

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

ARTHUR DE MELLO PADILHA

SANEANTES DOMISSANITÁRIOS: PROJETO DE FÁBRICA E LEIAUTE

**Bagé
2021**

ARTHUR DE MELLO PADILHA

SANEANTES DOMISSANITÁRIOS: PROJETO DE FÁBRICA E LEIAUTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Mauricio Nunes Macedo de Carvalho

**Bagé
2021**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

P789s Padilha, Arthur de Mello

Saneantes domissanitários: projeto de fábrica e leiaute / Arthur de Mello Padilha.

67 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) --
Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,
2021.

"Orientação: Mauricio Nunes Macedo de Carvalho".

1. Projeto de fábrica. 2. Planejamento Sistemático de Leiaute. 3. Leiaute. 4. Indústria química. 5. Saneantes domissanitários. I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal do Pampa

ARTHUR DE MELLO PADILHA

SANEANTES DOMISSANITÁRIOS: PROJETO DE FÁBRICA E LEIAUTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro de Produção.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 07 de maio de 2021.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Mauricio Nunes Macedo de Carvalho

Orientador

UNIPAMPA

Prof. Dra. Carla Beatriz da Luz Peralta

UNIPAMPA

Prof. Me. Cesar Antônio Mantovani

UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **CARLA BEATRIZ DA LUZ PERALTA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/06/2021, às 12:16, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **MAURICIO NUNES MACEDO DE CARVALHO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/06/2021, às 16:52, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **CESAR ANTONIO MANTOVANI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 24/06/2021, às 17:44, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0545545** e o código CRC **94A85E53**.

Referência: Processo nº 23100.009613/2021-12 SEI nº 0545545

RESUMO

Em um cenário onde o universo industrial apresenta crescente competitividade, é imprescindível que as empresas busquem a obtenção de vantagens. Um aspecto fundamental e de grande impacto para a operação de qualquer companhia é a definição de sua estrutura física, bem como a maneira como fluem seus processos. O presente trabalho tem por objetivo projetar a estrutura predial básica e o leiaute otimizados para um novo pavilhão de uma indústria de saneantes domissanitários. A pesquisa caracteriza-se como um Estudo de Caso com caráter exploratório, pois busca maior familiarização e conhecimento mais detalhado de um caso por meio de estudo aprofundado do mesmo. Para a efetivação deste projeto, o autor realizou visitas à fábrica da empresa e dialogou com os gestores, de modo a obter os conhecimentos e entendimento operacional necessários para, fundamentado na literatura, apresentar à empresa uma proposta de leiaute otimizado para sua futura instalação fabril. Ao final do estudo, foi possível comprovar a eficácia do método proposto de Planejamento Sistemático de Leiaute para realização de projeto de leiaute para uma fábrica de saneantes domissanitários. Foram geradas as sugestões de pesquisas futuras referentes à repetição do estudo com utilização de outra metodologia e reavaliação do leiaute proposto mediante sua implantação.

Palavras-Chave: Indústria química. Leiaute. Planejamento Sistemático de Leiaute. Projeto de fábrica. Saneantes domissanitários.

ABSTRACT

In a scenario where the industrial universe presents increasing competitiveness, it is essential that companies seek to obtain advantages. A fundamental aspect and of great impact for the operation of any company is the definition of its physical structure, as well as the way in which its processes flow. This paper aims to design the basic building structure and layout optimized for a new pavilion for a household cleaning products industry. The research is characterized as a case study with an exploratory character, as it seeks greater familiarization and more detailed knowledge of a case through an in-depth study of it. To carry out this project, the author made visits to the company's factory and dialogued with the managers, in order to obtain the necessary knowledge and operational understanding to, based on the literature, present the company with a proposal for an optimized layout for its future factory. At the end of the study, it was possible to prove the effectiveness of the proposed Systematic Layout Planning method for carrying out a layout project for a household cleaning products factory. Suggestions for future research were generated regarding the repetition of the study using another methodology and reassessment of the proposed layout upon its implementation.

Keywords: Chemical industry. Household cleaning products. Layout. Systematic Layout Planning. Factory design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Procedimentos em Systematic Layout Planning	14
Figura 2 - Algumas vantagens e desvantagens dos tipos básicos de arranjo físico..	24
Figura 3 - Símbolos de um fluxograma e seus significados	28
Figura 4 - Exemplo modelo de carta de interligações preferenciais com legenda	29
Figura 5 - Convenções utilizadas em diagramas de inter-relações	30
Figura 6 - Convenções utilizadas em diagramas de inter-relações (continuação)	31
Figura 7 – Exemplo de diagrama de inter-relações.....	31
Figura 8 – Alguns produtos oferecidos pela Maple Química	33
Figura 9 – Sequência de fases para realização do trabalho.....	36
Figura 10 – Planta baixa da Maple Química (atual)	38
Figura 11 - Planta baixa da Maple Química (expansão)	40
Figura 12 – Mapeamento de processos de alto nível da fábrica	46
Figura 13 - Carta de interligações preferenciais.....	49
Figura 14 – Diagrama de Inter-relações.....	51
Figura 15 – Diagrama de inter-relações de espaços.....	59
Figura 16 – Esboço do leiaute.....	62
Figura 17 – Leiaute final.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exigências normativas a serem contempladas no projeto (ANVISA)	19
Quadro 2 - Exigências normativas a serem contempladas no projeto (Código de Obras)	20
Quadro 3 - Exigências normativas a serem contempladas no projeto (NR 24)	22
Quadro 4 - Alguns exemplos de aplicação de SLP	26
Quadro 5 - Descrição dos ambiente da empresa	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Visão geral da metodologia Fac Plan.....	13
Tabela 3 - Mix de produtos da Maple Química.....	43
Tabela 4 – Insumos químicos utilizados pela Maple	43
Tabela 5 – Dados de dimensionamento (setor de fabricação)	52
Tabela 6 – Dados de dimensionamento (depósito de produto acabado)	53
Tabela 7 - Dados de dimensionamento (depósito de material de embalagem)	54
Tabela 8 - Dados de dimensionamento (sala de fracionamento e pesagem)	55
Tabela 9 - Dados de dimensionamento (depósito de material de limpeza, oficina de manutenção)	56
Tabela 10 - Dados de dimensionamento (setor de paramentação, vestiários)	56
Tabela 11 - Dados de dimensionamento (banheiros).....	57
Tabela 12 - Dados de dimensionamento (refeitório)	57
Tabela 13 - Legenda do diagrama de inter-relações de espaços.....	59
Tabela 14 - Espaço físico dos ambientes.....	65

LISTA DE SIGLAS

EDTA - *Ethylenediamine tetraacetic acid* (ácido etilendiamino tetra-acético)

SLP – *Systematic Layout Planning* (Planejamento Sistemático de Leiaute)

UPE – Unidade de Planejamento de Espaço

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Contextualização do Tema	12
1.2	Objetivo Principal.....	14
1.2.1	Objetivos Secundários.....	14
1.3	Justificativa	15
1.4	Estrutura do Trabalho.....	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	Saneantes Domissanitários	17
2.1.1	Requisitos Normativos.....	18
2.2	Projeto de Leiaute e Arranjo Físico	23
2.3	<i>Systematic Layout Planning</i>	24
3	METODOLOGIA	33
3.1	Empresa Estudada	33
3.2	Método da Pesquisa	34
3.3	Procedimentos Metodológicos.....	35
4	DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	37
4.1	Análise PQRST	43
4.2	SLP - Fase I: Localização.....	45
4.3	SLP - Fase II: Arranjo Físico Geral	45
4.3.1	Fluxo de Materiais	45
4.3.2	Inter-relações de Atividades	48
4.3.3	Diagrama de Inter-relações	50
4.3.4	Espaço Necessário.....	52
4.3.5	Espaço Disponível.....	58
4.3.6	Diagrama de Inter-relações de Espaços.....	58
4.4	SLP - Fase III: Arranjo Físico Detalhado	60
4.4.1	Limitações Práticas.....	60
4.4.2	Considerações de Mudanças	61
4.5	SLP - Fase IV: Implantação.....	63
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
	REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo conta com uma breve apresentação do cenário de consumo de produtos saneantes no Brasil, bem como a caracterização sucinta da empresa que atuará como objeto de estudo para a realização deste trabalho. Apresenta-se a justificativa do projeto e as questões e objetivos a serem atendidos ao longo do mesmo. Por fim, resume os conteúdos explorados nos demais capítulos deste trabalho.

1.1 Contextualização do Tema

As mudanças tecnológicas contribuíram para a construção de um novo cenário de interação entre oferta e demanda, conhecido como mercado (DOMINGUES; NAVAS; GHERMAN, 2019). Conforme os mesmos autores, a distância entre compradores e varejistas foi reduzida pela facilidade de comunicação e redução dos tempos de deslocamento.

Com o mercado cada vez mais competitivo, as instituições precisam deter um conhecimento maior do ramo em que atuam, bem como os processos e suas estruturas internas (ROJO; ZANINI, 2014). Desta forma, é importante realizar o planejamento da empresa, atentando-se, inicialmente, ao local em que irá instalar a empresa para posteriormente seguir até aos postos de trabalho (LEE, 1998).



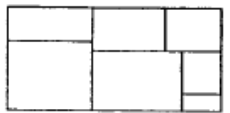
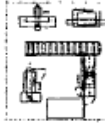

O leiaute ou arranjo físico de uma operação ou processo é a forma como os recursos de transformação são posicionados entre si, como as várias tarefas são alocadas a esses recursos de transformação e a aparência geral desses recursos. (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018). Entre 20 e 50% dos custos de operação totais em atividades de manufatura são atribuídos ao manuseio de materiais, assim, o planejamento eficaz das instalações pode reduzir estes custos em 10 a 30% (TOMPKINS, 2010).

Um dos métodos mais eficazes para aumentar a produtividade e reduzir custos é por meio da redução ou eliminação das atividades desnecessárias ou dispendiosas. O desenho de uma instalação deve alcançar este objetivo em termos de manuseio de materiais, utilização de pessoal e equipamentos, estoques reduzidos e melhoras em qualidade (TOMPKINS, 2010). Os principais propósitos do planejamento do leiaute de qualquer planta incluem (MUTHER; HALES, 2015):

facilitar o processo de manufatura; minimizar o manuseio de materiais, especialmente distância e tempo de viagem; manter a flexibilidade operacional e do arranjo conforme mudam as necessidades; promover ciclos rápidos de produtos em processo; controlar investimentos em equipamentos, visando evitar acréscimos; fazer uso econômico da área de chão; promover utilização eficaz da mão-de-obra; providenciar segurança, conforto e conveniência aos colaboradores.

Ao se explorar a literatura existente, nota-se a predominância de duas metodologias utilizadas para fins de planejamento de leiaute e arranjo físico: Fac Plan e SLP (*Systematic Layout Planning*, ou Planejamento Sistemático de Leiaute). A Tabela 1 exhibe a visão geral da metodologia Fac Plan.

Tabela 1 - Visão geral da metodologia Fac Plan

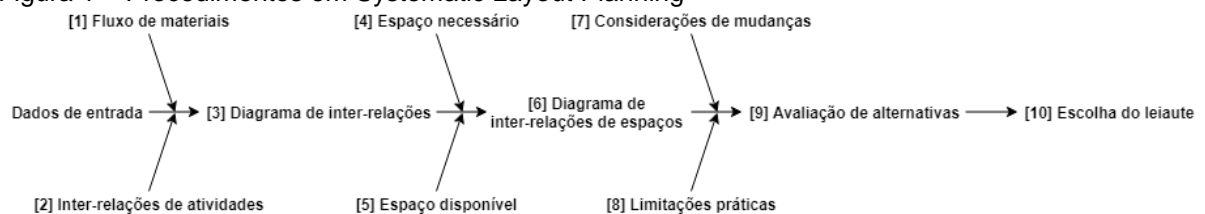
Nível	Atividade	UPE Típica	Ambiente	Resultado
I Global	Localização e Seleção	Locais	Mundo ou País	
II Supra	Planejamento	Características de Construções ou Local	Local	
III Macro	Layout da Construção	Células ou Departamentos	Construção	
IV Micro	Layout de Departamento	Características de Células ou Estações de Trabalho	Células ou Estações de Trabalho	
V Sub Micro	Projeto de Estações de Trabalho	Localização de Ferramentas	Estação de Trabalho	

Fonte: Lee (1998).

De forma resumida, a metodologia Fac Plan, apresentada na Tabela 1, consiste em cinco níveis de planejamento, cada um contendo suas próprias etapas e apresentando crescente nível de detalhamento, partindo desde o local de instalação do leiaute em âmbito mundial e finalizando no projeto de cada estação de trabalho individual (LEE, 1998).

Por outro lado, a metodologia SLP, que desde sua concepção passou por diversos refinamentos, consiste em uma estrutura de fases pela qual todo o projeto de leiaute se orienta, bem como um padrão de procedimentos para planejamento passo-a-passo e um conjunto de convenções para identificar, visualizar e avaliar as várias atividades, relações e alternativas envolvidas em qualquer projeto de leiaute (MUTHER; HALES, 2015).

Figura 1 – Procedimentos em Systematic Layout Planning



Fonte: adaptado de Muther e Hales (2015).

Desta maneira, devido à maior compatibilidade com a proposta do autor, principalmente em relação ao nível de detalhamento, esta foi a metodologia utilizada para realização do presente trabalho. Gera-se, então, a seguinte questão de pesquisa: *Como projetar o desenho e o arranjo físico de uma fábrica para uma empresa de saneantes domissanitários, levando em consideração as necessidades e capacidades da mesma?*

1.2 Objetivo Principal

Desenvolver uma proposta de leiaute para um novo pavilhão de uma indústria de saneantes domissanitários.

1.2.1 Objetivos Secundários

Para atender ao objetivo principal, foram desenvolvidos os seguintes objetivos secundários:

- a) identificar as necessidades e capacidades da empresa;
- b) aplicar o método SLP para o caso selecionado conforme suas etapas ordenadas;

- c) projetar um pavilhão e seu leiaute que melhor se adequem às necessidades fabris.

1.3 Justificativa

Um projeto de leiaute inadequado acarreta problemas como: fluxos demasiadamente longos, confusos e/ou imprevisíveis, geração de filas, processos demorados, inflexibilidade de operações e custos elevados. Adicionalmente, mudanças radicais em arranjos físicos já existentes podem gerar interrupção das operações de uma empresa, gerando atrasos na produção e insatisfação dos clientes (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018). Por estas razões, é importante que projetos de leiaute sejam corretamente elaborados, de modo que atendam com excelência às necessidades de uma operação e que não venham a requerer alterações em futuro previsível.

Até o momento, a Maple Química opera em um prédio que funcionava como fábrica de laticínios e que há anos estava abandonado devido ao encerramento das atividades da empresa anteriormente ali situada. Devido à empresa estar situada em um ambiente projetado para outro propósito, a mesma teve de adequar-se à estrutura presente, que vem demonstrando-se cada vez menos apropriada para a natureza e magnitude dos processos realizados pela Maple. Proporcionalmente à crescente demanda, advinda do espaço de mercado conquistado cada vez maior, este prédio encontra-se inadequado para a contínua operação da empresa.

A operação da fábrica encontra-se cada vez mais limitada pelo pavilhão, onde destacam-se os problemas de falta de espaço físico para maquinário, misturadores e estoques, bem como o fluxo subótimo de materiais. Surge, assim, a necessidade de construção de um novo pavilhão. Este, contemplando a realidade atual e futura da Maple desde a concepção de seu projeto.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, conforme:

Capítulo 1 - O leitor é apresentado à temática do trabalho por meio da contextualização do ambiente de pesquisa. São explicitados os objetivos e a justificativa.

Capítulo 2 - É formada a base teórica de conhecimentos sobre a qual foram concretizados os objetivos propostos. Apresentam-se dados relativos ao tipo de indústria estudada, conceitos científicos, exigências normativas e etapas para elaboração do trabalho por meio de dissertação sobre a metodologia escolhida.

Capítulo 3 - Aborda-se com maior nível de detalhamento o procedimento metodológico que foi seguido para realização deste estudo. Conta com informações sobre o objeto de estudo e apresenta a forma como o presente trabalho foi conduzido, suas limitações e sua classificação enquanto estudo.

Capítulo 4 – Expõe-se os dados coletados por meio dos procedimentos metodológicos realizados, abordando-se com maior aprofundamento as características da empresa estudada. Os dados coletados foram sintetizados de acordo com a metodologia escolhida para concretização dos objetivos do presente trabalho, possibilitando maior entendimento sobre o funcionamento da empresa. A aplicação da metodologia permitiu que os objetivos propostos sejam alcançados com êxito.

