

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**JULIANA DE ABREU FONTES**

**PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE *LAYOUT*: UM ESTUDO NO SETOR DE  
EMPACOTAMENTO DE UMA BENEFICIADORA DE ARROZ**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**BAGÉ - RS**

**2016**

**JULIANA DE ABREU FONTES**

**PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE *LAYOUT*: UM ESTUDO NO SETOR DE  
EMPACOTAMENTO DE UMA BENEFICIADORA DE ARROZ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à comissão examinadora da Universidade Federal do Pampa – campus Bagé como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Msc. Cesar Antônio Mantovani.

Coorientador: Prof. Msc. Vanderlei Eckhardt.

**Bagé - RS**

**2016**

**JULIANA DE ABREU FONTES**

**PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE *LAYOUT*: UM ESTUDO NO SETOR DE  
EMPACOTAMENTO DE UMA BENEFICIADORA DE ARROZ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à comissão examinadora da Universidade Federal do Pampa – campus Bagé como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Projeto de trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 08 de dezembro de 2016.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Msc. Cesar Antônio Mantovani  
Orientador  
Engenharia de Produção – UNIPAMPA

---

Prof. Msc. Vanderlei Eckhardt  
Coorientador  
Engenharia de Produção – UNIPAMPA

---

Prof. Dr. Ivonir Petrarca dos Santos  
Engenharia de Produção – UNIPAMPA

---

Eng. Júlio Régio Valente  
Engenharia Agrícola – Coradini Alimentos

## **AGRADECIMENTO**

Dedico meus agradecimentos a Deus, pela oportunidade que me foi dada e por me abençoar nesta jornada. À minha família por todo incentivo e estrutura que me foi oferecida. Ao meu namorado, e grande companheiro, Gustavo e à sua família, à qual passei a fazer parte e onde fui acolhida de braços abertos.

A todos os meus professores pelos ensinamentos e experiências compartilhadas. Em especial ao meu orientador Cesar Antônio Mantovani, meu co-orientador Vanderlei Eckhardt, e meus orientadores de projetos Cristiano C. Ferreira e Ivonir P. dos Santos pelos conselhos que me foram dados nas horas em que precisei.

Agradeço também a empresa onde foi realizado este trabalho pela confiança depositada e pela oportunidade concedida. Enfim, agradeço a todos que fizeram parte, direta ou indiretamente, desta trajetória.

“Sonhos determinam o que você quer. Ação  
determina o que você conquista”

Aldo Novak

“A persistência é o caminho do êxito.”

Charles Chaplin

## RESUMO

A competitividade latente na esfera industrial faz com que as organizações busquem melhor aproveitamento de seus insumos, processos, atividades e homens. Assim, um *layout* eficaz desempenha um papel importante nesse contexto, posto que pode auxiliar uma organização a obter uma vantagem estratégica que proporcione diferenciação e baixo custo, uma vez que este possui diversas implicações estratégicas, as quais estabelecem as prioridades competitivas da organização em relação à capacidade, aos processos, à flexibilidade, ao custo assim como à qualidade do local de trabalho, ao contato com o cliente e à imagem. Este trabalho teve por objetivo desenvolver um estudo de *layout* para os setores de empacotamento e armazenagem de pacotes de uma fábrica de beneficiamento de arroz, localizada na região da Campanha no Rio Grande do Sul. O desenvolvimento do trabalho se deu por meio da utilização de métodos de análise para o diagnóstico da situação atual da fábrica de forma que, houvesse, inicialmente, o conhecimento e a definição dos processos desempenhados pela empresa, priorizando a eficiência de seus fluxos de produção. A partir do diagnóstico foram identificadas algumas deficiências decorrentes do *layout* adotado. Após as análises foram propostas três soluções alternativas por meio da aplicação da metodologia do Planejamento Sistemático de *Layout* - SLP (*Systematic Layout Planning*). Como resultado, este trabalho apresenta uma proposta de *layout* projetada a partir de uma solução viável para a organização, que possibilita o aproveitamento do espaço físico, redução de tempos de processos e maior preservação de insumos e produtos.

Palavras-chave: *layout*, beneficiamento, arroz, empacotamento, SLP.

## **ABSTRACT**

The latent competitiveness in the industrial sphere causes that the organizations look for better use of its inputs, processes, activities and men. Thus, an effective layout plays an important role in this context, since it can help an organization achieve a strategic advantage that provides differentiation and low cost, since it has several strategic implications, which establish the organization's competitive priorities in relation to Capacity, processes, flexibility, cost as well as the quality of the workplace, customer contact and image. The objective of this work was to develop a layout study for the packing and storage sectors of a rice processing plant located in the region of the Campaign in Rio Grande do Sul. The development of the work occurred through the use of methods Of analysis for the diagnosis of the current situation of the factory so that, initially, there was the knowledge and definition of the processes performed by the company, prioritizing the efficiency of its production flows. From the diagnosis were identified some deficiencies resulting from the adopted layout. After the analysis, three alternative solutions were proposed through the application of the Systematic Layout Planning (SLP) methodology. As a result, this paper presents a layout proposal designed from a viable solution for the organization, which allows the use of physical space, reduction of process times and greater preservation of inputs and products.

Key words: layout, processing, rice, packaging, SLP

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Áreas contemplativas do Estudo do trabalho .....	19
Figura 2 - Técnica de questionamento de estudo do método .....	20
Figura 3 - Técnicas de questionamento de estudo do método .....	23
Figura 4 - Princípios de economia de movimento .....	24
Figura 5 - Fluxograma do procedimento geral de um estudo de métodos .....	25
Figura 6 - Diagrama esquemático de atividades a serem desenvolvidas durante o estudo de tempos (cronometragem).....	27
Figura 7 - Diagrama esquemático de atividades a serem desenvolvidas durante a amostragem do trabalho .....	29
Figura 8 - Representação esquemática das entradas e saídas envolvidas em uma indústria...	33
Figura 9 – Nomenclaturas utilizadas por autores para os tipos de leiaute industrial .....	36
Figura 10 – Relação entre os tipos de processo e os tipos básicos de <i>layout</i> .....	37
Figura 11– <i>Layout</i> Posicional .....	38
Figura 12 – <i>Layout</i> Funcional.....	39
Figura 13 – <i>Layout</i> Linear .....	40
Figura 14 – <i>Layout</i> Celular.....	41
Figura 15 – Fases do sistema SLP com relação ao tempo e seus respectivos detalhamentos..	44
Figura 16 – Sistema de procedimentos SLP.....	46
Figura 17 – Diagrama P-Q .....	47
Figura 18 – Diagrama P-Q envolvido na escolha do método de análise de fluxo.....	48
Figura 19 – Exemplo de carta de processo: Fabricação de uma caixa de filtro .....	49
Figura 20 – Carta de Processo para produtos Múltiplos .....	50
Figura 21 – Carta de-para.....	50
Figura 22 – Exemplo de Carta de interligações preferenciais .....	52
Figura 23 – Diagrama de Inter-relações.....	53
Figura 24 – Exemplo de um procedimento universal de resolução de problemas .....	57
Figura 25 – Classificação dos tipos de pesquisa.....	61



Figura 26 – Etapas de desenvolvimento da pesquisa.....	66
Figura 27– Descrição das operações de setup mais realizadas.....	67
Figura 28 – <i>Layout</i> atual dos setores de empacotamento e armazenagem de produto final ....	72
Figura 29– Análise Volume/Variedade de produtos.....	73
Figura 30 – Fluxo de operações: Carta de Processo .....	75
Figura 31 – Fluxograma de produção no setor de empacotamento .....	76
Figura 32 – Fluxo esquemático de produção.....	76
Figura 33– Carta de Interligações Preferenciais .....	79
Figura 34 – Diagrama de Inter-relações.....	80
Figura 35 – Estrutura porta pallets.....	82
Figura 36 – Proposta de <i>layout</i> 1 .....	83
Figura 37 – Proposta de <i>layout</i> 2 .....	84
Figura 38 – Proposta de <i>layout</i> 3 .....	84

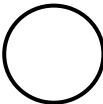
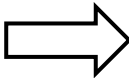


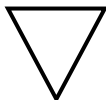




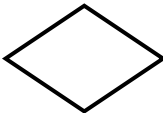
## LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Tempos médios de setup .....	71
Tabela 2 – Produtos com maior produção.....	74
Tabela 3 – Capacidades das máquinas empacotadoras em função do tempo .....	77
Tabela 4 – Capacidades das máquinas enfardadeiras em função do tempo.....	78
Tabela 5 – Autonomia do setor de empacotamento em situação hipotética .....	78
Tabela 6 – Dimensões dos elementos e cálculo de superfícies .....	81
Tabela 7 – Dimensões dos elementos e cálculo de superfícies .....	85
Tabela 8 – Estimativa de custo para implantação do novo <i>layout</i> .....	86

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1– Produtos armazenados na fábrica .....	72
Quadro 2– Restrições quanto ao peso de empacotamento/enfardamento das máquinas .....	77
Quadro 3 – Capacidades dos silos pulmão .....	77
Quadro 4 – Escalas de Afinidades .....	79

## LISTA DE SÍMBOLOS

	- Operação	Ocorre quando se modifica intencionalmente um elemento em qualquer de suas características físicas ou químicas, ou também quando se monta ou desmonta componentes e partes.
	- Transporte	Ocorre quando um elemento é transferido de um lugar para outro, de uma seção para outra, de um prédio para outro. Observação: apenas o manuseio não representa atividade de transporte.
	- Espera ou demora	Ocorre quando um elemento é colocado intencionalmente numa posição estática. O material permanece aguardando processamento ou encaminhamento.
	- Inspeção	Ocorre quando um elemento é examinado para sua identificação, quantidade ou condição de qualidade.
	- Armazenagem	Ocorre quando um elemento é mantido em área protegida específica na forma de estoque.
	- Início ou final	
	- Atividade	
	- <i>Input</i> ou <i>output</i>	
	- Direção do fluxo	
	- Decisão	

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 Objetivos.....	15
1.1.1 Objetivo Geral .....	15
1.1.2 Objetivos Específicos.....	16
1.2 Justificativa .....	16
1.3 Estrutura do Trabalho .....	17
<b>2 ESTUDO DO TRABALHO.....</b>	<b>18</b>
2.1 Estudo de Métodos .....	20
2.2 Medida de Trabalho .....	26
<b>3 PROJETO DE FÁBRICA E LAYOUT.....</b>	<b>30</b>
3.1 Definição e Objetivos.....	30
3.2 Necessidade de um estudo de <i>Layout</i> .....	30
3.3 Princípios do <i>Layout</i> .....	31
3.4 Fatores que influenciam o <i>Layout</i> .....	32
3.4.1 Material.....	33
3.4.2 Equipamento .....	33
3.4.3 Mão-de-obra .....	34
3.4.4 Movimentação .....	34
3.4.5 Armazenagem.....	34
3.4.6 Serviços Auxiliares .....	35
3.4.7 Edifício.....	35
3.4.8 Possibilidade de expansão e/ou adaptação .....	35
3.5 Tipos de <i>Layout</i> .....	35
3.5.1 <i>Layout</i> Posicional .....	37
3.5.2 <i>Layout</i> Funcional .....	38
3.5.3 <i>Layout</i> Linear .....	40
3.5.4 <i>Layout</i> Celular .....	41
<b>4 SISTEMA SLP .....</b>	<b>43</b>
4.1 Fases do Sistema SLP.....	44
4.2 Sistema de Procedimentos SLP e suas Convenções .....	45
4.2.1 Fluxo de Materiais.....	46
4.2.2 Inter-relações de Atividades.....	51
4.2.3 Diagrama de inter-relações .....	52
4.2.4 Determinação dos Espaços.....	54
4.2.5 Diagrama de Inter-relações entre Espaços .....	55
4.2.6 Ajuste do Diagrama.....	55
4.2.7 Seleção das alternativas.....	58
<b>5 METODOLOGIA DE PESQUISA.....</b>	<b>60</b>
5.1 Método de Pesquisa.....	60
5.2 Delineamento da Pesquisa.....	62

5.3 População e Amostra.....	62
5.4 Coleta de Dados.....	63
5.4.1 Entrevistas .....	63
5.4.2 Observação .....	63
5.4.3 Documentos .....	64
5.5 Análise de Dados .....	64
5.6 Metodologia SLP .....	64
5.7 Etapas metodológicas .....	65
6 RESULTADOS .....	67
6.1 Estudo do trabalho .....	67
6.2 <i>Layout</i> Atual .....	71
6.3 Sistema SLP.....	72
6.3.1 Dados de Entrada .....	72
6.3.2 Inter-relações de Atividades.....	78
6.3.3 Determinação de Espaços.....	80
6.4 Propostas de <i>Layouts</i> Alternativos.....	81
6.5 Avaliação das Alternativas e Seleção do Melhor <i>Layout</i> .....	85
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	87
REFERÊNCIAS.....	88
APÊNDICE .....	90
APÊNDICE A – PROPOSTA DE <i>LAYOUT</i> 1 .....	90
APÊNDICE B – PROPOSTA DE <i>LAYOUT</i> 2.....	91
APÊNDICE C – PROPOSTA DE <i>LAYOUT</i> 3 .....	92

## 1 INTRODUÇÃO

A competitividade latente na esfera industrial traz à tona diversos estudos advindos das organizações a fim de alcançar melhorias e melhor aproveitamento de insumos, processos, atividades e homens, os quais são elementos constantes e fundamentais em qualquer indústria (ANTON, 2012).

Segundo Heizer e Render (2001, p. 234) “o *layout* (ou arranjo físico) é uma das principais decisões que determinam a eficiência de longo prazo das operações.” *Layout* é a maneira como homens, máquinas e equipamentos estão arranjos em uma fábrica, ou seja, é o melhor aproveitamento do espaço disponível resultando em um processamento mais eficaz, por meio da menor distância, no menor tempo possível (VIEIRA, 1971).

O termo *layout* é de origem inglesa e remete à distribuição física de elementos em um determinado espaço. Expressões sinônimas deste termo são frequentemente utilizadas por autores da área, como por exemplo: “leiaute”, “*lay-out*”, “*plant layout*” e “arranjo físico”. A fim de facilitar a compreensão, neste trabalho será adotado o termo *layout* para se referir à disposição física industrial.

Um *layout* eficaz pode auxiliar uma organização a obter uma vantagem estratégica que proporcione diferenciação de seus produtos em termos de qualidade e baixo custo, uma vez que este possui diversas implicações estratégicas, as quais estabelecem as prioridades competitivas da organização em relação à capacidade, aos processos, à flexibilidade, ao custo assim como à qualidade do local de trabalho, ao contato com o cliente e à imagem (HEIZER; RENDER, 2001).

Segundo Peinado e Graeml (2007) as decisões de arranjo físico determinam de que forma a empresa irá produzir. A importância destas decisões está no impacto direto que geralmente este exerce nos custos de produção, além dos elevados investimentos necessários para construir ou modificar o *layout* produtivo.

Peinado e Graeml (2007, p. 200) ainda afirmam que “o *layout*, ou arranjo físico é a parte mais visível e exposta de qualquer organização”. Surge a necessidade de estudá-lo sempre que se almeja implantar uma nova fábrica ou unidade de serviços ou quando se estiver desenvolvendo a reformulação de plantas industriais ou outras operações produtivas já em funcionamento.

Conforme Oliverio (1985) “a própria rotina industrial modifica as condições iniciais sobre as quais se buscou a combinação ótima que, dessa forma, necessita ser revista, para conseguir a mesma eficiência que possuía anteriormente”.

O *layout* consiste não apenas em uma disposição racional das máquinas a qual garante o funcionamento de uma linha de produção sem retrocessos e com mínimas distâncias, mas também, conforme Oliverio (1985, p.161), do “estudo das condições humanas de trabalho (iluminação, ventilação, etc.), de corredores eficientes, de como evitar controles desnecessários, de armários e bancadas ao lado das máquinas, de como o meio de transporte vai ser utilizado para a movimentação de uma peça”. As definições até então utilizadas aplicam-se, por exemplo, em uma indústria de beneficiamento de arroz, objeto de estudo deste trabalho.

Segundo Bragantini e Vieira (2004) uma indústria de beneficiamento trata-se daquela que recebe o alimento diretamente da lavoura e realiza um processo de limpeza e tratamento do mesmo. O processo de beneficiamento de arroz compreende as seguintes etapas: limpeza, descascamento, separação pela câmara de palha e de marinheiro, brunição e homogeneização, classificação e, por fim, embalagem armazenamento de pacotes e expedição.

Este trabalho é um estudo de caso de natureza aplicada em uma empresa de beneficiamento de arroz, onde pretendeu-se diagnosticar a situação atual dos setores de empacotamento e armazenamento de pacotes e, a partir deste diagnóstico identificou-se problemas decorrentes do *layout* adotado pela empresa constatando, assim, haver a necessidade de uma intervenção na configuração do *layout* desses setores.

Segundo Camarotto (2005), problemas envolvendo *layout* possuem atributos subjetivos e envolvem um amplo conjunto de combinações viáveis, fato que torna este tipo de problema complexo, dificultando um tratamento puramente matemático. Desta maneira, utilizou-se a metodologia SLP (Systematic *Layout* Planning) para o desenvolvimento de um *layout* apropriado para o setor objeto de estudo deste trabalho. Tal metodologia, trata-se de uma sequência lógica que sistematiza os projetos de *layout*.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Este trabalho teve por objetivo desenvolver um estudo de *layout* para os setores de empacotamento e armazenagem de pacotes de uma fábrica de beneficiamento de arroz, localizada na região da Campanha no Rio Grande do Sul.



### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar possíveis situações de desajuste no *layout* dos setores de empacotamento e armazenagem de pacotes;
- analisar e elaborar propostas para um novo *layout*;
- selecionar a melhor proposta;
- representar de maneira gráfica a proposta selecionada.

### 1.2 Justificativa

A escolha do tema deste trabalho deu-se em razão da afinidade com a área referente a “Projeto de Fábrica” e da sua relevância para qualquer empresa, independente do porte ou ramo de atividade. Além disso, acredito que este estudo venha a agregar na minha formação como engenheira de produção, ampliando meus conhecimentos em sistemas produtivos.

A aproximação do ambiente industrial com o acadêmico, unindo conhecimentos teóricos e práticos é um dos princípios que norteiam a Unipampa e busca contribuir para o desenvolvimento da metade sul do Rio Grande do Sul por meio da forte integração com a indústria. Em consonância com este princípio, este trabalho poderá possibilitar à empresa, que está fortemente inserida na região mencionada, uma readequação do seu espaço físico e reorganização dos processos, possibilitando gerar redução de movimentação interna e, consequentemente, redução de custos através da aplicação de ferramentas de engenharia.

Levando-se em conta que o arroz é um dos mais importantes cereais em termos de valor econômico, bem como, seu cultivo considerado da maior importância em muitos países em desenvolvimento além do Brasil estar entre os dez principais produtores mundiais, com destaque para a região sul (ALONÇO *et al.*, 2005), fica evidenciado que uma redução nos custos beneficiaria não só a indústria, contribuindo para a questão competitiva e, consequentemente, impulsionando a economia da região, mas também os consumidores. Dessa forma, uma melhoria no *layout* contribuiria significativamente para maximizar o rendimento dos fatores produtivos, possibilitando alcançar as vantagens descritas anteriormente.

### 1.3 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em 8 seções, a primeira refere-se à introdução da pesquisa expondo a abordagem do tema, a problemática do trabalho, o objetivo geral e objetivos específicos pretendidos, a justificativa da pesquisa e a estrutura do trabalho.

Da segunda à quarta seção dedica-se à fundamentação teórica, onde foram discutidos conceitos referentes ao estudo do trabalho, projeto de fábrica e *layout* e sistema SLP. Na quinta seção foi abordada a metodologia utilizada para a elaboração do trabalho. A sexta e sétima seção apresentam os resultados obtidos com o estudo e as considerações finais, respectivamente. E, por fim, a última seção, não numerada é dedicada às referências utilizadas para a elaboração do trabalho.

## 2 ESTUDO DO TRABALHO

Constantemente, o termo gestão de operações é apresentado de maneira equivocada como um assunto cujo foco principal está em tecnologia, sistemas, procedimentos e instalações, retirando a atenção do elemento humano da organização. Porém, a forma como os recursos humanos são gerenciados impactam profundamente a eficácia de suas funções operacionais (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Segundo Peinado e Graeml (2007), uma maior atenção à análise de processos de trabalho tem sido dada por diversas empresas brasileiras, as quais forçaram-se a melhorar sua produtividade pelo fato de, nas últimas décadas, não estarem mais amparadas por políticas governamentais protecionistas. Não é incomum deparar-se com relatos de empresas que, apenas revisando seus processos produtivos, alcançaram reduções de custo de até 30%.

Em vista disso, surgem formas sistemáticas da busca pelo melhor método de produzir, de seleção de pessoal, dos métodos de trabalho, dos padrões de trabalho e da motivação dos colaboradores, onde os precursores destas técnicas foram Frederick W. Taylor e o casal Frank e Lillian Gilbreth (HEIZER; RENDER, 2001).

Frederick W. Taylor (1881), conhecido como pai da Administração Científica, contribuiu para a seleção de pessoal, planejamento e programação, estudo de movimentos e o agora conhecido campo da ergonomia. Uma de suas principais contribuições foi sua crença de que a administração deve ser muito mais engenhosa e agressiva no aperfeiçoamento dos métodos de trabalhos (HEIZER; RENDER, 2001, p.3).

O trabalho pioneiro de Frank B. Gilbreth e sua esposa Lillian M. Gilbreth contribuiu sobremaneira para o estudo de movimentos em indústrias. Os conhecimentos de psicologia de Lillian Gilbreth e a formação de Frank Gilbreth como engenheiro se complementavam oportunizando a elaboração de trabalhos que envolvessem a compreensão do fator humano, bem como o conhecimento de materiais, ferramentas e equipamentos (BARNES, 1968). Dessa maneira, contribuíram para a administração científica ao abordar o estudo dos movimentos, da fadiga e da psicologia da administração (PEINADO; GRAEML, 2007).

Taylor fundou a técnica conhecida como medida do trabalho, esta técnica foi empregada principalmente na determinação de tempos-padrão, enquanto que o casal Gilbreth desenvolveu o estudo do método, sendo aplicado na melhoria de métodos de trabalho (BARNES, 1968).

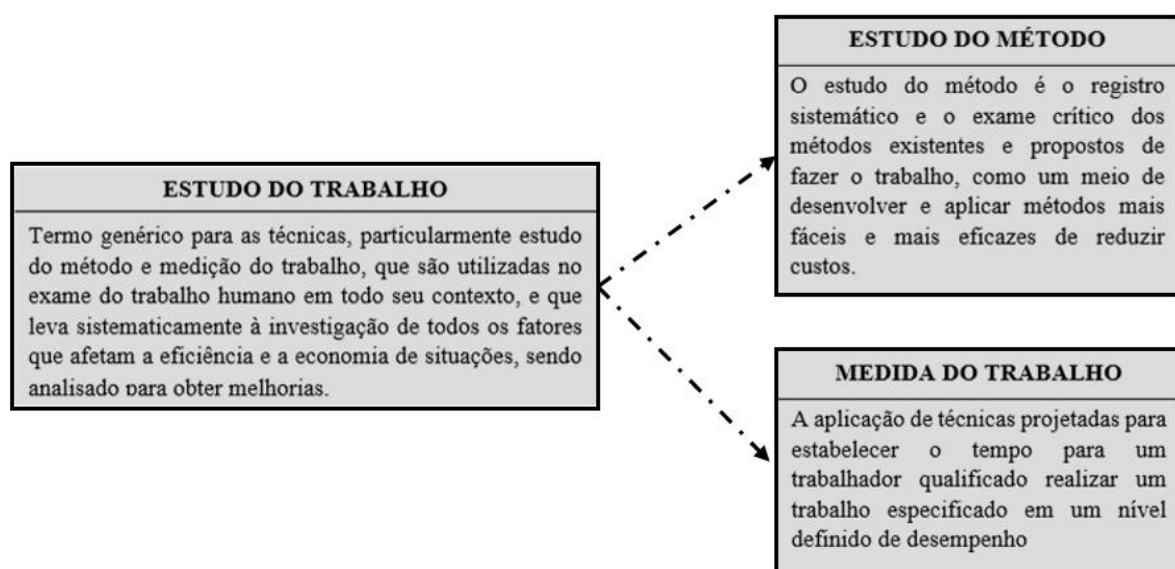
Taylor e seus colegas do movimento da administração científica acreditavam que

apenas por meio da maximização da produtividade dos trabalhadores chegar-se-ia à prosperidade econômica. Dessa forma, a eficiência dos trabalhadores é questão fundamental deste processo. Além disso, o redesenho do trabalho torna-se necessário, uma vez que, não existiam métodos que norteassem as tarefas desenvolvidas pelos trabalhadores, os quais realizavam-nas de acordo com sua intuição, dificultando assim, a avaliação de desempenho para os administradores (MAXIMIANO, 2011).

Uma visão científica da administração das operações da produção é apresentada pelo estudo do trabalho, onde o mesmo aborda técnicas fundamentais do estudo de tempos, movimentos e métodos, que submetem cada operação de uma dada tarefa a uma análise minuciosa, com o objetivo de eliminar qualquer elemento desnecessário à operação e determinar o melhor e mais eficiente método para executá-la (PEINADO; GRAEML, 2007).

O estudo do trabalho é um ramo da Engenharia Industrial que une duas áreas de conhecimento científico que surgiram separadas, no entanto estão fortemente relacionadas. Uma delas é o estudo do método, que determina os métodos e atividades que devem ser incluídos em trabalhos. A outra área trata-se da medida do trabalho e atenta para a medição do tempo que deve levar a execução de trabalhos (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Na Figura 1 um diagrama contendo estes estudos é apresentado esquematicamente.

Figura 1 - Áreas contemplativas do Estudo do trabalho



Fonte: Adaptado de Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 254)

Conforme Barnes (1968), o estudo do trabalho objetiva desenvolver o melhor método de realização do trabalho, habitualmente aquele de menor custo. Em seguida, busca

padronizar tal método, além de determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica. E, por fim, nortear o treinamento do trabalhador no método escolhido.

Dessa maneira, pode-se afirmar que não há processo que não possa ser melhorado. A análise do processo empregado para a realização de um trabalho pode ser feita para uma operação existente ou, também, para uma nova operação. Assim, há a possibilidade tanto de melhorar uma atividade que vem sendo realizada, quanto de projetar uma nova, com mais eficiência (PEINADO; GRAEML, 2007).

