

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BARRA MANSA  
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**GISLAINE RAMOS RODRIGUES  
GIULIANA DE CAMPOS FARIA  
JULIANE NUNES DA SILVA**

**ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIA DE LAYOUT PARA FÁBRICA DE  
CAVACOS: ESTUDO DE CASO**

**Barra Mansa**

**2021**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BARRA MANSA  
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**GISLAINE RAMOS RODRIGUES  
GIULIANA DE CAMPOS FARIA  
JULIANE NUNES DA SILVA**

**ANÁLISE E PROPOSTA DE LAYOUT PARA A FÁBRICA DE CAVACOS:  
ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário de Barra Mansa como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel do Curso de Engenharia de Produção, sob a orientação do professor Zilmar Alcântara Júnior.

**Barra Mansa  
2021**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BARRA MANSA  
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

GISLAINE RAMOS RODRIGUES  
GIULIANA DE CAMPOS FARIA  
JULIANE NUNES DA SILVA

**ANÁLISE E PROPOSTA DE LAYOUT PARA A FÁBRICA DE CAVACOS:  
ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário de Barra Mansa como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel do Curso de Engenharia de Produção sob a orientação do professor Zilmar de Alcântara.

Data de aprovação:

---

Professor M.Sc. Zilmar Alcântara Júnior

---

Professora M.Sc. Sônia Morcerf

---

Professor M.Sc. André Luis de Oliveira Coutinho  
da Silva

**Barra Mansa  
2021**

Dedicamos esta monografia, a Deus e aos nossos pais pelos ensinamentos e confiança depositada em nossos sonhos, que possibilitou a conclusão da nossa sonhada graduação em Engenharia de Produção.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradecemos à Deus por nos permitir chegar até essa fase de conclusão de curso, que não nos desamparou em momento algum, por nossas vidas, e pela saúde e alegria que nos abençoou nesta linda trajetória.

Aos nossos familiares e amigos, que sempre estiveram conosco, que fizeram parte da nossa caminhada, incentivando e acreditando em nosso potencial em todos os momentos.

Ao nosso mestre e orientador Zilmar de Alcântara, por todo suporte durante a execução do nosso projeto final, com suas correções e incentivos.

A Escolha Ecológica, aos seus profissionais, na gerência Bruno Faria e Thiago Oliveira, pelo apoio em confiança para a realização do nosso TCC.

Ao Centro Universitário de Barra Mansa e a secretaria do curso em me proporcionarem um ótimo ambiente de ensino, fundamental em nossa preparação pessoal e profissional.

Enfim, a todos que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

“O conhecimento tem um começo, mas não tem fim.”

Geeta Iyengar

## RESUMO

Rodrigues, Gislaine Ramos; Faria, Giuliana de Campos; Silva, Juliane Nunes. **Análise e Proposta de layout para fábrica de cavacos**: estudo de caso. 2021. 74 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) – Centro Universitário de Barra Mansa. Barra Mansa, RJ, 2021.

O layout para as grandes organizações é essencial para produtividade, fluxo de operação e redução de gastos. Uma boa adaptação do arranjo físico favorece uma maior eficiência no sistema produtivo, com menos desperdício de matéria prima e podendo agregar assim mais valor ao produto.

A metodologia utilizada consistiu primeiramente em uma revisão bibliográfica sobre o estudo em questão, associado a uma pesquisa de campo. O trabalho consistiu em realizar visitas técnicas para caracterizar a empresa, avaliar o tipo de layout e realizar um estudo de fluxo da fábrica de cavacos. A aplicação de questionário para coleta de informações foi capaz de fornecer um parâmetro para elaborar um layout adequado por meio do software AutoCAD e propor melhorias para o processo.

Dessa maneira o trabalho tem por foco a análise de melhorias do novo arranjo físico e propôs-se observar e descrever todo o layout da fábrica de cavacos da Escolha Ecológica localizada em Porto Real-RJ, objetivando uma diminuição dos gargalos do processo, racionalização do tempo, aumentando assim a produção diária de cavaco. Além de analisar e descrever o fluxo de produção de forma a garantir uma melhor interação entre todos os elementos do processo, visou delimitar os locais para o estoque de matéria prima e produto acabado, e por fim propostas de investimento para aprimorar o processo e manter a qualidade e maior produtividade na fábrica. Dessa maneira conclui-se que a proposta de um novo layout poderá contribuir para que os objetivos associados ao volume e disposição dos estoques (pallets), sejam almejados de forma a manter a Escolha Ecológica em destaque para a competitividade no mercado de biomassa de cavaco.

**Palavras-chave:** Arranjo Físico. Rearranjo físico. Fábrica de cavacos. Produtividade. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

Rodrigues, Gislaine Ramos; Faria, Giuliana de Campos; Silva, Juliane Nunes. **Analysis and proposal of layout for the chip mill**: a case study. 2021. 74 sheets. Course Conclusion Work (Bachelor in Production Engineering) – University Center of Barra Mansa. Barra Mansa, RJ, 2021.

The layout for large organizations is essential for productivity, workflow, and cost savings. A good adaptation of the physical arrangement favors greater efficiency in the production system, with less waste of raw material and thus being able to add more value to the product. Thus, the work focuses on the analysis of improvements to the new physical arrangement and it was proposed to observe and describe the entire physical arrangement of the Ecological Choice chip mill, aiming to reduce process bottlenecks, rationalize time, thus increasing the production of the daily chip. In addition to analyzing and describing the production flow in order to ensure better interaction between all elements of the process, it aimed to delimit the locations for the stock of raw material and finished product, and finally investment proposals to improve the process and maintain the quality and greater productivity in the factory. Thus, it is concluded that the proposal for a new layout can contribute to the objectives associated with the volume and disposition of stocks (pallets) are targeted in order to keep the Ecological Choice highlighted for the competitiveness in the chip biomass Market

**.Keywords:** Layout. Physical rearrangement. Chip factory. Productivity. Sustainability

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Princípios do arranjo físico.....	18
<b>Figura 2</b> – Variedade X Volume.....	21
<b>Figura 3</b> – Arranjo físico de acordo com a variedade x volume x fluxo.....	24
<b>Figura 4</b> – Estrutura esquemática de um layout posicional.....	25
<b>Figura 5</b> – Ilustração esquemática de um layout funcional.....	26
<b>Figura 6</b> – Layout celular.....	27
<b>Figura 7</b> – Sequências das etapas necessárias para fabricação de um produto no layout em linha.....	28
<b>Figura 8</b> – Complexo de restaurantes com todos os quatros tipos básicos de arranjo físico.....	29
<b>Figura 9</b> – Localização da unidade industrial, determinando sua capacidade como dado inicial para layout da empresa.....	33
<b>Figura 10</b> – Sequência das etapas do layout industrial.....	34
<b>Figura 11</b> – Diagrama de processo.....	37
<b>Figura 12</b> – Representação gráfica dos transportes, atrasos e estocagens no diagrama de fluxo.....	38
<b>Figura 13</b> – Diagrama das atividades múltiplas.....	40
<b>Figura 14</b> – Logo da empresa Escolha Ecológica.....	45
<b>Figura 15</b> – Logo da fábrica de cavacos.....	46
<b>Figura 16</b> – Transportes dos pallets.....	47
<b>Figura 17</b> – Pallets de pinus.....	47
<b>Figura 18</b> – Cavaco.....	48
<b>Figura 19</b> – Volume de produção-gargalo.....	52
<b>Figura 20</b> – Abastecimento de cavaco na caçamba.....	53
<b>Figura 21</b> – Pallets de madeira de eucalipto.....	53
<b>Figura 22</b> – Cavaco.....	54
<b>Figura 23</b> – Tipo de layout.....	55
<b>Figura 24</b> – Layout da empresa.....	55
<b>Figura 25</b> – Fluxograma do processo.....	58
<b>Figura 26</b> – Diagrama de fluxo do cavaco.....	59
<b>Figura 27</b> – Estoque da matéria-prima.....	60
<b>Figura 28</b> – Estoque dos pallets para venda.....	61
<b>Figura 29</b> – Estoque dos pallets para processo.....	61
<b>Figura 30</b> – Estoque do cavaco produto final.....	61
<b>Figura 31</b> – Layout atual.....	63
<b>Figura 32</b> – Layout proposto.....	63
<b>Figura 33</b> – Esteira coletora.....	66

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Critérios de decisão e restrição do layout.....	32
---	----

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Tipos de layout alternativos para cada tipo de processo.....	21
<b>Quadro 2</b> – Símbolos representativos, função e as diversas atividades do fluxo de processo.....	36
<b>Quadro 3</b> – Simbologia e funções básicas do fluxograma.....	39
<b>Quadro 4</b> – Avaliação do layout.....	48
<b>Quadro 5</b> – Avaliação do número de respostas sim.....	50
<b>Quadro 6</b> – Tempo disponível no período durante a jornada de trabalho.....	56
<b>Quadro 7</b> – Propostas de estações.....	56

## LISTA EQUAÇÕES

<b>Equação 1</b>	- Tempo do ciclo (TC) .....	41
<b>Equação 2</b>	- Número mínimo de operações/estações(Nmin).....	41
<b>Equação 3</b>	- Eficiência do balanceamento.....	42
<b>Equação 4</b>	- Cálculo do Tempo do ciclo (TC) .....	57
<b>Equação 5</b>	- Cálculo do número mínimo de operações/estações(Nmin).	57
<b>Equação 6</b>	- Cálculo da eficiência do balanceamento.....	57

## **LISTA ABREVIações**

A.S.M.E      American Society of Mechanical Engineering

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 OBJETIVOS.....	14
<b>1.1.1 Objetivo geral.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>14</b>
1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	14
1.3 JUSTIFICATIVA.....	15
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1 REVISÃO HISTÓRICA DO LAYOUT.....	16
2.2 DEFINIÇÃO E OBJETIVO DO LAYOUT.....	17
<b>2.2.1 Princípio do layout.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.2 Fatores a serem estudados na elaboração/projeto de layout.....</b>	<b>19</b>
2.3 TIPOS DE PRODUTOS.....	20
2.4 VOLUME DE PRODUÇÃO.....	20
2.5 CLASSIFICAÇÃO DE LAYOUT.....	21
2.6 TIPOS DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO.....	22
2.7 TIPOS POTENCIAIS DE LAYOUT.....	23
<b>2.7.1 Layout posicional.....</b>	<b>24</b>
<b>2.7.2 Layout funcional por processo.....</b>	<b>25</b>
<b>2.7.3 Layout celular.....</b>	<b>26</b>
<b>2.7.4 Layout produto ou em linha.....</b>	<b>27</b>
<b>2.7.5 Layout misto.....</b>	<b>29</b>
2.8 TIPO DE PROCESSO DE SERVIÇO.....	30
2.9 CRITÉRIOS DE DECISÕES PARA O ARRANJO FÍSICO.....	30
2.10 ALTERAÇÕES DO ARRANJO FÍSICO.....	32
2.11 ETAPAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM LAYOUT.....	33
2.12 FERRAMENTAS PARA O PROJETO DE LAYOUT.....	35
2.13 ANÁLISE DO FLUXO DE PROCESSO.....	35
<b>2.13.1 Diagrama de processo.....</b>	<b>36</b>
2.14 DIAGRAMA DO FLUXO.....	38
<b>2.14.1 Fluxograma.....</b>	<b>39</b>
2.15 DIAGRAMA DE ATIVIDADE MÚLTIPLAS.....	40
2.16 BALANCEAMENTO DE LINHAS DE PRODUÇÃO.....	41
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>43</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>45</b>

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA ALVO DE ESTUDO.....	45
4.2 AVALIAÇÃO DO LAYOUT ATUAL.....	48
4.3 DEFINIÇÃO DO TIPO DE PROCESSO, PRODUTO E SERVIÇO.....	52
<b>4.3.1 Tipo de processo.....</b>	<b>52</b>
<b>4.3.2 Tipo de produto.....</b>	<b>53</b>
<b>4.3.3 Tipo de serviço.....</b>	<b>54</b>
<b>4.3.4 Tipo de layout.....</b>	<b>54</b>
<b>4.3.4.1 Balanceamento em linha.....</b>	<b>55</b>
4.4 ESTUDO DO FLUXO.....	58
<b>4.4.1 Diagrama de fluxo.....</b>	<b>59</b>
4.5 ELABORAÇÃO DOS LAYOUTS.....	62
4.6 PROPOSTA DE MELHORIA.....	67
5 CONCLUSÃO .....	<b>68</b>
6 REFERÊNCIAS .....	<b>70</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A visão organizacional do layout é essencial para produtividade, fluxo de operação e redução de gastos para a empresa. O layout define-se pela localização e disposição física adequada de todos os elementos do processo. Um arranjo físico estruturado corretamente colabora na sequência dos equipamentos, na trajetória de matéria prima e pessoas de modo a aumentar o processo produtivo, reduz o tempo e desperdícios na operação, além de evitar acidentes. (MICHAELIS, 2000)

Segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2020), o arranjo físico é a impressão inicial de em uma empresa, pois é o que indica a aparência de toda a operação. O arranjo físico sugere a organização do processo, desde as instalações, máquinas, mesas, equipamentos e pessoas. Apresenta o controle da segurança, atratividade, flexibilidade e eficiência de uma operação. Além disso, determina o modo pelo qual os recursos transformados fluem pela operação. Mudanças relativamente pequenas no arranjo podem afetar o fluxo ao longo da operação, o que, por sua vez, pode afetar seus custos e a eficácia geral da operação.

De acordo com Borba (1998), estabelecer o arranjo mais apropriado de equipamentos, materiais e pessoas sobre uma área física, envolve disposição desses elementos de maneira a minimizar o deslocamento, reduzir os pontos críticos e suprimir a ociosidade de diversas atividades.

