

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**GABRIEL VERGANI**

**ESTUDO DO LEIAUTE USANDO O MÉTODO SLP EM UMA EMPRESA DE  
AUTOPEÇAS**

**CAXIAS DO SUL**

**2024**

**GABRIEL VERGANI**

**ESTUDO DO LEIAUTE USANDO O MÉTODO SLP EM UMA EMPRESA DE  
AUTOPEÇAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. Dr. Gabriel Vidor

**CAXIAS DO SUL**

**2024**

**GABRIEL VERGANI**

**ESTUDO DO LEIAUTE USANDO O MÉTODO SLP EM UMA EMPRESA DE  
AUTOPEÇAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

**Aprovado em 17 de julho de 2024**

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. Gabriel Vidor - orientador  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Roberto Birch Gonçalves  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Luis Fernando Moreira  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Dedico esse trabalho à minha família que sempre esteve ao meu lado quando eu mais precisei.

*Colocar frase da epígrafe - opcional*

## RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso apresenta um estudo do leiaute utilizando o Método de Planejamento Sistemático de Leiaute (SLP) em uma empresa de autopeças. O objetivo principal é analisar e propor melhorias no leiaute atual, visando otimizar o fluxo de materiais e a eficiência produtiva. O estudo foi conduzido em três etapas: pesquisa bibliográfica sobre os conceitos de arranjo físico e metodologias de planejamento de leiaute, entrevistas com gestores e operadores para compreensão dos processos e identificação de dificuldades, e aplicação do método SLP para desenvolvimento e avaliação de novas propostas de arranjo físico. Os resultados demonstraram que a aplicação do método SLP pode promover uma significativa redução na movimentação de materiais e nos custos de produção, além de melhorar a organização e a coordenação das atividades.

**Palavras-chave:** Planejamento Sistemático de Leiaute, autopeças e estudo.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Exemplo de leiaute por produto.	19
Figura 02 – Exemplo de leiaute por produto.	19
Figura 03 – Exemplo de leiaute por processo.	20
Figura 04 – Exemplo de leiaute por células.	21
Figura 05 – Exemplo de leiaute (produto e linha) combinados.	22
Figura 06 – Procedimento de planejamento sistemático do arranjo físico (SLP).	23
Figura 07 – Diagrama P – Q.	24
Figura 08 – Simbologia para Fluxograma.	25
Figura 09 – Diagrama de relacionamento.	25
Figura 10 – Diagrama de inter-relação da organização com códigos e símbolos.	26
Figura 11 – Diagrama de arranjo de atividades (a) e diagrama de relações de espaços (b).	27
Figura 12 – Leiaute do setor de pastilhas.	29
Figura 13 – Etapas para a realização do estudo.	30
Figura 14 – Leiaute e demarcação da ocupação dos equipamentos.	33
Figura 15 – % acumulada da produção de pastilhas – 2023.	37
Figura 16 – Carta de fluxo de processos de setor de pastilhas.	38
Figura 17 – Abastecimento das preformadeiras.	39
Figura 18 – Fluxo de pastilhas (Leiaute Atual).	41
Figura 19 – Diagrama do Fluxo de Produção do Setor de Pastilhas.	42
Figura 20 – Carrinhos utilizados para movimentação de materiais.	48
Figura 21 – Diagrama de relações das máquinas.	49
Figura 22 – Diagrama das atividades.	50
Figura 23 – Diagrama de inter-relações entre espaços.	52
Figura 24 – Alternativa A	54
Figura 25 – Alternativa B	55
Figura 26 – Gráfico das distâncias percorridas pelos operadores.	58

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Histórico de produção ano 2023	39
Quadro 2 – Principais problemas do leiaute atual	55
Quadro 3 – Vantagens e desvantagens	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estrutura leiaute Atual	36
Tabela 2 – Ocupação corredores	38
Tabela 3 – Distâncias dos principais fluxos de pastilhas	45
Tabela 4 – Distância percorridas pelos operadores	46
Tabela 5 – Comparação dos fluxos de pastilhas entre os três leiautes	56
Tabela 6 – Comparação da ocupação dos maquinários entre os três leiautes	59

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1	JUSTIFICATIVA	14
1.2	OBJETIVOS	16
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral</b>	<b>16</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>16</b>
1.3	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	17
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>18</b>
2.1	CONCEITO DE LEIAUTE	18
2.2	TIPOS DE LEIAUTE	18
<b>2.2.1</b>	<b>Leiaute Posicional</b>	<b>18</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Leiaute por Produto</b>	<b>19</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Leiaute por Processo</b>	<b>20</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Leiaute Celular</b>	<b>21</b>
<b>2.2.5</b>	<b>Leiaute Misto</b>	<b>22</b>
2.3	MÉTODO SLP - PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE LEIAUTE	23
<b>2.3.1</b>	<b>Dados de entrada</b>	<b>24</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Fluxo de materiais</b>	<b>25</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Inter-relações de atividades</b>	<b>25</b>
<b>2.3.4</b>	<b>Diagrama de inter-relações</b>	<b>26</b>
<b>2.3.5</b>	<b>Espaço necessário e espaço disponível</b>	<b>27</b>
<b>2.3.6</b>	<b>Diagrama de inter-relações de espaços</b>	<b>27</b>
<b>2.3.7</b>	<b>Considerações de mudança</b>	<b>28</b>
<b>2.3.8</b>	<b>Limitações práticas</b>	<b>28</b>
<b>2.3.9</b>	<b>Avaliação de alternativas</b>	<b>28</b>
<b>3</b>	<b>PROPOSTA DE TRABALHO</b>	<b>29</b>
3.1	CENÁRIO ATUAL	29
3.2	PROPOSTA DE TRABALHO	31
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>32</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO SETOR	32

4.2	ESPAÇO FÍSICO	32
4.3	APLICAÇÃO DOS PASSOS METODOLÓGICOS DO SLP NO SETOR	35
4.3.1	Coletas de dados de entrada	35
4.3.2	Fluxo dos materiais	40
4.3.3	Inter-relações de atividades	45
4.3.4	Diagrama de relacionamento	47
4.3.5	Diagrama de inter-relações de espaço	48
4.3.6	Avaliação de alternativas	49
5	CONCLUSÃO	56
	REFERÊNCIAS	58
	ANEXO A - LEIAUTE ATUAL	60
	ANEXO B - NÚMERAÇÃO DO EQUIPAMENTO	61
	ANEXO C - OCUPAÇÃO DAS MÁQUINAS	62
	ANEXO D – COMPARAÇÃO DOS FLUXO PASTILHAS	63
	ANEXO E - LEIAUTE ATUAL	64
	ANEXO F – DIAGRAMA DE INTER-RELAÇÕES	65
	ANEXO G - LEIAUTES PROPSTOS	66
	ANEXO H - TABELA DISTÂNCIA PERCURSO DO OPERADORE	67

## 1 INTRODUÇÃO

As organizações estão buscando constantemente oportunidades de melhorias, pois estão inseridas em ambientes dinâmicos, competitivos e de incertezas, sendo necessário aperfeiçoamento contínuo da prática de gestão. Diante desta busca, o *layout* faz parte da área de manufatura e determina, por exemplo, a forma de organização para alcançar a minimização de tempo de produção. Por meio do *layout* estuda-se também fraquezas dentro do processo produtivo e se determina o problema da baixa produtividade, de fato utilizar o *layout* como uma ferramenta competitiva pode ser considerado um diferencial (MOREIRA, 2017).

Conceitualmente Moreira (2017) destaca que o estudo de *layout* é a reestruturação do espaço físico das empresas, para um posicionamento de equipamentos com uma sequência ideal, evitando os desperdícios. Os desperdícios devem ser vistos como atividades que não agregam valor e qualidade aos produtos ou serviços, e segundo Liker (2005) podem ser compilados em sete categorias, que são a perda por superprodução, a perda por transporte, perda por processamento, perda por fabricar produtos defeituosos, perda por estoque, perda por espera e por fim perdas por movimento.

Por meio desse conceito verifica-se que oportunidades de melhoria de *layout* tem interface com outras áreas, como controle, qualidade, manutenção, vendas, produção e financeira. Na prática, estudos de *layout* extrapolam a busca pelo melhor arranjo físico para um conjunto momentâneo de produtos a serem produzidos, um *layout* pode tolerar, por exemplo, pouco controle da produção ou grande variação na demanda de itens. Contudo, quando o *layout* não for adequado, problemas podem surgir, como deficiências na qualidade, falta de itens, paradas no fornecimento, insatisfação do operador e consumidor externo, atrasos no processo de produção, filas e custos relacionados a ineficiência da realização das tarefas (CARRASCO 2018).

Existem restrições ao se otimizar um *layout*, tais como espaço, infraestrutura disponível, equipamentos e estoques em processo, portanto é necessário focar nos objetivos de cada organização. A definição do tipo de *layout* de um sistema de produção a ser implantado é feita de acordo com as necessidades da manufatura, levando em consideração o tipo do produto, as características do processo de fabricação e o volume de produção (NEUMANN; SCALICE, 2015).

O presente trabalho apresenta um caso de análise realizado dentro de uma empresa de grande porte do setor metalúrgico, tratando de aspectos relacionados ao seu *layout* industrial. O ambiente escolhido para esse assunto é o setor de pastilhas de freio, que consiste em

operações de preformadeiras, prensas, retíficas de espessura, fornos para cozimento e embalagem. A ideia sobre o estudo parte da premissa observacional de um fluxo desordenado, com perdas no ciclo de produção dos produtos. As pequenas alterações feitas no decorrer dos últimos cinco anos no setor consolidaram uma produção de alto volume, mas esse aumento da sua capacidade produtiva sem a análise total dos fluxos e equipamentos, geram ineficiências para que a empresa atinja todo o seu potencial.

A empresa vem se mantendo entre as mais fortes do mercado e, com isso, a redução de custos e o aumento da produtividade viram uma obsessão. Não olhando apenas à alta produção, mas uma boa ergonomia desfruta resultados satisfatórios. É pretendido buscar sempre um equilíbrio tanto do operador quanto da máquina e sempre levar como prioridade a busca pelo melhor. Pensando desse modo o objetivo principal do estudo, é propor um novo arranjo para o setor, levando em conta alguns princípios da produção enxuta e o conceito SLP (*Systematic Layout Planning*) buscando seguir o roteiro proposto nas principais teorias, com ênfase em maximizar a utilização das áreas disponíveis e otimizando os fluxos de materiais e de pessoas.

Pretende-se apresentar neste trabalho, a introdução: fazendo com que o leitor se interaja do assunto, a justificativa: explicando o porquê do tema e da linha de operação proposta, o objetivo geral e específico, a fundamentação teórica: detalhando todo o assunto para que o leitor tenha um conhecimento sobre o que estará lendo, a proposta de trabalho, os resultados obtidos e a conclusão.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

As empresas tendem a se manter entre as maiores do mercado, oferecendo normalmente, estudos dentro da produção a fim de buscar processos cada vez mais otimizados, com mínimo possível de perdas e o máximo em qualidade e produtividade. O layout industrial desempenha papel importante neste contexto, tendo em vista que a disposição física de máquinas, equipamentos, áreas de circulação, áreas de estoque e pessoas influenciam diretamente na eficiência de uma operação. Em meio a esta necessidade de constante aperfeiçoamento, as empresas procuram métodos como SLP, para alcançar o máximo resultado possível dos processos produtivos Gerlach (2013).

Mudanças de *layout* possibilita a reorganização e otimização dos processos produtivos da melhor forma. Rodrigues, Oliveira, Mendonça, Silva e Andrade (2019) desenvolveram um estudo do atual *layout* do setor produtivo de uma fábrica de calçados, e a partir de sua análise,

propuseram um novo arranjo, evidenciando os pontos críticos que deveriam ser melhorados, pois, impactavam diretamente e indiretamente nos processos da empresa, por fim pode-se reduzir a movimentação de transporte, pessoas e produtos, eliminar a espera de lotes ou processos e reduzir o espaço disponível.

Borges, Moura, Meinheim, Carlini e Oliveira (2019), conseguiram desenvolver a metodologia SLP - *Systematic Layout Planning* para gerar novo arranjo físico para uma indústria da área têxtil, alinhando a eficiência produtiva aos conceitos de qualidade nos produtos acabados. Os resultados apresentam as características do novo *layout* que foi projetado, de modo a utilizar o espaço disponível, onde foi possível manter os corredores dentro do estabelecido pela norma, além de projetar os maquinários e postos de trabalho de modo a promover um fluxo mais objetivo e eficiente, reduzindo, assim, a movimentação desnecessária de materiais e pessoas.

O projeto do *layout* de fábrica utiliza diversas informações do ambiente produtivo em estudo como base para gerar alternativas viáveis de melhoria para as operações, assim sendo, Zanetti e Risso (2019) apresentaram possibilidades de arranjo físico formadas mediante ao uso do modelo de Planejamento Sistemático de Layout (SLP), para definir qual cenário apresentaria o melhor ganho em termos de deslocamento de materiais e operadores. Os resultados obtidos indicaram que cada *layout* possuía vantagens e desvantagens particulares, de acordo com os indicadores de desempenho quantitativos relacionados à movimentação.

A busca de otimização de processos, redução de custos, minimização de desperdícios e um *layout* eficiente também levaram Lage, Souza, Vieira e Cota (2020) a propor uma alteração no layout no setor de uma marmoraria, com o intuito de proporcionar melhorias no fluxo das operações de acordo com os princípios da produção enxuta e arranjo físico. Com a formulação da proposta de melhoria no *layout*, obteve-se uma redução de até 56% no total de distância percorrida pelas peças entre os setores da marmoraria e uma reorganização dos fluxos, melhoria na disposição das máquinas, equipamentos e pessoas dentro da planta produtiva.

A análise por Lazzarin, Monaro e Satolo (2024) foi feita em uma empresa de setor metalúrgico prestadora de serviços de corte a laser, que tinha como objetivo implantar os princípios e conceitos da produção enxuta para reorganizar o *layout* industrial de seus processos. As ferramentas aplicadas concederam ganhos visíveis como: redução de estoques em processo e final, estabelecimento de fluxo puxado e nivelado de produção.

O setor de corte pode ser identificado como um dos principais setores de uma empresa de confecção. Qualquer economia ou perda nesta etapa do processo acarretará em grande impacto nos resultados da empresa, de modo que o tecido é a matéria prima mais representativa

do processo produtivo, sendo ele o mais representativo no custo do produto. A inserção de uma máquina de corte automatizada dentro de uma estrutura já existente, que propicie o aumento da qualidade e da produtividade, poderá impactar diretamente no custo do produto.

Os artigos citados acima não fogem do contexto deste trabalho, os problemas identificados em cada situação, gerava dores para as suas empresas, e com ajuda das ferramentas fizeram o mapeamento das dificuldades e possíveis melhorias. Ao fim, todos provaram que existiam perdas nos processos de produção, movimentos excessivos e deslocamento desnecessários, interrompendo o fluxo das atividades.

A empresa analisada percebe-se também uma deficiência no planejamento de layout, ocasionando movimentação desnecessária de materiais. Assim, pretende-se abordar esse problema especificamente para a produção de pastilhas, com a proposição de uma solução por meio do método SLP e dos princípios da produção enxuta. Essa proposta deve otimizar a produtividade e minimizar a movimentação de materiais, diminuindo as perdas produtivas e aumentando a competitividade da empresa.

## 1.2 OBJETIVOS

No seguinte tópico serão apresentados os objetivos gerais e específicos que almeja atingir.

### 1.2.1 Objetivo geral

O objetivo do trabalho é desenvolver um estudo para identificar benefícios na mudança de *layout* em uma empresa fabricante de pastilhas de automóveis.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Do objetivo geral derivam-se os específicos como sendo:

- a) Identificar problemas no *layout* atual;
- b) Aplicar a metodologia SLP;
- c) Propor um novo layout para o espaço estudado;
- d) Comparar e analisar os cenários (atual e os propostos).

### 1.3 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Esse trabalho está organizado por meio de uma abordagem descritiva, visto que analisa dados diretos e indiretos para elaboração do fluxo de processo e análise do valor agregado. Além disso, a natureza pode ser classificada como qualitativa, visto que utiliza dados de entrevistas e mapas mentais para aplicação das ferramentas usadas. O trabalho aplica o método da pesquisa-ação. Thiollent (1997) aponta as seguintes fases da pesquisa-ação:

- a) Fase exploratória, para diagnóstico da situação atual;
- b) Fase de planejamento, para proposição de pontos críticos;
- c) Fase de ação, para resolução de pontos críticos;
- d) Fase de avaliação, para observação e ajustes.

No caso deste trabalho, a fase exploratória contemplará o mapeamento dos processos e fluxo das atividades a serem estudados. Para tanto, a representação será por meio de entrevistas semiestruturadas com os principais executores dos processos analisados e com o gestor da área, esses dados levantados permitirá uma compreensão aprofundada dos processos e das áreas que podem precisar de melhorias.

Após a fase inicial, os pontos críticos serão expostos e analisados encontrando uma melhor performance para arranjo físico visando método SLP. Movimentos e deslocamentos desnecessários terão uma maior atenção na análise.

Por fim, o estudo está focado em desenvolver ações para melhoria do layout do setor, tendo como objetivo deste estudo promover uma análise comparativa entre o arranjo físico existente com o novo proposto.

Como delimitações, esse trabalho apresenta alguns aspectos que acabarão nos restringindo a dados e informações complementares. A coleta de dados, serão avaliados somente um turno, visando o horário de trabalho. A mudança de layout não será cumprida por se tratar de apenas um estudo, o novo método será apenas simulado, com a ajuda de planilhas e da metodologia.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico será apresentado detalhadamente uma introdução ao estudo de leiaute, com métodos de planejamento e tipos básicos de leiaute. Engloba também as metodologias para planejamento de leiaute e os impactos e melhorias que as mudanças podem ocasionar.