O termo **estudo do trabalho** ainda pode ser encontrado na literatura como “engenharia de métodos”, “projeto de trabalho” ou “estudo de tempos e movimentos”. Assim como, a expressão **estudo do método** pode ser encontrada como “projeto de métodos” ou “estudo de movimentos” e a expressão **medida do trabalho** como “estudo de tempos”. Como medida de padronização de linguagem os termos estudo do trabalho, estudo de métodos e medida de trabalho serão utilizados em referência aos sinônimos mencionados.

## 2.1 Estudo de Métodos

O estudo de métodos pode ser definido como uma abordagem sistemática que objetiva encontrar o melhor método para se realizar uma tarefa. Dessa forma, o estudo de métodos é dividido em algumas etapas que determinam os procedimentos a serem aplicados durante sua realização (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Na Figura 2 apresenta-se a nomenclatura utilizada por alguns autores das etapas do estudo de métodos.

Figura 2 - Técnica de questionamento de estudo do método

ETAPAS DO ESTUDO DE MÉTODOS - EVOLUÇÃO			
<i>Barnes (1968)</i>	<i>Pemberton (1977)</i>	<i>Peinado; Graeml(2007)</i>	<i>Slack; Chambers; Johnston (2009)</i>
Definir	Selecionar	Selecionar	<b>Selecionar</b>
Analisar	Inspecionar	Registrar	<b>Registrar</b>
Pesquisar	Registrar	Criticar	<b>Examinar</b>
Avaliar	Desenvolver e Preparar	Registrar	<b>Desenvolver</b>
Recomendar	Instalar	Implementar	<b>Implantar</b>
Acompanhar	Manter	Controlar	<b>Manter</b>

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Para Barnes (1968), a primeira etapa constitui-se em definir o problema a ser estudado. A partir de uma descrição detalhada analisa-se o método atual. Então, pesquisa-se as possíveis soluções para o problema, buscando encontrar sempre a causa básica do mesmo. Feito isso, se avalia as alternativas obtidas durante a pesquisa e realiza-se a escolha da melhor solução. Posteriormente, uma recomendação da ação é feita por meio de um relatório explicando a ação. Para se certificar de que a solução proposta foi efetivamente executada, acompanha-se a implantação do novo método. E, por fim, uma verificação ou um controle periódico deverá ser realizado para determinar quais as dificuldades encontradas e avaliar os resultados finais da instalação. Contudo, é desejável conhecer se o método atual está produzindo os resultados esperados conforme planejado. Ainda, uma reavaliação ou reestudo do método poderá ser feito com o intento de se encontrarem novas possibilidades de melhorias, e, assim, o ciclo de solução de problemas seria repetido.

Já para Pemberton (1977), inicialmente seleciona-se a área ou o serviço a ser estudado, seguindo-se de uma inspeção da área selecionada, demarcando as principais dificuldades encontradas e realizando uma estimativa de possibilidade de melhorias. Após, deve-se registrar toda e qualquer informação relevante sobre a situação atual. Então, desenvolve-se o método ou sistema proposto, verificando sempre a compatibilidade com os objetivos e as necessidades reais da situação, assim como os custos de todas as alternativas. Durante o desenvolvimento, deve-se preparar um plano detalhado do novo método, fazendo uso de técnicas de visualização apropriadas ao projeto e realizar uma discussão com as pessoas envolvidas na operação, elaborando e fazendo circular um relatório escrito do projeto. Finalmente, implanta-se o novo sistema e, por fim manter o novo sistema de acordo com o que foi planejado.

Enquanto que, Peinado e Graeml (2007) dizem que inicialmente se deve selecionar o processo a ser estudado e melhorado. Em seguida, registra-se detalhadamente o método atual, tendo em vista que a descrição de um procedimento é uma excelente ferramenta de análise, e após esse registro realiza-se críticas ao processo atual. Assim sendo, surgem propostas de melhorias por meio de *brainstorming* ou por meio da montagem de uma equipe do estilo *kaisen* de trabalho. A partir daí, registra-se o novo método e o implanta, levando-se em consideração os possíveis focos de resistência que as pessoas tem às mudanças, com o objetivo de eliminá-los ou neutralizá-los. E, por último, deve-se controlar o novo processo e observar se ele atendeu às expectativas, se as economias planejadas estão ocorrendo e verificar se o processo ainda pode ser melhorado dentro da filosofia de melhoria contínua.

Já para Slack, Chambers e Johnston (2009), sua visão se assemelha à de Peinado e Graeml (2007), onde o primeiro passo trata-se também de selecionar o trabalho a ser estudado. Assim como, o passo seguinte consta do registro do método atual, tendo em vista, que dessa forma é possível adquirir maior conhecimento e entendimento do trabalho em si e, também, pelo fato de que registrar o método atual trata-se de um bom começo para avaliar criticamente e, portanto, melhorar o método. O terceiro passo segundo o autor, é o mais importante durante o estudo do método, onde se examina criticamente o método atual determinando as fraquezas deste, indicando mudanças e melhorias. Após este passo, inicia-se o desenvolvimento do novo método que busca eliminar todo o trabalho desnecessário, combinar operações ou elementos, modificar a sequência das operações de modo a melhorar a eficiência do trabalho, e simplificar as operações essenciais para reduzir o conteúdo do trabalho. E, finalmente, implanta-se o novo método e monitora-se regularmente o mesmo para garantir a eficácia do projeto do trabalho após sua implantação.

Pode-se observar que, apesar de algumas diferenças encontradas na terminologia utilizada pelos autores em questão, em sua essência a ideia que estes apresentam convergem entre si. A fim de uniformizar a linguagem, a partir deste ponto, será empregado neste trabalho para designar as etapas do estudo de métodos a seguinte nomenclatura: **selecionar** o trabalho a ser estudado; **registrar** o método atual; **examinar** o método atual; **desenvolver** o novo método; **implantar** o novo método e **manter** o método implantado.

Tendo em vista que a maior parte das operações produtivas possuem inúmeras tarefas e atividades, o primeiro estágio de um estudo de método é selecionar a atividade ou tarefa a ser estudada. A seleção, ou escolha da atividade deve levar em conta a atividade de maior retorno sobre o investimento, as que oferecem um maior escopo para melhorias ou aquelas que estão causando gargalos, atrasos ou problemas na operação (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Após o processo de seleção, deve-se descrever o método atual com suas respectivas especificações e restrições, ou seja, nesta etapa ocorre o registro de todos os fatos relevantes do método presente (BARNES, 1977).

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009) as maneiras de se registrar processos industriais no método de trabalho são: registro da sequência de atividades, do inter-relacionamento temporal das atividades e da trajetória de movimento de alguma parte do trabalho. Pode-se dizer que a técnica mais utilizada para esses registros é o fluxograma do processo, uma vez que este “apresenta de forma mais simples e visível o processo utilizado para a realização de qualquer tarefa” (PEINADO; GRAEML, 2007, p. 151).

Após o registro das atividades do trabalho selecionado, inicia-se, segundo Slack, Chambers e Johnston (2009, p.257), “o estágio mais importante no estudo do método”, onde se examina ou analisa criticamente o método atual. Para isto, é utilizada a técnica de questionamento que busca encontrar as fraquezas nos fundamentos do método, de modo que possam desenvolver métodos alternativos. Tal técnica está ilustrada na Figura 3.

Figura 3 - Técnicas de questionamento de estudo do método

<b>QUESTÕES AMPLAS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>QUESTÕES DETALHADAS</b>
<b><i>O propósito de cada elemento</i></b>	Questiona a necessidade fundamental para o elemento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O que é feito?</li> <li>- Por que é feito?</li> <li>- O que mais pode ser feito?</li> <li>- O que deve ser feito?</li> </ul>
<b><i>O local em que cada elemento é feito</i></b>	Pode sugerir uma combinação de certas atividades ou operações	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Onde é feito?</li> <li>- Por que é feito ali?</li> <li>- Onde mais pode ser feito?</li> <li>- Onde deve ser feito?</li> </ul>
<b><i>A sequência em que cada elemento é feito</i></b>	Pode sugerir uma mudança na sequência da atividade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quando é feito?</li> <li>- Por que é feito nesse momento?</li> <li>- Quando deve ser feito?</li> </ul>
<b><i>A pessoa que faz o elemento</i></b>	Pode sugerir uma combinação e/ou mudança de responsabilidade ou de sequência	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quem faz?</li> <li>- Por que essa pessoa faz?</li> <li>- Quem mais pode fazê-lo?</li> <li>- Quem deve fazer?</li> </ul>
<b><i>Os meios pelos quais cada elemento é feito</i></b>	Pode sugerir novos métodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como é feito?</li> <li>- Por que é feito dessa forma?</li> <li>- De que outra forma pode ser feito?</li> <li>- Como deve ser feito?</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 257)

O exame crítico dos métodos de trabalho atuais certamente indicará algumas alterações e melhoramentos. Dessa forma, torna-se necessário o desenvolvimento de um novo método levando-se em conta quatro enfoques, conforme Barnes (1977), eliminar todo o trabalho desnecessário, combinar operações ou elementos, modificar a sequência das operações de modo a melhorar a eficiência do trabalho, e simplificar as operações essenciais para reduzir o conteúdo do trabalho. Para isso, faz-se o uso de um *checklist*, como os Princípios de economia de movimento conforme ilustrado na Figura 4. Segundo Peinado e Graeml (2007, p. 92) “a aplicação destes simples princípios pode permitir grande aumento da produtividade na execução de tarefas em qualquer tipo de organização”.

Por fim, a última etapa consiste na implantação do novo método, não esquecendo de monitorá-lo regularmente para assegurar que as condições de projeto não mudaram, o que tornaria o método menos eficaz.



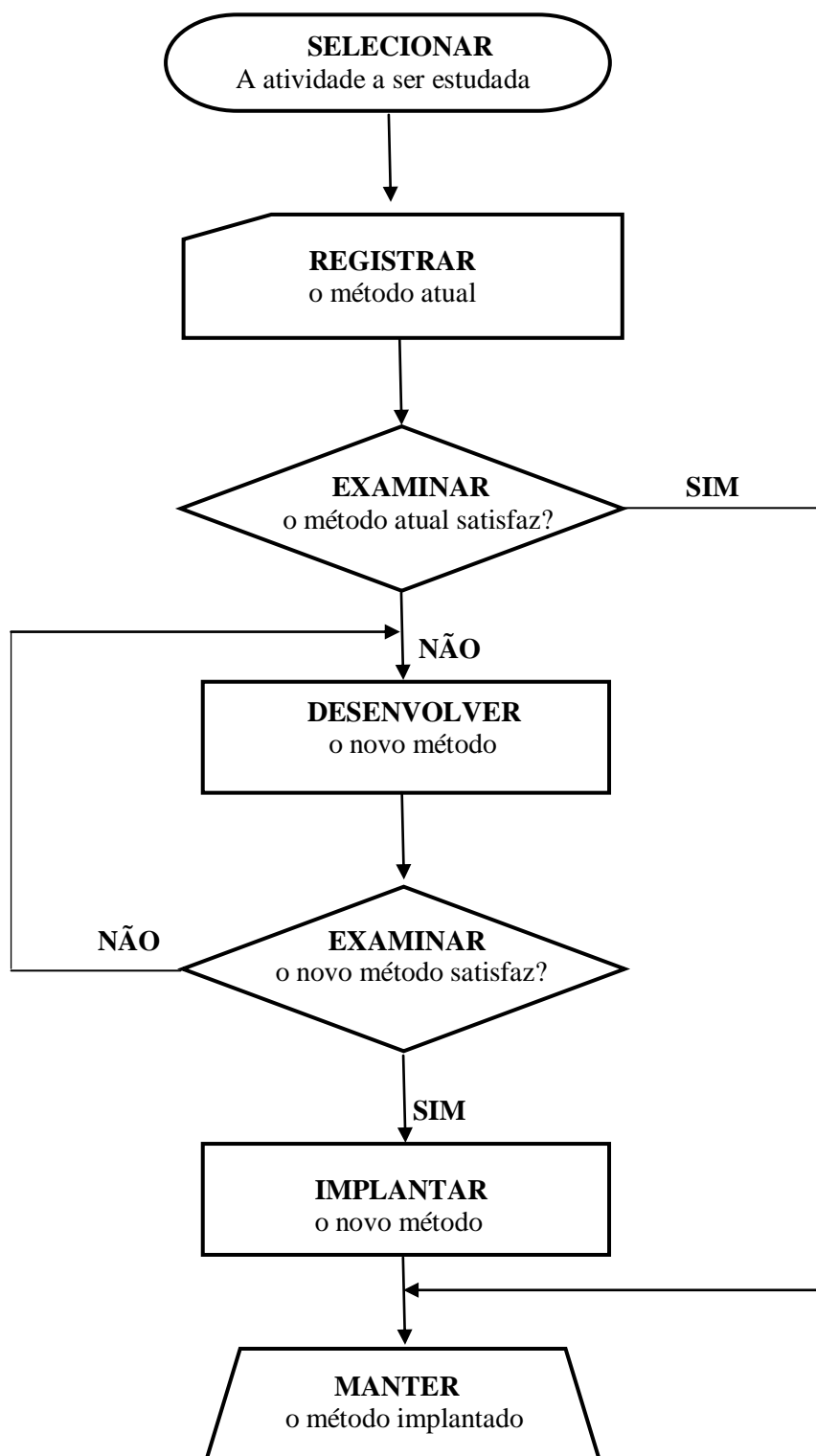
Figura 4 - Princípios de economia de movimento

USO DO CORPO HUMANO	DISPOSIÇÃO DO LOCAL DE TRABALHO	PROJETO DE FERRAMENTAS E DO EQUIPAMENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• O trabalho deve ser arranjado de modo que um ritmo natural possa tornar-se automático</li> <li>• Os movimentos do corpo devem ser, se possível simultâneos e simétricos</li> <li>• As capacidades totais do corpo humano devem ser empregadas</li> <li>• Os braços e as mãos, como pesos, estão sujeitos às leis da física e a energia deve ser conservada</li> <li>• As tarefas devem ser simplificadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O trabalho deve ser arranjado de modo que um ritmo natural possa tornar-se automático</li> <li>• Os movimentos do corpo devem ser, se possível simultâneos e simétricos</li> <li>• As capacidades totais do corpo humano devem ser empregadas</li> <li>• Os braços e as mãos, como pesos, estão sujeitos às leis da física e a energia deve ser conservada</li> <li>• As tarefas devem ser simplificadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabalho deve estar presente onde necessário</li> <li>• Guias devem ajudar o posicionamento do trabalho sem demandar concentração do operador</li> <li>• Os controles e artefatos operados com os pés podem liberar as mãos do trabalho</li> <li>• Artefatos mecânicos podem multiplicar as habilidades humanas</li> <li>• Os sistemas mecânicos devem ser adequados ao uso humano</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 258)

A Figura 5 esquematiza as etapas do processo de desenvolvimento de um novo método de trabalho por meio de um fluxograma, onde pode-se visualizar com maior facilidade o sequenciamento das mesmas.

Figura 5 - Fluxograma do procedimento geral de um estudo de métodos



## 2.2 Medida de Trabalho

Para se garantir a eficácia da administração dos recursos humanos, faz-se necessário conhecer os padrões de trabalho. Estes são estabelecidos a partir de experiência histórica, estudos de tempos, tempos-padrão predeterminados ou por amostragem do trabalho (HEIZER; RENDER, 2001).

Na primeira metade do século XX surgiu a mensuração científica do trabalho que passou a utilizar técnicas estatísticas. Nessa época, a medida dos tempos de trabalho passou a ser aplicada somente em organizações do tipo industrial objetivando determinar a melhor e mais eficiente forma de desenvolver uma tarefa específica (PEINADO; GRAEML, 2007).

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009, p.258, grifo do autor) “medida do trabalho é o processo de definição de tempo que um **trabalhador qualificado** precisa para realizar um **trabalho especificado**, com um **nível definido de desempenho**.” Em vista disso, o objetivo da medida do trabalho é obter o **tempo normal**, também chamado de tempo básico e o **tempo padrão**, onde o primeiro refere-se ao tempo em que um trabalhador qualificado deveria concluir um trabalho específico sem considerar, tolerâncias. E, o segundo trata-se de uma extensão do anterior, o qual é calculado tomando-se o tempo-normal e somando a tolerância para necessidades pessoais, atrasos de trabalho inevitáveis e fadiga do trabalhador (MUNIZ JUNIOR *et al.*, 2012).

A técnica de medida do trabalho mais amplamente utilizada pelas empresas é a de **cronometragem**, ou também chamada de estudo de tempos (PEINADO; GRAEML, 2007). Porém, de acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009) e Heizer e Render (2001), técnicas como **experiência histórica**, **síntese de dados elementares**, **sistemas de tempos e movimentos predeterminados** (PMTS – *predetermined motion time systems*), **estimativa analítica** e **amostragem do trabalho** também são usadas para estimar o tempo padrão de trabalho.

Para Heizer e Render (2001), assim como para Peinado e Graeml (2007), o clássico estudo **cronometrado, ou estudo de tempos**, é um método que envolve medir, por meio de cronometragens *in loco*, ou a partir de fitas de vídeo, o tempo necessário para se realizar uma tarefa e utilizá-la no estabelecimento de um padrão de referência para: determinação da capacidade produtiva da empresa, elaboração dos programas de produção, determinação do valor da mão-de-obra direta no cálculo do custo do produto vendido (CPV), estimativa do custo de um novo produto durante seu projeto e criação e balanceamento das linhas de produção e montagem.

Para Slack, Chambers e Johnston (2009) essa técnica compreende três etapas, onde a primeira refere-se à observação e medição do tempo necessário para realizar cada elemento do trabalho. A segunda consiste em ajustar ou “normalizar” cada tempo observado. E, por fim, a terceira e última etapa compreende em calcular a média dos tempos ajustados para obter o **tempo normal** e, por fim, o **tempo padrão**. A Figura 6 apresenta um esquema com as ações necessárias, bem como sua ordenação, para realizar o estudo de tempos (cronometragem).

Figura 6 - Diagrama esquemático de atividades a serem desenvolvidas durante o estudo de tempos (cronometragem)



Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Outra técnica de método de trabalho existente, porém não muito recomendada é a **experiência histórica**. Esta é uma técnica de fácil aquisição de dados, tendo em vista que os padrões históricos podem ser obtidos por meio de cartões de ponto ou em registros de produção. No entanto, estes não são objetivos além de não se conhecer a sua exatidão, ou seja, se representam um ritmo de trabalho satisfatório ou fraco e se as ocorrências atípicas estão incluídas. Por esta razão, os outros métodos são preferíveis a este (HEIZER; RENDER, 2001).

Já a **síntese de dados elementares** estabelece o tempo para uma tarefa com desempenho padrão mediante a soma dos tempos de movimentos semelhantes obtidos previamente em estudos de outras tarefas ou em dados sintéticos (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

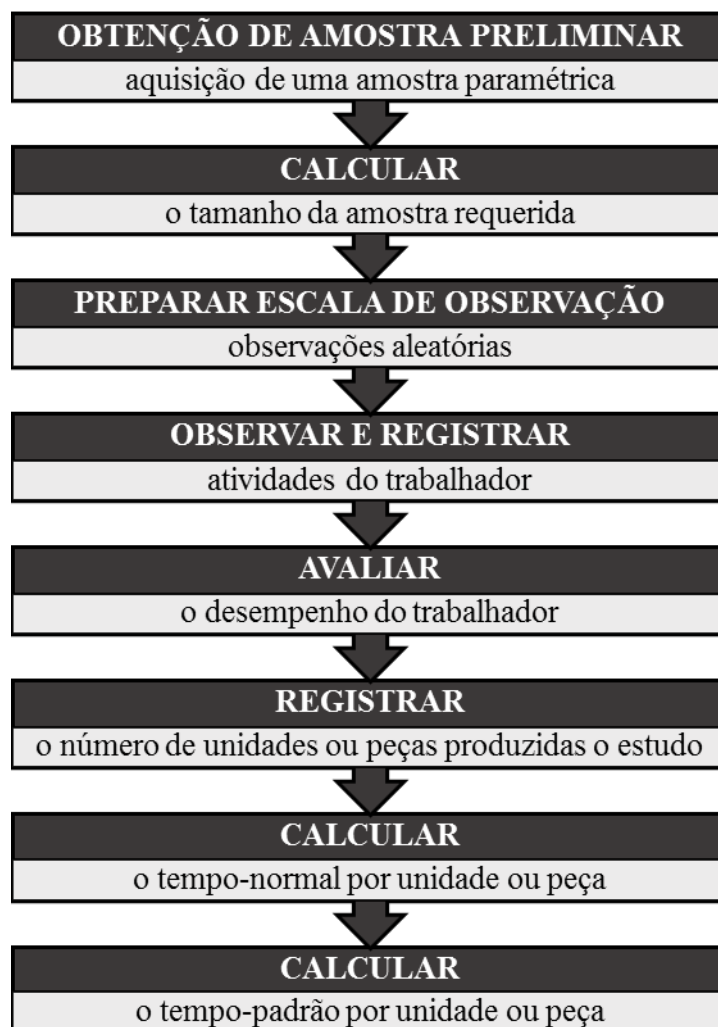
Conforme Heizer e Render (2001) uma técnica que apresenta inúmeras vantagens é a de **sistemas de tempos e movimentos predeterminados**. Esta técnica é desenvolvida em ambiente laboratorial, de forma a não atrapalhar as atividades de produção, pode ser empregada no planejamento, tendo em vista que o tempo-padrão pode ser estabelecido antes mesmo da tarefa começar a ser desenvolvida, não necessita de índices de desempenho, além de ter grande aceitação por parte dos sindicatos por ser considerada por estes como um meio legítimo de se estabelecer padrões. Os sistemas de tempos e movimentos predeterminados calcula o tempo para um trabalho, utilizando os “tempos estabelecidos para os movimentos humanos básicos (classificados de acordo com a natureza do movimento e as condições sob as quais é realizado)” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p.261).

A **estimativa analítica** é utilizada quando não se tem dados históricos, por exemplo, quando se está iniciando uma nova tarefa. Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 261) afirmam que esta “é a técnica da medida do trabalho que desenvolve estimativas por meio das quais o tempo exigido para realizar os elementos de uma tarefa com desempenho padrão é estimado a partir de conhecimento e experiência dos elementos envolvidos”.

E, por fim, tem-se a técnica de **amostragem do trabalho**, também chamada de amostragem de atividade, onde encontra-se esquematizada na Figura 7. Esta técnica estima o percentual de tempo que um trabalhador despende em diversas tarefas por meio de diversas observações aleatórias. Esta técnica é normalmente usada para: *estudos do índice de espera*, estimando o percentual de tempo que os colaboradores despendem em esperas inevitáveis; *estabelecimento de padrões de trabalho*; e *medida do desempenho do trabalhador* (HEIZER; RENDER, 2001).

Assim sendo, “padrões de trabalho são necessários para um sistema de operações eficiente. Eles são indispensáveis para o planejamento da produção, para o planejamento da mão-de-obra, para os custos e para a avaliação do desempenho” (HEIZER; RENDER, 2001, p.293).

Figura 7 - Diagrama esquemático de atividades a serem desenvolvidas durante a amostragem do trabalho



Fonte: Elaborado pela autora (2016)

### **3 PROJETO DE FÁBRICA E *LAYOUT***

#### **3.1 Definição e Objetivos**

Projeto de fábrica pode ser entendido como o projeto total do empreendimento, abrangendo “a ideia da aplicação do capital, do planejamento das finanças, da localização da fábrica, do planejamento necessário ao levantamento dos equipamentos a serem utilizados” (OLIVERIO, 1985, p. 2).

Assim como, a expressão *layout* industrial vai muito além do simples posicionamento físico dos recursos transformadores (homens, máquinas e equipamentos) de uma operação produtiva, “pois diz respeito ao relacionamento dos processos entre si; ao projeto e arranjo físico global da fábrica; ao cálculo de dados de pessoal e de planejamento; e à avaliação das possibilidades de produção das máquinas” (PEMBERTON, 1977, p.2).

Os problemas de *layout* objetivam a “melhor utilização do espaço disponível que resulte em um processamento mais efetivo, através da menor distância, no menor tempo possível” (VIEIRA, 1971, p. 15). Enfim, para o autor um *layout* eficiente visa, ainda, uma redução nos custos e aumento da produtividade por meio de melhor utilização do espaço disponível, redução da movimentação de materiais, produtos e pessoal, fluxo mais racional (evitando paradas no processo de produção, entre outros), menor tempo de produção e melhores condições de trabalho.

#### **3.2 Necessidade de um estudo de *Layout***

Segundo Vieira (1971), várias são as circunstâncias que apresentam a necessidade de um estudo de *layout*. A primeira citada pelo autor é a obsolescência das instalações, isto é, a eficiência das instalações pode ficar comprometida quando há fabricação de novos produtos, aquisição de máquinas exigindo ampliações, avanço na tecnologia implicando em novos processos de fabricação, introdução de novas seções, necessidade de maior estocagem entre outros.

Também leva-se em conta a redução dos custos de produção, uma vez que uma alteração nos meios que concorrem para a produção, isto é, os recursos transformadores de uma operação, modificaria a combinação ótima anteriormente prevista; a variação na demanda uma vez que direciona a quantidade de produção; o ambiente de trabalho inadequado onde ruído, temperaturas anormais, pouca ventilação e má iluminação, diminuem

o rendimento do colaborador; excesso de estoques indicando problemas no fluxo do produto; manuseios excessivos danificando o material e ocasionando atrasos na produção; e a instalação de uma nova fábrica.

### 3.3 Princípios do *Layout*

Para Oliverio (1985) e Vieira (1971) um conjunto de 6 princípios devem ser considerados como base de um bom projeto de *layout*. São eles: princípio da integração, princípio da mínima distância, princípio de obediência ao fluxo das operações, princípio do uso do espaço cúbico, princípio de satisfação e segurança e princípio da flexibilidade.

**Princípio da Integração** - Homens, materiais e máquinas devem estar harmonicamente integrados, uma vez que uma falha em qualquer dos elementos pode resultar em uma ineficiência global.

**Princípio da Mínima Distância** – O transporte ou a movimentação de materiais é uma atividade que não agrega valor ao produto final, portanto, pode-se dizer que quanto maior for a necessidade de transporte/movimentação de materiais, maior será o custo envolvido. Em vista disso, as distâncias entre operações subsequentes devem ser reduzidas ao seu mínimo e devem-se manter apenas os movimentos indispensáveis, evitando assim esforços inúteis, confusões e custos maiores.

**Princípio de Obediência ao Fluxo das Operações** – As áreas de trabalho devem ser dispostas de modo a permitir um fluxo contínuo de materiais, equipamentos e pessoas, sem os inconvenientes de prolongadas esperas, ou mesmo estocagens, e conforme a sequência do processo, ou seja, deve-se estabelecer um fluxo racional. Interrupções no processo, cruzamentos e retornos de materiais devem ser evitados.

