+] Segurança
	(a.6) Subprodutos	98,96	47,81	[-] 51,15 m ² = 51,69 % a menos em relação ao CB	[+] Remanejamento de 51,15 m ² p/outras áreas. [+] Projeção para a não geração e/ou redução de perdas produtivas e ambientais.	Organização. Treinamento e pessoas. Sistemas e tecnologias. [+] Projetos integrados, reuso interno/externo.
	(a.6a) Subprodutos/ Reuso e/ou reciclagem interna	26,90 Para reuso/reciclo	13,49 Para reuso/reciclo	[-] 13,41 m ² = 49,86 % a menos em relação ao CB	[+] Remanejamento de 13,41 m ² p/outras áreas; [+] Projeção para a não geração e/ou redução de perdas produtivas e ambientais.	[+] Projetos para a não geração e/ou redução de subprodutos; [+] Melhorias/otimização das áreas; [+] Coleta, organização para reuso/reciclo interno.
	(a.6b) Subprodutos/ Reuso e/ou reciclagem externa	72,06 Para descarte	34,32 Para reuso/reciclo externo	[-] 37,74 m ² = 52,38 % a menos em relação ao CB.	[+] Remanejamento de 37,74 m ² p/outras áreas. [+] Projeção para não geração e/ou redução de perdas produtivas e ambientais.	[+] Associação a projetos para reuso e/ou reciclo externo e simbiose industrial; [+] Organização para coleta seletiva; [+] reuso e/ou reciclagem.
	(a.7) Circulação	445,90	369,52	[-] 76,38 m ² = 17,13 % a menos.	[+] Remanejamento de 76,38 m ² p/outras áreas; [+] Melhorias em fluxos da circulação.	Sistemas e tecnologias. [+] Melhorias/otimização de área, setor e fluxo.

Fonte: Autora

Apêndice 20 – Gráfico 1/EC1:

Gráfico 1/EC1: Comparação entre o CB e o C-PROJ a partir do zoneamento das áreas, CPs e setores. Influência do projeto de *layout* na P+L.



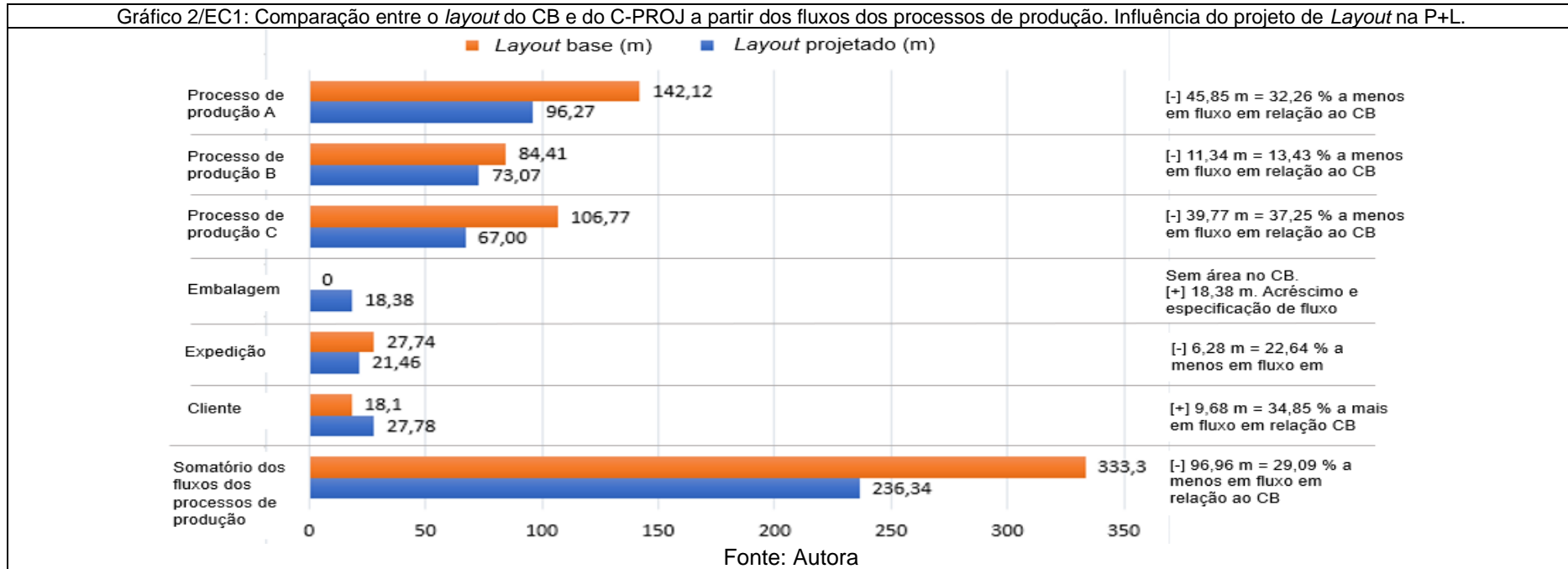
Fonte: Autora

Apêndice 21 – Tabela 2/EC1:

Tabela 2/EC1: Comparação entre o <i>layout</i> do CB e do C-PROJ a partir dos fluxos dos processos de produção e a influência do projeto de <i>layout</i> na P+L							
Fatores de projeto de <i>layout</i> e P+L	Fluxos	Dimensionamento das linhas de fluxo (metro linear)		Diferença dos fluxos (m)	Diferença dos fluxos (%)	Influência do projeto de <i>layout</i> na P+L	Critérios e atributos da P+L atingidos Elos [+] com a P+L
		<i>Layout</i> base (m)	<i>Layout</i> projetado (m)				
Mudanças;							
Serviços;	Processo de produção A	142,12	96,27	[-] 45,85	[-] 32,26 a menos em fluxo em relação ao CB	[-] Retornos e cruzamentos; [-] Desperdícios com distâncias percorridas por materiais e pessoas; [-] Desperdício de tempo com deslocamentos de materiais e pessoas; [+] Simplificação e otimização do fluxo; [+] Produtividade; [+] Controle do material em processo; [+] Redução do desperdício de MPs.	Organização; Treinamento e pessoas; Sistemas e tecnologias; [+] Ecoeficiência nos Fluxos dos processos produtivos (novo elo com a P+L); [+] Gestão de materiais (novo elo P+L).
Mão-de-obra;							
[Eco]Materiais e Subprodutos;							
Estoque/ Armazenamento, Espera;	Processo de produção B	84,41	73,07	[-] 11,34	[-] 13,43 a menos em fluxo em relação ao CB	[-] Cruzamentos; [-] Desperdícios com distâncias percorridas por materiais e pessoas; [-] Desperdício de tempo com deslocamentos de materiais e pessoas; [+] Simplificação e otimização do fluxo; [+] Produtividade; [+] Controle do material em processo; [-] Perdas.	Organização; Treinamento e pessoas; Sistemas e tecnologias; [+] Ecoeficiência nos Fluxos dos processos (novo elo P+L); [+] Gestão de MPs (novo elo P+L).
Máquinas, equipamentos e sistemas;							
[Eco]Edifício;	Processo de produção C	106,77	67,00	[-] 39,77	[-] 37,25 a menos em fluxo em relação ao CB	[-] Cruzamentos; [-] Desperdícios com distâncias percorridas por materiais e pessoas; [-] Desperdício de tempo com deslocamentos de materiais e pessoas; [+] Simplificação e otimização do fluxo; [+] Produtividade; [+] Controle do material em processo; [-] Perdas.	Organização; Gestão, treinamento e pessoas; Sistemas e tecnologias; [+] Ecoeficiência nos Fluxos dos processos (novo elo P+L); [+] Gestão de materiais (novo elo P+L).
Movimentação de materiais, pessoas e informações;							
Expedição e entrega.	Embalagem	Sem área para setor de embalagem; Fluxo inespecífico;	18,38	[+] 18,38	[+] acréscimo e especificação de fluxo	[+] Organização e especificação de fluxo com a criação do setor de embalagem (espaço físico específico para o controle da atividade, gestão e guarda do material); [+] Proteção, limpeza e cuidado com o material do cliente; [+] Inspeção final antes da expedição, carregamento e transporte para a entrega do mobiliário; [-] Uso e desperdício de papelão e plástico bolha.	Organização; Gestão, treinamento e pessoas; Sistemas e tecnologias; [+] Ecoeficiência nos processos de limpeza, proteção, qualidade e entrega (novo elo P+L); [+] Gestão de materiais acabados (elo P+L)
	Expedição	27,74	21,46	[-] 6,28	[-] 22,64 a menos em fluxo em relação ao CB	[-] Desperdícios com distâncias percorridas por materiais e pessoas; [-] Desperdício de tempo com deslocamentos de materiais e pessoas; [+] Produtividade; [+] Controle do material acabado a ser carregado e entregue.	Organização; Gestão, treinamento e pessoas; Sistemas e tecnologias; [+] Gestão de materiais acabados (novo elo P+L)
	Cliente	18,10	27,78	[+] 9,68	[+] 34,85 a mais em fluxo em relação CB	[+] Circulação do cliente na área administrativa/vendas; [+] Interatividade e conexão com a empresa; [+] Sustentabilidade, desempenho ambiental e <i>marketing</i>	Sistemas e tecnologias; [+] Gestão, interação e melhora em tempo de resposta e entrega (elo P+L)
	Somatório dos fluxos	333,30	236,34	[-] 96,96	[-] 29,09 % a menos em fluxo em relação ao CB	[-] Desperdícios com deslocamentos; [+] Produtividade; [+] Controle de processos	Sistemas e tecnologias; [+] Otimização de fluxos.

