

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

Proposta de layout para uma empresa do setor Metal Mecânico

Patrick Fernando Miyamoto Yanagiya

TCC-EP-2014

Maringá - Paraná
Brasil



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PROPOSTA DE LAYOUT PARA UMA EMPRESA DO SETOR METAL
MECÂNICO**

Engenharia de Operações e Processos da Produção
**Projeto de Fábrica e de Instalações Industriais: organização industrial,
layout/arranjo físico**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito de avaliação no curso de
graduação em Engenharia de Produção na
Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Aluno(a): Patrick Fernando Miyamoto Yanagiya
Orientador (a): Franciely Veloso Aragão

Maringá - Paraná

2014

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu falecido pai, Fernando Koji Yanagiya, que sempre me apoiou com muito amor e carinho durante toda a sua vida.

AGRADECIMENTOS

Queria agradecer aos meus pais Fernando e Deise, por sempre ter me acolhido com amor e carinho nos momentos mais difíceis, me apoiando mesmo quando cometi erros.

Agradeço também aos meus dois irmãos Michel e Eric, por todos momentos que compartilhamos juntos, sejam eles bons ou ruins. Sempre estavam presentes para ajudar um ao outro.

A minha namorada Mariana, que sempre esteve ao meu lado me dando conselhos e me acalmando nos momentos difíceis.

A professora orientadora Franciely, que me orientou da melhor forma possível, sempre sanando as dúvidas de forma clara e precisa.

Aos meus amigos de infância Thiago Pessin, Rodrigo, Rafael, Thiago Sato, e de todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que eu conseguisse completar mais esta etapa da minha vida.

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de realizar uma proposta de layout para o setor de latarias de uma empresa do ramo metal mecânico, visando aumentar a produtividade, diminuir movimentações excessivas de materiais e pessoas, melhorar a segurança e a organização do setor. Foram realizadas análises de vendas anuais dos produtos do setor em estudo, produtos e maquinários, fluxo produtivo, atual layout, bem como foram dimensionadas as áreas para os corredores de movimentação e as áreas para os maquinários. A proposta de layout foi realizada utilizando como base o método SLP (Planejamento, Sistemático de Layout), que utiliza de uma sequência de etapas que devem ser realizadas, até o desenvolvimento da proposta de layout. Conclui-se que a proposta de layout poderá contribuir para que os objetivos de aumento de produtividade, redução de movimentação de materiais e pessoas, além de melhorias em organização e segurança, sejam alcançados.

Palavras-chave: [Layout. Arranjo Físico. Estudo de Fluxo]

SUMÁRIO

<i>LISTA DE FIGURAS</i>	<i>VIII</i>
<i>LISTA DE TABELAS</i>	<i>IX</i>
<i>LISTA DE QUADROS</i>	<i>X</i>
<i>LISTA DE SIGLAS</i>	<i>XI</i>
<i>1 INTRODUÇÃO</i>	<i>1</i>
<i>1.1 JUSTIFICATIVA</i>	<i>2</i>
<i>1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA</i>	<i>2</i>
<i>1.3 OBJETIVOS</i>	<i>3</i>
<i>1.3.1 Objetivo geral</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2 Objetivos específicos</i>	<i>3</i>
<i>2 REVISÃO DE LITERATURA</i>	<i>4</i>
<i>2.1 FUNÇÕES ORGANIZACIONAIS</i>	<i>4</i>
<i>2.1.1 Finanças</i>	<i>4</i>
<i>2.1.2 Produção</i>	<i>5</i>
<i>2.1.3 Marketing</i>	<i>5</i>
<i>2.1.4 Outras Funções de Suporte</i>	<i>5</i>
<i>2.2 SISTEMAS PRODUTIVOS</i>	<i>7</i>
<i>2.2.1 Classificação dos sistemas produtivos</i>	<i>7</i>
<i>2.2.1.1 Processos de Projeto</i>	<i>9</i>
<i>2.2.1.4 Processos de produção em massa</i>	<i>10</i>
<i>2.3 ARRANJO FÍSICO</i>	<i>12</i>
<i>2.3.1 Tipos de Arranjo Físico</i>	<i>14</i>
<i>2.3.1.1 Arranjo físico posicional</i>	<i>14</i>
<i>2.3.1.3 Arranjo físico por produto</i>	<i>16</i>
<i>2.3.1.4 Arranjo físico celular</i>	<i>18</i>
<i>2.4 ESTUDO DE FLUXO</i>	<i>19</i>
<i>2.4.1 Mapeamento de processos</i>	<i>21</i>
<i>2.4.2 Planejamento Sistemático de Layout (SLP)</i>	<i>22</i>
<i>2.4.2.1 Carta de - para</i>	<i>22</i>
<i>2.4.2.5 Planta do local e modelos</i>	<i>26</i>
<i>2.5 DIMENSIONAMENTO DE ÁREAS</i>	<i>26</i>

2.5.1 Dimensionamento dos maquinários	26
2.5.2 Dimensionamento de corredores.....	27
3 METODOLOGIA.....	28
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	28
3.2 COLETA DE DADOS.....	28
4 DESENVOLVIMENTO.....	31
4.1 EMPRESA.....	31
4.2 DEFINIÇÃO DO SETOR DE LATARIAS	31
4.2.1 Descrição dos Maquinários.....	33
4.2.1.1 Guilhotina.....	33
4.2.1.4 Prensa Excêntrica de 22 e 40 toneladas	35
4.2.1.6 Máquina de Solda Mini MIG 250 Amperes.....	38
4.2.2 Matéria Prima	39
4.2.3 Produtos	40
4.3 LAYOUT ATUAL.....	42
4.3.1 Carta de Multiprocessos.....	42
4.3.2 Fluxograma	43
4.3.3 Projeto do layout atual.....	47
4.4 PROPOSTA DE LAYOUT.....	49
4.4.1 Dimensionamento das áreas necessárias para as máquinas	49
4.4.2 Dimensionamento dos corredores.....	50
4.4.3 Diagrama de relacionamento.....	51
4.4.4 Diagrama de arranjo de atividades.....	52
4.4.5 Diagrama de relações de espaço.....	53
4.4.6 Projeto do novo layout	54
4.5 ANÁLISE DAS DISTÂNCIAS ENTRE ATIVIDADES.....	59
5 CONCLUSÕES.....	62
6 SUGESTÕES DE MELHORIA	64
7 REFERÊNCIAS	65

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESTRUTURA OPERACIONAL	4
FIGURA 2 - MODELO DE ARRANJO FÍSICO POSICIONAL	15
FIGURA 3 - MODELO DE ARRANJO FÍSICO FUNCIONAL.....	16
FIGURA 4 - MODELO DE ARRANJO FÍSICO POR PRODUTO NA MANUFATURA DE PAPEL	17
FIGURA 5 - MODELO DE ARRANJO FÍSICO CELULAR	19
FIGURA 6 - FLUXO EM LINHA RETA	20
FIGURA 7 - FLUXO EM ZIG-ZAG	20
FIGURA 8 - FLUXO EM FORMATO DE U	20
FIGURA 9 - FLUXO EM FORMATO CIRCULAR	21
FIGURA 10 - DIAGRAMA DE ARRANJO DE ATIVIDADES	25
FIGURA 11 - DIAGRAMA DE RELAÇÕES DE ESPAÇO.....	25
FIGURA 12 - ILUSTRAÇÃO DE AJUSTE DO ARRANJO NO ESPAÇO DISPONÍVEL.....	26
FIGURA 13 - GUILHOTINA NEWTON CAP 5X2000	33
FIGURA 14 - PLASMA.....	34
FIGURA 15 - DOBRADEIRA MANUAL	35
FIGURA 16 - PRENSA EXCÊNTRICA DE 40 TONELADAS	36
FIGURA 17 - PRENSA EXCÊNTRICA DE 22 TONELADAS	36
FIGURA 18 - PRENSA HIDRÁULICA DE 70 TONELADAS.....	37
FIGURA 19 - PRENSA HIDRÁULICA DE 500 TONELADAS.....	38
FIGURA 20 - MÁQUINA DE SOLDA MINI MIG 250A	39
FIGURA 21 - CHAPA LAMINADA FRIA SAE 1070	40
FIGURA 22 - TRANSMISSÃO COMPLETA	41
FIGURA 23 - SUPORTE LADO ESQUERDO CAIXA DE FACA.....	41
FIGURA 24 - PONTEIRA SULCADOR SOLLUS SPP2000	42
FIGURA 25 - FLUXOGRAMA PRODUTO A.....	44
FIGURA 26 - FLUXOGRAMA PRODUTO B	45
FIGURA 27 - FLUXOGRAMA PRODUTO C	46
FIGURA 28 - LAYOUT ATUAL	48
FIGURA 29 - DIAGRAMA DE ARRANJO DE ATIVIDADES PARA O SETOR DE LATARIAS	53
FIGURA 30 - DIAGRAMA DE RELAÇÕES DE ESPAÇO PARA O SETOR DE LATARIAS.....	54
FIGURA 31 - PROPOSTA DE LAYOUT	58

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - EXEMPLO CARTA DE - PARA	23
TABELA 2 – QUANTIDADE DE COLABORADORES POR OPERAÇÃO.....	32
TABELA 3 - ESPECIFICAÇÕES DAS CHAPAS.....	39
TABELA 4 - CARTA DE MULTIPROCESSOS	43
TABELA 5 – DIMENSIONAMENTO DOS MAQUINÁRIOS.....	50
TABELA 6 - LARGURA DOS EQUIPAMENTOS E MATERIAIS.....	50
TABELA 7 - ANÁLISE DE DISTÂNCIAS ENTRE O LAYOUT ATUAL E A PROPOSTA DE LAYOUT ...	59
TABELA 8 - DISTÂNCIA PERCORRIDA PELOS PRODUTOS A, B E C NO LAYOUT ATUAL	60
TABELA 9 - DISTÂNCIA PERCORRIDA PELOS PRODUTOS A, B E C NA PROPOSTA DE LAYOUT ...	61

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - EXEMPLOS DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO	7
QUADRO 2 - ASPECTOS SEGUNDO OS QUAIS OS PROCESSOS PRODUTIVOS DIFEREM.....	9
QUADRO 3 - CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	12
QUADRO 4 - ALGUNS SÍMBOLOS DE MAPEAMENTO DE PROCESSOS COMUNS.....	21
QUADRO 5 - PASSOS DE PLANEJAMENTO DE ARRANJO FÍSICO FUNCIONAL (SLP).....	22
QUADRO 6 - ILUSTRAÇÃO DE DIAGRAMA DE RELACIONAMENTO ENTRE ATIVIDADES	24
QUADRO 7 - DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS NO SETOR DE LATARIAS	52

LISTA DE SIGLAS

SLP – PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE LAYOUT

PR - PARANÁ

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as empresas de bens ou serviços necessitam manter-se competitivas no mercado, e então devem adaptar seus sistemas produtivos para a melhoria contínua da produtividade, possuindo sistemas flexíveis de produção, rapidez no projeto, baixo *lead times* e estoques, ou não terão espaço nesse processo de globalização. (TUBINO, 2000).

Ritzman e Krajewski (2004) afirmam que os arranjos físicos das instalações de uma empresa influem significativamente sobre os custos operacionais, os preços que cobra por bem e serviços, assim como a sua capacidade para concorrer no mercado. Segundo o autor, o arranjo físico contribui para uma boa comunicação dos planos de produto e das prioridades competitivas de uma empresa, como:

- a. Melhoria no fluxo de materiais e informações;
- b. Aumento na eficiência de mão-de-obra e equipamentos;
- c. Aumento na conveniência do cliente e as vendas;
- d. Redução de acidentes no ambiente de trabalho;
- e. Aumento da autoestima dos funcionários
- f. Melhoria na comunicação.

Segundo Machline (1990) os problemas envolvendo arranjos físicos industriais são complexos e difíceis de serem formulados e analisados, pois abrangem um grande conjunto de combinações e variáveis. Devido a sua complexidade, muito projetistas vem utilizando técnicas subjetivas para o desenvolvimento e avaliação do *layout*, como a adivinhação ou utilizando ideias sem embasamento teórico para a resolução dos problemas, e isso é um absurdo, pois cada indústria possui suas características próprias que devem ser analisadas e levadas em conta para projetar um *layout*.

Ao logo desse trabalho será apresentado um estudo de caso em uma empresa do ramo metal mecânico, essa empresa situada na cidade de Maringá, que atua na fabricação de peças e componentes agrícolas. A empresa está em grande crescimento e com isso houve a necessidade da aquisição de novas máquinas e equipamentos as quais foram alocadas sem estudo sistemático, gerando movimentações excessivas de materiais, produtos e pessoas, e o uso

ineficiente do espaço físico disponível. Dessa forma, este trabalho irá propor um *layout* funcional para a empresa Favoretto e Granada.

1.1 JUSTIFICATIVA

O arranjo físico busca uma combinação ótima das instalações industriais, visa harmonizar e integrar equipamentos, mão de obra, material, áreas de movimentação, estocagem, administração, mão de obra indireta, enfim todos os itens que possibilitam uma atividade industrial (BORBA, 1998).

A empresa em estudo, disponibiliza para o mercado uma ampla linha de peças e componentes agrícolas, que são compatíveis com os maquinários das marcas líderes do segmento agrícola. E visto que o setor agrícola no Brasil está em grande expansão, com cada vez mais o emprego de modernas máquinas no campo, a empresa em estudo para manter-se competitiva no mercado frente à grande concorrência que vem sofrendo, como dos produtos Chineses, busca melhorar continuamente seu sistema produtivo.

A proposta de arranjo físico visa solucionar problemas atuais na empresa como: má alocação de maquinários, equipamentos e materiais; movimentação excessiva de material e pessoal; sequenciamento e fluxo das operações desordenado; espaço físico mal utilizado.

Desta forma, o intuito é trazer benefícios para a empresa como aumento da produtividade, com a redução de tempo gasto com movimentação, definição de um fluxo de produção, e realocação de maquinários e equipamentos a fim de utilizar da melhor maneira o espaço físico disponível. E com o aumento da produtividade os custos unitários por peças serão menores, diminuindo a diferença de valor, frente aos produtos Chineses.

1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

Este trabalho foi realizado em uma empresa localizada no noroeste Paranaense, no município de Maringá, onde chamaremos essa empresa de empresa X, para preservar sua identidade. Neste trabalho realizou-se uma proposta de *layout* funcional, sendo o ambiente de estudo o setor produtivo da empresa, mais especificamente o setor de latarias.

O problema enfrentado na empresa X é a baixa produtividade, devido principalmente a excessiva movimentação de materiais e pessoas. Outros problemas são a má alocação dos maquinários, equipamentos e setores o que torna o ambiente de trabalho perigoso e desorganizado.

1.3 OBJETIVOS

A seguir serão apresentados os objetivos deste trabalho, divididos em dois tópicos o objetivo geral e os objetivos específicos, que serão mais detalhados nos tópicos a seguir.

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma proposta de *layout* para uma empresa do setor metal mecânico.

1.3.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, tem-se:

- Analisar o fluxo produtivo da empresa e descreve-lo;
- Analisar a disposição de equipamentos, materiais e instalações atuais;
- Dimensionar as áreas de produção e equipamentos;
- Realizar a proposta de *layout*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo traz embasamento teórico sobre funções organizacionais, sistemas produtivos e arranjo físico. Que servirão de base para o desenvolvimento da proposta de *layout*.

2.1 FUNÇÕES ORGANIZACIONAIS

Segundo Tubino (2000) os sistemas produtivos são agrupados em três funções básicas: Finanças, Produção e marketing. Onde o sucesso de um sistema produtivo depende da forma como essas três funções se relacionam. Ainda segundo o autor para que haja um melhor relacionamento entre as funções, deve haver um compartilhamento de informações entre as funções nas tomadas de decisões, para o desempenho eficiente de todo o sistema. A Figura 1, traz a correlação entre as três funções.