**Princípio do Uso do Espaço Cúbico** – deve-se levar em consideração o fato de que os itens que serão arranjados ocuparão um certo volume. Sendo assim, é importante atentar para as três dimensões: comprimento, largura e altura, contidas nos planos horizontal e vertical, uma vez que restringindo-se o raciocínio às dimensões horizontais, ou seja, considerando apenas a área, resultará em maior utilização do espaço.

**Princípio de Satisfação e Segurança** – melhor um *layout* será a medida que proporcionar maior satisfação e segurança aos seus usuários. Deve-se oferecer boas condições de trabalho e máxima redução de risco, além de atentar para a influência de fatores psicológicos (cores, impressão de ordem e limpeza).



Assim, não devemos expor o trabalhador a *altas temperaturas, ruído, chuva, pouca ou excessiva ventilação*, etc. O ambiente de trabalho deve poder se manter *limpo e arrumado*. A *iluminação* deve ser suficiente, permitindo uma visão do trabalho sem esforço (por exemplo, janelas devem ser colocadas em frente de cada máquina, com o operador de costas para ela). O uso de *cores* apropriadas reduz a fadiga ocular e evita acidentes (uso convencional de cores para segurança). As próprias máquinas devem ter cores diversas permitindo um reconhecimento reflexo mais rápido por parte do operador, evitando também monotonia nas cores.

Na parte de segurança devemos atentar contra: (a) dimensões inadequadas de *corredores, escadas, rampas e saídas*; (b) *pisos escorregadios ou sobrecarregados*; (c) *equipamentos de transporte* inadequados; (d) pessoal colocado junto de *partes móveis* que ofereçam perigo; (e) *extintores e pronto-socorro* de difícil acesso (VIEIRA, 1971, p. 30-31, grifo do autor).

**Princípio da Flexibilidade** – deve-se atentar às frequentes necessidades de mudança de projetos de produto, mudanças de métodos e de sistema de trabalho, os quais são resultado do atual avanço tecnológico. Dessa forma, o arranjo deve ser flexível suficiente a ponto de atender às condições atuais e futuras, onde possa haver eventuais modificações devido a variações no processo de produção e na demanda, à aquisição de novas máquinas, entre outros.

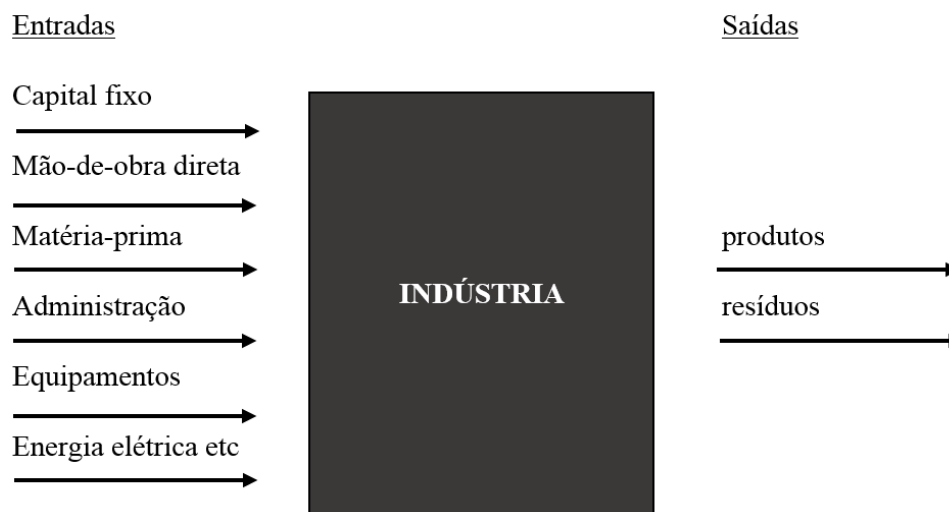
### 3.4 Fatores que influenciam o *Layout*

O responsável pelo projeto de *layout* deve estudar e analisar problemas que muitas vezes fogem de sua atividade específica. O motivo disso é a busca do *layout* pela integração das instalações industriais que vão concorrer para a produção, onde se deve harmonizar as diversas funções que compõem uma atividade (OLIVERIO, 1985).

Muitas vezes o projetista depara-se com problemas que exigem a presença de um especialista como por exemplo problemas de padronização, de projeto do produto, de sistemas, entre outros. Porém, é função do projetista o levantamento do problema e, então, apresentar aos técnicos da área sugestões de melhorias, assim como pedir auxílio a especialistas para a solução das dificuldades que impossibilitam a combinação ótima (OLIVERIO, 1985).

Levando-se em conta as entradas necessárias ao funcionamento de uma indústria assim como suas saídas, pode-se elencar os fatores que influenciam o *layout* da mesma. A Figura 8 representa o sistema produtivo de uma indústria, o qual transforma, por meio de processos, insumos (entradas/inputs) em produtos gerando, muitas vezes, resíduos (saídas/outputs). De posse da relação das entradas e saídas do processo é possível avaliar a necessidade e a importância de cada um durante o estudo de *layout*.

Figura 8 - Representação esquemática das entradas e saídas envolvidas em uma indústria



Fonte: Adaptado de Oliverio (1985)

### 3.4.1 Material

Devem ser considerados todos os materiais que são processados e manipulados na fábrica tais como matéria-prima, material em processo, produto final, embalagem, entre outros (VIEIRA, 1971).

Deve-se direcionar o estudo para as características dos materiais envolvidos (matéria-prima, produto acabado, refugo, etc), ao projeto do produto e especificações (especificações do produto, cópias de desenhos precisos, especificações de qualidade, etc.), às características físicas e químicas (dimensão, peso, forma, condições do material e requisitos para acondicionamento, etc.), às quantidades e variedades de produtos e materiais (variedade de material, demanda, volume de venda, etc.) e materiais componentes e sequência de operações (sequências de operações assim como possibilidades de mudança destas tais como: eliminação, combinação ou divisão, mudança de sequência e melhoramento ou simplificação) (OLIVERIO, 1985).

### 3.4.2 Equipamento

Leva-se em conta todos os equipamentos utilizados nas instalações da fábrica (produção, manutenção, medidas de controle, transporte, entre outros) e listam-se informações sobre a identificação do equipamento (nome, tipo e acessórios); dimensões e peso; áreas necessárias para manutenção e operação; operadores necessários; suprimentos de energia

elétrica (característica de alimentação necessária), água (volume e temperatura), gás, ar comprimido, vapor, lubrificantes, etc.; possibilidade de desmontagem; periculosidade, ruído, calor, etc. e; características operacionais (tipos de operação e velocidade; ocupação prevista para a máquina (VIEIRA, 1971, p.33).

### **3.4.3 Mão-de-obra**

Vieira (1971) e Oliverio (1985) afirmam a necessidade de serem levadas em consideração todas as informações referentes ao pessoal necessário para o desenvolvimento das atividades (habilidade, classificação de trabalho, sexo, faixa de salário, horas de trabalho, número de trabalhadores, etc.) e às condições de trabalho (temperaturas as quais o trabalhador é exposto, iluminação, poeira, sujeira, ruído, vibrações, etc.), satisfazendo sempre às normas e regulamentos de segurança.

### **3.4.4 Movimentação**

Segundo Vieira (1971, p. 34) o fator de maior importância a ser considerado na elaboração de um *layout* refere-se à movimentação. Aqui analisa-se o fluxo de materiais, máquinas e pessoal incluindo suas distâncias percorridas; os tipos de transporte utilizados; o manuseio (frequência, motivo, esforço físico necessário e tempo utilizado) e; espaços existentes para movimentação (vãos, espaço aéreo, no subsolo, ao longo das paredes ou dos tetos).

### **3.4.5 Armazenagem**

De acordo com Vieira (1971) considera-se o armazenamento tanto de materiais que não estão sendo processados quanto daqueles em processo, os quais representam as esperas intermediárias existentes antes de uma operação. Estuda-se o dimensionamento em função do material. Dessa maneira, deve-se prever:

- Locais de armazenamento, os quais dependem do fluxo e do material;
- Tipo, tamanho, quantidade;
- Tempo de armazenamento;
- Arranjo físico;
- Cuidados especiais (tais como segurança e proteção do material).

### 3.4.6 Serviços Auxiliares

Segundo Muther (1978), o conjunto de operações produtivas necessita de certos serviços auxiliares para lhes dar suporte, uma vez que na falta de uma infra-estrutura adequada, homens e máquinas não trabalhariam eficientemente.

Dessa forma, necessita-se pensar nos serviços auxiliares referentes ao pessoal, tais como vias de acesso, restaurantes, lavatórios, pronto-socorro, entre outros, assim como naqueles que dizem respeito a materiais e equipamentos, como por exemplo inspeções, controle de produção, controle de refugos, manutenções, limpeza, etc. (VIEIRA, 1971).

### 3.4.7 Edifício

Conforme Vieira (1971) e Oliverio (1985), estudam-se as características do edifício, ou seja, área, compartimentos, estruturas, etc., além dos aspectos da localização tais como: linhas ferroviárias e desvios, pontes, estradas de rodagem, plataformas, rampas, pisos, locais de embarques de trens e caminhões, áreas disponíveis para armazenagem, estacionamento, entre outros.

### 3.4.8 Possibilidade de expansão e/ou adaptação

Segundo Vieira (1971, p. 35), durante a análise desse fator algumas questões devem ser respondidas:

“Uma mudança no *layout* implica em uma parada no processo de produção? Quais seriam as consequências? Existe facilidade de transportar máquinas de um lugar para outro? Quanto tempo seria tomado para uma mudança? Quantos homens seriam necessários? Existem facilidades na aquisição de equipamentos específicos no planejamento do *layout*”.

## 3.5 Tipos de *Layout*

As decisões de *layout* incluem os tipos de processos utilizados, os quais são especificados pela questão referente ao volume-variedade de uma operação. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 184), o *layout* “é a manifestação física de um tipo de processo”.

O autor ainda cita os tipos de processos existentes. Na manufatura, apresentados por ordem de volume crescente e variedade decrescente, tem-se processos de projeto, processos de *jobbing*, processos em lotes ou bateladas, processos de produção em massa e processos contínuos. Já nas operações de serviços, seguindo a mesma ordem de volume-variedade, tem-se serviços profissionais, lojas de serviços e serviços de massa.

Dentre os tipos de *layout* industrial, Vieira (1971) destaca como sendo três os tipos básicos: por produto (ou em linha ou linear), por processo (ou funcional) e posicional (ou de posição fixa). Já Slack, Chambers e Johnston (2009) acrescentam aos três anteriores outro tipo: o *layout* celular. Contudo, existe um quinto modelo citado por Peinado e Graeml (2007) que seria o arranjo físico misto, o qual caracteriza-se pela utilização conjunta de dois ou mais arranjos físicos descritos anteriormente.

Na Figura 9 estão apresentados os tipos de *layout* com a nomenclatura própria utilizada por alguns autores. Por razões de uniformidade de linguagem, optou-se por adotar neste trabalho a seguinte terminologia: **posicional**, **funcional**, **linear** e **celular**. E, a relação entre os tipos de processos e os tipos de *layout* pode ser vista na Figura 10.

Figura 9 – Nomenclaturas utilizadas por autores para os tipos de *leiaute* industrial

TIPOS DE LAYOUT					
AUTOR	Vieira (1971)	Posicional ou fixo	por processo ou funcional	por produto ou <b>linear</b>	não faz referência
	Pemberton (1977)	posição fixa ou unidade de fabricação	em lote	linha ou produção em massa	não faz referência
	Oliverio (1985)	posicional	por processo	por produto	não faz referência
	Heizer; Render (2001)	posicional	orientado para o processo	repetitivo ou orientado para o produto	de células de trabalho
	Peinado; Graeml (2007)	posição fixa	por processo	por produto	celular
	Slack; Chambers; Johnston (2009)	<b>posicional</b>	<b>funcional</b>	por produto	<b>celular</b>

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Figura 10 – Relação entre os tipos de processo e os tipos básicos de *layout*

	<i>Processos</i>	<i>Layout Básico</i>
<i>Processos de Fabricação</i>	<b>Processos de projeto</b>	<i>Layout posicional</i>
	<b>Processos jobbing</b>	<i>Layout posicional</i>
		<i>Layout por processo</i>
	<b>Processos em lotes</b>	<i>Layout por processo</i>
		<i>Layout celular</i>
		<i>Layout por produto</i>
	<b>Processos de produção em massa</b>	<i>Layout celular</i>
		<i>Layout por produto ou em linha</i>
	<b>Processos contínuos</b>	<i>Layout por produto ou em linha</i>
<i>Processos de Serviços</i>	<b>Serviços profissionais</b>	<i>Layout posicional</i>
		<i>Layout por processo</i>
	<b>Serviço de lojas</b>	<i>Layout por processo</i>
		<i>Layout celular</i>
	<b>Fluxo de serviços</b>	<i>Layout celular</i>
		<i>Layout por produto ou em linha</i>

Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2009) p. 184

### 3.5.1 *Layout Posicional*

Neste tipo de *layout*, os materiais que sofrem o processamento permanecem estacionários enquanto os recursos transformadores (instalações, máquinas, equipamentos e pessoal) movimentam-se para executar as operações na medida do necessário (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

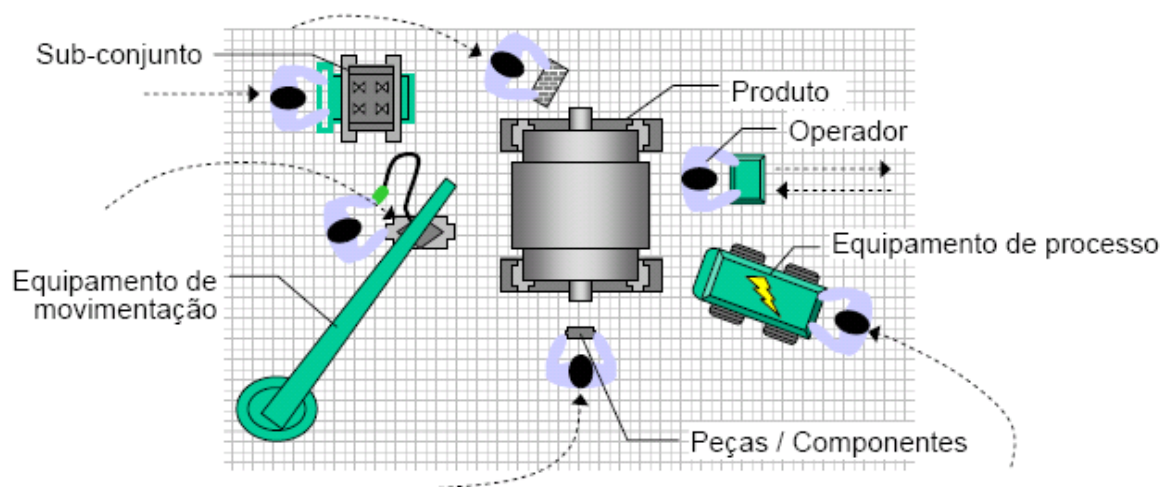
Oliverio (1985) cita algumas vantagens deste tipo de *layout*. O autor afirma que este modelo possibilita à fábrica elevar a habilidade de seus colaboradores, produzindo um conhecimento completo do trabalho. Além disso, o colaborador se identifica com o produto devido ao maior contato e maior responsabilidade com o produto final, aumentando assim o

seu orgulho profissional. Também contribui com a questão de flexibilidade do processo, permitindo maior facilidade e frequência nas mudanças de projeto do produto, volume de produção e tipo de produto. E a vantagem que talvez os empresários deem grande atenção é a questão referente a custos, onde para este *layout* o investimento seria mínimo.

Em vista de tantas vantagens, este modelo de *layout* também apresenta algumas desvantagens. Segundo Vieira (1971) o mesmo oferece uma produção relativamente baixa e um maior cruzamento durante a movimentação de máquinas e operários.

Ainda segundo o autor, o *layout* posicional deve ser escolhido quando a quantidade a produzir for pequena e não repetitiva, quando houver a necessidade de se fixar responsabilidades e quando o custo envolvido na movimentação do produto for alto, geralmente por questões de porte do produto e natureza do trabalho, dificultando a movimentação do mesmo. A Figura 11 ilustra um *layout* posicional.

Figura 11– *Layout* Posicional



Fonte: MIYAKE (2005, p.8)

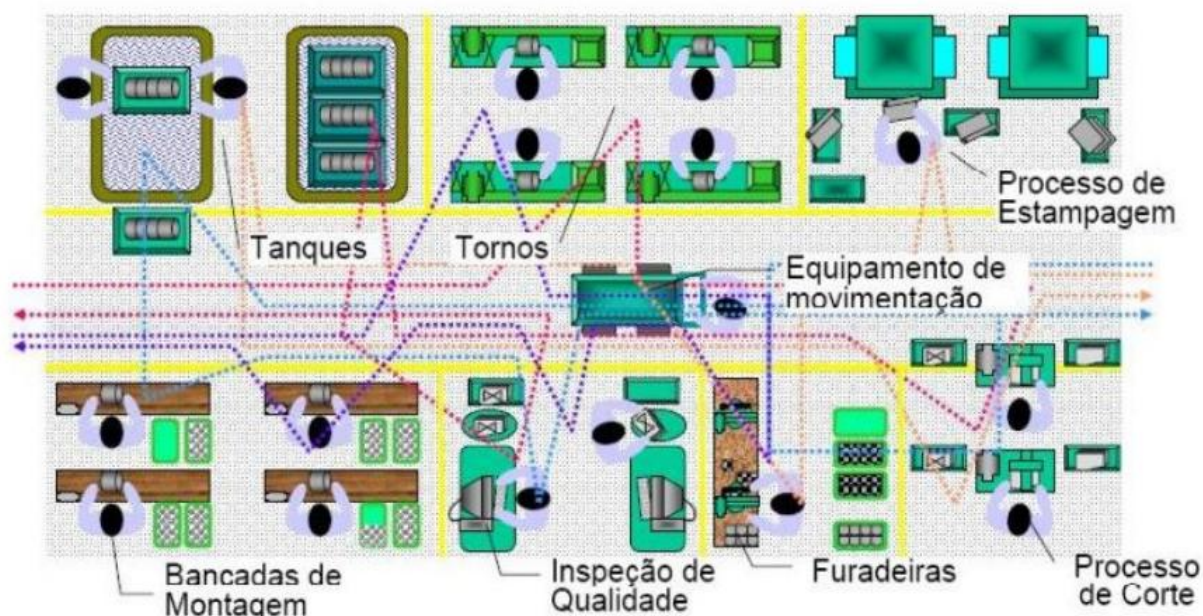
### 3.5.2 *Layout* Funcional

Segundo Heizer e Render (2001, p. 235) “essa abordagem é mais eficiente quando se produzem itens com diferentes requisitos ou quando lida com consumidores, clientes ou pacientes com diferentes necessidades.”

Vieira (1971) diz que este é o *layout* aplicado em fábricas de montagem, onde o material se movimenta enquanto as máquinas e equipamentos permanecem fixos, conforme a Figura 12. Este tipo de *layout* compreende em dispor os recursos produtivos transformadores

de acordo com a melhor conveniência do material a ser transformado. Recursos ou processos semelhantes são situados próximos uns dos outros, agrupando máquinas de acordo com sua função. Quando os recursos transformados (produtos ou clientes) fluírem pela operação, eles percorrerão um roteiro de atividades de acordo com suas necessidades (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Figura 12 – *Layout* Funcional



Fonte: MIYAKE (2005, p. 9)

As vantagens deste tipo de *layout* são: a flexibilidade de produção, possibilidade de um maior controle de processos complexos, facilidade de contornar quebras de equipamentos, supervisão mais eficiente e mais técnica do processo. Além disso, carece de pequeno investimento, uma vez que há menor necessidade de duplicação de equipamentos (OLIVERIO, 1985).

Vieira (1971) identifica alguns pontos negativos do *layout* funcional. Para o autor estes pontos são o grande manuseio de materiais e a maior quantidade de material em processamento, uma vez que estes acabam atrasando a movimentação dos pedidos através dos sistemas.

Heizer e Render (2001, p. 235) apontam como uma característica do *layout* funcional “a estratégia de baixo volume e de alta variedade.” Logo, este *layout* deve ser escolhido quando houver diversidade de produtos, demanda variável e intermitente e quando diversas



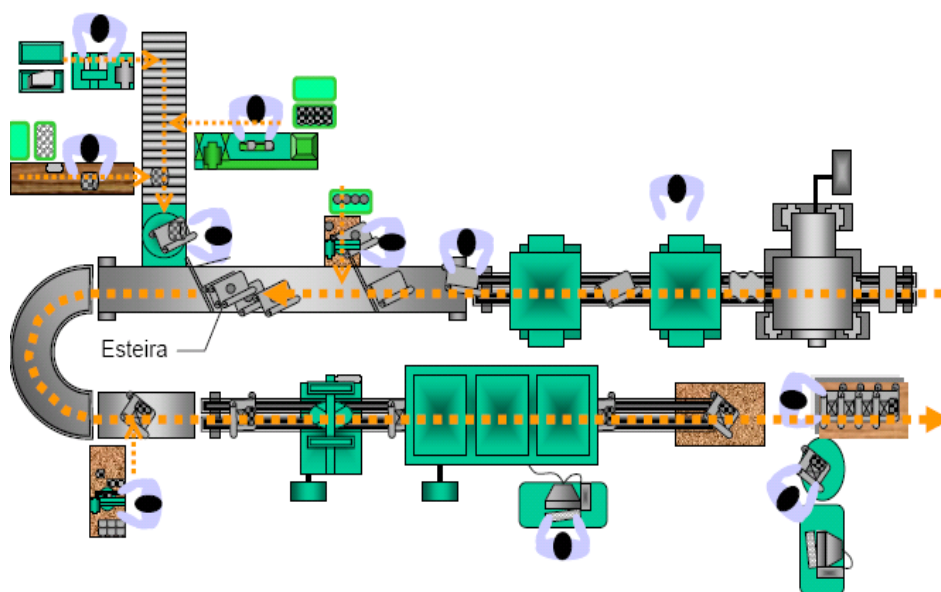
operações requererem tempos diferentes.

### 3.5.3 Layout Linear

Para Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 189), este tipo de *layout* “envolve localizar os recursos produtivos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado.” Assim, a sequência de processos é arranjada conforme a sequência de atividades requerida pelo produto, de modo que o produto siga um fluxo ao longo da linha de processos.

Para Heizer e Render (2001, p. 245) *layouts* lineares “são organizados em torno de produtos ou famílias semelhantes de grande volume e baixa variedade.” Conforme ilustra a Figura 13. Configura na repetitividade e continuidade da produção. Em vista disso, este *layout* é indicado quando se tem um ou poucos produtos padronizados e grande volume de produção durante considerável período de tempo (OLIVERIO, 1985).

Figura 13 – *Layout* Linear



Fonte: MIYAKE (2005, p. 11)

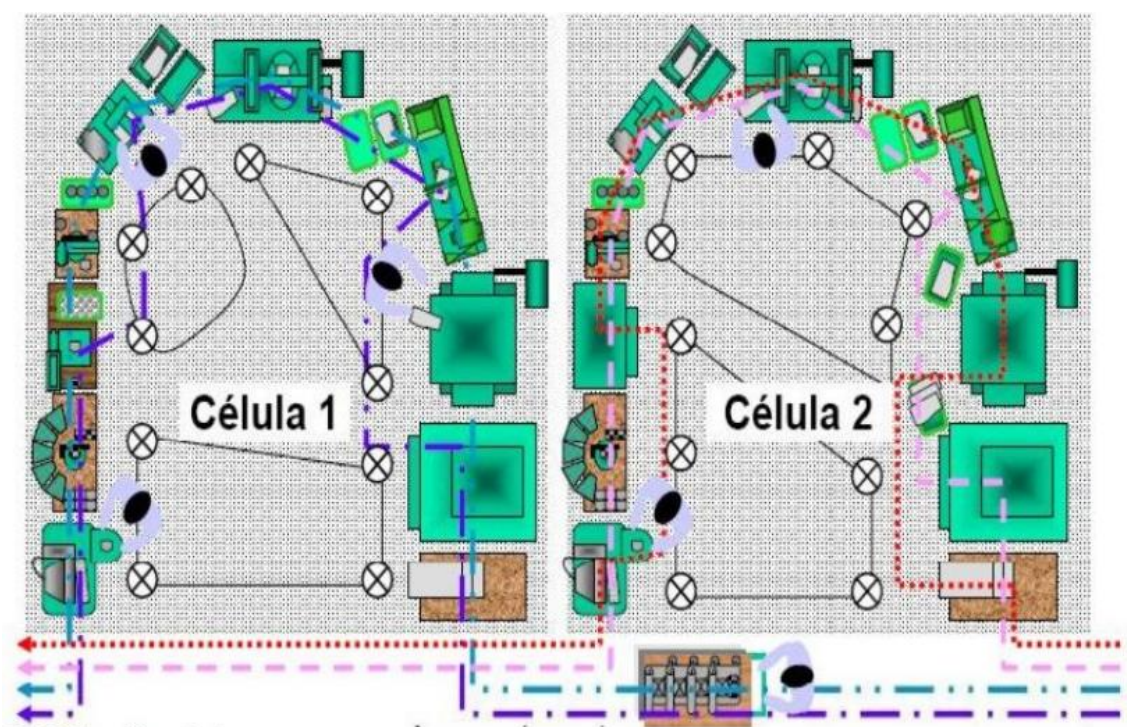
Segundo Oliverio (1985) e Heizer e Render (2001), neste tipo de *layout* o fluxo de recursos transformados é bem nítido e previsível, facilitando o controle do processo. Outras vantagens são: menor custo de manuseio e transporte, menor tempo total de produção, menor inventário de material em processamento e menor área por unidade de produção. Porém, a menor flexibilidade na demanda e o rompimento da continuidade na produção por quebra de

máquina são citados por Vieira (1971) como as desvantagens deste modelo.

### 3.5.4 Layout Celular

De acordo com Heizer e Render (2001) e Slack, Chambers e Johnston (2009), uma célula de trabalho envolve rearranjar máquinas com funções distintas que normalmente encontram-se espalhadas por diversos centros de trabalho (ou células) e aloca-las temporariamente em um mesmo centro com o objetivo de focalizar a fabricação de um único produto ou de um grupo de produtos com formas e necessidades de processamento semelhantes. Uma representação gráfica de células de trabalho é apresentada por meio da Figura 14.

Figura 14 – Layout Celular



Fonte: MIYAKE (2005, p. 10)

Dessa forma, pode-se entender por célula uma parte específica da operação onde estão presentes todos os recursos indispensáveis para atender as necessidades de processamento e, a mesma é organizada em torno do produto. “O layout celular é utilizado quando o volume justifica um arranjo especial de máquinas e equipamentos” (HEIZER; RENDER, 2001, p. 238).