Capítulo 5 – Apresenta breve discussão sobre a importância do tema do presente estudo. Os objetivos propostos e a questão de pesquisa são analisados em retrospectiva, a fim de se mensurar o êxito obtido na execução deste trabalho. Por fim, são realizadas sugestões para pesquisas futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente capítulo, abordar-se-á a base conceitual referente a saneantes domissanitários, leiaute e arranjo físico sobre a qual serão elaboradas as propostas deste trabalho, bem como a definição da estrutura da metodologia *Systematic Layout Planning*, que servirá de guia para a concretização dos objetivos propostos.

2.1 Saneantes Domissanitários

Uma pesquisa realizada pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2014) identificou que o brasileiro gasta em média vinte e dois reais e sessenta e quatro centavos por mês com saneantes, e este consumo é liderado pelas regiões centro-oeste e sudeste. O Centro de Informação Toxicológica do Rio Grande do Sul (CIT-RS, 2019) define que os saneantes, popularmente conhecidos como produtos de limpeza, são empregados na limpeza, ao desinfetar e conservar ambientes domésticos ou coletivos. Segundo o SEBRAE (2014), os produtos de limpeza estão em alta, e o Brasil é o quarto mercado mundial neste segmento. As categorias de cuidado com roupas, tais como detergente em pó e líquido, amaciante e água sanitária ficam em destaque.

Uma pesquisa realizada pela Nielsen Company (2016) revela dados interessantes sobre o mercado de saneantes no Brasil, bem como compara esses dados com o restante da América Latina como um todo. Dentre os levantamentos obtidos por meio de entrevistas, destacam-se:

- 32% dos brasileiros realizam a limpeza de seus lares todos os dias;
- 38% lavam suas roupas duas ou mais vezes por semana;
- brasileiros e latinos dão maior ênfase à limpeza de banheiros e cozinhas, em comparação com os demais cômodos;
- ambos os grupos favorecem o uso de álcool, água e sabão para atividades de limpeza básica;
- super e hipermercados são tidos como locais principais para compra de saneantes em todas as regiões, recebendo a preferência de oito em cada dez brasileiros, em virtude dos menores custos e maior variedade;

- entretanto, em comparação com a média da América Latina, uma parcela maior de brasileiros realiza suas compras de saneantes em estabelecimentos pequenos;
- no momento da escolha do produto, o brasileiro prioriza itens multiuso, desinfetantes, de fácil uso e fragrância agradável, considerando, também, o preço e a eficácia do item.

Aquelas empresas que desejam juntar-se a esse mercado necessitam adequar-se a um conjunto de normas exigidas para operação, as quais são discutidas a seguir.

2.1.1 Requisitos Normativos

As Boas Práticas de Fabricação são conjuntos de exigências propostos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os quais visam adequar os estabelecimentos produtores a padrões de qualidade que garantam a produção e consumo seguro dos bens de diversos segmentos da indústria.

As empresas fabricantes de saneantes são regidas pela Resolução da Diretoria Colegiada Nº 47, de 25 de outubro de 2013. Dentre os requisitos propostos por esta normativa, destaca-se, no Quadro 1, aqueles relevantes ao projeto de leiaute e arranjo físico.

Quadro 1 - Exigências normativas a serem contempladas no projeto (ANVISA)

ITEM	DESCRIÇÃO
SAÚDE, SANITIZAÇÃO, HIGIENE, VESTUÁRIO E CONDUTA	A localização dos bebedouros deve ser restrita a corredores ou locais específicos, de modo a evitar contaminação do produto e/ou risco a saúde do trabalhador.
RECOLHIMENTO DE PRODUTOS	Os produtos recolhidos devem ser identificados e armazenados em área segregada e segura até a definição de sua destinação final.
ÁREAS AUXILIARES	As salas de descanso, refeitório, vestiários, sanitários e áreas de manutenção devem ser separadas das áreas de produção.
	Os vestiários, lavatórios e os sanitários devem ser de fácil acesso e em quantidade suficiente para o número de usuários, em condições de higiene apropriada, providos com sabonete e toalhas ou secadores. Os sanitários não devem ter comunicação direta com as áreas de produção e armazenamento.
	As áreas de manutenção devem estar situadas em locais separados das áreas de produção. Se as ferramentas e peças de reposição são mantidas nas áreas de produção, as mesmas devem estar em salas ou armários ou espaços reservados para este fim.
RECEBIMENTO E ARMAZENAMENTO	As áreas de depósito devem ter capacidade suficiente para possibilitar o armazenamento ordenado de várias categorias de materiais e produtos: matérias-primas; materiais de embalagem; produtos intermediários; produtos a granel e produtos acabados, em sua condição de quarentena, aprovado, reprovado, devolvido ou recolhido.
PRODUÇÃO / ELABORAÇÃO	A empresa deve dispor de procedimentos para a limpeza e higienização das áreas de produção, dos equipamentos e seus registros. Deve existir local destinado para a guarda dos materiais utilizados na limpeza e manutenção.
	A empresa, quando aplicável, deve possuir uma área definida para as atividades de pesagem e medidas de matérias-primas destinadas à produção. Quando houver risco ao trabalhador ou de contaminação cruzada a área deve ser separada fisicamente das demais dependências.
CONTROLE DA QUALIDADE	A empresa deve possuir laboratório de Controle da Qualidade, próprio e independente da produção. Para os casos de terceirização de ensaios de Controle de Qualidade, a empresa deve seguir a legislação vigente.
	Os laboratórios de Controle de Qualidade devem ser separados das áreas de produção. As áreas onde forem realizados os ensaios microbiológicos devem contar com instalações independentes.

Fonte: adaptado de ANVISA (2013).

Além destes, o projeto de arranjo físico a ser realizado neste trabalho atentar-se-á, também, ao Código de Obras local referente ao município de Bagé – RS. Dentre as normas dispostas no mesmo, aquelas relevantes a atividades de projeto de fábrica e leiaute são explicitadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Exigências normativas a serem contempladas no projeto (Código de Obras)

<p>Art. 90. As paredes de alvenaria de tijolos das edificação em estrutura metálica ou concreto armado, deverão ser assentes sobre o respaldo dos alicerces, devidamente impermeabilizados e ter as seguintes espessuras mínimas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - 0,25m (vinte e cinco centímetros) para as paredes externas; 2 - 0,15m (quinze centímetros) para as paredes internas; 3 - 0,10cm (dez centímetros) para as paredes de simples vedação sem função estática.
<p>Art. 106. O dimensionamento das portas deverá obedecer a uma altura mínima de 2,00m (dois metros) e às seguintes larguras mínimas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - portas de entrada principal: 0,90m (noventa centímetros) para as economias; 1,10m (um metro e dez centímetros) para as habitações múltiplas com até 4 (quatro) pavimentos e 1,40m (um metro e quarenta centímetros) quando com mais de 4 (quatro) pavimentos. 2 - portas principais de acesso a salas, gabinetes, dormitórios e cozinha, 0,80m (oitenta centímetros); 3 - portas de serviços, 0,70m (setenta centímetros); 4 - portas internas secundárias e portas de banheiros, 0,60m (sessenta centímetros);
<p>Art. 118. Os compartimentos de permanência prolongada diurna deverão satisfazer as exigências consoantes sua utilização e mais as que seguem:</p> <ol style="list-style-type: none"> 2 - salas de costura, de estudo, de leitura, de jogos, de música e gabinetes de trabalho, deverão: <ol style="list-style-type: none"> a) ter pé-direito mínimo de 2,60m (dois metros e sessenta centímetros); b) ter área mínima de 9,00m (nove metros quadrados); c) ter forma tal que permita a inscrição de um círculo de diâmetro mínimo de 2,50m (dois metros e cinquenta centímetros).
<p>Art. 119. Os compartimentos de utilização transitória, e mais as cozinhas copas e comedores, deverão atender ao seguinte:</p> <ol style="list-style-type: none"> 3 - vestiários terão: <ol style="list-style-type: none"> a) pé-direito mínimo de 2,60m (dois metros e sessenta centímetros); b) área mínima de 9,00m (nove metros quadrados) podendo ser inferior quando amplamente ligados a dormitórios e deles dependentes quanto ao acesso, ventilação e iluminação, devendo as aberturas dos dormitórios serem calculadas neste caso, incluindo a área dos vestiários; c) forma tal que permita a inscrição de um círculo de diâmetro mínimo de 2,50m (dois metros e cinquenta centímetros), quando a área for igual ou superior a 9,00 (nove metros quadrados). 4 - gabinetes sanitários terão: <ol style="list-style-type: none"> a) pé-direito mínimo de 2,20m (dois metros e vinte centímetros); b) área mínima, em qualquer caso, não inferior a 1,50m (um metro e cinquenta decímetros quadrados); <p>Os lavatórios, vasos e bidês observar um afastamento entre si, mínimo, de 0,15m (quinze centímetros). A disposição dos aparelhos deverá garantir uma circulação geral de acesso aos mesmos de largura não inferior a 0,60m (sessenta centímetros). Para efeito de cálculo dos afastamentos dos aparelhos serão consideradas as seguintes medidas: lavatório - 0,55m x 0,40m; vaso - 0,40m x 0,60m; bidê - 0,40m x 0,60m;</p> <ol style="list-style-type: none"> h) incomunicabilidade direta com cozinhas, copas e despensas. 6 - corredores terão: <ol style="list-style-type: none"> a) pé-direito mínimo de 2,20m (dois metros e vinte centímetros); b) largura mínima de 1,00m (um metro); c) largura mínima de 1,20m (um metro e vinte centímetros), quando comuns a mais de uma economia;
<p>Art. 226. As edificações destinadas a fábricas em geral, oficinas, além da disposições do presente Código que lhe forem aplicáveis deverão:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5 - ter instalações sanitárias separada por sexo, na seguinte proporção: <ul style="list-style-type: none"> - até 60 (sessenta) operários - 1 (um) conjunto de vaso sanitário, chuveiro, (e mictório quando masculino) para cada grupo de 20 (vinte); 6 - ter vestiários separados por sexo;
<p>Art. 230. Os fornos, máquinas, caldeiras, estufas, fogões, forjas, ou quaisquer outros aparelhos onde se produza ou concentre calor deverão convenientemente dotados de isolamento térmico e obedecer o seguinte:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - distar, no mínimo, 1,00 (um metro) do teto sendo este espaço aumentado para 1,50m (um metro e cinquenta centímetros), pelo menos, quando houver pavimento superposto; 2 - distar, no mínimo, 1,00m (um metro) das paredes da própria edificação ou das edificações vizinhas.

Fonte: adaptado de Bagé (1974).

Por fim, para o presente trabalho em questão, também deve-se levar em conta as exigências estabelecidas pela Norma Regulamentadora Nº 24, a qual estabelece as condições mínimas de higiene e de conforto a serem observadas pelas organizações. Os itens da norma pertinentes ao projeto de leiaute são expostos no Quadro 3.

Quadro 3 - Exigências normativas a serem contempladas no projeto (NR 24)

<p>24.2 Instalações sanitárias</p> <p>24.2.1 Todo estabelecimento deve ser dotado de instalação sanitária constituída por bacia sanitária sifonada, dotada de assento com tampo, e por lavatório.</p> <p>24.2.1.1 As instalações sanitárias masculinas devem ser dotadas de mictório, exceto quando essencialmente de uso individual, observando-se que:</p> <p>b) os estabelecimentos construídos a partir de 24.09.2019 devem possuir mictórios na proporção de uma unidade para cada 20 (vinte) trabalhadores ou fração, até 100 (cem) trabalhadores, e de uma unidade para cada 50 (cinquenta) trabalhadores ou fração, no que exceder.</p> <p>24.2.2 Deve ser atendida a proporção mínima de uma instalação sanitária para cada grupo de 20 (vinte) trabalhadores ou fração, separadas por sexo.</p> <p>24.2.2.1 Será exigido um lavatório para cada 10 (dez) trabalhadores nas atividades com exposição e manuseio de material infectante, substâncias tóxicas, irritantes, aerodispersóides ou que provoquem a deposição de poeiras, que impregnem a pele e roupas do trabalhador.</p> <p>24.2.3 As instalações sanitárias devem:</p> <p>g) comunicar-se com os locais de trabalho por meio de passagens com piso e cobertura, quando se situarem fora do corpo do estabelecimento.</p>
<p>24.3 Componentes sanitários Bacias sanitárias</p> <p>e) possuir dimensões de acordo com o código de obras local ou, na ausência desse, deve haver área livre de pelo menos 0,60m (sessenta centímetros) de diâmetro entre a borda frontal da bacia sanitária e a porta fechada.</p> <p>Mictórios</p> <p>24.3.2 Poderá ser disponibilizado mictório tipo individual ou calha coletiva, com anteparo.</p> <p>Lavatórios</p> <p>24.3.3 O lavatório poderá ser tipo individual, calha ou de tampo coletivo com várias cubas, possuindo torneiras, sendo que cada segmento de 0,60m (sessenta centímetros) corresponde a uma unidade para fins de dimensionamento do lavatório.</p> <p>Chuveiros</p> <p>24.3.5 Será exigido, para cada grupo de trabalhadores ou fração, 1 (um) chuveiro para cada:</p> <p>a) 10 (dez) trabalhadores, nas atividades laborais em que haja exposição e manuseio de material infectante, substâncias tóxicas, irritantes ou aerodispersóides, que impregnem a pele e roupas do trabalhador;</p> <p>24.3.5.1 Nas atividades em que há exigência de chuveiros, estes devem fazer parte ou estar anexos aos vestiários.</p> <p>24.3.6 Os compartimentos destinados aos chuveiros devem:</p> <p>f) possuir dimensões de acordo com o código de obras local ou, na ausência desse, no mínimo 0,80m (oitenta centímetros) por 0,80m (oitenta centímetros).</p>
<p>24.4 Vestiários</p> <p>24.4.2 Os vestiários devem ser dimensionados em função do número de trabalhadores que necessitam utilizá-los, até o limite de 750 (setecentos e cinquenta) trabalhadores, conforme o seguinte cálculo: área mínima do vestiário por trabalhador = 1,5 - (nº de trabalhadores/1000).</p> <p>24.4.3 Os vestiários devem:</p> <p>d) ter assentos em material lavável e impermeável em número compatível com o de trabalhadores; e</p> <p>e) dispor de armários individuais simples e/ou duplos com sistema de trancamento.</p> <p>24.4.4 É admitido o uso rotativo de armários simples entre usuários, exceto nos casos em que estes sejam utilizados para a guarda de Equipamentos de Proteção Individual - EPI e de vestimentas expostas a material infectante, substâncias tóxicas, irritantes ou que provoquem sujidade.</p> <p>24.4.5 Nas atividades laborais em que haja exposição e manuseio de material infectante, substâncias tóxicas, irritantes ou aerodispersóides, bem como naquelas em que haja contato com substâncias que provoquem deposição de poeiras que impregnem a pele e as roupas do trabalhador devem ser fornecidos armários de compartimentos duplos ou dois armários simples.</p> <p>24.4.6.1 Nos armários de compartimentos duplos, não são admitidas dimensões inferiores a:</p> <p>a) 0,80m (oitenta centímetros) de altura por 0,30m (trinta centímetros) de largura e 0,40m (quarenta centímetros) de profundidade, com separação ou prateleira, de modo que um compartimento, com a altura de 0,40m (quarenta centímetros), se destine a abrigar a roupa de uso comum e o outro compartimento, com altura de 0,40m (quarenta centímetros) a guardar a roupa de trabalho;</p>
<p>24.5 Locais para refeições</p> <p>24.5.2.1 A empresa deve garantir, nas proximidades do local para refeições:</p> <p>a) meios para conservação e aquecimento das refeições;</p> <p>b) local e material para lavagem de utensílios usados na refeição; e</p> <p>c) água potável.</p>
<p>24.9 Disposições gerais</p> <p>24.9.1.1 O fornecimento de água deve ser feito por meio de bebedouros na proporção de, no mínimo, 1 (um) para cada grupo de 50 (cinquenta) trabalhadores ou fração, ou outro sistema que ofereça as mesmas condições.</p>

Fonte: adaptado de Brasil (1993).