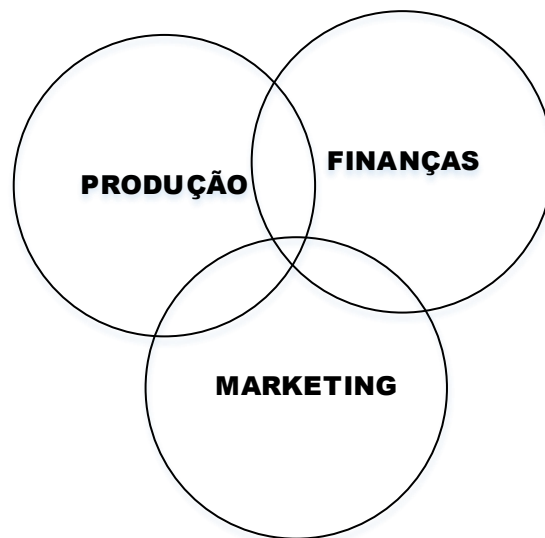


Figura 1 - Estrutura Operacional
Fonte: Adaptado Tubino (2000)

2.1.1 Finanças

A função finanças é a responsável por administrar os recursos financeiros da empresa, devendo também em conjunto com produção e marketing, preparar um orçamento de longo prazo prevendo receitas e despesas que ocorrerão Tubino (2000). Ainda segundo o autor a função finanças deve considerar a necessidade de recursos financeiros para operacionalizar a

capacidade produtiva projetada bem como a provisão desses recursos financeiros por meio de fontes de financiamento, sendo a venda dos bens ou serviços a principal delas.

2.1.2 Produção

De acordo com Tubino (2000) a função produção não se limita apenas as operações de fabricação e montagem de bens, mas também a atividades de armazenagem, movimentação, entretenimento, aluguel e outras funções quando estas estão voltadas para a área de serviços. O autor complementa dizendo que a função de produção é o responsável por gerar os bens ou serviços comercializados por uma empresa.

Conforme destacam Martins e Laugeni (2005) a função produção é compreendida como o conjunto de atividades que levam a transformação de um bem tangível em um outro com maior utilidade.

2.1.3 Marketing

A função marketing é o responsável em vender e promover os bens e serviços produzidos por uma empresa, sendo o responsável por tomar decisões sobre estratégias de publicidade e estimativas de preços para os produtos, além de entrar em contato com clientes buscando informações sobre potenciais necessidades dos clientes, para assim visar o desenvolvimento de novos bens e serviços, Tubino (2000).

2.1.4 Outras Funções de Suporte

De acordo com Tubino (2000) com o crescimento dos sistemas produtivos, uma série de funções foram derivadas das funções básicas (Produção, Marketing e Finanças) e foram agrupadas em departamentos de suporte ou apoio, que serão apresentadas abaixo:

a. Engenharia

A engenharia assume todas as funções técnicas de projeto dos produtos e dos processos de fabricação e montagem dos bens ou serviços. Esta pode subdividir-se em Engenharia do Produto, envolvendo o projeto do produto com desenhos, parâmetros dimensionais ou em

engenharia do Processo que envolve a definição do roteiro de fabricação e montagem dos produtos projetados. O planejamento e controle de produção usam essas informações da engenharia para identificar o que e como produzir os produtos solicitados pelos clientes.

b. Compras/Suprimentos

Possui a responsabilidade de suprir o sistema produtivo com as matérias primas, componentes, materiais indiretos e equipamentos necessários à produção dos bens ou serviços. E para isso busca fornecedores que queiram relacionar-se em uma base mais sólida de planejamento, sendo mantidos como fornecedores enquanto provarem ser confiáveis. O planejamento de controle da produção relaciona-se com compras, passando-lhe informações sobre necessidades de reposição de materiais, prazos requeridos e as quantidades necessárias para o atendimento de um programa de produção.

c. Manutenção

Encarrega-se de manter os equipamentos e instalações utilizados no sistema produtivo em perfeito estado de uso, podendo ser responsável também pela produção do ferramental, de pequenas máquinas, e pelas condições ambientais de salubridade e segurança. O planejamento e controle da produção tendo interesse no bom andamento das atividades de manutenção, exigem do setor da manutenção relatórios sobre as condições físicas dos equipamentos e maquinários.

d. Recursos Humanos

Tem por responsabilidade recrutar e treinar novos funcionários, estabelecendo relações trabalhistas, e ficando a cargo das negociações de contratos, pagamento de salários, além de fazer com que os mesmos se sintam motivados no trabalho. O planejamento e controle da produção relaciona-se com recursos humanos a longo prazo, definindo a quantidade a ser produzida para atender a demanda do mercado, para que assim seja recrutado e dado treinamento aos funcionários, e a curto prazo programando os recursos produtivos onde os funcionários serão alocados.

2.2 SISTEMAS PRODUTIVOS

Tubino (2007) define sistemas produtivos como um sistema que transforma por meio de um processamento, entradas (insumos) em saídas (produtos) que são de interesse dos clientes. Podendo os sistemas de produção estar voltados para a geração de bens quando o produto fabricado é tangível ou de serviços quando o produto gerado é intangível.

Para Russomano (2000) sistemas produtivos é um processo organizado, que utiliza insumos e os transforma em bens ou executa serviços, onde ambos devem se apresentar dentro dos padrões de qualidade e preço e ter procura efetiva. O Quadro 1 abaixo, traz exemplos de sistemas de produção.

Quadro 1 - Exemplos de Sistemas de Produção

INSUMOS	UNIDADE DE TRANSFORMAÇÃO	BENS OU SERVIÇOS
Caixas, Pessoal, Computador, Instalações, Energia, Seguranças	Banco	Empréstimos, Depósitos, Recebimento De Contas, Cadernetas De Poupança
Médicos, Enfermeiras, Pessoal, Equipamento, Instalações, Energia	Hospital	Serviços De Saúde, Pacientes Curados, Pesquisa
Equipamento, Instalações, Mão-De-Obra, Energia, Matérias-Primas	Manufatura	Produtos Acabados E Assistência Técnica

Fonte: Adaptado Russomano (2000)

2.2.1 Classificação dos sistemas produtivos

Segundo Corrêa e Corrêa (2012) na tentativa de identificar padrões na ampla variedade de processos produtivos, pode-se enumerar alguns aspectos nos quais as unidades produtivas diferem umas das outras, como será apresentado a seguir:

a. Volume de fluxo processado

Existem processos produtivos que processam altos volumes de fluxo (transporte público, fábricas de cimento, usinas de álcool) e outros processos que lidam com baixos

volumes de fluxo (fabricante de máquinas especiais, consultório odontológico, costureiro de alta costura);

b. Variedade de fluxo processado

Há processos que só utilizam um tipo de fluxo que percorre a mesma sequência de etapas (o metrô, usina de aço, fábricas de vidro plano) e outros que lidam com uma variedade de fluxos, onde cada uma possui uma etapa diferente de sequenciamento produtivo (um restaurante de luxo, fábrica de moldes especiais);

c. Recurso dominante

Existem processos onde há grande participação de pessoas para sua execução, sendo o recurso humano o recurso dominante (consultoria, serviço médico). E há processos onde o recurso dominante é o tecnológico (máquinas, equipamentos);

d. Incrementos de capacidade

Alguns processos só conseguem incrementar a capacidade produtiva em grandes degraus de cada vez, sendo seus recursos de grande porte, não permitindo incrementos graduais (Tratamento de água, plantas petroquímica). Já outros permitem que a capacidade seja incrementada de forma gradual (escritório de advocacia, alfaiataria, salão de beleza);

e. Critério competitivo de vocação

Alguns processos têm maior vocação para serem mais eficientes, mas apresentam baixo desempenho em flexibilidade (plantas químicas, restaurantes tipos bandejão), e já outros processos possuem alta flexibilidade mais com baixa eficiência (restaurante de luxo, alfaiate sob encomenda).

O Quadro 2 a seguir, traz os aspectos segundo os quais os processos produtivos diferem entre si.

Quadro 2 - Aspectos segundo os quais os processos produtivos diferem

Aspecto	Contínuos de variação dos processos	
Volume de fluxo processado	Baixo	Alto
Variedade de fluxo processados	Alta	Baixa
Recurso dominante	Pessoas	Tecnologia
Incrementos de capacidade	Graduais	Em grandes degraus
Critério competitivo de vocação	Flexibilidade	Eficiência

Fonte: Adaptado Corrêa e Corrêa (2012)

Slack et al. (2006) classifica os processos em ordem de volume crescente e variedade decrescente em cinco tipos: processos de projeto; processos por tarefa; processos em lotes; processos de produção em massa; processos contínuos. Estes itens serão abordados a seguir.

2.2.1.1 Processos de Projeto

De acordo com Slack et al. (2006) os processos de projeto lidam com produtos bastante customizados, sendo as atividades envolvidas na execução dos produtos mal definidas e incertas, podendo gerar modificações durante o processo de produção, e isso gera lead time produtivo muito longo.

Um processo de projeto situa-se no extremo da customização elevada e do baixo volume do continuum da escolha do processo. A sequência de operações e o processo envolvido em cada uma delas são únicos para o projeto, criando produtos ou serviços únicos, feitos para atender aos pedidos dos clientes (RITZMAN e KRAJEWSKI, 2004, p. 31).

Alguns exemplos de processos por projeto segundo Tubino (2000), são os utilizados na fabricação de navios, aviões, usinas hidroelétricas.

2.2.1.2 Processos por tarefa

De acordo com Corrêa e Corrêa (2012) processos por tarefa são utilizados para a produção de pequenos lotes, onde há uma grande variedade de produtos e os roteiros para a fabricação destes produtos são variados, sendo mais associados com arranjos físicos funcionais. Ainda segundo o autor os trabalhadores nesse tipo de processo ficam a cargo de produzir o

produto todo, necessitando ser polivalentes, e para isso necessitam de equipamentos universais e muito flexíveis. Já para Ritzman e Krajewski (2004) o processo por tarefa tem maior flexibilidade porém a customização é relativamente elevada, sendo o volume de produção reduzido.

2.2.1.3 Processos em lotes

Stevenson (2001) os processos em lotes são utilizados quando a empresa precisa produzir produtos similares em volumes moderados. Utilizando para isso os mesmos requisitos e equipamentos necessários para a operação, variando poucas coisas. Tubino (2000) relata que os processos são padronizados em lotes, e seguem uma série de operações que necessitam ser programada à medida que as operações anteriores são finalizadas. Slack et al. (2002) conclui dizendo que como a produção é feita em lotes, então tem períodos que a operação é repetitiva até finalizar o lote.

Segundo Corrêa e Corrêa (2012) o processo em lotes é utilizado quando a empresa tem uma linha de produtos relativamente estabilizada de variedade alta, sendo utilizado o arranjo físico funcional devido ao alto grau de flexibilidade requerida. O autor cita alguns exemplos de indústrias que utilizam o processo em lotes: indústrias de embalagem, indústrias de embalagem, indústrias químicas de especialidades.

2.2.1.4 Processos de produção em massa

Segundo Ritzman e Krajewski (2004) processos de produção em massa, pode ser denominada também como processo em linha ou processo de fabricação.

Tubino (2000) define processos de produção em massa, como sendo processos utilizados para a produção em grande escala sendo os produtos altamente padronizados. Slack (2002) complementa dizendo que neste tipo de processo a variedade é relativamente estreita.

De acordo com Stevenson (2001) os trabalhadores utilizados neste tipo de processo são em geral pouco qualificados, já os equipamentos devido à alta padronização, volumes altos de produção são equipamentos relativamente caros e altamente especializados.

2.2.1.5 Processos contínuo

Segundo Slack et al. (2002) processos contínuos diferem dos processos de produção em massa, por apresentarem volumes de produção maiores, porém tem uma variedade ainda menor. Nesses processos normalmente operam-se em período de tempos muito longos, podendo ser literalmente contínuos no sentido de que os produtos são inseparáveis e produzidos em um fluxo ininterrupto.

De acordo com Tubino (2000) os processos contínuos são utilizados quando existem alta uniformidade na produção e baixa flexibilidade no sistema, sendo os produtos e os processos produtivos totalmente interdependentes o que favorece a automatização. Porém este tipo de processo necessita de altos investimentos em equipamentos e instalações, sendo a mão de obra pouco qualificada, utilizado apenas para a condução e manutenção das instalações.

Ritzmans e Krajewski citam alguns exemplos de indústrias que utilizam o processo contínuo de produção: Indústrias químicas, Indústrias cervejeiras e Indústrias de alimentos.

O Quadro 3 a seguir, traz as características que diferem um determinado processo do outro, levando-se em conta diversos fatores como volume produzido, variedade de produtos, flexibilidade, *layout*, dentre outros.

Quadro 3 - Características dos sistemas de produção

	Contínuo	Repetitivo em Massa	Repetitivo em Lotes	Por Tarefa	Projeto
Volume de produção	Alto	Alto	Médio	Baixo	Baixo
Variedade de produtos	Pequena	Média	Grande	Grande	Pequena
Flexibilidade	Baixa	Média	Alta	Alta	Alta
Qualificação da mão de obra	Baixa	Média	Alta	Alta	Alta
Layout	Por Produto	Por Produto	Por Processo	Por Processo	Por Processo
Capacidade ociosa	Baixo	Baixo	Média	Média	Alta
Lead times	Baixo	Baixo	Médio	Alto	Alto
Fluxo de informações	Baixo	Médio	Alto	Alto	Alto
Produtos	Contínuos	Em lotes	Em lotes	Em lotes	Unitário

Fonte: Adaptado Tubino (2000)

2.3 ARRANJO FÍSICO

“A palavra de origem inglesa para arranjo físico é *layout*. Esta palavra, a rigor, consta nos dicionários brasileiros com a grafia *leiaute* [...]” (PEINADO E GRAEML, 2004, p. 199).

Segundo Slack et al. (2009) arranjo físico diz respeito ao posicionamento físico dos recursos transformadores, ou seja, decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da operação. Já Ritzman e Krajewski (2004) afirma que o planejamento do arranjo físico envolve decisões sobre a disposição dos centros de atividades econômica em uma empresa, ou seja qualquer coisa que utilize espaço. A meta consiste em permitir que os equipamentos e os funcionários operem com mais eficácia.

O arranjo físico procura uma combinação ótima das instalações industriais e de tudo que concorre para a produção, dentro de um espaço disponível. Visa harmonizar e integrar equipamentos, mão de obra, material, áreas de movimentação, estocagem, administração, mão de obra indireta, enfim todos os itens que possibilitam uma atividade industrial. (BORBA, 1998, p. 5).

Corrêa e Corrêa (2012) diz que as decisões sobre arranjo físico não são tomadas exclusivamente quando se projeta uma nova instalação, mas devem sempre ser reavaliadas e modificadas sempre que houver alguma das alterações como citadas abaixo:

- Aquisição de um novo maquinário que consuma espaço ou retirada de algum já existente ou quando há modificação quanto a sua localização;
- Quando houver uma expansão ou redução da área da instalação;
- Ocorre mudança relevante dos fluxos físicos;
- Expansão do mix de produtos, que afetem significativamente os fluxos;
- Quando ocorrer mudança do sistema produtivo utilizado.

Para Davis et al. (2001) o objetivo de um arranjo físico é proporcionar um fluxo de matérias através da fábrica, que seja de fácil entendimento tanto para clientes como trabalhadores em uma organização.

De acordo com Slack et al. (2009) os principais objetivos de um arranjo físico são:

- a. Aumentar a segurança estabelecendo sinalização para áreas que representam perigo, assim como para as saídas de emergência;
- b. Facilitar um melhor fluxo de materiais, informações ou clientes, de modo a atender aos objetivos da operação;
- c. Maior clareza no fluxo de materiais e clientes, sinalizando de forma clara e evidente;
- d. Melhorar o bem estar do funcionário, oferecendo um ambiente de trabalho com boa iluminação, ventilação em um ambiente agradável;
- e. Possibilitar a fácil localização da supervisão pelos funcionários e melhor comunicação;
- f. Permitir espaço adequado para limpeza e manutenção de máquinas, equipamentos e instalações;
- g. Utilizar o espaço físico disponível de uma maneira adequada;
- h. Possibilitar futuras alterações de *layout* à medida que haja necessidade de mudança de operação.

2.3.1 Tipos de Arranjo Físico

De acordo com Ritzman e Krajewski (2004) a escolha do tipo de arranjo físico depende da escolha do processo.

“O tipo de arranjo físico é a forma geral do arranjo de recursos produtivos da operação, e é em grande parte determinado pelo tipo de produto, tipo de processo de produção e volume de produção” (BORBA, 1998, p. 8).

Segundo Slack et al. (2009) os arranjos físicos dividem-se em quatro tipos: arranjo físico posicional; arranjo físico funcional; arranjo físico celular; arranjo físico por produto. A seguir, cada um desses tipos de arranjo físico será mostrado como mais detalhes.