As células de trabalho podem ser organizadas em forma de U. Quando dispostas dessa

forma as tarefas podem ser agrupadas e as inspeções são realizadas de forma imediata, além de necessitar de menos colaboradores, o balanceamento da área de trabalho pode ser mais eficiente e a comunicação pode ser melhorada (HEIZER; RENDER, 2001).

Este *layout* possui um estoque reduzido de produto em processo, liberando espaço no chão-de-fábrica e permitindo a movimentação mais rápida de materiais na célula de trabalho, o que gera redução no estoque de matéria-prima e de produtos acabados; custo reduzido de mão-de-obra-direta mediante a melhor comunicação entre os colaboradores, ao melhor fluxo de material e a melhor programação; sentimento de participação intensificado do colaborador na organização e no produto uma vez que este aceita maior responsabilidade sobre o produto que está diretamente associada a eles e à sua célula de trabalho; maior utilização de equipamentos e máquinas pela melhor programação e pelo fluxo de materiais mais rápido e; investimento reduzido em máquinas e equipamentos pela melhor utilização das instalações diminui a quantidade de máquinas e equipamentos. Entre as desvantagens deste *layout* está o alto nível de treinamento e flexibilidade necessário por parte dos colaboradores (HEIZER; RENDER, 2001).

## 4 SISTEMA SLP

O Planejamento Sistemático de *Layout* (SLP - *Systematic Layout Planning*) trata-se de uma metodologia utilizada a fim de guiar os estudos de *layout*. Segundo Muther (1978), o sistema SLP trata-se de uma sistematização de projetos de *layout*. Tal sistematização consiste de uma estruturação de fases seguindo um modelo de procedimentos e de diversas convenções para identificação, visualização e classificação das diversas atividades, inter-relações e alternativas envolvidas em todo o projeto de *layout*.

Para se iniciar um planejamento de instalações é importante a realização de um estudo, coletando fatos, estimativas e informações, sobre cinco elementos: produto (P), quantidade (Q), roteiro (R), serviços de suporte (S) e tempo (T) (MUTHER, 1978).

Para Muther (1978), o produto e a quantidade a ser produzida são os dados iniciais básicos para o desenvolvimento da metodologia SLP. Esses elementos são responsáveis, de forma direta ou indireta, por todas as características, fatores e condições do planejamento, uma vez que este deve atender à produção de determinados produtos em determinadas quantidades. “Por produto (ou material ou serviço) devemos entender aquilo que é produzido pela empresa ou área em questão, a matéria-prima, ou peças compradas, peças montadas ou tratadas, mercadorias acabadas e/ou serviços prestados ou processados”. E, “por quantidade (ou volume) entendemos o montante do material produzido, fornecido ou utilizado” (MUTHER, 1978, p.1).

Posteriormente, deve-se adquirir informações sobre o roteiro (ou processo) sobre o qual o produto ou material será produzido. Isso porque a alocação dos recursos transformadores e o fluxo de materiais depende da sequência das operações. “Por roteiro entendemos o processo, suas operações, equipamentos e sequência” (MUTHER, 1978, p.1).

Uma vez que o conjunto das operações produtivas é sustentado por meio serviços auxiliares, também chamados de serviços de suporte, faz-se necessário dedicar certa atenção a este elemento, o qual, muitas vezes, ocupa uma área de terreno maior que a dos setores produtivos. Alguns dos serviços de suporte são: manutenção, ferramentaria, sanitários, atendimento de primeiros socorros, escritórios, entre outros. “Por serviços de suporte entendemos recursos, atividades ou funções auxiliares que devem suprir a área em questão e que lhe darão condições de funcionamento efetivo” (MUTHER, 1978, p.2).

Outro elemento importante para o planejamento de instalações é a medida do tempo. Os tempos de operação determinam a quantidade de máquinas necessária, direcionando o dimensionamento de espaço, mão-de-obra, além do balanceamento das operações. “Por tempo

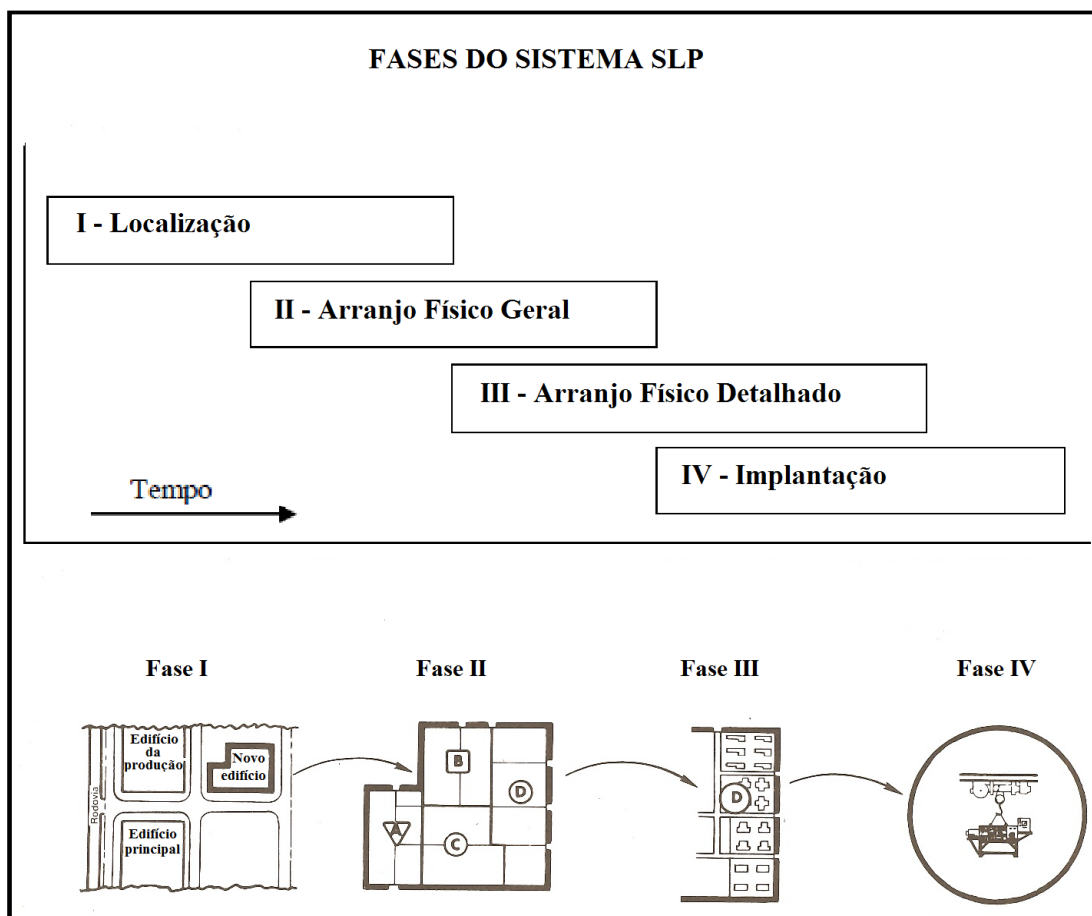
entendemos quando, por quanto tempo, com que frequência e com que prazo” (MUTHER, 1978, p.2).

De acordo com Muther (1978), ao seguir a sequência **P, Q, R, S e T** tem-se um ponto de partida seguro para um bom planejamento de *layout*.

#### 4.1 Fases do Sistema SLP

A estruturação das fases do sistema SLP representa o nível de detalhamento das informações para o planejamento de uma instalação. As quatro fases deste sistema são: **Localização (Fase I)**, **Arranjo Físico Geral (Fase II)**, **Arranjo Físico Detalhado (Fase III)** e **Implantação (Fase IV)**. A Figura 15 apresenta a relação das fases com o tempo assim como seus respectivos detalhamentos. Muther (1978) considera que todas estas fases se inter-relacionam e, apesar de se sucederem, devem se superpor umas às outras. Em seguida, é apresentada a explicação dessas fases conforme o autor.

Figura 15 – Fases do sistema SLP com relação ao tempo e seus respectivos detalhamentos



A Fase I (Localização) compreende a determinação da localização da área da instalação planejada. Nem sempre esta fase representa problemas de localização, tendo em vista que, por vezes pretende-se determinar a área de instalação de um novo *layout* ou rearranjo físico, avaliando os possíveis locais já existentes na fábrica.

Na Fase II (Arranjo Físico Geral) é representada a disposição geral entre as diversas áreas da fábrica. Nesta fase, são estabelecidos os fluxos e as inter-relações entre as áreas, gerando o chamado arranjo de blocos, também denominado de *block-layout*, relativa de áreas, *layout* grosseiro, entre outros.

A Fase III (Arranjo Físico Detalhado) envolve a disposição de cada máquina e equipamento, assim como cada uma das características físicas da área, incluindo todos os suprimentos e serviços.

E, por fim, a Fase IV (Implantação) é onde se planeja cada etapa da implantação, trata da apropriação de capital e se executa o que foi planejado, ou seja, faz-se a movimentação das máquinas, equipamentos e recursos.

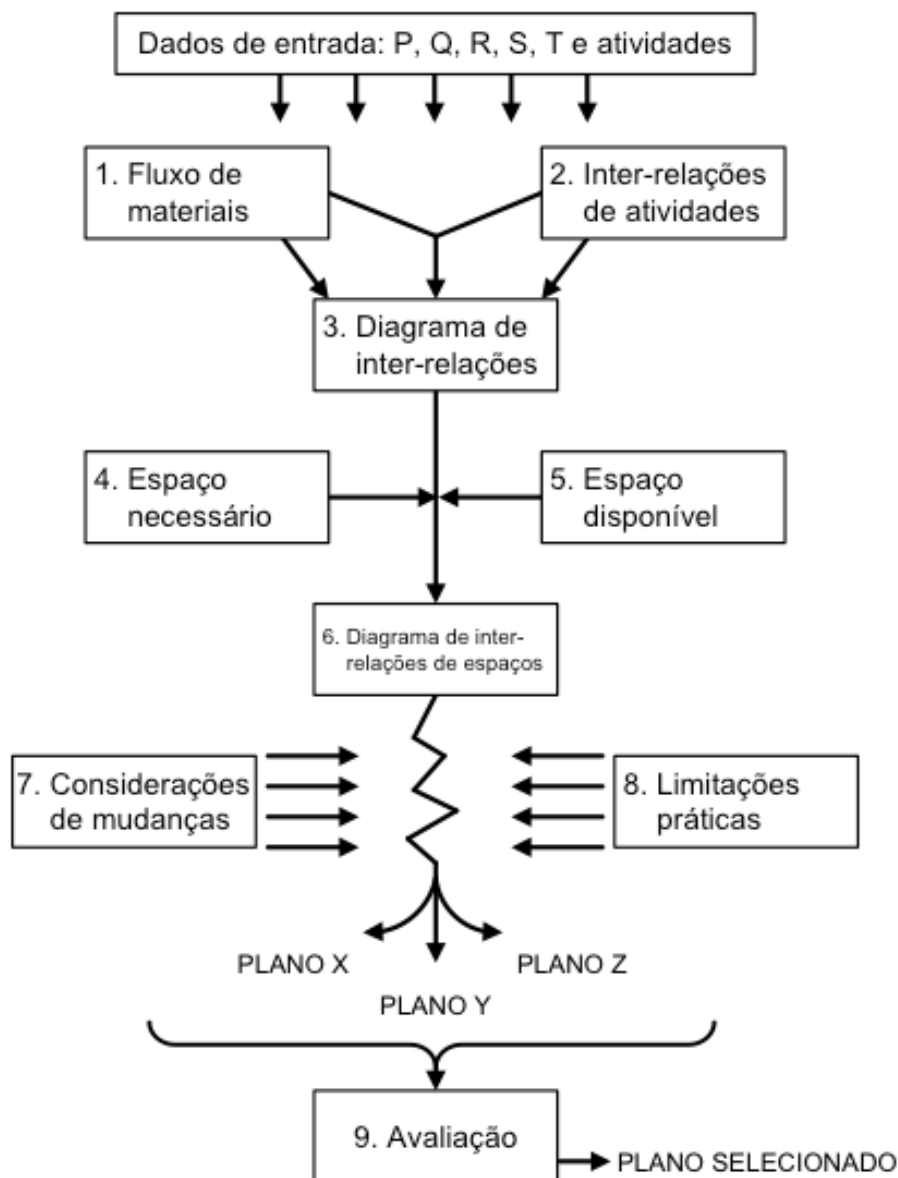
## 4.2 Sistema de Procedimentos SLP e suas Convenções

Para Muther (1978) todo planejamento de *layout* baseia-se em três conceitos fundamentais:

1. Inter-relações – grau relativo de dependência ou proximidade entre as atividades.
2. Espaço – quantidade, tipo e forma ou configuração dos itens a serem posicionados.
3. Ajuste – arranjo das áreas e equipamentos da melhor maneira possível (MUTHER, 1978, p. 7)

Com base nesses três conceitos, constrói-se o modelo de procedimentos do sistema SLP. Tal modelo constitui-se de nove passos: **dados de entrada, (1) fluxo de materiais, (2) inter-relações de atividades, (3) diagrama de inter-relações, (4) espaço necessário, (5) espaço disponível, (6) diagrama de inter-relações de espaços, (7) considerações de mudanças, (8) limitações práticas e (9) avaliação**, conforme a Figura 16, onde cada elemento desse sistema será explicado detalhadamente nas subseções seguintes (MUTHER, 1978).

Figura 16 – Sistema de procedimentos SLP



Fonte: Muther (1978, p.7)

A análise das informações sobre os elementos P, Q, R, S e T, assim como a identificação das várias atividades ou áreas incluídas no *layout* constituem os dados preliminares básicos para o desenvolvimento de um projeto de *layout* (MUTHER, 1978).

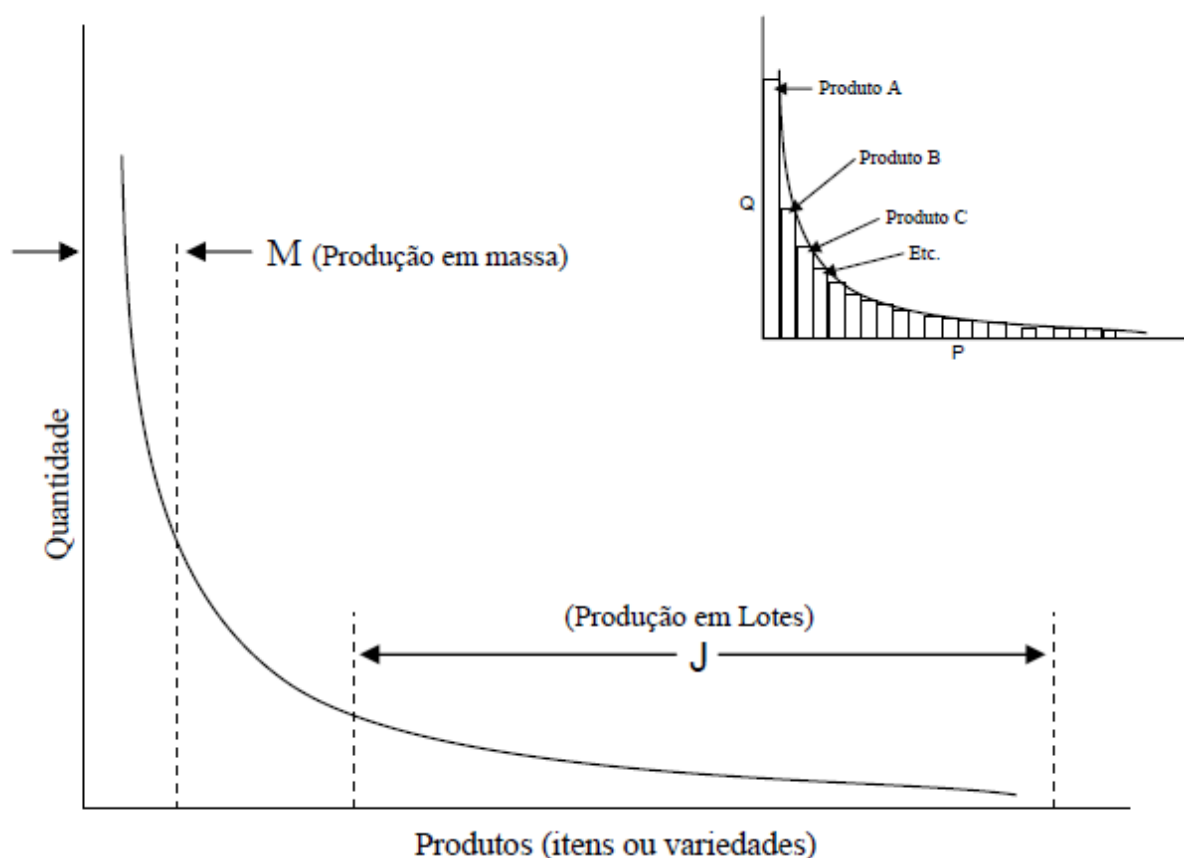
#### 4.2.1 Fluxo de Materiais

A primeira etapa do modelo de procedimentos consiste na análise do fluxo de materiais, que se trata da definição “da melhor sequência de movimentação dos materiais através das etapas exigidas pelo processo e na determinação da intensidade ou magnitude

desses movimentos” (COSTA, 2004, p. 43).

Existem diversos métodos para a análise de fluxo de materiais. Assim, informações sobre o volume e a variedade dos produtos servem como auxílio na escolha do método a ser utilizado por meio da ferramenta diagrama P-Q, conforme ilustra a Figura 17 (MUTHER, 1978).

Figura 17 – Diagrama P-Q



Fonte: Muther (1978, p.12)

A Figura 17 apresenta um diagrama P-Q que auxilia na análise de volume-variedade. A curva permite mostrar os produtos de “rápida movimentação” e os de “lenta movimentação”. Os itens da área M normalmente necessitam de técnicas de produção em massa já os itens da área J demandam um *layout* por processo. Os itens da área intermediária normalmente se prestam a *layouts* resultantes da combinação dos dois anteriores. O histograma da parte superior apresenta a forma de construção da curva, com cada item prolatado em ordem decrescente de quantidade (MUTHER, 1978).

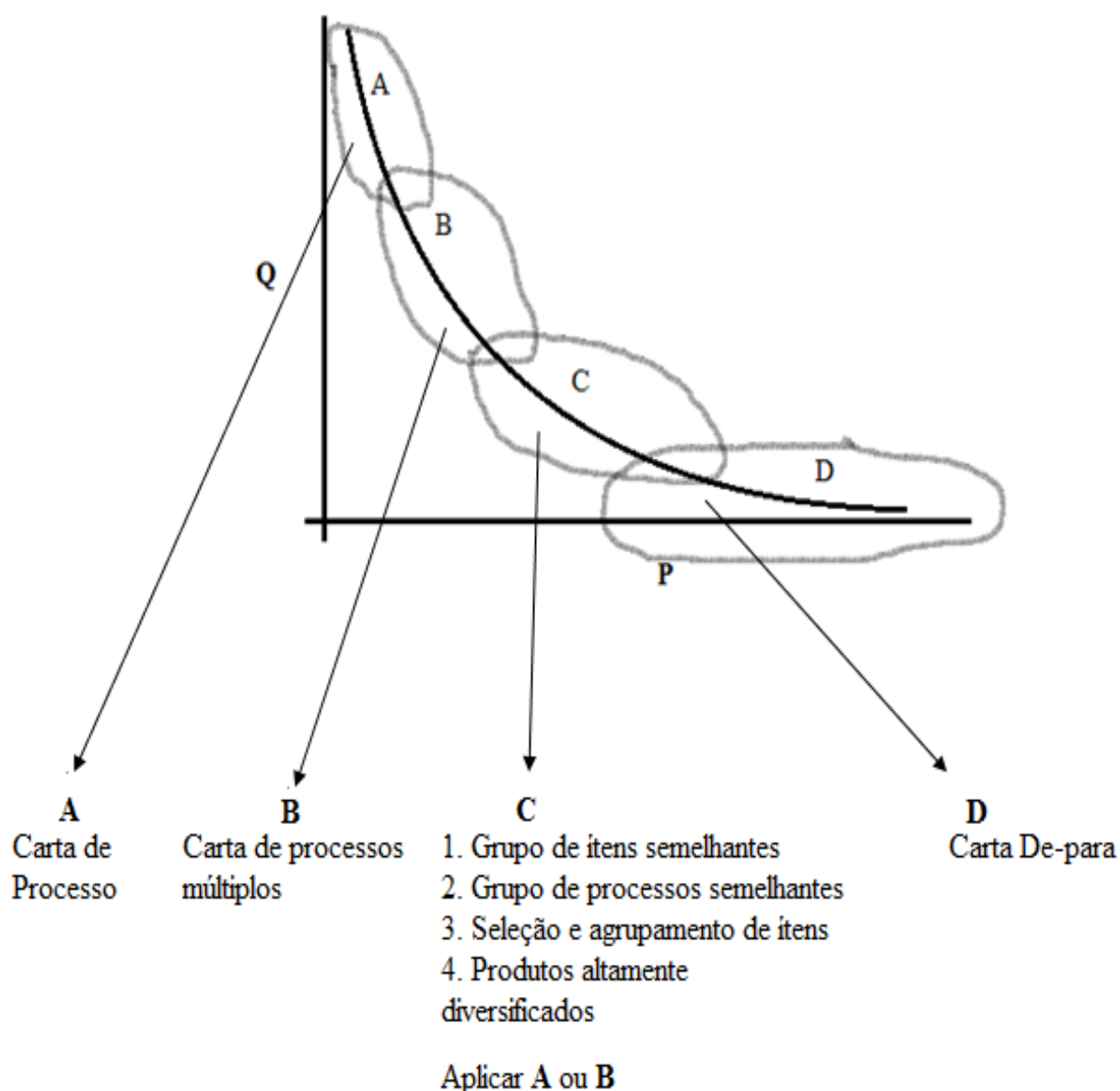
Quando a relação entre produto e quantidade não é direta, ou seja, quando mais de um



produto representa uma certa porcentagem da produção, como ocorre em muitos casos, utiliza-se o gráfico ABC, o qual realiza uma análise da composição dos produtos e considera a importância dos materiais, baseada nas quantidades utilizadas e no seu valor (MUTHER, 1978).

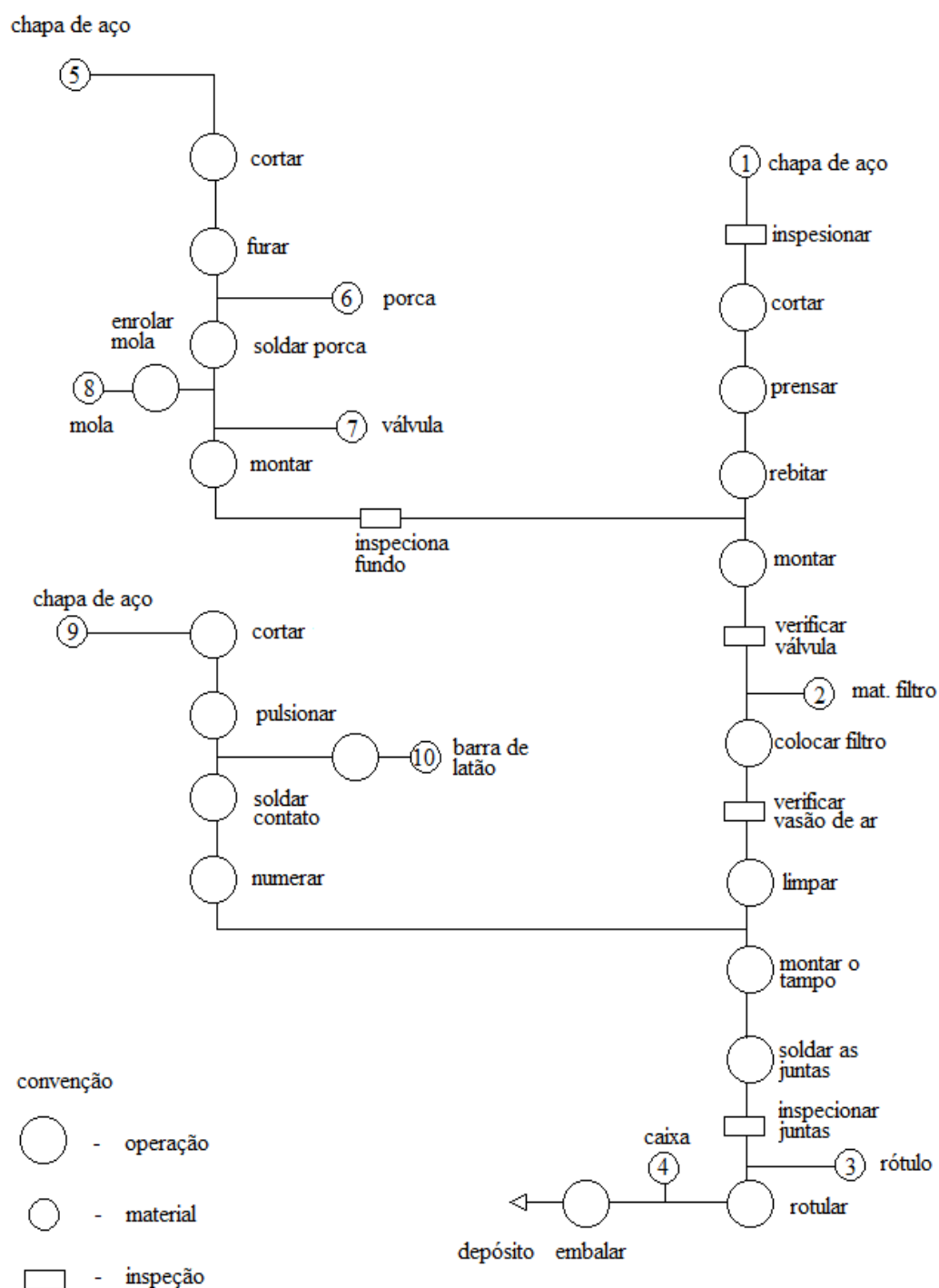
A Figura 18 apresenta o diagrama P-Q auxiliando a escolha do método de análise de fluxo, onde uma fábrica que possua poucos produtos com grande volume (A) deve analisar seus fluxos por meio da Carta de processos. À medida que a variedade de itens aumenta, deve-se fazer uso de outras formas para a análise de fluxo como carta de processos múltiplos, agrupamento e seleção de itens, carta de-para, entre outros (MUTHER, 1978).