Fonte: Autora

Apêndice 22 – Gráfico 2/EC1:



Apêndice 23 - Tabela 3/EC1:

Tabela 3/EC1: Comparação entre o *layout* do CB e do C-PROJ a partir do mapeamento das linhas de fluxo dos processos de abastecimento e a influência do projeto de *layout* na P+L. "Continua"

Fatores de projeto de <i>layout</i> e P+L	Fluxos	Dimensionamento das linhas de fluxo (metro linear)		Diferença dos fluxos (m)	Diferença dos fluxos (%)	Influência do projeto de <i>layout</i> na P+L	Critérios e atributos da P+L atingidos Elos [+] com a P+L
		<i>Layout</i> base (m)	<i>Layout</i> projetado (m)				
Mudanças; Serviços; Mão-de-obra; [Eco]Materiais e Subprodutos; Estoque/	Abastecimento / de entrada de Matéria-Prima (MP)	86,96	46,75	40,21 a menos em linhas de fluxo	46,24 a menos em fluxo de entrada de Matéria-Prima (MP) em relação ao CB	[-] Fragmentação em fluxos de abastecimento de MPs; [-] Desperdício de espaço no <i>layout</i> ; [-] Deslocamentos de materiais; [-] Perdas de materiais; [+] Controle e gestão da entrada de material para estoque; [+] Espaço que pode ser revertido para a produção; [+]	Organização; Sistemas e tecnologias; Cadeia de abastecimento; [+] Uso [eco]eficiente do <i>layout</i> p/ abastecimento (novo elo com a P+L); [+] Gestão de MPs e P+L; [+] Melhorias em movimentação de materiais e pessoas (novo elo P+L).

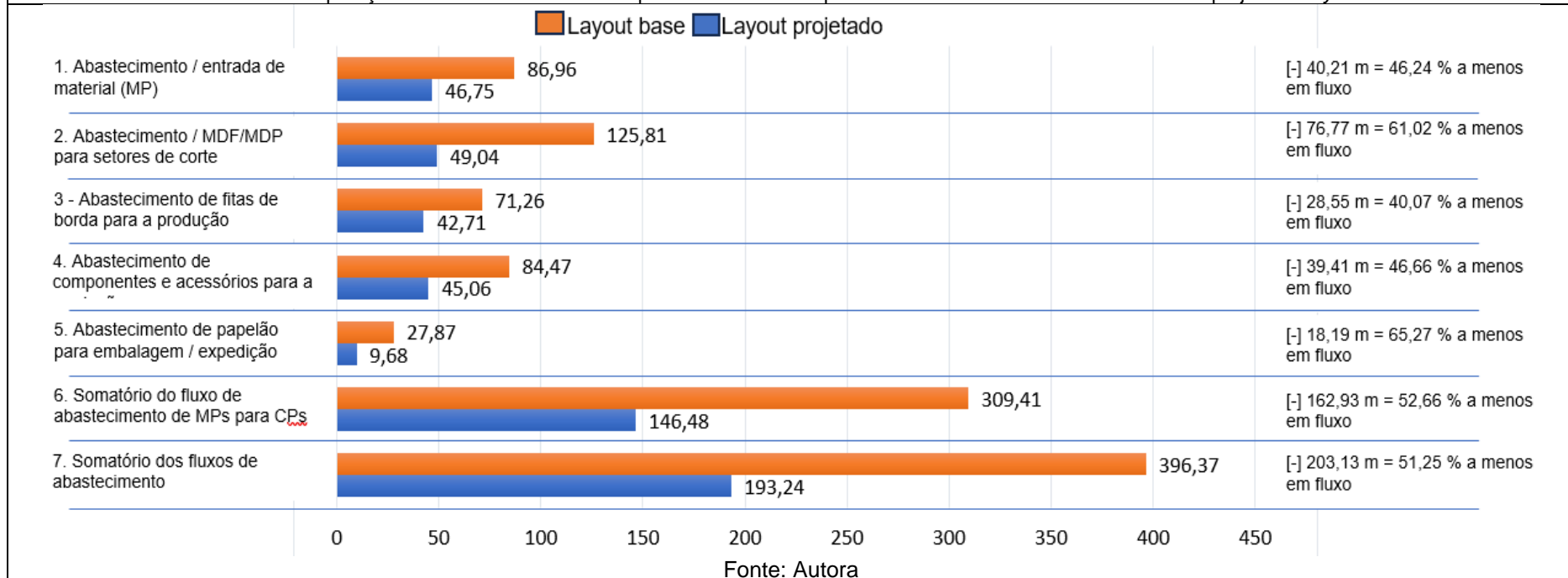
Armazenamento, Espera;						Gestão física/visual de MPs; [+] Gestão física/visual do L ^{P+L} .	
Máquinas, Equipamentos e sistemas;	Abastecimento de chapas de MDF/MDP para setores de corte	125,81	49,04	76,77 a menos em linhas de fluxo	61,02 a menos em fluxo de abastecimento de MDF/MDP em relação ao CB	[-] Desperdício de espaço; [-] Deslocamentos de materiais; [-] Desperdício de tempo com deslocamento de materiais; [-] Espera, fragmentação, retornos e cruzamentos; [+] Produtividade, controle e segurança; [+] Espaço que pode ser revertido para a produção; [+] Gestão física/visual de MPs e do L ^{P+L} .	Organização; Sistemas e tecnologias; Ciclo de abastecimento de MPs em processo; [+] Controle e gestão de MPs em setores de corte (novo elo P+L); [+] Melhorias em MV de materiais e pessoas (novo elo P+L).
[Eco]Edifício;							
Movimentação de materiais, pessoas e informações;							
Expedição e entrega.	Abastecimento de fitas de borda para setores de fitamento.	71,26	42,71	28,55 a menos em linhas de fluxo	40,07 a menos em fluxo de abastecimento em relação ao CB	[-] Desperdício de espaço; [-] Deslocamentos de materiais; [-] Desperdício de tempo; [-] Espera durante a produção; [+] Produtividade e controle; [+] Espaço que pode ser revertido para a produção; [+] Gestão física/visual de MPs e do L ^{P+L} .	Organização; Sistemas e tecnologias; Ciclo de abastecimento de MPs em processo; [+] Controle e gestão de MPs em setores de fitamento; [+] Melhorias em MV de materiais e pessoas (novos elos P+L).
	Abastecimento de peças, componentes e acessórios para a montagem	84,47	45,06	39,41 a menos em linhas de fluxo	46,66 a menos em fluxo de abastecimento de peças, componentes e acessórios em relação ao CB	[-] Desperdício de espaço; [-] Deslocamentos de materiais; [-] Desperdício de tempo; [-] Espera durante a produção; [-] Perdas de peças, componentes e acessórios; [+] Produtividade e controle; [+] Espaço que pode ser revertido para a produção; [+] Gestão física/visual de MPs e do L ^{P+L} .	Organização; Sistemas e tecnologias; Ciclo de abastecimento de MPs em processo; [+] Controle e gestão de MPs nos setores de montagem (novo elo com a P+L); [+] Melhorias em MV de materiais e pessoas (novo elo P+L).
	Abastecimento de papelão para os setores de embalagem / expedição	27,87	9,68	18,19 a menos em linhas de fluxo	65,27 a menos em fluxo de abastecimento de papelão em relação ao CB	[-] Desperdício de espaço no layout; [-] Deslocamentos de materiais; [-] Desperdício de tempo; [-] Fragmentação em fluxos de abastecimento de MPs; [+] Controle e gestão da entrada de material para estoque; [+] Espaço que pode ser revertido para a produção; [+] Gestão física/visual de MPs; [+] Gestão física/visual do L ^{P+L} .	Organização; Sistemas e tecnologias; Cadeia de abastecimento; [+] Uso [eco]eficiente do layout p/ abastecimento (novo elo P+L); [+] Gestão de MPs e P+L; [+] Melhorias em movimentação (MV) de MPs e pessoas (novo elo P+L).
	Somatório dos fluxos de abastecimento de materiais para os Centros de Produção (CPs)	309,41	146,48	162,93	52,66 % a menos em fluxo de abastecimento de materiais para os CPs em relação ao CB.	[-] Desperdício com movimentação de materiais; [-] Desperdício de tempo da MO; [-] Desperdício com esperas; [+] Produtividade, sustentabilidade, desempenho produtivo e socioambiental; Eliminação das linhas de fluxos críticas (161,43 m) com percentual maior de redução de 31,81	Organização; Sistemas e tecnologias; Cadeia de abastecimento; Inovação e aprendizado organizacional; Segurança; [+] Uso [eco]eficiente do layout p/ abastecimento (novo elo com a P+L); [+] Melhorias em fluxos de
	Somatório dos fluxos de abastecimento	396,37	193,24	203,13	51,25 %		

				a menos em fluxo de abastecimento em relação ao CB.	m (193,24 – 161,43 m); Otimização dos processos; L ^{P+L} e inovação.	material e de pessoas (novo elo P+L).
--	--	--	--	---	---	---------------------------------------

Fonte: Autora

Apêndice 24 – Gráfico 3/EC1:

Gráfico 3/EC1: Comparação entre o CB e o C-PROJ a partir dos fluxos dos processos de abastecimento. Influência do projeto de *layout* na P+L.



Apêndice 25/EC2: Análise dos condicionantes de ventilação e insolação no layout do CB:

As condicionantes ambientais de ventilação e insolação no layout do CB está apresentada na planta da Figura 1/apêndice 22. Essa análise mostra áreas atingidas pelas ilhas de calor, fachadas com insolação e o fluxo da ventilação. Verifica-se na planta, riscos físicos (RF), desconforto térmico com insolação incidente em toda a fachada frontal e lateral, ou seja, em todo o perímetro da fachada norte (5,60 m) e oeste (23,20 m); a posição das aberturas na parede da fachada oeste forma ilhas de calor e há limitações técnicas para a instalação de aberturas na parede sudeste para fazer a circulação de ar por meio de paredes opostas uma vez que esta divide o lote com a outra edificação.