2.3.1.1 Arranjo físico posicional

O arranjo físico posicional segundo Slack et al (2009) é conhecido também como arranjo físico de posição fixa, sendo indicado quando o produto ou o sujeito do serviço possui grandes dimensões ou é muito delicado, ficando inviável sua movimentação. Ritzman e Krajewski (2004) complementa que neste tipo de arranjo físico o produto permanece fixo em um determinado local e então os funcionários, ferramentas e equipamentos, dirigem-se até o produto para trabalhar nele.

Stevenson (2001) afirma que os custos administrativos são frequentemente muito mais elevados neste tipo de arranjo físico, devido as numerosas atividades diversificadas que são utilizadas nesses projetos, uso de mão de obras qualificadas e esforços especiais são necessárias para coordenar as atividades.

O arranjo físico posicional segundo MARTINS e LAUGENI (2005) “É recomendado para um produto único, em quantidade pequena ou unitária e, em geral, não repetitivo.”

Ritzman e Krajewski (2004) completa afirmando que o arranjo físico posicional frequentemente é a única solução viável, quando o produto possui restrições quanto a sua movimentação.

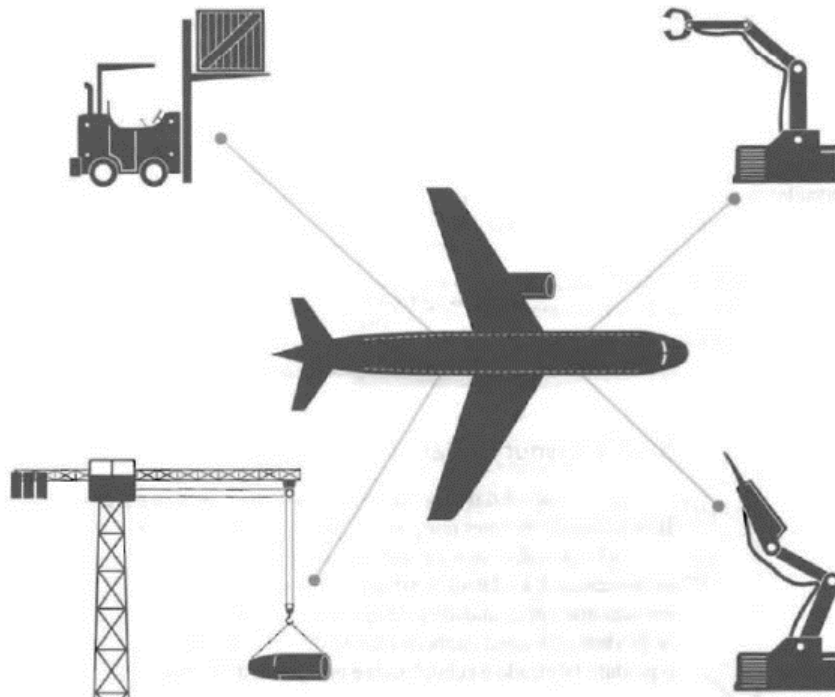


Figura 2 - Modelo de Arranjo Físico Posicional

Fonte: Martins e Laugeni (2005)

2.3.1.2 Arranjo físico por processo ou funcional

Segundo Peinado e Graeml (2004) o arranjo físico por processo é conhecido também como arranjo físico funcional, pois agrupa em uma mesma área, todos os processos e equipamentos do mesmo tipo e função. Podendo agrupar em uma mesma área, operações ou montagens semelhantes, onde os materiais e produtos se deslocam procurando os processos necessários.

Ritzman e Krajewski (2004) afirma que este tipo de *layout* é mais comum quando a mesma operação precisa produzir de modo intermitente muitos produtos diferentes, e atender a diversos clientes.

De acordo com Borba (1998) em virtude desse tipo de *layout* precisar realizar uma grande variedade de processos de manufatura, há a necessidade de mão de obra especializada.

Corrêa e Corrêa (2012) diz que o arranjo físico funcional tem a possibilidade de lidar com diferentes roteiros para os fluxos, sendo considerada portanto bastante flexível. Por outro lado, quando os fluxos começam a ficar intensos, faz com que os fluxos se cruzem, acarretando

piora na eficiência e aumento no tempo de atravessamento de fluxos. Ainda segundo o autor neste tipo de *layout* deve-se aproximar os setores que tenham fluxos intensos entre si, para evitar deslocamentos desnecessários. A Figura 3 a seguir, apresenta um exemplo de arranjo físico por processo ou funcional.

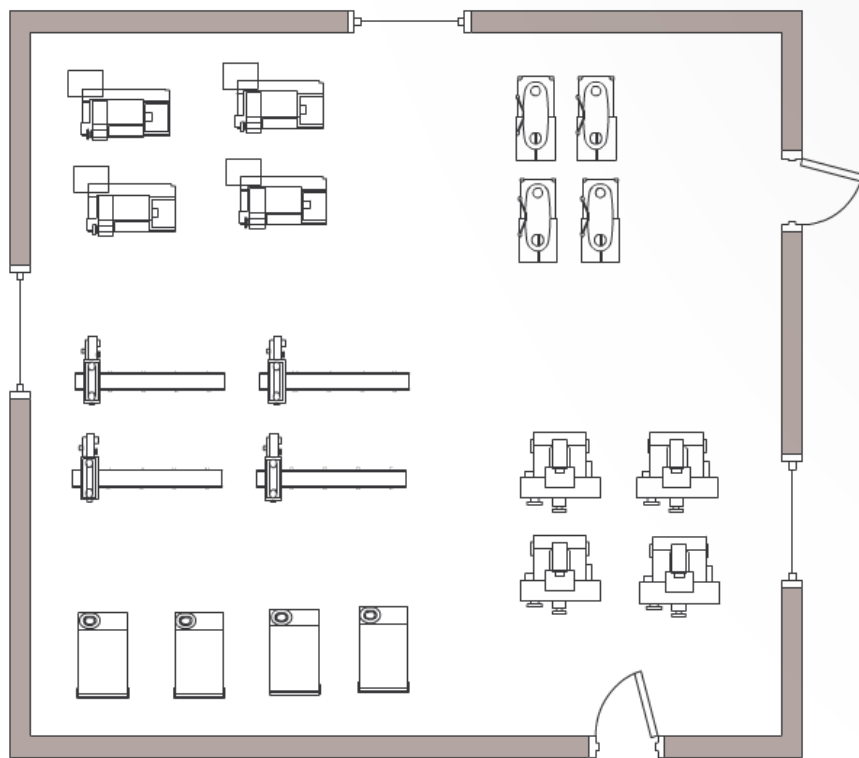


Figura 3 - Modelo de arranjo físico funcional

Fonte: Peinado e Graeml (2007)

2.3.1.3 Arranjo físico por produto

De acordo com Slack et al. (2009) no arranjo físico por produto, os recursos em transformação seguem um fluxo predefinido. E devido a esse motivo, este arranjo físico é conhecido também como arranjo físico em fluxo ou em linha. Peinado e Graeml (2004) complementa que o arranjo em linha, não se trata necessariamente de uma disposição em linha reta, pois esta disposição tende a ficar muito longa exigindo áreas grandes, e isso nem sempre é possível. Para contornar este problema é comum o uso de linhas em formato de “U” ou “S”, ou outra forma de circuito diferente que se adeque ao espaço físico disponível.

No *layout* em linha, as máquinas ou as estações de trabalho são colocadas de acordo com a sequência das operações e são executadas de acordo com a sequência estabelecida sem caminhos alternativos. O material percorre um caminho previamente determinado no processo. (MARTINS e LAUGENI, 2005, p. 138).

Segundo Slack et al. (2009) o arranjo físico por produto é muito fácil de controlar, devido ao fluxo de produtos, informações ou clientes ser muito claro é previsível. Stevenson (2001) complementa dizendo que como cada item obedece a mesma sequência de operações, torna-se possível utilizar um equipamento de percurso fixo para movimentação de materiais, como correias transportadoras para o transporte de material entre as operações.

Segundo Borba (1998) este tipo de arranjo físico é ideal quando se tem apenas um produto ou produtos similares, ou seja baixa flexibilidade e grandes volumes de fabricação, sendo o processo produtivo simples.

Martins e Laugeni (2005) conclui dizendo que este tipo de arranjo físico requer altos investimentos em maquinários, gera monotonia e estresse nos operadores e pode apresentar problemas na qualidade dos produtos fabricados.

A Figura 4 abaixo, traz um modelo de arranjo físico por produto, utilizado na manufatura de papel.

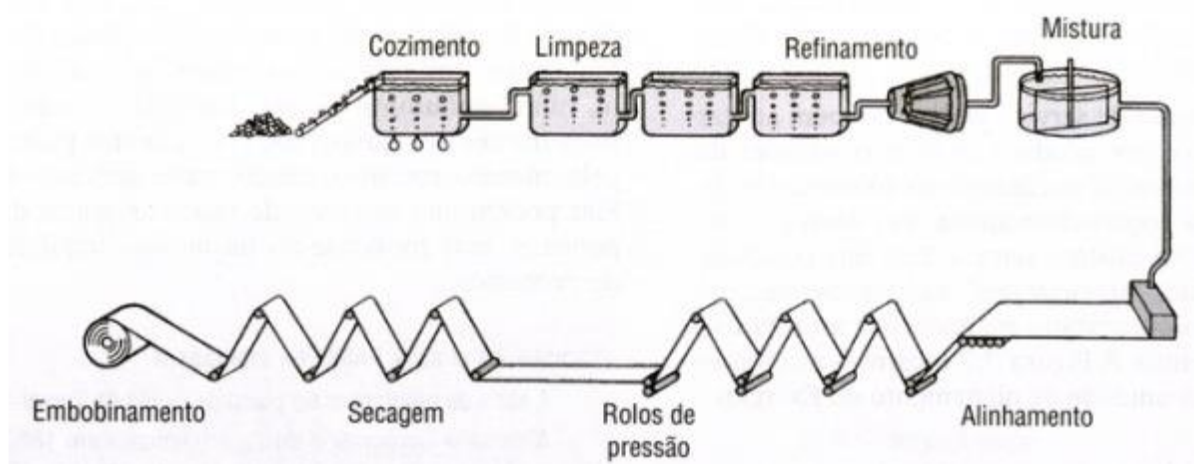


Figura 4 - Modelo de arranjo físico por produto na manufatura de papel
Fonte: Slack et al. (2009)

2.3.1.4 Arranjo físico celular

De acordo com Peinado e Graeml (2004) o arranjo físico do tipo celular tenta unir as vantagens do arranjo físico por processo com as vantagens do arranjo físico por produto. A célula de manufatura consiste em arranjar em um só local, máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro. E então o material se deslocara dentro da célula buscando os processos necessários, porém o deslocamento ocorre em linha.

O arranjo físico celular é aquele em que os recursos transformados, entrando na operação, são pré-selecionados (ou pré-selecionam-se a si próprios) para movimentar-se para uma parte específica da operação (ou célula) na qual todos os recursos transformadores necessários a atender às suas necessidades imediatas de processamento se encontram. (SLACK et al. 2009, p. 187).

Borba (1998) define as vantagens do arranjo físico celular:

- a. Redução do tempo de *setup*, o que o torna viável a produção de pequenos lotes;
- b. Redução do transporte de material e os estoques;
- c. Facilita o planejamento e controle de produção, pela redução do uso de ordens de produção;
- d. Redução de defeitos;
- e. Redução de espaço.

A Figura 5, traz um modelo de arranjo físico celular. Ficando os maquinários divididos em células, podendo cada célula produzir o produto por completo.

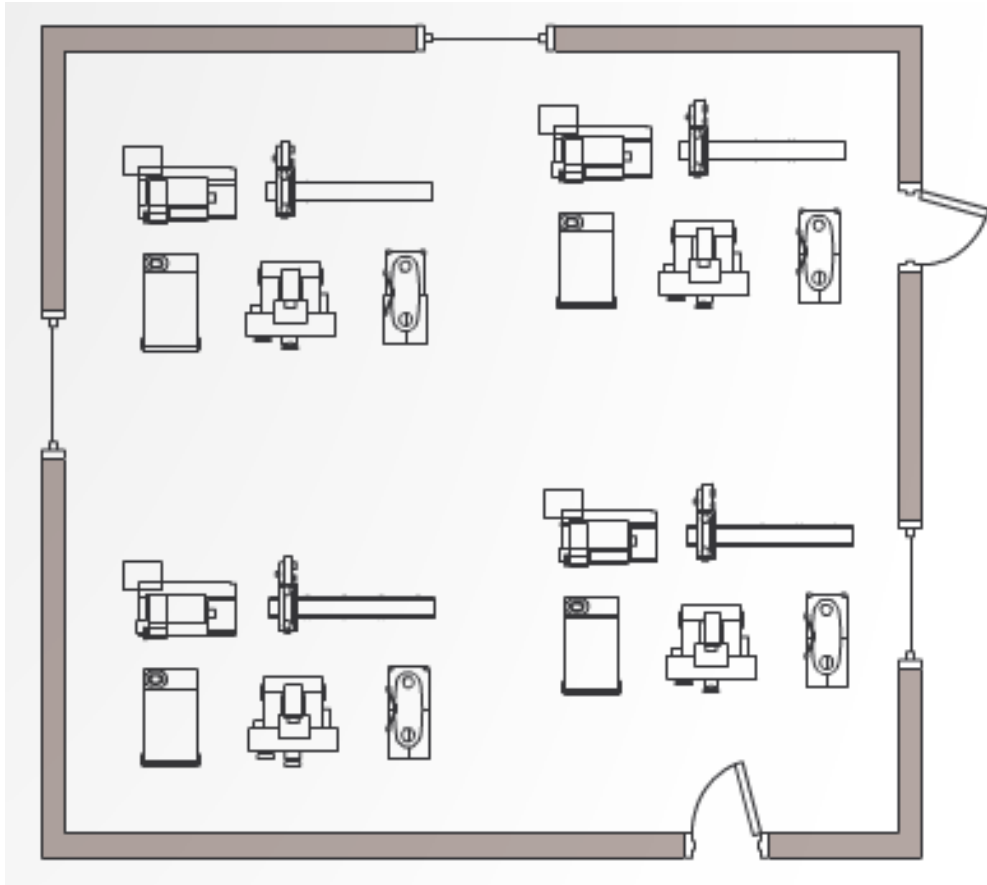


Figura 5 - Modelo de arranjo físico celular
 Fonte: Peinado e Graeml (2007)

2.4 ESTUDO DE FLUXO

Camarotto (2005) define três tipos básicos de fluxo: fluxo interno aos departamentos onde a análise se baseia exclusivamente na movimentação dos materiais em processo; fluxo entre os departamentos de produção que consideram além da movimentação de materiais em processo, os sistemas de estoque intermediários e a emissão de ordem; fluxo geral da fábrica estuda-se o fluxo geral da fábrica.

Segundo Borba (1998) os tipos de fluxos de materiais mais comuns são:

- a. Linha Reta: Utilizado quando o processo é simples, e sempre que possível utilizar este tipo;

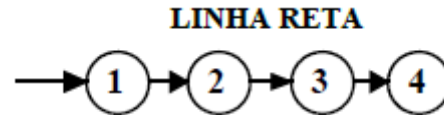


Figura 6 - Fluxo em Linha Reta
 Fonte: Adaptado Borba (1998)

- b. Zig-Zag: Aplicável quando o espaço físico da fábrica é menor que a linha de produção;

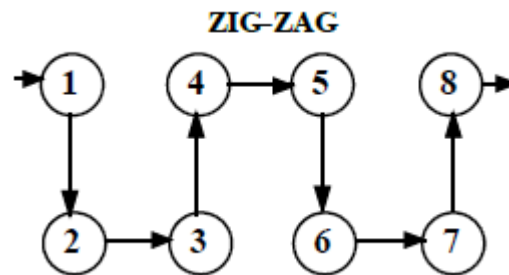


Figura 7 - Fluxo em Zig-Zag
 Fonte: Adaptado Borba (1998)

- c. Forma de U: Aplicável quando quer que o produto final termine em local vizinho ao de início do processo;

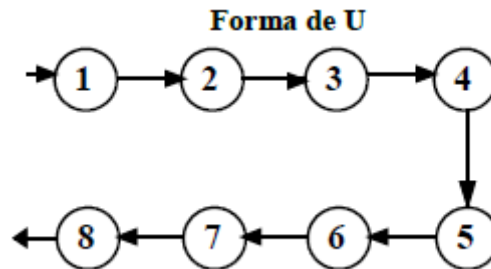


Figura 8 - Fluxo em formato de U
 Fonte: Adaptado Borba (1988)

- d. Circular: Aplicado quando se deseja que o produto final retorne ao local de origem.