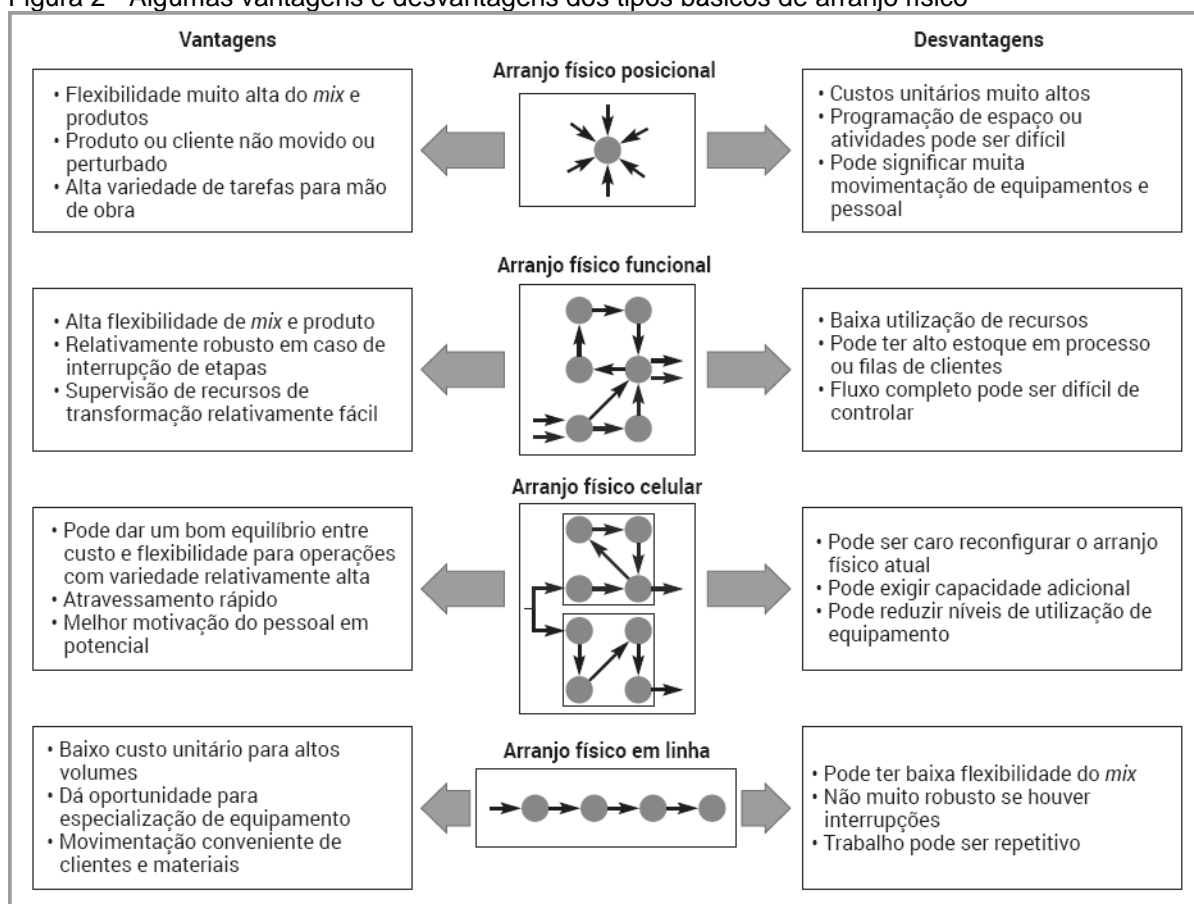
Tendo sido abordados estes itens referentes à estrutura predial de fábricas, as características de funcionamento do arranjo físico são elaboradas a seguir.

2.2 Projeto de Leiaute e Arranjo Físico

Os autores Muther e Hales (2015) consideram que há quatro tipos básicos de arranjos físicos (Figura 2), sendo eles:

- **posicional:** Caracterizado pela imobilidade do elemento que sofre a operação, enquanto que as partes móveis passam a ser os equipamentos, instalações, maquinário e pessoas. Este tipo de leiaute é utilizado nos casos em que o produto ou receptor do serviço é demasiadamente grande, pesado e/ou delicado para ser movido. Como exemplos, pode-se citar estaleiros e cirurgias cardíacas.
- **funcional:** Busca colocar em proximidade os processos ou recursos semelhantes, seja por conveniência ou por aprimoramento da utilização dos recursos de transformação. Esta modalidade faz com que clientes, informações ou produtos percorram um roteiro de acordo com suas necessidades dentro de uma operação. Exemplos onde este tipo de arranjo costuma ser utilizado incluem hospitais e supermercados.
- **celular:** Corresponde à divisão da operação em partes, denominadas células. Os recursos a serem transformados são direcionados a essas células, onde os recursos transformadores atenderão às suas imediatas necessidades, podendo, posteriormente, direcionar os transformandos a outras células, de modo a dar continuidade ao atendimento ou processo produtivo. Exemplos incluem alas hospitalares e áreas fabris dedicadas a componentes específicos.
- **em linha:** Consiste em distribuir os elementos físicos do processo de maneira que coincida com o sequenciamento lógico de operações pela qual passarão os clientes, informações ou produtos. É comumente utilizado quando há alto nível de padronização nos requisitos do serviço ou produto a ser processado. Por exemplo, montagem de automóveis e restaurantes *self-service*.

Figura 2 - Algumas vantagens e desvantagens dos tipos básicos de arranjo físico



Fonte: Slack; Brandon-Jones; Johnston, (2018).

Há, ainda, os arranjos físicos mistos. Estes surgem quando as operações fazem uso de mais de um tipo de arranjo em seus processos, ou quando integram elementos de dois ou mais tipos de arranjo físico, assim gerando um arranjo híbrido (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018). Uma das metodologias utilizáveis para fins de projeto de leiaute é discutida a seguir.

2.3 Systematic Layout Planning

A realização do presente trabalho teve como base a metodologia denominada *Systematic Layout Planning*, proposta inicialmente por Richard Muther, em 1961. Levando-se em consideração todos os fatores levantados, pode-se sintetizar o método de Muther (2015) em quatro fases do planejamento de leiaute. São elas, em sequência:

- I. **localização** – Determinação do local onde o estudo de leiaute será realizado. Pode tratar-se de uma nova localização, como no caso do presente trabalho, ou da renovação do leiaute já presente no local.
- II. **arranjo físico geral** – Estabelecimento da organização geral da área de estudo. Nesta fase, os padrões de fluxo básicos e as áreas designadas são agrupados de modo que os tamanhos, relações e configurações de cada área majoritária sejam estabelecidos.
- III. **arranjo físico detalhado** – Localização de maquinário e equipamentos. Estabelece-se o local de instalação dos elementos físicos da área de estudo.
- IV. **implantação** – Planeja-se a instalação e, mediante aprovação do plano gerado, faz-se as movimentações físicas necessárias. Nesta fase, ocorre a escolha entre os possíveis modelos de leiaute, caso mais de um seja proposto.

Nota-se o crescente nível de detalhamento conforme avança-se na sequência de fases. Na fase I, comumente são envolvidas estimativas e considerações gerais, enquanto que na fase IV pode ser exigido um grau de precisão a nível de centímetros. Observa-se, também, que, dependentemente das especificações do projeto, é possível que nem todas as fases necessitem ser realizadas.

Dentre os estudos que utilizam SLP como metodologia, poucos expressam seus resultados de forma quantitativa. De modo a comprovar a eficácia do método, alguns desses estudos são brevemente apresentados no Quadro 4:

Quadro 4 - Alguns exemplos de aplicação de SLP

AUTOR	ÂMBITO DE APLICAÇÃO	RESULTADOS
Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção (2018)	Empresa encaroadora de ônibus	Redução de 30,48% na distância percorrida diariamente e redução de 43,28% dos custos de movimentação de materiais.
International Seminar On Industrial Engineering And Management (2017)	Indústria de materiais de construção	Redução de 10,98% nos custos de manuseio de materiais.
Naqvi, Fahad, Atir, Zubair e Shehzad (2016)	Fábrica de painéis de distribuição	Dentre as alternativas de leiaute geradas, a mais vantajosa apresenta redução de 60,8% da distância percorrida (fluxo de material) durante a produção, bem como: redução de 39,18% no tempo de provisionamento de cada painel, aumento de 64,68% na quantidade de painéis produzida anualmente, redução de 62,5% no custo de transporte por painel e economia de \$9.050,00 por ano.
Wiyaratn e Watanapa (2010)	Planta de produção de ferro	Redução de 16,49% na distância percorrida durante a produção de um tipo de produto e 11,09% para outros dois tipos.
Wiyaratn, Watanapa e Kajondecha (2013)	Fábrica de peixe enlatado	Redução de 38,64% na distância percorrida durante a produção.

Fonte: autor (2021).

Segundo Muther e Hales (2015), cinco elementos formam a base para o planejamento de leiaute. Estes são representados pelas letras PQRST, significando:

- P. **produto** – Bens produzidos pela empresa ou área em questão, matérias-primas, partes formadas ou tratadas (produtos em processo), produtos acabados e/ou itens de serviço ofertados ou processados. Neste sentido busca-se indagar: “O que será produzido?”.
- Q. **quantidade** – Também chamado de volume, consiste na quantia de bens ou serviços produzidos, ofertados ou utilizados. Pode assumir forma de número de peças, toneladas, volume cúbico ou valor da quantia produzida

ou vendida. Neste sentido busca-se questionar: “Quanto de cada item será produzido?”.

Estes dois elementos são os mais básicos para compreensão de problemas de leiaute. Após a obtenção de informações sobre os mesmos, pode-se realizar um maior aprofundamento ao buscar-se informações sobre as outras três variáveis (MUTHER; HALES, 2015):

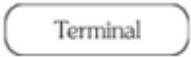

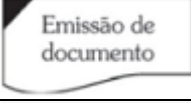





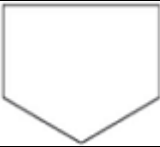


- R. **roteiro** – Refere-se ao processo, seus equipamentos, suas operações e seu sequenciamento. Trata, também, do fluxo de trabalho através da área a ser estudada. Neste sentido busca-se investigar: “Como os bens serão produzidos?”.
- S. **serviços de suporte** – Utilidades, auxiliares e atividades ou funções a serem providenciadas na área de estudo, de modo que a mesma possa operar efetivamente. São atividades indiretamente envolvidas no processo produtivo, fornecendo apoio ao mesmo. Incluem manutenção, ferramentaria, sanitários, vestiários, refeitórios, enfermarias, docas de recebimento e expedição, etc. Considerados em conjunto, é comum que estes serviços ocupem uma área total maior que o próprio setor produtivo. Por isso, devem receber a devida atenção durante o projeto de leiaute. Neste sentido busca-se averiguar: “Em que suporte a produção será apoiada?”.
- T. **tempo** – Trata das questões de quando, por quanto tempo, com que frequência e o quão brevemente. Envolve o quando os bens serão produzidos ou o quando o leiaute sendo planejado operará (quantia de turnos, épocas de maior/menor demanda e afins). Também se refere à urgência de entrega ou ação, frequência de bateladas e tempo de resposta dos serviços de suporte. Neste sentido busca-se examinar: “Quando os bens serão produzidos?”.

Estas variáveis, juntamente com outros aspectos específicos a cada projeto de leiaute, compõem os dados de entrada. Este é um dos elementos da metodologia SLP, e corresponde à coleta de dados necessários para o desenvolvimento das atividades de projeto de leiaute. São os outros elementos:

- **Fluxo de materiais:** Fator majoritário na maioria dos projetos de leiaute, refere-se ao estudo do deslocamento de materiais através das áreas, bem como a intensidade destes deslocamentos. Seu estudo é de soma

importância, pois a boa realização do mesmo resulta em um leiaute muito mais eficiente, exibindo um fluxo fluido do início ao fim do processo, evitando cruzamentos, desvios e retornos e minimizando as distâncias percorridas. Para esta análise, comumente são empregadas ferramentas como carta de-para, carta de processos múltiplos, fluxograma, mapofluxograma e afins. A Figura 3 contempla a simbologia utilizada em diagramas de fluxo (MUTHER; HALES, 2015).

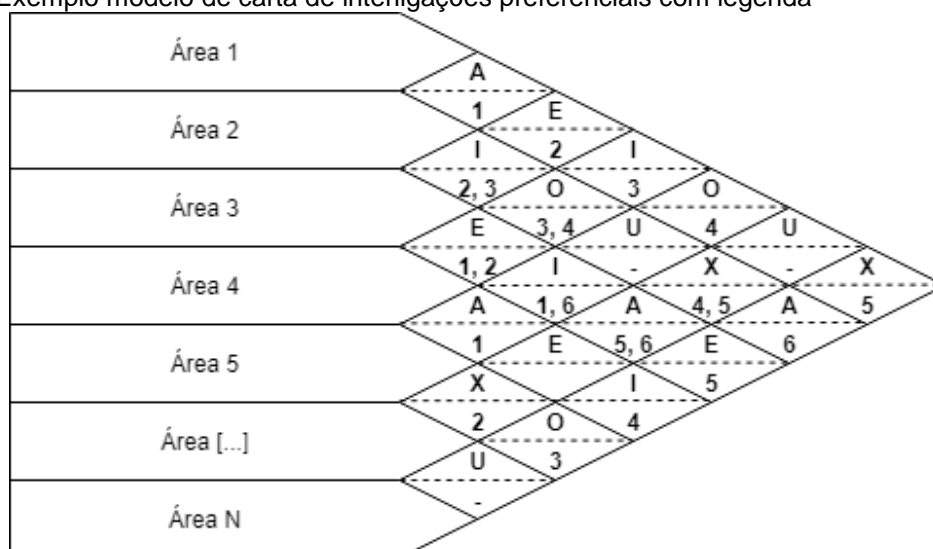
Figura 3 - Símbolos de um fluxograma e seus significados

SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO
	Inicia ou termina uma rotina ou um processo qualquer, devendo ser colocada sua identificação dentro do símbolo.
	Serve para identificar o documento que entra no fluxo, devendo seu nome ou sigla ser colocado no seu interior e sua representação deve consignar o número de vias graficamente.
	Identifica-se a emissão de documento com o escurecimento do canto superior esquerdo do símbolo, observadas as demais instruções constantes do quadro anterior.
	Identifica qualquer processamento que se efetive num fluxo de trabalho e que não possa ser traduzido por símbolo próprio.
	Identificação de arquivamento no fluxo de processamento do trabalho, em caráter definitivo, podendo inscrever-se no interior do símbolo o tipo de arquivamento: alfabético, numérico, cronológico, etc.
	Indica fluxo em parada temporária, aguardando algum tipo de providência, para poder prosseguir. É importante colocar no seu interior o tipo de pendência, por exemplo, aguardando matéria-prima.
	Identifica a tomada de decisão, levando ao desdobramento do fluxo, segundo as alternativas verificadas.
	Conector de fluxo, utilizado para indicar conexões na mesma página. Dentro é preciso colocar um número ou letra que será repetido na conexão.
	Conector de página, utilizado para indicar conexões em páginas diferentes. Dentro deve-se colocar um número ou letra (contrário ao utilizado no conector de fluxo) que será repetido na conexão na outra página.
	Indica o sentido do fluxograma.
	Utilizado sempre que se faz necessário um controle ou inspeção durante o processo.

Fonte: Lobo (2010).

- **Inter-relações de atividades:** Esta análise tem por objetivo estabelecer o nível de proximidade física necessária ou desejada entre as áreas do leiaute estudado, com base no grau de correlação de suas respectivas atividades. Para tal fim, utiliza-se a ferramenta denominada carta de interligações preferenciais. Esta utiliza uma escala em formato AEIOUX para sinalizar a necessidade ou desejabilidade de proximidade entre cada par de áreas consideradas, além de uma escala numérica que serve como código para explicação da proximidade atribuída (MUTHER; HALES, 2015). A Figura 4 apresenta um exemplo de carta de interligações preferenciais.

Figura 4 - Exemplo modelo de carta de interligações preferenciais com legenda



Valor	Proximidade
A	Absolutamente necessário
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Pouco importante
U	Desimportante
X	Indesejável

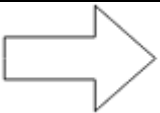



Cód.	Razão
1	Fluxo de materiais
2	Recursos compartilhados
3	Manutenção
4	Supervisão
5	Conveniência
6	Segurança



Fonte: Adaptado de Muther e Hales (2015).

- **Diagrama de inter-relações:** Ferramenta que integra o fluxograma de materiais e a carta de interligações, permitindo uma visualização mais clara dos fluxos do objeto de estudo. Nesta etapa, são desconsideradas as necessidades de espaço de cada área/setor, realizando as ligações entre as áreas tendo como critério somente a intensidade dos fluxos entre as mesmas e os ideais graus de proximidade. Utiliza de diferentes símbolos e linhas para denotar a relevância das relações entre os setores ou áreas, em concordância com os padrões estabelecidos pela *American National Standards Institute* (Instituto Nacional Americano de Padrões), em que: cada símbolo representa um tipo de atividade; cada atividade é identificada por um número ou letra; o número de linhas em cada ligação simboliza a intensidade do fluxo ou do grau de proximidade; utiliza código de cores opcional para as linhas de ligação e para cada tipo de atividade (MUTHER; HALES, 2015). Estas convenções são mais profundamente exploradas nas Figuras 5 e 6, e um exemplo é apresentado na Figura 7.