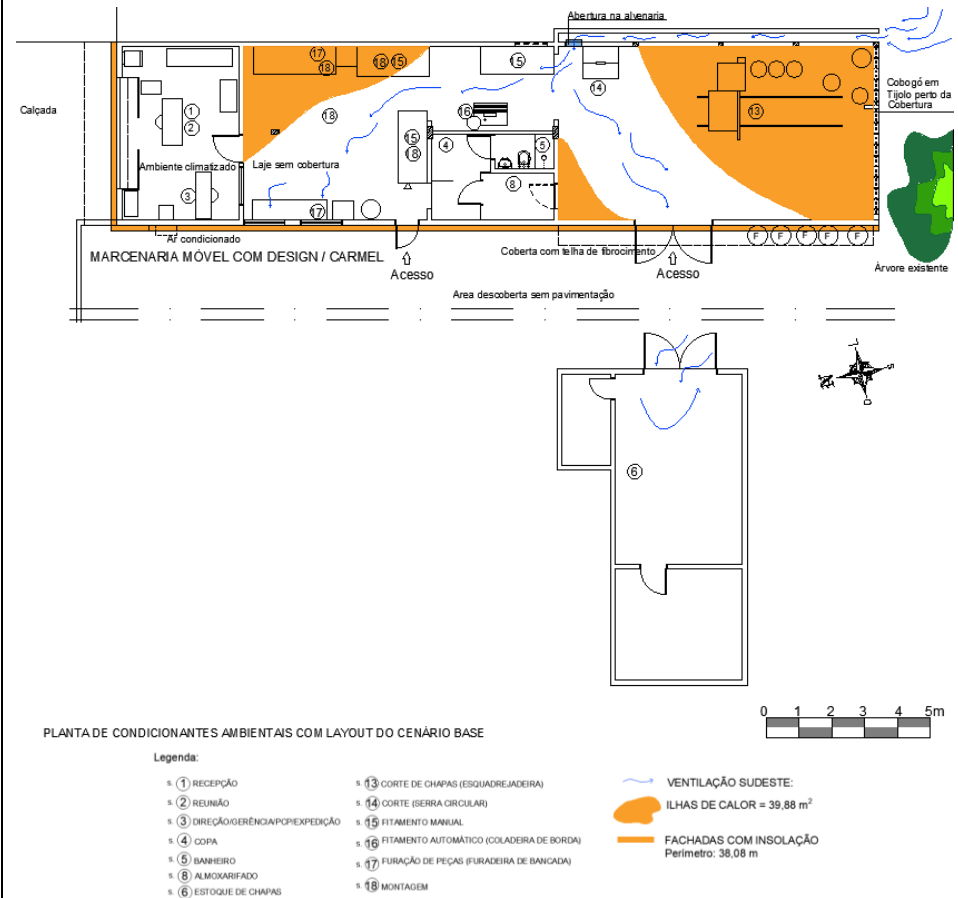
Existe uma diferença na alvenaria de 30 cm entre as edificações formando um corredor por onde a ventilação sudeste é capturada a partir de abertura na alvenaria. A árvore existente na fachada sul impede que a ventilação sudeste entre pelos cobogós feitos na própria alvenaria, perto da cobertura, mas ameniza a incidência de calor no horário vespertino. Nessas condições, forma-se 39,88 m² de ilhas de calor em 3 espaços da edificação, na área de corte (s.13), montagem (s.18) e parte do estoque.

A edificação possui laje sem cobertura até o limite do almoxarifado (s.8) com partes visíveis de umidade por falta de proteção na cobertura, e parte da edificação principal possui cobertura de telha de fibrocimento antiga com poeira e aspecto cinza, sem proteção reflexiva ou manta de proteção como barreira radiante (s.13 e 14) que acumula calor e transfere a energia térmica do ambiente externo para o interno. Os espaços para copa (s.4), banheiro (s.5) e almoxarifado (s.8) são escuros e úmidos, e não possuem abertura para a área externa nem circulação de ar (RB).

A decisão de projeto foi o aproveitamento de corredor mínimo de circulação para a entrada de ventilação, aliando cobogós na fachada oeste próximo à cobertura e pintura com manta branca reflexiva de calor na cobertura e na parede norte e oeste, instalação de painel feito a partir de tiras de madeira na fachada oeste para impedir a incidência direta dos raios solares na parede, formar uma camada de proteção e reduzir insalubridades térmicas; além da instalação de toldos para proteger a fachada e reduzir a entrada dos raios solares pelas janelas da fachada.

A análise dos condicionantes ambientais mostrou a necessidade de reposicionar o almoxarifado, a copa e o banheiro, e instalar cobogós e janelas basculantes voltadas para a área externa da fachada oeste para melhorar a circulação de ar, a iluminação, a exaustão e as condições térmicas da edificação e as condições de permanência no ambiente interno e promover a P+L.

Figura 1/apêndice 22: Planta de condicionantes ambientais com layout do CB



Fonte: Autora

Apêndice 26/EC2: Segurança e Saúde do Trabalho (SST) e Riscos Ambientais (RA):

A planta com mapa de Riscos Ambientais (RA) em *layout* do CB com legenda de cores indicativas, Figura 1/apêndice 23, apresenta o posicionamento dos Riscos Físicos (RF), Químicos (RQ), Biológicos (RB), de Acidentes (RA) e/ou Mecânicos (RM), e Ergonômicos (RE) no CB.

Quanto à SST e RA (NR-15, 2022), foram encontrados RF relacionados à temperatura, com *stress* térmico no ambiente interno do setor de corte (s.13), junto à máquina esquadrejadeira (A); e calor proveniente do posicionamento bioclimático da edificação com fachada lateral voltado para o oeste, falta de circulação de ar e telhado sem manta de proteção para a reflexão do calor solar, cor verde conforme NR-15 (2022); RF pelo aquecimento na máquina de fitamento (s.16) e necessidade de reparos, manipulação da cola, retirada e reposição durante processos; e exposição ao ruído sem proteção auricular no setor de corte (s.13) e lixamento (s.14).

A avaliação de ruído no Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) foi realizada pelo SESI (Lou; Santos; 2016), recomendado por este levantamento, e resultou em 85,98 dB(A), acima do limite de ruído estabelecido pela norma NR-15 (2022), que é de 85 dB para 8hs de trabalho com exposição ao ruído habitual e intermitente que pode causar danos ao sistema auditivo humano sem proteção.

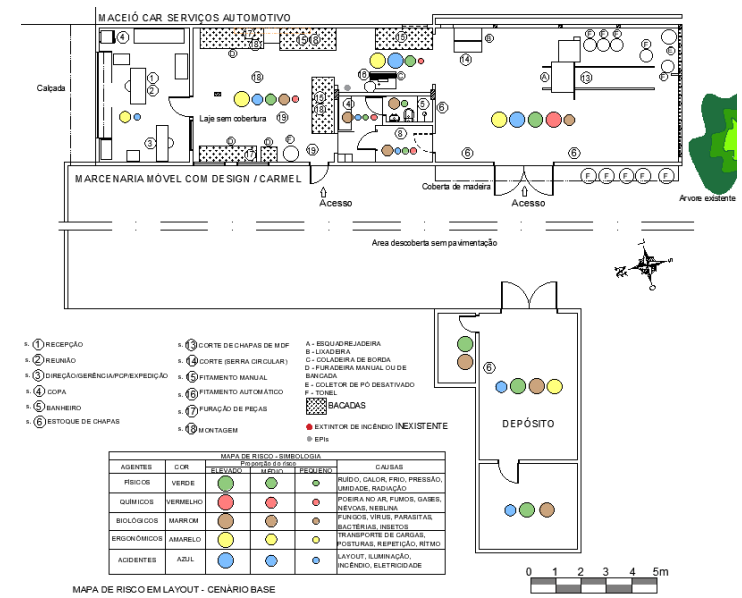
Quanto aos RQ (vermelha), a exposição à poeira de madeira provoca doenças das vias aéreas e superiores, riscos de doenças pulmonares, rinites alérgicas, sinusites, alterações no olfato, e irritação na pele, agravada pela falta de uso do EPI, máscara de proteção respiratória filtrante tipo PFF1. Além disso, a análise realizada pelo SESI (Lou; Santos; 2016), recomendada por este levantamento, alertou para risco de exposição à materiais tóxicos nos setores de fitamento manual e automático (s.15 e 16); o componente químico Tolueno foi encontrado em colas de contato nos setores de fitamento (s.15 e 16) e montagem (s.18). Esse material tem como limite de exposição valores de 78 ppm (partes de vapor ou gás por milhão de partes de ar contaminado) e 290 mg/m³ (miligramas por metro cúbico de ar), conforme a NR-15 (anexo 11, 2022), e o uso habitual provoca riscos às vias aéreas e superiores, visão, dano reprodutivo feminino, perda auditiva por toxicidade.

Os RB estavam relacionados à exposição ao mofo da laje no setor de montagem (s.18) e em toda a área de apoio (a.2) com infiltrações de água, mofo e agentes biológicos como microorganismos no setor da copa (s.4), banheiro (s.5) e no almoxarifado (s.8) com riscos de causar rinite alérgica (círculo na cor marrom).

RA ou RM podiam ser verificados em toda a área produção (a.4), círculo na cor azul; como a exposição do trabalhador ao disco de corte (s.13) sem proteção e a materiais perfurocortantes (s.15, 16, 17 e 18); perigo de queda e tropeços pelo uso de chinelos; piso irregular (s.13); *layout* obstruído com materiais espalhados pelas circulações, com estreitamentos e cruzamentos de áreas e setores (a.4), ausência de demarcações de áreas de trabalho e circulação, PCs apontados pela NR 12 (2022); além de riscos de incêndios (NR 23, 2022) pela ausência de extintores, e de choques elétricos pela proximidade dos membros superiores com acionamentos elétricos desprotegidos, fiações encapadas, porém, expostas, falta de aterramento e de aterramento (NR 10, 2019; NR 12, 2022).