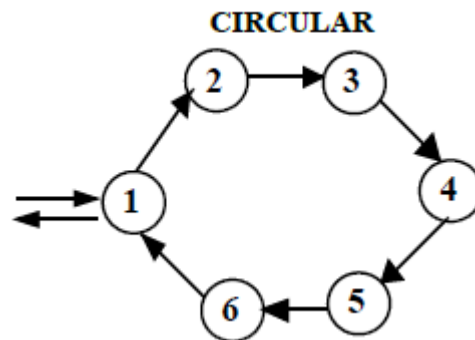


Figura 9 - Fluxo em formato circular
Fonte: Adaptado Borba (1988)

2.4.1 Mapeamento de processos

De acordo com Slack et al. (2009) o mapeamento de processo descreve os processos em termos de como as atividades relacionam-se uma com as outras dentro do processo. Existem muitas técnicas que podem ser usadas, porém, todas as técnicas identificam todas as atividades que ocorrem durante o processo e mostram o fluxo de materiais, pessoas e informações que o percorrem. Ainda segundo o autor são utilizados símbolos para classificar os diferentes tipos de atividades, embora não há símbolos universais que são utilizados em todo o mundo para representar os processos, existem alguns que são amplamente utilizados, que serão demonstrados no Quadro 4 abaixo:

Quadro 4 - Alguns símbolos de mapeamento de processos comuns

Símbolos de mapeamento de processos derivado da Administração Científica		Símbolos de mapeamento de processos derivados da análise de sistemas	
○	Operação (uma atividade que diretamente agrega valor)	◻	Início ou final do processo
◻	Inspeção (checagem de algum tipo)	▭	Atividade
⇨	Transporte (movimentação de algo)	▱	Input ou output de um processo
D	Atraso (espera, por exemplo, de materiais)	→	Direção do fluxo
▽	Estoque (estoque deliberado)	◇	Decisão (exercitando o poder discricionário)

Fonte: Slack et al. (2009)

2.4.2 Planejamento Sistemático de Layout (SLP)

Segundo Corrêa e Corrêa (2012) nos anos de 1950, R. Muther (1961) propôs um método sistemático de análise e projeto de arranjo físico funcional, chamado Planejamento Sistemático de Layout (SLP). Embora o método não se aplique a todos os modelos de arranjos físicos como no caso do arranjo físico celular, este método é muito útil em determinadas situações, principalmente quando se desenha o arranjo físico de operações que processam clientes.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2012, apud Schonberger e Knodd Jr, 1994) o planejamento sistemático de *layout*, desenvolve-se em etapas, como será apresentado no Quadro 5 a seguir.

Quadro 5 - Passos de planejamento de arranjo físico funcional (SLP)

Passos	Possíveis ferramentas
1. Análise de fluxos de produtos ou recursos	Diagrama de fluxo ou diagrama de – para
2. Identificação e inclusão de fatores qualitativos	Diagrama de relacionamento de atividades
3. Avaliação dos dados e arranjo de áreas de trabalho	Diagrama de arranjo de atividades
4. Determinação de um plano de arranjo dos espaços	Diagrama de relações de espaço
5. Ajuste do arranjo no espaço disponível	Planta do local e modelos (templates)

Fonte: Corrêa e Corrêa (2012)

Cada uma das etapas utilizadas no planejamento sistemático de *layout*, será apresentada com mais detalhamento nos tópicos seguintes.

2.4.2.1 Carta de - para

Para Borba (1998) a carta de – para é utilizado quando os produtos ou serviços em estudo são numerosos. Para montar a carta utiliza-se uma tabela, onde são listadas as atividades ou postos de trabalho na primeira coluna e na primeira linha, obedecendo a mesma sequência.

Tabela 1 - Exemplo Carta de - para

DE / PARA	Embalagem	Recebimento/Despacho	Armazém	Totais
Embalagem	0	400	0	400
Recebimento/Despacho	0	0	2000	2000
Armazém	400	1600	0	2000
Totais	400	2000	2000	

Fonte: Corrêa e Corrêa (2012)

Conforme pode-se observar no exemplo acima, a carta de – para funciona da seguinte maneira, são listadas todas as atividades desenvolvidas em um setor e então através da carta de – para é contabilizado a quantidade de fluxo de matérias que vão de um setor para o outro. Por exemplo de “embalagem” para “recebimento/despacho” houve um fluxo de materiais de 400, de “Recebimento/despacho” para “Armazém” houve um fluxo de materiais de 2000, e assim por diante.

2.4.2.2 Diagrama de Relacionamento

Segundo Muther e Wheeler (2000) o diagrama de relacionamento relaciona cada atividade, área, função ou características importantes das instalações, envolvidas no *layout* considerando todas as outras atividades, através de um grau de proximidade/adjacência desejado.

De acordo com Martins e Laugeni (2005) no diagrama de relacionamento são utilizados alguns códigos para definir a proximidade entre as operações, como demonstradas a seguir:

- A – Muito importante;
- E – Importante;
- I – Normal;
- O – Desejável;
- U – Sem importância;
- X – Indesejável.

Quadro 6 - Ilustração de diagrama de relacionamento entre atividades

<div style="text-align: center;"> DE \ PARA </div>		Programação de materiais	Embalagem	Supervisor de materiais	Recebimento e despacho	Armazém
		1	2	3	4	5
Nº	Nome da atividade	1	2	3	4	5
1	Programação de materiais	X	E	A	A	I
2	Embalagem		X	O	E	E
3	Supervisor de materiais			X	I	O
4	Recebimento e despacho				X	A
5	Armazém					X

Fonte: Adaptado Corrêa e Corrêa (2012)

2.4.2.3 Diagrama de arranjo de atividades

Conforme Corrêa e Corrêa (2012) o diagrama de arranjo de atividades, mostra graficamente a relação entre os setores com uma linha de ligação para representar seus valores, conforme apresentado abaixo:

- A – Valor 4, representa 4 linhas de ligação;
- E – Valor 3, representa 3 linhas de ligação;
- I – Valor 2, representa 2 linhas de ligação;
- O – Valor 1, representa 1 linha de ligação;
- U – Valor 0, sem linha de ligação;
- X – Valor -1, sem linha de ligação.

Corrêa e Corrêa (2012) sugere que os setores que tenham em suas relações os maiores valores, sejam os primeiros a serem desenhados no centro do diagrama. Tendo como objetivo, deixar os setores com maior número de linhas de ligação mais próximos entre si.

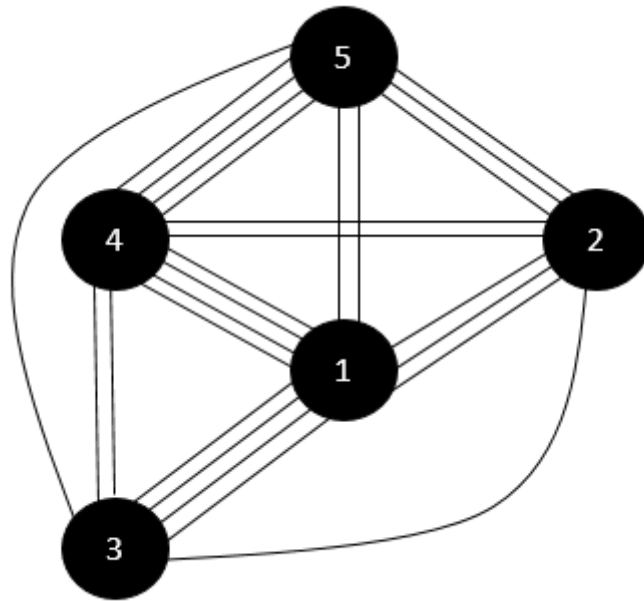


Figura 10 - Diagrama de arranjo de atividades
 Fonte: Adaptado Corrêa e Corrêa (2012)

2.4.2.4 Diagrama de relações de espaço

De acordo com Corrêa e Corrêa (2012) este passo é similar com o diagrama de arranjo de atividades, a única diferença é que agora no diagrama de relações de espaço, as áreas agora são levadas em conta na representação com retângulos proporcionais às áreas requeridas representando cada setor.

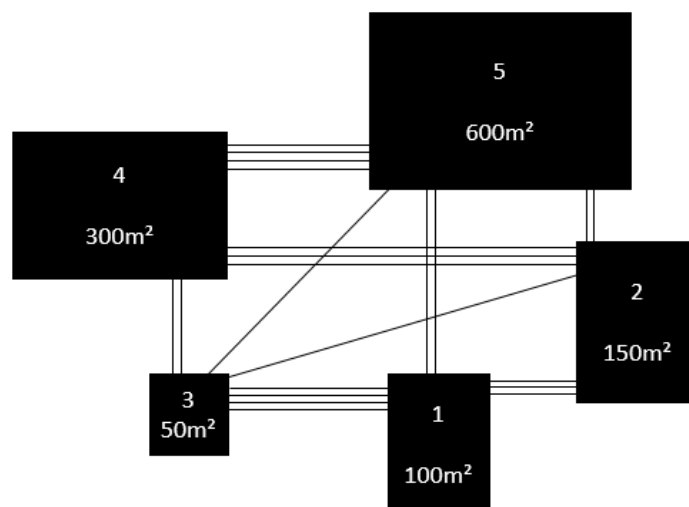


Figura 11 - Diagrama de relações de espaço
 Fonte: Adaptado Corrêa e Corrêa (2012)

2.4.2.5 Planta do local e modelos

Após a realização de os passos anteriores, segundo Corrêa e Corrêa (2012) nesta etapa busca-se a partir das análises anteriores, acomodar da melhor forma possível os setores, respeitando suas áreas disponíveis e prioridades de proximidade.

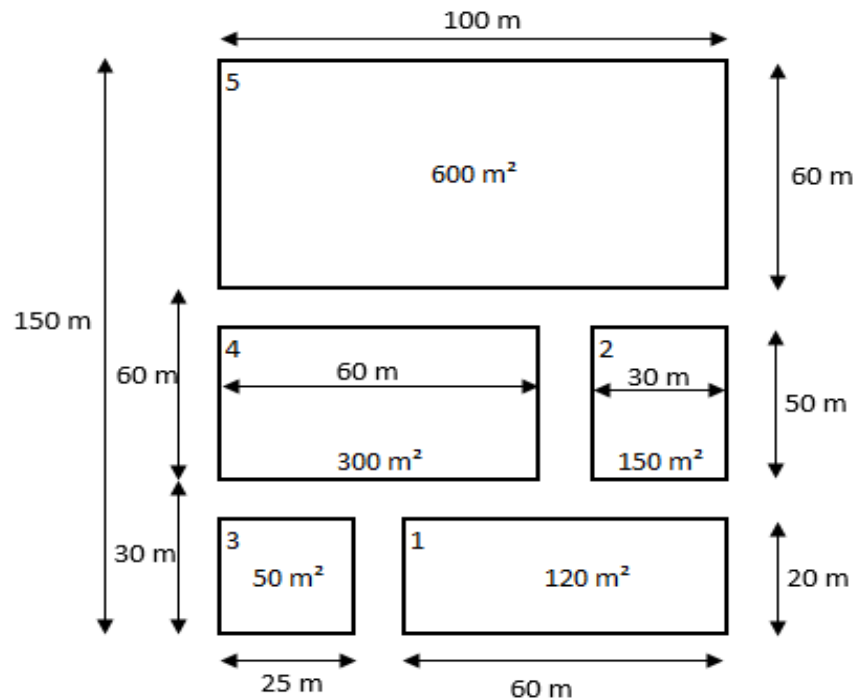


Figura 12 - Ilustração de ajuste do arranjo no espaço disponível

Fonte: Corrêa e Corrêa (2012)

2.5 DIMENSIONAMENTO DE ÁREAS

2.5.1 Dimensionamento dos maquinários

De acordo com Borba (1998), um método para auxiliar no dimensionamento de maquinários é o método de Guerchet, que considera que a área total destinada ao equipamento é a soma de três componentes: Superfície estática (Se); Superfície de gravitação (Sg) e Superfície de circulação (Sc).

Superfície estática (Se): É a área que o equipamento ocupa.

Superfície de gravitação (S_g): É a área de circulação para o colaborador junto a máquina; Seu cálculo é realizado multiplicando a superfície estática (S_e), pelo número de lados utilizados pelo equipamento (N).

$$S_g = S_e * N$$

Superfície de circulação (S_c): Área necessária para a movimentação e acesso ao centro de produção. Seu cálculo é obtido pela soma da superfície estática (S_e), somado a superfície de gravitação (S_g), multiplicado pelo coeficiente de circulação (K), onde este valor pode variar de 0,05 a 3 dependendo do tipo de indústria.

$$S_c = K * (S_e + S_g)$$

2.5.2 Dimensionamento de corredores

Segundo Borba (1998), os corredores devem ser demarcados de forma a permitir acesso a todos os centros produtivos, devendo ser o mais linear possível e em mínimas quantidades, para não utilizar espaço produtivo excessivo.

Ainda segundo o autor são aconselhadas algumas larguras de corredores, para corredores de transito de pessoas com sentido único de movimentação, a largura deve ser de 95 centímetros, já para dois sentidos de movimentação a largura recomendada é de 150 cm e quando houver necessidade de adicionar sentidos extras, acrescenta-se 55 centímetros. No caso de corredores, deve-se medir o equipamento de movimentação e acrescentar algumas folgas, sendo de 15 centímetros quando o transporte é móvel e o objeto parado e de 30 centímetros quando o transporte e o objeto são móveis.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho é classificado como uma pesquisa aplicada, pois de acordo com Barros e Lehfeld (2000) este tipo de pesquisa tem como objetivo a necessidade de produzir conhecimentos para a aplicação prática, visando à solução do problema. O estudo foi abordado de forma qualitativa, pois não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas, o ambiente de estudo é a fonte direta para a coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave.

A definição da pesquisa pelo ponto de vista de seus objetivos é classificada como pesquisa exploratória, pois de acordo com Gil (2002 apud SELLTIZ et al., 1967) este tipo de pesquisa proporciona maior familiaridade com o problema, pois envolvem levantamento bibliográfico, entrevistas com funcionários que possuem experiências práticas com o problema pesquisado, além de análise de exemplos que estimulam a compreensão.

3.2 COLETA DE DADOS

Para a realização deste trabalho foram coletados dados diariamente no período de Julho a Agosto de 2014, dados estes referentes ao processo produtivo, fluxo de operações e condições atuais do *layout*, para isso foram realizadas entrevistas com os colaboradores, observações diretas, fotografias e dados fornecidos pela empresa, afim de conhecer as condições atuais da empresa e possíveis oportunidades de melhorias.

Iniciou-se o trabalho realizando entrevistas com o proprietário da empresa, afim de levantar informações sobre o tempo que a empresa está no mercado, como iniciou suas atividades, quantidade de funcionários, faturamento médio, e também questões relacionadas ao *layout* atual da empresa, onde constatou-se que o *layout* atual na empresa foi realizado sem embasamento teórico, onde foram introduzidas nesse *layout* novos maquinários e muitos produtos foram desenvolvidos sem reestudar o fluxo dos matérias no local.

Em seguida foram realizadas observações diretas e entrevistas com os colaboradores, afim de definir todos os maquinários e matérias primas utilizadas no setor de latarias, e também

suas funcionalidades e especificações, onde aproveitou-se e foram coletadas as dimensões destes maquinários com uma trena de 5 metros, e também foram tiradas fotografias dos maquinários e das matérias primas.

O próximo passo foi coletar dados sobre o *ranking* de vendas dos produtos produzidos no setor de latarias no período de 1 ano, dados estes que foram obtidos do sistema de gerenciamento empresarial da empresa. Então com estes dados de vendas, realizou-se uma análise e foi definido utilizar os três produtos com maior índice de vendas, como referência para a elaboração da proposta de *layout*.

Com a definição dos três produtos utilizados, foi coletado dados sobre estes produtos como fotografias e informações sobre o processo produtivo deles, informações estas que foram realizadas por meio de observação direta, conversa com colaboradores e informações de fabricação contidas no sistema de gerenciamento empresarial.

