

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

**Proposta de adequação do processo produtivo de uma
empresa metal mecânica**

Érico Rafael Santin

Maringá - Paraná
Brasil

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

Proposta de adequação do processo produtivo de uma empresa
metal mecânica

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia de Produção, do Centro de
Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Aluno: Érico Rafael Santin
Orientador(a): Prof.^a Aline Silva Culchesk

Maringá - Paraná
2015

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais Carlos e Aparecida, pois eles fizeram o possível e o impossível para eu estar aqui hoje.

Agradeço também minhas irmãs Angélica e Jaqueline, por sempre estar ali me ajudando nas horas que mais precisava.

A minha namorada Ana que esteve o tempo todo ao meu lado, tornando meu dia mais alegre e feliz.

A minha professora orientadora Aline, que me ajudou da melhor forma possível, sempre buscando tirar todas minhas dúvidas.

A todos meus amigos, mas principalmente ao Eduardo e Sérgio, que estiveram sempre presentes, me ajudando e dando conselhos.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de adequação do processo produtivo, em uma empresa do ramo metal mecânico, visando aumentar a produtividade, melhorar o fluxo de processos com a redução da movimentação de materiais e pessoas, melhorar a organização dos setores buscando um ambiente de trabalho mais agradável e seguro. Foram feitas análises de vendas mensais e a partir disso criado um quadro de produtos que foram analisados. A proposta de *layout* foi feita a partir de procedimentos sugeridos por alguns autores, que devem ser seguidas até o desenvolvimento da proposta. Conclui-se que a proposta de um novo *layout* será de grande importância para a empresa, pois atenderá os objetivos de eliminar características que não agregam valor ao produto, criando um *layout* seguro e adequado para a empresa, aumentando a produtividade e reduzindo custos.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	i
Lista de Quadros	iii
Lista de Tabelas	iv
1 Introdução	1
1.1 Justificativa	1
1.2 Definição e delimitação do problema	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
1.4 Caracterização da pesquisa	3
2 Revisão Teórica	4
2.1 Sistemas produtivos	4
2.1.1 <i>Classificação dos sistemas de produção</i>	5
2.2 Arranjo físico	7
2.2.1 <i>Tipos de arranjo físico</i>	8
2.3 Etapas para elaboração de um arranjo físico	13
2.4 Técnicas e ferramentas para análise de <i>layout</i>	14
2.4.1 <i>Curva ABC</i>	14
2.4.2 <i>Gráfico do fluxo do processo</i>	15
2.4.3 <i>Diagrama de Relacionamento</i>	18
2.4.4 <i>Matriz De-Para</i>	19
2.4.5 <i>Mapofluxograma</i>	20
2.5 Dimensionamento de áreas	20
2.5.1 <i>Dimensionamento de maquinários</i>	21
2.5.2 <i>Dimensionamento de corredores</i>	21
3 Desenvolvimento	23
3.1 Apresentação da empresa	23
3.2 Coleta de dados	23
3.2.1 <i>Maquinários</i>	24
3.2.2 <i>Matéria Prima</i>	29
3.2.3 <i>Produtos</i>	32
3.2.4 <i>Estrutura da empresa atual</i>	36
3.2.5 <i>Nova estrutura da empresa</i>	38
3.2.6 <i>Dados sobre venda de produtos</i>	39
4 Resultados e análise de resultados	40
4.1 Curva ABC	40
4.2 Gráfico do Fluxo de Processo	41
4.2.1 <i>Grade/Portão – Travessa barra mecânica laminada</i>	41
4.2.2 <i>Portão de elevação – Chapa laminada a quente</i>	42
4.2.3 <i>Portão de elevação – Travessa barra mecânica laminada</i>	43
4.2.4 <i>Grade/ Portão – Travessa barra mecânica tubular</i>	44