Os RE estavam relacionados ao levantamento de peso, transporte e descarga de materiais sem auxílio de equipamentos de transporte e pega nos setores de corte (s.13) e no depósito anexo (s.6); posturas torcidas e curvadas de tronco às bancadas com riscos de causar tensões musculares e nas vértebras, desconforto postural e dores na coluna (NR 17, 2022).

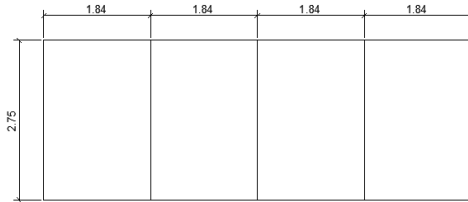
Figura 1/apêndice 23: Planta com mapa de riscos em *layout* do CB



Fonte: Autora.

1. COMPRA:

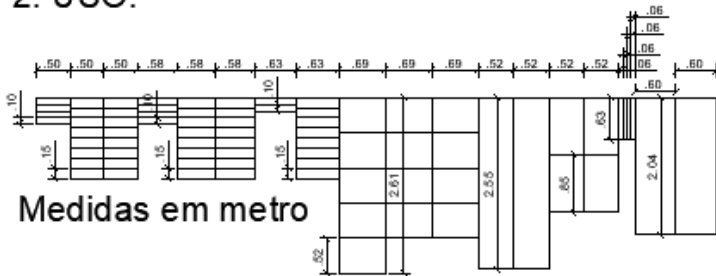
(3) MDF BRANCO ÁRTICO DUAS
FACES DE 15mm + (1) MDF/ESTOQUE



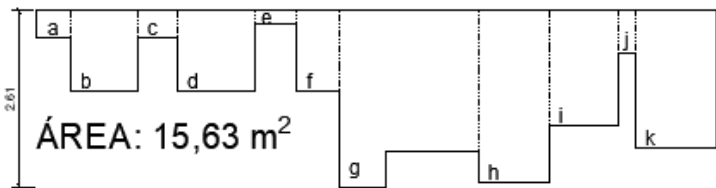
ÁREA: 5,06 m² cada

ÁREA: 20,24 m² os quatro (202400,00 cm²)

2. USO:



Medidas em metro



ÁREA: 15,63 m²

Quantitativo de material

Relação de peças para a produção:

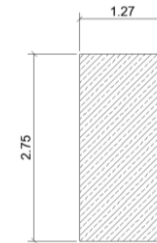
Item	Quant.	Medidas (cm)
a	4	50,00 x 10,00
b	16	50,00 x 15,00
c	4	58,00 x 10,00
d	16	58,00 x 15,00
e	2	63,00 x 10,00
f	8	63,00 x 15,00
g	13	69,00 x 52,00
h	2	255,00 x 52,00
i	4	85,00 x 52,00
j	4	63,00 x 6,00
k	2	204,00 x 60,00

3. SUBPRODUTOS:

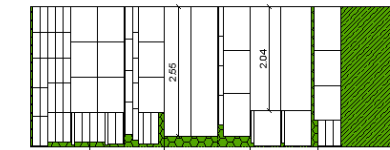
3.1 SOBRA DE 4,61 m² (46100,00 cm²)

3.2 REUSO CONSIDERADO PELA EMPRESA:

1,27 m x 2,75 m = 3,49 m² (34900,00 cm²)



3.3 PLANO DE CORTE:



Área de 0,26 m²

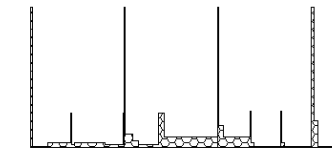
0,43 m²

0,25 m²


0,18 m²

Reuso considerado:

3,49 m² (34900,0 cm²)



Desperdício/Perda de 1,12 m² (11200,00 cm²)

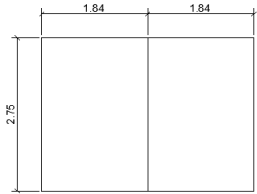
 Reuso considerado pela empresa: 3,49 m² (34900,0 cm²)

 Desperdício/Perda de 1,12 m² (11200,00 cm²)

Acréscimo de 1,39 m² de MDF.

1. COMPRA:

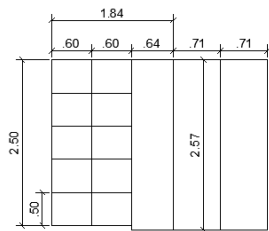
(2) MDF BRANCO ÁRTICO DUAS
FACES DE 6mm



ÁREA: 5,06 m² cada

ÁREA: 10,12 m² as duas (101200,00 cm²)

2. USO:



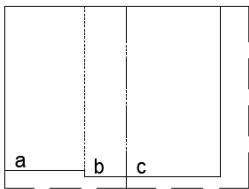
Relação de peças para a produção:

Item	Quant.	Medidas (cm)
a	10	60,00 x 50,00
b	1	257,00 x 64,00
c	2	257,00 x 71,00

Quantitativo de material

ÁREA: 8,26 m² usado

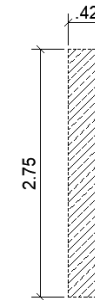
Quantitativo de material



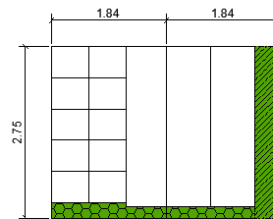
3. SUBPRODUTOS:

3.1 SOBRA DE 1,86 m² (18600,00 cm²)

3.2 REUSO CONSIDERADO PELA EMPRESA:
0,42 m x 2,75 m = 1,155 m² (11550,00 cm²)




3.3 PLANO DE CORTE:



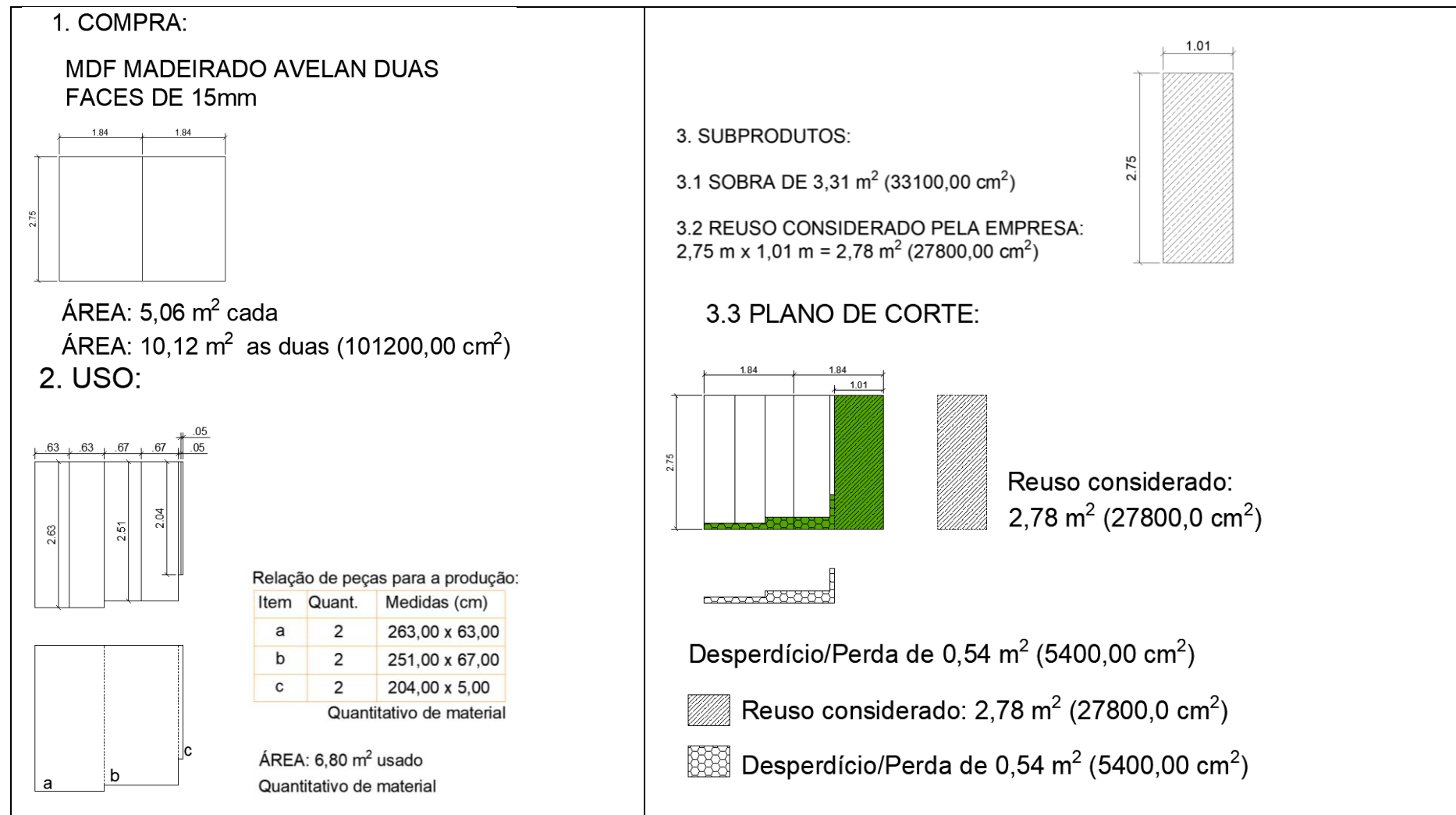
Reuso considerado:
1,155 m² (11550,0 cm²)