A Figura 5 explicita a simbologia a ser utilizada para denotação das áreas/operações ao realizar-se o desenho de um diagrama de inter-relações.

Figura 5 - Convenções utilizadas em diagramas de inter-relações







SIMBOLOGIA	AÇÕES	SIMBOLOGIA ESTENDIDA PARA IDENTIFICAR EQUIPAMENTOS E ESPAÇO	COR IDENTIFICADORA
	Operação	Equipamento e espaço de formação ou tratamento	Verde
		Montagem, Submontagem, Desmontagem	Vermelho
	Transporte	Equipamento e Espaço relacionados a Transporte	Amarelo ou Laranja
	Manuseio	Áreas de Manuseio – Coleta e Assentamento	Amarelo ou Laranja
	Estocagem	Equipamentos e Espaço de Estocagem	Amarelo ou Laranja
	Espera	Áreas de espera	Amarelo ou Laranja
	Inspeção	Equipamentos e Espaço de Inspeção, Teste, Checagem	Azul

SIMBOLOGIA	AÇÕES	SIMBOLOGIA ESTENDIDA PARA IDENTIFICAR EQUIPAMENTOS E ESPAÇO	COR IDENTIFICADORA
	-	Equipamentos e Espaço de Serviço e Suporte	Azul
	-	Áreas de Escritório ou Planejamento, ou Características Prediais	Cinza ou Marrom

Fonte: Adaptado de Muther e Hales (2015).

A Figura 6 trata da simbologia convencional a ser utilizada ao realizar-se as ligações entre as áreas/operações em um diagrama de inter-relações.

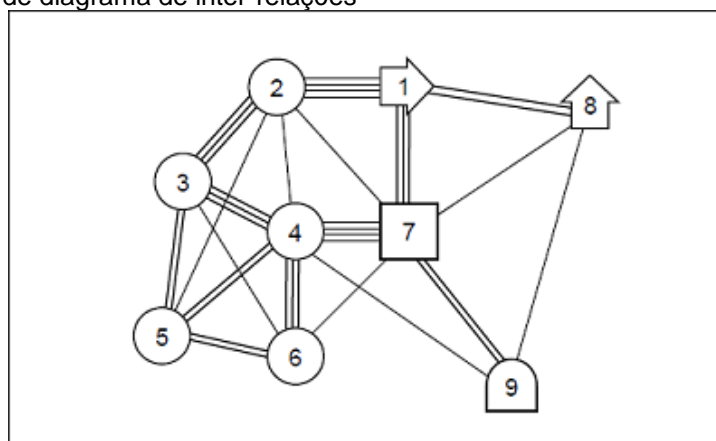
Figura 6 - Convenções utilizadas em diagramas de inter-relações (continuação)

LETRA	VALOR NUMÉRICO	LIGAÇÃO	PROXIMIDADE	CÓDIGO DE CORES
A	4		Absolutamente Necessário	Vermelho
E	3		Especialmente Importante	Amarelo ou Laranja
I	2		Importante	Verde
O	1		Pouco Importante	Azul
U	0		Desimportante	Sem Cor
X	-1		Indesejável	Marrom
XX	-2, -3, -4, ...		Extremamente Indesejável	Preto

Fonte: adaptado de Muther e Hales (2015).

A Figura 7, a seguir, exemplifica um diagrama de inter-relações, demonstrando como as operações identificadas se conectam por meio das ligações descritas na Figura 6.

Figura 7 – Exemplo de diagrama de inter-relações



Fonte: Muther e Hales (2015).

Os demais elementos da metodologia SLP são descritos a seguir (MUTHER; HALES, 2015):

- **Espaço necessário:** Análise que leva em consideração as dimensões dos equipamentos e maquinário a serem instalados, a fim de se obter quantitativamente o espaço físico necessário para operação do leiaute.
- **Espaço disponível:** Levantamento do espaço físico efetivamente livre para instalação de maquinário e equipamentos.
- **Diagrama de inter-relações de espaços:** Permite uma visualização primitiva do arranjo físico sendo planejado, pois alia o diagrama de inter-relações com o balanceamento dos levantamentos obtidos em relação aos espaços. Consiste, basicamente, na sobreposição do diagrama de inter-relações em um esboço das áreas do objeto de estudo.
- **Considerações de mudanças e limitações práticas:** Esta etapa pode ser considerada como um ajuste fino do planejamento de leiaute. Leva em consideração fatores específicos ao âmbito de aplicação do projeto, como movimentação humana e de materiais. Contempla, também, restrições relativas a custos, normas de segurança e demais tecnicidades cabíveis ao projeto em questão.
- **Avaliação de alternativas:** Ao final da etapa anterior, comumente estarão disponíveis para escolha diferentes opções de leiaute. Nesta fase, serão ponderadas as limitações e benefícios de cada alternativa, de modo a se optar por um modelo final a ser concretizado.

De acordo com Muther e Hales (2015), os elementos acima correspondem a três fundamentos nos quais todo leiaute é baseado:

- **inter-relações:** Grau relativo de proximidade desejado ou exigido entre elementos do projeto.
- **espaço:** A quantidade, tipo, e formato ou configuração dos elementos do projeto.
- **ajuste:** O arranjo físico desses elementos em um melhor encaixe realista.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a empresa de estudo, bem como é delineada a maneira como o presente trabalho foi conduzido, por meio da exploração dos métodos que foram adotados para coleta e processamento de dados.

3.1 Empresa Estudada

A Maple Química é uma empresa fabricante e comerciante de saneantes domissanitários que possui sua sede no município de Bagé – Rio Grande do Sul. Fundada em 2013 por um engenheiro químico, atualmente é gerida em sociedade com um administrador e opera com dezesseis funcionários em um pavilhão com 507,53m² de área construída. Atende a varejistas, atacadistas e distribuidoras em mais de cento e vinte municípios, cobrindo grande parte do estado, além de exportar seus produtos para o Uruguai. Compondo sua gama de mais de quarenta variedades de bens produzidos, tem-se diferentes litragens e fragrâncias de água sanitária, alvejante sem cloro, amaciantes, desinfetantes, detergentes, limpadores perfumados, limpa vidros e sabão líquido para roupas, conforme Figura 8 (MAPLE, 2020).

Figura 8 – Alguns produtos oferecidos pela Maple Química



Fonte: adaptado de Maple Química (2020).

Destaca-se, também, a ênfase dada pela empresa em sustentabilidade e manutenção dos recursos naturais. Os resíduos líquidos provenientes do processo produtivo são tratados em sistema fechado na estação de tratamento de efluentes da fábrica, possibilitando seu reaproveitamento para limpeza das instalações e irrigação de áreas verdes. Os resíduos sólidos e sedimentos passam por processo

de drenagem, secagem e neutralização de pH antes de serem reaproveitados pelo meio ambiente como substrato útil (MAPLE, 2020).

As embalagens utilizadas pela empresa são compostas por materiais recicláveis e/ou reciclados, além de sofrerem logística reversa quando cabível, de modo que retornem aos fornecedores para reaproveitamento. Esta iniciativa da empresa favorece a manutenção do meio ambiente, além de proporcionar redução de custos para a Maple (MAPLE, 2020).

3.2 Método da Pesquisa

Quanto a seus objetivos, o presente trabalho foi categorizado como pesquisa exploratória, uma vez que buscou familiarização com um problema, de modo que resulte em uma maior explicitude do mesmo, bem como a geração de hipóteses. A coleta de dados em pesquisas exploratórias costuma dar-se por: “1. levantamento bibliográfico; 2. entrevistas com pessoas que tiveram experiência prática com o assunto; e 3. análise de exemplos que estimulem a compreensão” (GIL, 2017).

Ainda segundo Gil (2017), o presente trabalho foi caracterizado como estudo de caso, pois consiste no estudo aprofundado de um caso único ou pequeno conjunto de casos, de modo que seja obtido conhecimento mais detalhado sobre o mesmo. Entre as críticas relacionadas aos estudos de caso, duas recebem maior destaque. A primeira consiste na falta de rigor metodológico, pois, diferentemente de outras metodologias de pesquisa, os estudos de caso não estabelecem procedimentos rígidos para sua execução. A segunda crítica destacada refere-se à dificuldade de generalização, uma vez que análises de um ou poucos casos não fornecem embasamento sólido para extrapolação dos resultados obtidos.

De forma normal aos estudos de caso, pode-se categorizar a presente pesquisa como majoritariamente qualitativa, uma vez que descrições verbais foram o principal veículo para apresentação dos resultados obtidos, em contraste com pesquisas quantitativas, nas quais os resultados são apresentados em termos numéricos (GIL, 2017).

Para concretização dos objetivos propostos neste trabalho, o autor realizou visitas ao local de atual operação da Maple Química, visando obter pleno conhecimento de seus processos, bem como realizar aos proprietários da empresa questionamentos pertinentes à realização deste projeto. Em posse das informações

necessárias, o autor utilizará como guia o método de planejamento de leiaute proposto por Muther e Hales (2015) com a finalidade de retornar aos gestores da Maple um projeto viável e otimizado para instalação de seu futuro pavilhão fabril.

No que diz respeito às limitações do método, é possível que a consistência dos dados obtidos seja limitada pelo método escolhido de realização de entrevistas informais, uma vez que tal procedimento é vulnerável a erro humano, pois os envolvidos podem esquecer ou omitir dados relevantes à execução deste projeto.

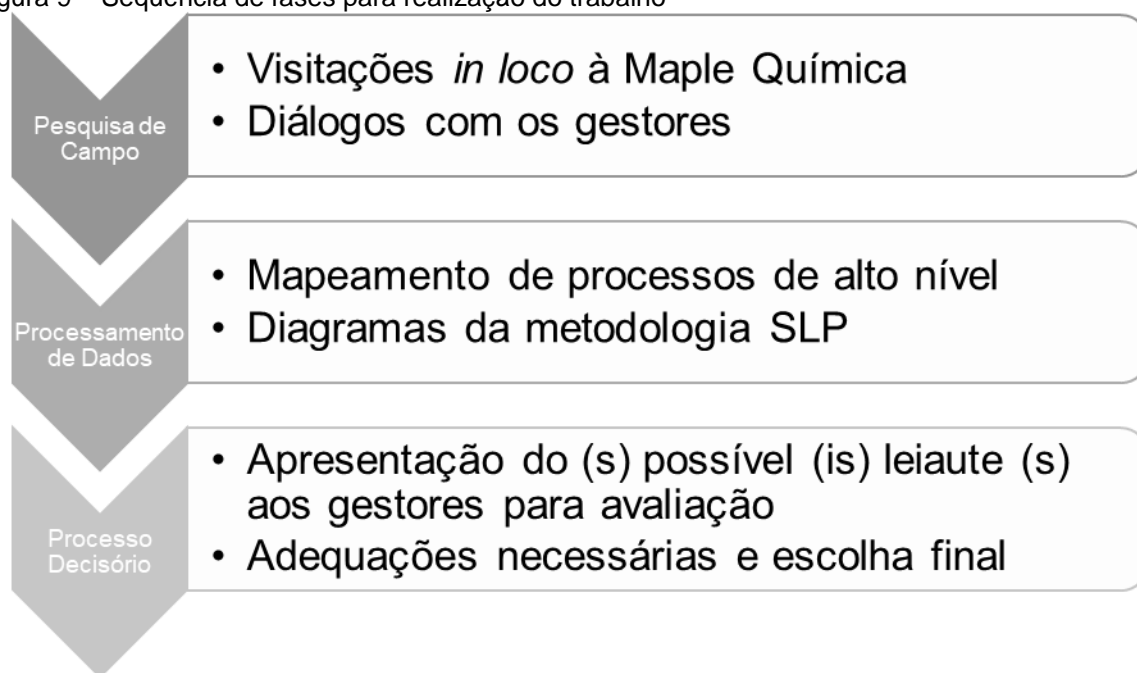
Adicionalmente, o objeto de estudo consiste em um ambiente ainda fictício. Tal fator pode acarretar em discrepâncias entre o projeto teórico e a futura aplicação do mesmo.

3.3 Procedimentos Metodológicos

Inicialmente, o autor realizou visitas à sede da Maple Química com os objetivos de familiarizar-se com suas operações e dialogar com os gestores, de modo que se obtivesse as informações com as quais pôde buscar a concretização dos objetivos propostos. Dispondo das informações, o autor aplicou o método SLP, visando atingir o objetivo principal de planejamento do leiaute de um novo pavilhão fabril para a empresa.

Por fim, utilizou-se do *software* DraftSight 2021 para execução do desenho do leiaute recomendado à empresa, tendo em vista suas necessidades e capacidades. A Figura 9 apresenta de forma sucinta os passos e sua ordem aplicados no presente estudo.

Figura 9 – Sequência de fases para realização do trabalho



Fonte: autor (2020).

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

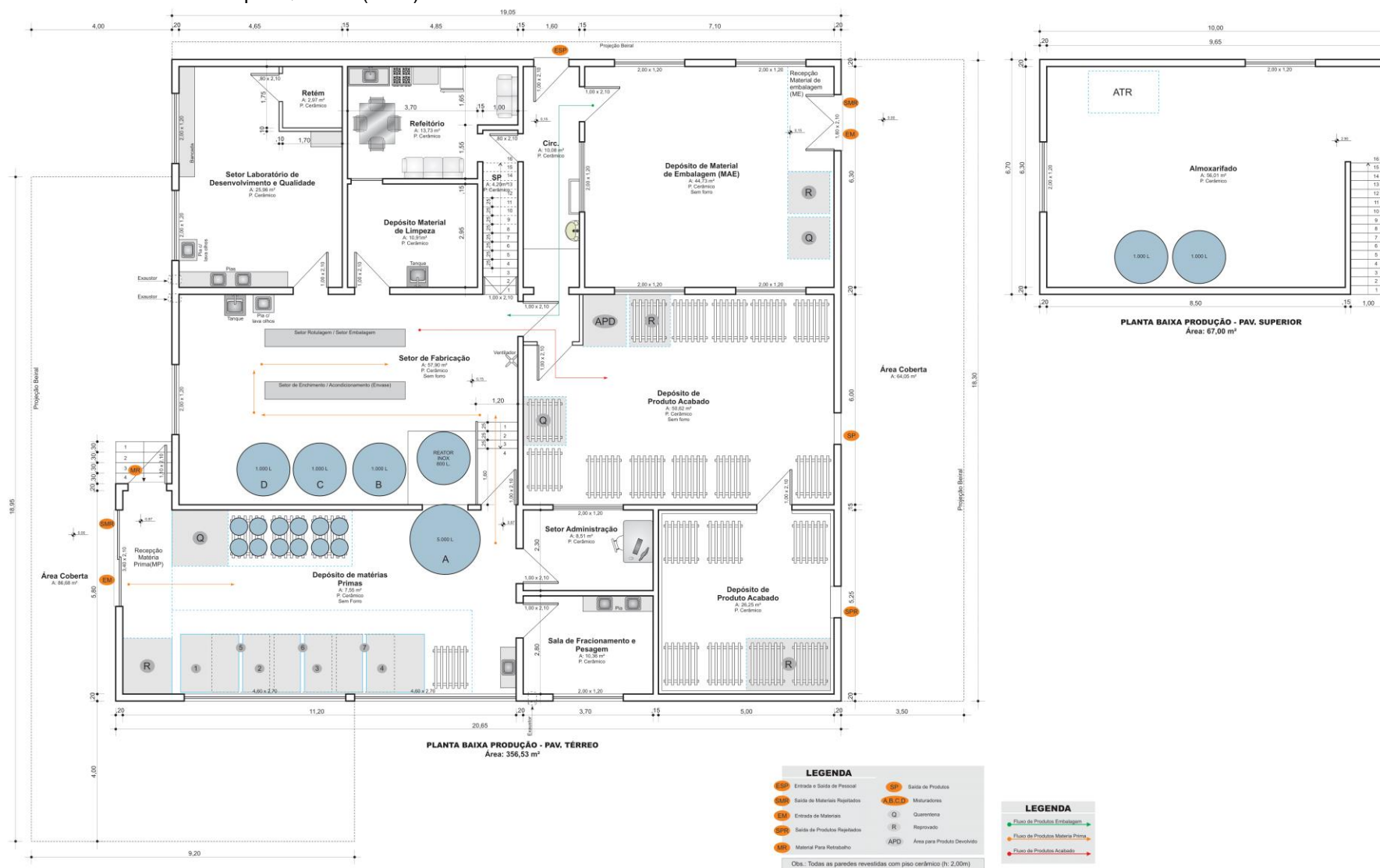
Foram realizados contatos presenciais e via mensagens eletrônicas com os gestores da Maple Química no período de setembro de 2020 até maio de 2021, onde apurou-se maiores detalhes sobre o processo produtivo da empresa, por meio de entrevistas informais.