### 2.1 CONCEITO DE LEIAUTE

A importância de estudo do problema leiaute do ponto de vista econômico, um arranjo bem definido dentro de uma indústria pode ajudar a reduzir significativamente os custos de produção. A reorganização do leiaute deve ser uma atividade regular em qualquer organização que queira ser competitiva e eficiente no seu ramo de atividade, principalmente devido aos desenvolvimentos tecnológicos que criam novas máquinas e equipamentos, tornando obsoletos algumas atividades.

### 2.2 TIPOS DE LEIAUTE

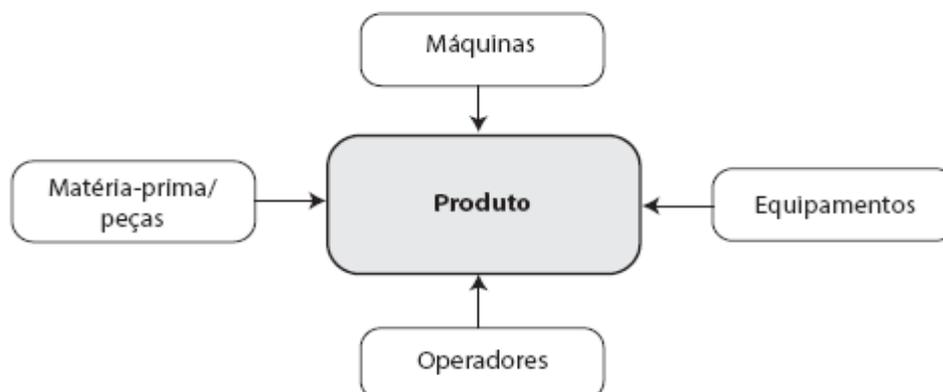
Os modelos de leiaute encontrados na literatura envolvem pessoas, máquinas, processos e produtos. As escolhas através desses fatores de produção têm o potencial de induzir a eficiência produtiva e, com isso, melhorar o desempenho das organizações, Batessini (2016).

Baseado em Neumann e Scalice (2015) os leiautes são encontrados categorizados em cinco grupos convencionais: por produto, celular, posicional, mistos e por processo. As características de volume e variedade de uma operação vão reduzir a escolha, à grosso modo, a uma ou duas opções. Logo, a decisão sobre qual arranjo específico escolher é influenciada por um entendimento correto das vantagens e desvantagens de cada um.

#### 2.2.1 Leiaute Posicional

Esse tipo de leiaute, é utilizado quando o produto a ser fabricado tem o peso ou formato com dimensões muito grandes e tem que permanecer numa posição fixa, não podendo ser facilmente deslocado, como na produção de navios e na montagem de maquinários de grande porte. O mesmo conceito pode ser aplicado em projetos de serviços, como uma UTI ou em uma sala de operações de um hospital, onde temos o paciente posicionado ao centro dos equipamentos, e os médicos trabalhando ao seu redor. A Figura 1 ilustra esquematicamente este tipo de leiaute.

Figura 1 - Exemplo de leiaute posicional



Fonte: Livro Projeto de Fábrica e Layout (2015)

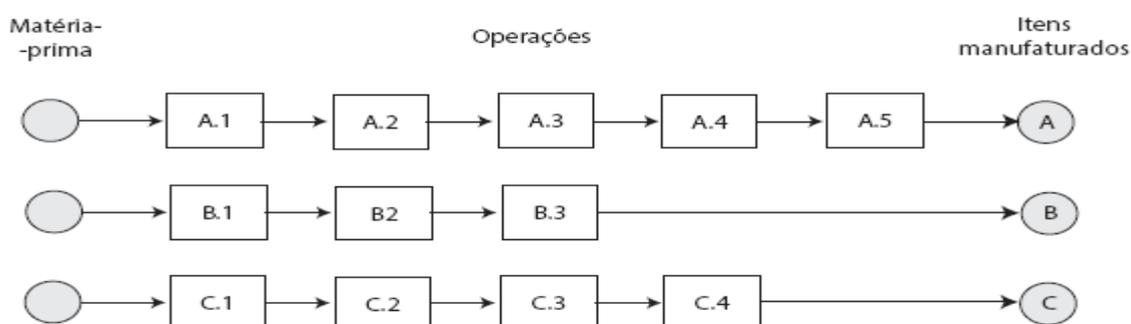
Este tipo de arranjo exige a movimentação de mão de obra, máquinas e equipamentos, o que acarreta custos elevados, pois os recursos são utilizados de forma ineficiente. No entanto, não há outra opção, pois o produto não pode ser movido.

### 2.2.2 Leiaute por Produto

O leiaute por produto, também denominado linha de produção ou linha de montagem, procura definir a sequência em que os recursos produtivos devem ser estabelecidos de modo a processar o produto, cliente ou informação. Alguns exemplos de arranjo físico por produto: montagem de automóveis, programa de vacinação em massa e restaurante *selfservice*.

A Figura 2 ilustra a fabricação em uma linha de produção dos itens (A, B e C).

Figura 2 - Exemplo de leiaute por produto



Fonte: Livro Projeto de Fábrica e Layout (2015)

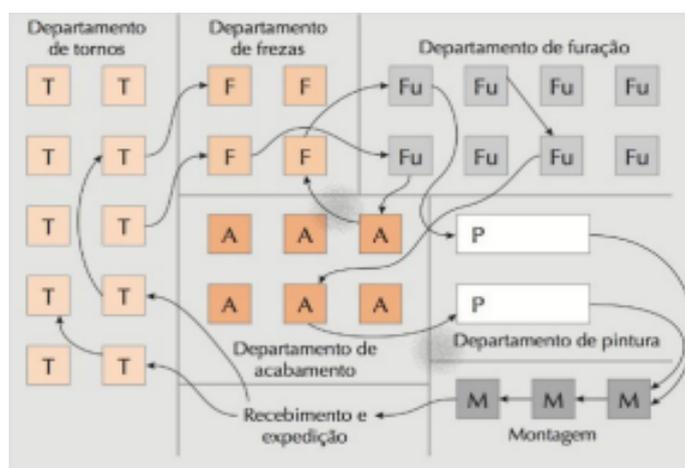
De acordo com Júnior (2019), as principais vantagens deste leiaute são os altos índices de produtividade e a possibilidade de implementar um alto nível de automação. O principal ponto negativo é que esse leiaute não é muito flexível e não tolera alterações nas especificações dos produtos fabricados. Essas linhas precisam estar altamente sincronizadas e a falha no funcionamento dos equipamentos faz com que a linha de produção seja interrompida.

### 2.2.3 Leiaute por Processo

Trata-se do leiaute mais comum encontrado nas indústrias. Também é conhecido como arranjo funcional, ele consiste na formação de departamentos ou setores especializados na realização de determinadas tarefas, no qual se agrupam todas as máquinas e operações semelhantes criando seções dedicadas. Suas principais características são que máquinas e equipamentos ficam fixos e o produto se movimenta e as máquinas e equipamentos são agrupados por função.

Embora de fácil implementação, esta configuração não é muito eficaz. Esse modelo leiaute é utilizado muito na indústria metalomecânica, e em hospitais, onde são divididos em pediatria, radiologia, ortopedia e outros.

Figura 3 - Exemplo de leiaute por processo



Fonte: Livro Projeto de Fábrica e Instalações Industriais (2019)

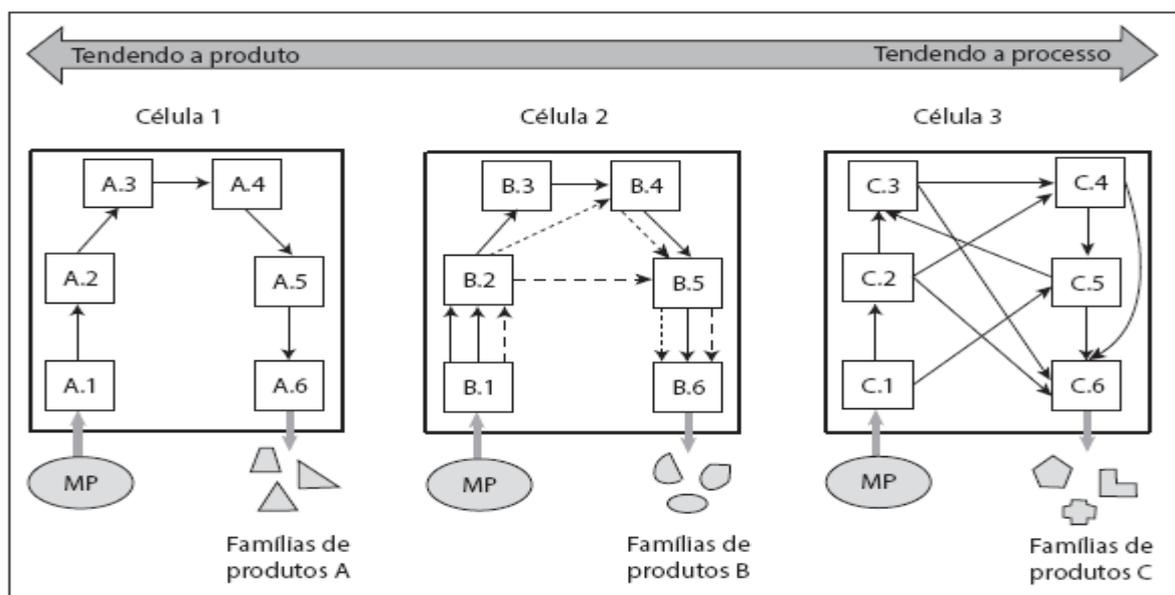
A principal característica desse arranjo é a capacidade de adaptação a novos ambientes. Isto significa que o *mix* de produtos pode adaptar-se de forma flexível às mudanças do mercado.

## 2.2.4 Leiaute Celular

O leiaute celular é uma combinação entre o linear e o funcional. Pois ao mesmo tempo que separa os setores por operações específicas, procura ordenar uma sequência de produção. Ao mesclar esses dois processos de produção, o layout celular otimiza a agilidade do sistema. Para efeito, são criadas células produção com objetivo de gerar mini fábricas para diferentes famílias de produtos. O leiaute celular como um tipo de layout com o objetivo de montar mini fábricas para diferentes famílias de produtos.

. O leiaute físico de uma célula em “U” é o mais conhecido, mas muitas formas variadas são possíveis. Alguns exemplos onde se aplica o arranjo físico celular: empresas manufatureiras de empresa de computador, áreas para produtos específicos em supermercado, maternidade em um hospital.

Figura 4 - Exemplo de leiaute por células



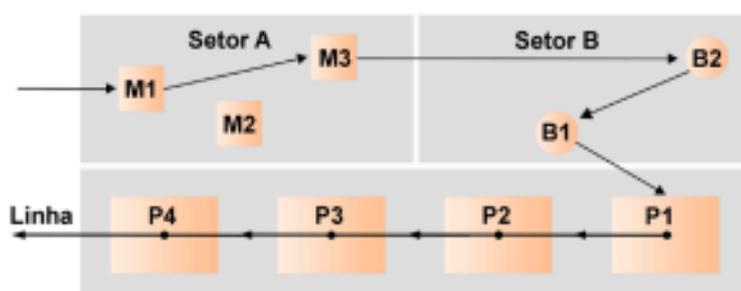
Fonte: Livro Projeto de Fábrica e Layout (2015)

Com a célula procura-se confinar os fluxos (movimentação de materiais) a uma região específica da planta, reduzindo assim os efeitos negativos de fluxos intensos através de longas distâncias.

### 2.2.5 Leiaute Misto

O leiaute misto, como o próprio nome sugere, é a combinação ou junção de dois ou mais arranjos físicos. Os autores Neumann e Scalice (2015) comentam que isso se deve ao fato de cada setor da empresa possuir processos com necessidades distintas entre si, em termos de volume de produção e de variedade de itens a serem produzidos, ou na finalidade do leiaute a ser projetado.

Figura 5 - Exemplo de leiaute (produto e linha) combinados



Fonte: Livro Projeto de Fábrica e Instalações Industriais (2019)

### 2.3 MÉTODO SLP - PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE LEIAUTE

Muther (1978) define o método SLP sendo uma organização de projetos de arranjo físico, que consiste em uma estruturação de fases, de um modelo de procedimentos e de uma série de convenções para identificação, avaliação e visualização dos elementos e das áreas envolvidas no planejamento. Simplificando, o SLP é uma ferramenta que auxilia indivíduos na tomada de decisão quanto ao melhor posicionamento das instalações, máquinas, equipamentos e pessoal na linha de produção.

Todo o projeto deve passar por quatro fases, que deverão ser convenientemente verificadas e aprovadas. Esse nível de detalhamento é dividido da seguinte forma:

Fase I - Localização. Determina a localização da área para a qual se fará o planejamento das instalações.

Fase II - Arranjo físico geral. Estabelece a posição relativa entre as diversas áreas. Nesta fase os modelos de fluxo e as áreas são trabalhados em conjunto de forma que as inter-relações e a configuração geral da área sejam estabelecidas (layout grosseiro).

Fase III - Arranjo físico detalhado. Localização de cada máquina e equipamento, espaço de trabalho dos operadores, área de estoque, etc.

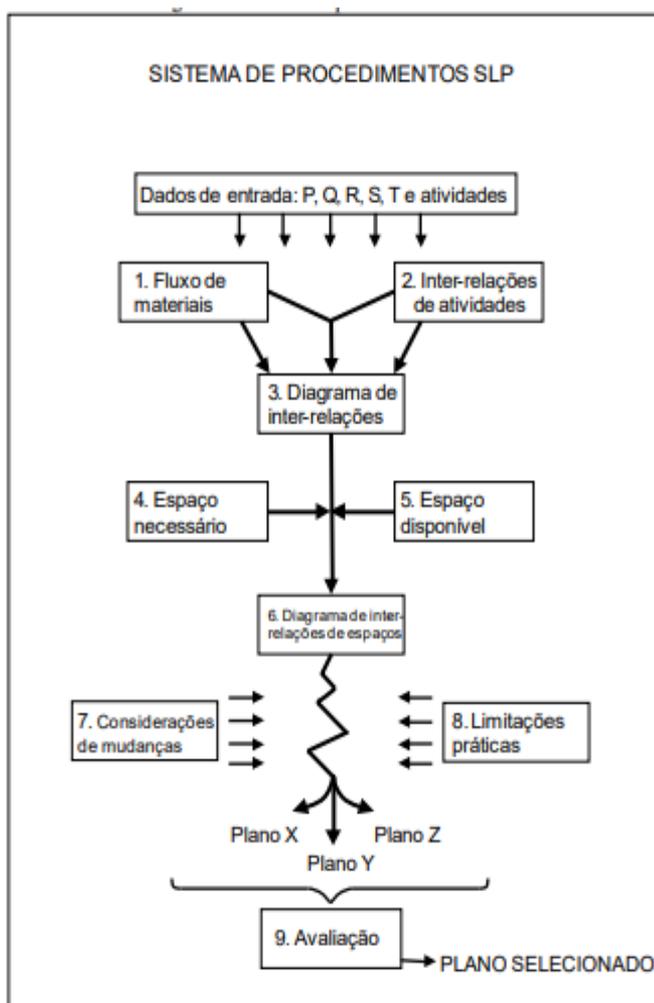
Fase IV - Implantação. Movimentação das máquinas, equipamentos e recursos, a fim de que sejam instalados conforme o planejamento.

Costa (2014) ressalta que o modelo de procedimentos do SLP deve estar apoiado em três conceitos fundamentais para gerar qualquer projeto:

- a) Inter-relações – grau relativo de dependência ou proximidade entre as atividades;
- b) Espaço – quantidade, tipo e forma ou configuração dos itens a serem posicionados;
- c) Ajuste – arranjo das áreas e equipamentos da melhor maneira possível.

Esses três princípios são a essência de qualquer planejamento, independente do produto, processo ou extensão do projeto (Muther, 1978). Outros dados de entrada no SLP são as atividades ou elementos considerados partes do arranjo físico, tais como operações, funções, áreas, setores e características dos prédios. Todos esses dados estão sintetizados na Figura 6.

Figura 6 - Procedimento de planejamento sistemático do arranjo físico (SLP)



Fonte: Muther (1978)

### 2.3.1 Dados de entrada

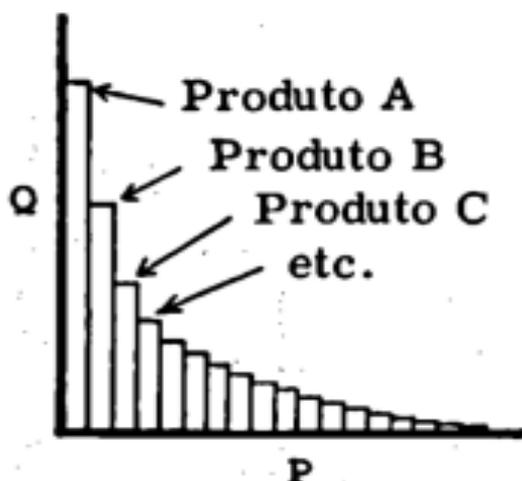
Os dados de entrada são as variáveis que devem ser levadas em consideração antes do início da análise do arranjo físico. Além das atividades do processo de produção, os outros dados de entrada são representados pelas letras PQRST, que significam: produto (P), quantidade ou volume de produção (Q), roteiro ou sequência do processo de produção (R), serviços de suporte (S) e tempos envolvidos na produção (T), Muther (1978).

Os problemas de arranjo físico geralmente recaem em dois elementos básicos:

- a) Produto (ou material ou serviço) que é produzido ou feito;
- b) Quantidade (ou volume) o quanto de cada item deve ser feito;

Esses elementos, são responsáveis por todas as características, fatores e condições do planejamento. É necessário, portanto, coletar fatos, estimativas e informações sobre esses dois elementos. Um método para levantamento e análise dos dados é a curva P-Q.