Desperdício/Perda de 0,705 m² (7050,00 cm²)

 Reuso considerado pela empresa: 1,155 m² (11550,0 cm²)

 Desperdício/Perda de 0,705 m² (7050,00 cm²)



Apêndice 30 – Tabela 4/EC2:

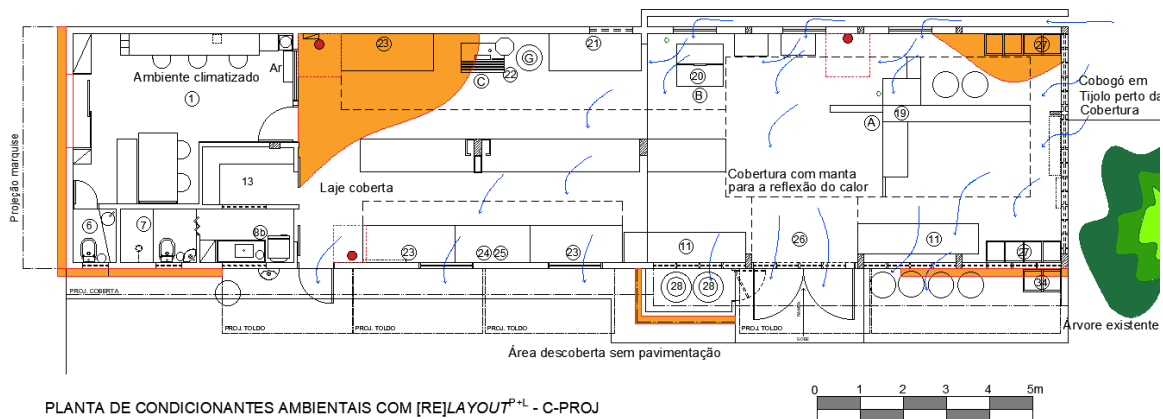
Tabela 4/EC2: comparação entre o <i>layout</i> do Cenário Base (CB) e do Cenário Projetado (C-PROJ) a partir do zoneamento das áreas, centros de produção e setores e a influência do projeto de <i>layout</i> na P+L							
Fatores de projeto de <i>layout</i> e P+L	Indicador	Dimensionamento das áreas (m ²)		Diferença das áreas (m ²)	Diferença das áreas (%)	Influência do projeto de <i>Layout</i> na P+L	Critérios e atributos da P+L atingidos; Elos [+] com a P+L
		<i>Layout</i> base (m ²)	<i>Layout</i> projetado(m ²)				
Mudanças;							
Serviços; Mão-de-obra;	(a1) Administração /vendas	19,43	18,18	1,25 a menos em relação ao CB	6,44 a menos em área em relação ao CB	[+] Melhoria ou otimização da área gerencial; [+] Gestão ^{+L} / PCP ^{+L} / Gestão do Design ^{+L} ; [+] Gestão da expedição [+] Treinamento.	Organização; Treinamento e pessoas; [+] Melhoria ou otimização de áreas gerenciais e transferência de área para a produção ^{+L} ;
[Eco]Materiais e Subprodutos;	(a2) Apoio para funcionários	4,30	5,33	1,03 a mais em relação ao CB	19,33 a mais em área em relação ao CB	[+] Ampliação da área de apoio para pessoas; [+] Melhoria das condições de trabalho; [+] segurança.	Organização; Treinamento e pessoas; [+] posicionamento socioambiental;
Estoque/ Armazenamento, Espera;	(a3) Estoque de MPs	16,61	13,24	9,04 a menos em relação ao CB	20,29 a menos em área em relação ao CB	[+] Maior aproximação com área de produção; [+] Otimização do uso de MPs; [+] Otimização dos espaços e redução de fluxo;	Organização; Gestão de materiais; Sistemas e tecnologias; [+] associar projetos, MPs e SP para a maximização do material;
Máquinas, equipamentos e sistemas;	(a4) Produção	43,99	45,64	3,68 a mais em relação ao CB	3,62 a mais em área em relação ao CB	[+] Ampliação da área de produção [+] Ampliação da capacidade produtiva; [+] Organização da sequência dos processos.	Organização; Sistemas e tecnologias; [+] melhoria ou otimização e produtividade dos recursos com produção ^{+L} ;
[Eco]Edifício;	(a5) Embalagem/ Expedição	7,96	3,72	4,24 a menos em relação ao CB	53,27 a menos em área em relação ao CB	[+] Melhoria ou otimização da capacidade de embalar e expedir produtos acabados; [+] Posicionamento socioambiental; [+] Sincronia.	Organização; Treinamento e pessoas; Sistemas e tecnologias; [+] minimização de poluentes;
Movimentação de materiais, pessoas e informações;	(a6) Subprodutos (SP)	9,77 (2,63 RRI + 7,14 DESCARTE)	7,85 (2,74 RRI + 5,11 RRE)	1,92 a menos em relação ao CB	19,66 a menos em área em relação ao CB	[+] Redução de perdas; [+] Melhoria ou otimização de espaço; [+] Mudança positiva da posição ambiental; [+] Produtos ^{+L} , socioambientais;	Organização; Treinamento e pessoas; Sistemas e tecnologias; [+] Projetos para o reuso/reciclo interno e/ou externo de SP;
Expedição e entrega.	(a7) Circulação	19,53 Obs: depósito à distância de 13,55 m	30,07; Eliminação de depósito anexo.	10,54 a mais em relação ao CB	35,06 a mais em área em relação ao CB Uso da área do anexo p/ serralharia (parceiro).	[+] Melhoria ou otimização do fluxo dos processos e da circulação; [+] Eliminação de 30,00 m ² de estoques de materiais sem uso e do transporte de MDF/anexo.	Sistemas e tecnologias; [+] otimização dos espaços e fluxos; [+] desobstrução de áreas e fluidez; [+] rapidez de produção e cumprimento de prazo de entrega.

Fonte: Autora

Apêndice 31: Análise dos condicionantes de ventilação e insolação no C-PROJ

A planta de condicionantes de ventilação e insolação do C-PROJ, apresenta melhoria de ventilação, redução de ilhas de calor e de perímetro de fachada com insolação, com a incidência direta de raios solares no período da tarde causando aquecimento e desconforto no ambiente interno, Figura 1.

Figura 1: Planta de condicionantes de ventilação e insolação do *Layout*^{P+L} / C-PROJ



LEGENDA


s. (1) ESCRITÓRIO / REUNIÃO	s. (19) CORTE DE CHAPAS DE MDF	s. (25) CORTE DE ALUMÍNIO COM SERRA DE 1/2 ESQUADRIA	VENTILAÇÃO SUDESTE:
s. (6) LAVABO	s. (20) LIXAMENTO	s. (26) EXPEDIÇÃO	ILHAS DE CALOR = 11,46 m ²
s. (7) BANHEIRO/VESTIÁRIO	s. (21) FITAMENTO MANUAL	s. (27) SUBPRODUTOS REUSO/RECICLO INTERNO (SOBRAS DE MDF/MDP)	FACHADAS COM INSOLAÇÃO
s. (8b) COPA ÚMIDA	s. (22) FITAMENTO AUTOMÁTICO	s. (28) SUBPRODUTO (PÓ DE SERRA DE MDF/MDP)	Perímetro: 17,09 m
s. (11) ESTOQUE DE CHAPAS	s. (23) MONTAGEM	s. (34) SUBPRODUTOS REUSO/RECICLO EXTERNO	
	s. (24) FURAÇÃO DE PEÇAS		

Fonte: Autora

O ambiente de escritórios/reunião (s.1) ficou protegido da incidência direta de raios solares pela locação de lavabo (s.6), banheiro (s.7), copa úmida (s.8b) e almoxarifado (s.13). Houve a instalação de 4 toldos na fachada noroeste para proteger as paredes do setor de montagem (s.23), furação de peças (s.24), corte de alumínio (s.25) e expedição (s.26) e minimizar o ofuscamento; assim como, o posicionamento do setor de coleta do SP pó de serra de MDF (s.28), protege parte da mesma fachada e os MDFs estocados no setor (s.11 e 19).

Nos setores de corte e lixamento, foram instaladas 3 janelas basculantes e cobogós na fachada sul e noroeste que captam a ventilação sudeste de modo a circular pelo espaço interno da edificação em direção à saída oposta. A laje recebeu cobertura e manta reflexiva na cor branca. Essas reformas na edificação reduziram as ilhas de calor de 39,88 m² para 11,46 m², 28,42 m² a menos, e o perímetro de fachada com incidência direta de insolação, de 38,08 m para 17,09 m, 20,99 m menor; essas melhorias em conforto e redução de *stress* térmico promove melhoria em produtividade, satisfação e redução de riscos.