Nesse contexto, estudo de caso da fábrica de cavacos tratará inicialmente o estudo teórico e analisar o layout atual da empresa descrevendo as principais atividades, com finalidade de debater sobre fluxo da operação do cavaco. O cavaco é um recurso renovável que consiste em aparas de madeiras cortadas, utilizadas principalmente como biomassa para geração de energia em fornos e caldeiras, atendendo diferentes processos.

Após o trabalho iniciará a segunda parte na empresa para coletar informações, analisar características e fatores que se relacionam o arranjo físico e a real situação da fábrica. As variáveis relativas a todo processo de cavaco envolvem a chegada de

matéria prima (pallet) na empresa a sua estocagem até o processo de produção do cavaco. O pallet para cavaco é encaminhado para a operação de redução de tamanho onde localiza-se o pré triturador em seguida é retirado as impurezas presentes na madeira e enviado por meio de uma esteira ao picotador que é o equipamento responsável por formar o cavaco dentro das especificações.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem por objetivo geral analisar o layout atual do setor produtivo da fábrica de cavacos da empresa Escolha Ecológica LTDA e propor possíveis melhorias ao arranjo físico observado.

### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICO

O trabalho tem o intuito de alcançar o objetivo geral por meio do atingimento dos seguintes objetivos específicos:

- Realizar a revisão bibliográfica sobre temas referentes ao estudo em questão;
- Analisar e descrever o layout atual da fábrica de cavacos;
- Apresentar o tipo de processo, produto e serviço da fábrica de cavacos;
- Elaborar desenho de layout em software tipo CAD;
- Identificar possíveis problemas no processo produtivo; e
- Elaborar propostas de melhoria.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

A disposição dos materiais e equipamentos do processo produtivo da empresa de cavaco desde a entrada da matéria prima até o produto final, tem dificultado a

armazenagem pelo grande volume de material que a empresa recebe diariamente. Dessa forma as condições no local de trabalho com disposição da matéria prima no espaço provocam ociosidade para o processo. Assim, com base nas análises criar um *layout* mais adequado para a empresa Escolha Ecológica que atenda às necessidades e as especificações de produção e que minimize as distancias percorridas e os entroncamentos destes processos desperdícios de matéria prima e mão de obra, conseqüentemente a perda de competitividade e lucro.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A análise do *layout* é importante, pois colabora para a identificação de problemas de baixo custo de produtividade como gargalos. A adaptação do arranjo físico, permitem aumentar a flexibilidade, com o fluxo da produção de maneira mais eficaz, com o deslocamento correto e conseqüentemente, reduzindo o tempo de produção e a transição da matéria prima.

O aspecto econômico de um *layout* eficiente influencia diretamente na redução nos custos de produção. O investimento em analisar e buscar rotas que apresentem soluções para a área produtivas, tem um constante rearranjo do *layout*, pois acompanham o desenvolvimento tecnológico dos equipamentos e maquinário. O replanejamento requer uma atividade que abranja os fatores de competitividade e eficiência em cada setor, conforme a área de atuação para tornar a metodologia menos obsoleta. (NEUMANN; SCALICE, 2015)

Dessa maneira, o resultado final de um estudo e proposições de uma disposição espacial adequada dentro uma empresa, após a tomada de decisão em relação ao produto, recursos e processos é proporcionado por um bom *layout*. Com a escolha do melhor arranjo físico, ocorrendo a identificação do problema principal e um planejamento da produção. Todavia, tais situações problemas vem à tona, assim é preciso um rearranjo ou modificação em algumas variáveis como: máquinas, pessoas ou processo. (NEUMANN; SCALICE, 2015).

Ao considerar os aspectos mencionados, o trabalho terá condições para a observação de problemas e possíveis soluções para o *layout*, com base no

conhecimento teórico e prático, com a possibilidade de ter mais eficiência no sistema produtivo, menos desperdícios e agregando valor ao produto e tornando a empresa mais competitiva.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 REVISÃO HISTÓRICA DO LAYOUT

Antigamente a utilização espaços do ambiente de trabalho era de maneira intuitiva, porém com a evolução do sistema produtivo e as exigências do mercado com base em produtividade e respostas rápidas, o *layout* assumiu uma atribuição importante a partir do século XX. Vale ressaltar essa atenção inicial em relação a disposição e planejamento das áreas, deve-se aos engenheiros químicos, que aplicaram os conhecimentos no processo produtivo de uma indústria de embutidos de carne até fornecedores de automóveis e armadores britânicos. (NEUMANN; SCALICE, 2015)

Com as pesquisas de diversos contemporâneos como Taylor, Barnes, Maynard, casal Gilbreth, o mero arranjo físico intuitivo passou a ter uma série de conceitos e técnicas de visualização de processos que permitiram a sua evolução para uma área de estudos com corpo próprio (MUTHER, 1978).

Segundo Neumann *et al.* (2020), o layout do sistema de produção é o principal produto da engenharia de produção. Ela existe na transformação de edifícios e máquinas, na relação com os custos de investimento, na seleção dos materiais do produto e na produção necessária para as previsões de vendas.

Dessa maneira, o projeto *layout* industrial deve ser considerado uma das categorias de engenharia, que segue as mesmas especificidades do projeto do produto. O desenvolvimento de um projeto *layout* industrial deve ser visto como um produto dinâmico, com base nas necessidades dos futuros usuários, considerando as condicionantes do processo, para estabelecer um novo conceito de sistema de produção. (CAMAROTTO,2014)

## 2.2 DEFINIÇÃO E OBJETIVO DO LAYOUT

Segundo Chiavenato (2014) o arranjo físico é descrito pelo leiaute, do termo original do inglês *layout*. Conforme o dicionário Michaelis (2000) a palavra *layout* significa: desenho, plano, esquema, exposição, amostra e equipamento.

De acordo com Ilda (2005), *layout* físico é o estudo da distribuição espacial ou posição relativa dos diferentes elementos que compõem uma estação de trabalho. Ou seja, como serão localizados os diversos instrumentos de informação e controle existentes no local de trabalho.

Segundo Chiavenato (2014), layout é um gráfico que mostra o *layout* do espaço, a área ocupada e a localização das máquinas e equipamentos ou peças envolvidas. O layout mostra o layout físico das máquinas, pessoal e materiais, procurando a melhor combinação dos três: operação da máquina, eficiência do trabalho e fluxo de material.

Para Cury (2017), o layout corresponde à disposição dos diversos postos de trabalho no espaço existente da organização, além de focar na melhor adaptação das pessoas ao ambiente de trabalho, também se baseia na natureza das atividades desempenhadas e na disposição dos móveis. Portanto, os objetivos do projeto de layout devem:

- Otimizar as condições de trabalho dos colaboradores nas diferentes unidades organizacionais;
- Racionalizar o fluxo de fabricação ou processamento;
- Racionalizar o layout físico das estações de trabalho e aproveitar ao máximo todo o espaço disponível;
- Minimizar o fluxo de pessoas, produtos, materiais e documentos no ambiente da organização.

### 2.2.1 PRINCÍPIOS DO LAYOUT

Os princípios de qualquer arranjo físico de acordo com Slack *et al.* (2020), relaciona o posicionamento relativo dos recursos de transformação nas operações e processos, a designação de atividade a cada recurso e a aparência geral, que juntos traçam a natureza e o modo do fluxo do recurso de transformação em toda a operação ou processo.

Dependem dos objetivos estratégicos da operação e objetivos gerais relacionados a todas as operações, envolvendo os princípios descritos abaixo:

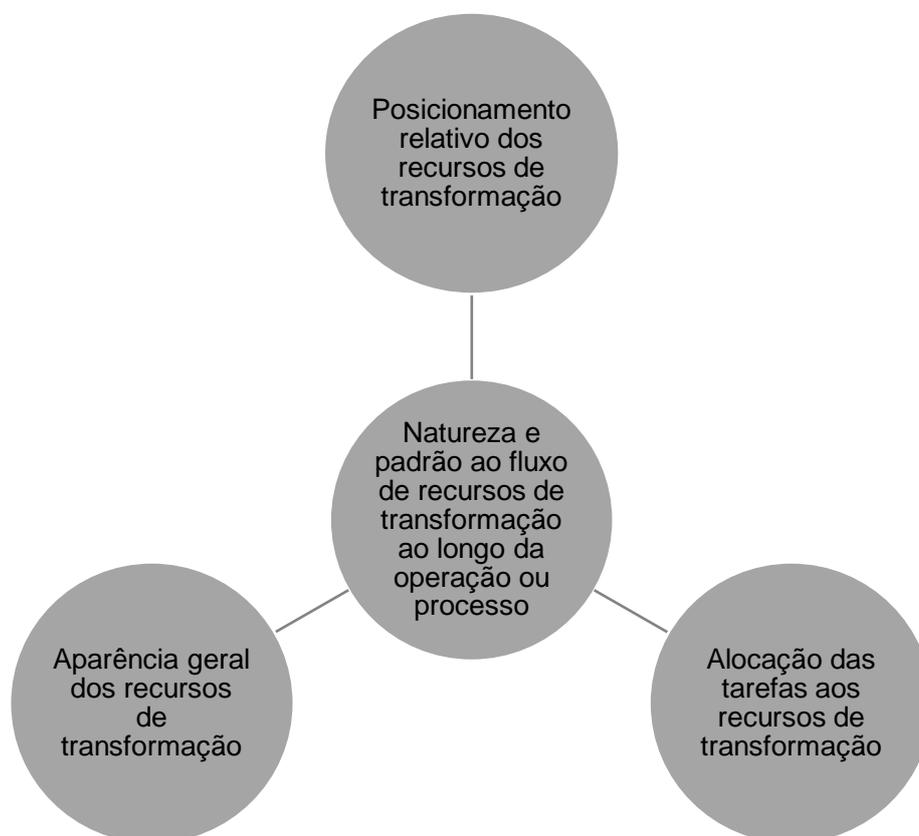


Figura 1: Princípios do arranjo físico- posicionamento, aparência e alocação dos recursos para a padronização do fluxo de recursos.

Fonte: Slack *et al.* (2020)

Segundo Borba (1998) e Camarotto (2005), toda pesquisa de layout deve seguir os 6 princípios gerais:

1. Integração – Os elementos devem ser integrados, envolvendo os fatores diretos e indiretos da produção, pois qualquer falha em um fator levará a ineficiência do sistema. Os detalhes da empresa devem ser estudados e colocados em um local determinado, com o dimensionamento de forma adequada.
2. Distância mínima - Deve ser encontrada uma maneira de minimizar a distância entre as operações para evitar desperdício de esforço, confusão e custo.
3. Obediência ao fluxo das operações -Os requisitos da operação devem ser atendidos a fim de movimento contínuo e organizado de pessoas, materiais e equipamentos, conforme a sequência lógica do processo de fabricação ou serviço.
4. Racionalização do espaço - Fazer pleno uso do espaço e 3 dimensões possíveis.
5. Satisfação e segurança-Uma melhor aparência do espaço de trabalho promove a confiança nos trabalhadores e redução dos riscos de acidentes.
6. Flexibilidade - O design do produto muda com frequência e rapidez, mudanças nos sistemas de trabalho. A ausência de mudanças pode tornar a empresa obsoleta.

## **2.2.2 FATORES A SEREM ESTUDADOS NA ELABORAÇÃO/PROJETO DE LAYOUT**

Segundo Martins e Laugeni (2012), elaboração do layout é uma atividade interdisciplinar, envolvendo diferentes áreas da empresa. Dessa forma, é importante usar a experiência de todos ao projetar, verificar e determinar soluções.

Para Cury (2017), o desenvolvimento da pesquisa de layout das as unidades industriais, seus produtos e sistemas de produção, bem como as organizações burocráticas, a natureza do trabalho, a carga de trabalho e o processo abordados pelo arranjo físico.

De acordo com Ilda (2005), os principais fatores a serem estudados do arranjo físico são: material, equipamentos, mão-de-obra, movimentação, estoque, edifícios, alterações no espaço e serviços auxiliares.

Neumann (2015) descreve os principais fatores determinantes para o projeto de um layout são:

•**Tipo de produto:** classifica o produto um bem ou um serviço, se é feito para estoque ou sob encomenda.

•**Volume de produção:** volume de produção tem impacto na escala e capacidade de expansão da fábrica a ser construída.

•**Tipo de processo de fabricação:** São questões relacionadas ao tipo de tecnologia usada na manufatura, os materiais usados e os meios usados para realizar esses serviços.

### 2.3 TIPO DE PRODUTO

Todo e qualquer bem manufaturado ou serviço prestado a um cliente é resultado de um processo de transformação de entradas em saídas.

O processo de transformação, também chamado de processo de negócio, é, portanto, um conjunto de atividades realizadas de forma coordenada, cujo objetivo é produzir um produto ou gerar um serviço, seja para clientes externos ou internos à organização. (CHING, 2019)

Os clientes externos à organização são os clientes finais daquilo que comercializamos. São aqueles que pagam pelo produto que produzimos ou pelo serviço que prestamos. Já os clientes internos são as diferentes unidades organizacionais ou os diferentes estágios pelos quais passam os produtos manufaturados ou os serviços prestados. (CHING,2019)

### 2.4 VOLUME DE PRODUÇÃO

De acordo com Ching (2019) o volume de produção e a variedade de produtos ou serviços são variáveis úteis para se definir o processo produtivo. Normalmente, essas duas variáveis operacionais estão relacionadas.

Um processo produtivo que produz em alto volume não consegue apresentar uma alta variedade, por sua vez um processo que produz uma grande variedade de produtos ou serviços não consegue produzi-los em alto volume.