Figura 18 – Diagrama P-Q envolvido na escolha do método de análise de fluxo



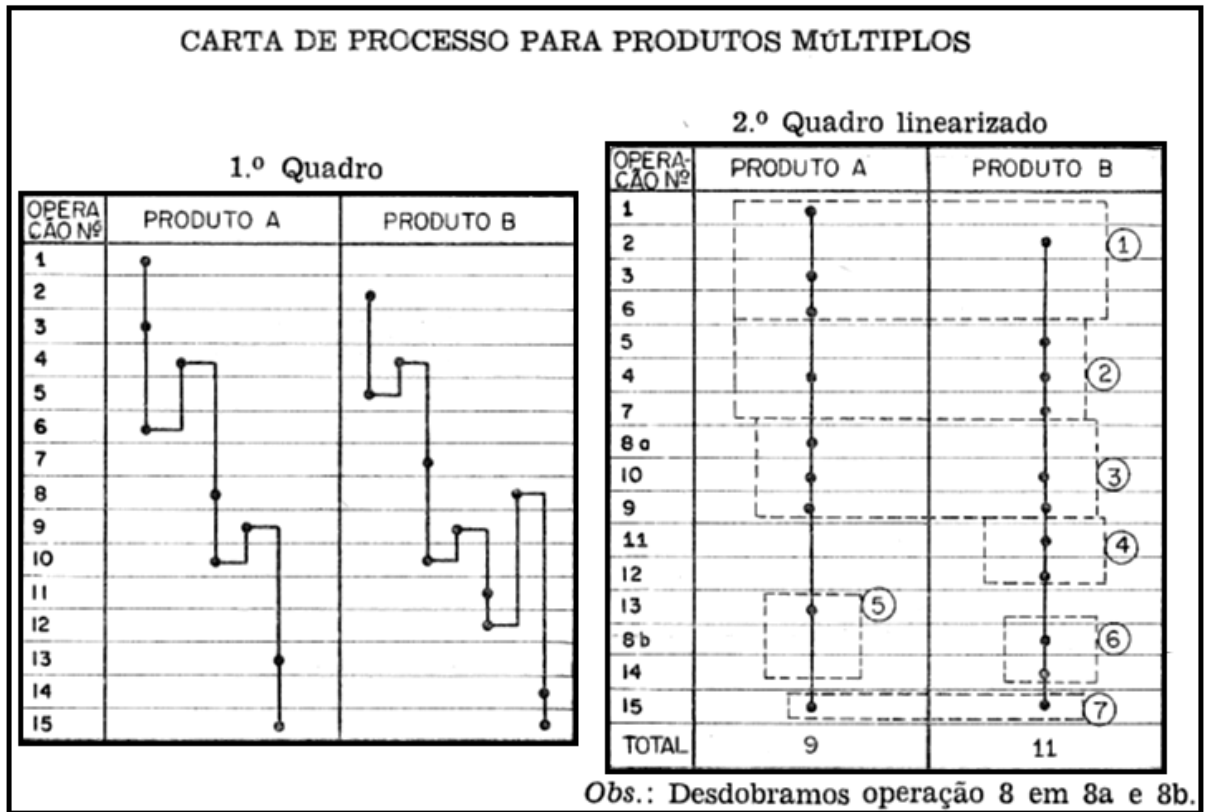
A **Carta de processos**, assim como a **Carta de processos múltiplos** trata-se de um diagrama esquemático das operações realizadas na produção. Enquanto a **Carta de-para** “é a representação tabular de dados quantitativos sobre o movimento de material, operadores ou equipamentos” (VIEIRA 1971, p. 48). A Figura 19, Figura 20 e Figura 21 apresentam uma ilustração dessas cartas.

Figura 19 – Exemplo de carta de processo: Fabricação de uma caixa de filtro



Fonte: Adaptado de Vieira (1971, p. 38)

Figura 20 – Carta de Processo para produtos Múltiplos

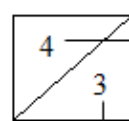


Fonte: Adaptado de Vieira (1971, p. 47)

Figura 21 – Carta de-para

De para	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10								III	I	5/3
9									1/1	
8					I	I	I	6/4		
7			I		II		4/3			
6			I		II	4/3				
5			I	I	8/6					
4	I			2/2						
3	II	I	6/5							
2		1/1								
1	3/2									

convenção para as quadriculas da diagonal



nº de movimentos  
'de' e 'para' uma  
dada seção

nº de seções com as  
quais tem ligações

Fonte: Adaptado de Vieira (1971, p. 50)

Para Vieira (1978), o fluxo deve ser o mais linear possível, reduzindo o número de retornos ao seu mínimo, sempre que possível deve-se realizar o processamento durante a movimentação, deve haver minimização da quantidade de estoques, da distância percorrida pelos colaboradores e do manuseio de materiais durante o fluxo.

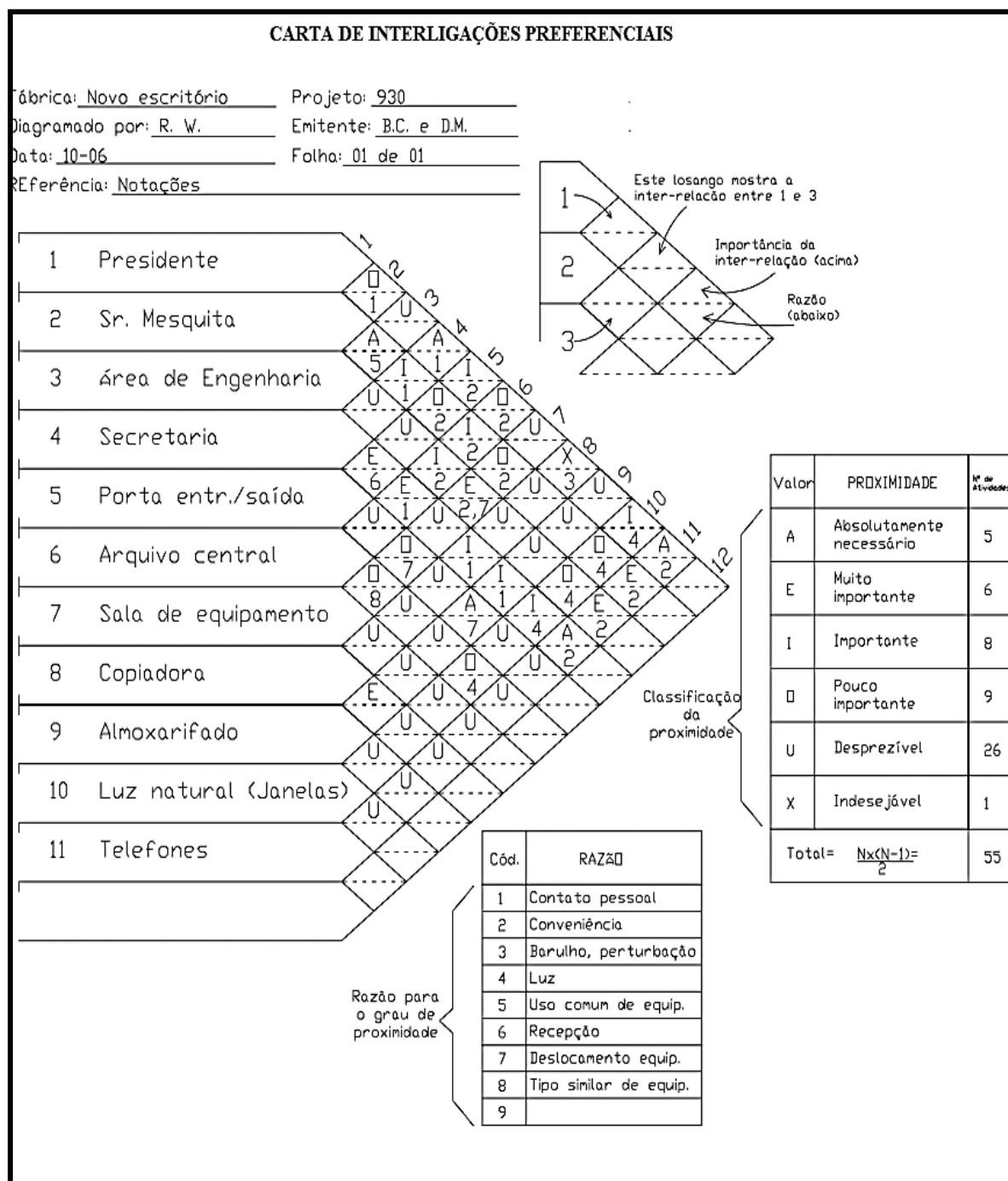
Segundo Muther (1978), para a realização da análise de fluxo de materiais é interessante fazer uso da medição dos movimentos dentro da área de operações utilizando a verificação de ordens de transporte, expedição e liberação em cada uma das áreas de trabalho. Além de se verificar o fluxo se verifica suas intensidades. Geralmente, a análise de intensidade dos fluxos entre os pares de atividades envolve a comparação de diversos dados numéricos, o que torna o projeto muito dispendioso. Para resolver essa questão por meio de uma simplificação, o sistema SLP define o grau de importância da proximidade relativa entre as diferentes áreas classificando as intensidades em grupos: (A) absolutamente necessário, (E) especialmente importante, (I) importante, (O) pouco importante, (U) desprezível e (X) indesejável.

#### **4.2.2 Inter-relações de Atividades**

De acordo com Costa (2004), serviços de apoio devem ser integrados com cada área do departamento produtivo, formando uma classificação de proximidade. Dessa forma, pode-se observar quais atividades devem permanecer próximas e quais as que ficarão afastadas do fluxo de materiais. Uma maneira sistemática para relacionar as atividades de serviço e para integrar os serviços de apoio aos departamentos de produção é a elaboração da **carta de interligações preferenciais**, apresentada na Figura 22.

A carta de interligações é utilizada quando “não se possuem dados numéricos, mas sim preferências de localização” (OLIVERIO, 1985, p. 233). Tal carta trata-se de uma matriz triangular onde representa-se o grau de proximidade e o tipo de inter-relação entre uma certa atividade e cada uma das outras (MUTHER, 1978).

Figura 22 – Exemplo de Carta de interligações preferenciais



Fonte: Adaptado de Costa (2004, p. 45)

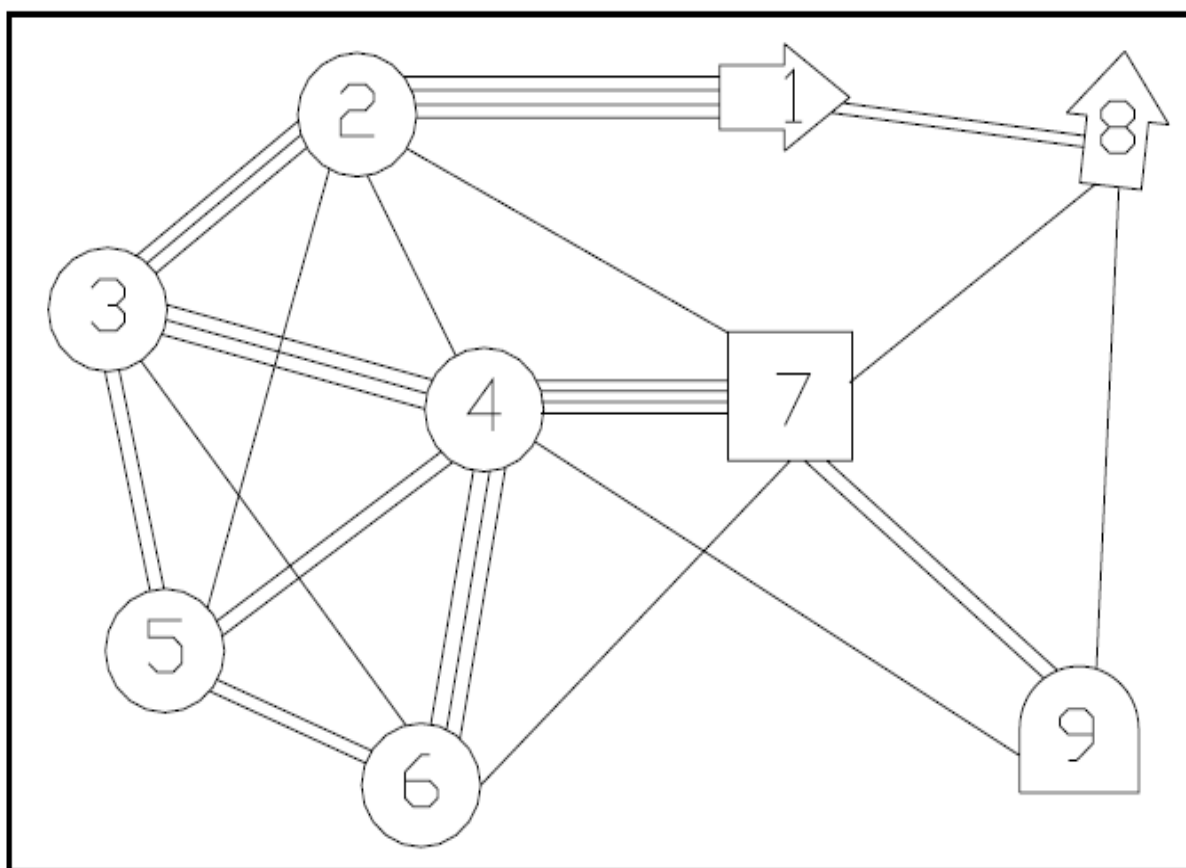
#### 4.2.3 Diagrama de inter-relações

Ao elaborar o diagrama de inter-relações é indispensável analisar dois aspectos distintos: a intensidade do fluxo, geralmente quantificada pelo volume de materiais processados e a necessidade de proximidade que é definida qualitativamente pela carta de

interligações preferenciais (SANTOS;GOHR; URIO, 2014). Segundo Muther (1978), deve-se transformar as informações desses dois aspectos em um esboço de localização.

Técnicas diversas podem ser utilizadas para a construção desse diagrama. Normalmente, inicia-se pelas inter-relações mais importantes seguindo-se as de menor importância. Quando o fluxo envolvido é insignificante comparado às outras interligações ou quando a direção do movimento do material não é interessado, a construção do diagrama pode ser feita apenas pela classificação de proximidade da carta de interligações preferenciais. Para esta finalidade existe um procedimento que compreende uma série de convenções (MUTHER,1978). A utilização de tais convenções pode ser observada no diagrama da Figura 23.

Figura 23 – Diagrama de Inter-relações



Fonte: Muther (1978, p. 46)

Na Figura 23 cada símbolo representa o tipo de atividade e o número inscrito dentro do símbolo serve como forma de identificação destas. As linhas ligam as atividades mostrando suas inter-relações e o número dessas linhas indicam o grau de proximidade desejado ou necessário entre elas.

#### 4.2.4 Determinação dos Espaços

Nesta etapa são analisados o espaço necessário e espaço disponível, os quais são obtidos através da análise de máquinas e equipamentos utilizados na produção e dos serviços envolvidos. Este é o momento em que deve-se analisar quais áreas devem permanecer do mesmo tamanho e quais devem ser ajustadas. Para a determinação de requerimentos de espaços existem cinco principais métodos: método numérico, método da conversão, padrões de espaço, arranjos esboçados, projeção de tendências (TOMPKINS *et al.*, 1996 apud COSTA, 2004).

O procedimento para a determinação dos espaços necessários para um projeto de *layout* segundo Muther (1978, p. 67) é:

1. Identificar as atividades (áreas ou características) utilizando a mesma simbologia e numeração empregadas na análise de fluxo de inter-relações.
2. Identificar as máquinas e os equipamentos (de operação e de suporte).
3. Determinar para as atividades de operação:
  - a. Os requerimentos de espaço, baseados em P, Q e R, e nos tempo de operação.
  - b. A natureza e a condição de cada área.
4. Determinar para as atividades de suporte:
  - a. Os requerimentos de espaço, baseados em P, Q e R, e nos tempos de trabalho.
  - b. A natureza e condição de cada área.
5. Reunir a soma e a condição do espaço requerido e comparar com o espaço disponível.
6. Ajustar, balancear e aprimorar.

Segundo Vieira (1971), a área que determinado objeto ocupa é composta pela soma de três superfícies: **superfície estática (Se)**, **superfície de utilização (Su)** e **superfície de circulação (Sc)**. Onde, a superfície estática é dada pela superfície que o equipamento projeta no chão. Já a superfície de utilização trata-se da área necessária em volta do posto de trabalho tanto para utilização do operário como para depósito de material essencial à execução das operações. Esta superfície é calculada matematicamente multiplicando-se o número de lados utilizados pelo operador ou para depósito de material (N) pela superfície estática (Se).

$$Su = N \cdot Se \quad (1)$$

E, a superfície de circulação “é a área necessária para a circulação de materiais entre postos de trabalho”. O cálculo deste tipo de superfície é dado pela soma da superfície de utilização (Su) com o coeficiente de circulação (K), o qual depende do tipo de equipamento e

pode variar entre 0,05 e 3, embora o valor mais usual seja 1,5 (VIEIRA, 1971, p. 37).

$$Sc = K (Se + Su) \quad (2)$$

Dessa forma, somando-se as três superfícies definidas anteriormente obtém-se a superfície total.

$$St = Se + Su + Sc \quad (3)$$

#### 4.2.5 Diagrama de Inter-relações entre Espaços

Nesta etapa, já se tem determinado as inter-relações entre as atividades, o fluxo e os requerimentos de espaço para cada atividade já ajustados de acordo com a disponibilidade do espaço. Nesse momento se inclui o espaço no diagrama elaborado anteriormente (MUTHER, 1978). Segundo Costa (2004, p. 47), “este diagrama tem por finalidade demonstrar os espaços perdidos e ociosos dentro das áreas”.

O arranjo geográfico do diagrama de inter-relações será mantido e cada área será identificada de forma análoga à utilizada anteriormente (nas cartas e diagramas), porém cada atividade será representada por um símbolo com a forma específica da área da atividade dentro de uma escala conveniente (MUTHER, 1978).

Para Muther (1978), há duas maneiras de fazer a reunião e adaptação dos espaços: por meio de **esboços** de várias combinações das alternativas dos ajustes e configurações das atividades envolvidas ou através da **movimentação de blocos de área unitária** de cada área envolvida, montando com ele várias configurações de *layout*.

#### 4.2.6 Ajuste do Diagrama

É nesse momento que as considerações de mudanças e as limitações práticas são levadas em conta e o *layout* desenvolvido é ajustado. Dessa forma, as várias considerações de mudanças estimulam os ajustes do diagrama, os quais são restringidos pelas limitações práticas.



A cada alternativa que surja haverá uma série de limitações práticas que devemos pensar. À medida que comparamos os prós e os contras de cada uma delas, abandonamos as possibilidades que se mostram fracas e continuamos somente com as alternativas aparentemente de valor prático.

Essas alternativas serão então incorporadas aos vários ajustes do diagrama de inter-relações entre espaços – já que cada ideia auxiliará no desenvolvimento de um arranjo mais satisfatório (MUTHER, 1978, p. 90).

Existem diversas considerações, porém, normalmente, estas são referentes à: métodos de manuseio, recursos de armazenagem, condições de terreno e arredores, necessidades de pessoal, características das construções, serviços de suporte e serviços auxiliares, procedimentos e controle e formas particulares de atividades (MUTHER, 1978).

Por conta da grande quantidade de considerações de mudança e das variações de importância relativa de cada uma, existem diversos métodos para a realização de sua análise. Contudo, quando não for conveniente ou justificável uma análise detalhada de tais considerações, dois métodos são aplicáveis: **procedimento universal de resolução de problemas e método da amostragem**. (MUTHER, 1978).

De acordo com Muther (1978), o primeiro trata-se de um método, simples e básico, porém suficientemente detalhado, o qual resolve qualquer problema incluindo os mais complexos. Um exemplo ilustrativo desta técnica pode ser visualizado na Figura 24. A finalidade deste método está em definir o custo e o tempo de operação para o cálculo das necessidades atuais (COSTA, 2004).

Já o segundo, método da amostragem, é restrito aos casos de instalações já existentes. Segundo Muther (1978, p. 80), este é “essencialmente um método de observação do trabalho, realizado em períodos aleatórios de tempo. Pode ser também usada para levantar direção e destino do movimento e do grau de contatos pessoais entre áreas de escritório.” A intenção deste método é reunir informações que possam ser projetadas de acordo com as condições que irão prevalecer no novo *layout* que se pretende implantar.

Por meio da integração das considerações de mudanças ao diagrama de inter-relações entre espaços incluindo a eliminação das alternativas ineficazes, torna-se possível iniciar a seleção das alternativas para o *layout* final.

Figura 24 – Exemplo de um procedimento universal de resolução de problemas

PROCEDIMENTO UNIVERSAL DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	
Problema <u>Resolver no problema de layout o problema de</u>	- Fábrica <u>Metalúrgica SIW</u>
<u>excesso de cheiro e sujeira</u>	- Data <u>1-12</u>
Área/Depto. <u>Fornos</u>	- Analista <u>G. Gil</u>
1 – DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	
<u>Eliminar a sujeira e odor excessivos causados pelo forno, como parte da revisão do layout.</u>	
2 – ESTABELECIMENTO DOS FATOS	
<u>a) A direção do vento, segundo o Depto. De Meteorologia, é N-S</u>	
<u>b) Reclamações recebidas dos moradores do Edifício Alvorada – 3 por ano</u>	
<u>c) Custo de sistema de filtros – Cr\$ 75 000,00</u>	
<u>d) Custo de mudança do forno – Cr\$ 250 000,00 – fora de questão</u>	
<u>e) Forno com 20 anos de uso e depreciação</u>	
<u>f) Manutenção do forno no ano passado em custou Cr\$ 20 000,00 com tendência para aumentar</u>	
<u>g) Areia usada é amontoada no pátio</u>	
3 – REDEFINIÇÃO DO PROBLEMA	
<u>Reduzir a quantidade de sujeira e cheiro</u>	
4 – ANÁLISE E DECISÃO	
<u>a – A reclamação é procedente</u>	
<u>b – A direção dos ventos é a localização da fábrica em relação ao Edifício sempre criará problema</u>	
<u>c – Substituir forno por um de melhor combustão e com menor custo de manutenção</u>	
<u>d – Mudar a área de depósito de areia</u>	
<u>e – utilizar filtros</u>	
5 – AÇÃO: O que, quem quando	
<u>Fazer concorrência para novo forno – Pedro 15-12</u>	
<u>Rever layout para incorporar o novo forno – Quincas 31-12</u>	
<u>Instalar novo forno e remover o antigo – Quincas 3-5</u>	
<u>Rever layout para manejar e descartar-se da areia usada – Quincas 8-1</u>	
<u>Obter detalhes sobre sistemas de filtros e informações para a sua implantação – Pedro e Quincas 31-1</u>	
6 – ACOMPANHAMENTO	
<u>3-1 Onofre preparou carta circular para explicar o que a companhia está fazendo para solucionar o problema.</u>	
<u>15-1 Quincas apresentou os planos para instalação de novo forno, para aprovação.</u>	

#### 4.2.7 Seleção das alternativas

Nesta etapa, o número de alternativas de *layouts* foram significativamente reduzidos. As alternativas restantes são denominadas pelo sistema SLP como alternativas de planos X, Y e Z. Existem três formas de se realizar a seleção da alternativa escolhida: **balanceamento das vantagens e desvantagens, avaliação da análise dos fatores e comparação e justificação de custos** (MUTHER, 1978).

O método de listagem de vantagens (balanceamento das vantagens e desvantagens) é o mais utilizado pela sua facilidade de uso e rapidez. Este método trata da simples comparação dos prós e contras, podendo ser elaborado de maneira mais profunda ao classificar a importância de cada vantagem e da influência de cada desvantagem. Para isso, usa-se a mesma codificação de letras citada anteriormente (A, E, I, O, U, X) acrescida de uma escala de valores numéricos (MUTHER, 1978).

O segundo método, avaliação da análise dos fatores, é altamente flexível e preciso. Para sua execução divide-se o problema em seus elementos e analisa-os separadamente. Seu processo consta de quatro etapas:

1. Listar todos os fatores que são considerados importantes ou significativos na seleção do melhor plano.
2. Ponderar a importância relativa de cada um desses fatores em relação a cada um dos outros.
3. Avaliar os planos alternativos seguindo um fator de cada vez.
4. Reunir esses fatores avaliados e ponderados, e comparar o valor total dos diversos planos (MUTHER, 1978, p. 92)

Muther (1978) cita alguns fatores que frequentemente aparecem em um projeto de *layout*: facilidade para futuras mudanças, adaptabilidade e versatilidade, flexibilidade do *layout*, eficiência do fluxo de materiais, eficiência do manuseio de materiais, eficiência de estocagem, utilização de espaços, eficiência na integração de serviços de suporte, higiene e segurança, condições de trabalho e satisfação dos colaboradores, entre outros.

Por fim, tem-se a comparação e justificação de custos que é um método que se assemelha bastante com uma análise financeira. Uma análise de custos deve ser realizada por duas razões: para se justificar um determinado projeto, apresentando sua viabilidade econômica ou para se comparar projetos alternativos. Mesmo que tal análise não esteja diretamente ligada à decisão, por diversas vezes esta será usada como meio de sustentação das outras alternativas.

A forma sistemática para se classificar os elementos de custo e acumular as informações que permita a utilização de qualquer método de análise é explicada por Muther (1978, p. 98):

1. Preparar formulários para os investimentos necessários a cada alternativa.
2. Preparar formulários que estabeleçam os custos operacionais estimados.
3. Fazer cálculos para comparar ou justificar os custos dos planos alternativos.

O alcance da aprovação do projeto, conforme Muther (1978), geralmente envolve: (1) rever o plano com as pessoas mais envolvidas, (2) preparar uma apresentação clara e precisa das proposições, (3) providenciar um sumário ou sinopse do desenvolvimento do projeto recomendado, podendo-se utilizar a metodologia do sistema SLP, (4) preparar um roteiro oral ou escrito da apresentação e incluir um relatório resumido com informações acerca dos investimentos necessários.

O sistema de procedimentos SLP é completado no momento em que o *layout* geral receber a aprovação. E, então inicia-se o planejamento detalhado do projeto, onde se irá “redesenhar o arranjo físico em escala, identificando áreas, mostrando os principais desenhos e características dos equipamentos, detalhando cada parte do equipamento e maquinaria, e mostrando os recursos produtivos sempre que necessário.

## 5 METODOLOGIA DE PESQUISA

O conceito de pesquisa pode ser definido como um procedimento racional e sistemático que objetiva gerar respostas aos problemas apresentados. O desenvolvimento da pesquisa se dá pela combinação dos conhecimentos disponíveis com a utilização de métodos e técnicas de investigação científica. Por método entende-se os conjuntos de normas e procedimentos adotados para a realização de uma pesquisa, enquanto técnica trata-se da habilidade, ou da arte, em utilizar tais normas e procedimentos com a finalidade de atingir determinado propósito (GIL, 2010).