Figura 7 - Diagrama P - Q

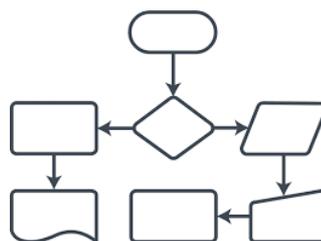


Fonte: Muther (1978)

### 2.3.2 Fluxo de materiais

O fluxo de materiais quase sempre se torna o fator predominante de decisão no projeto do arranjo físico. Devem-se identificar os fluxos através das áreas envolvidas, de acordo com a sequência e a intensidade do deslocamento do material. As principais ferramentas utilizadas nessa etapa são aquelas destinadas à análise do fluxo de processos, tais como: fluxograma, carta de processos múltiplos, carta “de-para”, mapofluxograma, etc;

Figura 8 - Simbologia para Fluxograma



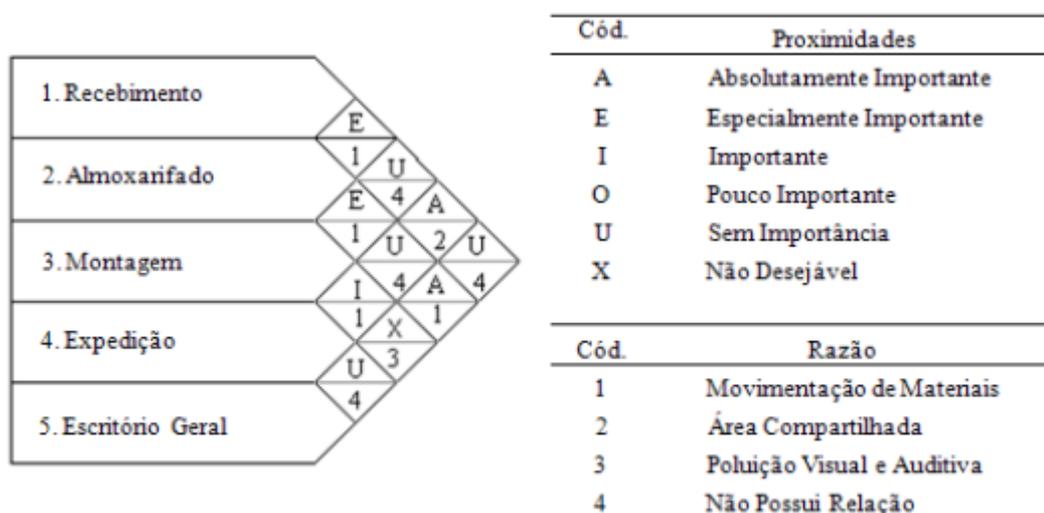
Fonte: Muther (1978)

O fluxograma tende a organizar as atividades de forma sequencial e com descrição dos responsáveis por cada uma.

### 2.3.3 Inter-relações de atividades

Esta é uma análise mais qualitativa, que procura identificar a importância da proximidade relativa entre as áreas. A ferramenta indicada para essa tarefa é conhecida como carta de interligações preferenciais, consiste em uma matriz triangular onde se apresenta o grau de proximidade e razão de importância entre cada par de atividades, áreas ou funções. A utilização deste diagrama auxilia a organização de forma conveniente das decisões de proximidade necessárias entre as várias atividades. A classificação das inter-relações utiliza as letras A, E, I, O, U e X, as quais representam, respectivamente, diferentes e decrescentes graus de importância, como foi sugerido por Wheeler e Muther (2000).

Figura 9 – Diagrama de relacionamento

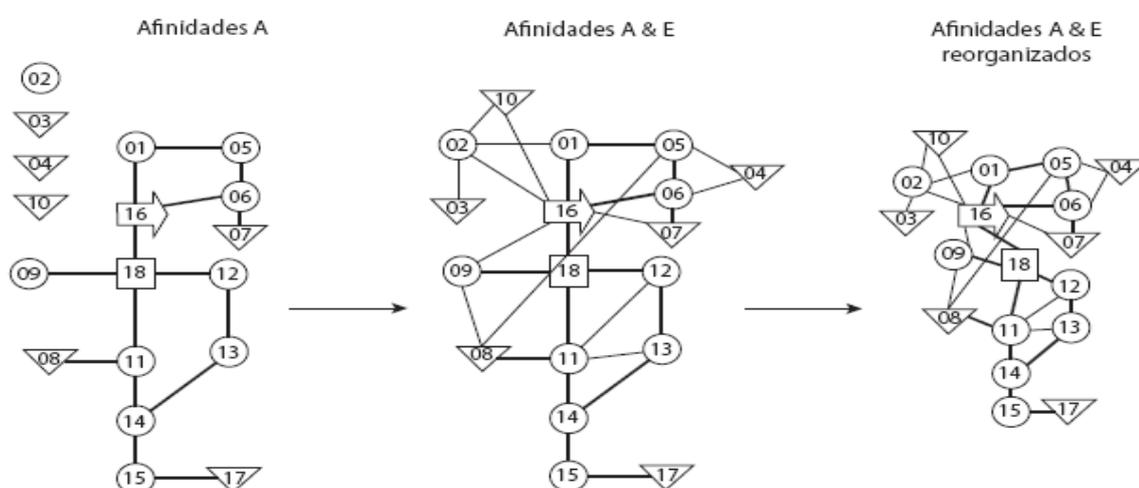


Fonte: Muther; Wheeler (2000)

### 2.3.4 Diagrama de inter-relações

O diagrama de inter-relações é uma ferramenta que procura integrar o mapeamento do fluxo de materiais de acordo com sua importância e proximidade. Utiliza-se símbolos, para representar as atividades, e códigos de linha, para indicar o grau de proximidade entre estas, conforme a Figura 10.

Figura 10 - Diagrama de inter-relação da organização com códigos e símbolos



Fonte: Livro Projeto de Fábrica e Layout (2015)

### 2.3.5 Espaço necessário e espaço disponível

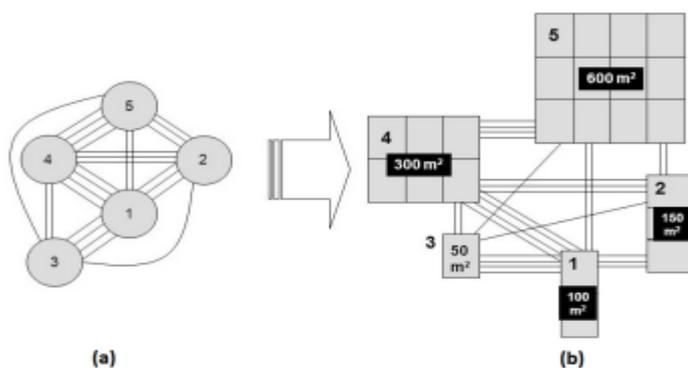
É a determinação do espaço requerido para alocação de máquinas e equipamentos. Para Moreira (2017) o leiaute deve permitir o uso adequado do espaço disponível. Há uma integração geral entre as partes de um centro, com relação à dimensão do espaço, à forma e aos demais elementos relacionados na configuração. Ritziman (2004) complementa, proporcionar uma atmosfera agradável também deve ser parte das decisões sobre a configuração do arranjo físico.

### 2.3.6 Diagrama de inter-relações de espaços

É a análise do espaço disponível para a instalação de máquinas e equipamentos (Bordón, 2021). Para essa etapa deve-se substituir as informações espaço levantadas o fluxo de processos e o diagrama de inter-relações entre as atividades, substituindo os símbolos das

atividades pelo espaço necessário para instalação daquela área de trabalho, fazendo as devidas modificações para se adequar ao espaço.

Figura 11 – Diagrama de arranjo de atividades (a) e diagrama de relações de espaços (b).



Fonte: Corrêa (2009).

### 2.3.7 Considerações de mudança

Nesta fase, o diagrama de inter-relações é aplicado com o objetivo de gerar um arranjo físico prévio, considerando que o espaço requerido já foi devidamente balanceado com o espaço disponível;

### 2.3.8 Limitações práticas

Para analisar a viabilidade dos projetos de leiaute, cada consideração de mudança que houver deve ser comparada com as limitações práticas referentes a custos, restrições técnicas, segurança, etc;

### 2.3.9 Avaliação de alternativas

Ao final do procedimento, os diferentes planos alternativos que forem gerados devem ser avaliados, ponderando seus benefícios e limitações. A avaliação permite ao tomador de decisão, entender qual será a melhor forma de organizar sua fábrica, permitindo que todas as etapas anteriores à implantação se realizem até que se encontre o melhor resultado possível. Sendo assim, podendo reduzir custos, poupar material e pessoal necessário, otimizando processos operacionais, além de permitir a administração da relação espaço e tempo de modo próprio para cada indústria e seu objetivo.

### 3 PROPOSTA DE TRABALHO

Nessa etapa serão citadas algumas dificuldades que a empresa enfrenta com a estrutura de leiaute atual. Também será feita a descrição detalhada da proposta do estudo em questão.

#### 3.1 CENÁRIO ATUAL

A empresa de autopeças consta com sete fábricas na planta, todas com suas diversidades. A área de pastilhas freio é a escolhida para esse estudo, por apresentar operações de fácil compreensão. O setor em questão trabalha em um sistema de produção em massa, ou seja, tem muita procura e altíssima demanda para seus produtos, produzindo para gerar estoques. As famílias de pastilhas têm seu fluxo de processos em grande parte semelhante, mas em alguns momentos podem ter sua variação, como por exemplo pastilhas com ou sem chanfro. Peças de exportação, reposição e montadora também tem seus fluxos, tendo assim um controle mais rigoroso convergente com o que o cliente solicita.

Para melhor entendimento, abaixo encontra-se o leiaute do setor de pastilhas. A Figura 12, apresenta a ocupação e a posição do maquinário.

Figura 12 - Leiaute do setor de pastilhas.



Fonte: Leiaute 2D feita ferramenta AutoCAD.

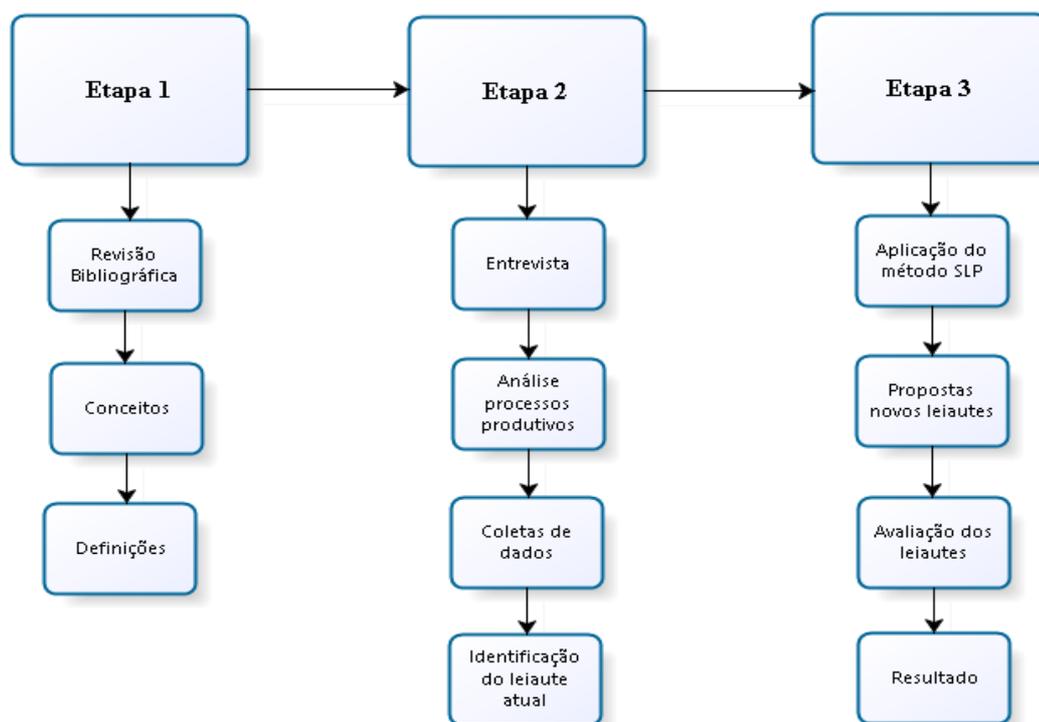
A planta atual do setor está distribuída em um espaço aproximado de 2140 metros quadrados de área coberta. Pode-se verificar na Figura acima, que o leiaute possui seus postos de trabalho bem definidos e com visual organizado. Mas sabemos que o arranjo físico em questão, passou por diversas aplicações e mudanças no decorrer dos 6 anos, e não foram realizados estudos adequados de leiaute para favorecer o fluxo de pessoas, matéria-prima e produtos dentro da planta. Assim sendo, o arranjo atual possui vários problemas. Podendo citar alguns mais críticos, para melhor entendimento da situação:

- a) Espaço para movimentação de materiais inadequado, existem locais onde o fluxo de material possui diversos cruzamentos (é preciso atravessar setores para movimentação de materiais e pessoas);
- b) Processos alocados de forma inadequadas, acarretam deslocamentos excessivos e desnecessários (operador se movimenta constantemente);
- c) Alguns locais são estreitos o que não possibilita o transporte de materiais por carros do tipo transpalete (utiliza-se esforço físico dos operadores o que implica em perda de tempo e no conforto (ergonomia) do operador);
- d) Espaço para processos que não são do habitual, exemplo embalar pastilhas para exportação (falta espaço definido para os processos que fogem da rotina);
- e) Espaço para estoque de produtos acabados (estrados) e semiacabados (carrinhos) (produtos acabam ficando amontoados no setor, muitas vezes colocados nos corredores);
- f) Falta de espaço ou local definido para armazenar matérias primas e acessórios;
- g) Dificuldade na identificação e localização dos lotes (peças).
- h) Dificuldade para fazer o reabastecimento de alguns processos, como por exemplo (abastecimento dos silos preformadeiras).
- i) Descontrole do andamento da produção, não tendo uma sequência lógica e eficiente, alguns momentos deparando com possíveis retrabalhos, gerando atrasos indesejáveis.
- j) Problemas de falta de ergonomia em algumas estações de trabalho, exemplo (movimentos repetitivos).

### 3.2 PROPOSTA DE TRABALHO

O estudo proposto de melhoria de leiaute tem como objetivo solucionar os problemas mencionados nos tópicos acima. Para isso, o trabalho será detalhado e organizado em 3 etapas, conforme pode ser visto na Figura 13.

Figura 13 –Etapas para a realização do estudo.



Fonte: Autor (2023).

A primeira etapa do procedimento foi a pesquisa em materiais já publicados sobre o assunto, com o objetivo de levantar conceitos relevantes para o desenvolvimento do estudo. Nesta etapa foram abordados os conceitos de o arranjo físico, os tipos de arranjo físico e por último a metodologia SLP, compreendendo ser o método que melhor atende a elaboração da proposta de melhoria do novo leiaute.

Na segunda etapa será realizada entrevistas não estruturadas com os gestores da área e alguns operadores para melhor entendimento dos processos e levantamentos de algumas dificuldades que ocorrem no dia-dia na execução do trabalho. Após ser efetuado uma análise dos processos, serão feitas coletas de dados com intuito de registrar o fluxo dos produtos e dos materiais que são utilizados para confeccionar as pastilhas, identificando os processos em que cada uma passa e também a disposição em que eles se encontram no arranjo físico. Além disso, serão realizadas algumas medições de espaços que são cruciais para mensurar a distância percorrida pelos operadores, materiais e produtos. Quantidades de operadores trabalhando na área também deverá ser levantado com os gestores da área.

Na terceira etapa será aplicado o método SLP no objeto de estudo, desenvolvendo os passos referidos no tópico 2.3. Ou seja, irá ser realizado o fluxograma compreender melhor o funcionamento operacional da produção de pastilhas, no segundo momento a elaboração do

diagrama de relações, verificando as relações de proximidade entre os departamentos, em seguida, estabelecer as necessidades de espaço, conforme as especificações de maquinário e de espaço disponível, identificar as relações entre as atividades num diagrama.

Depois da aplicação do método SLP, serão propostos modelos de arranjos físicos onde serão comparados com o atual e, em seguida avaliados para a escolha da melhor proposta. Por fim, serão apontadas as considerações finais por meio dos resultados obtidos.

## 4 RESULTADOS

Neste tópico, são apresentados os resultados obtidos com a aplicação do método SLP no aprimoramento do leiaute dos processos de fabricação em uma indústria de pastilhas.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR

A planta fabril selecionada para este estudo possui uma área total de cerca de 3.000 m<sup>2</sup>. Aproximadamente metade deste espaço é dedicado à produção de pastilhas, enquanto o restante é utilizado para a fabricação de outros produtos. Além disso, a empresa conta com áreas adicionais, como as destinadas à mistura, às plaquetas, área de acessórios e às áreas de apoio relacionadas à produção de pastilhas. Essas áreas complementares estão localizadas em um pavimento ao lado.

O escopo do trabalho abrange uma área de cerca de 1700 m<sup>2</sup>, designada para a instalação de maquinário, áreas de acesso, espaços de armazenamento e zonas operacionais. É importante ressaltar que o desenvolvimento do novo leiaute deve se ater a essa área especificada, sem ultrapassar o limite mencionado.

O setor em questão conta com um quadro de 27 funcionários diretos e 2 indiretos em cada turno, totalizando 58 colaboradores ao longo dos dois turnos de trabalho. O regime de trabalho é de 45 horas semanais, com o primeiro turno iniciando às 06h00min e encerrando às 15h05min, enquanto o segundo turno tem início às 15h05min e termina às 24h10min do dia seguinte.