Apêndice 32/EC2: Modelo de Caderno Técnico de Detalhamento de Produto⁺L (CTDP⁺L):



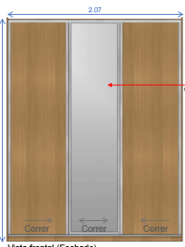
CADERNO TÉCNICO DE MARCENARIA

Caderno Técnico de Detalhamento de Produto⁺: **GUARDA-ROUPA**

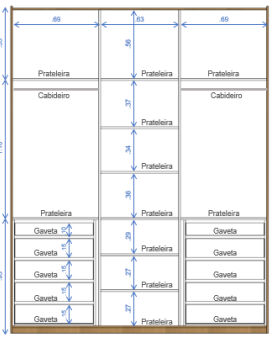
Externo: MDF Carvalho avetê
Interno: Branco tx
Puxador: Calha Anodizado
Corredija: Telescópica



Planta baixa



Vista frontal (Fechado)



Vista frontal (Aberto)

PROJETO DE MARCENARIA

AMBIENTE: xxxxxxxxxx

CLIENTE: xxxxxxxxxx

ENDEREÇO: xxxxxxxxxx


Data da Vistoria / /

Responsável Técnico: _____


Cliente: _____

01/05 Carmel

GUARDA-ROUPA



Perspectiva (Fechado)

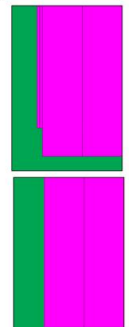


Perspectiva (Aberto)

TABELA DE MATERIAIS	
INTERNO	
3	MDF Branco tx de 15 mm + fitamento
2	MDF Branco tx de 6 mm
EXTERNO	
MDF Carvalho avetê + fitamento	
ADICIONAIS	
1	Porta de espelho com moldura anodizada (0,61x2,50m)
INSUMOS	
10 pares	Corredija Telescópica 50cm
1,40m	Tubo cabideiro de alumínio
2 pares	Suporte Cabideiro
4,14m	Tribo
10,00m	Puxador calha anodizado

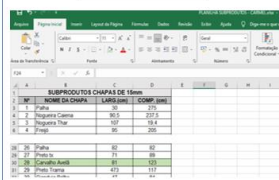
Obs: Disponível: 1,50 m de tubo cabideiro de alumínio.

PLANO DE CORTE – PROGRAMA CORTE CERTO MADERADO 15mm (Carvalho Avetê)



USADO NO PROJETO – 6,86m²
SUBPRODUTO INTERNO – 3,36m²

ESTOQUE EXISTENTE MADERADO 15mm



Disponível 0,81 x 1,23 = 0,9963 m²

PROJETO DE MARCENARIA

AMBIENTE: xxxxxxxxxx

CLIENTE: xxxxxxxxxx

ENDEREÇO: xxxxxxxxxx

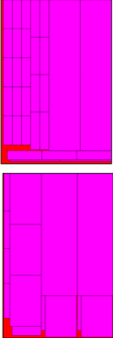
Data da Vistoria / /

Responsável Técnico: _____

Cliente: _____

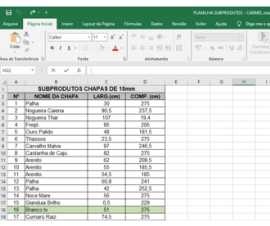
02/05 Carmel

PLANO DE CORTE – PROGRAMA CORTE CERTO BRANCO 15mm



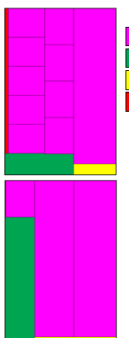
USADO NO PROJETO – 14,10m²
SUBPRODUTO EXTERNO / ECPONTO – 1,08m²

ESTOQUE EXISTENTE BRANCO 15mm



Disponível 0,51 x 2,75 = 1,40 m²

PLANO DE CORTE – PROGRAMA CORTE CERTO BRANCO 1x de 6m



USADO NO PROJETO – 8,15m²
SUBPRODUTO INTERNO – 1,45m²
SUBPRODUTO EXTERNO – 0,37m²
SUBPRODUTO EXTERNO / ECPONTO – 0,15m²

ESTOQUE EXISTENTE BRANCO 6mm

PROJETO DE MARCENARIA

AMBIENTE: xxxxxxxxxx

CLIENTE: xxxxxxxxxx

ENDEREÇO: xxxxxxxxxx


Data da Vistoria / /

Responsável Técnico: _____

Cliente: _____

04/05 Carmel


PLANO DE CORTE – PROGRAMA CORTE CERTO BRANCO 1x de 6m



USADO NO PROJETO – 8,15m²
SUBPRODUTO INTERNO – 1,45m²
SUBPRODUTO EXTERNO – 0,37m²
SUBPRODUTO EXTERNO / ECPONTO – 0,15m²

ESTOQUE EXISTENTE BRANCO 6mm

PLANO DE CORTE – PROGRAMA CORTE CERTO BRANCO 1x de 6m



USADO NO PROJETO – 8,15m²
SUBPRODUTO INTERNO – 1,45m²
SUBPRODUTO EXTERNO – 0,37m²
SUBPRODUTO EXTERNO / ECPONTO – 0,15m²

ESTOQUE EXISTENTE BRANCO 6mm

PROJETO DE MARCENARIA

AMBIENTE: xxxxxxxxxx

CLIENTE: xxxxxxxxxx

ENDEREÇO: xxxxxxxxxx

Data da Vistoria / /

Responsável Técnico: _____

Cliente: _____

05/05 Carmel

Fonte: Autora e Carmel

Apêndice 33 – Tabela 5/EC2:

Tabela 5/EC2: comparação entre o <i>layout</i> do Cenário Base (CB) e do Cenário Projetado (C-PROJ) a partir do mapeamento dos fluxos de produção, supervisão da produção, expedição, cliente e apoio para funcionários e a influência do projeto de <i>layout</i> na P+L							
Fatores de projeto de <i>layout</i> e P+L	Fluxos	Dimensionamento das linhas de fluxo (metro linear)		Diferença dos fluxos (m)	Diferença dos fluxos (%)	Influência do projeto de <i>Layout</i> na P+L	Critérios e atributos da P+L atingidos Elos [+] com a P+L
		<i>Layout</i> base (m)	<i>Layout</i> projetado (m)				
Mudanças; Serviços; Mão-de-obra;	Produção	33,24	36,37	3,13 a mais em relação ao CB	8,61 a mais em relação ao CB	Eliminação de estreitamento de 12,31 m de fluxo para a produção; [+] otimização de processos e fluxos; [+] ampliação da área de produção e fluxos; [+] ampliação da capacidade produtiva; [+] cumprir prazos;	Organização; Sistemas e tecnologias; [-] desperdícios de tempo com cruzamentos, conflitos obstruções, [+] produtividade e P+L;
[Eco]Materiais e Subprodutos; Estoque/ Armazenamento, Espera;	Supervisão da produção	23,14	11,55	11,59 a menos em relação ao CB	50,09 a menos em relação ao CB	[+] Otimização da Gestão de Projetos, Processos e Produtos ⁺ (GPPP ⁺) a partir de câmeras, processos de projetos virtuais, comunicação remota e conectividade (Projeto de inovação/GEID/IFAL).	Organização; Treinamento e pessoas; Sistemas e Tecnologias; [-] materiais em processo; [+] informação; [+] integração e conectividade.
Máquinas, equipamentos e sistemas;	Supervisão VIRTUAL da produção	-	Implantados fluxos virtuais, conectividade.	-	-	[+] Gestão ⁺ e PCP ⁺ a partir de câmeras; [+] sensoriamento remoto e conectividade; [+] detalhamentos e comunicação em tempo real; [+] integração de tecnologias 4.0 (Projeto de inovação/GEID/IFAL).	Organização; Treinamento e pessoas; Sistemas e Tecnologias; [-] Perdas e MPs em processo; [+] informação; [+] integração e conectividade; [+] autonomia.
[Eco]Edifício; Movimentação de materiais, pessoas e informações;	Expedição	21,79	7,44	14,35 a menos em relação ao CB	65,86 a menos em relação ao CB	[+] Otimização da gestão da expedição e do PCP ⁺ ; [+] controle de entrada e saída de pedidos, de MPs e de materiais; [+] rapidez e sincronia entre produtos acabados e entrega; [+] cumprimento de prazos.	Organização; Treinamento e pessoas; Sistemas e Tecnologias; [-] MPs com atraso de processo, esperando expedir; [+] integração, [+] conectividade, [+] otimização de área para a produção;
Expedição e entrega.	Cliente	10,75	10,28	0,47 a menos em relação ao CB	4,38 a menos em relação ao CB	[+] Otimização e conforto do espaço para clientes, [+] visibilidade da produção, [+] comunicação; [+] controle de projetos; [+] confiabilidade; [+] segurança.	Organização; Treinamento e pessoas; Sistemas e Tecnologias; [+] posicionamento socioambiental; [+] divulgação P+L.
	Apoio para funcionários	5,49	10,01	4,52 a mais em relação ao CB	45,16 a mais em relação ao CB	[+] Apoio para a permanência da equipe no ambiente de trabalho; [+] segurança.	Organização; Treinamento e pessoas; [+] posicionamento socioambiental.
Somatório do conjunto de fluxos	Total	94,41	75,65	18,76 m a menos em relação ao CB	19,88 a menos em fluxo	Redução de 18,76 m do conjunto de fluxos de produção, gestão, expedição, clientes e apoio. Melhoria do sistema produtivo integrado à P+L em 19,88 %.	