Por meio dos contatos realizados, foi possível obter a planta baixa das instalações atuais da empresa, bem como planta baixa do projeto de expansão pelo qual o pavilhão passou a ser submetido durante a realização deste trabalho.

A figura 10, a seguir, consiste na planta baixa do prédio atualmente utilizado como sede da Maple Química. Através do estudo deste recurso, torna-se nítida a subotimização do fluxo de materiais, um dos problemas a serem resolvidos neste trabalho, com o desenho de um novo pavilhão para a empresa.

Outro problema a se resolver, este não tão facilmente percebido por meio do estudo da planta, é o subdimensionamento do espaço físico, principalmente nos setores de estoque de produto acabado e de material de embalagem.

Figura 10 – Planta baixa da Maple Química (atual)

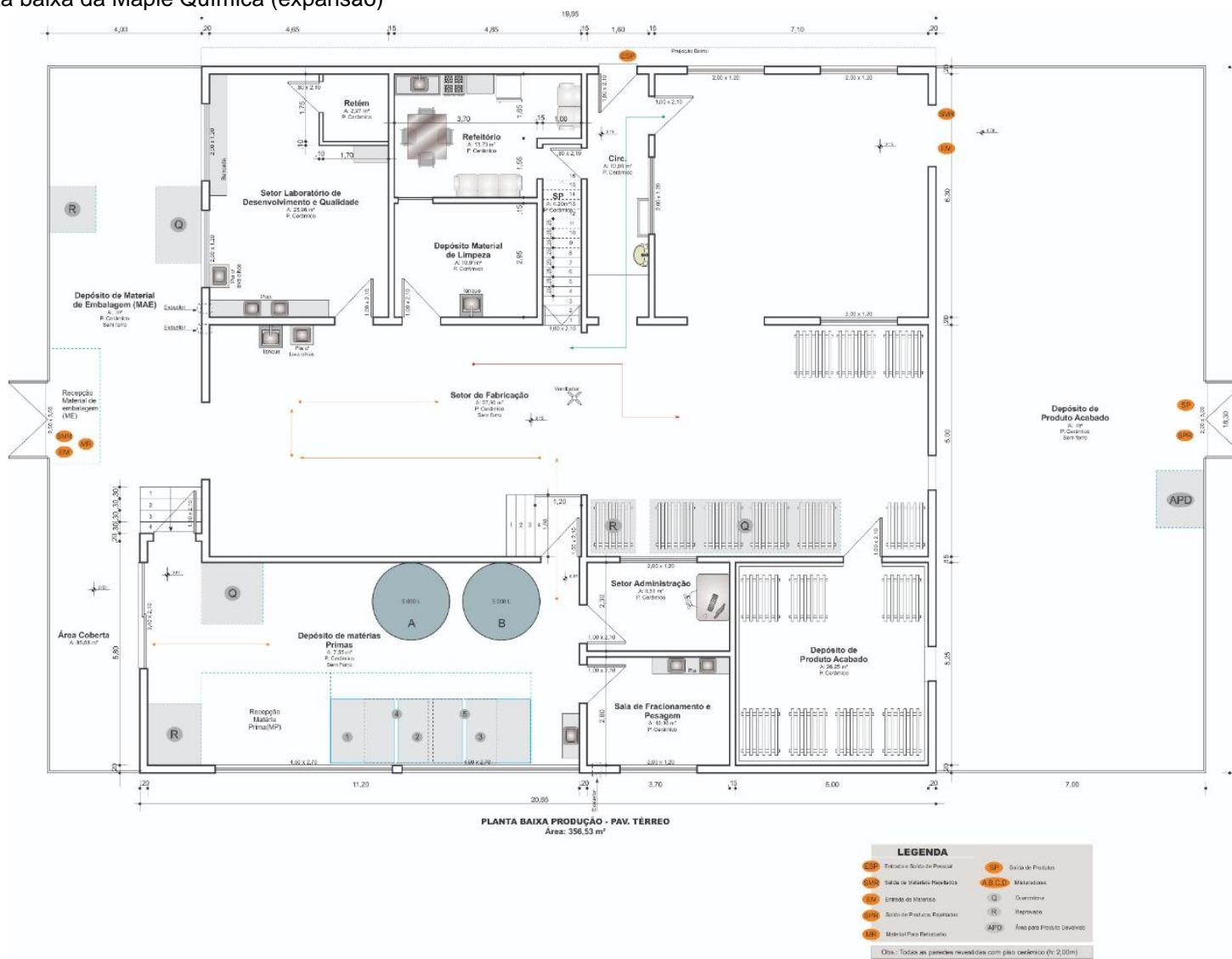


Fonte: Maple (2021).

Não contemplados nesta planta estão quatro prédios menores presentes no mesmo terreno, a poucos metros de distância do prédio principal. Três dessas estruturas são galpões que, a princípio, estavam inutilizados. Com o crescimento de suas operações, a empresa viu-se obrigada a transformar dois desses galpões em área de estoque, exacerbando ainda mais a subotimização dos fluxos de materiais. O terceiro galpão é ocupado como oficina, onde são armazenados os materiais e ferramentas de manutenção de máquinas e frota de caminhões. O quarto prédio abriga os escritórios do setor financeiro e do proprietário, bem como o vestiário e o banheiro dos colaboradores.

Diante dos problemas de falta de espaço físico e do elevado custo da construção uma nova fábrica, os gestores da empresa elaboraram uma solução paliativa, a qual consiste em um projeto de expansão do prédio atual. Uma vez que o prédio não é de propriedade da empresa, as mudanças efetuadas nesta expansão devem ser reversíveis, de modo que o prédio retorne aos proprietários em sua forma original. Na figura 11 é apresentada uma nova versão da planta baixa, esta contemplando as expansões.

Figura 11 - Planta baixa da Maple Química (expansão)



Fonte: Maple (2021).

Por meio de visitas às instalações fabris e de entrevistas informais com os dois gestores, identificou-se os seguintes ambientes, já contemplando o projeto de expansão:

Quadro 5 - Descrição dos ambiente da empresa

AMBIENTE	DESCRIÇÃO
Setor Administração	A área administrativa engloba a sala de gerência de produção, possuindo piso revestido com cerâmica, paredes em revestimento cerâmico e forro de alvenaria pintado com tinta lavável.
Depósito de Matérias-Primas	Ambiente destinado ao armazenamento de insumos químicos. Piso em revestimento cerâmico. Paredes em cerâmica até dois metros de altura a partir do chão e o restante pintado com tinta lavável. Cobertura com telha. Ventilação natural através de janelas com telas em nylon para proteção de entrada de insetos e aves.
Depósito de Material de Embalagem	Ambiente onde são contidos os insumos frascos plásticos. Piso cimentício. Paredes e cobertura em aluzinco. A ventilação será natural através de janelas com telas de proteção contra insetos e aves.
Depósito de Produto Acabado I	Ambiente de estocagem de bens produzidos, organizados em paletes. Piso em revestimento cerâmico. Paredes em cerâmica até dois metros de altura a partir do chão e o restante pintado com tinta lavável. Cobertura com telha. A ventilação será natural através de janelas nas paredes.
Depósito de Produto Acabado II	Ambiente de estocagem de bens produzidos, organizados em paletes. Piso cimentício. Paredes e cobertura em aluzinco. A ventilação será natural através de janelas com telas de proteção contra insetos e aves.
Setor de Fabricação	Ambiente onde ocorrem os processos de transformação de matérias-primas em produtos acabados. Piso em revestimento cerâmico. Paredes em revestimento cerâmico até dois metros de altura a partir do chão e o restante em alvenaria pintada com tinta lavável. Cobertura com telha. Na parede de alvenaria existe janela com tela de nylon para proteção contra insetos e aves, proporcionando renovação de ar. Sistema de exaustão com exaustor mecânico industrial de cinquenta centímetros de diâmetro e ventilação forçada através de ventilador mecânico de parede. Para a fabricação serão utilizados seis tanques de polietileno com capacidade de cinco mil litros, além de dois tanques de polietileno de mil litros e um reator de aço inoxidável de oitocentos litros. Os tanques possuem registro na parte inferior para proporcionar o envase. O envase se dará com máquina apropriada, específica para saneantes, e somente com embalagens primárias. Além disso, o setor de fabricação está equipado com tanque de lavagem, duas máquinas de envase semiautomáticas e uma máquina empacotadora.
Sala de Fracionamento e Pesagem	Ambiente no qual ocorre a fragmentação dos insumos químicos em partes menores, de acordo com a necessidade de produção. Piso em cerâmica. Paredes em revestimento cerâmico até dois metros de altura a partir do chão e o restante em alvenaria, pintado com tinta lavável. Forro em alvenaria pintado com tinta lavável. O sistema de exaustão é composto por um exaustor mecânico instalado acima da bancada e há ventilação natural através de janelas com proteção em nylon para evitar entrada de insetos e aves. A sala de pesagem será equipada com bancada em cerâmica, balcão pia de aço inoxidável, balança eletrônica e armário para depósito de material de manipulação.
Setor Laboratório de Desenvolvimento e Qualidade	Ambiente dedicado a testes de qualidade em insumos químicos e produtos em processo, bem como à elaboração de novos produtos. Piso em cerâmica. Paredes em revestimento cerâmico até dois metros de altura a partir do chão e o restante em alvenaria pintada com tinta lavável. Forro em alvenaria pintado com tinta lavável. O laboratório será equipado com bancada e armário aéreo em fórmica, balcão-pia de aço inoxidável, dois tanques com capacidade de cem litros, equipados com misturador manual de aço inoxidável. O sistema de exaustão é composto por um exaustor mecânico industrial e há ventilação natural através de janelas com proteção em nylon para evitar entrada de insetos e aves.
Setor de Paramentação	Ambiente onde são armazenados e equipados os equipamentos de proteção individual. Piso em revestimento cerâmico. Paredes em cerâmica até dois metros de altura a partir do chão e o restante pintado com tinta lavável. Forro em alvenaria pintado com tinta lavável. Ventilação natural através de porta.
Depósito de Material de Limpeza	Ambiente dedicado ao armazenamento de itens de higiene fabril. Piso em revestimento cerâmico. Paredes em cerâmica até dois metros de altura a partir do chão e o restante pintado com tinta lavável. Forro em alvenaria pintado com tinta lavável. Ventilação natural através de porta. Depósito equipado com tanque de lavagem e utensílios de limpeza.
Almoxarifado	Ambiente utilizado como depósito de rejeitos e amostras de lotes antigos. Piso em revestimento cerâmico. Paredes em cerâmica. Cobertura com calhetao. Ventilação natural através de janelas com proteção de tela de nylon e porta. Conta com dois tanques de água, servindo como pulmão para as demandas hídricas do setor de fabricação.
Refeitório	A empresa possui refeitório localizado dentro das dependências da fábrica, composto por piso em revestimento cerâmico e paredes de alvenaria. O refeitório está equipado com balcão pia de inox, armários de cozinha para depósito de utensílios, fogão a gás, forno micro-ondas, geladeira, sofás e mesas com cadeiras, oportunizando aos funcionários um ambiente para refeições e descanso.

Fonte: autor (2021).

4.1 Análise PQRST

Para compreender as operações da empresa, foram levantados os dados pertinentes a produto, quantidade, roteiro, serviços de suporte e tempo. A relação dos produtos ofertados pela empresa é exibida na Tabela 3. Apresenta-se, também, o número de fragrâncias nas quais cada produto é oferecido, quando aplicável, bem como as litragens disponíveis. Com estas informações, torna-se possível visualizar a quantidade de variedades que cada família de produtos pode assumir.

Tabela 2 - Mix de produtos da Maple Química

PRODUTO	FRAGRÂNCIAS	APRESENTAÇÃO (LITROS)	TOTAL DE VARIEDADES
Alvejante sem cloro	1	1 e 2	2
Água sanitária	-	1, 2 e 5	3
Amaciante para roupas	3	2 e 5	6
Desinfetante	6	0,5, 2 e 5	18
Detergente líquido para louças	3	1 e 5	6
Limpador multiuso	3	1	3
Limpa vidros	-	0,5 e 5	2
Sabão líquido para roupas	1	1, 2 e 5	3

Fonte: Maple (2021).

A fim de complementar a listagem de produtos, foram levantadas, também, as informações relativas às matérias-primas químicas utilizadas pela empresa na fabricação de seus bens.

Tabela 3 – Insumos químicos utilizados pela Maple

INSUMO	APRESENTAÇÃO	QUANTIDADE (KG)
Ácido sulfônico	Tambor ou bombona	5, 50 ou 200
Soda cáustica	Saco	25
Tripolifosfato de sódio	Saco	25
Metassilicato de sódio	Saco	25
Nonilfenol etoxilado 9,5 OE	Tambor ou bombona	5, 50 ou 200
Lauril éter sulfato de sódio	Tambor ou bombona	5, 50 ou 200

INSUMO	APRESENTAÇÃO	QUANTIDADE (KG)
Hipoclorito de sódio 12%	Contêiner ou bombona	50 ou 1200
Carbonato de sódio	Saco	25
Cloreto de benzalcônio 80%	Tambor ou bombona	50 ou 200
Corantes	Saco	1, 25, 30, 50 ou 60
EDTA	Bombona	5, 25 ou 50
Butilglicol	Bombona	5, 50 ou 200
Carbopol	Saco	1, 25, 30, 50 ou 60
Cocoamidopropil betaína	Tambor ou bombona	50 ou 200
Essências	Bombona	5 ou 50
Conservantes	Tambor ou bombona	5, 50 ou 200
Acrilamida	Bombona	5 ou 50
Uréia	Saco	1 ou 25
Cloreto de sódio	Saco	1 ou 25

Fonte: Maple (2021).

Os outros três componentes da análise - roteiro, serviços de suporte e tempo – são discutidos no tópico 4.3.1.

4.2 SLP - Fase I: Localização

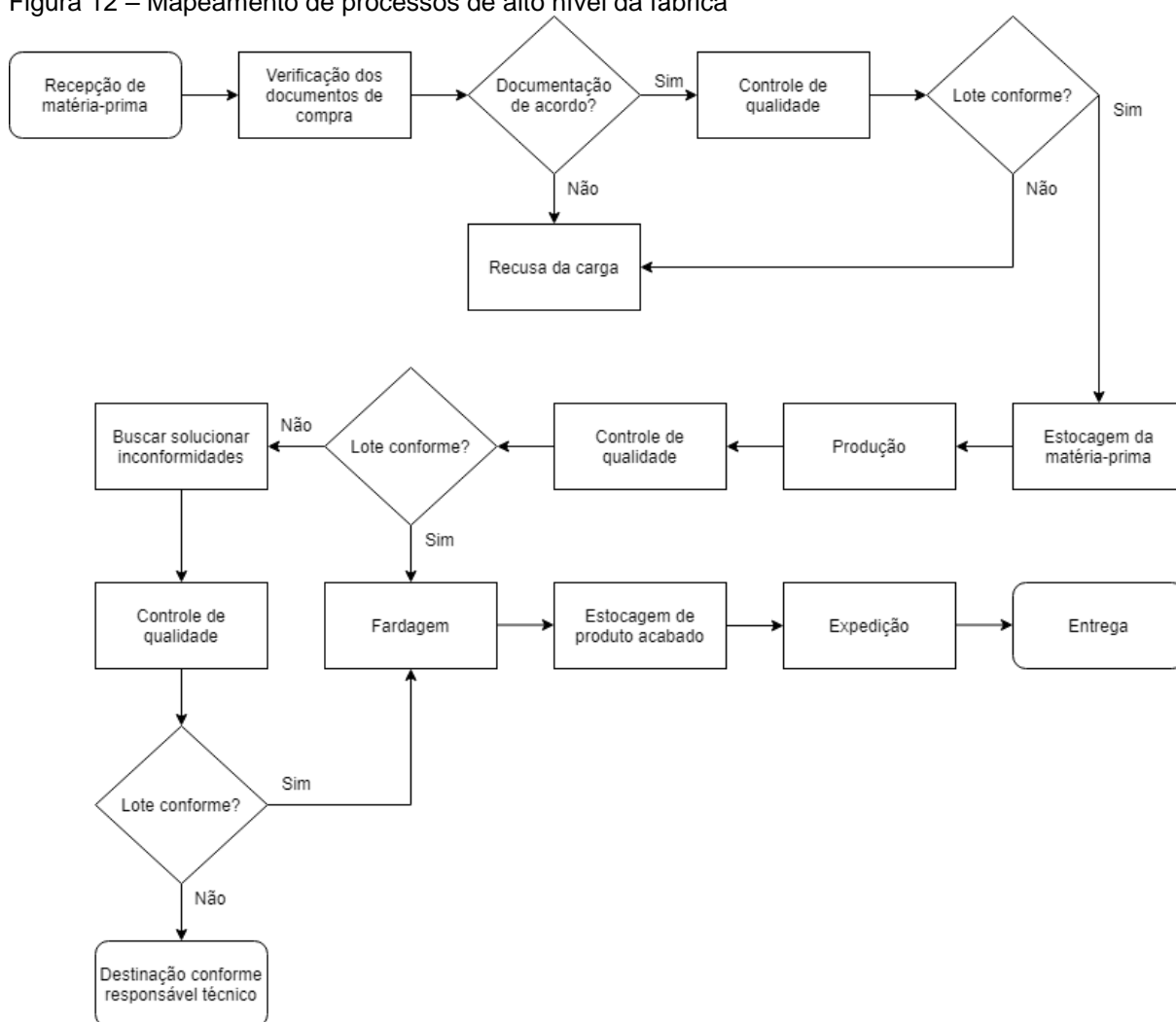
Apesar do presente trabalho ter como objeto de estudo um leiaute já existente, o local de aplicação do leiaute a ser gerado como resultado deste projeto é um ambiente futuro. Quanto à localização geográfica do mesmo, os gestores da Maple Química desejam a permanência da empresa no município de Bagé – RS. A nível intramunicipal, os gestores almejam instalar a nova fábrica além das proximidades do centro da cidade, visando a fluidez do trânsito de caminhões para dentro e fora do território da empresa.