A metodologia é a etapa em que se define onde e como a pesquisa será desenvolvida. “Definirá o tipo de pesquisa, a população (universo da pesquisa), a amostragem, os instrumentos de coleta de dados e a forma como pretende tabular e analisar seus dados” (SILVA; MENEZES, 2005, p. 32).

### 5.1 Método de Pesquisa

Devido à existência de diversas modalidades de pesquisa surge a necessidade de um sistema de classificação. Este sistema torna possível reconhecer as semelhanças e diferenças entre as pesquisas, além de contribuir para uma maior disponibilização de elementos ao pesquisador possibilitando tomadas de decisões acerca de sua aplicabilidade na solução dos problemas apresentados. Desse modo, o pesquisador torna-se capaz de proporcionar maior racionalidade às etapas necessárias à execução do projeto e, com isso, pode-se reduzir o tempo da pesquisa, maximizar a utilização dos recursos assim como obter resultados mais satisfatórios (GIL, 2010). Para Silva e Menezes (2005) existem diversas formas de se classificar as pesquisas. As consideradas clássicas estão representadas na Figura 25.

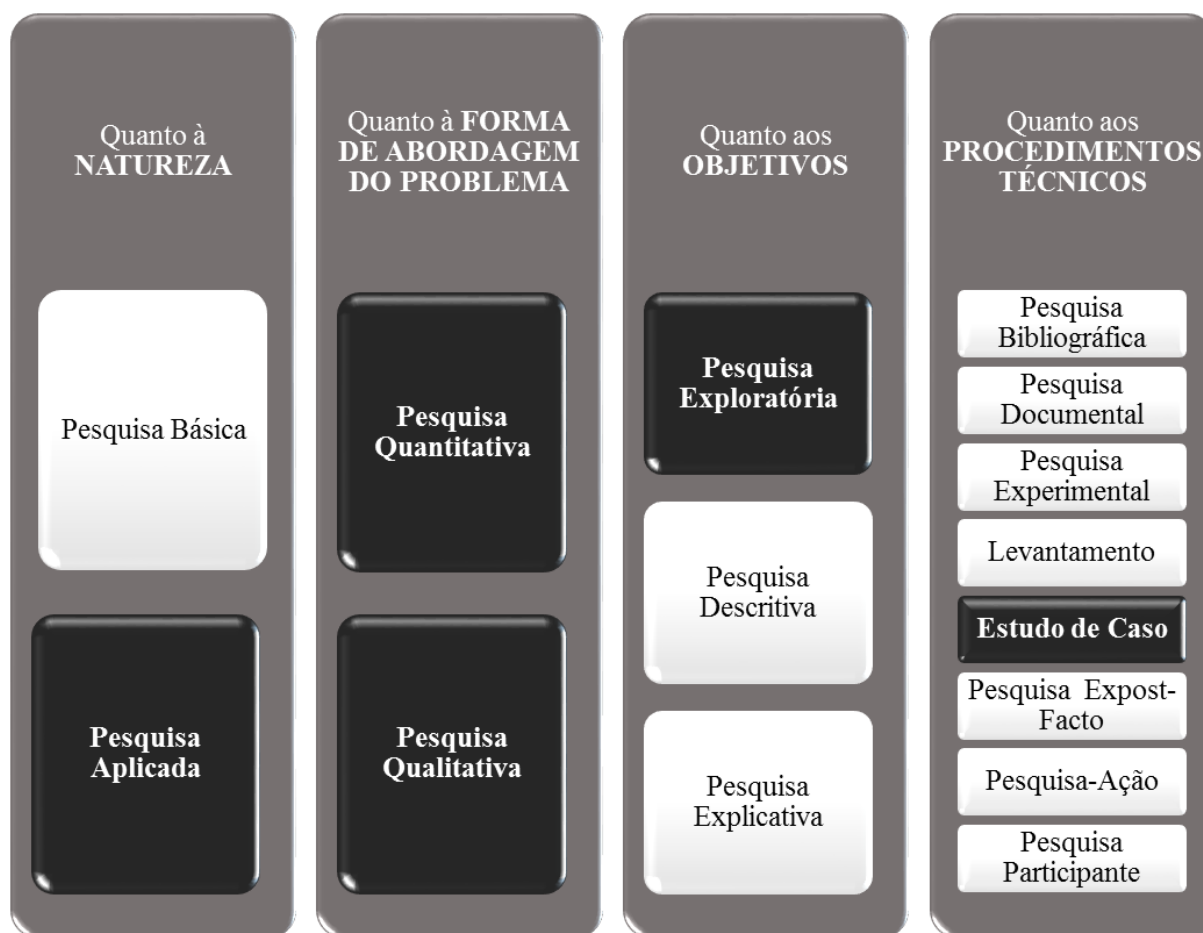
Silva e Menezes (2005) elencam dois tipos de pesquisa quanto à sua natureza: pesquisa básica e pesquisa aplicada. Neste trabalho, a pesquisa pode ser enquadrada como pesquisa aplicada, uma vez que objetiva adquirir conhecimentos com o intuito de aplicá-los em uma determinada situação.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema os autores definem a classificação como quantitativa e qualitativa. A primeira, considera que tudo pode ser quantificável, ou seja, opiniões e informações são representadas por números para classificá-las e analisá-las. Para isso, torna-se necessário o uso de recursos e de técnicas estatísticas. Enquanto a segunda, aborda a subjetividade do sujeito, analisando e interpretando

comportamentos hábitos, atitudes, entre outros.

Uma vez que faz-se necessário analisar dados referentes à produção além de considerar fatores intangíveis como a compreensão do fator humano como contribuição para um dos princípios do *layout* denominado satisfação e segurança, bem como o conhecimento de materiais, ferramentas e equipamentos, a pesquisa caracteriza-se com quantitativa e qualitativa.

Figura 25 – Classificação dos tipos de pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2016)

De acordo com Gil (2010), existem três tipos de caracterização de pesquisa quanto aos objetivos: exploratória, descritiva e explicativa. O autor afirma que pesquisas exploratórias objetivam o conhecimento profundo do problema de maneira que a construção de hipóteses seja possível. Segundo Marconi e Lakatos (2010), hipótese é a resposta provável, suposta e provisória de um problema. O planejamento deste tipo de pesquisa possui caráter flexível uma vez que abrange aspectos como: pesquisa bibliográfica, entrevistas com pessoas detentoras de experiência prática no assunto e análise de exemplos que facilitem a compreensão. Gil (2010)

ainda afirma que a maior parte das pesquisas acadêmicas apresenta o caráter exploratório, ao menos em um momento inicial, e justifica pela falta da clara delimitação do que está sendo investigado.

Nesse sentido, a pesquisa desenvolvida enquadra-se em exploratória, posto que esta apoia-se no levantamento bibliográfico relacionado aos assuntos apresentados no referencial teórico, além de entrevistas realizadas com gestores da área e observação de situações práticas para a formulação do problema. E, por fim, a questão relacionada aos procedimentos técnicos refere-se ao delineamento da pesquisa que será abordado na seção 6.2.

## **5.2 Delineamento da Pesquisa**

Conforme Gil (2010), o delineamento de uma pesquisa refere-se ao planejamento desta, envolvendo os fundamentos metodológicos, a definição dos objetivos, o ambiente da pesquisa, a determinação das técnicas de coleta e análise de dados. Para Marconi e Lakatos (2010, p. 146), “delimitar a pesquisa é estabelecer limites para a investigação”.

Existem diversas formas de delineamento de pesquisa que podem ser classificados como: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, levantamento, estudo de caso, pesquisa *expost-facto*, pesquisa-ação e pesquisa participante (SILVA; MENEZES, 2005).

Um estudo de caso “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”. O autor ainda afirma que um estudo de caso é uma investigação de um fenômeno existente dentro do seu contexto real. Dessa forma, pode-se dizer que esta pesquisa encontra-se classificada como um estudo de caso, uma vez que pretende-se observar, compreender, descrever e analisar fenômenos à medida que estes ocorrem em seu ambiente natural de modo a contribuir para uma situação de melhoria, uma transformação (GIL, 2010, p. 37).

## **5.3 População e Amostra**

Afim de analisar características da população estudada, no caso, o setor de empacotamento, faz-se necessário um estudo por amostragem. Por população entende-se “a totalidade de indivíduos que possuem as mesmas características definidas para um determinado estudo.” E, amostra define-se como a “parte da população ou do universo, selecionada de acordo com uma regra ou plana” (SILVA; MENEZES, 2005).

## 5.4 Coleta de Dados

A coleta de dados compreende o conjunto de operações por meio das quais o modelo de análise é confrontado aos dados coletados [...]. A seleção dos métodos de coleta de dados está vinculada às hipóteses de trabalho e à definição dos dados relevantes decorrentes da problemática (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 56).

Para o desenvolvimento da presente pesquisa realizou-se um levantamento de informações referentes ao estudo do trabalho, assim como aos dez fatores que influenciam o *layout*, já explicados na seção 2 e 3.4, respectivamente. Estes dados serão coletados por meio de entrevistas informais, relatórios da produção e, sobretudo, da observação de todo o sistema produtivo.

### 5.4.1 Entrevistas

Esta técnica compreende em uma alternativa para coleta de dados não documentados sobre uma temática específica. Trata-se de uma técnica de interação social onde uma das partes preocupa-se com a obtenção de dados e a outra surge como fonte de informações (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

De acordo com Gil (2010), as entrevistas dividem-se nas seguintes modalidades: aberta, guiada, por pautas e informal. Onde a modalidade aberta é constituída por questões e por sequência predeterminadas, porém com liberdade de resposta. A entrevista guiada, possui tanto a formulação quanto a sequência definida ao longo da entrevista. Enquanto a entrevista guiada por pautas aborda uma relação de pontos de interesse. E, por fim, a entrevista informal que confunde-se com uma conversa. Em vista disso, nesta pesquisa será utilizada a entrevista informal.

### 5.4.2 Observação

Para Gerhardt e Silveira (2009, p. 74) esta “é uma técnica que faz uso dos sentidos para a apreensão de determinados aspectos da realidade. Ela consiste em ver, ouvir e examinar os fatos, os fenômenos que se pretende investigar”.

Segundo Gil (2010), esta técnica de pesquisa possui três modalidades: espontânea, sistemática e participante. Na primeira, o pesquisador permanece alheio à situação estudada e apenas os fatos que ocorrem. Para Gerhardt e Silveira (2009, p.74), “É comumente utilizada



em casos de estudos exploratórios, nos quais os objetivos não estão claramente especificados; pode ser que o pesquisador sinta a necessidade de redefinir seus objetivos ao longo do processo”. Dessa forma, as observações realizadas nesta pesquisa são de caráter espontâneo.

### **5.4.3 Documentos**

De acordo com Gil (2010), a consulta a documentos é fundamental a qualquer estudo de caso. Um ponto interessante é o fato de que “à medida em que dados importantes estejam disponíveis, não haverá necessidade de procurá-los mediante interrogação, a não ser que se queira confrontá-los” (GIL, 2010, p. 122).

### **5.5 Análise de Dados**

Com os dados já coletados na etapa anterior, inicia-se a etapa de análise das informações que envolvem todas as atividades relacionadas ao sistema. Nesse momento, são confrontadas a produtividade real e a capacidade de produção, com o objetivo de identificar desajustes e, então, buscar correções para o mesmo.

### **5.6 Metodologia SLP**

De posse dos dados de entrada referentes ao produto, quantidade, roteiro, serviços de suporte e tempo (P, Q, R, S, T), determina-se as inter-relações entre as atividades ou estações de trabalho por meio da elaboração da carta de interligações preferenciais, já elucidada na seção 4.2.2. Assim, cada inter-relação entre todos os pares de atividades será classificada, justificada e registrada. Depois, estabeleceu-se e registrou-se todos os espaços necessários à cada atividade, através de esboços em escala de cada setor de equipamentos (levando em consideração a área para o funcionário, corredores de acesso, espaços para manutenção, entre outros – cálculo das superfícies, visto na seção 4.2.4).

De forma a aproximar as atividades com alto grau de proximidade e distanciar as que possuem baixo grau prepara-se um diagrama de inter-relações entre atividades já mencionado na seção 4.2.3.

De posse da resolução dos dois primeiros problemas fundamentais: inter-relações e espaços, começa a preparação dos arranjos preliminares, por meio de esboços conforme citado na seção 4.2.5, seguido pela avaliação destes arranjos alternativos. Deve-se considerar

que o projeto é para um prédio já existente, ou seja, trata-se de um rearranjo.

Durante a avaliação dos arranjos alternativos, o método utilizado será o da avaliação da análise dos fatores, visto na seção 4.2.7. Neste momento, listou-se os principais fatores que possuem influência na escolha e então, se estabeleceu-se pesos relativos para cada fator, iniciando com 10 para o de maior importância. Por fim, atribuiu-se notas para cada alternativa segundo cada fator e multiplicou-se essas notas por seus pesos relativos e, o arranjo que atingiu maior valor foi o escolhido.

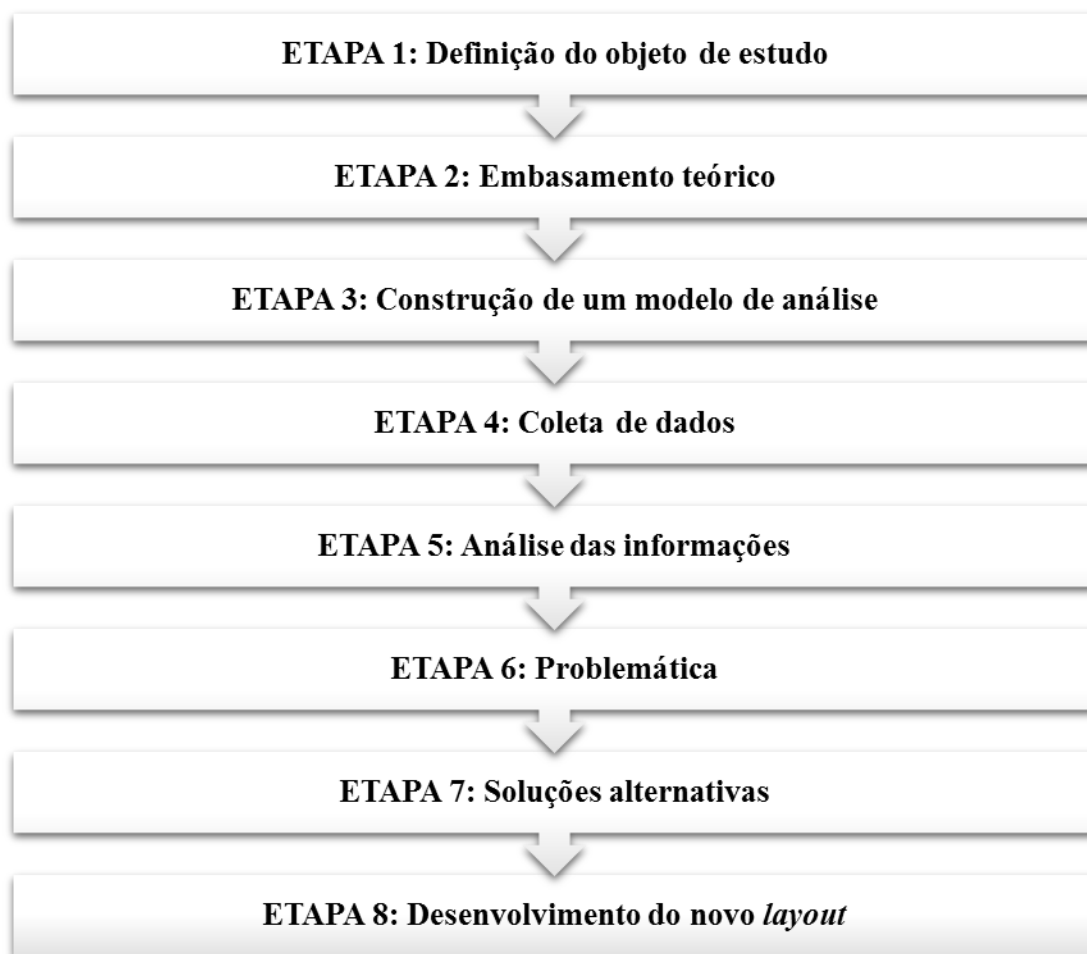
## **5.7 Etapas metodológicas**

O trabalho foi desenvolvido segundo oito etapas: Definição do objeto de estudo, embasamento teórico, construção de um modelo de análise, coleta de dados, análise das informações, problemática, soluções alternativas e desenvolvimento do novo *layout*.

A definição do objeto de estudo foi a etapa inicial da pesquisa. Assim, pôde-se direcionar os itens da literatura a serem verificados com o objetivo de embasar as ações necessárias ao desenvolvimento do estudo, assim como criar um modelo de análise dos dados a serem coletados.

A parte de execução da pesquisa se deu pela coleta e análise dos dados de forma a diagnosticar a situação atual da empresa e encontrar o possível problema a ser solucionado. Depois, se buscou soluções alternativas para o problema encontrado e desenvolveu-se o novo *layout*. A Figura 26 esquematiza as etapas metodológicas deste trabalho.

Figura 26 – Etapas de desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2016)

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Estudo do trabalho

Com o intuito de realizar o estudo do trabalho no setor de empacotamento da fábrica, analisou-se as atividades realizadas dando uma maior atenção às atividades de *setup*, uma vez que estas são consideradas um desperdício para o processo. Dentre elas, a troca de bobina, troca de teflon, troca da resistência e troca da fita de impressão foram as mais frequentes, assim como, a maior frequência dessas atividades ocorreu nas máquinas empacotadoras.

As atividades analisadas estão descritas na Figura 27. As mesmas referem-se às empacotadoras, uma vez que, durante o estudo, as atividades realizadas nessas máquinas foram significativamente mais frequentes do que nas demais.

Figura 27– Descrição das operações de setup mais realizadas

Troca de Bobina de filme plástico	
1-	Buscar bobina
2-	Colocar bobina no carrinho
3-	Trazer bobina para a área de envase
4-	Retirar a embalagem da bobina e guardar etiqueta de identificação
5-	Afrouxar a rosca de fixação da bobina
6-	Retirar a bobina anterior
7-	Colocar bobina nova na máquina
8-	Pegar equipamentos para fazer a emenda
9-	Fazer emenda
10-	Ligar a máquina
11-	Fazer ajustes
Troca de Teflon da solda Horizontal (substituição da fita de teflon adesivo)	
1-	Buscar equipamentos e materiais necessários à troca
2-	Parar a máquina
3-	Suspender última embalagem na parte superior do tubo de envase, deixando livre a área da solda horizontal
4-	Acessa o menu do sistema da máquina: auxílio manutenção → Solda Horizontal → Permanente (para abrir a mordça)
5-	Afrouxar 2 parafusos da parte superior da mordça
6-	Retirar a faca
7-	Retirar o teflon danificado
8-	Retirar o apoio de teflon
9-	Limpar a superfície da barra de selagem
10-	Cortar o apoio de teflon no tamanho necessário
11-	Colocar novo apoio de teflon em baixo da resistência
12-	Cortar o teflon no tamanho necessário
13-	Retirar a proteção da cola da parte adesiva do teflon
14-	Colocar o teflon em cima do apoio de teflon
15-	Colocar a faca
16-	Apertar os 2 parafusos da parte superior da mordça
Troca da resistência da solda Horizontal	
1-	Buscar equipamentos e materiais necessários à troca
2-	Parar a máquina
3-	Suspender última embalagem na parte superior do tubo de envase, deixando livre a área da solda horizontal
4-	Acessar o menu do sistema da máquina: auxílio manutenção → Solda Horizontal → Permanente (para abrir a mordça)

5-	Afrouxar 2 parafusos da parte superior da mordça
6-	Retirar a faca
7-	Retirar o teflon antigo
8-	Retirar o apoio de teflon
9-	Afrouxar 4 parafusos do cabeçote da mordça (2 do lado esquerdo e 2 do lado direito)
10-	Retirar a resistência queimada
11-	Fixar a nova resistência em um dos lados da mordça fazendo uma dobra na ponta da mesma e apertar os 2 parafusos
12-	Fixar a outra extremidade da nova resistência no outro lado da mordça até que a mesma esteja bem esticada fazendo outra dobra na outra ponta e apertar os outros 2 parafusos
13-	Com um alicate partir as sobras de resistência
14-	Limpar a superfície da barra de selagem
15-	Cortar o apoio de teflon no tamanho necessário
16-	Colocar novo apoio de teflon em baixo da resistência
17-	Cortar o teflon no tamanho necessário
18-	Retirar a proteção da cola da parte adesiva do teflon
19-	Colocar o teflon em cima do apoio de teflon
20-	Colocar a faca
21-	Apertar os 2 parafusos da parte superior da mordça
<b>Troca da Fita da impressão</b>	
1-	Buscar nova fita de impressão
2-	Parar a máquina
3-	Acessar o menu do sistema da máquina: Afrouxamento da fita
4-	Desenroscar a tampa
5-	Retirar o refil usado
6-	Colocar nova fita passando pelos 4 elos e pelo palito batedor
7-	Acessar novamente o menu do sistema da máquina: Calibrar
8-	Recolocar a tampa

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Durante a análise do método utilizado para o desenvolvimento das atividades de *setup* realizadas no setor de empacotamento observou-se:

- a) em atividades de troca de bobina de filme plástico:
- esta atividade é realizada toda vez que a ordem de produção muda para outra marca ou tipo de arroz ou quando a bobina chega ao fim, sendo necessária sua reposição. Problemas como tempo gasto na procura de materiais e equipamentos necessários ao reparo foram vistos durante esta atividade. Também notou-se que o grande problema da troca de bobina está no ajuste do corte dos pacotes. Muitas vezes as embalagens utilizadas estão em condições ruins com validade vencida, rasgada, com muito pó e sujeira, os quais são fatores que afetam diretamente o tempo de ajuste da máquina à nova embalagem e também ocasionam uma grande perda para o processo, tanto de produto para o reprocesso quanto embalagens perdidas, tempo e frustração por parte do operador. Outro problema encontrado é a grande diversidade de fornecedores de embalagens o que, neste caso em particular, torna mais difícil o ajuste da máquina durante a troca de bobina de um fornecedor para outro, pois algumas características das embalagens diferem de fornecedor para fornecedor;

b) em atividades de troca de teflon da solda:

- a troca do teflon é realizada quando a vida útil do mesmo chega ao fim sendo notado quando este parece queimado, ou quando a máquina passa a ter problemas na soldagem dos pacotes. Não há manutenção preventiva, o que muitas vezes implica em perdas para o processo uma vez que pode acarretar problemas na soldagem dos pacotes, fazendo com que pacotes abertos caiam na esteira e acabem por paralisar a produção por alguns minutos;

c) em atividades de troca da resistência da solda:

- da mesma forma que o teflon, a resistência também possui uma vida útil, logo a troca desta ocorre quando a mesma queima, podendo levar problemas para máquina durante a soldagem dos pacotes. Neste caso, ocorre o mesmo problema que na troca do teflon, ou seja, por não haver manutenção preventiva, muitas vezes ocorrem perdas no processo onde problemas na soldagem dos pacotes podem paralisar a produção por alguns minutos.

d) em atividades de troca da fita da impressão:

- esta atividade é realizada apenas quando a fita de impressão chega ao fim. Tal atividade é desempenhada de forma satisfatória.

Com a finalidade de alcançar maior rapidez na execução das atividades de *setup*, algumas sugestões foram dadas, tais como:

a) para atividades de troca de bobina de filme plástico:

- os materiais necessários à atividade, os quais são materiais baratos como estilete e fita de lacre poderiam estar disponíveis ao lado de cada máquina, pois todos do setor utilizam o mesmo material e muitas vezes o operador não os encontra, levando a um maior tempo de *setup*. Outra recomendação seria abrigar as embalagens em um local fora do alcance de agentes destrutivos como pó e sujeira além de utilizar o sistema FIFO – *First in First Out* (o primeiro a entrar é o primeiro a sair) para gerenciar seu estoque de forma que se utilize sempre a embalagem que está a mais tempo no estoque para evitar que as mesmas atinjam seu prazo de vencimento. Seria interessante também reduzir o número de fornecedores para um mesmo tipo de embalagem, pois além da questão relacionada a custo facilitaria na troca de bobina

durante o processo de ajuste da máquina, pois reduziria diferenças nas características das embalagens agilizando o processo de *setup*;

b) para atividades de troca de teflon da solda:

- uma certa quantidade de teflon e de sobre teflon já cortada no tamanho necessário, destinada a atender a demanda de 1 semana de trabalho poderia estar à disposição para agilizar a atividade;

c) para atividades de troca da resistência da solda:

- para trocar a resistência é necessário realizar a troca do teflon, logo a sugestão anterior relacionada à troca do teflon já estaria reduzindo o tempo de *setup* desta atividade. E, da mesma forma, certa quantidade de resistências poderiam já estar cortadas para atender a demanda de 1 semana de trabalho;

d) para atividades de troca da fita da impressão:

- atividade realizada de forma satisfatória.

As decisões de implantação cabem à empresa estudada. Logo, neste trabalho será sugerido algumas ações de melhoria para algumas atividades e não haverá um plano de manutenção e controle das melhorias implantadas uma vez que as mesmas são neste momento apenas sugestões.

De forma a analisar o tempo gasto nas atividades de *setup*, utilizou-se a técnica da cronometragem. As observações se deram em um período de 80 horas de trabalho, onde se obtiveram os tempos de troca de ferramenta, ajuste de máquina e tempo total gasto para cada atividade.

Durante o estudo observou-se, com exceção da atividade de troca da resistência da solda horizontal, que as demais atividades apresentaram um tempo médio de *setup* inferior a 10 minutos. A chamada Troca Rápida de Ferramentas (TRF) que hoje é mais conhecida como SMED – *Single Minute Exchange of Die*, considera tempos de *setup* inferiores a 10 minutos aceitáveis. Porém, é possível reduzir ainda mais esses tempos.

Como dito, o registro do tempo para as atividades referentes à troca da resistência horizontal foi um pouco acima do que seria considerado bom. Uma justificativa para tal fato é que durante as observações alguns operadores novos encontravam-se em treinamento, o que afeta os tempos normais da atividade. As médias de tempo das atividades de *setup* analisadas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1– Tempos médios de setup

EMPACOTADORA			
Atividade	Média total de tempo gasto	Média de tempo gasto na troca	Média de tempo gasto no ajuste da máquina
Troca de bobina de filme plástico	00:07:25	00:05:23	00:02:02
Troca de teflon da solda horizontal	00:07:57	00:07:01	00:00:54
Troca da resistência da solda horizontal	00:11:40	00:10:21	00:01:19
Troca da Fita da impressão	00:03:03	00:01:35	00:01:28

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

## 6.2 Layout Atual

Os setores de empacotamento e armazenagem de produto final recentemente tiveram seus locais alterados, o que contribuiu para uma considerável melhora do fluxo de operações. Porém, nos novos espaços não existem demarcações nas áreas de trabalho nem nas áreas de armazenagem de produto final e de embalagens, assim como não há sinalização de corredores para circulação, tornando o fluxo confuso, além do risco de acidentes de trabalho, uma vez que empilhadeiras e pessoas utilizam o mesmo espaço.