4.2.5	<i>Portão/ Porta – Chapa laminada a quente</i>	45
4.2.6	<i>Portão de elevação – Travessa barra mecânica tubular</i>	46
4.3	Diagrama de relacionamento	47
4.4	Matriz de-para.....	47
4.5	Cálculo de área da máquina	50
4.5.1	<i>Compressor de ar</i>	50
4.5.2	<i>Furadeira de bancada</i>	51
4.5.3	<i>Policorte</i>	51
4.5.4	<i>Prensa excêntrica</i>	52
4.5.5	<i>Solda MIG</i>	52
4.6	Esboço das Propostas.....	53
4.7	Mapofluxograma.....	55
4.7.1	<i>Empresa atual</i>	55
4.7.2	<i>Proposta I</i>	56
4.7.3	<i>Proposta II</i>	57
4.8	Projeto do novo layout.....	58
5	Conclusão	60
6	Referências	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Exemplo de um sistema de produção	4
Figura 2.2 - Tipos de arranjo físico	8
Figura 2.3 - Modelo de Arranjo Físico posicional.....	9
Figura 2.4 - Modelo de arranjo físico funcional.....	11
Figura 2.5 - Modelo de arranjo físico por produto	12
Figura 2.6 - Modelo de arranjo físico celular	13
Figura 2.7 - Exemplo de curva ABC	15
Figura 2.8 - Exemplo de diagrama de processo.....	17
Figura 2.9 - Exemplo de diagrama de relacionamento.....	19
Figura 2.10 - Exemplo de uma carta de-para.....	19
Figura 2.11- Exemplo mapofluxograma.....	20
Figura 2.12 – Método de Centro de Produção para uma fresadora	21
Figura 3.1 - Compressor de ar Schulz trifásico 200L.....	25
Figura 3.2 - Furadeira de bancada Motomil	26
Figura 3.3 - Policorte Maxicort	27
Figura 3.4 - Prensa excêntrica Super Victor 25 toneladas.....	28
Figura 3.5 - Solda MIG Hylong 315 amperes	29
Figura 3.6 - Tubos redondo, quadrado e retangular	30
Figura 3.7 - Barras mecânicas laminadas redonda, quadrada, cantoneira e chata.....	30
Figura 3.8 - Chapa laminada a quente frisada	31
Figura 3.9 - Chapa xadrez.....	31
Figura 3.10 – Travessa modelo barra mecânica laminada.....	32
Figura 3.11 – Travessa modelo barra mecânica tubular.....	32
Figura 3.12 – Grade/Portão – Travessa barra mecânica laminada	33
Figura 3.13 - Grade/Portão – Travessa barra mecânica tubular	33
Figura 3.14 – Portão de elevação – Chapa laminada a quente	34
Figura 3.15 - Portão de elevação – Travessa barra mecânica laminada	34
Figura 3.16 - Portão de elevação – Travessa barra mecânica tubular	35
Figura 3.17 - Portão/Porta – Chapa laminada a quente	35
Figura 3.18 - Foto do chão de fábrica da empresa	36
Figura 3.19 - Foto do chão de fábrica da empresa	36
Figura 3.20- <i>Layout</i> atual da empresa	37
Figura 3.21 - Planta baixa do novo barracão	38
Figura 4.1- Contribuição de cada produto nas vendas.....	40
Figura 4.2 - Fluxograma do processo - Grade/Portão – Travessa barra mecânica laminada ...	41
Figura 4.3 - Fluxograma do processo - Portão de elevação – Chapa laminada a quente	42
Figura 4.4 - Fluxograma do processo - Portão de elevação – Travessa barra mecânica laminada	43
Figura 4.5 - Fluxograma do processo - Grade/ Portão – Travessa barra mecânica tubular.....	44
Figura 4.6 - Fluxograma do processo - Portão/ Porta – Chapa laminada a quente	45
Figura 4.7 - Fluxograma do processo - Portão de elevação – Travessa barra mecânica tubular	46
Figura 4.8 – Representação gráfica da Matriz De-Para.....	49

Figura 4.9 – Dimensionamento de área do Compressor de ar.....	50
Figura 4.10 – Dimensionamento de área da Furadeira de bancada.....	51
Figura 4.11 - Dimensionamento de área do policorte	51
Figura 4.12 – Dimensionamento de área da prensa excêntrica	52
Figura 4.13 – Dimensionamento de área da solda MIG.....	52
Figura 4.14 – Esboço Proposta I.....	53
Figura 4.15 – Esboço Proposta II	54
Figura 4.16 – Mapofluxograma da empresa atual	55
Figura 4.17 – Mapofluxograma da Proposta I.....	56
Figura 4.18 – Mapofluxograma da Proposta II	57
Figura 4.19 – Projeto do novo <i>layout</i>	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1- Simbologia utilizada e fluxogramas de processo	16
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Número de funcionários por função.....	23
Tabela 3.2 - Quantidade de equipamentos.....	24
Tabela 3.3 – Dados de vendas de outubro de 2014 a setembro de 2015	39
Tabela 4.1 – Diagrama de Relacionamento dos setores e máquinas	47
Tabela 4.2 – Representação dos setores e máquinas	47
Tabela 4.3 – Fluxo do processo e intensidade do fluxo	48
Tabela 4.4 – Matriz De-Para.....	49