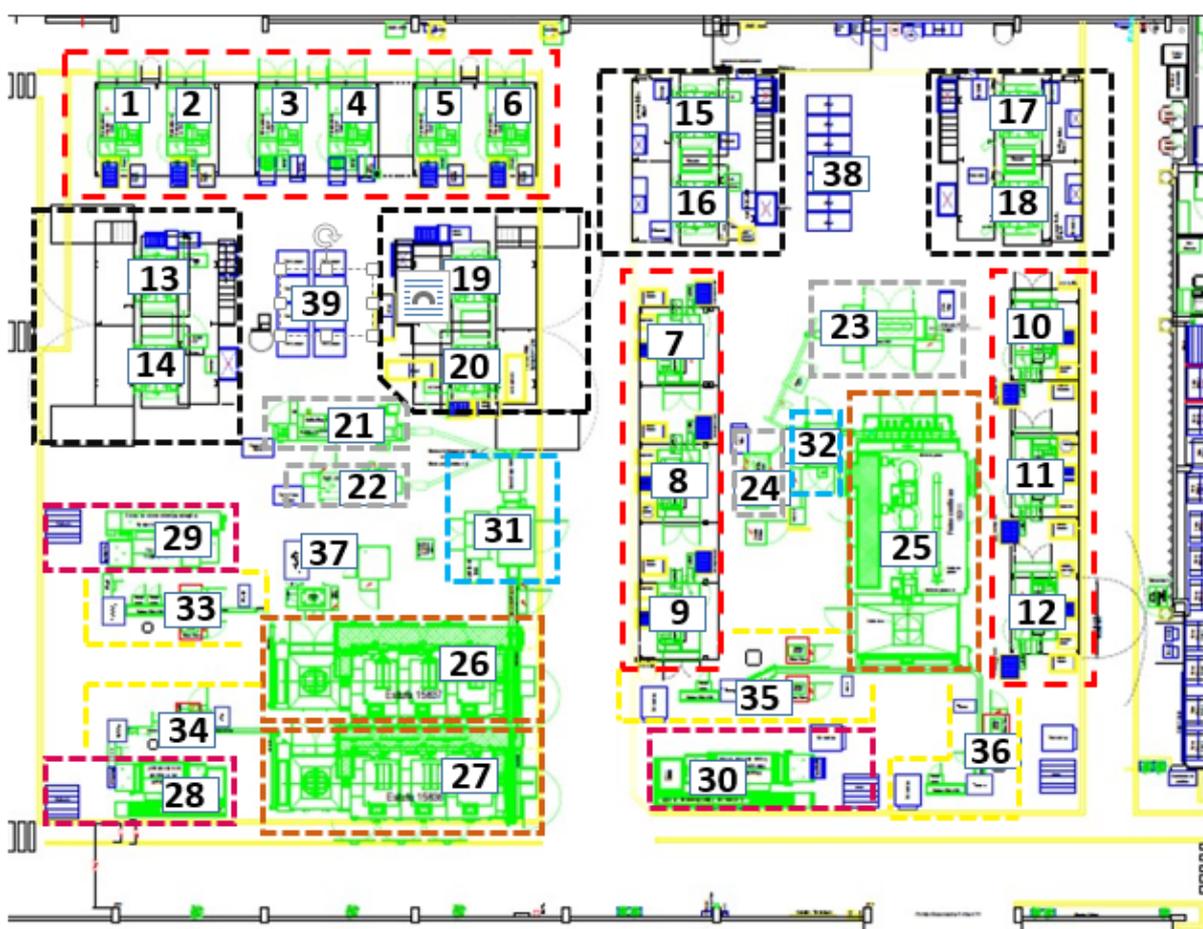
Quanto a capacidade de produção instalada atualmente atinge aproximadamente 40.000 peças por mês, embora a média de produção se mantenha em torno de 30.000 peças mensais. O planejamento da produção é inteiramente conduzido pelo time do PCP, que baseia suas programações tanto na previsão de demanda quanto no controle de estoque, tendo como objetivo atender de forma ágil e precisa as necessidades do mercado. O processo produtivo abrange etapas fundamentais, como prensagem, beneficiamento e embalagem. Todas essas etapas, juntamente com outras, serão detalhadas nos próximos tópicos

### 4.2 ESPAÇO FÍSICO

Com base nas informações coletadas e na análise de dados do setor, observou-se que o arranjo físico do ambiente operacional foi estruturado em células, visando lidar com o alto

volume de produção e o *mix* limitado de produtos. Na imagem fornecida pela empresa, anexo A, é possível notar que o setor está dividido em quatro células, todas equipadas com os mesmos tipos de equipamentos e processos. Tendo em vista que a geração de um novo leiaute só é possível quando se tem conhecimento dos equipamentos e do dimensionamento dos mesmos, foram efetuadas medições nas áreas onde as atividades de produção são realizadas. Em conjunto com a equipe de manutenção, obteve-se as medidas do maquinário. Com o auxílio da planta baixa e anexo B, pode se representar a Figura 14.

Figura 14 – Leiaute e demarcação da ocupação dos equipamentos.



Fonte: Leiaute 2D feita ferramenta AutoCAD.

A medida da área de cada atividade foi realizada conforme a disposição dos equipamentos utilizados, o espaço em que o funcionário conduzia a atividade e o espaço do material em processo ou acabado. Na Tabela 1 observa-se a descrição dos maquinários, a quantidade e a dimensão.

Tabela 1 - Estrutura leiaute Atual

<b>Máquina</b>	<b>Descrição</b>	<b>Qtde</b>	<b>Comp.(m)</b>	<b>Larg.(m)</b>	<b>Ocupação (m<sup>2</sup>)</b>
1 à 6	Preformadeira	12	3,60	2,20	147,4
7 à 12					161,20
13 à 20	Prensa	8	2,30	2,20	247,03
21 à 23	Retífica	4	1,92	6,70	93,38
24			2,76	1,38	8,60
25	Forno	3	13,00	6,00	118,69
26 à 27			4,15	13,40	178,20
28 e 29	Plastificadora	3	2,92	6,38	66,79
30			2,92	8,25	48,03
31	Cabine de Pintura	2	6,20	3,53	41,54
32			2,10	2,23	10,59
33 à 36	Embalagem (orbital + Carimbadora+ Inspeção)	4	1,50	1,35	74,17
37	AR (Prensa + Estufa)	1	3,38	5,23	24,09
38	Armazenamento de peças	14	1,10	0,92	18,45
39		8			15,92

Fonte: Autor (2024)

Um ponto de vista crucial levantado pela gestão é a inoperância das prensas de número 17 e 18 devido à falta de peças, sendo que sua remoção do leiaute é impossibilitada. Além dessas prensas, o setor conta com outros itens indispensáveis, como carrinhos, mesas, armários e uma variedade de equipamentos, os quais, embora não tenham sido avaliados individualmente, foram considerados na análise global da ocupação, juntamente com os maquinários. É importante ressaltar que esses elementos desempenham um papel crucial na eficiência e funcionalidade do ambiente de trabalho, influenciando diretamente no desempenho operacional do setor.

Também na Figura 14 é possível observar corredores cuja função primordial é assegurar a circulação contínua dos materiais e pessoas. Alguns desses corredores é especialmente designado para o acesso das empilhadeiras, responsáveis por movimentar caixas contendo materiais essenciais para o abastecimento dos silos das preformadeiras. Além disso, surge a

questão crítica do setup das prensas, onde os moldes, devido ao seu peso considerável, requerem a assistência das empilhadeiras para serem posicionados corretamente. Portanto, ao conceber o novo leiaute, foi meticulosamente considerado o espaço necessário para a realização eficiente desses setups. Detalhes sobre as áreas ocupadas pelos corredores estão apresentados na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Ocupação corredores

Tipos	Corredor de segurança	Circulação Empilhadeira	Corredores setup	Total de áreas
m <sup>2</sup>	80,20	86,14	214	380,4

Fonte: Autor (2024)

No quadro, é evidente a necessidade de uma ampla área para a movimentação de empilhadeiras, indicando que aproximadamente um quarto da área do setor é ocupada pelos corredores.

#### 4.3 APLICAÇÃO DOS PASSOS METODODOLÓGICOS DO SLP NO SETOR

Os passos a seguir estão relacionados com a sequência apresentada no diagrama de procedimento do SLP, desenvolvida por Muther (1978).

##### 4.3.1 Coletas de dados de entrada

O primeiro passo para as realizações das propostas foi o entendimento de como o arranjo atual funcionava. Esse conhecimento foi adquirido por meio de entrevistas individuais realizadas com as áreas de apoio, como o PCP e os analistas de produção, além de gestores e colaboradores envolvidos diretamente na produção. Essa abordagem permitiu uma análise detalhada das práticas existentes, fornecendo uma base sólida para a formulação de estratégias de melhoria e otimização do novo arranjo.

A seguir, destacam-se os principais tópicos e elementos investigados durante a coleta de dados para o processo de mudança e implementação do leiaute.

- a) Volume de produção e variedade de produtos.

O setor em questão é encarregado da produção de uma grande variedade de referências de pastilhas, embora a maioria siga um fluxo de produção semelhante. No entanto, os produtos se distinguem pelo dimensionamento, pela estrutura dos materiais empregados e também por

tempo de execução de processamento. Para avaliar o volume de produção e a variedade de produtos do setor, foi elaborado a Quadro 2, o qual foi preenchido com dados extraídos do Relatório de Produção Anual de pastilhas. Esse relatório fornecido pelo PCP, apresenta o *mix* de produtos e as quantidades produzidas ao longo de 2023. Para simplificar o quadro foi agrupado as referências que compartilham os mesmos recursos e tempo em famílias, rotuladas de A à Q.

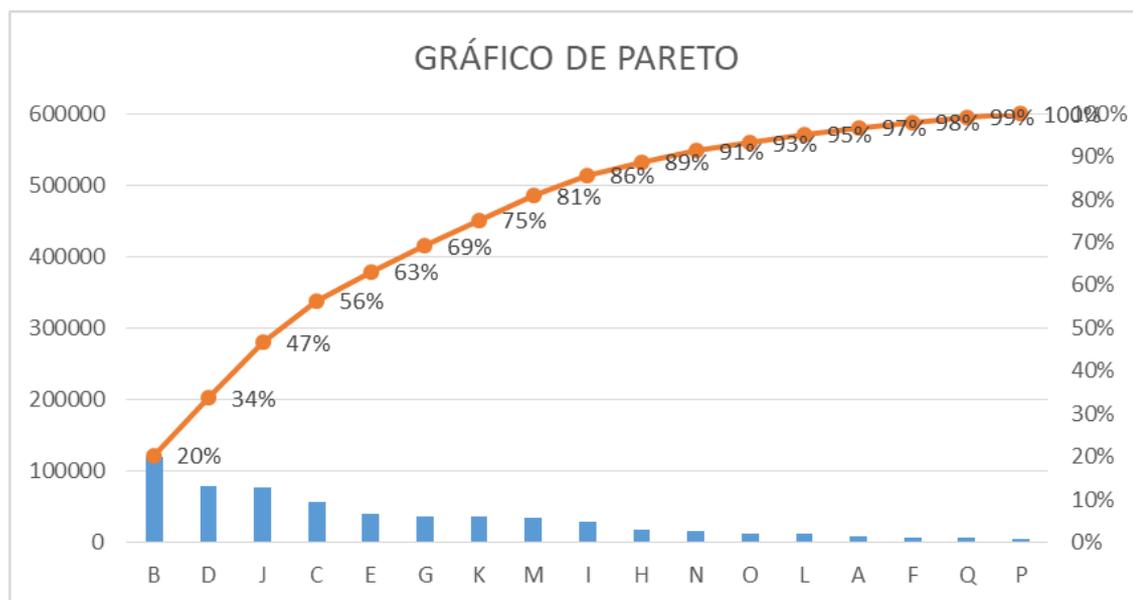
Quadro 1 - Histórico de produção ano 2023.

Família	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Agost	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL
A	43096				3600			30244			32764	1144	110848
B	100072	150184	143128	74844	120354	116382	134366	139256	86188	110120	141460	121704	1438058
C	63880	46800	51672	53408	72386	68464	59482	65648	14744	74216	34760	78152	683612
D	61732	70072	161028	96576	84568	92472	76246	82362	97864	62486	69540		954946
E	50156	26284	58056	24992	62384	54524	32578	41586	64888	48684	3856	12672	480660
F	12108			6454		13532	8252	26878		19436			86660
G	35136	33028	40988	42280	39788	42384	48086	75884		42398	32600		432572
H	34904		18528	16448	14208	21392	16324		25176		48160	17664	212804
I	5736	39664		13872	14218		47458	34256	31116	52874	21800	79048	340042
J	77388	101624	88264	55076	82718	63918	96078	36404	155692	68234	18208	79524	923128
K	13632	47280	34242	22848	22644	39708	38248	42088	74240	32584		59544	427058
L	11088	20284		20804		12682	9332	17142			44564		135896
M		15984	41400	55076	26104	56712	31598	42856	6980	41588	83996		402294
N		20864	14828	8260	11280	20384	12836	35424			60216		184092
O		8896	21244		28703	19818	14538		13844	22362	13320		142725
P				23264				20072				12520	55856
Q				26048		3486	18256			16658		22144	86592

Fonte: Autor (2024)

No Quadro 2, é possível observar que a família "B" teve o maior número de peças produzidas no ano de 2023, alcançando aproximadamente 1,5 milhões de unidades fabricadas, o que representa uma boa porção do total produzido. Com base nessas informações, foi possível criar um Gráfico de Pareto para obter um melhor entendimento da quantidade de produtos fabricados pela fábrica e seu impacto na produção total da indústria.

Figura 15 - % acumulada da produção de pastilhas - 2023



Fonte: Autor (2024)

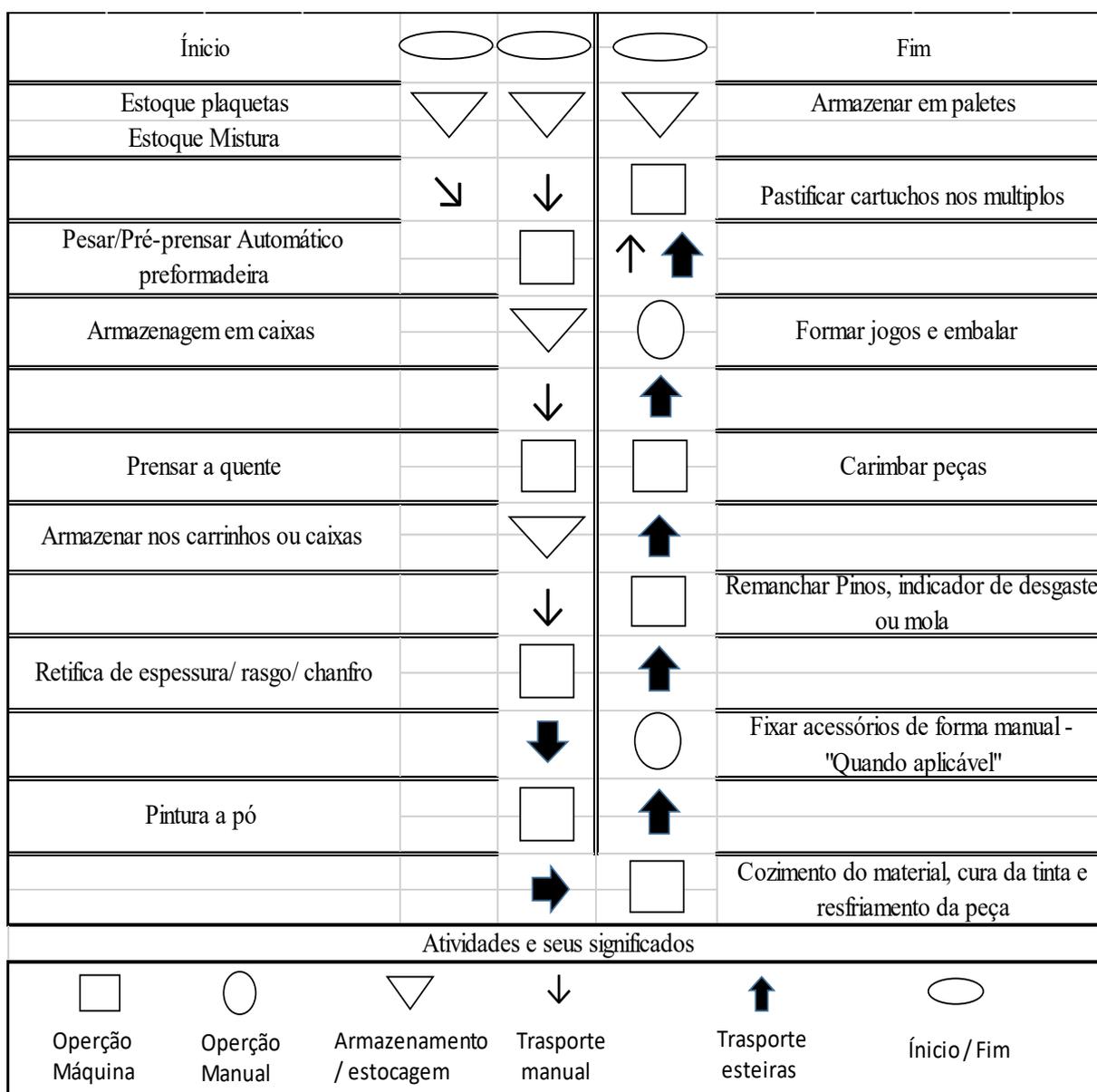
Ao analisar o gráfico, percebeu-se que as pastilhas das famílias B, D, J, C e E foram responsáveis por mais da metade da produção total da fábrica no ano. Essa constatação também foi confirmada pelo pessoal do PCP. Sendo assim, foi de suma importância levar em conta os produtos que apresentaram o maior volume de produção para projetar o novo leiaute.

#### b) Roteiro

Todas as etapas do processo de produção são detalhadamente descritas nas ordens de produção emitidas pelo PCP. Essas ordens fornecem uma visão abrangente de todas as operações necessárias para a fabricação de uma pastilha de freio, incluindo os centros de trabalho, os recursos alocados e os tempos estimados tanto para configuração quanto para processamento. Além disso, para aprimorar a compreensão dos procedimentos, foram conduzidas entrevistas com os analistas de produção. Durante essas interações, constatou-se que a produção não se baseia apenas no roteiro de produção, mas também nas Instruções de Posto de Trabalho (IPT) de cada área. Essas instruções detalhadas oferecem diretrizes claras sobre como o processo deve ser executado, promovendo uma execução precisa e eficiente.