Essa ideia está representada na matriz produto-processo na figura 2:

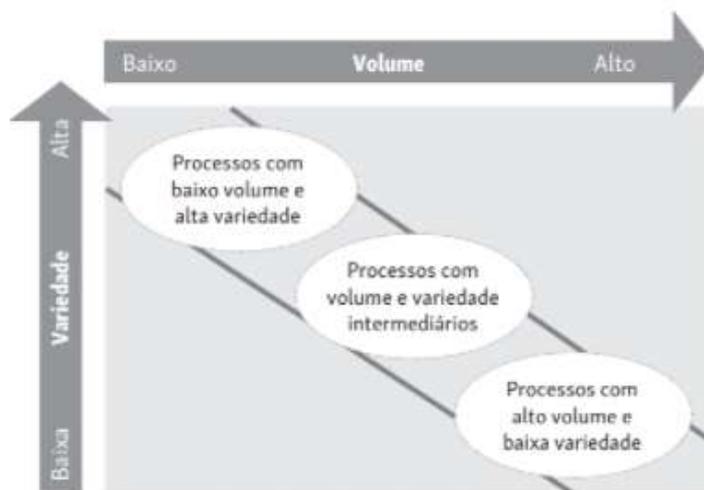


Figura 2: Variedade x Volume do processo.

Fonte: Ching (2019)

## 2.5 CLASSIFICAÇÃO DO LAYOUT

O quadro 1 apresenta os tipos de processo de fabricação, potenciais de layout e serviço que estão envolvidos para elaborar e estudar o arranjo físico com base nestas informações:

Quadro 1: Tipos de layout alternativos para cada tipo de processo.

Tipo de processo de fabricação	Tipos potenciais de layout		Tipo de processo de serviço
Projeto	Layout de posicional Layout funcional	Layout posicional Layout funcional Layout celular	Serviço profissional
Tarefa	Layout funcional Layout celular	Layout funcional Layout celular	Loja de serviço
Lote	Layout funcional Layout celular		

Massa	Layout celular Layout de produto	Layout celular Layout de produto	Serviço em massa
Contínuo	Layout de produto	Layout de produto	

Fonte: Rocha et al. (2015)

## 2.6 TIPOS DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO

### a) Processos de Produção por Projeto

O sentido dos processos por projeto é que cada função tem início e fim de forma definida, a duração entre o início de diferentes trabalhos é relativamente grande e os recursos transformados que fazem o produto são dispostos de maneira especial. (NEUMANN,2015)

### b) Processo de Produção por Tarefa

Nos processos de *jobbing* (tarefas) qualquer produto deve dividir os recursos da operação vários outros produtos. A diferença está no tipo de foco e necessidades do cliente. Criam a flexibilidade necessária para a produção em massa de vários produtos e serviços. (NEUMANN, 2015)

### c) Processos de Produção em Lotes ou Bateladas

Esse processo caracteriza pela produção em lotes ou em bateladas, de um volume médio de bens ou serviços estabelecidos. São usados quando vários serviços ou produtos são processados na mesma instalação. Eles são sistemas mais flexíveis que usam equipamentos de uso geral. (NEUMANN, 2015)

### d) Processos de Produção em Massa

O processo em massa discreta é caracterizado pela produção em massa de produtos altamente padronizados, com quase nenhuma mudança no tipo de produto final. Envolvem processos específicos usados para a fabricação de um produto ou execução de um serviço. (NEUMANN, 2015).

#### e) Processos de Produção Contínuo

O processo de produção contínuo, ocorre a produção de bens ou serviços que não podem ser identificados separadamente. Os equipamentos realizam as mesmas operações continuamente, com o material movendo-se entre eles com pequenas paradas até chegar ao produto final. (NEUMANN, 2015)

## 2.7 TIPOS POTENCIAIS DE LAYOUT

Segundo Neumann (2012) o tipo básico de layout é o sistema de organização da produção para a disposição física dos recursos de produção em uma unidade. Dessa maneira é preciso definir um tipo de layout adequado às necessidades de produção, dependendo da natureza do produto e do tipo de operação realizada.

Para Neumann (2012) e Slack (2015) o layout é dividido em cinco tipos, conforme descrito a abaixo:

- a) Layout posicional (ou de “posição fixa”).
- b) Layout funcional.
- c) Layout celular.
- d) Layout por produto (ou “em linha”).
- e) Layout misto (ou “híbrido”).

Slack *et al.* (2020) realiza uma síntese na figura 3, como os tipos de produtos ou serviços são reduzidos a diferentes "categorias" com requisitos semelhantes. Quando a variedade de produtos é relativamente pequena e o volume é relativamente grande, a taxa de fluxo pode ser calculada e o arranjo físico de cada produto pode ser apropriado.

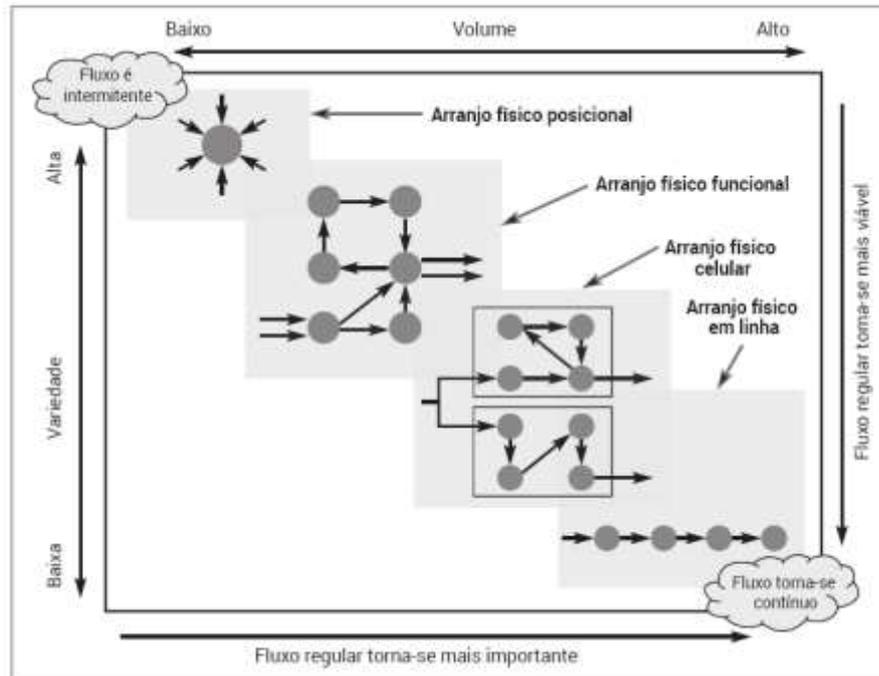


Figura 3: Arranjo físico de acordo com variedade x volume x fluxo

Fonte: Slack *et al.* (2020)

### 2.7.1 LAYOUT POSICIONAL

O layout posicional, também chamado de layout fixo ou project shop, pode ser o tipo de layout mais básico, usado quando o produto a ser produzido tem dimensões grandes e de difícil locomoção. Em essência, são adequados para lote único, produtos de grande porte ou de baixa liquidez. (NEUMANN,2015)

No layout fixo, Ching (2019) estabelece que os produtos a serem produzidos ou os clientes a serem processados no processo de prestação do serviço são estacionados e os recursos de transformação (máquinas, ferramentas, instrumentos, pessoal, etc.) são movidos para ele conforme a necessidade.

Em outras palavras de acordo do Martins e Laugeni (2012) neste layout, o material permanece fixo e os elementos do processo se deslocam para a posição onde são realizadas as operações necessárias ao redor dele, conforme ilustrado na Figura 4.

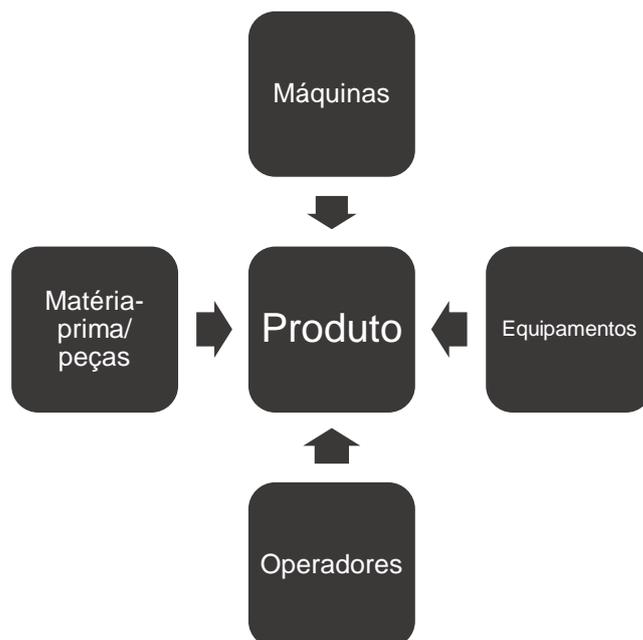


Figura 4: Estrutura esquemática de um layout posicional.

Fonte: Neumann e Scalice (2015)

### 2.7.2 LAYOUT FUNCIONAL POR PROCESSO

Em um arranjo físico funcional, recursos ou processos semelhantes estão agrupados, ou seja, localizados juntos, por tipo ou função. Isso pode ser porque é conveniente combiná-los ou porque melhora a utilização dos recursos de transformação. (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON,2015)

O layout por processo é aplicado quando se pretende analisar os processos de produção de um ou vários produtos. (CHIAVENATO, 2014). De acordo com Slack et al. (2020) isso significa que à medida que produtos, informações ou clientes fluem pelas operações, eles percorrerão o percurso de uma atividade para outra de acordo com suas necessidades. Produtos ou clientes diferentes terão necessidades diferentes, portanto, seguirão caminhos diferentes. Isso geralmente torna o padrão de fluxo em operação bastante complicado.

Segundo Rocha (2016) e Neumann (2015) o objetivo é sempre minimizar a distância para aumentar a produtividade do sistema produtivo. No entanto, no caso de produção coexistente de múltiplos produtos diferentes, reduzir a distância entre os recursos de produção de um determinado produto pode aumentar a distância entre os

recursos de produção de outro produto. Isso ocorre porque é praticamente impossível reunir todos os recursos de produção.

Conforme Neumann (2015) e Ching (2019) esse arranjo funcional é indicado quando a produção é baixa e a variedade de produtos é grande e em processo de entrega de serviços com clientes com diferentes necessidades. Este é o layout mais comum da indústria e tem aplicações em indústrias que fabricam máquinas especiais, metalúrgicas, ferramentarias, hospitais, gráficas, hospitais.

A figura 5 demonstra esse tipo de arranjo físico, no qual os produtos A B e C usinados seguem processos diferentes (torneamento, fresamento, corte e retificação), em conformidade com seus processos de fabricação.

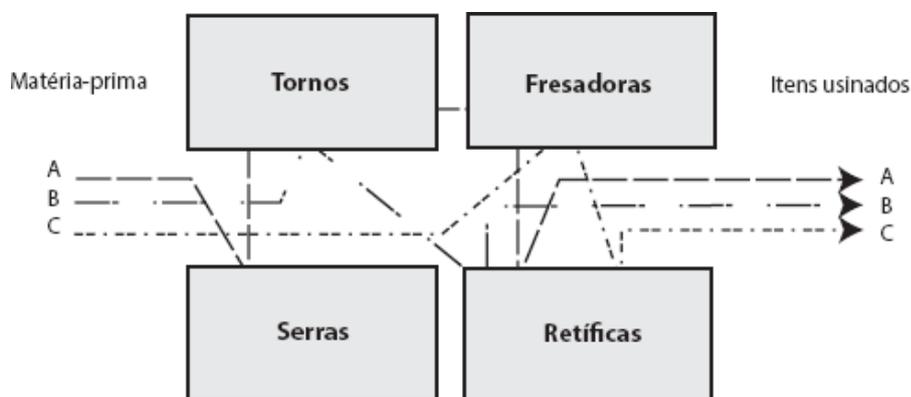


Figura 5: Ilustração esquemática de um layout funcional.

Fonte: Neumann et al. (2015)

### 2.7.3 LAYOUT CELULAR

O layout celular conhecido também como célula de manufatura, consiste em arranjar diferentes máquinas que podem fabricar todo o produto inteiro em um lugar (célula). Martins e Laugeni (2012). Segundo Neumann *et al.* (2015) este arranjo destaca-se por ser flexível quanto ao tamanho de lotes por produto, que possibilita um nível de qualidade e de produtividade alto.

O layout celular é empregado pelo sistema de produção de células. Uma unidade de produção é o nome de uma equipe multifuncional dedicada a uma tarefa específica que requer uma coleção integrada de múltiplas capacidades pessoais. (CHIAVENATO,2014)

No arranjo físico celular é necessário dimensionar a quantidade de recursos produtivos, e também o espaço demandado. Anteriormente é preciso definir as células que serão formadas e apontar os recursos de um arranjo físico funcional que seriam deslocados para compor células dedicadas essas famílias de produto. (ROCHA; NONOHAY,2016)

O material se move dentro da célula para encontrar o processo necessário. Embora seja específico para uma determinada série de produtos, ainda pode atingir um alto nível de qualidade e produtividade. Também reduz o transporte de materiais e o estoque. As responsabilidades pela fabricação de produtos são centralizadas e projetadas para atender aos requisitos do trabalho. (MARTINS; LAUGENI,2012)

A Figura 6 abaixo apresenta um layout celular que consiste na entrada de matéria em três células com a respectiva família seguindo para o processo final de montagem:

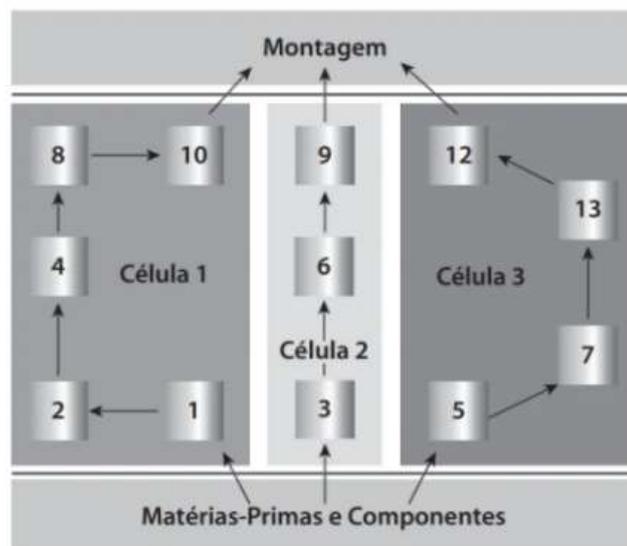


Figura 6: layout celular.