Em seguida com as informações do processamento e montagem destes produtos, foi realizado a carta de multiprocessos para melhor visualizar a correlação de suas atividades, em seguida foi montado o fluxograma produtivo dos três produtos, que foram chamados de produto A, B e C.

Após a realização do fluxograma produtivo, foi feito a reprodução do *layout* atual do setor de latarias, que servirá de meio comparativo ao final do estudo, e para isso foram necessárias fazer medições das instalações com o auxílio de uma trena de 5 metros, já com as medidas coletadas realizou-se o projeto do *layout* atual, utilizando para isto o *software* Visio 2013.

Já com o *layout* atual realizado, iniciou-se a elaboração da proposta de *layout*, onde foram necessárias algumas etapas até o seu desenvolvimento. Iniciou-se realizando o dimensionamento das áreas necessárias para os maquinários, e para isso utilizou as dimensões dos maquinários já medidos anteriormente na descrição dos maquinários.

Concluído a etapa anterior realizou-se o dimensionamento dos corredores, onde houve a necessidade de realizar medições da largura do equipamento de movimentação e dos paletes

que são movimentados através dos corredores, e para isso utilizou-se novamente a trena de 5 metros.

Após o dimensionamento dos corredores, elaborou-se o diagrama de relacionamento onde foram utilizados os dados da carta de multiprocessos e entrevistas com colaboradores, para a definição de quais atividades necessitam de maior proximidade.

Através das informações do diagrama de relacionamento, no qual foi definido as proximidades requeridas entre as atividades, foi realizado o diagrama de arranjo de atividades. Após concluído a etapa anterior elaborou-se o diagrama de relações de espaço, onde utilizou-se dados do dimensionamento das áreas necessárias, que já foi realizado anteriormente.

Concluído todas as etapas necessárias para a elaboração da proposta do *layout*, esta foi realizada utilizando o *software* Visio 2013.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 EMPRESA

A empresa em estudo X, está há mais de 20 anos no setor de produção de peças para maquinários agrícolas, como colheitadeiras e plantadeiras, estando localizada na cidade de Maringá – PR.

A empresa X surgiu a partir da afinidade de sua família com o campo sendo pioneiros no desbravamento e colonização da cidade de Maringá, sendo também um dos primeiros a adotar a colheita mecanizada na região. Com a convivência de utilizar os primeiros modelos de colheitadeiras, visto a dificuldade de encontrar peças e componentes para reposição, surgiu à ideia de abrir uma empresa para revender esses componentes. Então com a comercialização destes, notou-se a grande procura por peças reutilizadas, que apresentavam preços inferiores aos originais, visto que naquele momento havia pouquíssimas empresas que fabricavam esses componentes paralelos no país, com isso surgiu outra ideia a de começar a produzir peças paralelas para colheitadeiras e plantadeiras, e então nasce a empresa X.

Atualmente a empresa conta com 13 colaboradores, que produzem um amplo mix de produtos. Esses produtos são divididos em dois tipos, os produtos oriundos do processo de fabricação na tornearia e os produtos feitos no setor de latarias. Sendo o setor de latarias o objetivo de estudo deste trabalho.

A Empresa X possui um terreno de aproximadamente 4000 m², deste espaço cerca de 950 m² são de área construída, onde aproximadamente 405 m² são destinados ao setor de latarias que é o setor de estudo deste trabalho. O dimensionamento, bem como a disposição dos setores, será melhor definido na planta do layout atual, que será apresentado nos tópicos seguintes.

4.2 DEFINIÇÃO DO SETOR DE LATARIAS

Conforme foi citado no tópico anterior, a empresa em estudo possui dois setores produtivos, um setor é o setor de tornearia que é o responsável pela produção de peças que

necessitam ser torneadas, como exemplo são os parafusos, eixos, pinos, dentre outros. Já o outro setor é o setor de latarias, que será o local de estudo deste trabalho.

O setor de latarias produz peças e componentes paralelos, ou seja, são cópias idênticas de produtos originais. Estes produtos são utilizados em colheitadeira e plantadeiras, que são compatíveis com maquinários das marcas mais utilizadas na agricultura, como New Holland, John Deere, Massey Ferguson, Case, Jacto entre outras.

Os produtos fabricados neste setor possuem uma produção complexa, devido a necessidade de fazer uma cópia idêntica da peça original, e também ao grande mix de produtos o que não permite um fluxo único de produção, ou seja, há empresa possui muitos produtos e cada produto possui uma sequência única de produção. Outro fator que contribui pra complexidade, é que a maioria dos produtos são feitos de vários componentes independentes, que ao final do processo são soldados ou montados gerando um único produto final. Devido a estes fatores, este setor exige mão de obra qualificada nos processos.

O setor de latarias conta com 9 colaboradores que são realocados em diferentes operações. Essa divisão dos funcionários por operação, bem como a quantidade de colaboradores por operação é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Quantidade de Colaboradores por operação

Funcionário	Quantidade de funcionários
Encarregado de Produção	1
Guilhotina	1
Corte Plasma	1
Conformação e dobras	1
Prensas Excêntricas	1
Solda e Montagem	3
Pintura e Acabamento	1

Fonte: Dados da empresa

4.2.1 Descrição dos Maquinários

A seguir serão apresentados as características e funções dos maquinários utilizados no setor de latarias.

4.2.1.1 Guilhotina

A guilhotina é uma máquina adequada para cortar e dar forma as chapas de aço com até 4,75 milímetros de espessura. A guilhotina possui um limitador graduado em milímetros, que lhe permite maior precisão nos cortes.

A empresa X possui uma guilhotina da marca Newton, que tem capacidade de corte para chapas de até 4,75mm de espessura, essa guilhotina tem dimensão de 3,4 metros de comprimento por 2,4 metros de largura. A seguir a Figura 13 ilustra a guilhotina utilizada na empresa em estudo.



Figura 13 - Guilhotina Newton CAP 5X2000

Fonte: Autor

4.2.1.2 Plasma

O corte plasma é utilizado para cortar chapas com espessuras maiores que 4,75 milímetros, permitindo cortes curvos precisos. Este processo se dá através da utilização de calor liberado pela coluna de plasma, sendo esse calor fornecido através do aquecimento de um gás. Então este plasma é transferido para a chapa a ser cortado, fazendo o recorte delas. O plasma possui um corte muito preciso, pois ele é comandado por um *software* conectado a máquina, permitindo assim, realizar o projeto dos cortes antecipadamente, diminuindo assim erros e menor perda de material.

O corte plasma utilizado na empresa X é a máquina que ocupa o maior espaço físico do setor, pois, este necessita de uma área de segurança ao entorno dela, protegendo assim os funcionários de queimaduras oriundas de faíscas e fagulhas geradas no processo de corte. O plasma possui as seguintes dimensões 6 metros de comprimento por 3,3 metros de largura. A seguir a Figura 14 mostra o corte plasma.



Figura 14 - Plasma
Fonte: Autor

4.2.1.3 Dobradeira Manual

A Dobradeira Manual é uma máquina utilizada para fazer dobras em chapas, podendo ser feita dobras com determinados ângulos, dependendo da necessidade do projeto. A dobradeira manual é utilizada para fazer dobras em chapas de até 3 milímetros de espessura, e possui as seguintes dimensões 2,8 metros de comprimento por 1,10 metros de largura. A Figura 15 abaixo mostra a dobradeira manual.



Figura 15 - Dobradeira Manual

Fonte: Autor

4.2.1.4 Prensa Excêntrica de 22 e 40 toneladas

As prensas excêntricas são utilizadas para conformar, moldar, furar, cortar, cunhar e vazar as chapas de metal. Existem prensas com capacidade de poucos quilos até prensas com mais de 50 toneladas de força.

A empresa possui duas prensas excêntricas uma com capacidade de 22 toneladas e a outra de 40 toneladas. O uso delas depende da espessura das chapas utilizadas, para chapas de menor espessura utiliza-se a prensa de 22 toneladas, já para chapas com maiores espessuras usa-se a prensa de 40 toneladas.

O dimensionamento da prensa excêntrica de 22 toneladas é de 0,9 metros de comprimento, por 1,3 metros de largura. Já a prensa de 40 toneladas tem 2,3 metros de comprimento por 2,0 metros de largura. Abaixo a figura 16 e 17, mostram as prensas excêntricas.



Figura 16 - Prensa Excêntrica de 40 toneladas
Fonte: Autor



Figura 17 - Prensa Excêntrica de 22 toneladas
Fonte: Autor

4.2.1.5 Prensa Hidráulica de 70 toneladas e 500 toneladas

A prensa hidráulica é uma máquina utilizada para conformar e dobrar chapas metálicas. A empresa possui 2 prensas hidráulicas uma com pressão de até 70 toneladas, com dimensões de 1,45 metros de comprimento por 0,9 metros de largura, e outra com pressão de até 500 toneladas, que possui as seguintes dimensões 3,2 metros de comprimento por 1,5 metros de largura. O uso delas depende das chapas a serem trabalhadas, para dobras em chapas com até 3,0 mm de espessura utiliza-se a dobradeira manual, já para conformações ou dobras em chapas com espessura superior a 3,0 mm são utilizadas as prensas hidráulicas. A seguir as Figuras 18 e 19 apresentam as prensas hidráulicas.



Figura 18 - Prensa Hidráulica de 70 toneladas

Fonte: Autor



Figura 19 - Prensa Hidráulica de 500 toneladas

Fonte: Autor

4.2.1.6 Máquina de Solda Mini MIG 250 Amperes

A máquina de solda Mini Mig 250 amperes, é utilizado para soldar produtos que são formados por 2 ou mais componentes, fazendo a fusão entre as peças. A Figura 20 apresenta a máquina de solda MIG.



Figura 20 - Máquina de Solda Mini MIG 250A
Fonte: Autor

4.2.2 Matéria Prima

A matéria prima utilizada no setor de latarias são chapas de aço, que diferem quanto o seu tratamento térmico e também quanto a sua espessura que variam de 0,9 até 15,88 milímetros. A Tabela 3, a seguir apresenta as especificações das chapas utilizadas na empresa X.

Chapa	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
	2,00		
	2,65		
	3,00		
Laminada Quente SAE 1020	3,18	3000	1200
	3,35		
	4,75		
	15,88		
Laminada Fria SAE 1070	0,90	3000	1200
Laminada Quente DOMEK	3,18	3000	1200
	4,75		

Fonte: Dados da Empresa

A Figura 21 apresenta uma foto da chapa laminada fria SAE 1070 com 0,90 milímetros de espessura, a mais utilizada pela empresa.



Figura 21 - Chapa Laminada Fria SAE 1070

Fonte: Autor

4.2.3 Produtos

A empresa X possui um amplo mix de produtos. Estes produtos são divididos em 2 tipos, os que são produzidos no setor de tornearia e os do setor de latarias. Como o foco deste trabalho é apenas no setor de latarias, foi realizado um levantamento do ranking de vendas destes produtos no período de 1 ano, esses dados foram obtidos do *software* de gestão empresarial utilizado na empresa, o período utilizado para o levantamento foi do dia 27 de agosto de 2013 a 27 de agosto de 2014, este período do histórico de vendas de 1 ano é importante, devido a sazonalidade de vendas que ocorre durante o ano, devido a períodos não produtivos na agricultura.

Já com os dados obtidos de vendas de produtos do setor de latarias, foi decidido dar ênfase em 3 produtos para estar melhorando o fluxo produtivo destes em relação ao *layout*. Estes produtos foram escolhidos pois juntos representam quase 30% do percentual de vendas do setor de latarias, e isso em relação ao restante dos produtos é muito alto já que o setor de latarias possui muitos produtos que contribuem muito pouco, em torno de 1% por produto nas vendas anuais. Outro fator que foi decisório, em escolher estes 3 produtos, são que além de

serem os mais vendidos, são os que mais geram lucros para a empresa. A seguir serão apresentados estes 3 produtos:



Figura 22 - Transmissão Completa
Fonte: Dados da empresa



Figura 23 - Suporte Lado Esquerdo caixa de faca
Fonte: Dados da empresa

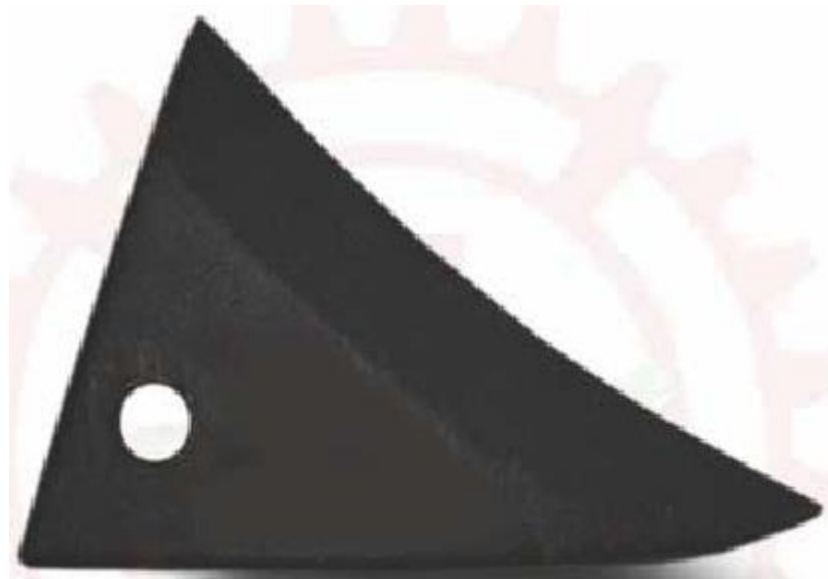


Figura 24 - Ponteira Sulcador Sollus SPP2000
Fonte: Dados da empresa

4.3 LAYOUT ATUAL

A seguir será apresentado as etapas necessárias para a reprodução do layout atual, como a carta de multiprocessos, fluxograma dos produtos A, B e C e então será apresentado o projeto do layout atual.

4.3.1 Carta de Multiprocessos

Para determinar a sequência produtiva dos produtos utilizados no trabalho, foram realizadas análises diretas do setor produtivo, afim de listar todas as atividades ou postos de trabalhos existentes no setor de latarias.

As atividades listadas são as seguintes:

- a. Guilhotina;
- b. Conformação e dobras;
- c. Corte plasma;
- d. Solda e Montagem;
- e. Prensa excêntrica;
- f. Pintura e acabamento;
- g. Estoque Final.

Após definir as atividades existentes no setor, foram realizadas observações diretas, entrevistas informais com os colaboradores e obtenção de dados de fabricação disponíveis no *software* de gestão empresarial da empresa, afim de definir o sequenciamento do fluxo produtivo dos produtos em estudo que são: transmissão completa, suporte lateral esquerda da caixa de faca e ponteira sulcador sollus SPP 2000.

Em seguida, já com os dados do sequenciamento do fluxo produtivo, foi utilizado a carta de multiprocessos para expor a ordem das operações as quais o produto devem seguir. A Tabela 4 traz a carta de multiprocessos já elaborada de acordo com os dados obtidos do sequenciamento do fluxo produtivo. A fim de facilitar, irá se chamar de Produto A, a transmissão completa, de produto B o suporte lateral esquerdo da caixa de faca e de produto C a ponteira sulcador sollus SPP 2000. Na Tabela 4 os produtos são numerados de 1 a 6, e isso demonstra a sequência de atividades que cada produto deve seguir até estar completo.

Tabela 4 - Carta de Multiprocessos

Processos	Produtos		
	A	B	C
Corte Plasma	1		1
Guilhotina		1	
Prensa Excêntrica		2	2
Conformação e dobras	2	3	3
Solda e Montagem	3	4	4
Pintura	4	5	5
Estoque	5	6	6

Fonte: Autor

4.3.2 Fluxograma

Com os dados obtidos na carta de multiprocessos apresentando no tópico anterior, foi realizado com o auxílio do *software* Visio 2013, os fluxogramas dos produtos A, B e C. A seguir na Figura 25, podemos observar o fluxograma para o produto A, de acordo com sua sequência de atividades listadas na Tabela 4.