Após analisar os roteiros de produção das principais famílias de pastilhas, identificou-se uma notável semelhança entre as sequências de processos na fabricação. Isso tornou-se relativamente simples determinar a relação de fluxo entre os postos de trabalho envolvidos, uma vez que as atividades no processo seguem a mesma ordem. Com o intuito de esquematizar esse fluxo de forma clara, foi criada a Carta de Fluxo de Processo do setor.

Figura 16 – Carta de fluxo de processos de setor de pastilhas



Fonte: Autor (2024)

Pode-se observar que a transição entre os processos envolve dois métodos distintos de movimentação: enquanto alguns procedimentos são realizados manualmente, outros são conduzidos por meio de esteiras que transportam os materiais para o próximo estágio do processo.

#### d) Serviço de suporte

A empresa dispõe de profissionais altamente qualificados em todas as áreas, desempenhando um papel crucial na garantia da eficiência e qualidade do processo produtivo. O setor em destaque requer atenção constante às demandas de manutenção, ajustes de equipamentos e solução de problemas técnicos para garantir uma produção contínua e

ininterrupta de pastilhas. Além das atividades de manutenção, conta também com uma equipe de *preset* especializada em ferramental, responsável pelos equipamentos e pela realização dos *setups* das prensas. Essa área de apoio não se faz necessário considerada no trabalho, pois já é alocada de maneira adequada em outros pavimentos da empresa.

#### e) Tempo

Durante uma conversa esclarecedora com o pessoal que trabalham na linha de frente do setor, foi possível identificar uma série de características que demandam atenção minuciosa, uma vez que estas têm o potencial de influenciar diretamente o tempo necessário para o processamento das pastilhas. Entre os aspectos discutidos, destacou-se especialmente a etapa de prensagem, considerada o epicentro crítico da produção de pastilhas. Esta constatação surge em grande parte devido a uma combinação de fatores, como a programação inadequada das máquinas, a necessidade de manutenção frequente e os desafios relacionados à movimentação de peças e abastecimento de máquinas. Trabalhando lado a lado com os colaboradores, foram identificadas algumas das principais causas que eles consideram críticas e capazes de impactar significativamente o tempo de produção das pastilhas.

O abastecimento das preformadeiras no silo é feito exclusivamente com o auxílio de um caneco, requerendo que a máquina permaneça parada, e leva de 15 a 25 minutos para ser concluído.

Figura 17 – Abastecimento das preformadeiras



Fonte: Autor (2024)

A prensa opera com dois tempos de ciclo distintos: 3,5 minutos e 5 minutos, sendo cada um ajustado conforme a família de pastilhas a ser produzida. Notavelmente, no ciclo de 5 minutos (J, C e E), são necessárias duas preformadeiras para garantir o fluxo contínuo, enquanto para a família com tempo de ciclo de 3,5 minutos (B e D), são requeridas três preformadeiras para evitar períodos ociosos na linha de produção.

Em alguns momentos, o operador de prensa precisa se deslocar para buscar as bandejas contendo as pastilhas, material para o processo de queima, resultando na paralisação temporária da máquina. A elevação dessas bandejas é realizada por elevadores embutidos nas laterais das prensas, onde três bandejas são levantadas simultaneamente, porém esse processo é lento e cansativo para os operadores.

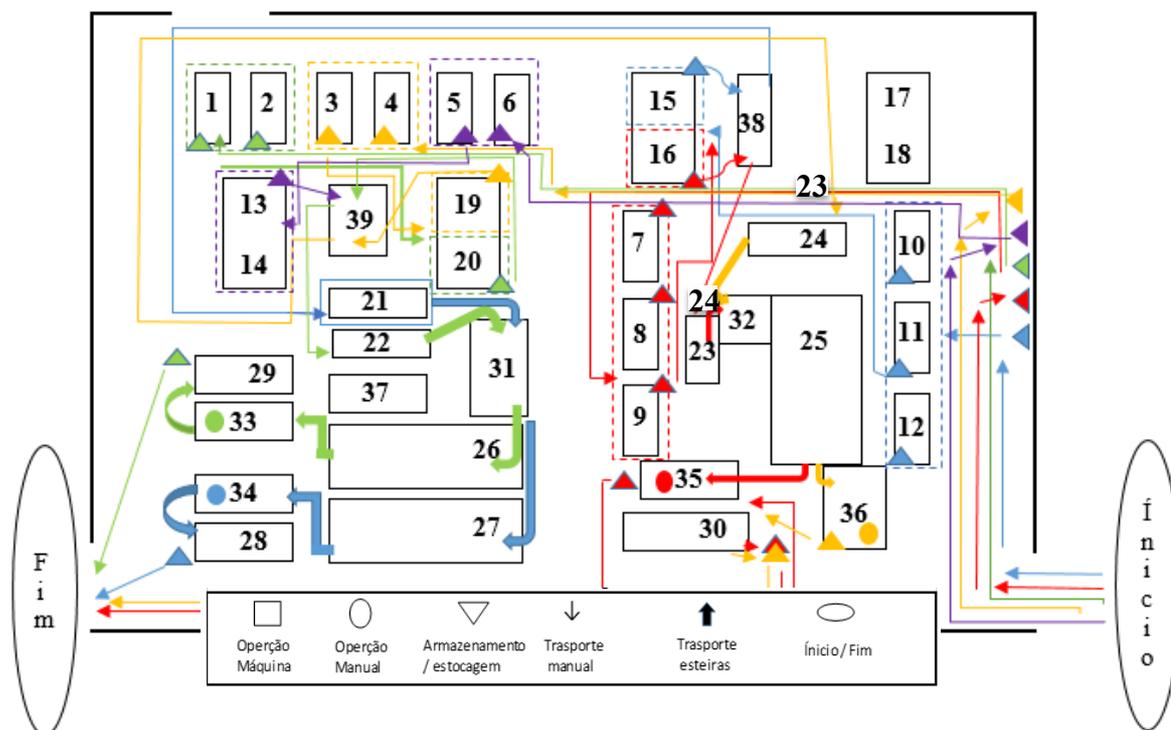
As curvas das esteiras entre os processos de retífica e pintura frequentemente causam paradas, pois as peças podem travar em alguns momentos, resultando em interrupções nas máquinas e impactando diretamente a produção.

#### **4.3.2 Fluxo dos materiais**

Nessa etapa do processo de análise, foram priorizadas as cinco famílias de pastilhas que registraram as maiores taxas de saída ao longo do ano de 2023, conforme detalhado anteriormente na seção "volume de produção". Utilizando a ferramenta de controle de processos da empresa, foi realizada a análise da produção dos meses, com o intuito de identificar e selecionar os cinco modelos de pastilhas pertencentes às famílias mais relevantes, a fim de gerar um fluxo representativo do setor. Especificamente, optou-se por escolher um fluxo que apresenta o percurso mais extenso, mas realista, no qual ocorre a produção conjunta dos cinco tipos de pastilhas.

Com o intuito de aprimorar a compreensão do fluxo, a Figura 18 a seguir foi elaborada, enfatizando as etapas do processo produtivo por meio da representação por cores para diferentes modelos de pastilhas.

Figura 18 – Fluxo de pastilhas (Leiaute Atual)

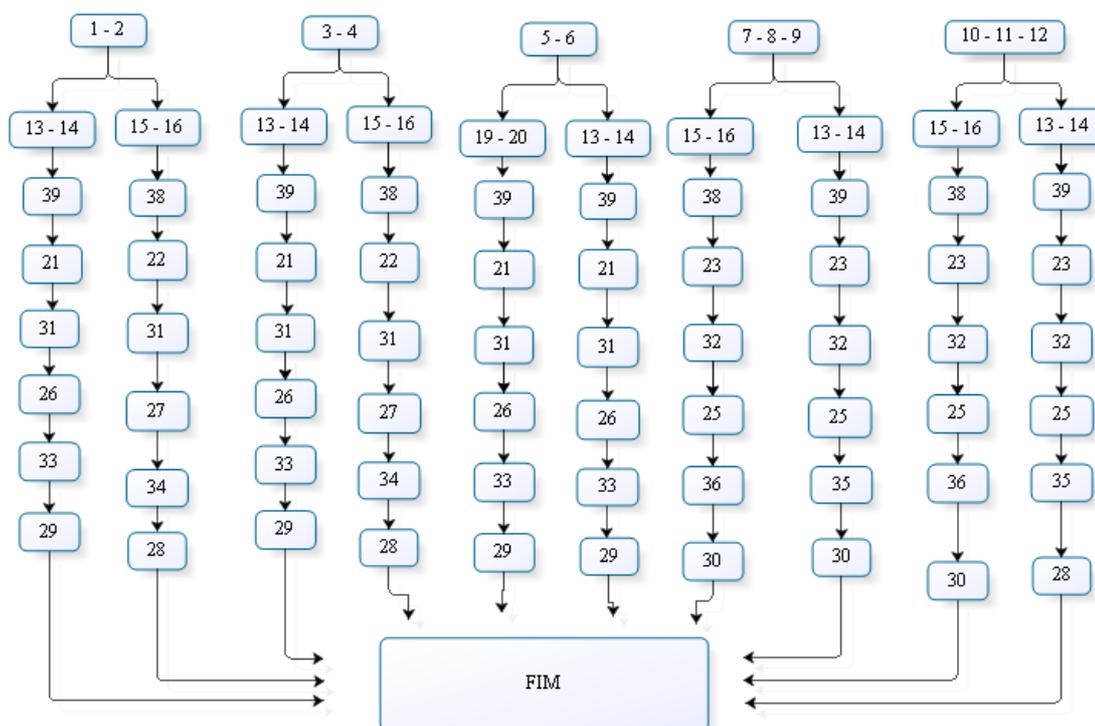


Fonte: Autor (2024)

O fluxo detalhado na imagem ilustra uma dinâmica intensa, caracterizada por movimentações prolongadas e cruzamentos expressivos. Enquanto quatro referências seguem o curso da produção até alcançar o estágio final, a quinta permanece em estoque, aguardando a demanda para iniciar o processo de retificação. Ao longo do tempo e diante das mudanças na demanda, o fluxo pode ser reconfigurado, modificando o percurso originalmente representado a imagem. Essa flexibilidade, embora ofereça uma certa adaptabilidade, também evidencia a fragilidade do sistema em lidar com variações na produção.

Após analisar o fluxo, a Figura 19 foi desenvolvida para destacar diferentes trajetos possíveis na produção, abrangendo dois percursos: o caminho mais curto e o mais longo, que se iniciam no ponto inicial e chegam à etapa seguinte, o processo de pré-formar.

Figura 19 – Diagrama do Fluxo de Produção do Setor de Pastilhas.



Fonte: Autor (2024)

Com base nas trajetórias, foi gerada a seguinte tabela, a qual apresenta as distâncias percorridas entre as atividades.

Tabela 3 – Distâncias dos principais fluxos de pastilhas

Início Máquinas	Fim	
	Média Fluxo mais curto	Média Fluxo mais longo
1 - 2	72 m	143 m
3 -4	64 m	132 m
5 - 6	63 m	158 m
7 - 8 - 9	89 m	172 m
10 - 11 - 12	62 m	148 m

Fonte: Autor (2024)

As coletas desses dados levantados foram calculadas a partir da movimentação manual, onde foi deixado de lado a movimentação feita por esteiras ou pela própria máquina, no entanto, ao considerar esses fatores, as distâncias seriam substancialmente maiores. Além disso, essas considerações não irão afetar a comparação desses dados com os dos novos arranjos.

Além do fluxo, outra análise importante é a movimentação dos funcionários, pois afeta diretamente o bem-estar e a ergonomia dos colaboradores. Com isso em mente, foi desenvolvida o anexo E, que ilustra a localização dos operários. Onde, os bonecos em azul representam a mão de obra direta (penseiros, operadores), enquanto os em laranja são os dois preparadores e o 'aranha', responsável por abastecer as preformadeiras e transportar as bandejas de pastilhas para a prensagem.

No intuito de compreender a dinâmica de movimentação nos postos de trabalho, procedeu-se à análise de cada processo, identificando aqueles que demandam movimentações significativas, resultando na elaboração da seguinte tabela.

Tabela 4 – Distância percorridas pelos operadores

Máquinas	Operador por máquinas	Média		Observações
		1 Distância entre máquinas	2 Distância até o estoque	
1, 2 e 3	1	7,70 m	39,10 m	1° Abastecer e retirar peças 2° Buscar o carrinho com plaquetas.
4, 5 e 6	1	7,70 m	30,60 m	1° Abastecer e retirar peças 2° Buscar o carrinho com plaquetas.
7, 8 e 9	1	9,30 m	31,50 m	1° Abastecer e retirar peças 2° Buscar o carrinho com plaquetas.
10, 11 e 12	1	9,30 m	10,70 m	1° Abastecer e retirar peças 2° Buscar o carrinho com plaquetas.
13 e 14	1	3,10 m	13,40 m	1° Abastecer e retirar peças 2° Buscar bandejas com pastilhas, nas máquinas 5 e 6.
15 e 16	2	3,10 m	17,70 m	1° Abastecer e retirar peças 2° Buscar bandejas com pastilhas, nas máquinas 10, 11 e 12.
19 e 20	2	3,10 m	12,90 m	1° Abastecer e retirar peças 2° Buscar bandejas com pastilhas, nas máquinas 1 e 2.
21 e 31	1	10,90 m	7,10 m	1° Abastecer pintura. 2° Buscar carrinho de pastilhas.
22 e 26	1	8,70 m	8,70 m	1° Verifica pintura das peças. 2° Buscar carrinho de pastilhas.
23 e 32	1	3,30 m	4,20 m	1° Abastecer pintura. 2° Buscar carrinho de pastilhas.
24 e 32	1	10 m	7,53 m	1° Verifica pintura das peças. 2° Buscar carrinho de pastilhas.
33 e 29	1	2 m	3,15 m	1° Plastificar jogos. 2° Armazenar jogos plastificado.
34 e 28	1	2,31 m	2,61 m	1° Plastificar jogos. 2° Armazenar jogos plastificado.
30, 35 e 36	1	2,30 m	16,60	1° Buscar carrinho com jogos 35. 2° Buscar carrinho com jogos 36.

Fonte: Autor (2024)

Durante o processo de busca de materiais nos estoques, uma preocupação adicional surge. Frequentemente, essa atividade requer o uso de carrinhos, porém, muitos desses modelos

revelam-se excessivamente pesados, resultando em fadiga para os operadores. Alguns modelos específicos foram identificados a seguir.

Figura 20 – Carrinhos utilizados para movimentação de materiais



Fonte: Autor (2024)

### 4.3.3 Inter-relações de atividades

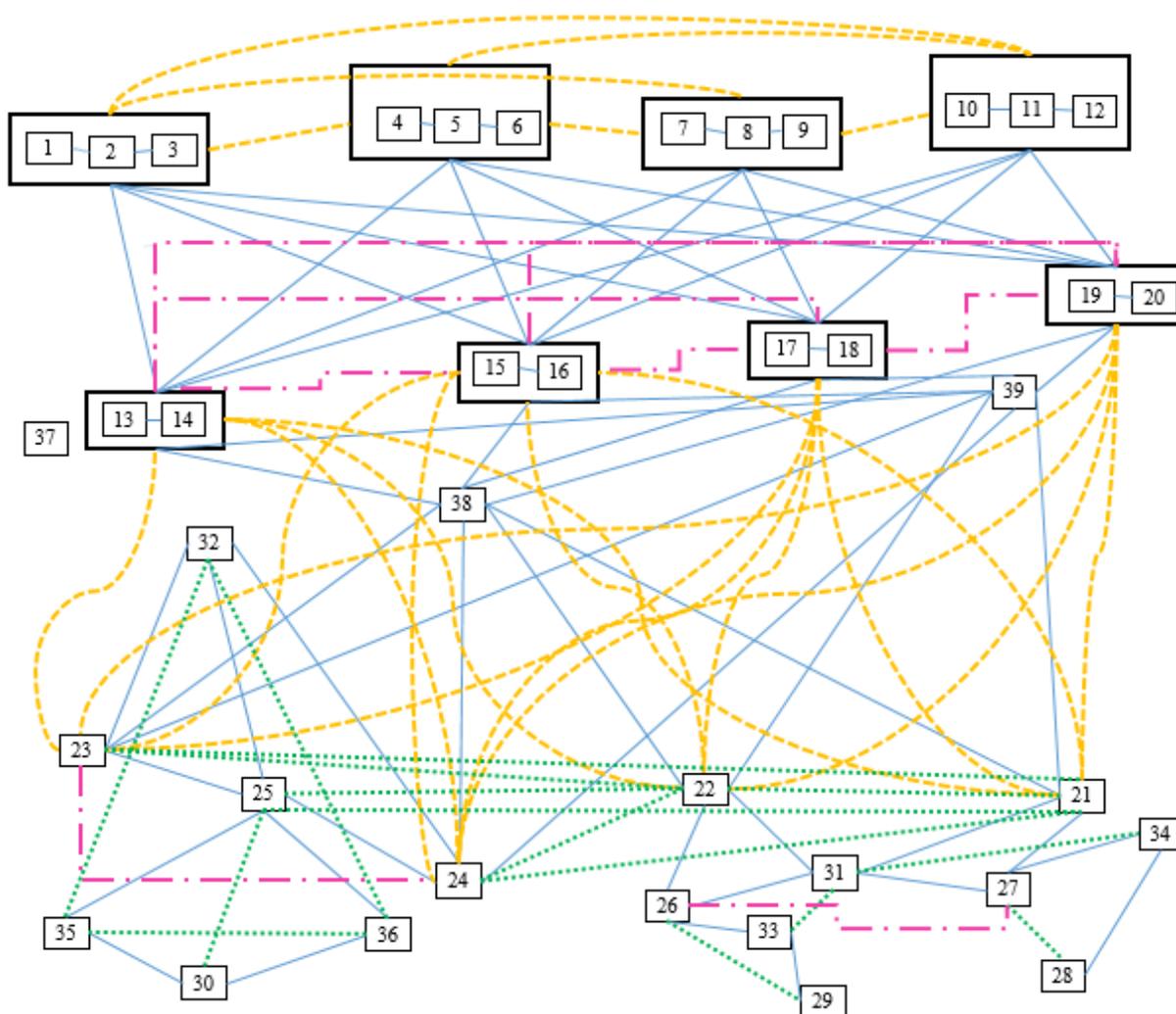
Para iniciar a otimização do fluxo do setor, é fundamental reconhecer a importância da proximidade entre as atividades envolvidas. Nesse contexto, destaca-se a carta de interligações preferenciais como uma ferramenta indispensável, projetada para destacar as interconexões essenciais. A elaboração deste diagrama, baseada na identificação das atividades relevantes conforme a Figura 14, oferece uma representação visual clara das inter-relações entre as máquinas, enfatizando o grau de proximidade necessário entre elas. Essa abordagem busca aprimorar a organização e coordenação das atividades.