Fonte: Martins e Laugeni (2012)

#### 2.7.4 LAYOUT PRODUTO OU EM LINHA

O layout em linha ou por produto, resume em localizar os recursos de transformação conforme o melhor percurso. Cada produto e elemento de transformação segue uma rota pré-estabelecida no qual a sequência de atividades

exigidas coincide com a sequência de arranjo físico do processo. (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON,2020)

O arranjo físico desse tipo de operação é caracterizado pela entrada da matéria-prima por uma ponta da linha de produção e pela saída do produto acabado pela outra. A trajetória quase representa a menor distância entre as etapas intermediárias. O armazenamento intermediário durante cada etapa de fabricação e processo de manuseio de material é reduzido ao mínimo. (DIAS,2019)

O layout do produto é empregado por indústrias de produção contínua, linhas de produção e até mesmo indústrias repetidas. Os equipamentos são dispostos ao longo da linha os materiais ou matérias-primas são levados na ordem das operações, partindo de uma extremidade, movendo-se lentamente ao longo desse equipamento, trabalhe em sequência na outra extremidade da linha de produção até que o produto seja concluído, conforme mostrado na Figura 7. (CURY, 2017)

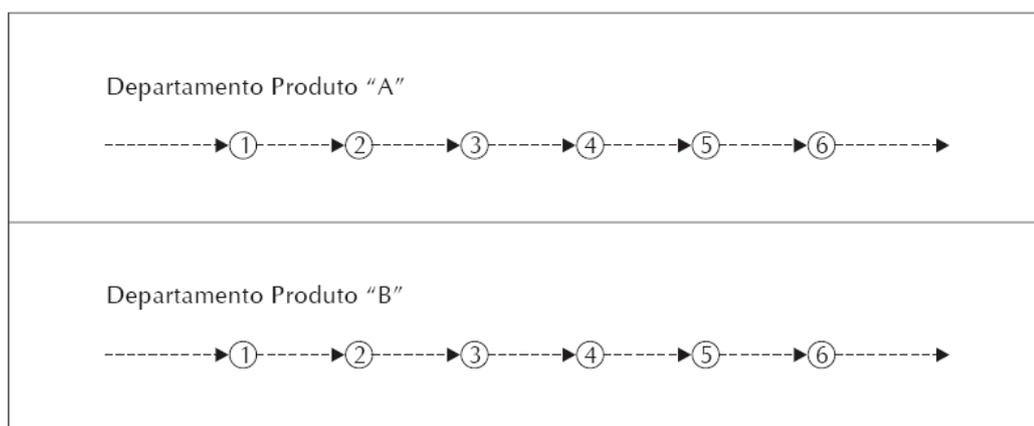


Figura 7: Sequência das etapas necessárias para a fabricação de um produto no layout em linha.

Fonte: Cury (2017)

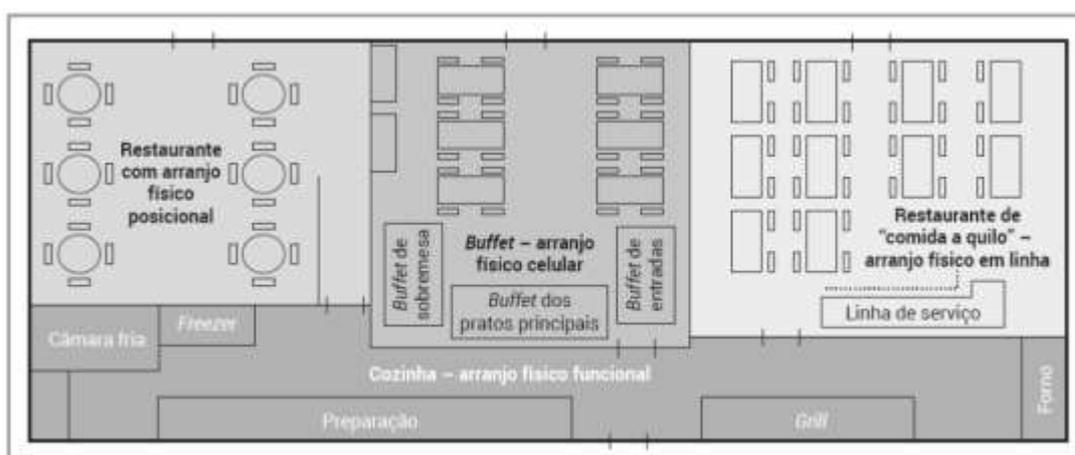
## 2.7.5 LAYOUT MISTO

O layout misto, também conhecido como layout combinado, é consequência da utilização de mais de um tipo de layout clássico na mesma unidade de produção, devido ao grande número de variedades ou mudanças de variedades no mix de produção em larga escala e à adaptação contínua de empresas para atender às necessidades do mercado. (NEUMANN; SCALICE, 2015)

A maioria das empresas usa uma combinação de tipos de arranjos físicos em seus processos de produção e entrega de serviços (Ching, 2019). Segundo Neumann et al. (2015), isso ocorre porque cada departamento da empresa possui processos com requisitos diferentes, em termos de volume de produção e tipos de itens a serem produzidos, ou em termos de finalidade de desenho do layout.

Portanto, de acordo com Slack *et al.* (2015), várias empresas planejam misturar arranjos físicos, que incluem alguns ou todos os tipos básicos de elementos de arranjo físico, e isolá-los em diferentes áreas de operação. Assim, é comum encontrar uma combinação das soluções de layout descritas anteriormente, ou seja, na prática parece que uma combinação de alguns dos quatro tipos básicos de layout físico é considerada para planejar a maior parte do layout. (NEUMANN; SCALICE, 2015)

A figura 8 exemplifica um restaurante que aplicou quatro tipos de layout distintos:



**Figura 8:** Complexo de restaurantes com todos os quatro tipos básicos de arranjo físico.

Fonte: Slack et al. (2020)

## 2.8 TIPO DE PROCESSO DE SERVIÇO

**Serviços Profissionais:** são serviços específicos que tem os clientes passam um tempo considerável no processo do serviço, são definidos como organizações de alto contato. Esses serviços fornecem um alto nível de personalização e o processo de serviço é altamente adaptável para atender às necessidades de clientes individuais. (CHING,2019)

**Lojas de Serviços:** Estas lojas são caracterizadas pelo nível de contato com o cliente, personalização, número de clientes e tomada de decisão dos funcionários, colocando-os entre os extremos do serviço profissional e do serviço em massa. Os serviços são fornecidos por meio de uma combinação de atividades de primeiro e segundo plano, pessoal e equipamento e foco no produto / processo. (NEUMANN; SCALICE,2015)

**Serviços em Massa:** Esse serviço contém muitas transações de clientes, envolvem tempo de contato limitado e pouca personalização. Geralmente são baseados para o equipamento e orientados "produto", a maior parte do valor agregado fica em segundo plano e as atividades de julgamento do pessoal da linha de frente são relativamente pequenas. Possui um baixo grau: contato, personalização e autonomia (CHING,2019)

## 2.9 CRITÉRIOS E DECISÕES PARA O ARRANJO FÍSICO

A decisão do arranjo físico é importante, pois significa como os recursos de transformação são posicionados em relação uns aos outros, como suas várias tarefas são alocadas para esses recursos de conversão e a aparência geral desses recursos. Se o layout estiver errado, pode levar a padrões de processo muito longos ou caóticos, filas de clientes, longos tempos de processo, operações inflexíveis, processos imprevisíveis, altos custos e problemas para aqueles na área. (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2015).

As decisões sobre arranjo físico conforme Chiavenato (2014) ocorre quando:

- Um novo recurso que ocupa espaço é adicionado ou excluído do processo;
- Alteração da localização;
- A área de instalação é ampliada ou reduzida;

- Ocorre uma grande mudança no produto que afeta o processo de produção;
- Tem mudanças associada aos procedimentos ou fluxos físicos;
- Quando a estratégia competitiva de operações passa por grandes mudanças;

Pode-se observar que os três primeiros critérios referentes a natureza dos elementos de acordo com Ilda (2005) são:

1. Importância- posicionar a peça mais importante em local de destaque no posto de trabalho, para observação contínua ou fácil operação;
2. Frequência de uso-Os elementos com maior frequência de uso devem ser colocados em uma posição visível ou em uma posição que seja mais fácil de alcançar e operar;
3. Agrupamento funcional- Elementos funcionais semelhantes compõem subgrupos, e os subgrupos são armazenados em blocos.

Com base nos aspectos anteriores, Ilda (2005) aborda os outros critérios que se referem à interação entre os elementos como:

1. Ordem de uso- Quando há uma sequência de operações ou conexões temporais entre os elementos, suas posições relativas no espaço devem seguir a mesma ordem.
2. Intensidade de fluxo- Os elementos com a maior intensidade de fluxo estão próximos. O fluxo é representado por variáveis específicas que devem ser selecionadas em cada situação, que podem ser materiais, movimentos corporais ou informações.
3. Conexão de prioridade- Alguns tipos de elementos conectados são colocados juntos.

Em uma última análise, Ilda (2005) afirma que esses critérios podem ser usados em combinação, como por exemplo fazer um agrupamento funcional por blocos por exemplo e, logo após, averiguar o volume do fluxo entre os diferentes blocos.

Para Neumann *et al.* (2015), a tabela abaixo mostra os principais critérios de decisão e restrições relacionadas ao projeto e comportamento do layout:

<b>Crítérios de decisão</b>	<b>Restrição</b>
Redução de custos de manuseamento de materiais	Restrição de espaço
Minimização do espaço percorrido pelos clientes	Localização fixas para determinados departamentos
Minimização da distância percorrida pelos funcionários	Normas de segurança
Maximização da proximidade de departamentos relacionados.	Regulamentos relativos a incêndio

Tabela 1: Critérios de decisão e restrição do Layout.

Fonte: Neumann et al. (2015)

## 2.10 ALTERAÇÕES DO ARRANJO FÍSICO

De acordo com Dias (2019), quando o layout se trata da necessidade de implantação de novos galpões, mudanças ou reformas de instalações, a solução está em uma pesquisa realizada por uma empresa especializada em consultoria industrial e racionalização de obras, analisando as seguintes situações, incluindo alterações de layout:

- a) Modificação do produto- Um mercado altamente competitivo geralmente requer revisões regulares do produto, o que pode afetar o equipamento, a mão de obra e o espaço disponível.
- b) Lançamento do produto- O novo layout deve ser desenvolvido enquanto o novo produto passa pela fase de planejamento do processo de fabricação.
- c) Mudanças na demanda- O aumento ou diminuição das vendas ou da produção comprova a racionalidade de estudar a adequação da capacidade ociosa e da adequação dos equipamentos existentes, alinhado com a finalidade do layout.

- d) Instalações desatualizadas- Programas e equipamentos podem se tornar barreiras para o armazenamento de certos produtos. Nestes casos, os problemas de equipamentos têm o menor impacto no layout; por outro lado, a obsolescência do processo exige modificações sensíveis.
- e) Ambiente de trabalho inadequado- O layout deve considerar as modificações necessárias para reduzir a influência do ruído, da temperatura anormal e da presença de agentes corrosivos, enfim, todos os fatores que podem afetar o desempenho dos fatores humanos.
- f) Alta taxa de acidentes- Os estudos de layout incluem a localização de instalações que podem fornecer assistência emergencial a trabalhadores expostos a produtos químicos altamente corrosivos, bem como o isolamento ou restrição de determinados locais de trabalho.
- g) Mudanças na posição do mercado consumidor- Esse é um problema que não tem impacto direto, como reflexo do layout, pois a necessidade de realocar o “Waterhouse” envolve novas pesquisas de layout.
- h) Reduzir custos- Fazer melhor uso da mão-de-obra e da construção de equipamentos, e implantar produtos adequados, reduzir os custos de armazenamento e de manutenção.

## 2.11 ETAPAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM LAYOUT

Conforme Martins e Laugeni (2012) para projetar e implementar um layout de uma empresa deve-se considerar a sequência lógica de acordo com a figura abaixo:

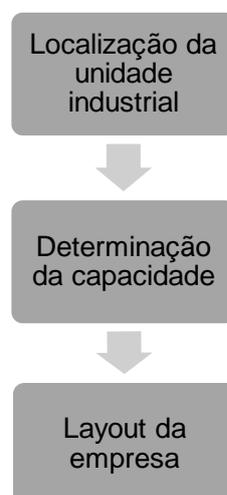


Figura 9: Localização da unidade industrial, determinar sua capacidade como dado inicial para o layout da empresa. Fonte: Martins e Laugeni (2012)

Para Martins e Laugeni (2012) devem primeiro considerar algumas questões práticas ao projetar o layout:

1. Planejar e descrever o todo e em seguida as partes;
2. Analisar o layout ideal e o prático;
3. Determinar o local de estudo;
4. Determinar a quantidade a ser produzida;
5. Calcular o número de máquinas e a área de estoque;
6. Indicar tipo de layout, considerando o processo e o tipo das máquinas;
7. Implementar o layout e redesenhar quando necessário;
8. Realizar o planejamento do edifício;

Além disso Camarotto (2005) acrescenta que o projeto de layout deve seguir as etapas abaixo:

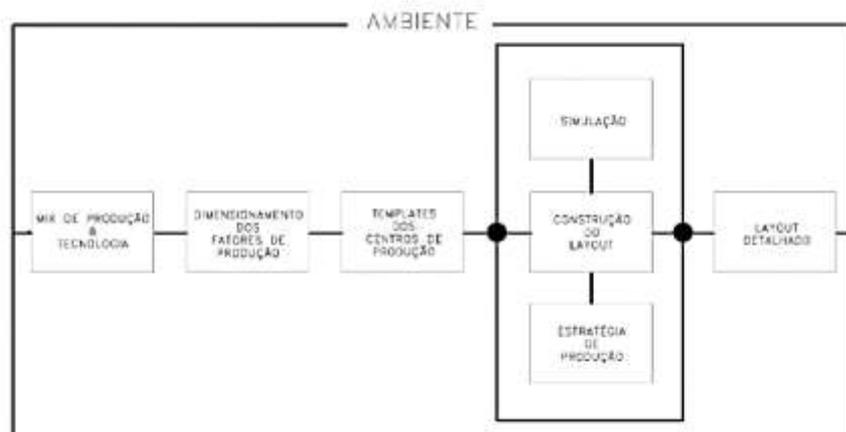


Figura 10: sequência das etapas do layout industrial.