Fonte: Autora

Apêndice 34 - Tabela 6/EC2:



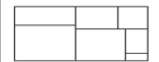


Tabela 6: comparação entre o <i>layout</i> do Cenário Base (CB) e do Cenário Projetado (C-PROJ) a partir do mapeamento dos fluxos de abastecimento e a influência do projeto de <i>layout</i> na P+L														
Fatores de projeto de <i>layout</i> e P+L	Fluxos de abastecimento	Dimensionamento das linhas de fluxo (metro linear)		Diferença de fluxos (m)	Diferença de fluxos (%)	Influência do projeto de <i>Layout</i> na P+L	Critérios e atributos da P+L atingidos; Elos [+] com a P+L							
		<i>Layout</i> base (m)	<i>Layout</i> projetado(m)											
Mudanças;	Abastecimento / entrada de material (MP)	47,38	19,02	28,36 a menos em relação ao CB	59,86 % a menos em relação ao CB	[-] Fragmentação no uso do L^{P+L} para estoques; [-] Perdas de MPs; [-] Desperdício de área para a produção com estoques; [-] Deslocamentos de MPs e de pessoas para o abastecimento; [-] Transporte e desgaste do trabalhador; [+] Controle e gestão da entrada de MP para estoque e produção; [+] Espaço para a área de produção; [+] Segurança do trabalho; [+] Gestão de MPs no L^{P+L} .	Organização; Sistemas e tecnologias; Cadeia de abastecimento; [-] Transporte de MPs; [-] Perdas de MPs; [+] Uso [eco]eficiente do <i>layout</i> para estoques; [+] Gestão de MPs em L^{P+L} ; [+] Controle de estoques e de compras; [+] Otimização em deslocamentos de MPs e pessoas; [+] Produtividade; [+] Posicionamento socioambiental.							
Serviços;														
Mão-de-obra;														
[Eco]Materiais e Subprodutos;														
Estoque/ Armazenamento, Espera;														
Máquinas, equipamentos e sistemas;								Abastecimento de chapas de MDF para a produção	16,56	10,70	5,86 a menos em relação ao CB	35,39 a menos em relação ao CB	[-] Desperdício de área com estoques e de tempo com deslocamentos de MPs; [-] Esperas durante a produção; [-] Cruzamentos de MPs e de pessoas no L^{P+L} ; [-] Contaminação de materiais e pessoas; [+] Seleção, catalogação e controle de MPs; [+] Organização; [+] Otimização e rapidez de processos; [+] Controle e gestão da entrada de MPs para estoque e produção; [+] Área para a produção; [+] Gestão de MPs no L^{P+L} ; [+] Produtividade; [+] Segurança do trabalho.	Organização; Sistemas e tecnologias; Cadeia de abastecimento; Ciclos de abastecimento de MP; treinamento; [-] Perdas de MPs; [-] Tempo de transporte de MPs; [-] Desgaste e fadiga de pessoas na produção e com transporte; [-] Contaminação de materiais e pessoas; [+] Seleção e separação de materiais para reuso/reciclo; [+] Controle e gestão de MPs; [+] Otimização de processos; [+] Produtividade; [+] Segurança do trabalho; [+] Posicionamento socioambiental.
[Eco]Edifício;								Abastecimento de fitas de borda para a produção	11,48	10,60	0,88 a menos em relação ao CB	7,67 a menos em relação ao CB	Redução de 67,63 m em fluxos de abastecimento. Melhoria do sistema produtivo integrado à P+L em 50,99 %	
Movimentação de materiais, pessoas e informações;	Abastecimento de acessórios para a produção	15,09	11,87	3,22 a menos em relação ao CB	21,34 a menos em relação ao CB									
Expedição e entrega.	Abastecimento de perfis de alumínio para estoque	14,33	10,82	3,51 a menos em relação ao CB	24,50 a menos em relação ao CB									
	Abastecimento de perfis de alumínio para corte	27,80	2,00	25,80 a menos em relação ao CB	92,80 a menos em relação ao CB									
	Total	132,64	65,01	67,63 m a menos em relação ao CB	50,99 a menos em relação ao CB									

Fonte: Autora

ANEXOS

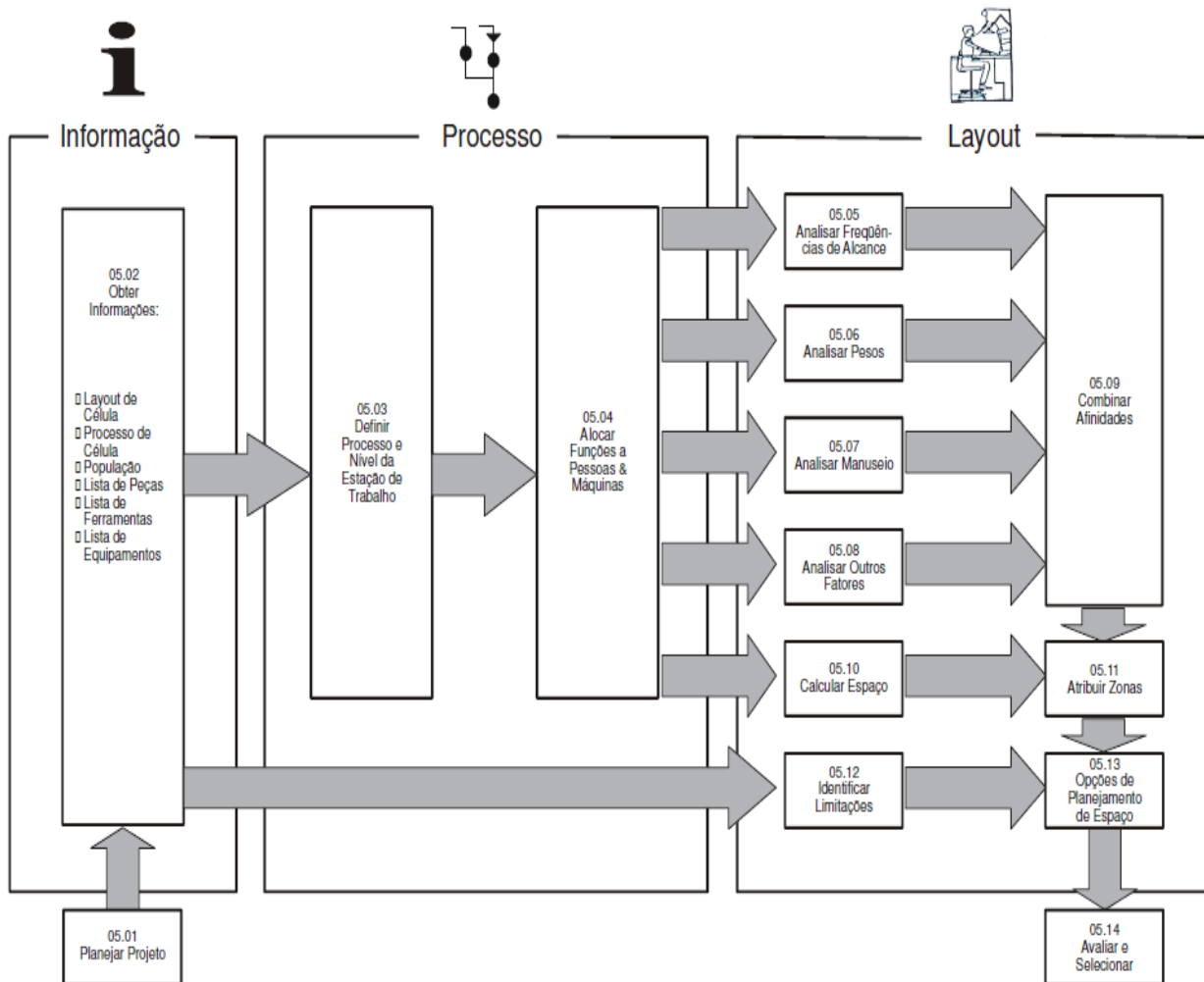
Anexo 1: Modelo de Quaterman Lee (1996)

Figura 1: Níveis do modelo de *layout* de instalações industriais proposto por Quaterman Lee

Nível	Atividade	UPE Típica	Ambiente	Resultado
I Global	Localização e Seleção	Locais	Mundo ou País	
II Supra	Planejamento	Características de Construções ou Local	Local	
III Macro	Layout da Construção	Células ou Departamentos	Construção	
IV Micro	Layout de Departamento	Características de Células ou Estações de Trabalho	Células ou Estações de trabalho	
V Sub Micro	Projeto de Estações de Trabalho	Localização de Ferramentas	Estação de trabalho	

Fonte: Lee *et al.* (1996, p.14); Bitencout (2008)

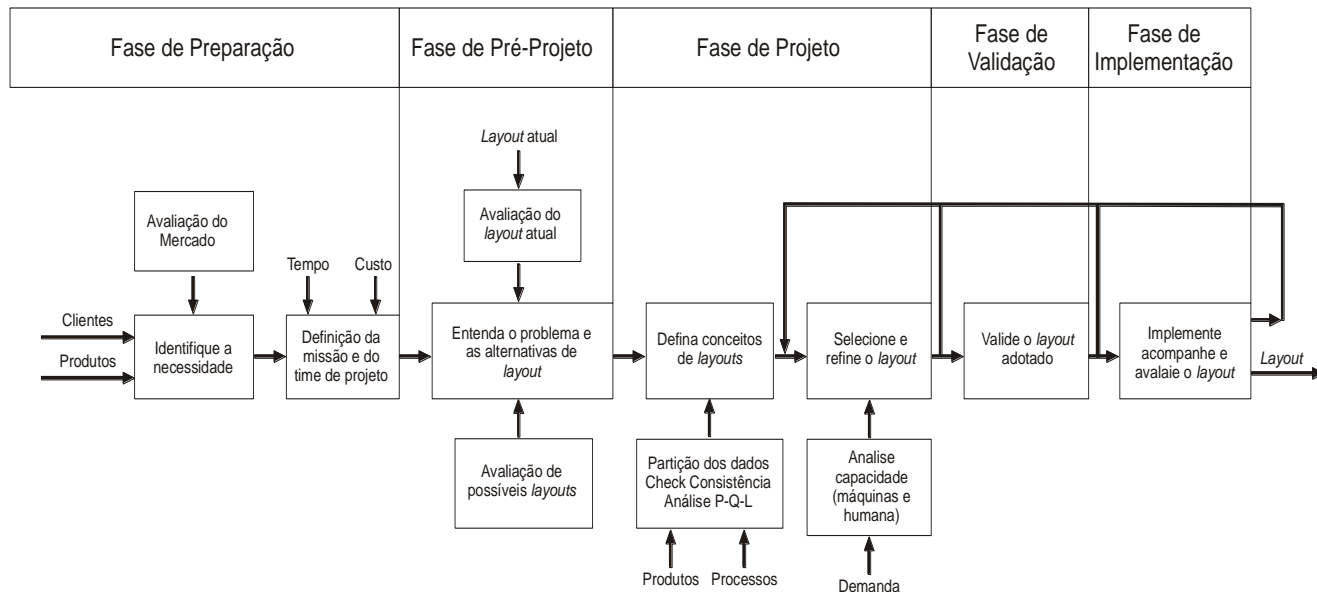
Figura 2: Projeto modelo de estações de trabalho proposto por Quaterman Lee (Lee *et al.*, 1996)