Figura 21 – Diagrama de relações das máquinas



substituídas por linhas. Este refinamento resultou na configuração representada no diagrama de relacionamento da Figura 23, ilustrando tanto as inter-relações preferenciais quanto as menos importantes.

Figura 22 – Diagrama das atividades



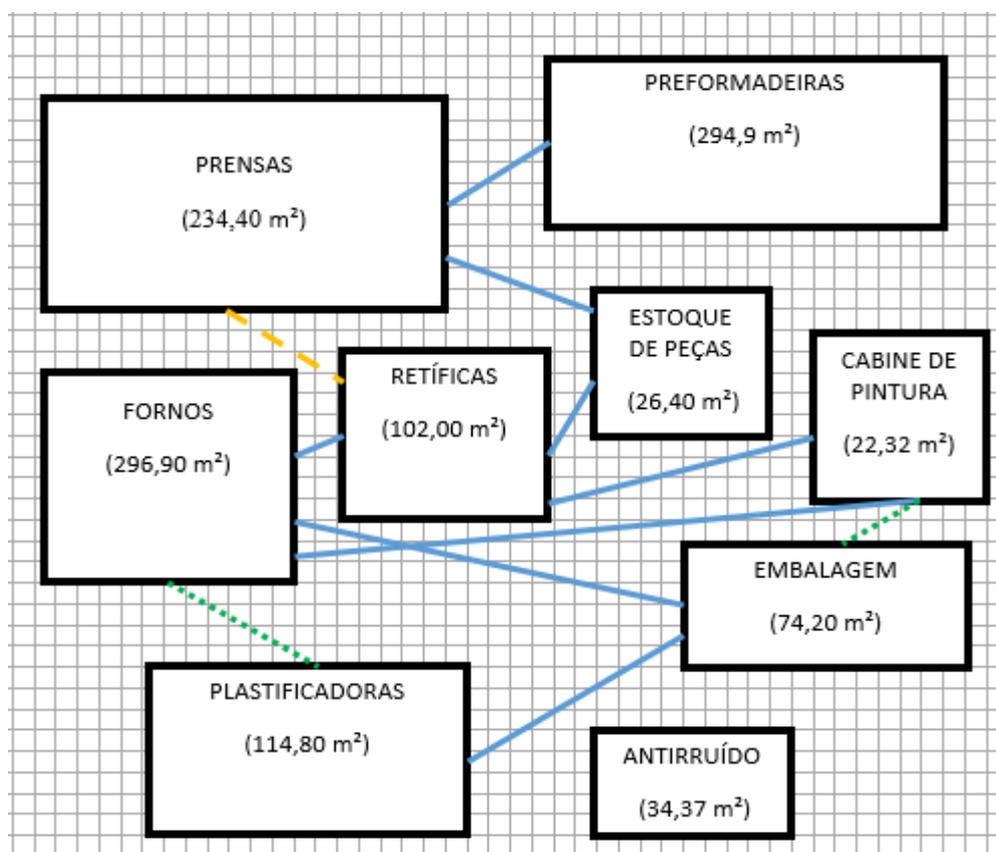
Legenda	Grau de proximidade
	A
	E
	I
	O
	U

Percebe-se que o grau de proximidade U não foi indicado na legenda, considerando que essa letra foi considerada insignificante. Além disso, nota-se que o número 37 não está conectado a nenhum outro número, pois representa um processo pouco frequente, embora seja necessário em determinadas ocasiões.

#### 4.3.5 Diagrama de inter-relações de espaços

Nesta fase, desenvolvemos o Diagrama de Relação de Espaços, como mostrado na Figura 16. Essa etapa envolve a integração do diagrama de relacionamento com o agrupamento do espaço ocupado. Algumas modificações foram realizadas para criar os novos leiautes. Por exemplo, os elevadores das prensas devem ser relocados para melhorar a elevação das bandejas, permitindo a elevação de todas as bandejas no carrinho sem necessidade de transferência manual. Isso também reduziria o espaço ocupado pelas prensas. A retirada da mesa da escova, que não é mais necessária na entrada da pintura, também contribui para diminuição da ocupação da cabine de pintura.

Figura 23 – Diagrama de inter-relações entre espaços



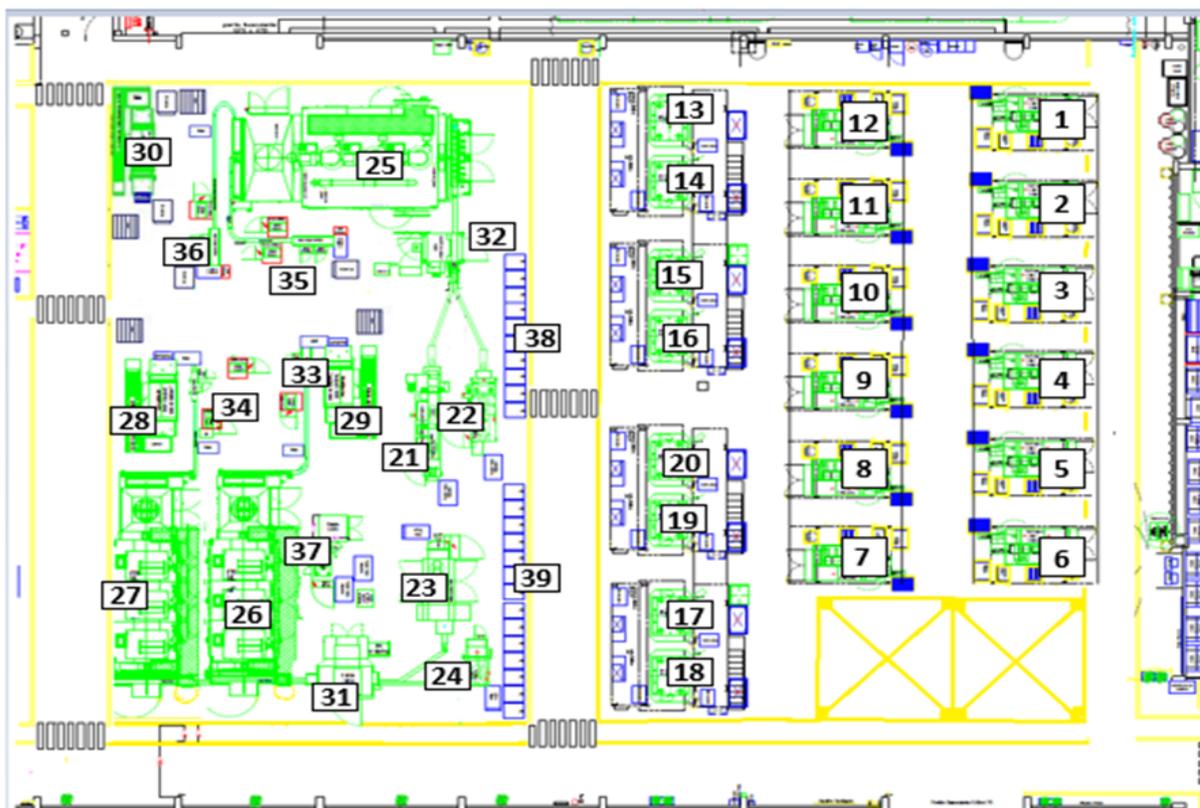
O agrupamento das máquinas já representa uma característica de arranjo misto, combinando elementos de arranjo por processos e por linha. A ideia principal é projetar de forma a obter o melhor fluxo e proximidade entre as áreas, reduzindo assim a movimentação de materiais.

#### **4.3.6 Avaliação de alternativas**

Na estruturação do novo leiaute, foram considerados os principais fatores identificados até o momento: a utilização das máquinas, a diversidade dos produtos fabricados e a disponibilidade de espaço. Os arranjos selecionados foram projetados para otimizar todos os processos, adotando uma abordagem mista que combina elementos dos leiautes por processo e por linha. Essa combinação visa aprimorar o fluxo de trabalho e reduzir as movimentações necessárias.

Por meio do uso de conceitos na revisão da literatura, foram gerados dois leiautes dimensionadas as áreas do processo, buscando alocar as máquinas e equipamentos de forma correta e ajustada, diminuindo as movimentações desnecessárias e obtendo melhoras significativas na circulação de pessoas e movimentação dos materiais. A seguir, pode se ver as alternativas para leiaute do setor.

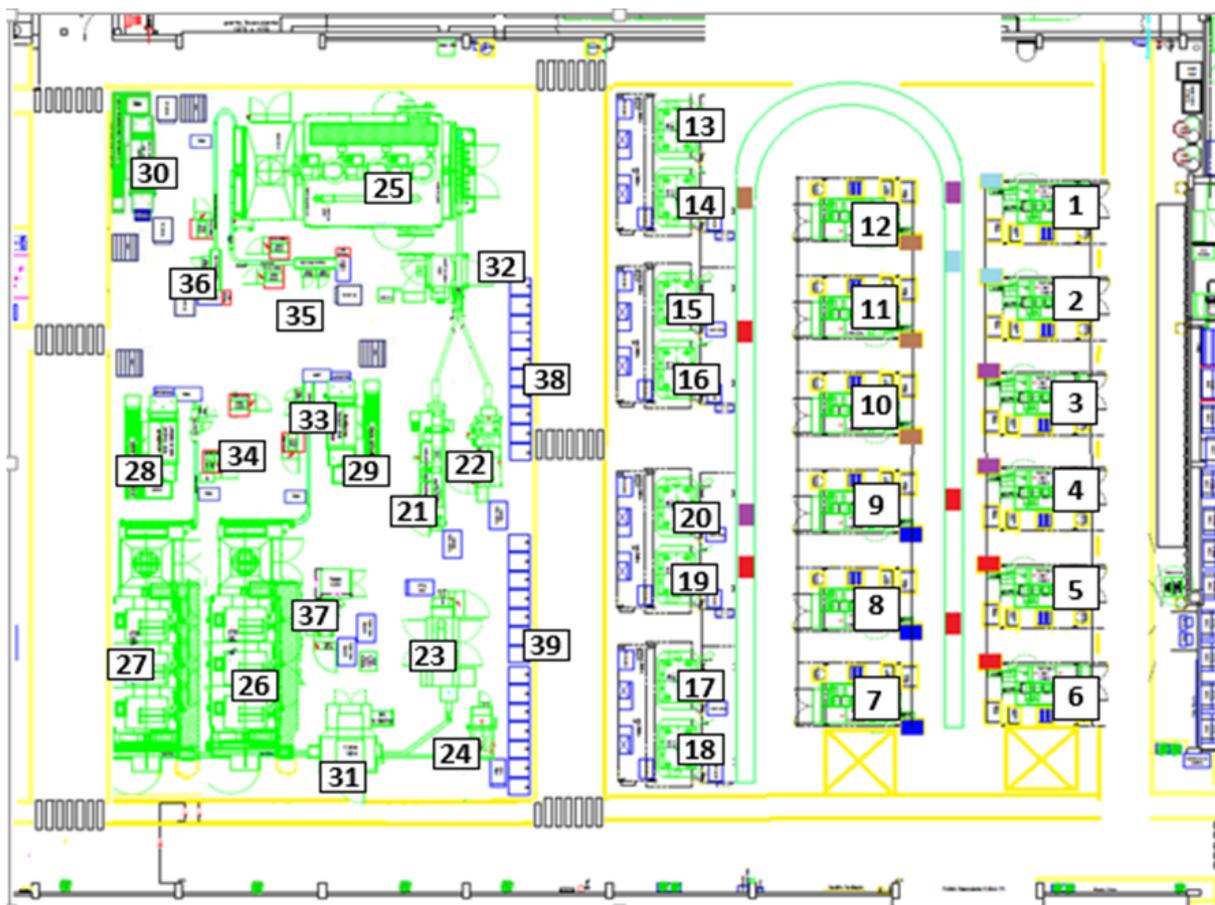
Figura 24 - Alternativa A



Fonte: Autor (2024)

Na elaboração do primeiro leiaute, foi considerada a utilização exclusiva dos maquinários já existentes no setor, evitando a inclusão de novos equipamentos que pudessem gerar custos adicionais para o projeto. O segundo leiaute mantém a mesma base do primeiro, mas com a singularidade de otimizar o fluxo entre as preformadeiras e a prensa, o que, no entanto, acarretaria custos adicionais.

Figura 25 - Alternativa B



Fonte: Autor (2024)

Para iniciar a avaliação das alternativas, foi elaborada uma Quadro 2 que reúne os problemas identificados ao longo do trabalho e aqueles foram apontados pelo pessoal da produção. O objetivo desse quadro é verificar se os leiautes atendem ou não a esses requisitos.

Quadro 2 – Principais problemas do leiaute atual

Leiaute atual	Alternativa A	Alternativa B
O abastecimento das preformadeiras no silo.	Com a junção das preformadeiras seria possível fazer o abastecimento direto com as caixas de materiais.	Com a junção das preformadeiras seria possível fazer o abastecimento direto com as caixas de materiais.
A elevação das bandejas, 3 de cada vez, para a prensa.	Realocação dos elevadores para permitir a subida dos carrinhos sem a necessidade de baldeação das bandejas.	Colocação de uma esteira para levar as bandejas diretamente, eliminando a baldeação.
Busca dos carrinhos de materiais nos estoques	Aparente diminuição do percurso, a ser confirmada pela comparação das distâncias do fluxo.	Diminuição do transporte manual das preformadeiras para as prensas.
Necessário 3 corredores para setup nas prensas	Um único corredor para setup	Um único corredor para setup

Curvas entre processo retífica e pintura	Uma das retíficas tem uma curva com pequeno ângulo	Uma das retíficas tem uma curva com pequeno ângulo
--	--	--

Fonte: Autor (2024)

Na primeira etapa da avaliação, constatou-se que ambos os leiautes tendem a atender às dificuldades identificadas. No entanto, essa constatação inicial não pode ser usada como parâmetro definitivo. Para obter uma análise mais confiável, foram realizadas avaliações complementares. Uma dessas avaliações envolve a comparação do fluxo de materiais, conforme pode ser observado no Anexo D. Visualmente, os dois leiautes propostos apresentam um menor cruzamento de peças e um fluxo mais linear quando comparados com o leiaute atual.

Para uma avaliação mais detalhada, foi realizada a comparação dos fluxos de pastilhas conforme o modelo apresentado na Figura 20, abrangendo tanto o caminho mais curto quanto o mais longo. Essa análise é crucial para assegurar que todas as necessidades sejam atendidas de maneira eficiente. Em seguida, apresentamos uma comparação das distâncias percorridas do início ao fim da produção, proporcionando uma visão clara das diferenças e semelhanças entre os dois leiautes propostos em contraste com o leiaute atual.