Fonte: Camarotto (2014)

Por fim, o arranjo físico deve ser documentado e utilizado como base para a implementação. De modo geral, uma planta baixa é usada e um modelo tridimensional é finalmente usado. Os detalhes do layout físico devem incluir o posicionamento e as limitações da área de armazenamento de cada máquina e equipamento. (ROCHA; NONOHAY,2016)

## 2.12 FERRAMENTAS PARA O PROJETO DE LAYOUT

De acordo com Chiavenato (2014) as quatro principais ferramentas para o projeto do layout são:

1. Maquetes ou gabaritos bidimensionais ou tridimensionais: por meio de desenhos ou blocos, mostra-se a localização dos elementos básicos do processo produtivo.
2. CAD/CAM (computer aided design e computer aided manufacturing): são softwares computacionais usados para facilitar o projeto e o desenho técnico ou para criação, modificação, análise ou otimização de arranjos físicos.
3. Simulação: é o recurso de projetar um protótipo computacional de um sistema real e desenvolver experiências com este modelo para compreender seu funcionamento e/ou avaliar estratégias para sua operação significa recriar comportamentos de um sistema ou processo de modo adequado para estudo, análise e interação.
4. Diagramas de fluxo de processos: fluxogramas formados por símbolos que descrevem a movimentação de processos de produção.

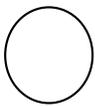
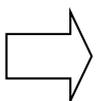
## 2.13 ANÁLISE DO FLUXO DE PROCESSO

Diagramas são representações diretas simples e precisas de uma tarefa. São empregados para analisar o processo; estudar a distribuição em planta (layout); servir de referência para estudos de tempo; calcular rapidamente o período necessário para produzir um artigo; preparar uma linha de fabricação equilibrada e progressiva; determinar o número de operários necessários. (DIAS,2014)

Os diagramas mais usados para levantamento de dados são:

1. Diagrama do processo.
2. Diagrama do fluxo.
3. Diagrama das atividades múltiplas.

Na montagem dos diagramas são empregados símbolos representativos padronizados pela A.S.M.E. – American Society of Mechanical Engineering:

SIMBOLO	FUNÇÃO	ATIVIDADE
	Operação	Caracteriza-se por qualquer mudança das propriedades ou características de um objeto
	Inspeção	Trata-se da verificação da qualidade e/ou quantidade de um objeto.
	Transporte	Há transporte quando o resultado predominante da atividade é o deslocamento do objeto.
	Atraso	Ocorre quando existe interrupção na sequência das operações e inspeções.
	Estocagem	Existe estocagem quando o material é deliberadamente imobilizado e não se movimenta sem autorização.
	Estocagem Temporária	Nesta atividade o material é movimentado automaticamente, não havendo necessidade de autorização expressa

Quadro 2: Símbolos representativos, função e das diversas atividades.

Fonte: Dias (2019)

### 2.13.1 DIAGRAMA DE PROCESSO

O diagrama de processo tem como propósito central registrar a sequência de tarefas dos principais elementos de um processo, as relações de tempo entre diferentes partes de um trabalho e registrar o fluxo de materiais, movimento de pessoas ou informações no trabalho. (SLACK; BRANDON-JONES JOHNTSON,2020)

A folha que contém um diagrama do processo deve trazer informações para a identificação completa do caso particular: título, assunto diagramado, número de identificação do objeto, datas e pontos de início e término do estudo, nome da pessoa que o executa. (DIAS,2014)

Quando duas atividades são executadas simultaneamente, emprega-se um símbolo combinado. Se a operação tiver maior significado que a inspeção, o símbolo de operação circunscribe o da inspeção e vice-versa. As atividades repetidas são agrupadas e o ramo principal interrompido por duas linhas horizontais. O número de repetições aparece entre essas linhas. O número de repetições aparece entre essas linhas. (DIAS,2014)

Neste caso, a figura apresenta diversas atividades combinadas:

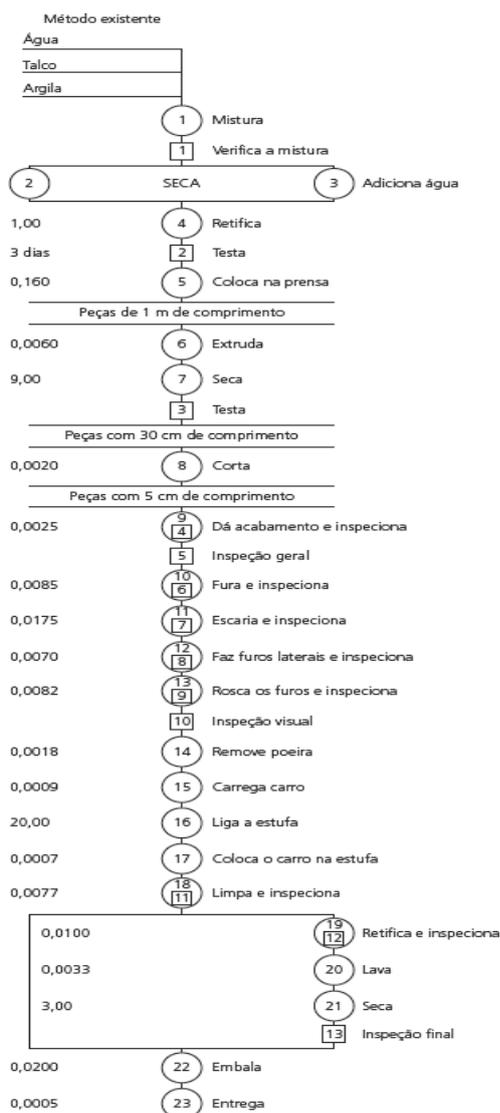


Figura 11: Diagrama de processo.

Fonte: Dias (2014)

## 2.14 DIAGRAMA DO FLUXO

O diagrama do fluxo apresenta as operações, inspeções e expressar graficamente os transportes, atrasos e armazenamento no processo. Consiste, portanto, numa ampliação do diagrama do processo descrito acima. Adota as mesmas convenções para identificação, entrada de materiais ou componentes, numeração de atividades, registro de ações repetidas, montagem e desmontagem, no diagrama de processo, mostrado na figura 12 abaixo. (DIAS, 2014)



Figura 12: Representação gráfica dos transportes, atrasos e estocagens no diagrama de fluxo.

Fonte: Dias (2014)

### 2.14.1 FLUXOGRAMA

Para Galvão (2017), o fluxograma é uma espécie de diagrama. Representa graficamente as etapas do processo e os serviços prestados, em sequência de atividades desde a entrada da matéria prima até a saída do produto final, incluindo tomadas de decisões durante o processo.

A utilização desse documento permite compreender o fluxo atual do procedimento estudado e auxilia na identificação de possíveis falhas, etapas desnecessárias e atividades repetitivas.

Para a elaboração do fluxograma foram utilizadas as formas descritas a baixo e seus respectivos significados no quadro 3:

<b>Formato</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Função</b>
Oval ou pílula		o início / fim.
Retângulo		Processo
Losango		Decisão
Seta		Fluxo da sequência

Quadro 3: Simbologia e funções básicas do fluxograma

Fonte: Galvão (2017)

## 2.15 DIAGRAMA DE ATIVIDADES MÚLTIPLAS

Os diagramas do processo e do fluxo são indicados para um trabalho conjunto coordenado entre homem e máquina. O diagrama de atividades múltiplas permite visualizar o tempo improdutivo dos elementos presentes do processo e propõem a redistribuição das atividades para coordenar o trabalho, assim reduzindo o tempo de fabricação e conseqüentemente os custos. (DIAS,2019)

Basicamente o diagrama possui uma escala de tempo na qual os elementos – homens e máquinas – são dispostos lado a lado conforme a figura 13 abaixo, as colunas são separadas e cada segmento indica uma ação. (DIAS,2019)

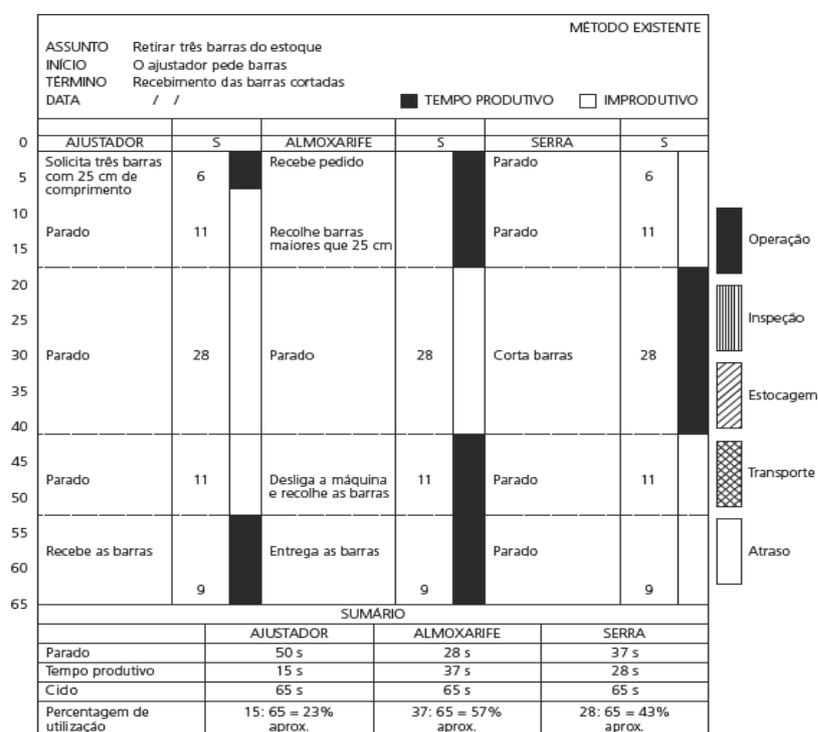


Figura 13: Diagrama das atividades múltiplas.

Fonte: Dias (2019)

A figura 13 mostra a interação entre o ajustador e almoxarife e o período total do ciclo de 65 segundos, apresentando o aproveitamento do ajustador em 23 % e o almoxarife em 27% e o equipamento serra em 43%. Essas informações demonstram possibilidades de melhoria neste processo.

## 2.16 BALANCEAMENTO DE LINHAS DE PRODUÇÃO

O balanceamento de linha de fabricação e montagem é a metodologia aplicada para o dimensionamento de capacidade de produção. O balanceamento permite obter um melhor uso dos recursos disponíveis. Segundo Neumann et al. (2015), o método usado devido as mudanças de processo como a inserção ou exclusão de novas operações, mudanças nos elementos e na taxa de produtividade.

O equilíbrio da linha de produção corresponde à alocação de atividades sequenciais por estações de trabalho para permitir o uso de trabalho e equipamentos e minimizar o tempo ocioso. Operações de tempo ocioso ou de sobrecarga representam problemas de eficiência da linha de produção, levando a mudanças na capacidade de produção e aumento dos custos de produção da unidade (NEUMANN; SCALICE,2015).

Neumann *et al.* (2015) aborda os objetivos da análise da linha de produção para determinar as estações de trabalho, atribuição de tarefas, minimizar o uso de trabalhadores e maquinas fornecendo a quantidade necessária do processo. O método busca apresentar soluções como:

1. Encontrar o menor número de postos de trabalho;
2. Minimizar o tempo de ciclo.

Procedimentos para o balanceamento de acordo com Neumann et al. (2015):

1. Calcular o tempo do ciclo (TC): é o tempo máximo permitido em cada estação, ou seja, o intervalo de tempo entre duas peças consecutivas, ou ainda a frequência com que uma peça deve sair da linha e é calculado por meio da equação 1.

$$TC = \frac{\text{tempo disponível no período}}{\text{quantidade de produção exigida no período}} \quad (\text{Eq. 1})$$

2. Calcular o número mínimo de operadores/estações (Nmin): Estação é o mesmo que posto de trabalho (PT) numa linha de produção.

$$Nmin = \frac{\sum ti}{TC} \quad (\text{Eq.2})$$

$\Sigma t_i$  - Tempo total necessário para a produção de uma unidade ou ainda a soma das durações de todas as operações.

3. Calcular a eficiência do balanceamento ( $E_f$ ):

$$E_f = \frac{N_{min}}{NR} \quad (\text{Eq.3})$$

NR – Número real de operadores/estações na linha.

### 3. METODOLOGIA

A pesquisa científica apresenta uma sistemática que envolve o estudo, análise e interpretação dos fatos de uma determinada realidade. A metodologia do trabalho tem uma natureza de pesquisa aplicada, tendo como objetivo representar conteúdo de forma sólida e explicativa, com foco em gerar soluções para um problema específico, baseado no estudo de caso do layout para o processo produtivo de cavaco para a empresa Escolha Ecológica.

Para aplicação da metodologia o conhecimento da organização e suas principais atividades, a pesquisa tem uma abordagem qualitativa, no qual foram realizadas visitas técnicas para a coleta de dados de extrema importância para a compreensão do processo e listar o funcionamento dentro de um controle geral da empresa em relação do recebimento da matéria até sua destinação final, incluindo a observação do local.