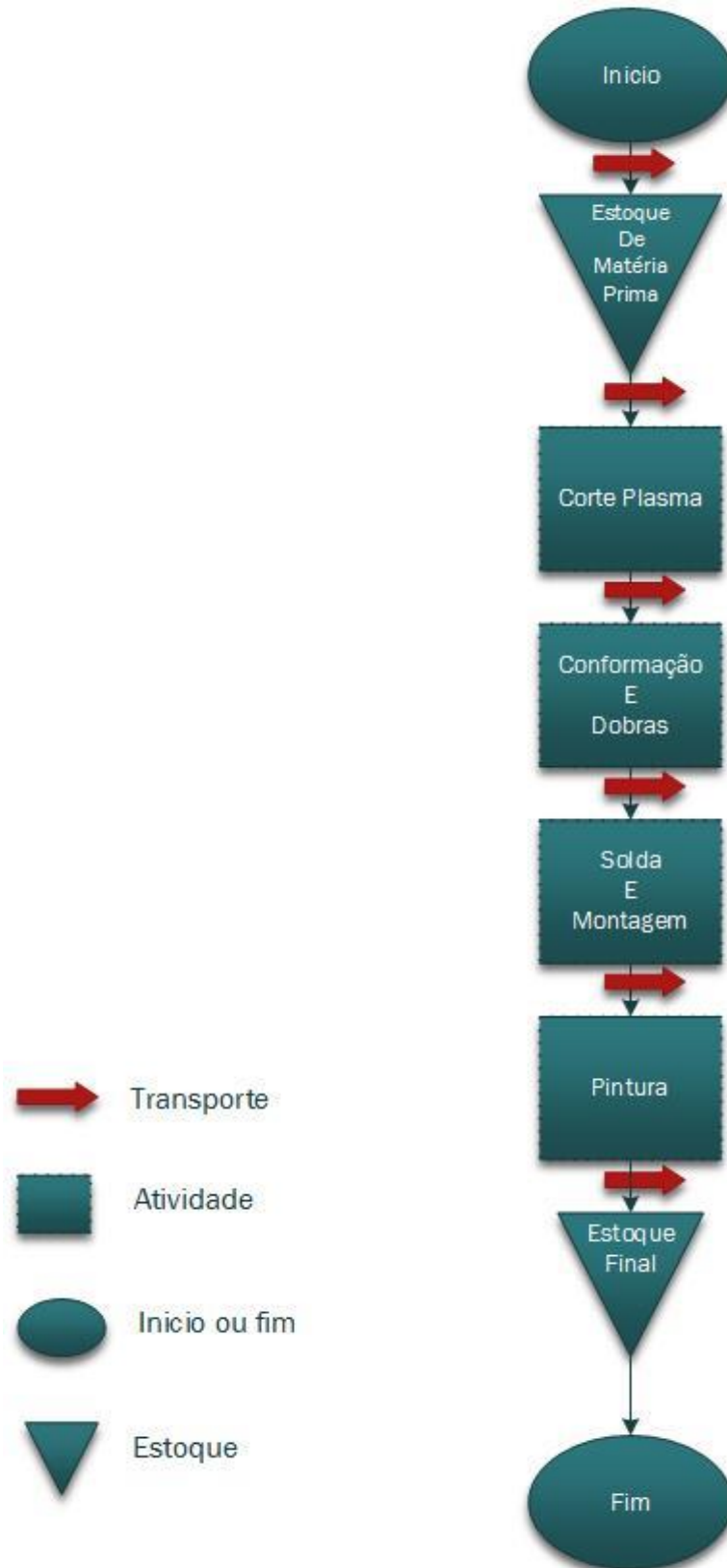


Figura 25 - Fluxograma Produto A
Fonte: Autor

A Figura 26 abaixo, traz o fluxograma do produto B de acordo com a sequência de atividades listadas na Tabela 4.

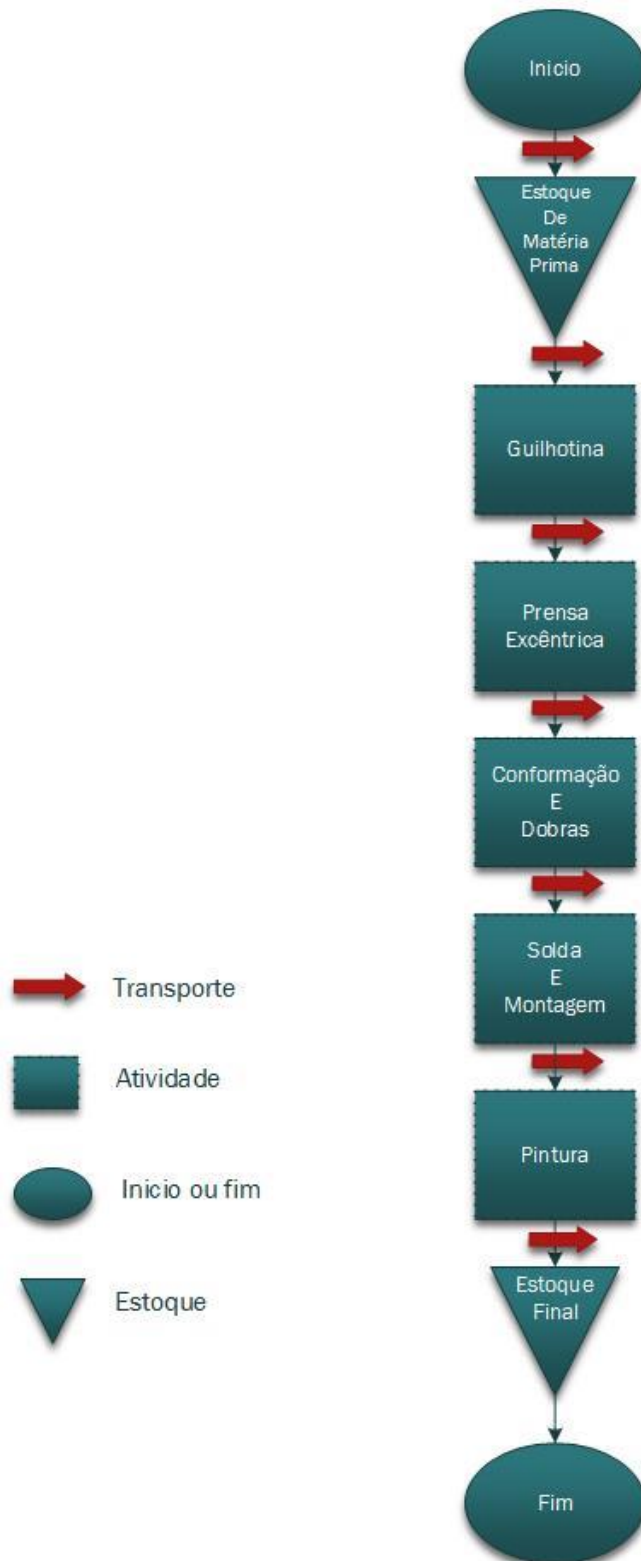


Figura 26 - Fluxograma Produto B
Fonte: Autor

E por último na Figura 27 a seguir, podemos visualizar o fluxograma do produto C.

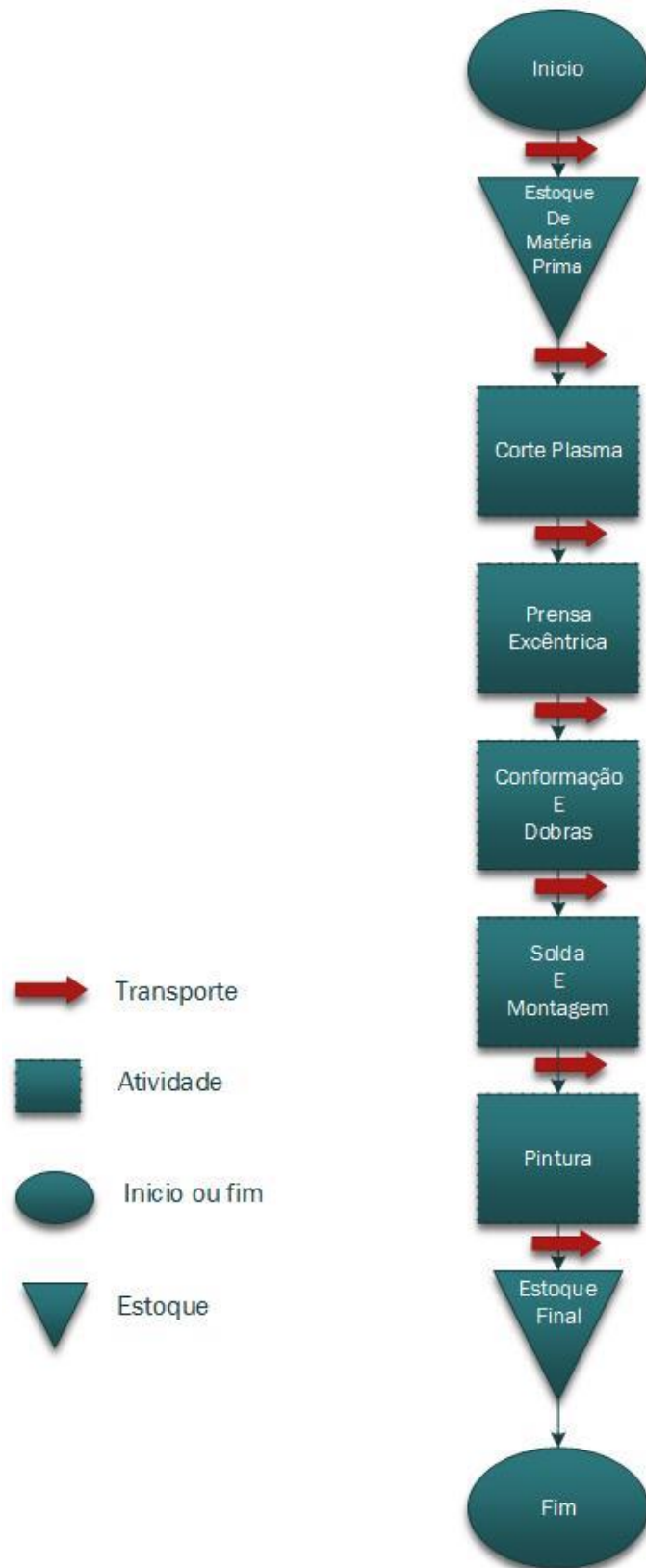


Figura 27 - Fluxograma Produto C
Fonte: Autor

4.3.3 Projeto do layout atual

Para a reprodução do *layout* atual, foi necessário realizar medições das instalações do ambiente em estudo, e para isso foi utilizado um trena de 5 metros para fazer as medições. Não houve a necessidade de fazer as medições dos maquinários novamente, já que isto foi realizado no tópico de descrição dos maquinários, onde foram realizadas estas medições para melhor descrição das máquinas.

Com os dados de medidas das instalações e dos maquinários, foi realizado o projeto do *layout* atual, utilizando para esta realização o *software* Visio 2013. Na Figura 28 a seguir, podemos visualizar como está o *layout* atual da empresa, onde podemos observar também o fluxo produtivo dos produtos A, B e C.

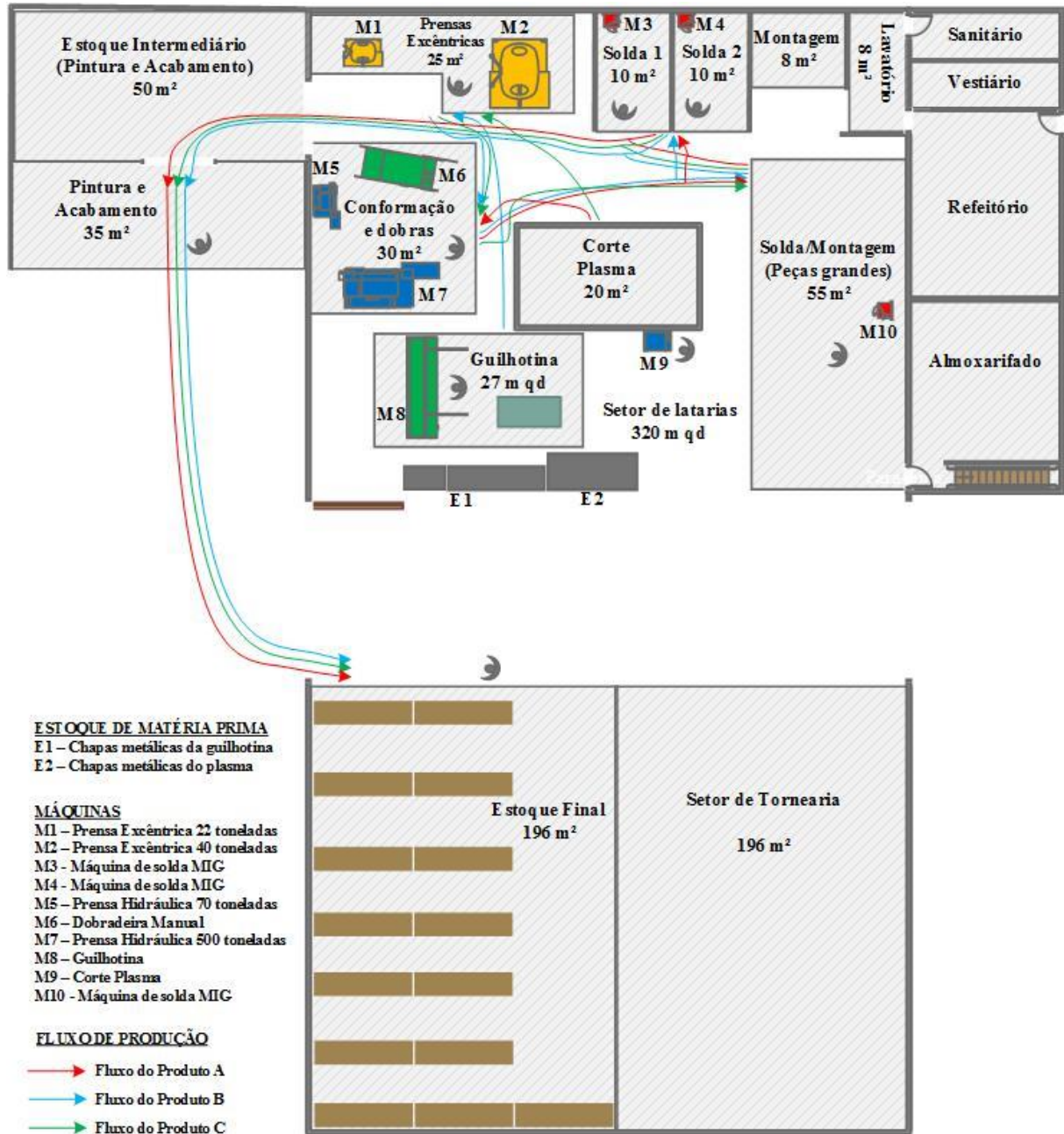


Figura 28 - Layout atual

Fonte: Autor

4.4 PROPOSTA DE LAYOUT

4.4.1 Dimensionamento das áreas necessárias para as máquinas

Para realizar o dimensionamento das áreas necessárias para a alocação dos maquinários, foi necessário retirar as medidas de comprimento e largura em metros dos maquinários da empresa, e para isso foi utilizado uma trena de 5 metros. O dimensionamento adequado dos espaços ao redor das máquinas e equipamentos, é importante pois torna o ambiente de trabalho mais seguro, garantindo segurança aos colaboradores durante a preparação, inspeção, operação e manutenção, e também permiti a movimentação adequada próximo aos maquinários.

Para a realização dos cálculos foram necessárias algumas etapas, como a medição do comprimento e largura dos maquinários, que foram realizadas por meio de medições diretas, utilizando para isso uma trena de 5 metros. Em seguida foram realizados os cálculos para a obtenção do dimensionamento dos maquinários que serão explicados a seguir:

- Superfície estática (S_e): é o espaço ocupado para o posicionamento do maquinário na fábrica, ou seja sua área é calculado pela multiplicação do comprimento pela largura;
- Número de lados utilizados (N): é a quantidade de lados do maquinário utilizado pelo operador;
- Coeficiente de circulação (K): Este valor pode varias de 0,05 a 3, sendo o valor utilizado 1 para metal mecânica;
- Superfície de utilização (S_u): área necessária em torno do maquinário para a utilização pelo operário e para depósito de material utilizado na operação, é calculado multiplicando a superfície estática (S_e), multiplicado pelo número de lados utilizados (N);
- Superfície de circulação (S_c): área necessária para a circulação de matérias entre os postos de trabalho, seu cálculo é obtido pela soma da superfície estática (S_e) somada ao valor da superfície de utilização (S_u), multiplicado pelo coeficiente de circulação (K);
- Superfície total: é a soma das três superfícies, a superfície (estática, utilização e de circulação).