4.3 SLP - Fase II: Arranjo Físico Geral

4.3.1 Fluxo de Materiais

Por meio do acompanhamento das operações da empresa, foi possível realizar o mapeamento de processos de alto nível de seu funcionamento (Figura 12). A utilização desta ferramenta permite a visualização do roteiro seguido pela empresa durante a execução de suas atividades.

Figura 12 – Mapeamento de processos de alto nível da fábrica



Fonte: autor (2021).

Ao analisar-se as setas de fluxo presentes na planta baixa da fábrica (Figura 10), juntamente com o mapeamento de seus processos (Figura 12), torna-se fácil a visualização do caminho percorrido pelos insumos durante seu processo de transformação em produtos acabados. Os materiais são recebidos nas docas de seus respectivos depósitos, passando por controle de qualidade laboratorial antes de serem aprovados para armazenamento, no caso dos químicos. Conforme a necessidade de produção, são fracionados e transportados aos tanques de mistura, no setor de produção. São processados pela máquina de envase e tampagem e, posteriormente, pelo forno empacotador. As caixas de produto acabado resultantes são organizadas em paletes e acomodadas no depósito de produto acabado com auxílio de uma paleteira. Mediante pedido de venda, os paletes são posicionados no baú do caminhão de entrega por meio de empilhadeira.

Um importante aspecto das atividades da empresa pode ser observado por meio do estudo de seu fluxograma: a padronização de seu processo produtivo. Apesar das diferentes matérias-primas envolvidas na criação de cada um dos produtos que compõem o catálogo da empresa, todos os bens produzidos seguem o mesmo roteiro. Seus insumos são armazenados e testados no mesmo ambiente, transportados da mesma forma até o mesmo destino, transformados pelo mesmo maquinário e estocados no mesmo ambiente pelo mesmo equipamento. Esta ausência de diferentes origens e destinos, ou seja, diferentes fluxos de materiais, simplifica o processo de elaboração do leiaute ideal ao reduzir a quantidade de variáveis a serem consideradas.

No que tange à variável tempo, a produção da Maple Química é determinada de acordo com a demanda, tanto presente quanto prevista. Desta forma, torna-se impossível apurar com exatidão a produtividade da empresa, uma vez que os produtos, muitas vezes, exigem um tempo de produção consideravelmente divergente uns dos outros. No entanto, foi obtida com os gestores a informação de que a produtividade média da fábrica, no momento atual, é de cerca de cento e vinte caixas por hora, em um cenário no qual a empresa opera doze horas por dia.

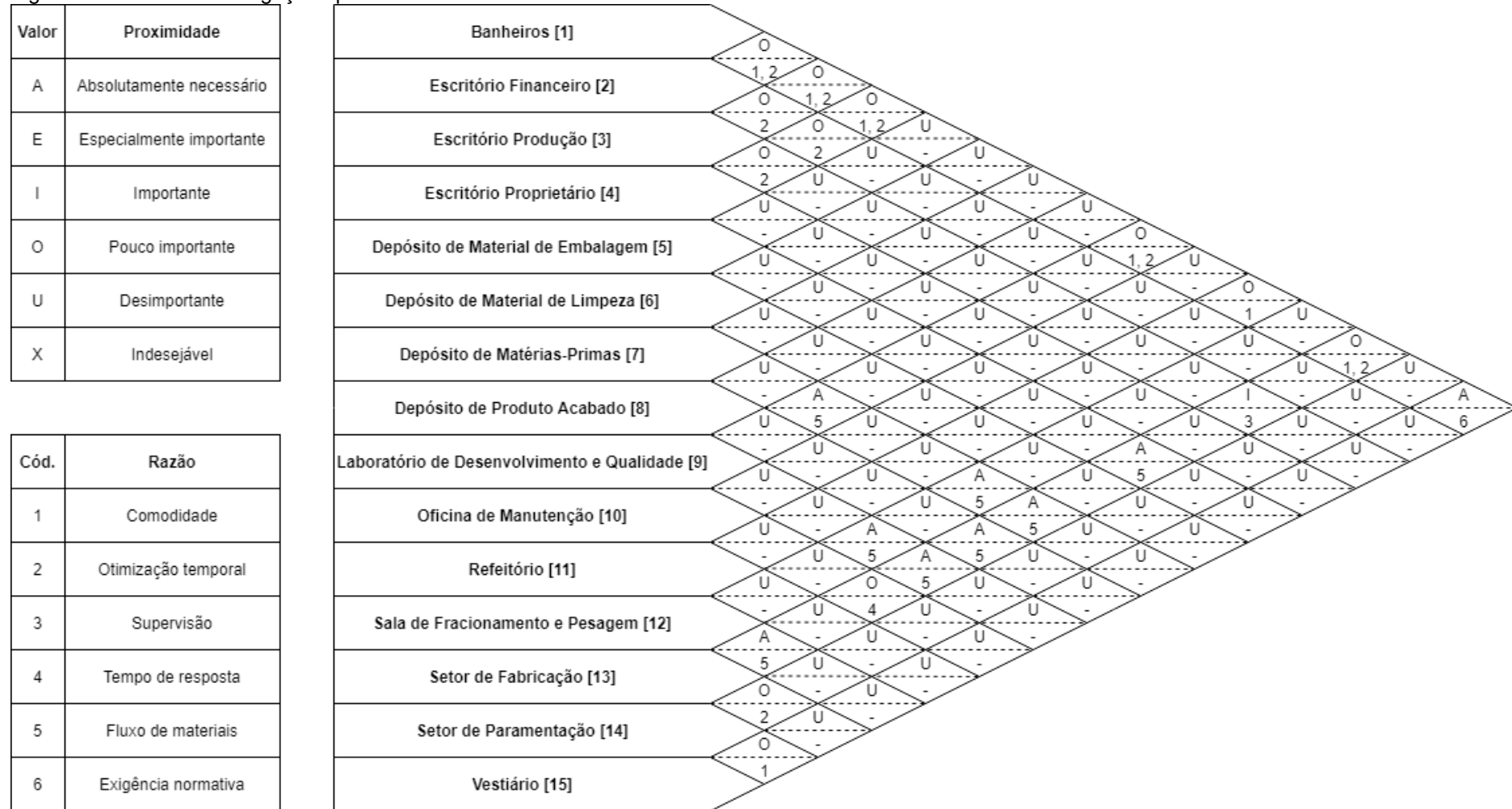
Por fim, os recursos auxiliares que correspondem aos serviços de suporte com os quais a Maple conta na execução de suas atividades, incluem: docas de recebimento de matéria-prima e de expedição de produto acabado, setor de vendas e finanças, serviços de manutenção, setor de paramentação, refeitório, sanitários e vestiário. A empresa conta com nove colaboradores que possuem funções diretamente na fábrica, além de vendedores e promotores. Desses nove, cinco pertencem ao setor de produção, dois possuem cargo administrativo e dois exercem funções logísticas. Entre as máquinas em patrimônio da empresa encontram-se uma envasadora e tampadora linear Dipev com esteira com datador laser acoplado, forno empacotador Taimak, paleteira, empilhadeira e dois caminhões de frota.

Tendo-se conhecimento destes dados relativos aos serviços de suporte, e juntamente com as informações pertinentes a produto, quantidade, roteiro e tempo, obtém-se uma melhor imagem sobre a empresa e seu modo de funcionamento, possibilitando a continuidade da aplicação da metodologia SLP para fins de elaboração de um leiaute otimizado para uma nova fábrica.

4.3.2 Inter-relações de Atividades

Todos os ambientes descritos na planta baixa da fábrica foram considerados essenciais pelos gestores, tendo como argumento a legislação vigente para este tipo de indústria. Assim sendo, serviram como base para a elaboração da carta de interligações preferenciais (Figura 13). Nesta, também foram acrescentados os ambientes que não constam na planta baixa, conforme apresentado no tópico 4, sendo eles: oficina de manutenção, escritórios do setor financeiro e do proprietário, vestiário e banheiros. Os ambientes foram numerados para fins de identificação.

Figura 13 - Carta de interligações preferenciais



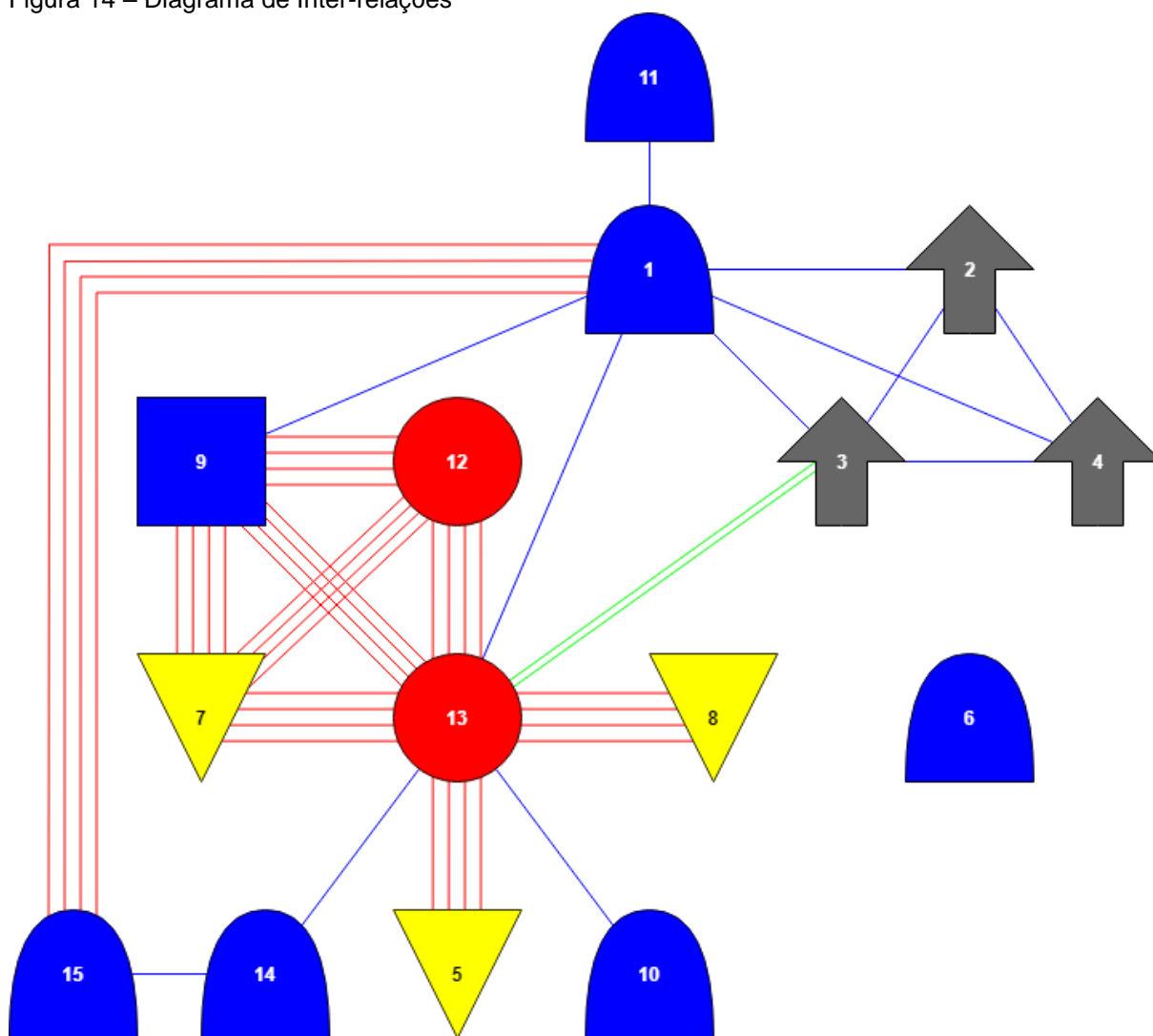
Fonte: autor (2021).

O aspecto de maior relevância a ser observado ao analisar-se a carta de interligações preferenciais é que, com exceção de uma, as proximidades tidas como essenciais são aquelas que correspondem a ambientes que possuem adjacência de operações no processo produtivo, remetendo ao fato de que o fluxo de materiais é a estrutura principal, a qual as demais atividades cercam. Isto ocorre porque o fluxo de pessoas é mínimo, uma vez que a empresa não recebe clientes diretamente em suas instalações e as estações de trabalho são majoritariamente fixas, e o fluxo de informações se dá de forma predominantemente digital. Este grau nulo ou baixo de necessidade de proximidade entre a maioria dos ambientes confere grande flexibilidade ao projeto de leiaute, permitindo que a maior parte dos ambientes seja alocada com maior liberdade. A outra proximidade considerada absolutamente necessária se dá entre os banheiros e o vestiário. Isto porque a Norma Regulamentadora Nº 24 exige que os chuveiros, os quais serão instalados nos banheiros, façam parte ou sejam anexos aos vestiários.

4.3.3 Diagrama de Inter-relações

O diagrama de inter-relações (Figura 14) confere clareza à visualização dos fluxos entre os ambientes e as intensidades dos mesmos, conseqüentemente indicando, também, o grau de proximidade desejado entre as áreas da operação. Os ambientes são identificados por meio da mesma numeração presente na Figura 13.

Figura 14 – Diagrama de Inter-relações



Fonte: autor (2021).

É facilmente perceptível que o setor de fabricação é tido como o núcleo de operações ao redor do qual as demais atividades estruturam-se. Nota-se, também, as intensas relações entre o laboratório de desenvolvimento e qualidade, a sala de fracionamento e pesagem, o depósito de matérias-primas e o setor de fabricação. Isto se deve às fortes correlações entre as atividades realizadas nesses ambientes e à adjacência que apresentam mediante análise de um ponto de vista de fluxo de materiais.

4.3.4 Espaço Necessário

A seguir, serão detalhadas as exigências de espaço para cada ambiente a constar no projeto de leiaute.

SETOR DE FABRICAÇÃO [13]

A empresa encontra-se atualmente em negociação para a aquisição de uma máquina envasadora rotativa monobloco Dipev e outro forno empacotador Taimak, com a finalidade de estabelecer uma segunda linha de produção. Automatizada, esta operará paralelamente aos equipamentos que já possui, os quais serão destinados a lotes de menor volume, dada sua inferior capacidade produtiva. Em ambas as linhas, o conjunto envasadora-forno exige disponibilidade de espaço de aproximadamente 15x1,5m, além de um metro a mais em seu perímetro para operação. A alimentação das envasadoras com as misturas se dará por gravitação, a partir de três reservatórios de dez mil litros localizados em um mezanino de dois metros de altura. Estes reservatórios possuem dimensões usuais de 2,3m de diâmetro e 2,5m de altura. Assim, o mezanino terá dimensões de 7x2,5m, e apresentará distância horizontal até as máquinas envasadoras de 2,5m, de modo a facilitar a alimentação das máquinas com embalagens. Em conjunto, gera-se uma necessidade de aproximadamente 151m² de piso para o setor de fabricação, além de elevar o pé direito do pavilhão para cinco metros. Esta área já contempla espaço para circulação, conforme Tabela 5.