Tabela 5 – Comparação dos fluxos de pastilhas entre os três leiautes

Máquinas	Leiaute Atual		Leiaute A		Leiaute B	
	Curto	Longo	Curto	Longo	Curto	Longo
1 - 2	72 m	143 m	53 m	77 m	47 m	50 m
3 - 4	64 m	132 m	54 m	70 m	43 m	53 m
5 - 6	63 m	158 m	49 m	83 m	38 m	64 m
7 - 8 - 9	89 m	172 m	57 m	67 m	47 m	56 m
10 - 11 - 12	62 m	148 m	57 m	69 m	46 m	55 m
<b>Total</b>	<b>350 m</b>	<b>753 m</b>	<b>270 m</b>	<b>366 m</b>	<b>221 m</b>	<b>278 m</b>

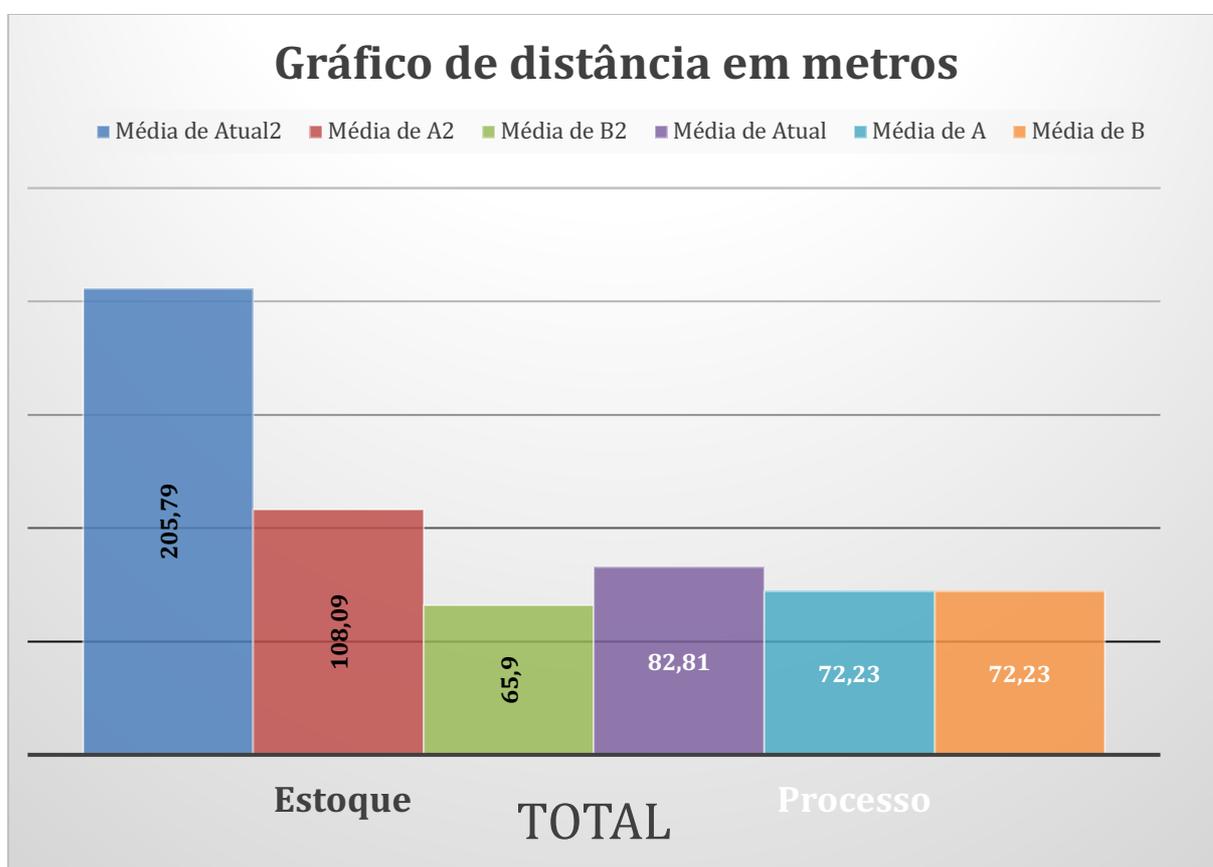
Fonte: Autor (2024)

Observando os números, podemos destacar que o Leiaute B se destaca significativamente em relação ao leiaute atual e até mesmo em relação ao Leiaute A. Em várias das combinações de máquinas (por exemplo, 1-2, 5-6, 10-11-12), o Leiaute B apresenta distâncias consideravelmente menores tanto nos caminhos curtos quanto nos longos. Por exemplo, nos pares de máquinas 5-6, as distâncias no Leiaute B são 38 m (curto) e 64 m (longo), comparadas a 63 m e 158 m no leiaute atual, respectivamente. Isso indica uma clara redução nos deslocamentos necessários para transportar as pastilhas, o que não só economiza tempo como também otimiza o uso de recursos. Mas também deve-se destacar que o Leiaute A

também apresentou uma redução considerável em comparação com o leiaute atual, o que demonstra um avanço significativo em eficiência no fluxo para ambas as alternativas propostas.

Para avaliar ainda melhor o fluxo, foi gerada a Figura 27, que indica as distâncias totais que os operadores percorrem de uma determinada máquina para outra, assim como as distâncias que eles percorrem para buscar materiais no estoque. Essa figura foi elaborada com base nos dados apresentados na tabela do Anexo H, que detalha as distâncias percorridas em cada arranjo proposto, bem como no leiaute atual. Essa comparação vai facilitar ainda mais a análise e compreensão das melhorias obtidas com os novos leiautes.

Figura 26 – Gráfico das distâncias percorridas pelos operadores



Fonte: Autor (2024)

Ao analisar o gráfico, é evidente que tanto o Leiaute A quanto o Leiaute B oferecem melhorias em relação ao layout atual. No entanto, o Leiaute B se destaca significativamente, especialmente na redução das distâncias percorridas até o estoque, embora o Leiaute A também apresente melhorias consideráveis nesse aspecto. Para movimentação dentro dos processos, não houve muitas mudanças comparado ao layout atual, mas qualquer melhoria é valiosa, pois essas movimentações frequentes ao longo do dia contribuem significativamente para o desgaste

físico dos operadores. Essa redução não apenas diminuirá o tempo necessário para a movimentação de materiais, mas também aprimorará a eficiência operacional e a ergonomia dos operadores. Portanto, o Leiaute B emerge como a escolha mais eficaz, facilitando um fluxo de trabalho mais eficiente e produtivo.

Além do fluxo e das distâncias percorridas, é crucial analisar como cada alternativa de leiaute utiliza o espaço disponível. A Tabela 7 resume a ocupação dos maquinários e corredores para os diferentes leiautes:

Tabela 6 – Comparação da ocupação dos maquinários entre os três leiautes

<b>Leiautes</b>	<b>Ocupação dos maquinários</b>	<b>Corredores</b>	<b>Total</b>
<b>Atual</b>	1254 m <sup>2</sup>	380,4 m <sup>2</sup>	1634,4 m <sup>2</sup>
<b>A</b>	1198 m <sup>2</sup>	379,2 m <sup>2</sup>	1577,2 m <sup>2</sup>
<b>B</b>	1215 m <sup>2</sup>	363,12 m <sup>2</sup>	1578,1 m <sup>2</sup>

Fonte: Autor (2024)

Os dois leiautes propostos têm uma ocupação total menor em comparação ao leiaute atual, embora a diferença seja pouco significativa. Ambos os dois atendem ao requisito de ocupar toda a área sem ultrapassar o valor de 1700 m<sup>2</sup> estabelecido inicialmente. E visualmente, os leiautes aparentam uma melhor distribuição do espaço disponível.

Para finalizar o trabalho, foi importante identificar as vantagens e desvantagens dos leiautes propostos.

Quadro 3 – Vantagens e desvantagens

<b>Aspecto</b>	<b>Alternativa A</b>	<b>Alternativa B</b>
<b>Vantagens</b>	Redução moderada nas distâncias percorridas	Redução significativa nas distâncias percorridas
	Menor custo de implementação comparado a B.	Melhor ergonomia para os operadores
	Maior eficiência operacional comparado ao leiaute atual.	Maior eficiência operacional comparado a Alternativa A e ao leiaute atual.
	Melhor ergonomia para operadores comparado ao atual.	Melhor ergonomia para operadores comparado ao A.
	Facilidade de implementação devido ao uso dos maquinários já existentes.	Menor necessidade de movimentação manual dos materiais.
		Necessidade menor de mão de obra.

<b>Desvantagens</b>	Custo de implementação	Custo de implementação mais elevado A.
	Redução menos significativa das distâncias percorridas em comparação à Alternativa B.	

Fonte: Autor (2024)

Este Quadro permite uma comparação clara entre os dois leiautes, destacando seus pontos fortes e fracos em várias categorias importantes.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo analisar e propor melhorias no leiaute de uma empresa de autopeças utilizando o método SLP (*Systematic Layout Planning*). Para tanto, o método foi organizado de forma sistemática, dividido em várias etapas. Inicialmente, foi realizada uma análise do cenário atual, onde foram identificados os principais problemas e ineficiências do leiaute existente. Em seguida, aplicou-se a metodologia SLP, que envolveu a coleta e análise de dados, o desenvolvimento de um diagrama de inter-relações e a avaliação das limitações práticas. O trabalho resultou na apresentação de um novo leiaute que visa otimizar o fluxo de materiais e pessoas, minimizar a movimentação desnecessária e aumentar a produtividade. Os principais resultados mostraram uma significativa redução nos deslocamentos, uma melhor organização dos espaços e uma maior eficiência geral do processo produtivo.

Para atender ao objetivo geral e aos procedimentos descritos no parágrafo anterior, este trabalho foi organizado por meio de quatro objetivos específicos. O primeiro objetivo específico foi identificar os problemas do leiaute atual. Pode-se dizer que este objetivo foi cumprido na sua totalidade, pois a análise detalhada permitiu uma compreensão clara das principais ineficiências e obstáculos no fluxo de materiais e pessoas, evidenciando os pontos críticos que necessitavam de intervenção.

O segundo objetivo específico consistiu em aplicar a metodologia SLP na reestruturação do leiaute. Este objetivo foi integralmente alcançado, visto que a aplicação do SLP forneceu uma abordagem estruturada e sistemática para o planejamento e a organização dos espaços. A coleta de dados, o desenvolvimento de diagramas e a análise das inter-relações entre as áreas produtivas foram realizadas com sucesso, oferecendo uma base sólida para as próximas etapas.

O terceiro objetivo específico foi propor novos leiautes para o espaço estudado. Este objetivo também foi plenamente atendido, pois foram desenvolvidas duas alternativas de leiaute baseadas nas análises anteriores. As propostas consideraram as necessidades operacionais, as limitações físicas e a busca por um fluxo otimizado de materiais e pessoas, garantindo a relevância e a possível aplicação das soluções sugeridas.

O quarto e último objetivo foi comparar e analisar os cenários propostos com o atual. Este objetivo foi cumprido com êxito, uma vez que a comparação entre os leiautes demonstrou claramente as vantagens das novas propostas em relação ao leiaute existente. A análise mostrou melhorias tangíveis, como a redução dos deslocamentos e a otimização do uso do espaço, confirmando a eficácia das mudanças sugeridas e o cumprimento dos objetivos estabelecidos.

A aplicação do método SLP pode trazer diversos pontos positivos para as empresas. Primeiramente, a organização sistemática das etapas do método permite uma visão clara e detalhada das necessidades e problemas dos arranjos atuais. Isso possibilita a formulação de propostas mais assertivas e adaptadas a necessidades das empresas. Além disso, com o uso correto do método, os leiautes projetados podem promover uma significativa melhoria nos fluxos de materiais e pessoas, reduzir deslocamentos desnecessários e otimizar a produtividade nos setores onde são implementados. Portanto, facilita a proximidade das áreas e processos, favorecendo a integração de operações relacionadas e contribuindo para uma maior eficiência operacional e possibilitando uma redução dos custos produtivos.

Além disso, o SLP tem demonstrado benefícios significativos na redução ou extinção da movimentação excessiva, na gestão de estoques intermediários e até na simplificação dos processos, resultando na redução do *lead time* de produção. A metodologia também contribui para a melhoria das condições de trabalho, aumentando a segurança dos colaboradores e reduzindo o risco de acidentes. Esses aspectos não apenas elevam o padrão operacional das empresas, mas também fortalecem sua competitividade.

Contudo, a implementação do SLP também apresenta alguns desafios e pontos negativos. Uma das principais dificuldades está relacionada à transição para o novo leiaute, é que a mudança pode impactar temporariamente a produtividade. Outro ponto negativo está relacionado ao custo elevado, que pode variar dependendo da extensão das mudanças necessárias, e ao tempo necessário para realizar essas alterações. A reestruturação dos layouts pode demandar investimentos significativos em infraestrutura e treinamento dos funcionários para que se adaptem aos novos processos. Além disso, a resistência inicial por parte dos colaboradores em aceitar as mudanças pode se tornar um obstáculo para garantir o sucesso da implementação.

Para finalizar este trabalho, seria benéfico utilizar um software de simulação que auxilie na identificação e correção de potenciais problemas nos leiautes propostos antes de implementá-los. Recomenda-se também a continuidade de estudos adicionais, incluindo uma avaliação financeira dos leiautes utilizando o indicador de *payback*, permitindo avaliar o retorno do investimento necessário para a instalação dos novos equipamentos e a movimentação dos equipamentos existentes no setor. Além disso, um estudo de balanceamento de processos seria viável, permitindo a prevenção de gargalos e a otimização da capacidade produtiva.

## REFERÊNCIAS

MOREIRA, Daniel Augusto. **ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES**. São Paulo: Saraiva Uni, 2017. 165 p.

LIKER, Jeffrey K.. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2022. 448 p.

NEUMANN, Clóvis; SCALICE, Régis Kovacs. **Projeto de Fábrica e Layout**. Rio de Janeiro: Gen, 2015. 411 p.

GERLACH, Gustavo. **PROPOSTA DE MELHORIA DE LAYOUT VISANDO A OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO EM UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE**. 2013. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Produção, Faculdade Horizontina, Horizontina, 2013. Disponível em: [http://baja.fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng\\_Producao/2013/Pro\\_Gustavo.pdf](http://baja.fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Producao/2013/Pro_Gustavo.pdf). Acesso em: 03 set. 2023.

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 39., 2019, Santos. **PROPOSTA DE NOVO LAYOUT EM UMA INDÚSTRIA DE CALÇADO**. São Paulo: Abrepo, 2019. 16 p.

MOURA, Cassiano Rodrigues *et al.* Aplicação do Método SLP no desenvolvimento de um layout otimizado em uma empresa têxtil. **Scientiatec**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 16-35, 28 nov. 2019. Instituto Federal de Educação - Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.35819/scientiatec.v6i2.3507>.

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 19., 2019, Santos. **PROJETO DE LAYOUT DE UMA EMPRESA METAL MECÂNICA: UMA APLICAÇÃO DO MODELO SLP**. São Paulo: Abrepo, 2019. 19 p.

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 40., 2020, Foz do Iguaçu. **PROPOSTA DE MELHORIA NO LAYOUT PRODUTIVO: estudo de caso em uma marmoraria**. Paraná: Abrepo, 2020. 18 p.

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 34., 2014, Curitiba.  
**FLEXIBILIZAÇÃO DO LAYOUT INDUSTRIAL COM BASE NOS PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA.** Paraná: Abrepo, 2014. 19 p.

THIOLLENT, Michel. **Pesquisa-ação nas Organizações.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1997. 164 p.

BATTESINI, Marcelo. **Projeto e leiaute de instalações produtivas.** 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2016. *E-book*. Disponível em:  
<https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 05 dez. 2023.

SQUILLANTE JÚNIOR, Reinaldo. **Projeto de Fábrica e Instalações Industriais.** Londrina: Educacional S.A, 2019. 184 p.

MUTHER, Richard. **Planejamento do Layout: Sistema SLP.** São Paulo: Edgard Blucher, 1978.

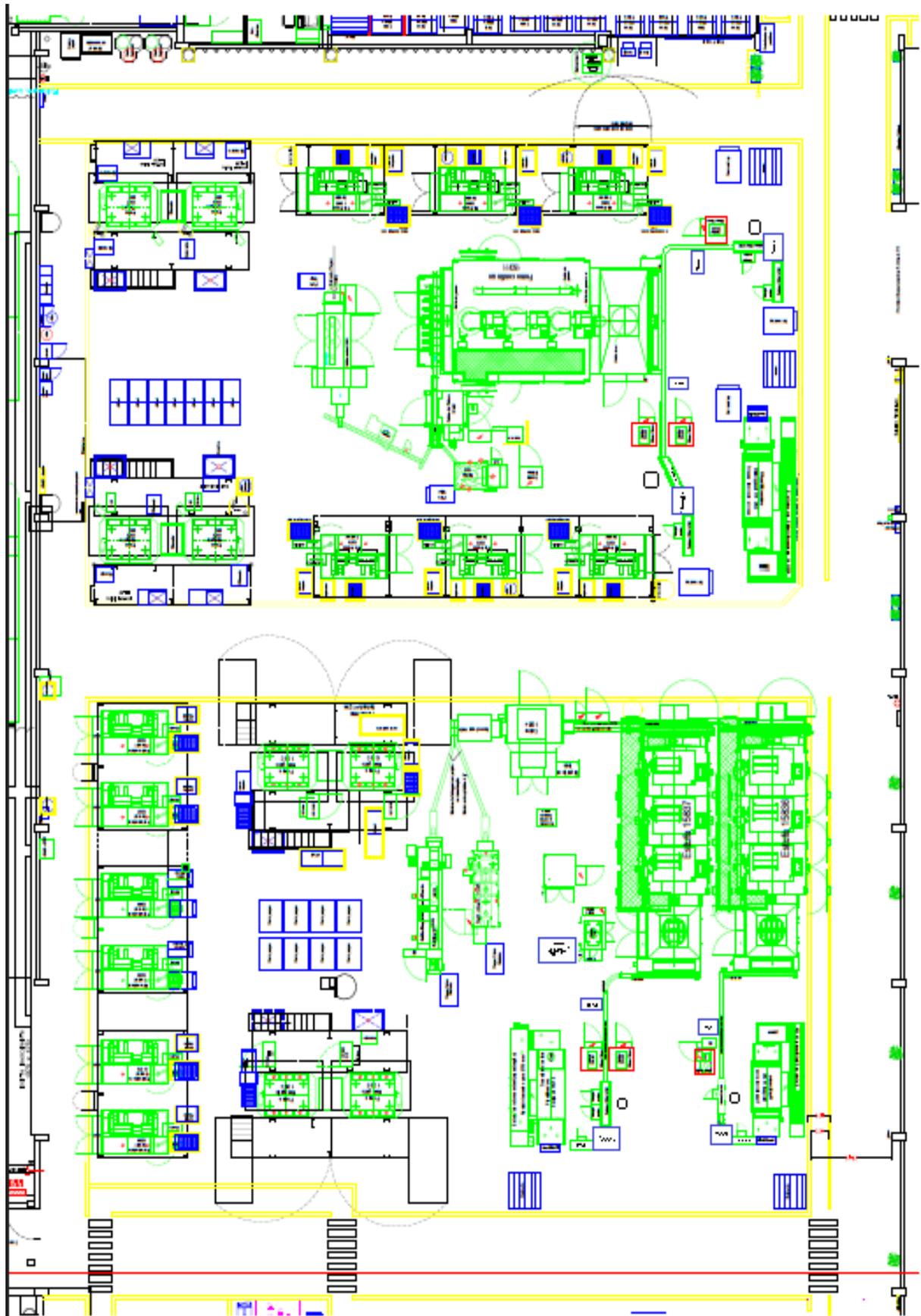
MUTHER, Richard; WHEELER, John D.. **Planejamento Sistemático e Simplificado de Layout.** 3. ed. São Paulo: Imam, 2000.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da produção e operações.** 1. ed. São Paulo: Pearson, 2004. *E-book*. Disponível em:  
<https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 05 dez. 2023.

BORDÓN, Jade de Souza. **INTEGRAÇÃO DO PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE LAYOUT, DO PENSAMENTO ENXUTO E DA SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS PARA O PROJETO DO LAYOUT DE UM PRONTO ATENDIMENTO HOSPITALAR.** 2021. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2021. Disponível em:  
<https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/2317>. Acesso em: 23 set. 2023.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.. **Administração De Produção E Operações.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 494 p.