O estudo de caso abordou as seguintes etapas envolvendo os procedimentos de pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo:

1. Caracterização da empresa;
2. Avaliação do layout atual com a visita técnica;
3. Definição do tipo de processo, produto e serviço;
4. Estudo do fluxo;
5. Elaboração dos layouts;
6. Proposta de melhoria.

A pesquisa de campo, iniciou no dia 11 de novembro de 2020 com a visita técnica na sede Escolha Ecológica, com o professor orientador Zilmar Alcântara Júnior, as integrantes do grupo e a gerência da empresa Escolha Ecológica composta pelos engenheiros presentes na reunião e foi discutido propostas de melhoria para a fábrica biomassa ecológica e o produto cavaco. Em seguida reunimos o embasamento teórico por meio de uma pesquisa bibliográfica para suporte da análise de novos projetos de arranjos físicos para o aprofundamento de caso do trabalho.

Nos dias 19 de abril e 15 de maio de 2021 foi recolhido, informações e analisado o layout abordando a caracterização da empresa, tipo de produto e serviço oferecido para apontar o melhor arranjo físico.

Para Moura (1997) a pesquisa de campo e aprofundamento da avaliação de um problema específico a fim de torna-lo evidente é útil, de maneira a construir hipóteses que colaboram para o direcionamento da situação problema com realização de um questionário. O trabalho baseou-se de observação, entrevistas e aplicação de um questionário específico de acordo com Moura (1997) que aborda questões referentes a necessidade de reformar o arranjo físico na fábrica de acordo com o resultado obtido para almejar os objetivos.

Dessa forma foi possível descrever o funcionamento da fábrica, formas de aprimorar a disposição dos elementos do processo e conseqüentemente proporcionar uma melhora na qualidade e capacidade de produção.

O layout foi desenhado no software tipo CAD (*computer aided design*) capaz de fornecer o processo e criar desenhos técnicos, a partir da composição de formas planas 2D (linhas, curvas e polígonos) para a visualização da disposição física dos elementos da empresa de cavaco.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA ALVO DE ESTUDO

Fundada em 2009 por engenheiros ambientais, a Escolha Ecológica Serviço e Consultoria LTDA, mostrada na figura 14 é uma das empresas mais completas do Estado do Rio de Janeiro em soluções ambientais, atuando no setor privado e público.



Figura 14: Logo da empresa Escolha Ecológica.

Fonte: Empresa

A empresa tem o principal objetivo de garantir o desenvolvimento sustentável e a proteção contínua do meio ambiente. É importante ressaltar que os resíduos industriais constituem um problema ambiental e o seu gerenciamento deve ser realizado de forma adequada e técnica.

A Escolha ecológica, auxilia as empresas a diminuir a geração de resíduos e a aumentar seu aproveitamento com a melhor custo benefício, visando a qualidade nos serviços prestados, com mão de obra, equipamentos e estrutura necessária de acordo com a necessidade do cliente garantindo a proteção contínua do meio ambiente. A empresa oferece diversos serviços a empresas da região sul fluminense, dentre esses:

1. Coleta e Transporte de Resíduos;
2. Gerenciamento de resíduos industriais;
3. Aluguel de compactadores estacionários e caçambas;
4. Descaracterização e Destino final de Lâmpadas;
5. Licenciamento Ambiental;

6. Compra e venda de recicláveis;
7. Sistemas de tratamento de água, esgoto e efluente.

A Escolha Ecológica possui licença ambiental para coleta e transporte de resíduos com frota de caminhões rastreada e segurada. Opera com caminhões compactadores, poli guindastes, carga seca, para remoção de resíduos tais como: madeira, lixo comum, entulho, resíduos industriais perigosos e não perigosos, garantindo a rastreabilidade de acordo com a legislação ambiental.

Dentre os serviços prestados pela empresa Escolha Ecológica, este estudo se concentrou em um tipo de serviço que estão associados aos itens 1 e 2 acima, com foco no material cavaco, na unidade localizada em Porto Real-RJ. A empresa apresenta a solução logística ecologicamente viável, para o descarte correto dos pallets de madeira presente em muitas empresas da região Sul Fluminense para o transporte e armazenamento de qualquer tipo de produto.

Dentre os serviços prestados pela empresa Escolha Ecológica, este estudo se concentrou em um tipo de serviço que estão associados aos itens 1. Coleta e Transporte de Resíduos e 2. Gerenciamento de resíduos industriais anteriormente mencionados, com foco no material cavaco, na unidade Biomassa Ecológica conforme a figura 15, localizada em Porto Real-RJ.



Figura 15: Logo da fábrica de cavacos

A empresa apresenta uma solução logística ecologicamente viável para o transporte e descarte correto dos pallets de madeira presente em muitas empresas da região Sul Fluminense, com foco na sustentabilidade e redução do impacto ambiental. Na figura 16 mostra o transporte dos pallets recolhidos e o encaminhamento para a Biomassa Ecológica.



Figura 16: Transporte dos pallets

Os pallets de madeira, conforme a figura 17, destinados para fábrica é um produto utilizado em larga escala, em diversas empresas, devido a sua leveza e resistência para o transporte e armazenamento de qualquer tipo de produto. Após a chegada na fábrica de cavaco é realizado a segregação transformação este material em cavaco, para a venda de energia limpa renovável a empresas que desejam este tipo de forma de energia elétrica.



Figura 17: Pallets pinus

Os cavacos na figura 18, são fragmentos de madeira que são obtidos por meio de um equipamento chamado picador para redução do tamanho da madeira. Em nosso caso de estudo, a madeira descartada chega na empresa em formato de pallets e passa pelo processo de separação, pois dependendo da situação do material pode ser reaproveitados e retornar ao mercado e os pallets sem reaproveitamento são encaminhados para trituração e picagem para a obtenção do cavaco.



Figura 18: Cavaco

## 4.2 AVALIAÇÃO DO LAYOUT ATUAL

Para avaliar a necessidade da elaboração de um layout na fábrica de cavacos da Escolha Ecológica, foi aplicado um questionário sugerido por Moura (1998), para obter informações sobre o cenário da empresa conforme o quadro 6:

Quadro 4: Avaliação do layout

Questionário para a avaliação do layout	SIM	EM PARTES	NÃO
1. O layout foi concebido a partir de um plano-diretor			X
2. O layout contemplou as áreas não-fabris (escritórios, apoio)?	X		
3. O layout previu expansões para novos produtos, mudanças de volume?		X	
4. As áreas de armazenagem para matérias-primas, materiais em processo, materiais auxiliares, materiais de embalagem, foram adequadamente dimensionadas?			X

5. Houve estudo de localização para as atuais instalações industriais?	X		
6. As atuais instalações contemplam as necessidades do meio ambiente?		X	
7. A distribuição interna dos recursos obedece aos princípios das células e minifábricas?			X
8. O fluxo de materiais é resultado de um modelo padrão adotado na empresa?		X	
9. A movimentação de materiais considerou todos os meios de fazer os materiais se movimentarem eficientemente sobre o padrão geral?			
10. Os métodos de trabalho estabelecem os melhores caminhos para executar cada operação, bem como o seu espaço necessário?		X	
11. O layout considerou possibilidades de novos processos?		X	
12. O layout armazém recebe o mesmo tratamento do layout da fábrica?			X
13. O layout analisado com relação às NR's - Normas Regulamentadoras de Higiene e Segurança do trabalho?		X	
14. Há um plano-diretor que demonstre o crescimento físico das unidades prediais?			X
15. O layout contemplou todas as instalações de estocagem em áreas externas?			X
16. O material flui sem necessidade de instruções verbais?			X

17. As máquinas e equipamentos estão localizados para possibilitar o pleno uso de sua capacidade?		X	
18. Todos os recursos correlacionados estão próximos uns dos outros?			X
19. O layout atende à capacidade de carga do piso, altura do prédio e portas de emergência?		X	
20. Os desenhos do layout estão atualizados com as instalações?			X
TOTAL DE RESPOSTAS "SIM"	2		

Quadro 5: Avaliação do layout atual Fonte: Moura (1998)

Moura (1998) propôs a necessidade de um novo layout conforme as quantidades de respostas obtidas pelo questionário conforme o quadro 7.

Quadro 5: Avaliação do número de respostas SIM

Número de resposta SIM	
De 16 a 20	Layout excelente
De 10 a 15	Faça uma melhoria em seu layout
Abaixo de 10	Seu layout é provavelmente causas de muitos problemas em sua empresa. Promova um rearranjo.

Fonte: Moura (1998)

No questionário aplicado durante a visita técnica na empresa foi obtido a quantidade de 2 respostas “sim”, caracterizando a necessidade de um rearranjo, para a redução de problemas e possíveis ociosidades no processo.

Após a visita técnica e o depoimento dos funcionários pôde-se pontuar a as seguintes questões que direcionaram o trabalho, sendo estas:

a) Distanciamento dos estoques intermediários

Foi observado a distância percorrida entre os colaboradores, estoques de matéria prima e os equipamentos.

b) Ociosidade no processo

O grande volume de matéria prima e produto, além das paradas das máquinas provocam ociosidade no processo.

c) Estoque de matéria prima

O pallet do exposto no ambiente afetado pela chuva, faz com que o maquinário exerça uma maior força para a redução dos cavacos e reduz a quantidade produzida e a qualidade da matéria prima.

d) Excessiva serragem da madeira na área produtiva

Em relação ao possível aproveitamento cavaco foi relatado que a serragem da madeira, apresenta um potencial de valor no mercado.

e) Troca de maquinário (picador)

Sugeriu-se para redução de paradas no processo de forma melhorar a produtividade.

### 4.3 DEFINIÇÃO DO TIPO DE PROCESSO, PRODUTO E SERVIÇO

#### 4.3.1 TIPO DE PROCESSO

A fábrica de cavacos da empresa Escolha Ecológica apresenta um processo contínuo e um alto volume de produção de cavaco, conforme a figura 19. Foi observado no processo de produção a presença de elementos que propiciam baixa flexibilidade para as operações da fábrica, devido aos seus grandes equipamentos e funcionamento por longos períodos sem interrupção.



Figura 19: Volume de produção - gargalo

Pelo tamanho de estoque de material descrita na figura 19, o processo se encontrou passível de um rearranjo para suprir a demanda e evitar gargalos no início e no final do processo. A figura 20 mostra o abastecimento da caçamba que é realizado por um maquinário, que percorre em cima da pilha de cavaco do pátio e em seguida insere esse cavaco na caçamba.



Figura 20: Abastecimento de cavaco na caçamba.

#### 4.3.2 TIPO DE PRODUTO

O tipo de produto oferecido pela a empresa é o cavaco que . A matéria prima são pallets de madeira de eucalipto.

A madeira de eucalipto que tem o nome científico de *Eucalyptus spp.*, por ter uma alta produtividade e sua resistência é a matéria-prima mais adequada para a produção de pellets.



Figura 21: Pallets de madeira de eucalipto

O potencial de utilização da forma de cavaco para biomassa, como fonte de energia renovável para a produção de energia elétrica é reflexo de um número expressivo de toneladas de madeiras produzidas na região.



Figura 22: Cavaco

#### **4.3.3 TIPO DE SERVIÇO**

O tipo de serviço oferecido pela empresa é a destinação adequada de resíduos apresentando a sua produção em massa, devido à pouca variedade de produto de (biomassa de cavaco), fornecido em alto volume e a customização praticamente mínima com um padrão do cavaco estabelecido por dimensões aproximadas 15x0,5x0,5cm (comprimento x largura x altura) e matéria prima exclusiva de pallets provenientes de madeira de eucalipto.

Na empresa foi possível observar que o tipo de serviço os equipamentos robustos e instalações apresentam um alto custo para a empresa.

#### **4.3.4 TIPO DE LAYOUT**

Ao considerar os aspectos mencionados sobre a baixa variedade de produto – neste caso o cavaco -e o alto fluxo e volume de produção foi possível caracterizar o arranjo físico da empresa como o layout por produto, de acordo com a figura 23.

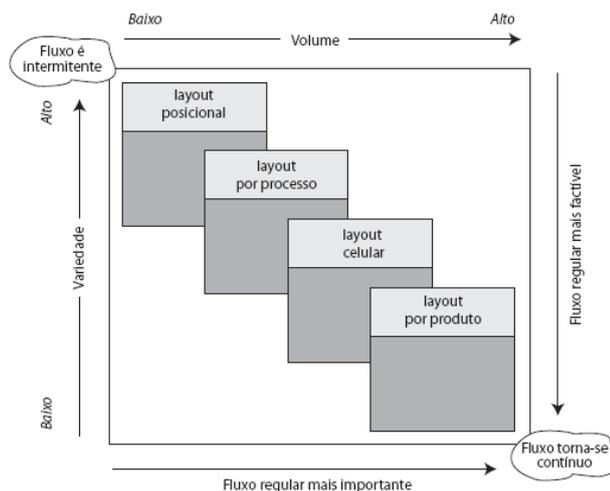


Figura23: Tipo de layout.

Fonte: Slack *et al.* (2020).

De acordo com a figura 24 abaixo, mostra o processo caracterizado pela entrada da matéria-prima por uma ponta da linha de produção e pela saída do produto acabado pela outra em um seguimento de linha.



Figura 24: Layout da empresa

Fonte: Autores

#### 4.3.4.1 BALANCEAMENTO EM LINHA

Para o layout por produto (em linha) procura-se otimizar o tempo dos operadores e máquinas, obtendo a eficiência do realizando um balanceamento da linha.