Tabela 4 – Dados de dimensionamento (setor de fabricação)

ITEM	EXIGÊNCIA DE ESPAÇO
Área ocupada por dois conjuntos envasadora-forno mais perímetro de um metro (m ²)	102
Área ocupada por mezanino com três reservatórios de dez mil litros (m ²)	17,5
Área total incluindo circulação (m ²)	151

Fonte: autor (2021).

DEPÓSITO DE PRODUTO ACABADO [8]

A compra dos equipamentos mencionados foi pensada pelos gestores de modo que a empresa tenha capacidade de atender à sua projeção de vendas por, no mínimo, cinco anos. Projeções mais distantes exigirão maiores investimentos em equipamentos automáticos altamente especializados, uma realidade muito diferente

da situação atual da empresa. Com as duas linhas de produção em funcionamento, a empresa pretende atingir um nível de vendas de oitenta a cem mil caixas mensais.

O alto giro dos bens produzidos pela empresa permite cálculos simplificados para obtenção da área de estoque necessária. Adotando-se o maior valor de projeção de vendas, por segurança, e dividindo-o por dois, de modo a se calcular o estoque médio, tem-se cinquenta mil caixas de produto acabado. Uma vez que cada palete comporta, em média, sessenta caixas de produtos Maple, tem-se que o estoque médio corresponde a oitocentos e trinta e quatro paletes. Sendo 1,2m² a área ocupada por cada paleta, gera-se a necessidade de 1000m² de área construída para estocagem.

Por meio do uso de estantes de paletização, os paletes podem ser dispostos verticalmente em até três paletes de altura, equivalendo a aproximadamente 4,5m. Valores maiores serão evitados por limitações de peso. O uso das estantes reduz a área necessária para 334m². Uma vez que o transporte dos paletes se dará por empilhadeira, corredores de três metros de largura serão necessários para sua operação. Tem-se, assim, aproximadamente 966m² a serem dedicados ao estoque de produto acabado, conforme Tabela 6.

Tabela 5 – Dados de dimensionamento (depósito de produto acabado)

ITEM	VALOR
Projeção de venda (caixas)	100000
Estoque a ser mantido (caixas)	50000
Caixas por paleta	60
Estoque a ser mantido (paletes)	834
Área unitária dos paletes (m ²)	1,2
Área do estoque a ser mantido, sem estantes (m ²)	1000
Paletes por estante de paletização	3
Área do estoque a ser mantido, com estantes (m ²)	334
Largura dos corredores de circulação (m)	3
Área total (m ²)	966

Fonte: autor (2021).

DEPÓSITO DE MATERIAL DE EMBALAGEM [5]

No nível de vendas projetado pelos gestores para o momento em que esta nova estrutura esteja em operação, a empresa realizará entregas diariamente ou, no máximo, a cada dois dias na região do fornecedor de materiais de embalagem. Conforme informações obtidas com os gestores, a empresa manterá a prática de coletar os insumos por frota própria. Desta forma, a Maple receberá, a cada carga, insumos plásticos suficientes para um dia a um dia e meio de produção. Desta

forma, o estoque de materiais de embalagem será projetado para comportar os insumos necessários para três dias de produção, visando proteção contra atrasos e imprevistos em geral. Para fins de cálculo de área necessária, considera-se que:

- I. a empresa operará durante oito horas por dia;
- II. a mesma utilizará, em média, nove mil frascos por hora para produção de seus bens;
- III. cada fardo de insumo de embalagem contém, em média, cem frascos, e;
- IV. cada fardo possui, em média, dimensões de 0,3x1x0,5m.

Assim, tem-se que o espaço necessário para estocagem dos fardos de embalagens é de 1080m². No entanto, os fardos podem ser empilhados, fazendo uso dos cinco metros de pé direito. A área necessária passa, então, a ser 63,5m². O transporte dos frascos até o setor de fabricação, onde serão alimentados às máquinas envasadoras, se dará por recipientes do tipo gaiola aramada, os quais serão movidos por meio de empilhadeira. Desta forma, gera-se a necessidade de corredores com 1,5m de largura para operação do equipamento. Com isto, a área necessária assume valor aproximado de 134m², conforme Tabela 7.

Tabela 6 - Dados de dimensionamento (depósito de material de embalagem)

ITEM	VALOR
Estoque a ser mantido (dias)	3
Jornada de trabalho diária (horas)	8
Demanda produtiva (frascos/hora)	9000
Frascos por fardo	100
Dimensões do fardo (m)	0,3x1x0,5
Espaço para estocagem (m ²)	1080
Espaço para estocagem após empilhamento (m ²)	63,5
Largura dos corredores de circulação (m)	1,5
Área total (m ²)	134

Fonte: autor (2021).

DEPÓSITO DE MATÉRIAS-PRIMAS [7]

Os insumos químicos mais volumosos podem ser seguramente armazenados em contêineres no exterior da fábrica, sob área coberta. Esta é uma prática já realizada pela empresa, e será continuada para as matérias-primas que forem mantidas em volumes iguais ou superiores a mil litros. Os demais insumos não demandam amplo espaço para armazenamento, e terão área dedicada à sua estocagem junto à sala de fracionamento e pesagem, onde iniciam seu processo de transformação.

SALA DE FRACIONAMENTO E PESAGEM [12]

Este ambiente contará com quatro tanques reatores em polietileno com capacidade para mil litros. Nestes reatores serão realizadas as misturas das matérias-primas químicas, as quais serão bombeadas aos tanques misturadores presentes na sala de produção. Neles, serão combinadas com água para dar origem às soluções prontas para envase. Os contêineres localizados no exterior da fábrica terão comunicação com os reatores por meio de tubulação flexível, possibilitando que seus conteúdos sejam bombeados aos reatores, os quais possuem aproximadamente 1m de diâmetro e 1,2m de altura. As demais exigências de espaço físico deste ambiente referem-se ao armazenamento de insumos químicos e às atividades inerentes a sua operação.

Dada a intensa relação entre as funções deste ambiente e o laboratório de desenvolvimento e qualidade, os mesmos podem ser mesclados em um único ambiente. Supondo-se balcão-armário com pia de dimensões 2,5x0,55m para armazenamento de insumos de pequeno porte e realização de medições, 6m² de área ocupada por paletes plásticos sobre os quais estarão dispostas as matérias-primas de médio volume e 4m² dedicados aos reatores, obtém-se uma exigência de área total de 11,5m². Acrescentando-se a área destinada a circulação, obtém-se uma área necessária aproximada de 25m², conforme Tabela 8.

Tabela 7 - Dados de dimensionamento (sala de fracionamento e pesagem)

ITEM	VALOR
Área ocupada por reatores (m ²)	4
Área ocupada por balcão-pia (m ²)	1,375
Área ocupada por paletes plásticos (m ²)	6
Área total com circulação (m ²)	25

Fonte: autor (2021).

DEMAIS AMBIENTES

O restante das áreas da planta não possuem exigências específicas de espaço, com exceção da necessidade de atender aos requisitos expostos no tópico 2.1.1. Para os escritórios, a área mínima exigida de 9m² é suficiente para as atividades administrativas.

Os ambientes de depósito de material de limpeza e oficina de manutenção podem ser mesclados em um único espaço. Considerando aditivamente suas funções, este novo ambiente servirá de armazenamento para utensílios de higiene e

limpeza, ferramentas e equipamentos de manutenção, além de abrigar peças sobressalentes e itens em aguardo de manutenção. O ambiente contará com lavatório, estante e duas mesas de trabalho. Tem sua área total estimada em 21m², conforme Tabela 9.

Tabela 8 - Dados de dimensionamento (depósito de material de limpeza, oficina de manutenção)

ITEM	VALOR
Área ocupada pelo lavatório (m ²)	0,22
Área ocupada pela estante (m ²)	1,6
Área ocupada pelas mesas (m ²)	7,2
Área total com circulação (m ²)	21

Fonte: autor (2021).

Similarmente, o setor de paramentação pode ter sua funcionalidade mista com os vestiários. Conforme informações obtidas com os gestores, estima-se que o montante de trabalhadores da empresa, nos momentos em que o leiaute projetado estará em operação, será de aproximadamente dezessete funcionários. Dadas as exigências de esforço físico inerentes às atividades da fábrica, há ampla predominância de colaboradores do sexo masculino. Atualmente, a empresa conta com apenas uma colaboradora, a qual exerce função administrativa. Diante destes dados, os vestiários, banheiros e refeitório serão projetados para acomodar quatorze homens e seis mulheres, proporcionando moderada flexibilidade quanto à quantidade de colaboradores. O vestiário masculino contará com assento coletivo nas dimensões 3x1,2m e quatorze armários duplos dispostos em duas fileiras de sete unidades em sobreposição, totalizando 0,4x2,1m. Dadas as reduzidas exigências do vestiário feminino, este apresentará assento coletivo de 0,6x1,2m e seis armários duplos dispostos em duas fileiras de três unidades em sobreposição, totalizando 0,4x0,9m. Assim sendo, respeitando às normas, o vestiário masculino terá área de 16m², e o feminino 8,3m², totalizando 24,3m², conforme Tabela 10.

Tabela 9 - Dados de dimensionamento (setor de paramentação, vestiários)

ITEM	VALOR
Masculino - Área ocupada por assento coletivo (m ²)	3,6
Masculino - Área ocupada por armários duplos (m ²)	0,84
Masculino – Área total com circulação (m ²)	16
Feminino - Área ocupada por assento coletivo (m ²)	0,72
Feminino - Área ocupada por armários duplos (m ²)	0,36
Feminino – Área total com circulação (m ²)	8,3
Área total de vestiários (m ²)	24,3

Fonte: autor (2021).

Para fins de dimensionamento dos banheiros, foram utilizadas as dimensões dispostas no tópico 2.1.1. O banheiro masculino, o qual conterà um lavatório, um mictório, um vaso sanitário e um chuveiro, com distanciamento de 15cm entre os mesmos, resulta em área de 3,2m². O banheiro feminino dispensa mictório, reduzindo sua área necessária para 2,6m². Em somatório, tem-se 5,8m² dedicados a instalações sanitárias, conforme Tabela 11.

Tabela 10 - Dados de dimensionamento (banheiros)

ITEM	VALOR
Área ocupada por lavatório (m ²)	0,22
Área ocupada por mictório (m ²)	0,0864
Área ocupada por vaso sanitário (m ²)	0,24
Área ocupada por chuveiro (m ²)	0,64
Afastamento entre aparelhos (m)	0,15
Masculino – Área total com circulação (m ²)	3,2
Feminino – Área total com circulação (m ²)	2,6
Área total de banheiros (m ²)	5,8

Fonte: autor (2021).

Por fim, o dimensionamento do refeitório inicia-se pela área dedicada à mesa e assentos. Como base de cálculos, será considerada uma mesa de 1,2m de largura. Sendo 0,6m o comprimento de mesa a ser dedicado a cada colaborador, as cabeceiras da mesa comportam quatro funcionários. Os outros dezesseis serão dispostos no comprimento da mesa, fazendo com que o mesmo assuma 4,8m. O assento será do tipo coletivo, com 0,3m de largura, estendendo-se ao redor da mesa. Tem-se, então, um conjunto com forma 5,4x1,8m, com 1m adicionado a seu perímetro para circulação. Em respeito às normativas, o refeitório deve contar com meios para armazenar e aquecer a comida, além de fornecer água potável. Supõe-se balcão-pia nas medidas 1,5x0,55m, com bebedouro do tipo acoplado na torneira e forno micro-ondas com dimensões 30x54x44cm posto em cima de armário para armazenamento de alimentos que dispensam refrigeração, dimensionado em 90x60x50cm. Ao lado, refrigerador de tamanho médio de 167x60x64cm. Gera-se uma área necessária para o refeitório de aproximadamente 29m², conforme Tabela 12.

Tabela 11 - Dados de dimensionamento (refeitório)

ITEM	VALOR
Área ocupada pelo conjunto mesa-assentos (m ²)	9,72
Área ocupada pelo balcão-pia (m ²)	0,825
Área ocupada pelo armário (m ²)	0,3

ITEM	VALOR
Área ocupada pelo refrigerador (m ²)	0,384
Área total com circulação (m ²)	29

Fonte: autor (2021).

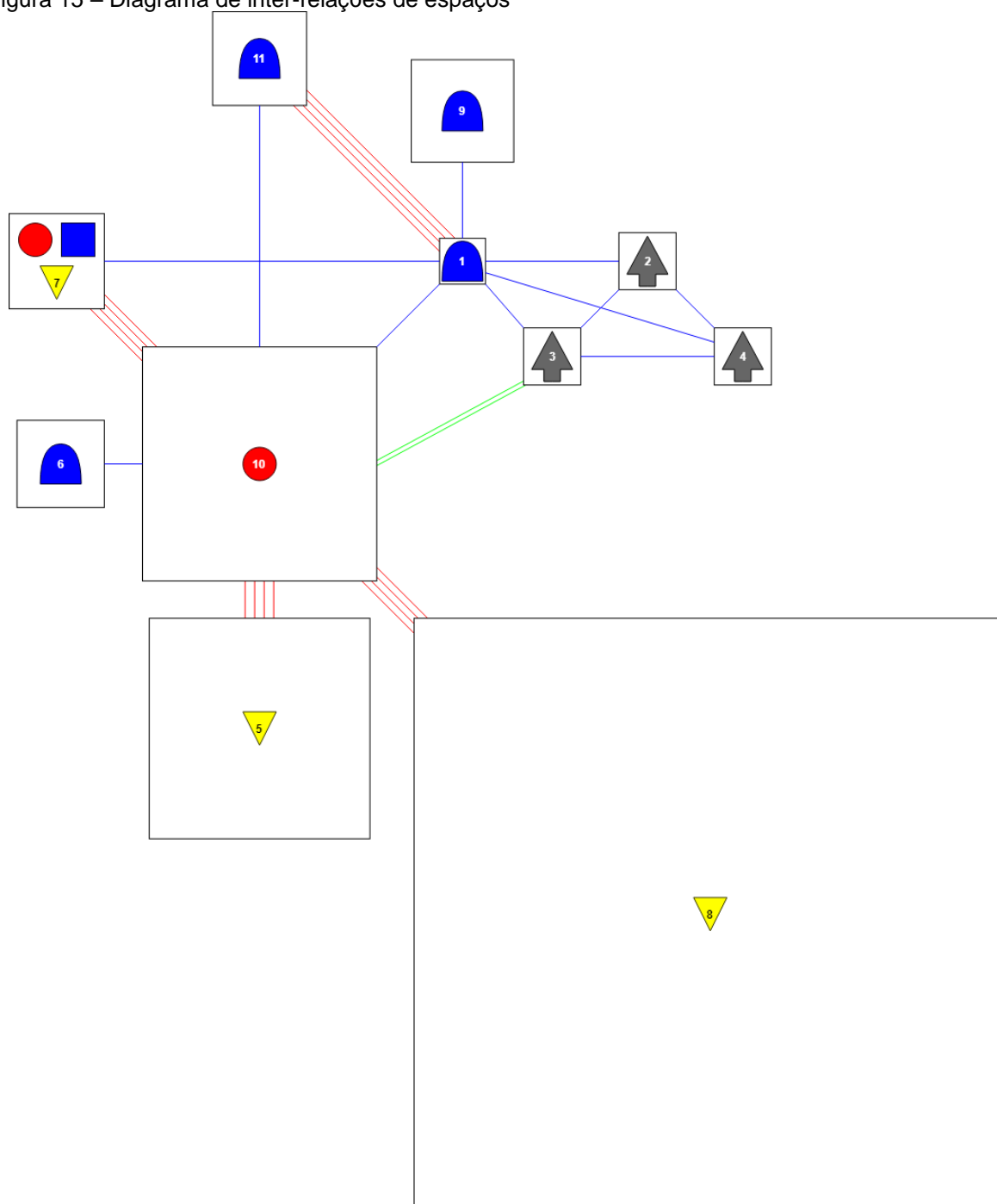
4.3.5 Espaço Disponível

Em entrevistas informais com os gestores da empresa, foi obtida a informação de que os mesmos possuem interesse em um terreno de, no mínimo, um hectare, apresentando como justificativa o amplo espaço necessário para manobra e estacionamento da frota de caminhões, tanto os pertencentes à Maple quanto os de fornecedores. Um limite máximo de área de terreno não foi estabelecido, mas há o consenso de que ambos o terreno e a área construída deverão ser os menores possíveis, desde que este espaço físico não venha a ser fator limitante para o funcionamento pleno da fábrica. Isto para evitar gastos desnecessários em uma empresa que se encontra no começo de seu desenvolvimento, tornando ainda mais importante a preservação de seu caixa.