### ANEXO A – LEIAUTE ATUAL



## ANEXO B - NÚMERAÇÃO DO EQUIPAMENTO

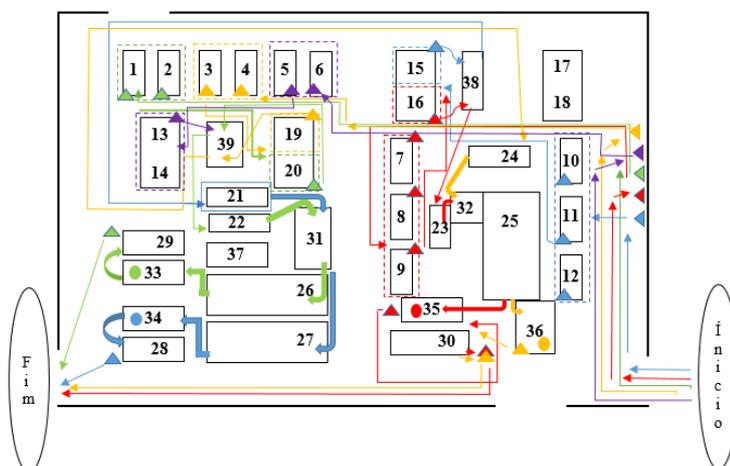
<b>Número da Máquina</b>	<b>Descrição</b>	<b>Número da Máquina</b>	<b>Descrição</b>
<b>1</b>	Preformadeira	<b>20</b>	Prensa
<b>2</b>	Preformadeira	<b>21</b>	Retífica
<b>3</b>	Preformadeira	<b>22</b>	Retífica
<b>4</b>	Preformadeira	<b>23</b>	Retífica
<b>5</b>	Preformadeira	<b>24</b>	Retífica
<b>6</b>	Preformadeira	<b>25</b>	Forno contínuo
<b>7</b>	Preformadeira	<b>26</b>	Forno contínuo
<b>8</b>	Preformadeira	<b>27</b>	Forno contínuo
<b>9</b>	Preformadeira	<b>28</b>	Plastificadora
<b>10</b>	Preformadeira	<b>29</b>	Plastificadora
<b>11</b>	Preformadeira	<b>30</b>	Plastificadora
<b>12</b>	Preformadeira	<b>31</b>	Cabine de pintura
<b>13</b>	Prensa	<b>32</b>	Cabine de pintura
<b>14</b>	Prensa	<b>33</b>	Embalagem
<b>15</b>	Prensa	<b>34</b>	Embalagem
<b>16</b>	Prensa	<b>35</b>	Embalagem
<b>17</b>	Prensa	<b>36</b>	Embalagem
<b>18</b>	Prensa	<b>37</b>	Área de AR
<b>19</b>	Prensa	<b>38</b>	Área de estoque
		<b>39</b>	Área de estoque

## ANEXO C – OCUPAÇÃO DAS MÁQUINAS

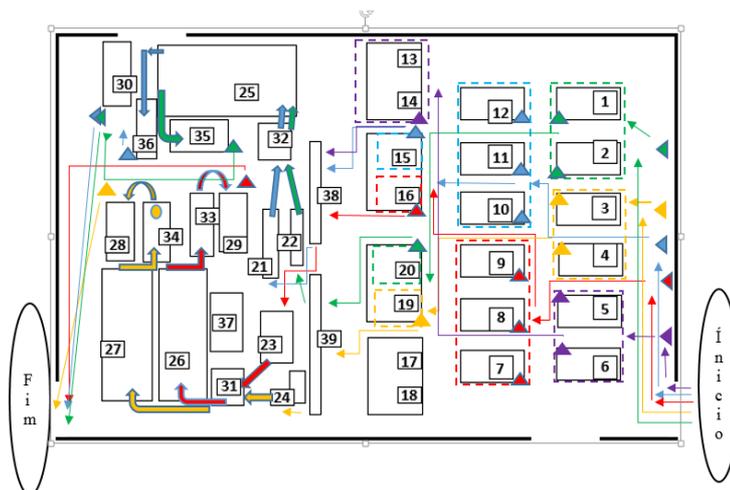
Especificação das máquinas				Espaço para livre acesso a máquina				Total Ocupação
Número	Máquina	Qtde	Comprimento(m)	Largura(m)	Comprimento(m)	Largura(m)	Ocupação (m <sup>2</sup> )	
1 à 6	Preformadeiras	12	3,6	2,2	6,7	22	147,4	147,4
7 à 12							20,15	4
13 à 20	Prensa	8	2,3	2,2	8,76	7,05	61,8	247,03
21 à 23	Retífica	4	1,92	6,7	4,15	7,5	31,1	93,38
24							2,76	1,38
25	Forno Contínuo	3	13	6	14,3	8,3	118,7	118,69
26 à 27							4,15	13,4
28 e 29	Plasticadora	3	2,92	6,38	3,69	9,05	33,4	66,79
30							2,92	8,25
31	Cabine de Pintura	2	6,2	3,53	6,2	6,7	41,5	41,54
32							2,1	2,23
33 à 36	Embalagem (Orbital + Carimbadora + inspeção)	4	1,5	1,35	2,92	6,35	18,5	74,17
37	AR (Prensa + Estufa)	1	3,38	5,23	4,38	5,5	24,1	24,09
38	Carro de peças	14	1,1	0,92	3,38	5,46	18,5	18,45
39		8					6,92	2,3

## ANEXO D – COMPARAÇÃO DOS FLUXO PASTILHAS

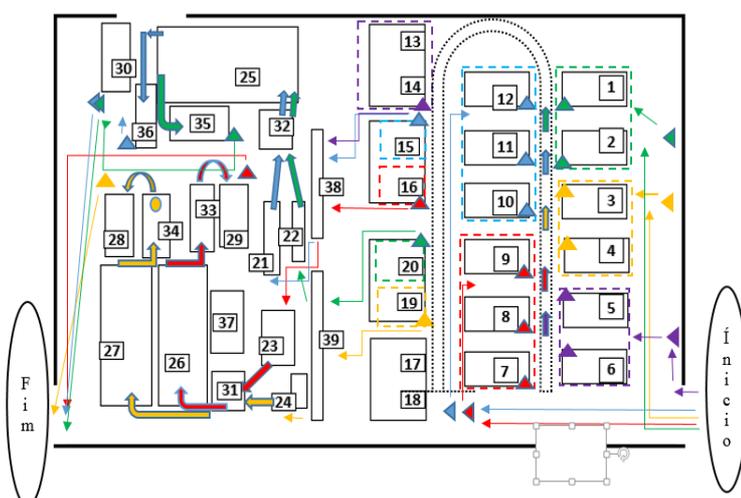
### LEIAUTE ATUAL



### LEIAUTE ALTERNATIVA A

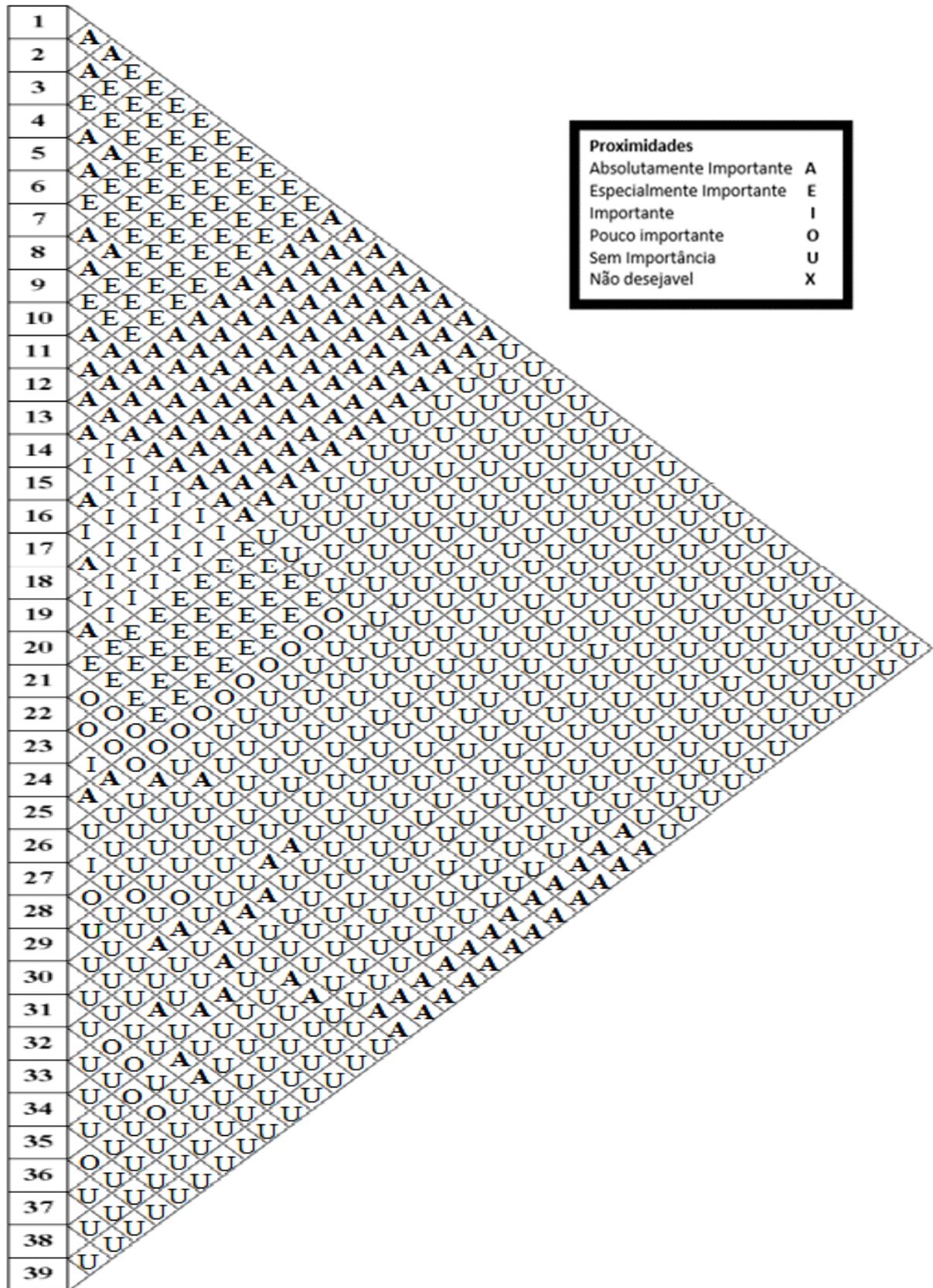


### LEIAUTE ALTERNATIVA B



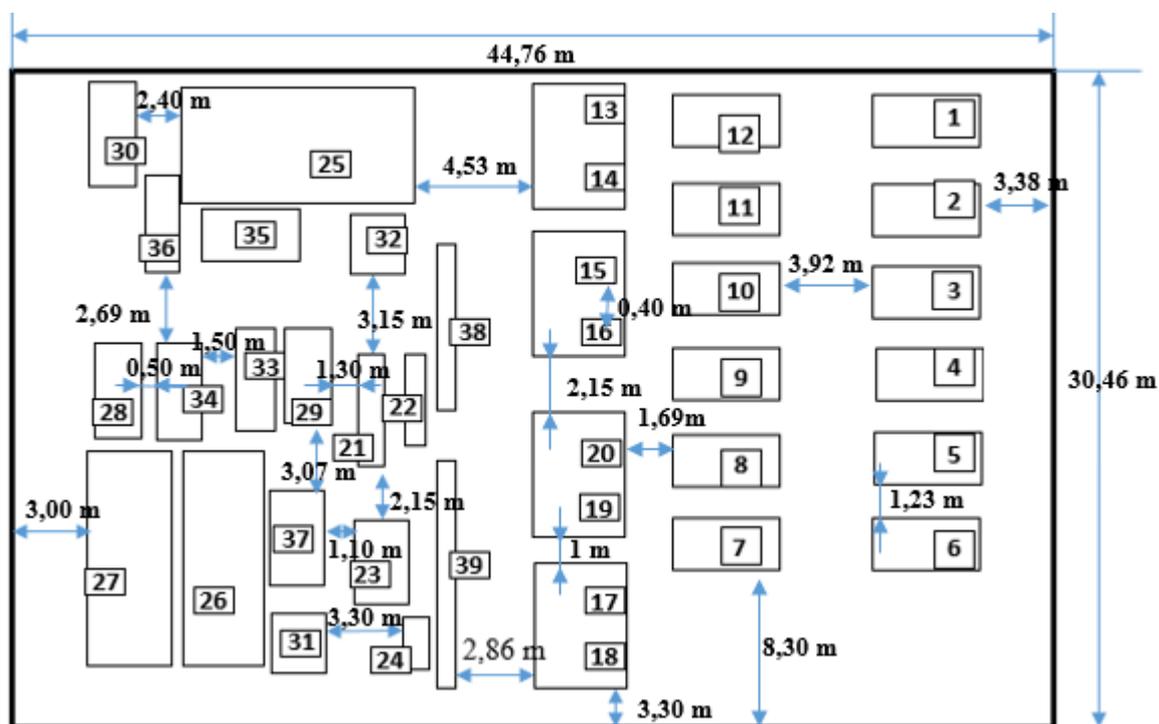


ANEXO F – DIAGRAMA DE INTER-RELAÇÕES

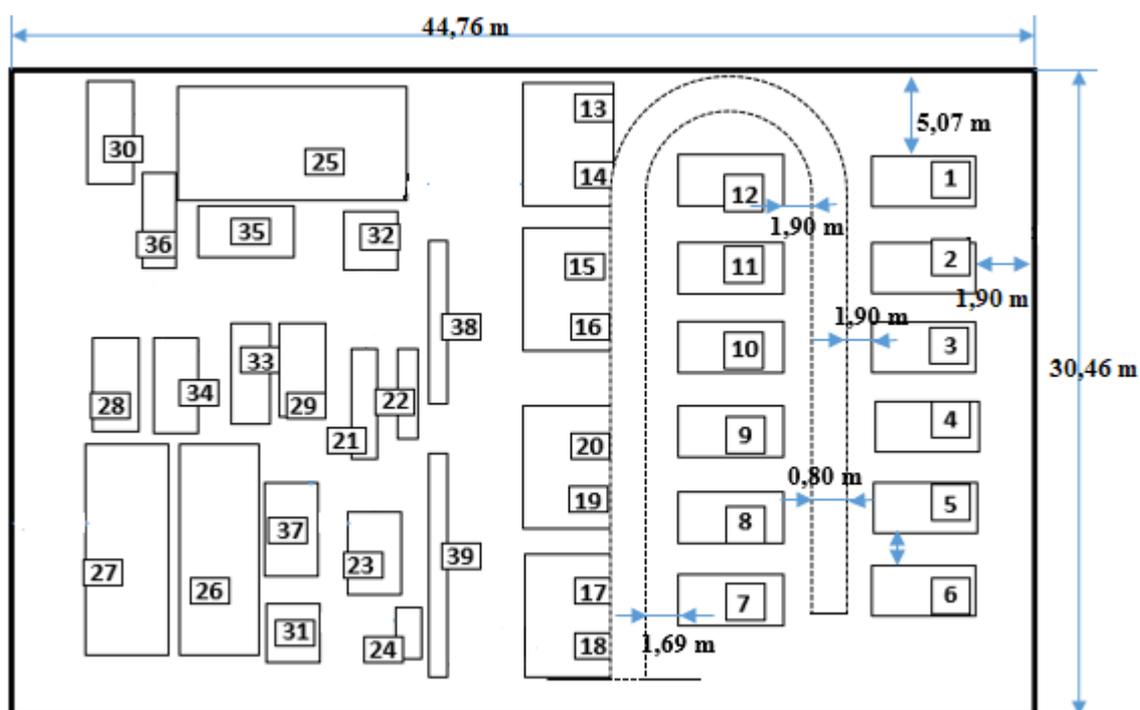


## ANEXO G – LEIAUTES PROPOSTOS

## ALTERNATIVA A



## ALTERNATIVA B



**ANEXO H – TABELA DISTÂNCIA PERCURSO DO OPERADORE**

Máquinas	Leiaute Atual		Leiaute A		Leiaute B	
	Processo	Estoque	Processo	Estoque	Processo	Estoque
1, 2 e 3	7,70 m	39,10 m	7,70 m	10,30 m	7,70 m	6,80 m
4, 5 e 6	7,70 m	30,60 m	7,70 m	9,69 m	7,70 m	13,00 m
7, 8 e 9	9,30 m	31,50 m	7,70 m	10,10 m	7,70 m	16,20 m
10, 11 e 12	9,30 m	10,70 m	7,70 m	10 m	7,70 m	26,92 m
13 e 14	3,10 m	13,40 m	2,40 m	17,80 m	2,40 m	1,30
15 e 16	3,10 m	17,70 m	2,40 m	8,40 m	2,40 m	1,30
19 e 20	3,10 m	12,90 m	2,40 m	15,80	2,40 m	1,30
21 e 31	10,90 m	7,10 m	5,76 m	3,76 m	5,76 m	3,76 m
22 e 26	8,70 m	8,70 m	5,84 m	4,76 m	5,84 m	4,76 m
23 e 32	3,30 m	4,20 m	9,07 m	2,10 m	9,07 m	2,10 m
24 e 32	10 m	7,53 m	9,30 m	3,68 m	9,30 m	3,68 m
33 e 29	2 m	3,15 m	1,30 m	2,70 m	1,30 m	2,70 m
34 e 28	2,31 m	2,61 m	1,27 m	2,10 m	1,27 m	2,10 m
30 e 35 e 36	2,30 m	16,60	1,69 m	6,90 m	1,69 m	6,90 m
<b>Total</b>	<b>82,81 m</b>	<b>205,79 m</b>	<b>72,23 m</b>	<b>108,09 m</b>	<b>72,23 m</b>	<b>65,9 m</b>