Também ocorre a falta de proteção das bobinas de embalagens que são armazenadas no setor de empacotamento em uma área demarcada por portões gradeados, onde as mesmas estão sujeitas a grande quantidade de pó advindo do processo de fabricação do arroz.

A falta de uma sistemática para armazenagem de produto final e de bobinas de embalagens causa desorganização, desperdício de tempo e de dinheiro, uma vez que, gera demora na localização de produto/embalagem, avarias nos mesmos, retrabalho e aumento do tempo de *setup*.

Observando o tipo de processo e a área produtiva, pode-se afirmar que o tipo de processo utilizado pela empresa é em lotes, distribuído através de um *layout* linear. As recentes modificações realizadas, as quais inverteram os locais do setor de empacotamento com a área de armazenagem de produto final, resultaram numa ocupação com baixo aproveitamento das novas áreas disponíveis. A Figura 28 apresenta o *layout* atual do pavilhão industrial com destaque para os setores de empacotamento e armazenagem de produto final localizados na área demarcada por uma linha tracejada.

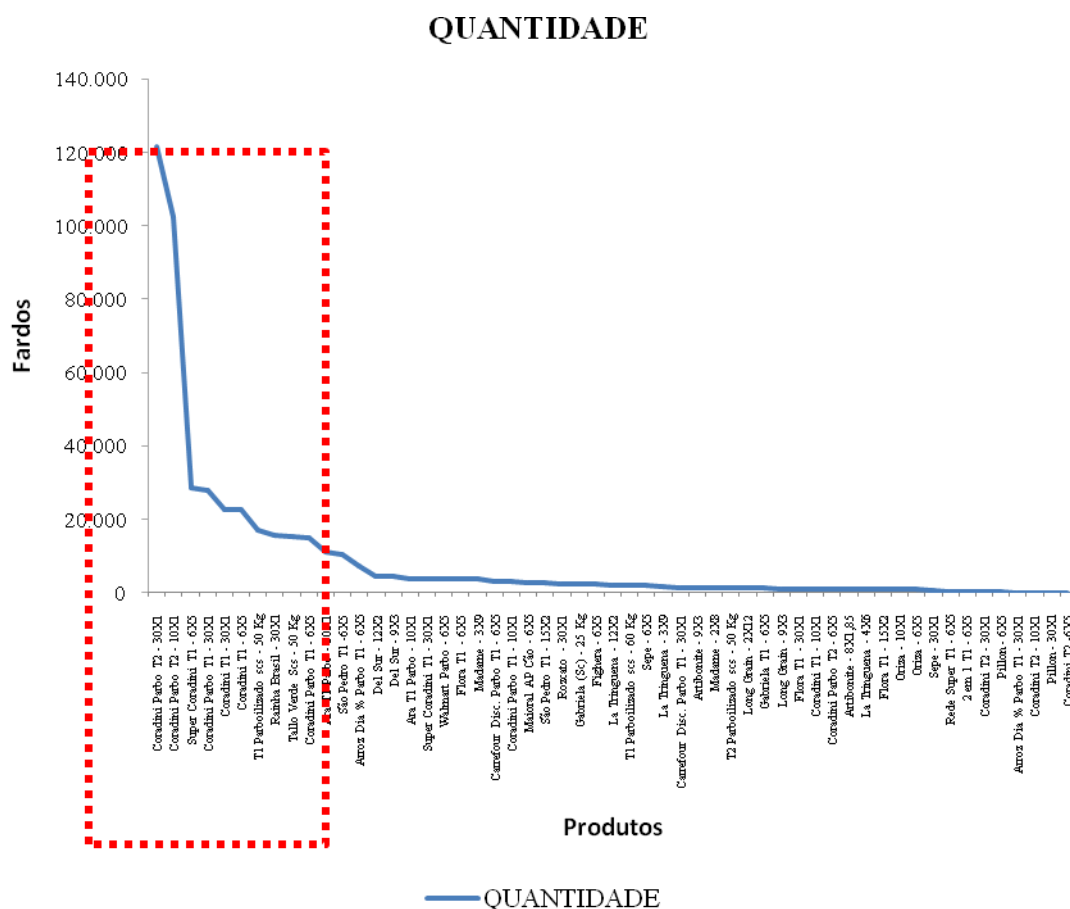




No Quadro 1, entende-se na coluna que refere-se à unidade como sendo o número de pacotes do fardo X peso de cada pacote, por exemplo, 30X1 é a identificação de um fardo contendo 30 pacotes de 1 Kg.

Ao traçar um diagrama P-Q para todos os produtos fabricados pela empresa, percebe-se um maior destaque para 13 deles, sendo estes os mais produzidos devido à sua maior demanda, conforme ilustrado na Figura 29. As demandas foram contabilizadas durante um período de 9 meses.

Figura 29– Análise Volume/Variedade de produtos



Fonte: Elaborado pela autora (2016)

A partir da curva gerada no diagrama da Figura 29 é possível verificar os produtos mais críticos para o planejamento da área de armazenagem. A Tabela 2 apresenta tais produtos proporcionando melhor visualização das informações contidas na área demarcada no gráfico. Nota-se que 7 dos 13 produtos com maior volume de produção são armazenados na fábrica.

Tabela 2 – Produtos com maior produção

PRODUTO (Variedade)	DEMANDA (8 meses)
Coradini Parbo T2 - 30X1	121.505
Coradini Parbo T2 - 10X1	102.435
Super Coradini T1 - 6X5	28.731
Coradini Parbo T1 - 30X1	27.812
Coradini T1 - 30X1	22.608
Coradini T1 - 6X5	22.605
T1 Parboilizado scs - 50 Kg	17.210
Rainha Brasil - 30X1	15.550
Tallo Verde Scs - 50 Kg	15.180
Coradini Parbo T1 - 6X5	14.983
Ara T1 Parbo - 30X1	11.246
São Pedro T1 -6X5	10.502
Arroz Dia % Parbo T1 - 6X5	7.399

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

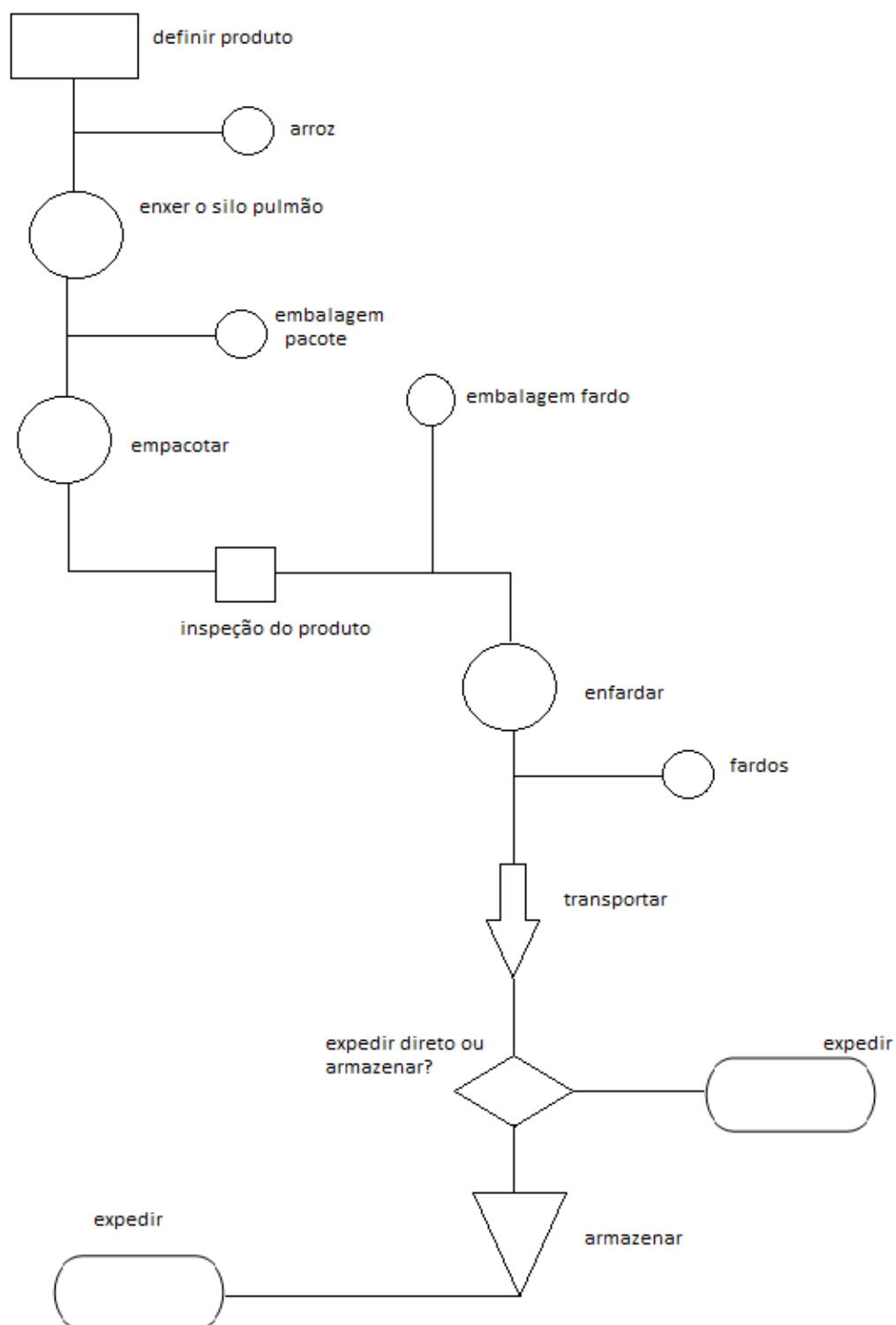
Apesar da fábrica possuir uma grande variedade de produtos, o processo de produção é o mesmo, uma vez que o produto final é um só: arroz parboilizado. Assim sendo, as operações realizadas no empacotamento, apresentadas na Figura 30, são as mesmas:

- a) selecionar arroz;
- b) encher o silo pulmão;
- c) empacotar;
- d) inspecionar arroz;
- e) enfardar;
- f) transportar
- g) armazenar;
- h) expedir.

No entanto, esse arroz diferirá nos seguintes aspectos: qualidade, marca a qual será empacotado, peso do pacote e peso do fardo. Logo, apesar das operações serem as mesmas, o fluxo para os diferentes produtos irá variar, ou seja, conforme a programação da produção, informações referentes ao peso do pacote e peso do fardo permitem a seleção das máquinas em que as operações serão realizadas e qual silo pulmão deve conter o arroz, de acordo com

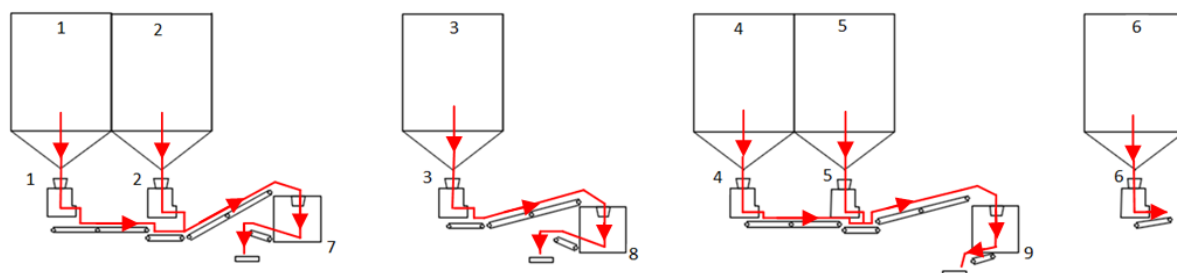
os prováveis fluxos estabelecidos pelo *layout* atual, conforme ilustrado nas Figuras 31 e 32. Para selecionar o tipo de arroz que irá para determinado silo pulmão, são observadas as informações sobre a marca e o tipo de arroz informado na embalagem.

Figura 30 – Fluxo de operações: Carta de Processo



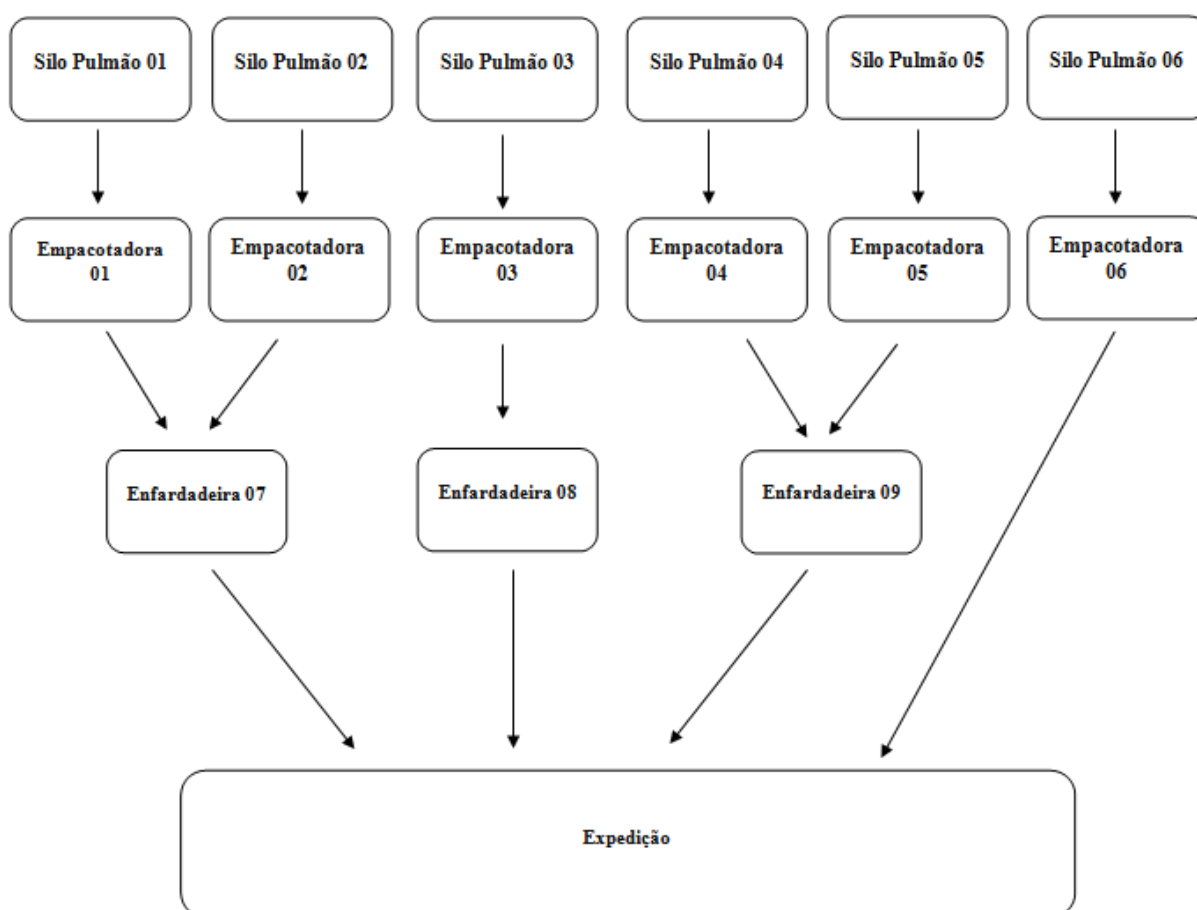
Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Figura 31 – Fluxograma de produção no setor de empacotamento



Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Figura 32 – Fluxo esquemático de produção



Fonte: Elaborado pela autora (2016)

A existência de diferentes fluxos para operações iguais é justificada pelas restrições de cada máquina relacionadas ao peso do pacote. O Quadro 2 apresenta estas restrições que tendem a direcionar o fluxo de produto durante o processo de empacotamento. Enquanto o Quadro 3 apresenta a capacidade de cada silo pulmão, responsável por abastecer as empacotadoras.

Quadro 2– Restrições quanto ao peso de empacotamento/enfardamento das máquinas

MÁQUINA	CAPACIDADE
Empacotadora 1	1 Kg
Empacotadora 2	1 Kg
Empacotadora 3	4 Kg/ 5 Kg
Empacotadora 4	1 Kg/ 2 Kg
Empacotadora 5	1 Kg/ 2 Kg
Empacotadora 6	9 Kg
Enfardadeira 7	30 unidades X 1 Kg
Enfardadeira 8	6 unidades X 5 Kg
Enfardadeira 9	30 unidades X 1 Kg / 15 unidades X 2 Kg
Ensacadeira	25 Kg/50 Kg/60 Kg

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Quadro 3 – Capacidades dos silos pulmão

MÁQUINA	CAPACIDADE
Silo Pulmão 1	1350 Kg
Silo Pulmão 2	1350 Kg
Silo Pulmão 3	1350 Kg
Silo Pulmão 4	1350 Kg
Silo Pulmão 5	1350 Kg
Silo Pulmão 6	1350 Kg
<b>TOTAL</b>	<b>8100 Kg</b>

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

As Tabelas 3 e 4 exibem informações sobre a quantidade de pacote por minuto e a quantidade de fardo por hora que cada máquina é capaz de produzir. Deste modo, torna-se possível definir a autonomia do setor caso algum problema mecânico surja, como por exemplo, quebra da rosca transportadora, inviabilizando o abastecimento dos silos pulmão.

Tabela 3 – Capacidades das máquinas empacotadoras em função do tempo

MÁQUINA	CAPACIDADE (pacotes/minuto e fardos/hora)									
	1Kg		2Kg		4Kg		5Kg		9Kg	
	p/min	f/h	p/min	f/h	p/min	f/h	p/min	f/h	p/min	f/h
Empacotadora 01	55	110								
Empacotadora 02	55	110								
Empacotadora 03					38	326	38	380		
Empacotadora 04	51	102	41	164						
Empacotadora 05	51	102	41	164						
Empacotadora 06									17	340

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Tabela 4 – Capacidades das máquinas enfardadeiras em função do tempo

MÁQUINA	CAPACIDADES (fardos/hora)			
	30X1	30 Kg 15X2	6X5	27 Kg 4X9
Enfardadeira 07	220			
Enfardadeira 08			370	
Enfardadeira 09	204	328		600

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Algumas vezes, o peso do fardo demandado é diferente das capacidades das enfardadeiras, neste caso a operação é realizada manualmente. Sabe-se que existem 6 silos responsáveis por abastecer as 6 empacotadoras do setor. Cada silo possui capacidade de 1350 Kg, logo tem-se uma capacidade total de armazenagem de 8100 Kg em um único momento. Para a determinação da autonomia do setor descrito na Tabela 5 levou-se em consideração a ocorrência de uma parada que impessa a realimentação dos 6 silos pulmão. Também considerou-se a disponibilidade apenas do arroz já armazenado nos mesmos, bem como a restrição do empacotamento de 1 Kg de arroz nas máquinas 1,2,4 e 5, de 5 Kg de arroz na máquina 3 e de 9 Kg de arroz na máquina 6.

Tabela 5 – Autonomia do setor de empacotamento em situação hipotética

Máquina	Tempo	Nº Pacotes	Peso Pacote	Nº Fardos	Tamanho Fardo
Empacotadora 1	25 min	1350	1 Kg	45	30X1
Empacotadora 2	25 min	1350	1 Kg	45	30X1
Empacotadora 3	36 min	270	5 Kg	45	6X5
Empacotadora 4	27 min	1350	1 Kg	45	30X1
Empacotadora 5	27 min	1350	1 Kg	45	30X1
Empacotadora 6	80 min	150	9 Kg	50	3X9

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Com os dados obtidos percebe-se uma autonomia relativa de 25 minutos, o que pode ser considerado um tempo baixo para a segurança operacional do setor de empacotamento da fábrica.

### 6.3.2 Inter-relações de Atividades

Com o propósito de identificar as preferências de localização elaborou-se uma carta de interligações preferenciais. Nesta carta é representado o grau de proximidade entre certa atividade e cada uma das outras, porém, para este estudo será levado em consideração as relações que dizem respeito ao setor de empacotamento e armazenagem pois este trata-se do objeto de estudo deste trabalho. A Figura 33 apresenta as inter-relações das atividades entre os

setores da fábrica com ênfase no setor de empacotamento e de armazenagem e os demais setores da fábrica.

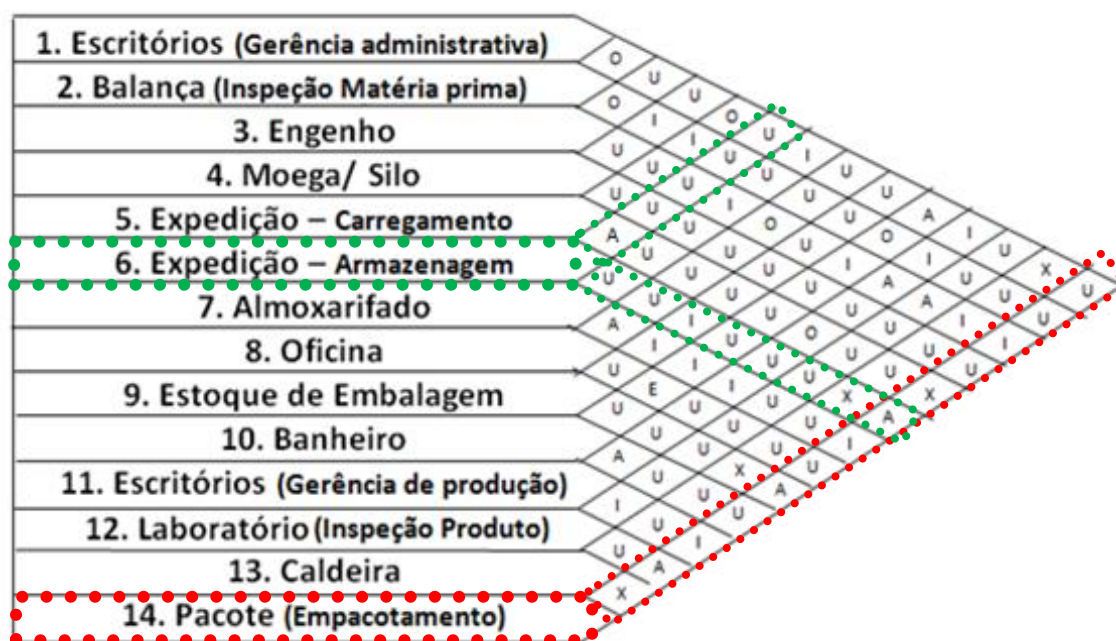
As relações de afinidades entre setores, classificadas como A, tem maior significância, pois tratam-se daquelas com afinidade absoluta, portanto as mesmas devem estar próximas umas das outras. Entretanto, aquelas relações que possuem a letra X, não influenciam diretamente nas atividades desenvolvidas pelo setor de empacotamento, assim as mesmas podem estar distantes sem afetar os fluxos. O Quadro 4 apresenta as escalas de afinidades com suas respectivas descrições.

Quadro 4 – Escalas de Afinidades

Classificação	Proximidade
A	Absolutamente necessário
E	Muito importante
I	Importante
O	Pouco importante
U	Desprezível
X	Indesejável

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Figura 33– Carta de Interligações Preferenciais



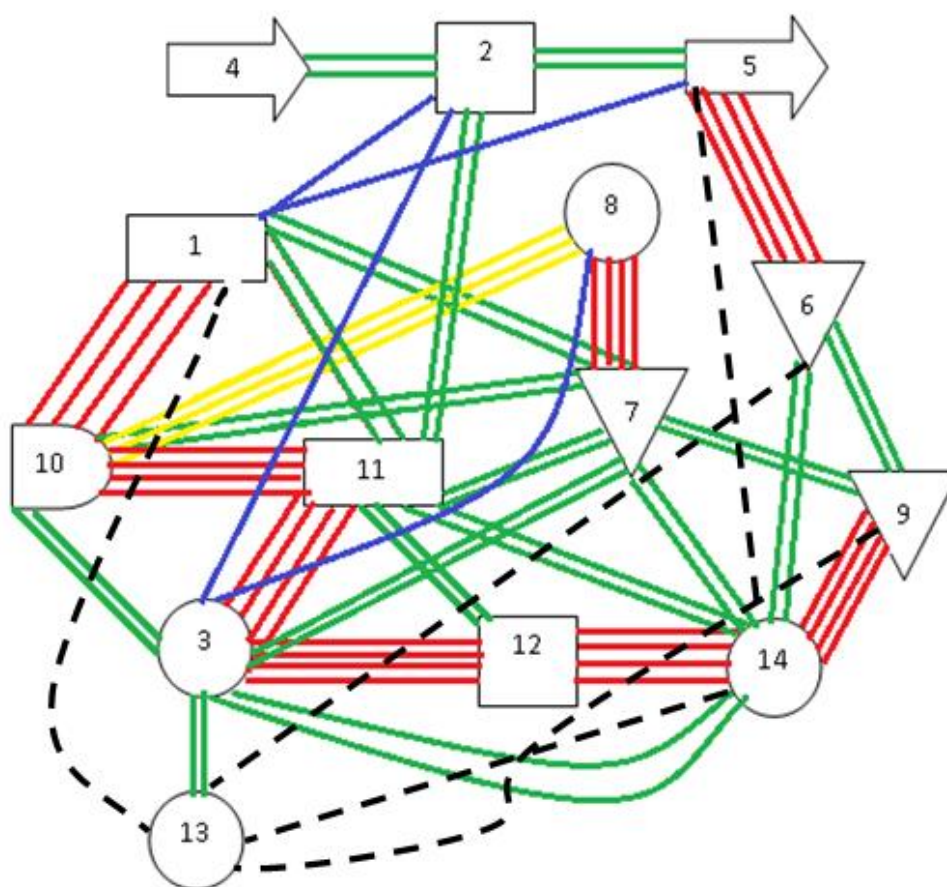
Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Baseado na carta de interligações preferenciais foi desenvolvido um diagrama de inter-relações sendo ajustado por tentativa e erro até que um padrão satisfatório de adjacência fosse



obtido. A Figura 34 exibe o Diagrama de inter-relações, sendo que as relações de absoluta necessidade tem quatro linhas de relação representadas na cor vermelha, as relações muito importantes tem três linhas de relação na cor amarela, as relações importantes tem duas linhas na cor verde, as relações identificadas como de pouca importância, estão representadas com uma linha de relação na cor azul, nas que as relações são não desejáveis relações são caracterizadas com uma linha pontilhada na cor preta, não representando assim as relações sem importância.