4.3.6 Diagrama de Inter-relações de Espaços

Ao realizar-se o cruzamento entre as informações previamente obtidas com relação aos graus de proximidade desejados entre os ambientes com os novos dados de espaço requerido para operação de cada área, foi possível a geração do diagrama de inter-relações de espaços (Figura 15). Este, já contemplando as mesclas entre ambientes descritas anteriormente.

Figura 15 – Diagrama de inter-relações de espaços



Fonte: autor (2021).

A seguir, a legenda utilizada para identificação dos ambientes (Tabela 13).

Tabela 12 - Legenda do diagrama de inter-relações de espaços

CÓD.	AMBIENTE
1	Banheiros
2	Escritório Financeiro
3	Escritório Produção
4	Escritório Proprietário
5	Depósito de Material de Embalagem

CÓD.	AMBIENTE
6	Depósito de Material de Limpeza Oficina de Manutenção
7	Laboratório de Desenvolvimento e Qualidade Depósito de Matérias-Primas Sala de Fracionamento e Pesagem
8	Depósito de Produto Acabado
9	Refeitório
10	Setor de Fabricação
11	Setor de Paramentação Vestiário

Fonte: autor (2021).

Proporcionada pelo diagrama de inter-relações de espaços, a visualização das proximidades desejadas, em cruzamento com os espaços necessários, permite ao projetista de leiaute dar início à formação do leiaute final por meio da racionalização do melhor encaixe entre os ambientes.

4.4 SLP - Fase III: Arranjo Físico Detalhado

A seguir, serão contempladas as etapas referentes a limitações práticas e considerações de mudanças.

4.4.1 Limitações Práticas

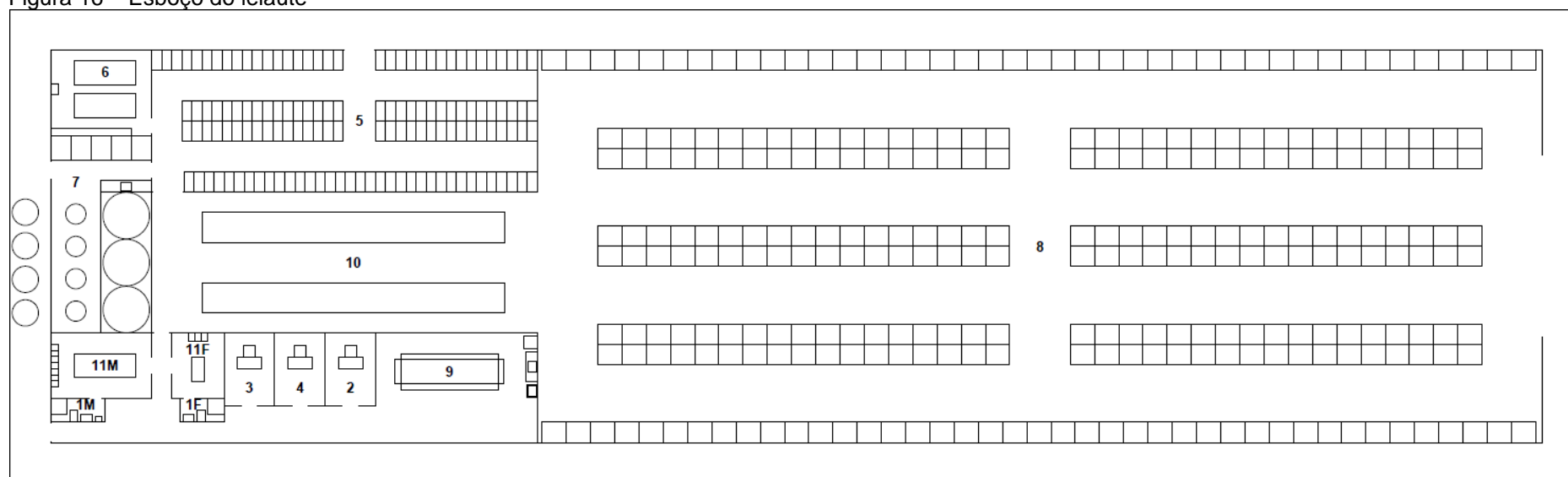
Podem ser consideradas limitações as normativas explicitadas no tópico 2.1.1, que restringem a total liberdade no desenho de leiaute em prol de assegurar o atendimento a requisitos mínimos de segurança e qualidade que a empresa deve realizar em suas operações e produtos.

Tem-se como limitação, ainda, o restritivo orçamento do qual dispõe a empresa em estudo. Tal restrição torna crescentemente importante a atenção ao dimensionamento adequado das instalações, uma vez que ambientes superdimensionados aumentam desnecessariamente o custo da obra. Potencialmente ainda mais custoso é o subdimensionamento das instalações, que pode resultar na necessidade de obras futuras à medida que se alavancam as atividades da empresa.

4.4.2 Considerações de Mudanças

Com a finalidade de gerar possíveis leiautes alternativos, o autor realizou esboço do arranjo físico que considera otimizado às necessidades e capacidades da empresa e o apresentou aos gestores, de modo que fosse realizado *brainstorming* para levantamento de ideias. Em concordância com o tipo de arranjo físico atual da empresa, o arranjo desenvolvido é do tipo em linha. O esboço é apresentado na Figura 16.

Figura 16 – Esboço do leiaute



Fonte: autor (2021).

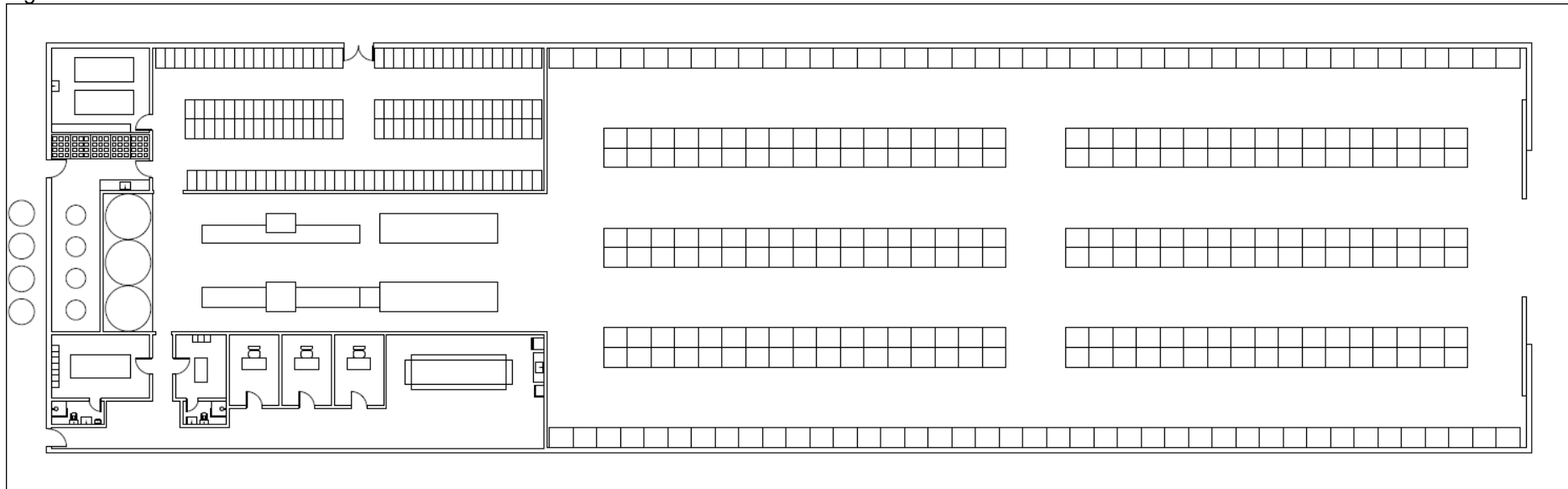
A denotação dos ambientes se dá por numeração idêntica àquela apresentada na Tabela 13, com adição dos identificadores M e F, significando masculino e feminino, respectivamente. O perímetro ao redor da planta apresentada refere-se a dois metros de área coberta para circulação no exterior da fábrica.

Não tendo sido encontradas alternativas que apresentassem vantagem sobre o esboço proposto, o mesmo foi selecionado como escolha final e será detalhado no próximo tópico.

4.5 SLP - Fase IV: Implantação

Visto que a construção da nova fábrica da empresa se dará em data futura ainda não planejada, a implantação caberá aos gestores. O presente trabalho será apresentado como opção de leiaute e guia para sua execução, ficando o autor disponível para auxílio no que for necessário. Como recurso para tal fim, a Figura 17 consiste no leiaute final detalhado.

Figura 17 – Leiaute final



Fonte: autor (2021).

A Tabela 14 fornece maiores detalhes relativos ao dimensionamento físico dos ambientes no leiaute final.

Tabela 13 - Espaço físico dos ambientes

AMBIENTE	COMPRIMENTO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m²)
Banheiro Feminino	2,2	1,2	2,64
Banheiro Masculino	2,67	1,2	3,20
Escritório Financeiro	2,5	3,6	9,00
Escritório Produção	2,5	3,6	9,00
Escritório Proprietário	2,5	3,6	9,00
Depósito de Material de Embalagem	19,85	7,2	142,92
Depósito de Material de Limpeza Oficina de Manutenção	5	4,25	21,25
Laboratório de Desenvolvimento e Qualidade Depósito de Matérias-Primas Sala de Fracionamento e Pesagem (Zona I)	5	2,8	14,00
Laboratório de Desenvolvimento e Qualidade Depósito de Matérias-Primas Sala de Fracionamento e Pesagem (Zona II)	2,5	7,15	17,88
Depósito de Produto Acabado	49,65	20,2	1002,93
Refeitório	8	3,75	30,00
Setor de Fabricação	22,5	7	157,50
Setor de Paramentação Vestiário Feminino	2,6	3,2	8,32
Setor de Paramentação Vestiário Masculino	5	3,2	16,00
Área Construída Total com Cobertura	79,3	24,7	1958,71

Fonte: autor (2021).

Com isto, conclui-se a geração e apresentação de dados necessários para elaboração do leiaute da futura fábrica da Maple Química.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dadas as dificuldades que se fazem presentes em processos de alteração de leiautes existentes, bem como o monumental impacto que a configuração de leiaute exerce sobre as operações produtivas, torna-se de suma importância o planejamento prévio e correto do arranjo físico a ser utilizado em instalações produtoras de bens ou serviços.

O primeiro objetivo secundário, identificar as necessidades e capacidades da empresa, foi alcançado por meio de realização de visitas às instalações fabris e entrevistas informais com os gestores, pessoalmente e via mensagens eletrônicas. Foi obtida compreensão relativa ao funcionamento da empresa, seus fluxos e suas áreas deficitárias.

O segundo objetivo secundário de aplicação do método SLP no objeto de estudo corresponde ao tópico 4 do presente trabalho. As informações obtidas nas etapas iniciais de busca de familiaridade com a empresa foram sintetizadas em concordância com as descrições e ordem das etapas do método, resultando na obtenção do arranjo físico ideal ao caso apresentado. Desta forma, concluiu-se o terceiro e final objetivo secundário: o projeto de fábrica.

A capacidade de geração de proposta de leiaute e a satisfação gerada nos gestores da empresa mediante o cumprimento do objetivo principal deste estudo, desenvolver uma proposta de leiaute para um novo pavilhão de uma indústria de saneantes domissanitários, validam a metodologia proposta de Planejamento Sistemático de Leiaute como uma ferramenta adequada ao objetivo de proporcionar um arranjo físico de sequenciamento lógico e fluido, fornecendo uma resposta à questão de pesquisa apresentada.

Não tendo encontrado maiores limitações que restringissem a execução do presente trabalho, o autor sugere, para fins de pesquisas futuras: repetição do estudo de leiaute da Maple Química em sua situação atual, utilizando outra metodologia, a fim de se observar possíveis divergências de resultados; reavaliação do leiaute da empresa após instalação da nova fábrica, visando mensurar o nível de adequação aos ideais e, caso o leiaute elaborado no presente trabalho seja realizado, identificar possíveis falhas no planejamento feito.

REFERÊNCIAS

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da Diretoria Colegiada - **RDC nº 47**, de 25 de outubro de 2013. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0047_25_10_2013.pdf. Acesso em: 29 out. 2020

BAGÉ. **Lei nº 1778, de 25 de setembro de 1974**. Institui o Código de Obras de Bagé, e dá outras providências. Bagé, RS, 25 set. 1974. Disponível em: < <https://bage.cespro.com.br/visualizarDiploma.php?cdMunicipio=7254&cdDiploma=19741778>>. Acesso em: 31 out. 2021.

CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

CENTRO DE INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA DO RIO GRANDE DO SUL. **Produtos de Limpeza**. CIT-RS, Porto Alegre, 2019. Disponível em: http://www.cit.rs.gov.br/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=11&Itemid=29. Acesso em: 05 out. 2020

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 8., 2018, Ponta Grossa. **Análise de layout dos almoxarifados em uma encarroçadora de ônibus**. [S. L.]: Conbrep, 2018.

DOMINGUES, G., NAVAS, M. B., GHERMAN, N. P. **Gestão de perdas no setor supermercadista: um estudo de caso de um pequeno varejo**. Leopoldianum, Santos, ano 45, n. 126, 2019. Disponível em: <http://periodicos.unisantos.br/leopoldianum/article/download/909/770>. Acesso em: 05 out. 2020

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

INTERNATIONAL SEMINAR ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT, 10., 2017, Tanjung Pandan. **Design and Simulation Plant Layout Using Systematic Layout Planning**. [S. L.]: Iop Conference Series: Materials Science And Engineering, 2017.

LEE, Quarterman. **Projeto de Instalações e do Local de Trabalho**. São Paulo: IMAM, 1998.

LOBO, Renato Nogueirol. **Gestão da Qualidade**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2010.

MAPLE QUÍMICA (Brasil). **Maple Química**. 2020. Disponível em: <http://www.maplequimica.com.br/index.php>. Acesso em: 19 out. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1993.

MUTHER, Richard; HALES, Lee. **Systematic Layout Planning**. 4. ed. Marietta: Management & Industrial Research Publications, 2015.

NAQVI, Syed Asad Ali; FAHAD, Muhammad; ATIR, Muhammad; ZUBAIR, Muhammad; SHEHZAD, Muhammad Musharaf. **Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning**. Cogent Engineering, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 1207296, 15 jul. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/23311916.2016.1207296>.

NIELSEN. **Homens brasileiros compartilham cada vez mais as tarefas de limpeza doméstica**. Insights Mercados e Finanças, 09 jun. 2016. Disponível em: <https://www.nielsen.com/br/pt/insights/article/2016/Homens-brasileiros-compartilhamcada-vez-mais-as-tarefas-de-limpeza-domestica/>. Acesso em: 05 out. 2020

ROJO, C.; ZANINI, B. **Diagnóstico e proposição de mudanças para melhoria na gestão de uma pequena empresa de produtos para saúde, higiene e limpeza**. Revista Inteligência Competitiva, v. 4, n. 4, p. 26–37, 11 dez. 2014. Disponível em: http://www.inteligenciacompetitivarev.com.br/ojs/index.php/rev/article/view/106/pdf_16. Acesso em: 05 out. 2020

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **O mercado brasileiro de produtos de limpeza**. Sebrae Respostas, 24 abr. 2014. Disponível em: <https://respostas.sebrae.com.br/o-mercado-brasileiro-de-produtos-delimpeza/>. Acesso em: 05 out. 2020

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

TOMPKINS, James A. *et al.* **Facilities Planning**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 2010.

WIYARATN, W.; WATANAPA, A.. **Improvement Plant Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) for Increased Productivity**. World Academy Of Science, Engineering And Technology International Journal Of Industrial And Manufacturing Engineering: International Scholarly and Scientific Research & Innovation, [S. L.], v. 4, n. 12, p. 1382-1386, 12 nov. 2010.

WIYARATN, W.; WATANAPA, A.; KAJONDECHA, P.. **Improvement Plant Layout Based on Systematic Layout Planning**. International Journal Of Engineering And Technology, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 76-79, jan. 2013. IACSIT Press. <http://dx.doi.org/10.7763/ijet.2013.v5.515>.