Conforme os dados fornecidos pela empresa o quadro 4 abaixo apresenta o tempo disponível no período durante a jornada de trabalho, a linha opera durante 6 horas/dia e obtém a quantidade de produção em 30 toneladas/dia:

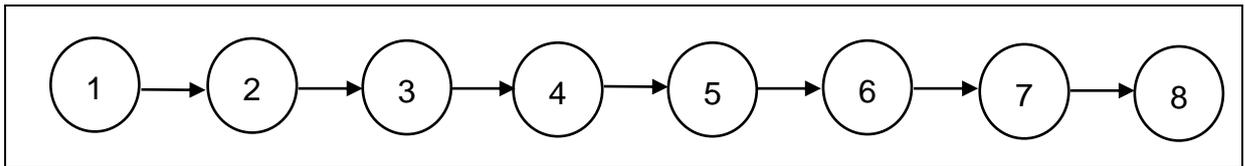
Quadro 6: Tempo disponível no período durante a jornada de trabalho

Tempo disponível no período	Soma do tempo de todas operações ( $\sum ti$ )	Quantidade de produção exigida no período
A linha de produção opera durante 6 horas por dia.	1 caçamba/contêiner 30m <sup>3</sup> = 8 toneladas tempo estimado para produzir o cavaco e para encher a caçamba de 8 toneladas é de 1h e 30 minutos	4 caçambas/dia $\approx$ 30 toneladas

As estações propostas foram descritas no quadro 5 abaixo:

Quadro 7: Proposta de estações

Estações (NR)	01	02	03	04	05	06	07	08
	Armazenamento	Triagem	Pré Triturador	Esteira	Detector de metais	Picador	Esteira	Abastecimento da caçamba de cavaco
Tempo total	1h e 30 minutos (90 minutos)							



Fonte: Elaborado pelos autores.

Assim, foi possível obter as informações do tempo de ciclo, número mínimo de operadores, estações e eficiência do balanceamento, meio do seguinte procedimento:

- 1. Cálculo do tempo de ciclo (TC):** o tempo máximo permitido do cavaco no processo para a geração de 1 tonelada de cavaco, conforme equação 1.

$$TC = \frac{6\text{horas}}{30\text{toneladasdecavaco}} = \frac{360\text{minutos}}{30\text{toneladas}} = 12\text{ minutos/toneladadecavaco}$$

- 2. Cálculo do número mínimo de estações (Nmin):** quantidade de postos de trabalho/estações na linha de produção do cavaco, conforme equação 2.

$$N_{min} = \frac{1\text{hora e } 30\text{minutos}}{12\text{ minutos/tonelada}} = \frac{90\text{minutos}}{12\text{ minutos/tonelada}} = 7,5\text{estações}$$

- 3. Cálculo da eficiência do balanceamento (Ef):**

$$Ef = \frac{7,5\text{estações}}{8\text{estações}} = 0,9375 = 93,75\%$$

Com os dados obtidos foi possível ter uma sequência eficiente das estações de trabalho de forma que possa colaborar ocorra a redução de gargalos e que a produção seja realizada de maneira contínua, evitando ociosidades de estoque de pallet no processo, durante a produção.

#### 4.4 ESTUDO DO FLUXO

Foi elaborado um fluxograma do processo no atual layout, para compreender o fluxo de todo o procedimento realizado na fábrica e auxiliar na identificação de problemas e falhas. Com avaliação do layout e a aplicação do questionário, é perceptível às longas distâncias percorridas pelos lotes de produção durante o processo de fabricação do cavaco. Conforme o fluxograma (figura 25) descrito abaixo:

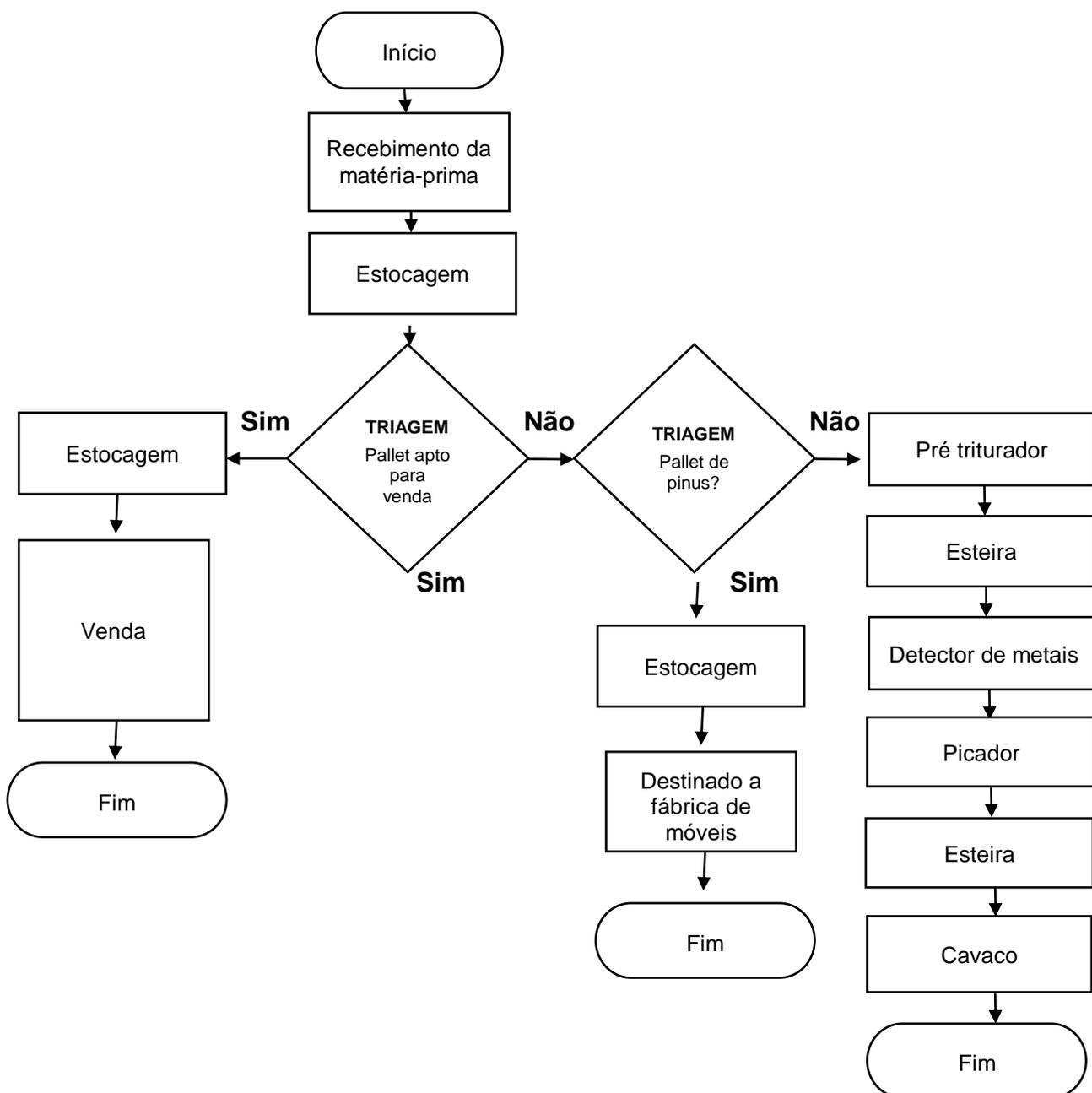


Figura 25: Fluxograma do processo.

#### 4.4.1 DIAGRAMA DE FLUXO

O diagrama de fluxo descrito abaixo exhibe as operações, inspeções e expressa graficamente os transportes, atrasos e armazenamento no processo de produção do cavaco.

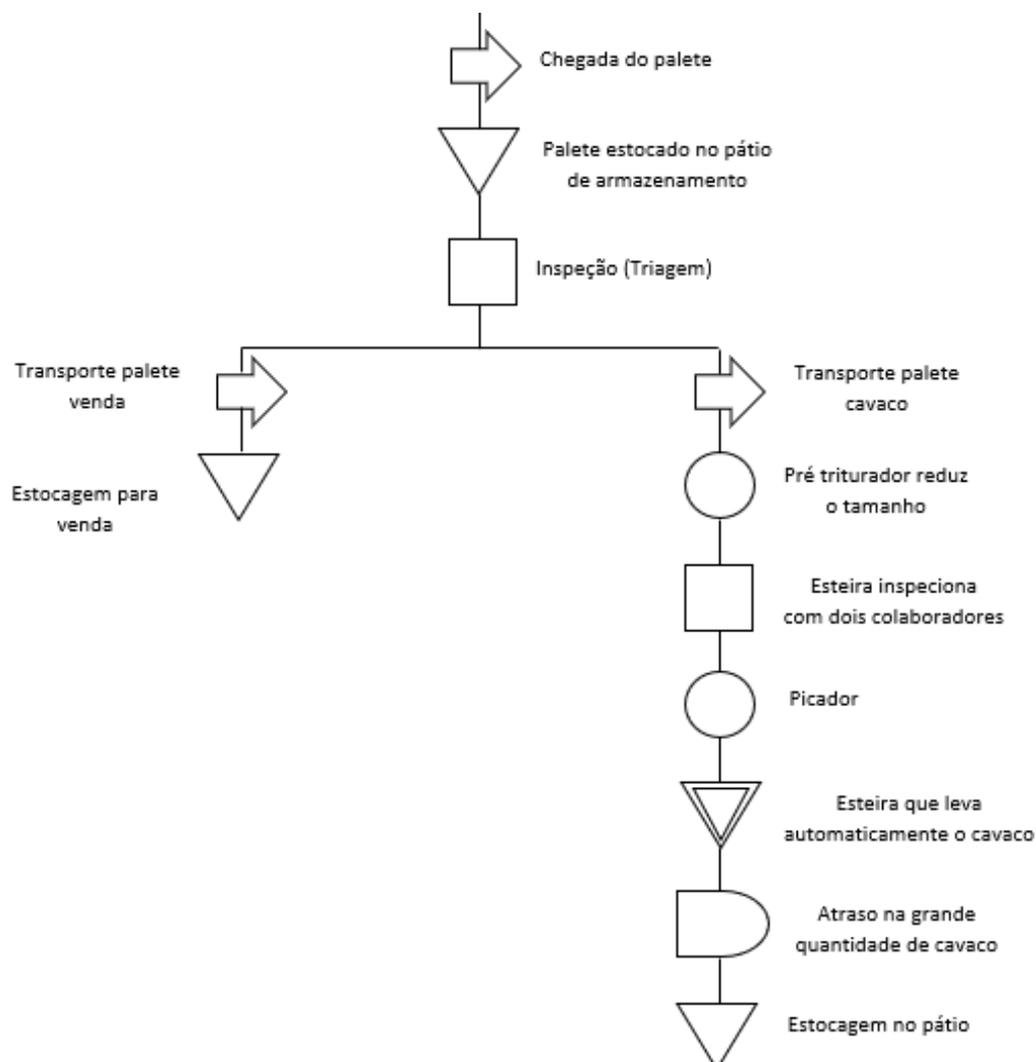


Figura 26: Diagrama de fluxo do cavaco

A base geral de matéria prima (pallet-madeira) chega na empresa é estocada no pátio de armazenagem, é realizado a triagem e os pallets, os que apresentam potencial para o mercado são destinados à venda e os outros para fabricação de cavaco.

Os pallets para a fabricação de cavaco são localizados ao lado do pré triturador e alimentado por um sistema de garra móvel, pré triturador realiza a quebra da madeira, em sequência passa por uma esteira e dois colaboradores realizam a triagem do processo manualmente, retirando as impurezas.

A madeira segue para o picador que tem a processar qualquer tipo de madeira e para realizar o processo, essas máquinas utilizam facas especiais para cortar toras, árvores inteiras ou resíduos de processos industriais, como o produto em estudo o cavaco de madeira de pallets, passa por um extrator de prego, extrai os metais e por fim o cavaco sobe a rampa da esteira sendo depositado no pátio da empresa.

Com a vista técnica foi registrado nas figuras 27, 28, 29 e 30 a disposição do estoque desde a entrada da matéria prima. Os dois produtos principais da empresa é o pallet com potencial para revenda e o pallet para a fabricação de cavaco.



Figura 27: Estoque da matéria prima



Figura 28: Estoque dos pallets para venda



Figura 29: Estoque dos pallets para o processo



Figura 30: Estoque do cavaco - produto final

Assim em relação ao estoque, pode-se notar que não há um lugar específico para se estocar a matéria prima, estoque da matéria em processo e estoque dos produtos acabados. São dispostos de maneira aleatória pelo layout, fato este que gera alguns problemas como distanciamento do centro de produção, aumento do tempo de fabricação, diminuição da qualidade, aumento de refugos, obstrução de corredores, diminuição da eficiência dos funcionários.