A Tabela 5 a seguir traz os resultados obtidos após a realização dos cálculos.

Tabela 5 – Dimensionamento dos maquinários

Máquina	Comprimento (m)	Largura (m)	Se (m ²)	N	K	Su (m ²)	Sc (m ²)	St (m ²)
Guilhotina	3,4	2,4	8,15	1	1	8,15	16,3	32,6
Corte Plasma	4	1,5	6	1	1	6	12	24
Dobradeira manual	2,8	1,1	3,1	1	1	3,1	6,2	12,4
Prensa excêntrica 22 toneladas	0,9	1,3	1,2	1	1	1,2	2,4	4,8
Prensa excêntrica 40 toneladas	2,3	2,0	4,6	1	1	4,6	9,2	18,4
Prensa Hidráulica 500 toneladas	3,2	1,5	4,8	1	1	4,8	9,6	19,2
Prensa Hidráulica 70 toneladas	1,45	0,9	1,3	1	1	1,3	2,6	5,2

Fonte: Autor

4.4.2 Dimensionamento dos corredores

O dimensionamento dos corredores é importante pois permite a movimentação de pessoas, equipamentos de transporte e materiais, oferecendo segurança e proteção ao transitarem dentro dos corredores.

Para realizar o dimensionamento dos corredores, foi necessário retirar a medida do equipamento de transporte, ou seja a empilhadeira manual utilizada na empresa e dos paletes de madeira que são os maiores materiais transportados nos corredores. A retirada de medidas foi realizada, utilizando uma trena de 5 metros, sendo as medidas apresentadas na Tabela 6 a seguir:

Tabela 6 - Largura dos equipamentos e materiais

Equipamento e materiais	Largura (metros)
Empilhadeira Manual	0,535
Paletes de madeira	1,2

Fonte: Autor

Conforme pode-se observar na Tabela 6, o maior valor medido é o da largura dos paletes de madeira que possuem valor de 1,2 metros de largura, e portanto é o maior material transportado nos corredores, e será em cima deste valor realizado o cálculo da largura do corredor.

Após a obtenção da medida de 1,2 metros de largura dos paletes de madeira, foi realizado os cálculos de acordo com Borba (1998), que diz que devemos acrescentar uma folga de 0,15 metros em cada lado, no caso do transporte ser móvel e o objeto parado. Então o valor calculado para os corredores é de 1,5 metros de largura, estando este valor dentro dos padrões estabelecido pela Norma Regulamentadora NR 12, que diz respeito a segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, que estabelece a largura mínima de 1,2 metros. Portanto o valor utilizado será de 1,5 metros de largura para os corredores.

4.4.3 Diagrama de relacionamento

Com os dados obtidos na Tabela 4, onde foram definidas a sequência produtiva dos produtos A, B e C e também dos fluxogramas apresentados nas Figuras 25, 26 e 27, foi possível realizar o diagrama de relacionamento de atividades, onde foi definido quais operações necessitam de proximidades e quais não necessitam, sendo utilizado para isso algumas siglas que definem o grau de proximidade requerido, conforme é apresentado abaixo:

- A – Muito importante;
- E – Importante;
- I – Normal;
- O – Desejável;
- U – Sem importância;
- X – Indesejável.

Quadro 7 - Diagrama de Relacionamentos no setor de latarias

		Corte Plasma	Guilhotina	Prensa Excêntrica	Conformação e dobras	Solda e Montagem	Pintura	Estoque Final
Nº	Atividade	1	2	3	4	5	6	7
1	Corte Plasma	X	X	A	A	X	X	X
2	Guilhotina		X	A	U	U	U	X
3	Prensa Excêntrica			X	A	U	U	X
4	Conformação e dobras				X	A	U	X
5	Solda e Montagem					X	A	X
6	Pintura						X	A
7	Estoque Final							X

Fonte: Autor

4.4.4 Diagrama de arranjo de atividades

Após realizar o diagrama de relacionamentos e com os dados obtidos no Quadro 7, foi realizado o diagrama de arranjo de atividades, onde é mostrado graficamente a relação existente entre as atividades, utilizando para isso linhas de ligação que representam o grau de proximidade requeridas entre as atividades.

Sendo as atividades com maiores números de ligações, as que devem ficarem próximas na elaboração do *layout*. O valor das linhas de ligações foi realizado utilizando o grau de proximidade definido no Quadro 7, e então para a elaboração deste diagrama são atrelados valores de linhas de ligações conforme o grau de proximidade, conforme é mostrado a seguir:

- A – Valor 4, representa 4 linhas de ligação;
- E – Valor 3, representa 3 linhas de ligação;
- I – Valor 2, representa 2 linhas de ligação;
- O – Valor 1, representa 1 linha de ligação;
- U – Valor 0, sem linha de ligação;

- X – Valor -1, sem linha de ligação.

A seguir na Figura 29, será demonstrado graficamente a relação existente entre as atividades, onde cada número representa uma atividade conforme é apresentado abaixo:

1. Corte Plasma;
2. Guilhotina;
3. Prensa Excêntrica;
4. Conformação e Dobras;
- 5a. Solda e montagem (peças grandes);
- 5b. Solda (peças pequenas);
6. Pintura;
7. Estoque Final.

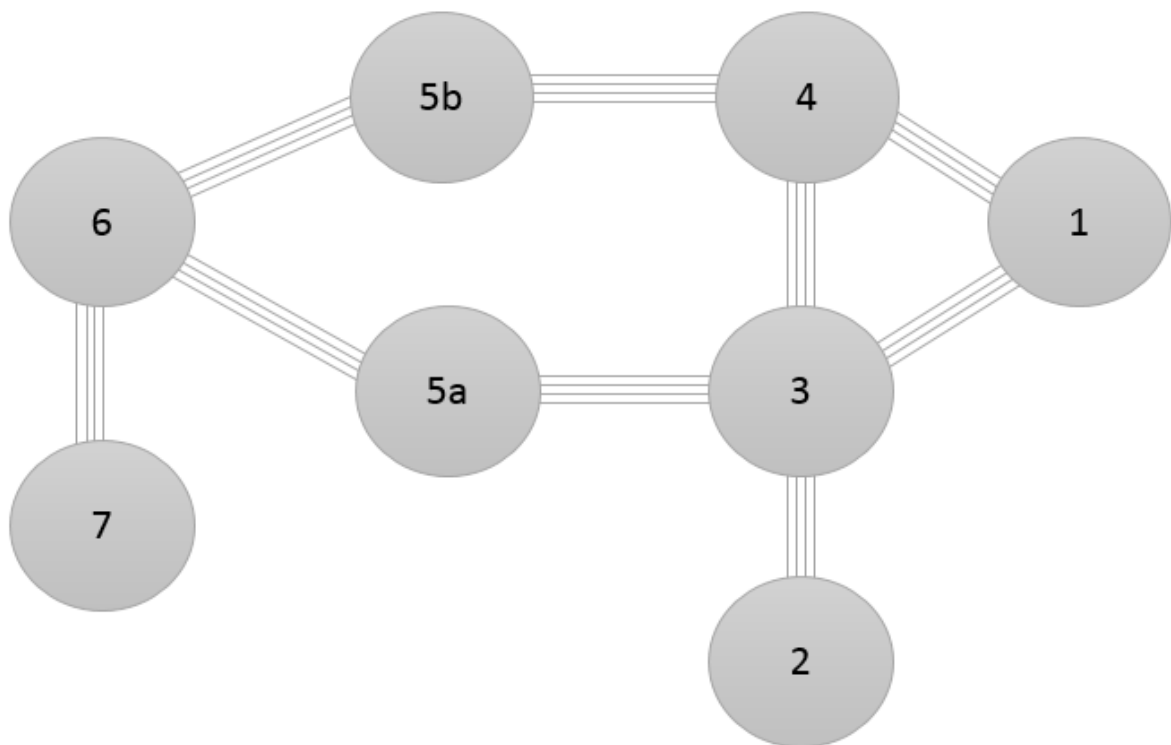


Figura 29 - Diagrama de arranjo de atividades para o setor de latarias

Fonte: Autor

4.4.5 Diagrama de relações de espaço

O diagrama de relações de espaço é similar ao diagrama de arranjo de atividades, porém neste caso são levadas em consideração o dimensionamento das áreas necessárias para as máquinas, conforme foi calculado na Tabela 5.

Nos setores 5a de solda e montagem de peças grandes, e o 5b solda de peças pequenas, usaremos as mesmas dimensões de espaço que estão em uso no atual *layout*, sendo o tamanho destes setores medidos e mostrados no *layout* atual. Já na atividade 6 de pintura, também utilizaremos o mesmo espaço físico disponível, pois não faremos modificações, pois este setor de pintura já está equipado com os equipamentos e maquinários de acordo com as normas estabelecidas para utilização de pintura a pó.

A Figura 30 traz o diagrama de relações de espaço aplicado no setor de latarias da empresa em estudo, levando-se em consideração todas as dimensões de espaço já calculadas.

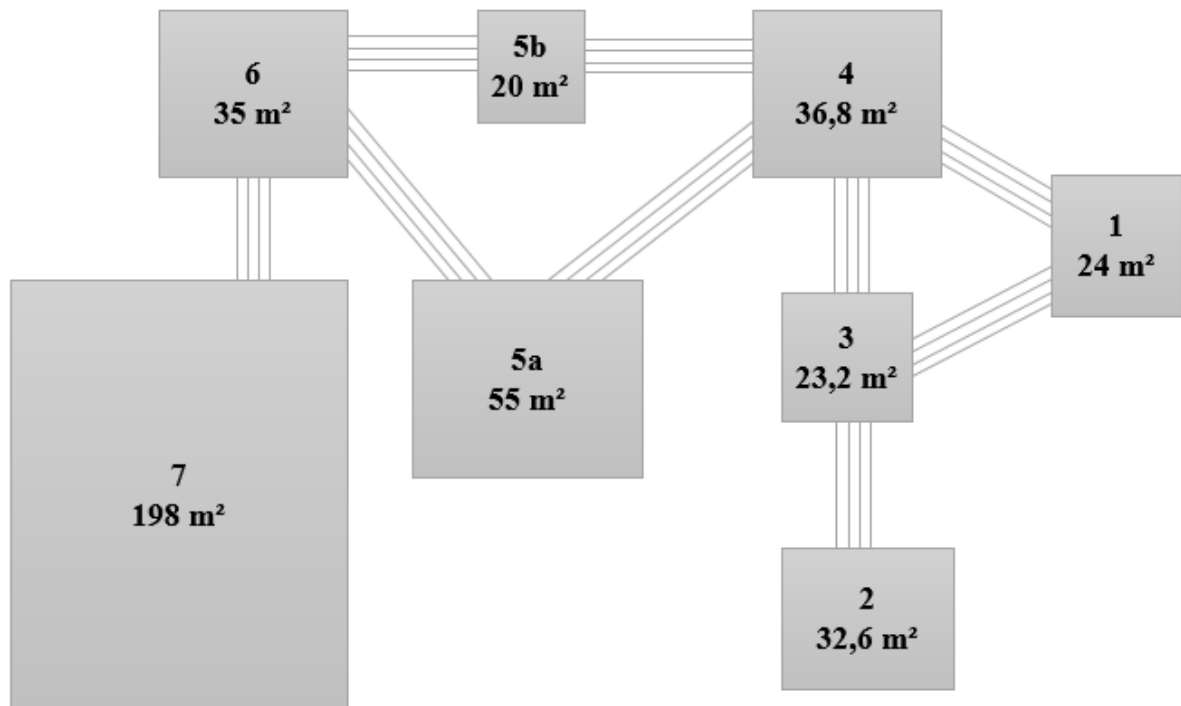


Figura 30 - Diagrama de relações de espaço para o setor de latarias

Fonte: Autor

4.4.6 Projeto do novo layout

Após a elaboração do diagrama de relações de espaço apresentado na Figura 30, já sabemos quais atividades devem permanecer próximas umas das outras, e também o espaço requerido para o ótimo funcionamento de seus processos. E então o próximo passo é acomodar estas atividades, dentro do espaço físico disponível na empresa em estudo, e para isso foi

realizado uma planta *layout*, utilizando o *software* Visio 2013. Para a realização desta planta *layout* utilizou-se as mesmas medidas de espaço das instalações, que foram coletadas para a realização da planta do *layout* atual.

O tipo de *layout* utilizado para a elaboração da proposta, é o *layout* funcional, onde agrupamos em uma mesma área, todos os processos e equipamentos do mesmo tipo e função, e então os materiais e produtos se deslocam procurando os processos necessários. Este *layout* é o mais adequado para esta empresa, pois ele agrupa os maquinários similares próximos, como no caso do setor de conformação e dobras que é formado pelos maquinários: Dobradeira manual, prensa hidráulica de 70 toneladas e a de 500 toneladas. Há empresa conta com apenas 1 operador especializado em cada atividade, então torna-se necessário aproximar as máquinas similares próximos a este operador.

O tipo de fluxo utilizado neste trabalho, não pode se enquadrar nos tipos mais comuns como linha reta, zig-zag, formato de U e circular, pois como pode-se notar nos fluxogramas dos produtos A, B e C, eles não possuem a mesma sequência produtiva, então fica inviável a utilização destes fluxos mais comum, pois ao mesmo momento que possa estar favorecendo o fluxo de um produto, ele desfavorece o outro. Neste caso foi levado em conta na elaboração do fluxo, um arranjo que favorece-se os três produtos, de modo a diminuir as distancias entre atividades e a diminuição de cruzamentos.

Na elaboração da proposta de *layout* o estoque intermediário e pintura e acabamento, não houve alteração quanto a sua localização e sua área disponível, pois o estoque intermediário possui um espaço físico disponível que está atendendo atualmente de maneira favorável. Já a pintura e acabamento, além de estar em uma posição favorável pois é uma atividade que precede a ida das peças para o estoque final, ela deve permanecer neste mesmo local, pois é utilizada a pintura a pó nas peças metálicas e então são necessárias instalações próprias para a sua utilização, e isto já está implantado neste local de acordo como são estabelecidas as normas.

O estoque final também permaneceu no mesmo local e com o mesmo espaço físico, o que foi realizado foi um rearranjo de suas prateleiras, que agora foram colocadas em corredores no sentido vertical.

A solda e montagem e as cabines de solda 1 e solda 2, foram alocadas próximas a atividade de pintura e acabamento, pois é uma atividade posterior a atividade de solda e montagem e devem ficarem próximas para diminuir deslocamento excessivo de materiais.

Quanto a matéria prima que no *layout* atual ficavam todas juntas, tanto as chapas utilizadas na guilhotina, quanto as do corte plasma, agora na proposta do novo *layout* foram separadas, ficando as chapas utilizadas na guilhotina armazenadas próximas a guilhotina e as chapas utilizadas no corte plasma perto do corte plasma. O armazenamento dessas chapas, devem ficar próximas também do portão de entrada da empresa, para facilitar o seu reabastecimento.

A atividade da guilhotina que antes contava com uma área de 27 metros quadrados, agora passa a ter uma área maior de 32,6 metros quadrados, de acordo com o que foi calculado na Tabela 5. Sua localização agora é na parte central inferior do barracão, pois fica próximo a matéria prima e próximo ao setor de prensas excêntricas que é a atividade posterior a sua operação.

O setor de prensas excêntricas é formado pela prensa excêntrica de 22 e 40 toneladas e deverá ficar alocado na parte central do barracão, pois ela recebe fluxo de materiais tanto da guilhotina, quanto do corte plasma, e repassa para o setor de conformação e dobras. Este setor também teve uma pequena diminuição quanto a sua área, de 25 metros quadrados, para 23,2 metros quadrados conforme foi calculado na Tabela 5.

Outro setor que foi realocado é o de conformação e dobras, que é formado pela dobradeira manual, prensa hidráulica de 70 e 500 toneladas, agora no novo *layout* sua localização é na parte superior central do barracão, pois favorece a proximidade da chegada de materiais tanto do setor de prensa excêntrica, como as vindas do corte plasma, além da proximidade com os setores de solda e montagem e as cabines de solda 1 e 2. O setor também teve um aumento de sua área de 30 metros quadrados, para 36,8 metros quadrados, dados da Tabela 5.

O corte plasma no atual *layout* ficava alocado na parte central do barracão, já no novo *layout* ficará alocado no canto direito do barracão, ficando próximo a sua matéria prima e também entre os setores de prensas excêntricas e conformação e dobras, que são os processos

posteriores a suas operações. Este setor também teve um aumento de sua área de 20 metros quadrados para 24 metros quadrados no novo layout.