Figura 34 – Diagrama de Inter-relações



Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Ao verificar a proximidade das UPEs (Unidades de Planejamento de Espaço) com relação aos setores foco deste estudo, empacotamento e armazenagem de produto final, percebe-se a existência de coerência no *layout* atual.

### 6.3.3 Determinação de Espaços

De forma a projetar um adequado espaço dentro do setor de empacotamento e armazenagem, faz-se necessário conhecer as dimensões dos elementos que estão presentes no

setor. Assim, a área total ( $St$ ) destinada a cada elemento é o resultado da soma de três componentes: superfície estática ( $Se$ ), superfície de utilização ( $Su$ ) e superfície de circulação ( $Sc$ ). A Tabela 6 exibe as dimensões dos elementos de maior importância localizados no setor para o projeto de *layout*. As superfícies de cada silo pulmão não foram computadas uma vez que os mesmos são suspensos e não ocupam as áreas da superfície de trabalho, abrigando assim, as máquinas empacotadoras.

Tabela 6 – Dimensões dos elementos e cálculo de superfícies

Elemento	Dimensão (m)	Se (m <sup>2</sup> )	Su (m <sup>2</sup> )	Sc (m <sup>2</sup> )	St (m <sup>2</sup> )
<b>Silo Pulmão</b>	2,8 x 2,90	-	-	-	-
<b>Empacotadora</b>	1,10 x 0,80	0,88	3,52	6,6	11
<b>Enfardadeira</b>	1,30 x 1,70	2,21	8,84	16,575	27,625
<b>Pallet</b>	1,00 x 1,20	1,20	4,8	9	15

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Ao analisar o *layout* atual, constatou-se que as medidas das áreas totais a serem consideradas para um correto dimensionamento de espaço entre as máquinas, estão aproximadas com os cálculos de superfície teóricos, não sendo necessário reajustes referentes a estes espaços.

#### 6.4 Propostas de *Layouts* Alternativos

Uma vez identificadas as oportunidades de melhoria, os desperdícios existentes, bem como um completo entendimento do processo, chegou-se a três propostas para um novo *layout*.

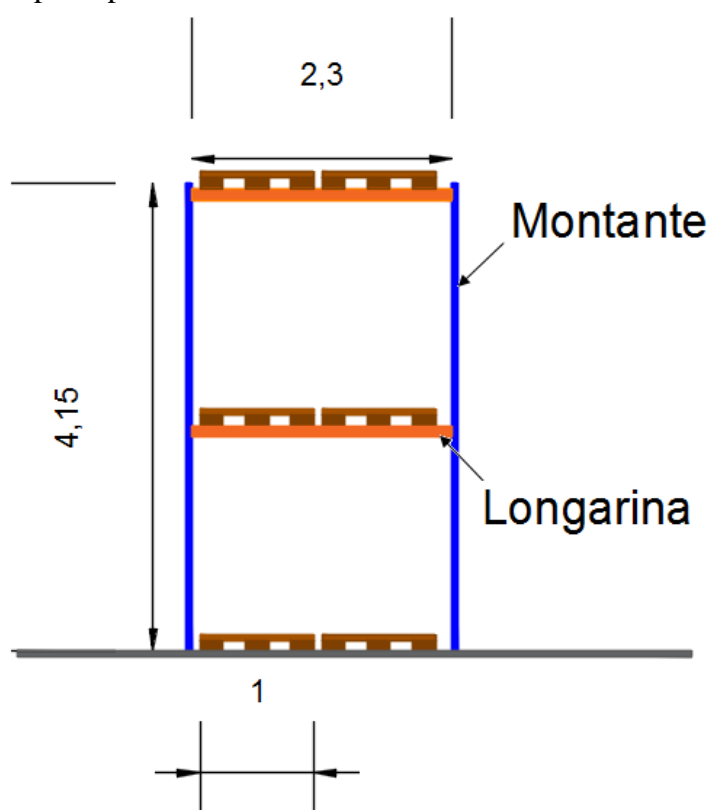
Na elaboração das propostas de *layout* levou-se em conta fatores como as inter-relações entre os setores, a disposição atual das máquinas, a problemática de armazenagem de produto final e de bobinas de embalagens, o tamanho e peso de um *pallet* carregado além da dificuldade de movimentação de cada equipamento. As propostas contemplam os setores de expedição/armazenagem e empacotamento.

Assim sendo, criou-se áreas de armazenagem verticalizadas, por meio da inserção de porta *pallets*, de modo que esta atividade fosse realizada da melhor forma possível. Dentre as vantagens desse sistema tem-se: possibilidade de acesso direto a todos os itens armazenados com o mínimo de operações da empilhadeira, maior agilidade na hora da separação por tipos de produtos, empilhamento de materiais realizado com segurança, eliminação de avarias causadas por empilhamento direto, ou seja, uma carga paletizada alocada diretamente sobre a

outra rasgando fardos e pacotes, otimização de espaço e conseqüente melhora do fluxo de movimentação.

Os espaços foram projetados para *pallets* de 1,20 x 1,00m, armazenados pelo lado de 1,00m. Os montantes devem ter profundidade de 1,10m e, geralmente, possuem ranhuras a cada 50,00mm para acoplamento das longarinas. Para o dimensionamento das longarinas previu-se um comprimento de 2,30m, resultando em dois módulos a cada par de montante. Também previu-se 3 níveis de altura, contendo cada um 2,00m. A Figura 35 exibe uma ilustração da estrutura do porta *pallets* descrito anteriormente.

Figura 35 – Estrutura porta pallets



Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Pensando na questão referente à avaria de bobinas de embalagens plásticas ocasionadas pelo acondicionamento ineficaz das mesmas, projetou-se uma área que fosse isolada do pó gerado pelo processo por meio da instalação de estruturas de *drywall*, com metade da estrutura em material transparente para facilitar a visualização de itens mesmo do lado externo do depósito. Esta ação visa a proteção, limpeza e integralidade das bobinas de embalagens plásticas, evitando assim danos e prejuízos ao processo. Propõe-se também uma sistemática de endereçamento para cada tipo de bobina com o objetivo de organizar e com isso reduzir o tempo na procura das mesmas. Outra recomendação trata-se da utilização da

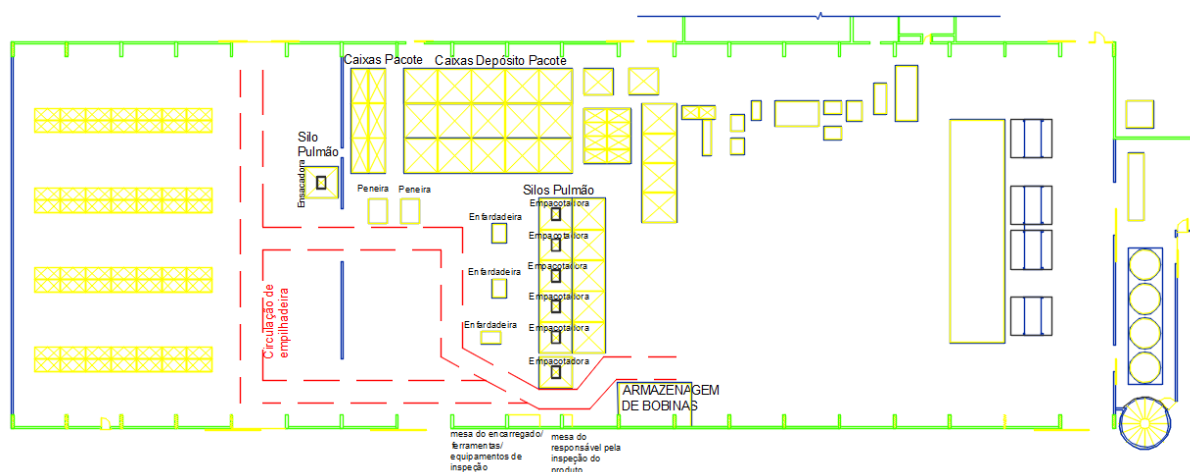
sistemática FIFO – *First In First Out*, onde as primeiras bobinas que chegam são as primeiras a serem consumidas, evitando assim, a utilização de bobinas vencidas que causam perda de pacotes, retrabalhos e desperdício de tempo gerados por dificuldades de adaptação da máquina devido a algumas características das bobinas que se modificam.

Com relação à área de armazenagem de produto final, para os corredores principais projeta-se uma largura de 5,00m em face à necessidade de manobras de empilhadeiras. Para os corredores onde não existe previsão de manobra a largura será de 2,00m, possibilitando a circulação.

Três propostas de *layout* foram desenvolvidas para os setores de empacotamento e armazenagem de produto final. Nas três propostas, tais setores mantiveram-se no mesmo local visto que, esta realmente é a melhor localização para ambos como se pode observar no diagrama de inter-relações. Embora cada proposta mantenha o *layout* linear, diferentes disposições de maquinários e estruturas, foram estabelecidas.

A Figura 36 apresenta a primeira proposta de *layout*. Nesta proposta, o *layout* do setor de empacotamento foi mantido, visto que este apresenta um bom fluxo de materiais e de pessoas, porém, duplicou-se a quantidade de silos pulmão para ampliar a autonomia do setor. Já o setor de expedição/armazenagem de produto final teve alterações no seu *layout*. Foram criados 336 módulos para alocar os produtos finais paletizados de maneira organizada.

Figura 36 – Proposta de *layout* 1

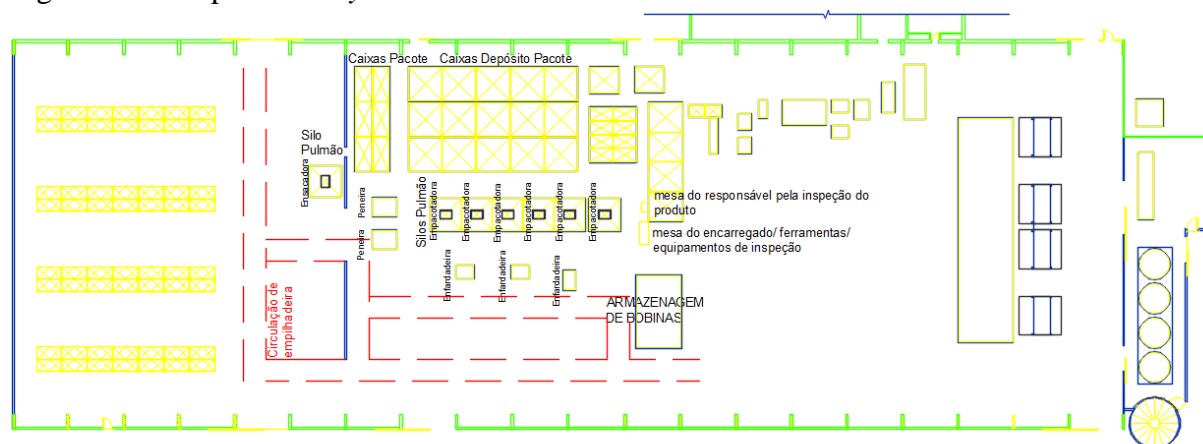


Fonte: Adaptado de Coradini (2016)

Na segunda proposta, além dos 336 espaços de armazenagem criados sugere-se a alteração dos maquinários e estações de trabalho do setor de empacotamento de modo a

melhorar o fluxo de empilhadeiras, reduzindo a chance de acidentes de trabalho, conforme ilustra a Figura 37.

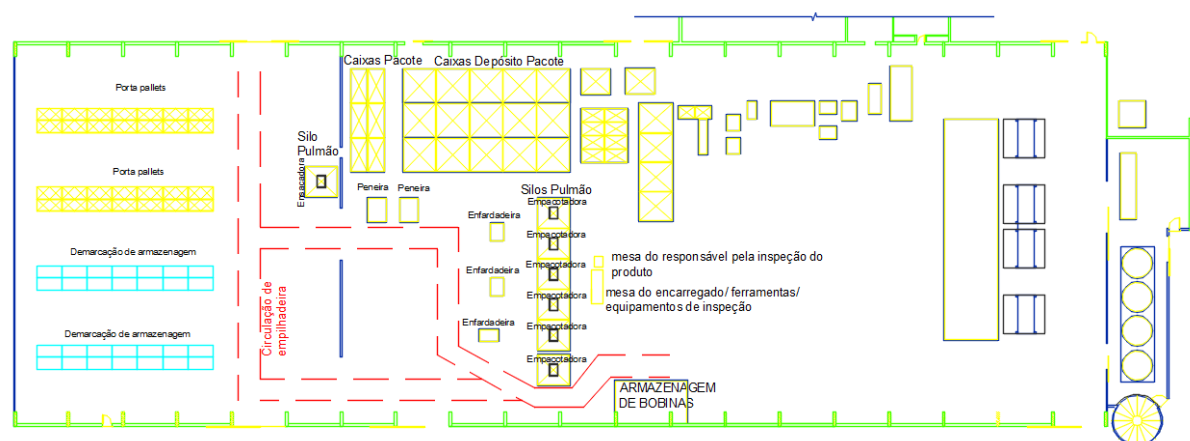
Figura 37 – Proposta de *layout 2*



Fonte: Adaptado de Coradini (2016)

E, por fim, a terceira proposta levou em consideração que a maioria dos produtos são carregados no mesmo dia em que são produzidos. Assim sendo, pensando também na questão referente à custos, reduziu-se o número de estruturas porta *pallets* resultando em 168 módulos e criou-se algumas demarcações no piso para localizar as áreas de depósito de produto e manter a organização do setor. Nesta proposta, a alteração do setor de empacotamento constou na troca de local do balcão de inspeção e guarda de ferramentas e documentos além do posto de trabalho do responsável pela inspeção do produto, visando melhorar o fluxo de movimentação. A Figura 38 exibe o layout da terceira proposta.

Figura 38 – Proposta de *layout 3*



Fonte: Adaptado de Coradini (2016)

Para facilitar a visualização dos desenhos, encontram-se disponíveis, em tamanhos maiores, as plantas referentes à proposta de *layout* 1, proposta de *layout* 2 e proposta de *layout* 3 nos apêndices A, B, e C, respectivamente.

### 6.5 Avaliação das Alternativas e Seleção do Melhor *Layout*

Na primeira proposta de *layout* é apresentado um espaço com grande capacidade de armazenagem e duplicação da autonomia, porém, em contrapartida, o custo de implantação é um fator de restrição. A segunda proposta gera as mesmas vantagens em relação à armazenagem de produto além de modificar o *layout* do setor de empacotamento, melhorando o fluxo de equipamentos e de pessoas dentro do engenho. A principal restrição para a escolha desta proposta é a necessidade de realocação de máquinas e equipamentos. Já a terceira proposta, apresenta uma área de armazenagem de produtos menor e com custo de implantação mais acessível além deste manter o *layout* do setor de empacotamento que já é considerado satisfatório.

A análise quantitativa da melhor alternativa dentre as propostas levou em consideração fatores como: o fluxo de pessoas, de veículos, o custo, aproveitamento do espaço e a facilidade de movimentação de equipamentos.

Para definição do peso de cada fator estimou-se a importância destes tanto para o processo quanto para a empresa, utilizando uma escala de 5 a 10, onde 5 denota pouca importância e 10 um alto grau de importância. O resultado é obtido por meio do somatório da nota de cada fator multiplicada pelo respectivo peso, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 – Dimensões dos elementos e cálculo de superfícies

Fatores considerados	Peso	<i>Layout</i> 1	<i>Layout</i> 2	<i>Layout</i> 3
Melhor fluxo de pessoas	9	8	9	8
Menor Custo	8	6	4	9
Aproveitamento de espaço	9	10	9	8
Fluxo de veículos	9	7	10	8
Facilidade de movimentação de equipamentos	6	8	4	8
Nota Total		321	308	336

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Desse modo, o *layout* selecionado foi aquele que apresentou maior nota total, isto é, o *layout* 3. Esta alternativa propõe modificações mais simples de serem implantadas em

comparação às outras. Dentre as vantagens desta proposta está a oportunidade de executar alterações de menor custo, que não impliquem em reformas que obriguem a parar a produção, mas que tragam retornos visíveis em termos de melhoria do fluxo de processo e de maior aproveitamento de espaço, sendo possível ao longo do tempo implementar gradualmente as melhorias propostas nas demais alternativas, as quais neste momento não seriam viáveis por apresentarem alto custo.

## 6.6 Estimativa de Custos de Implantação do Projeto

Tomando-se como base uma equipe de trabalho composta por quatro operários com um salário médio de R\$ 2.000,00 trabalhando 44 horas semanais e prevendo-se 10 dias de execução dos serviços, o gasto estimado com mão-de-obra resultaria em R\$ 4.800,00.

O *layout* selecionado demanda 28 estruturas porta *pallets*, contendo 6 módulos de armazenagem distribuídos em 3 níveis de altura. O custo para uma estrutura sai em média R\$ 1.784,00, totalizando em R\$ 50.000,00 para a quantidade de porta *pallets* solicitada.

Também previu-se a instalação de estruturas *drywall* para a área de armazenagem de bobinas de embalagens plásticas, as quais custam cerca de R\$ 70,00 o metro quadrado. Logo, para a área destinada a instalação destas estruturas o gasto estimado seria de R\$ 2.100,00.

Além disso, contabiliza-se os gastos com materiais necessários à execução dos serviços, tais como: discos de corte, parafuso, porca, tinta, entre outros. Para tais materiais estima-se um gasto de R\$ 5.000,00. A Tabela 7 apresenta estimativas de custo relativo às alterações propostas pelo novo *layout*.

Tabela 8 – Estimativa de custo para implantação do novo *layout*

Item	Custo
<b>Estruturas porta <i>pallets</i></b>	R\$ 50.000,00
<b>Estrutura <i>drywall</i></b>	R\$ 2.100,00
<b>Mão-de-obra</b>	R\$ 4.800,00
<b>Material (disco de corte, tinta, parafuso, etc.)</b>	R\$ 5.000,00
<b>Total</b>	R\$ 61.900,00

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objeto principal o estudo de *layout* para os setores de empacotamento e armazenagem de produto final de uma empresa beneficiadora de arroz de médio porte. Os objetivos específicos foram diagnosticar possíveis situações de desajuste no *layout* atual dos setores citados, analisar e elaborar propostas para um novo *layout*, selecionar a melhor proposta e representá-la de maneira gráfica.

Durante o estudo foram encontradas situações de desajuste, tais como: falta de aproveitamento de espaço no setor de armazenagem de produto final, onde *pallets* carregados são dispostos uns sobre os outros, causando avaria do produto, perdas e retrabalhos; não utilização da mínima distância entre máquinas e materiais necessários à manutenções corretivas ou atividades de *setup*; condições deficientes na armazenagem de bobinas de embalagens plásticas uma vez que estas são expostas a grande quantidade de pó gerado pelo processo de beneficiamento do arroz; e, fluxo de circulação confuso, onde empilhadeiras e pessoas utilizam o mesmo espaço sendo suscetível a acidentes de trabalho.

Este estudo projetou alternativas de melhorias que podem ser implantadas e são viáveis ao processo da fábrica. Os benefícios gerados com o projeto de *layout* selecionado são: o melhor aproveitamento do espaço; redução do tempo nas operações; proteção e preservação de bobinas de embalagens plásticas que influenciam diretamente no processo de empacotamento, como, nos casos de paradas de máquinas, perdas de pacotes, retrabalho e tempos de *setup*.

A utilização da metodologia SLP foi fundamental para o estudo pois apresentou resultados satisfatórios e embasados para o desenvolvimento e escolha do novo *layout*, contribuindo para o alcance de todos os objetivos elencados neste trabalho.

Até o presente momento, o novo *layout* apresentado trata-se de uma proposta para a empresa, porém, espera-se que os resultados obtidos neste trabalho possam auxiliar os gestores da fábrica a aperfeiçoar seus processos produtivos rearranjando o *layout* e dimensionando corretamente os fatores de produção.



## REFERÊNCIAS

- ALONÇO, Airton dos Santos *et al.* **Cultivo do arroz irrigado no Brasil**. EMBRAPA. Nov. 2005. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrigadoBrasil/cap01.htm#sul>> Acesso em: 06 abr.2016
- ANTON, Charles Ivan; EIDELWEIN, Heloísa; DIEDRICH Hélio. **Proposta de melhoria no layout da produção de uma empresa do vale do taquari**. Revista destaques acadêmicos, vol. 4, n. 1, 2012 - CGO/UNIVATES. Disponível em: <<http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/viewFile/287/230>>. Acesso em: 06 abr. 2016.
- BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de tempos e movimentos: projeto e medida do trabalho**. Tradução da 6ª ed. Americana, Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1977.
- BLANK, Leland; TARQUIN, Anthony. **Engenharia Econômica**. 6 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.
- BRAGANTINI, Claudio; VIEIRA, Edson Herculano Neves. **Cultivo do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins**. Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, Nº 3. Nov. 2004. Disponível em: <[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrigadoTocantins/socagem\\_armaz\\_beneficiamento.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrigadoTocantins/socagem_armaz_beneficiamento.htm)> Acesso em 15 abr. 2016.
- CAMAROTTO, J. A. **Projeto de instalações industriais**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. Apostila de curso de Especialização em Gestão da Produção, 2005.
- COSTA, Adriano José de. **Otimização do layout de produção de um processo de pintura de ônibus**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia. Porto Alegre, 2004.
- Departamento de Engenharia de Produção, 2005. Disponível em: <[http://www.profosmarveras.xpg.com.br/arquivos/arranjo\\_fisico.pdf](http://www.profosmarveras.xpg.com.br/arquivos/arranjo_fisico.pdf)> Acesso em: 03 jun. 2016.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. – São Paulo: Atlas, 2010.
- HEIZER, Jay; RENDER, Barry. **Administração de operações – Bens e Serviços**. LTC, editora S.A. 2001.
- HIRSCHFELD, Henrique. **Engenharia Econômica e Análise de Custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- HOJI, Masakazu. **Administração financeira e orçamentária: Matemática financeira aplicada, Estratégias financeiras, Orçamento empresarial**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7 ed. – São Paulo: Atlas, 2010.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. **Fundamentos de Administração – Manual compacto para as disciplinas TGA e introdução à administração**. 2ª ed. São Paulo: Atlas S. A., 2011.

MIYAKE, Dario Ikuo. **Arranjo Físico de Sistemas de Produção**. Escola Politécnica da USP, 2005.

MUNIZ JUNIOR, Jorge; *et al.* **Administração da Produção**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2012. Disponível em:  
<<https://books.google.com.br/books?id=OHTX7DC9JgcC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>> Acesso em: 02 jun. 2016.

OLIVERIO, José Luiz. **Produtos, processos e instalações industriais**. Apostila. Editora: Ivan Rossi, São Paulo, 1985.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: UnicenP, 2007.

PEMBERTON, A. W. **Arranjo físico industrial e movimentação de materiais**. Livraria Interciência Ltda, Rio de Janeiro, 1977.

SANTOS, Luciano Costa; GOHR, Cláudia Fabiana; URIO, Luis César Siqueira. Planejamento sistemático de *layout* em pequenas empresas: uma aplicação em uma fábrica de baterias automotivas. **Revista espacios**, v. 35, n. 7, p. 14-35, abr/jun 2014. Disponível em:  
<<http://www.revistaespacios.com/a14v35n07/14350714.html>> Acesso em: 29 mai. 2026.

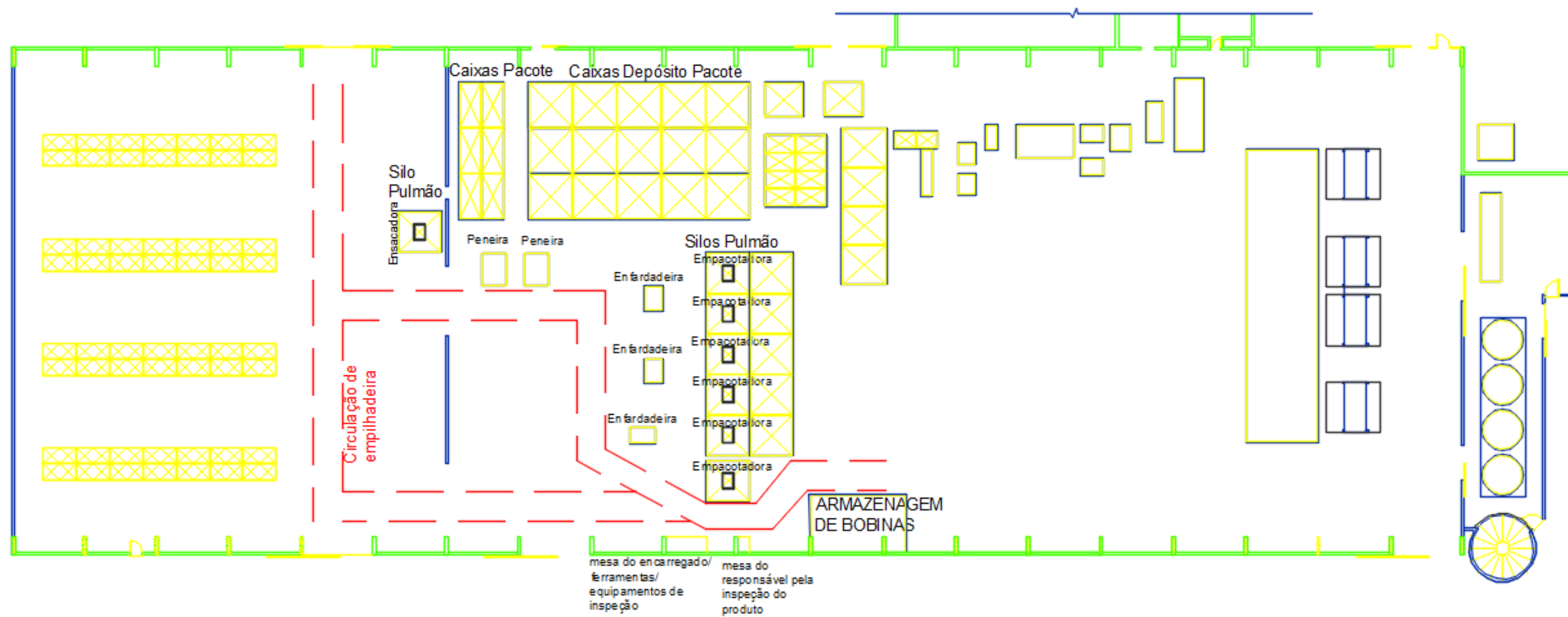
SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação**. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2009.

TOMPKINS, J. A.; WHITE, J. A.; BOZER, Y. A. *et al.* **Facilities Planning**. 2 ed. New York: John Wiley, 1996.

VIEIRA, Augusto C. G. **Manual de Layout**. Rio de Janeiro, 1971.

## APÊNDICE

APÊNDICE A – PROPOSTA DE *LAYOUT* 1

## APÊNDICE B – PROPOSTA DE LAYOUT 2