#### **4.5 ELABORAÇÃO DOS LAYOUTS**

O software AutoCAD 2D, foi a ferramenta utilizada para a criação e possibilitar a visualização do layout atual e a proposta de layout, com a descrição dos fluxos para o processo de cavaco e pallets com potencial para a venda. No desenho (figura 31) abaixo foi mostrado a configuração do cenário atual da fábrica Biomassa Ecológica e o fluxo do processo:

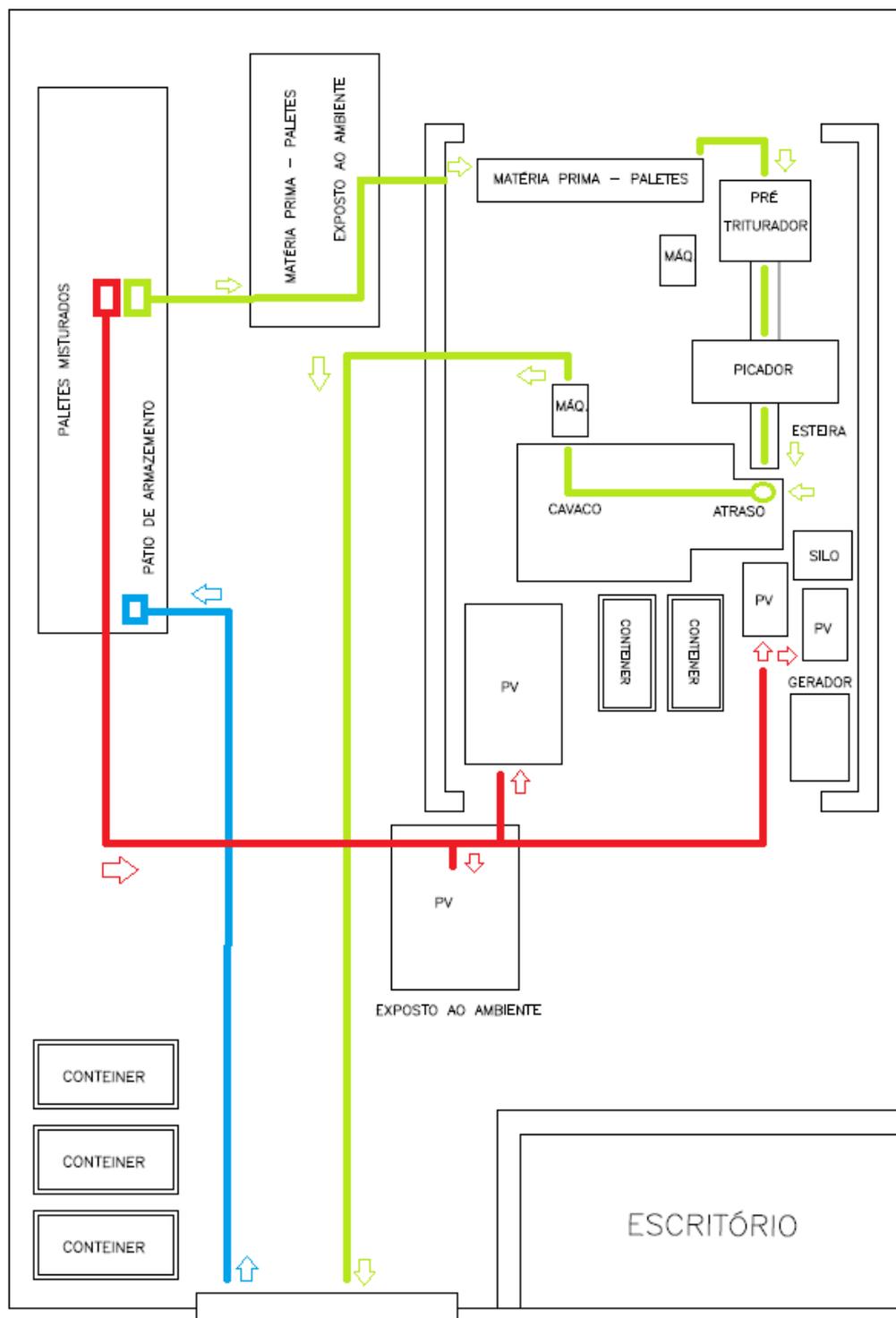


Figura 31: Layout atual (escala 1:1)

Legenda	
<span style="color: blue;">●</span>	Materia Prima- Pallet
<span style="color: red;">●</span>	Pallet para venda

	Cavaco
---	--------

Através do layout atual do processo de produção do cavaco (figura 31), foi possível identificar muitos gargalos, devido à disposição inadequada para estoque de matéria prima, distanciamento dos elementos do processo e o volume do produto acabado disposto no pátio provocando perda na produtividade.

O layout atual descreve a chegada dos pallets encaminhados para o pátio de armazenamento ao ar livre. Em seguida os pallets são separados para a destinação do cavaco ou potencial para a venda, a disposição da matéria prima é realizada sem uma logística para a retirada o que acarreta em um maior tempo no processo.

A proposta de um novo layout (Figura 32) que adequa dentro do espaço de trabalho a locação dos estoques da matéria prima, para o cavaco e os pallets para venda. Foi proposto uma área mais coberta realizando a extensão do galpão, para os pallets não fiquem sob a exposição a chuva, afetando a qualidade do produto final e processo.

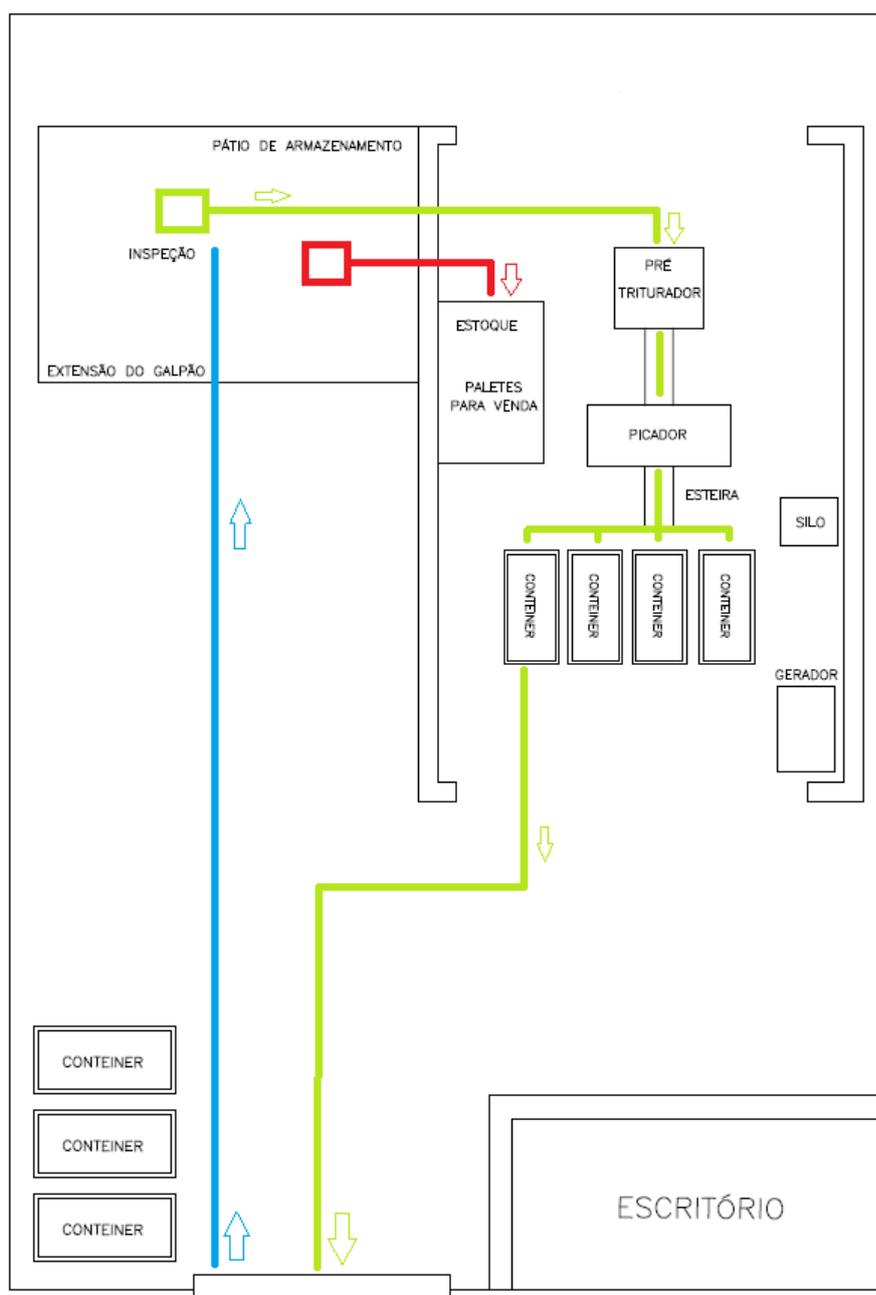


Figura 32: Layout proposto (escala 1:1)

Legenda	
<span style="color: blue;">●</span>	Matéria Prima- Pallet
<span style="color: red;">●</span>	Pallet para venda
<span style="color: green;">●</span>	Cavaco

Afim de reduzir a ociosidade do processo e quantidade de volume de produto estocado, propõem um investimento em uma esteira coletora (figura X), para uma melhor disposição do produto no pátio e otimização do processo o layout, no valor médio de mercado de R\$ 6.500,00 que destina o cavaco diretamente para a caçamba, que resulta em trabalho mais prático, para que o produto final caia diretamente na caçamba, não precisando assim de um operador com um maquinário para a realização do processo, gerando assim mais produtividade e lucro para a empresa.



Figura 33: Esteira coletora

#### 4.6 PROPOSTA DE MELHORIA

Como sugestão de melhoria para a empresa do layout, descrito em duas vertentes: A primeira conta com a disposição adequada de todos os estoques acumulados durante o processo, para que esteja mais próximo do sistema produtivo.

Já a outra questão apresentada no layout proposto, apresenta além da disposição, um investimento em uma esteira coletora que após a saída do cavaco da esteira fixa direciona o produto final diretamente para a caçamba, reaproveitando assim todo o material e reduzindo a operação com a escavadeira para o enchimento da caçamba.

Para manter a qualidade dos cavacos e redução da distância entre os elementos do processo, foi sugerido a ampliação do galpão com uma área coberta que evita a exposição sob chuva da matéria prima, pois quando exposto por muito tempo na chuva, pode acabar criando mofo, bactérias e até mesmo fungos devido a umidade. Além desses quesitos quanto ao armazenamento, vale ressaltar que o pallet úmido acaba perdendo seu valor de mercado, devido aos problemas que podem ser gerados quando não guardado da melhor maneira.

## 5. CONCLUSÃO

Objetivo geral deste trabalho foi analisar o layout atual do setor produtivo da fábrica de cavacos da empresa Escolha Ecológica LTDA e propor possíveis melhorias ao arranjo físico observado.

Por meio desse estudo foi possível constatar que para se racionalizar o tempo e aumentar a produtividade faz-se necessário o aprimoramento do layout atual da fábrica de cavacos, da empresa Escolha Ecológica.

Com as visitas técnicas, o questionário aplicado ao gerente da fábrica, as entrevistas realizadas com a engenheira responsável e os colaboradores, foi possível a delimitação do problema que ocasionam gargalos no processo de produção.

As revisões bibliográficas realizadas foram fundamentais para o entendimento da reformulação do layout e para apresentação do tipo de produto que é o cavaco proveniente de pallet, tipo de processo que foi definido como contínuo e o tipo de serviço que é em massa.

Através da visita técnica à fábrica, foi possível visualizar a grande quantidade de pallets alocados pelo pátio de forma inadequado dificultando a locomoção dos veículos responsáveis pela chegada da matéria-prima e saída do produto final, e do deslocamento da matéria-prima até a área encarregada pela produção do cavaco. Foi observado também que a disposição do cavaco no galpão em um local com acesso restrito, dificulta e atrasa o processo de alimentação das caçambas, que ao serem acopladas em caminhões transporta o cavaco até o seu destino final.

Por meio de desenhos criados com auxílio da ferramenta AutoCAD, foi possível visualizar e compreender a disposição dos elementos do processo, e analisar a movimentação das cargas, equipamentos, pessoas e pontos de melhoria expressos no novo layout.

Foi sugerido para o novo layout, a nova disposição do estoque (pallets) e a ampliação da parte coberta do galpão, que reduzirá a distância entre as estações de produção, o que colaborará na redução de custos, além de melhorar a qualidade do produto (cavaco), podendo diminuir o tempo de abastecimento aumentando a eficiência da linha de produção dos funcionários e desobstruindo corredores, proporcionado por um melhor fluxo.

Dessa maneira a proposta de layout poderá proporcionar a redução de gargalos, ociosidade no processo, o grande volume em estoque e conseqüentemente o aumento da produtividade e lucro, fator essencial para manter a Biomassa Ecológica em competitividade no mercado.

## 6. REFERÊNCIAS

- BORBA, Mirna. **Arranjo físico**. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina. Apostila do curso de Engenharia de Produção, 1998.
- CAMAROTTO, João Alberto. **Projeto de instalações industriais**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. Apostila de curso de Especialização em Gestão da Produção, 2005.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão da produção: uma abordagem introdutória**. 3. ed. Barueri, Sp: Manole, 2014.
- CHING, Hong Yuh (org.). **Administração da produção e operações: uma abordagem inovadora com desafios práticos**. São Paulo: Empreende, 2019.
- CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.. **Administração da produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- CURY, Antonio. **Organização e métodos: uma visão holística**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- DIAS, Marco Aurélio P.. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- FIORE, Bruna Vetrone. **A logística interna e sua importância no fator produtividade e custos: projeto de re-layout de uma indústria gráfica**. Maringá, PR. Universidade Estadual Maringá, 2008, p. 1.
- GALVÃO, Gardênia. **Manual de fluxogramas**. Natal,RN :IFRN,2017.
- IIDA, I. Ergonomia: Projeto e Produção. 5ª ed. São Paulo. Editora Edgard Blücher, 2005.
- LEDIS, Esmailen Cardozo. **ANÁLISE E PROPOSTA DE LAYOUT PARA UMA SERRALHERIA: estudo de caso**. 2012. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-Pr, 2012.
- MACHLINE, Claude et al. **Manual de Administração da Produção**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1990.
- MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção fácil**. São Paulo: Saraiva, 2012.

MICHAELIS: **Moderno Dicionário Inglês - Português / Português-Inglês**. 1ª ed. São Paulo: Editora Melhoramentos, 2000.

MOURA, Reinaldo Aparecido. **Check sua logística interna**. São Paulo: Imam, 1998.

MUTHER, R. Planejamento do Layout: Sistema SLP. Supervisão ITIRO IIDA. Tradução Elizabeth de Moura Vieira, Jorge Aiub Hijjar e Miguel de Simoni. São Paulo, Edgard Blücher, 1978.

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

ROCHA, Henrique Martins; NONOHAY, Roberto Guedes de (org.). **Administração da Produção**. Porto Alegre: Sagah, 2016

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Gen-Grupo Editorial Nacional S.A, Atlas, 2020.