Fonte: Lee *et al.* (1996, p.175); Bitencout (2008); Silva (2009)

Anexo 2: Metodologia Gonçalves Filho (2001):

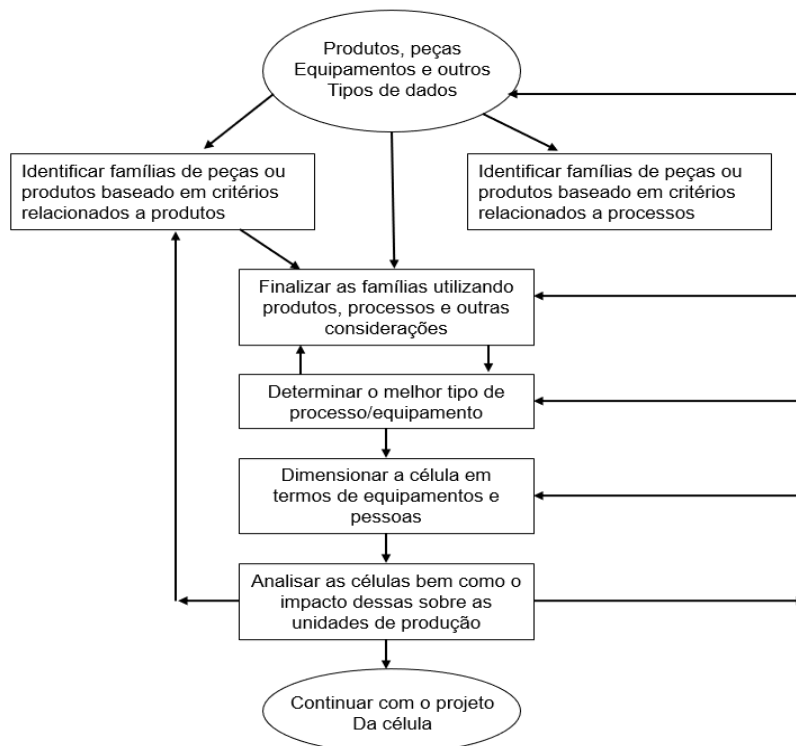
Figura anexo 2 - Modelo detalhado do processo de *layout* (Arranjo Físico) de fábrica Gonçalves Filho



Fonte: Gonçalves Filho (2001, p.54); Tiberti (2003); Silva (2009).

Anexo 3: Modelo de Hyer e Wemmerlov (2001)

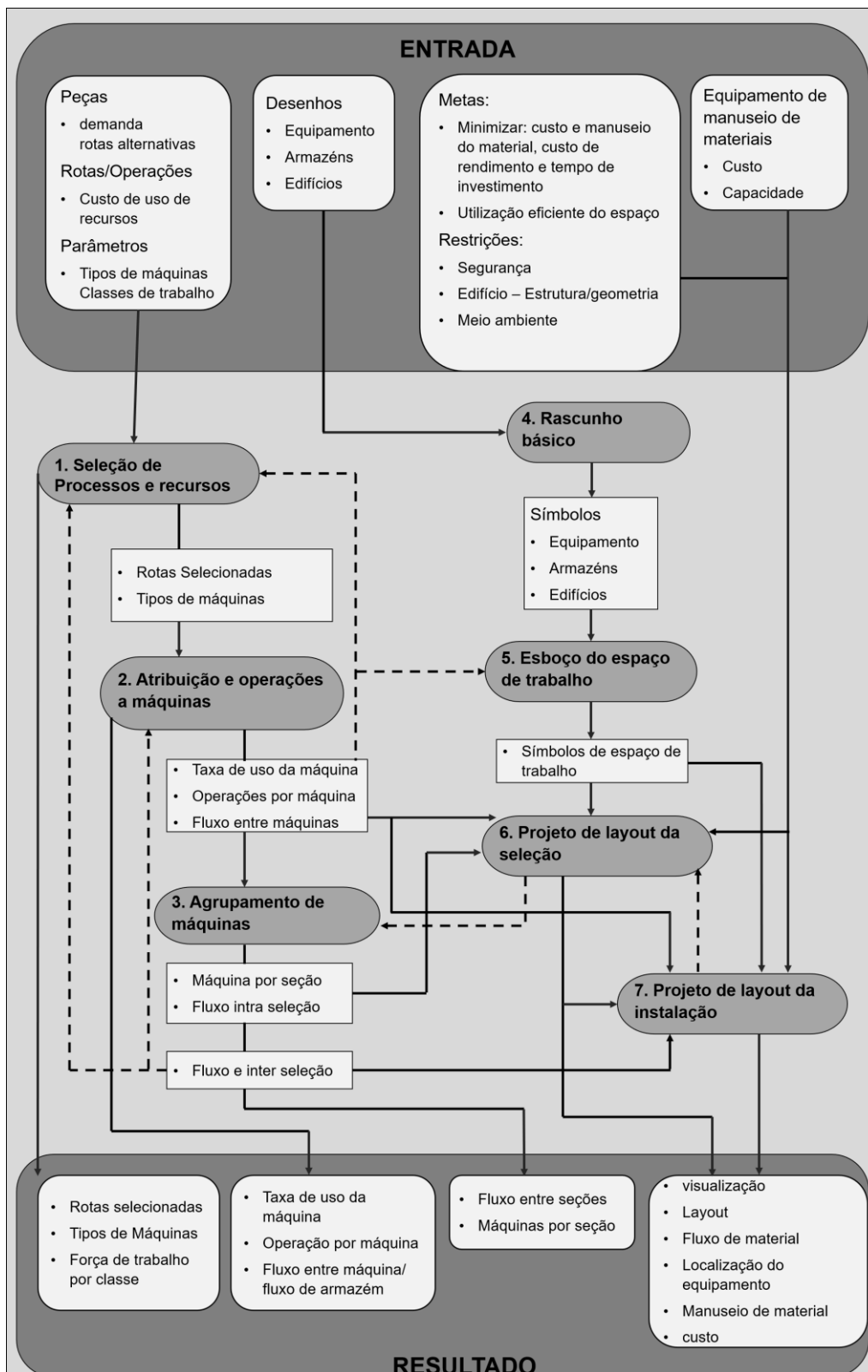
Figura anexo 3: Modelo de Hyer e Wemmerlov (2001) para *layout* celular



Fonte: Hyer e Wemmerlov (2001); Silva. A. L. (2009)

Anexo 4: Modelo de Vilarinho e Guimarães (2003)






Figura anexo 4: Sistema de apoio ao desenho de implantações fabris Vilarinho e Guimarães (2003)



Fonte: Vilarinho e Guimarães (2003). Adaptado por Lins (2022).

Anexo 5: Modelo de Planejamento das Instalações Industriais Livre de Barreiras (BITENCOUT, 2008)

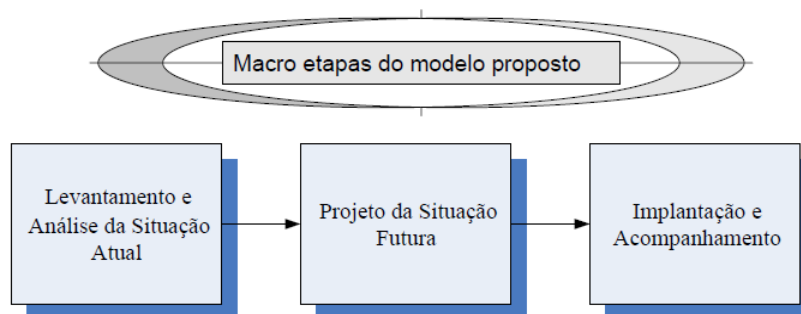
Figura anexo 5: Modelo conceitual para projetos de Instalações Industriais Livre de Barreiras

Níveis	Nível I Global	Nível II Supra-Espaço	Nível III Macro-Espaço	Nível IV Micro-Espaço	Nível V Sub-Micro-Espaço
		Localização e Seleção do Local de Instalação da Empresa	Planejamento do Local selecionado	Planejamento do Macro-Layout, estrutura ou sub-unidade da instalação	Planejamento da Localização de equipamentos e móveis
Atividades	Identificação dos Locais e Seleção Ao identificar os Locais é necessário identificar a acessibilidade para cada um dos locais e o impacto destes para seleção	Elaborar a planta do terreno para uso atual e futuro Elaborar esta planta de forma que ela seja acessível tanto no seu uso atual quanto no seu uso futuro	Definir a estratégia operacional e elaborar o layout da instalação Identificar e definir as demandas de acessibilidade para o layout da instalação	Elaborar os layouts dos departamentos considerando o espaço pessoal e a comunicação Elaborar estes layouts considerando as demandas de acessibilidade necessárias o espaço pessoal e a comunicação	Elaborar o projeto das estações de trabalho Elaborar o projeto dos postos de trabalho considerando que, no mínimo, 5% devem ser acessíveis
Produtos	 Local da instalação	 Planta do terreno	 Layout da instalação	 Layout dos departamentos	 Projeto das estações de trabalho

Fonte: Bitencout (2008)

Anexo 6: Modelo de análise, projeto e implementação de *layout* industrial orientado para a produção enxuta (SILVA, 2009).

Figura anexo 6: Macro etapas do modelo de Silva (2009)



Fonte: Silva (2009)

UFBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI

Rua Aristides Novis, 02, 6º andar, Federação, Salvador BA

CEP: 40.210-630

Telefone: (71) 3283-9800

E-mail: pei@ufba.br

Home page: <http://www.pei.ufba.br>