No *layout* atual há um setor de montagem, que ocupa uma área de 8 metros quadrados, localizado ao lado da cabine de solda 2, conforme podemos ver na Figura 28. Este setor na proposta do *layout* será extinto, pois conforme observação e entrevistas com os colaboradores, ele não tem utilidade. Então no novo *layout*, foi utilizado esta área para criar um local para acomodação dos equipamentos de movimentação, já que estes ficavam largados nos corredores de movimentação ou próximos as máquinas. A localização desta área, será no canto inferior direito do barracão, um local favorável já que os equipamentos de movimentação são utilizados tanto no setor de latarias, como no de tornearia e também no estoque final.

Outra área criada é para a colocação de uma gaiola de proteção, para acomodação dos botijões de gás reserva, que são utilizados nos maçaricos e também no corte plasma. Outra modificação realizada, é quanto os corredores de movimentação, que foram dimensionados para uma melhor movimentação de pessoas, máquinas e materiais.

A seguir, na Figura 31 é mostrado a proposta de *layout* já com as modificações realizadas.

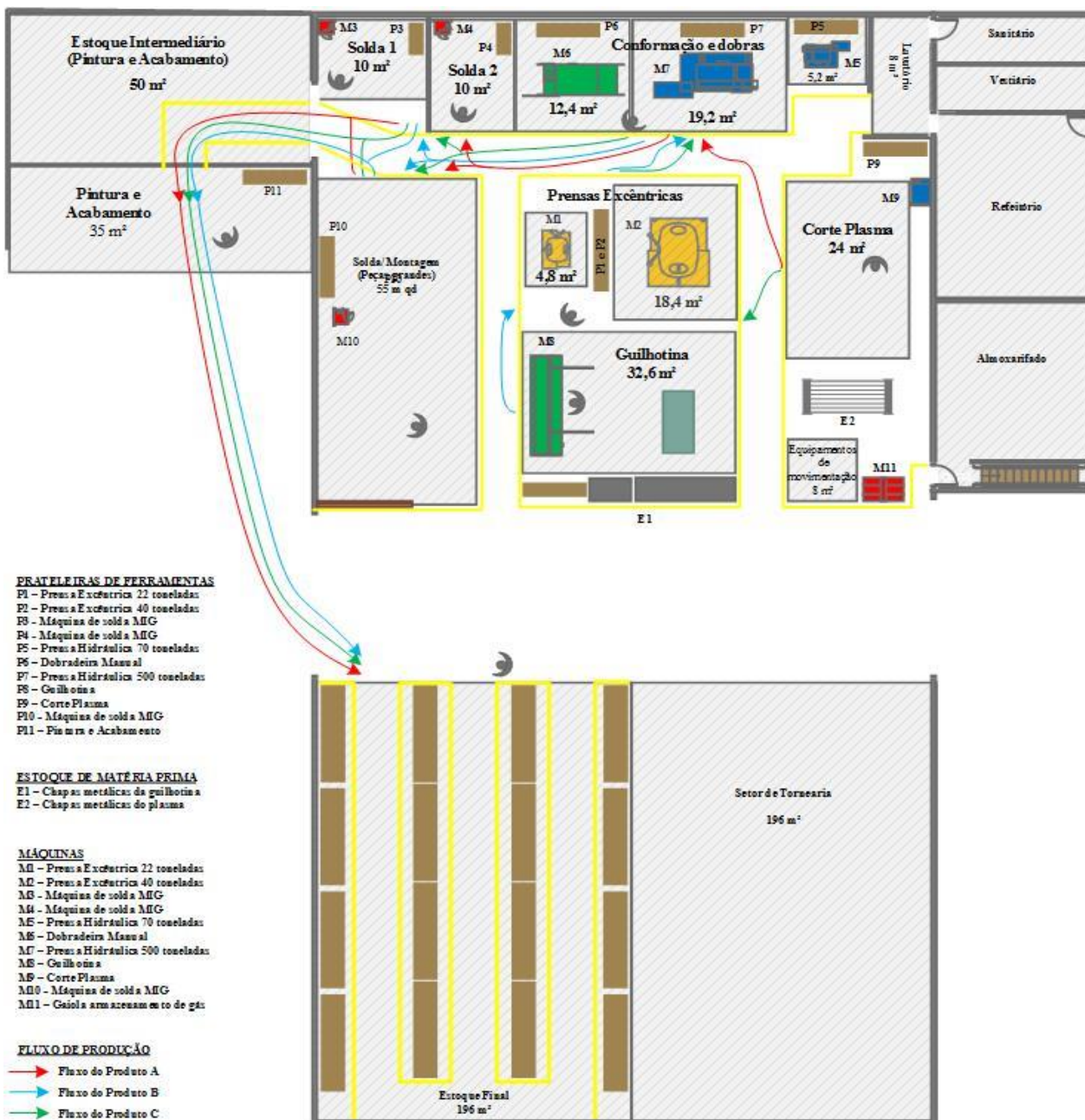


Figura 31 - Proposta de layout

Fonte: Autor

4.5 ANÁLISE DAS DISTÂNCIAS ENTRE ATIVIDADES

Foi realizado uma análise das distâncias percorridas em metros entre uma atividade e outra, onde utilizou-se dos projetos do *layout* atual e da proposta de *layout* realizados no *software* Visio 2013 para medir as distâncias. As distâncias foram medidas utilizando como base o centro de uma atividade produtiva até o centro de outra atividade, como exemplo a medida do centro da atividade do corte plasma, até o centro da atividade de conformação e dobras.

Estas medições servirão de método comparativo, para definir se a proposta de *layout* é melhor comparada ao *layout* atual, em quesitos de redução de deslocamento de materiais e pessoas na produção dos produtos A, B e C.

Na Tabela 7 a seguir é apresentada as medidas entre as atividades do *layout* atual, e da proposta de *layout*.

Tabela 7 - Análise de distâncias entre o layout atual e a proposta de layout

Ligações entre atividades	Distância percorrida em metros (m)	
	Layout Atual	Proposta de Layout
Matéria prima do plasma para Corte plasma	6,66	4,25
Matéria prima da guilhotina para Guilhotina	3,03	3,25
Corte Plasma para Prensas Excêntricas	9,05	7,09
Corte Plasma para Conformação e dobras	7,46	8,34
Guilhotina para Prensas Excêntricas	11,00	5,10
Prensas Excêntricas para Conformação e dobras	5,77	6,53
Conformação e dobras para Solda/Montagem	15,03	13,61
Conformação e dobras para Solda 1 e 2	9,92	9,39
Solda/Montagem para Pintura e acabamento	22,81	8,74
Solda 1 e 2 para Pintura e acabamento	17,43	9,16
Pintura e acabamento para Estoque final	25,42	25,42

Fonte: Autor

Após coletadas as medidas entre atividades do *layout* atual e da proposta de *layout*, foram analisadas as distâncias totais percorridas, para a produção dos produtos A, B e C, no

layout atual. As sequencias produtivas utilizadas, são as mesmas que foram definidas no tópico 4.3.2 Fluxograma.

Na Tabela 8, pode-se visualizar as ligações entre atividades pelas quais os produtos A, B e C, devem percorrer até a sua conclusão.

Tabela 8 - Distância percorrida pelos produtos A, B e C no layout atual

Ligações entre atividades	Distância percorrida em metros (m)			
	Layout Atual	Produto A	Produto B	Produto C
Matéria prima do plasma para Corte plasma	6,66	6,66	-	6,66
Matéria prima da guilhotina para Guilhotina	3,03	-	3,03	-
Corte Plasma para Prensas Excêntricas	9,05	-	-	9,05
Corte Plasma para Conformação e dobras	7,46	7,46	-	-
Guilhotina para Prensas Excêntricas	11,00	-	11,00	-
Prensas Excêntricas para Conformação e dobras	5,77	-	5,77	5,77
Conformação e dobras para Solda/Montagem	15,03	-	-	-
Conformação e dobras para Solda 1 e 2	9,92	9,92	9,92	9,92
Solda/Montagem para Pintura e acabamento	22,81	-	-	-
Solda 1 e 2 para Pintura e acabamento	17,43	17,43	17,43	17,43
Pintura e acabamento para Estoque final	25,42	25,42	25,42	25,42
Distância Total Percorrida em metros (m)	133,6	66,89	72,57	74,25

Fonte: Autor

Com os dados da Tabela 8, temos que a distância total percorrida em metros no atual *layout* para a produção dos produtos A, B e C, são respectivamente 66,89, 72,57 e 74,25. Então já com estes dados, realizamos a mesma análise das distâncias percorridas para a produção destes produtos na proposta de *layout*, onde os valores obtidos são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Distância percorrida pelos produtos A, B e C na proposta de layout

Ligações entre atividades	Distância percorrida em metros (m)			
	Proposta de Layout	Produto A	Produto B	Produto C
Matéria prima do plasma para Corte plasma	4,25	4,25	-	4,25
Matéria prima da guilhotina para Guilhotina	3,25	-	3,25	-
Corte Plasma para Prensas Excêntricas	7,09	-	-	7,09
Corte Plasma para Conformação e dobras	8,34	8,34	-	-
Guilhotina para Prensas Excêntricas	5,10	-	5,10	-
Prensas Excêntricas para Conformação e dobras	6,53	-	6,53	6,53
Conformação e dobras para Solda/Montagem	13,61	-	-	-
Conformação e dobras para Solda 1 e 2	9,39	9,39	9,39	9,39
Solda/Montagem para Pintura e acabamento	8,74	-	-	-
Solda 1 e 2 para Pintura e acabamento	9,16	9,16	9,16	9,16
Pintura e acabamento para Estoque final	25,42	25,42	25,42	25,42
Distância Total Percorrida em metros (m)	100,90	56,56	58,85	61,84

Fonte: Autor

Pode-se visualizar na Tabela 9, que as distâncias totais percorridas na proposta de *layout* para os produtos A, B e C, são respectivamente 56,56, 58,85 e 61,84 metros. As conclusões relativas a estes dados, serão melhor avaliadas no tópico a seguir.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que a proposta de *layout*, se implantado no setor de latarias trará muitos benefícios para a empresa, melhorando em muitos aspectos se comparado com o *layout* atual, a seguir será apresentado as melhorias que a nova proposta de *layout* trará.

A proposta de *layout* melhorará reduzindo a movimentação excessiva de materiais e pessoas nos fluxos produtivos dos produtos A, B e C, conforme pode-se analisar nos resultados apresentados nas Tabelas 8 e 9, que apresentam valores das distâncias totais percorridas em metros para a produção dos produtos A, B e C de 66,89, 72,57 e 74,25 no atual *layout*, e valores de 56,56, 58,85 e de 61,84 na proposta de *layout*. Conclui-se com isso, que houve uma diminuição de deslocamento de aproximadamente 15,5% para o produto A, de 18,9% para o produto B e de 16,7% para o produto C na proposta de *layout*. Essa redução foi possível devido ao remanejamento dos maquinários, que agora na proposta de *layout* foram realocados de uma maneira que favoreçam uma melhor linearidade dos fluxos produtivos, ficando as atividades com maiores afinidades próximas, e as com pouca afinidade mais afastadas, além de colocar as atividades em sequencias de montagem.

Outro aspecto favorável da proposta de *layout* é que neste *layout* os maquinários foram dimensionados, e com isso as máquinas foram alocadas, com o espaçamento e áreas adequadas para a sua operação, garantindo assim maior segurança aos colaboradores no manuseio das máquinas.

Melhorará o fluxo de pessoas, materiais e equipamentos através dos corredores de movimentação, isto porque agora foi feito um dimensionamento dos corredores, através de dados teóricos que foi definido que a largura ideal dos corredores, levando-se em conta o equipamento de movimentação e o material transitado pelos corredores, que a largura ideal é de 1,50 metros. Então estes corredores serão demarcados no chão na cor amarela, em locais que facilitem o acesso a todos os setores e maquinários, permitindo segurança aos colaboradores ao transitarem dentro dos corredores.

Melhor organização das matérias primas, pois no *layout* atual tanto as chapas utilizadas na guilhotina, quanto as utilizadas no corte plasma, ficam armazenadas juntas. E na proposta

de *layout* haverá uma divisão destas chapas, ficando armazenadas as utilizadas na guilhotina próximas ao setor de guilhotina e as utilizadas no corte plasma perto deste setor.

Irá melhorar a entrada e saída dos produtos no estoque final, pois além da demarcação dos corredores de movimentação entre as prateleiras, estas serão alocadas agora na vertical, permitindo maior facilidade na entrada e saída de produtos movimentados pelo equipamento de movimentação.

Com esta proposta de *layout* haverá uma diminuição do *setup*, pois no *layout* atual as ferramentas utilizadas nos maquinários, ficavam armazenadas no almoxarifado, necessitando o colaborador se deslocar até lá para pegar a ferramenta de necessária. Já nesta proposta, foram colocadas prateleiras de ferramentas próximas a cada maquinário ou setor, ficando apenas as ferramentas necessárias armazenadas nas prateleiras, e com isso há uma melhor organização, diminuição de tempo e deslocamento.

Aumentará a segurança quanto ao armazenamento de botijões de gás, sendo destinado uma área própria para o seu armazenamento, ficando elas dentro de gaiolas de proteção. Melhorará a organização e segurança também quanto a um local próprio para a disposição do equipamento de movimentação.

Com estas melhorias apresentadas, pode-se concluir que a proposta de *layout* é um projeto viável para o setor de latarias, pois corrigirá os problemas apresentados neste setor que foram citados no início deste trabalho, como a movimentação excessiva de materiais e pessoas, má alocação de maquinários e equipamentos, além da desorganização e perigos no ambiente de trabalho.

6 SUGESTÕES DE MELHORIA

Aquisição de uma ponte rolantes, pois esta favoreceria a movimentação das chapas das prateleiras de estocagem, até a guilhotina ou o corte plasma. Pois atualmente, isto é feito pelos colaboradores necessitando de 2 a 3 colaboradores para movimentar algumas chapas, dependendo de sua espessura.

Obrigar e orientar os colaboradores quanto a utilização dos equipamentos de segurança do trabalho, pois se tratando de uma metal mecânica os colaboradores lidam com máquinas pesadas, que apresentam grandes riscos de acidentes e frequentemente é observado colaboradores fazendo suas atividades sem o uso do equipamento de segurança.

Desenvolver um equipamento de movimentação ou até mesmo uma bancada móvel, que facilite o transporte de peças e equipamentos de uma operação para a outra. Pois perde-se muito tempo com a movimentação destas peças de um processo para o outro, pois muitas vezes o colaborador tem de pegar as peças que estão no chão, colocar em cima do palete para que ai sim possa estar levando para a próxima operação.

Implantação da ferramenta “5s” ajudaria muito na organização da empresa, pois nota-se muitos equipamentos, maquinários e peças que não tem mais utilidades encostados em várias partes do terreno da empresa, inclusive no setor produtivo.

7 REFERÊNCIAS

- BARROS, A.J.S.; LEHFELD, N.A.S. **Fundamentos de metodologia científica**. 2.ed. São Paulo: Makron, 2000.
- BORBA, Mirna. **Arranjo Físico**. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina. Apostila do curso de Engenharia de Produção, 1998.
- CAMAROTTO, JOÃO ALBERTO. **Projeto de instalações industriais**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. Apostila de curso de Especialização em Gestão da Produção, 2005.
- CORRÊA, Henrique; CORRÊA, Carlos. **Administração de Produção e Operações**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- DAVIS, M.; AQUILANO, N. & CHASE, R. **Fundamentos da Administração da Produção**. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- MACHLINE, Claude et al. **Manual de Administração da Produção**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1990.
- MARTINS, Petrônio; LAUGENI, Fernando. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MUTHER, R. e WHEELER, J. D. **Planejamento sistemático e simplificado de layout**. São Paulo: IMAM, 2000.
- PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.
- RITZMAN, Larry; KRAJEWSKI, Lee. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.
- RUSSOMANO, Victor. **Planejamento e controle da produção**. 6. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção: Edição Compacta**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- STEVENSON, William. **Administração das Operações de Produção**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

TUBINO, Dalvio. **Planejamento e Controle da Produção:** teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2000.

TUBINO, Dalvio. **Planejamento e Controle da Produção:** teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2007.

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900
Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196