1 INTRODUÇÃO

Devido à competitividade no mercado de bens e serviços, e um cenário econômico com grandes instabilidades, as empresas são forçadas a adaptar seu sistema produtivo para a melhoria contínua de sua produção, junto com um menor custo de seus processos e produtos. Para isso têm buscando sistemas flexíveis de produção, trazendo melhor vantagem competitiva no mercado, de maneira correta e segura.

Para Ritzman e Krajewski (2005) as escolhas de arranjo físico implica questões de prática e estratégia e podem ajudar de forma notável nas prioridades competitivas de uma organização. Segundo o autor, ao alterar o arranjo físico, a empresa pode obter benefícios em suas prioridades competitivas como, melhorar o fluxo de materiais e informações; aumentar a eficiência do uso da mão-de-obra e equipamentos; favorecer o cliente e as vendas em uma loja varejista; conter riscos aos funcionários; aumentar a autoestima dos trabalhadores e aprimorar a comunicação.

Segundo Riggs (1976) quando é tomada a decisão de realocar o *layout* da fábrica, é preciso aproveitar essa oportunidade para melhorar o desempenho de todas as instalações e serviços. O novo arranjo físico deve ter o objetivo de maximizar o fluxo de produção e a eficiência do trabalho, ou seja, reduzir custos de produção levando em conta o tipo de produção da empresa, deve-se considerar também, a expansão ou na introdução de um novo processo.

Neste sentido, este trabalho abordará um estudo de caso em uma empresa metal mecânica. A mesma está situada na cidade de Mandaguaçu-PR, atua na produção de esquadrias metálicas. Trata-se de uma empresa de pequeno porte com produção mensal aproximada de 300 m² de grades e portões. Devido ao aumento da demanda, a capacidade produtiva da empresa teve que ser modificada, novos equipamentos foram adquiridos e funcionários contratados, desta forma, será proposto um novo arranjo físico em uma área amplificada, afim de obter uma melhor eficiência do trabalho.

1.1 JUSTIFICATIVA

A empresa em estudo, desenvolve diversos produtos em esquadrias metálicas para clientes comerciais e residenciais. Devido ao crescimento imobiliário da região e a instalação de outras empresas do mesmo ramo na cidade, a empresa busca atender todos seus clientes com a maior agilidade e qualidade, procurando ser a referência do mercado regional. A proposta de

adequação do processo produtivo, propõe solucionar os problemas que a empresa vem passando, que são: espaço físico mal aproveitado, desordem no sistema produtivo, maquinário mal alocado e setores desorganizados. Com isso, o objetivo é otimizar o processo produtivo, aumentar a produção, reduzir do *lead time* do processo, realocar adequadamente o maquinário e os setores, projetar a iluminação de acordo com a Norma Brasileira (NBR) e definir um fluxo de produção a fim de reduzir o tempo ocioso.

1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

Este trabalho será desenvolvido na empresa Medimetal LTDA. ME, atuante no ramo metal mecânico, situada em Mandaguçu no noroeste Paranaense. Seu principal produto é a fabricação de grades e portões residenciais e comerciais, além de prestar manutenção aos mesmos. Neste trabalho a proposta de adequação de layout será para o processo produtivo, especificamente para o setor de corte e solda.

O problema enfrentado na Medimetal é o atraso na demanda e baixa produtividade, devido principalmente a movimentação excessiva de materiais e pessoas e aos maquinários mal alocados. Outro problema é a má distribuição dos setores de trabalhos, que torna o ambiente propício a ocorrência de acidentes.

1.3 OBJETIVOS

Nos tópicos 1.3.1 e 1.3.2 serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos, respectivamente.

1.3.1 Objetivo geral

- Desenvolver um *layout* adequado ao processo produtivo de uma empresa metal mecânica.

1.3.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, tem-se:

- Mapear o processo produtivo da empresa;
- Analisar o fluxo de produção e materiais;
- Eliminar as características que não agregam valor;
- Delimitar o acesso e espaço de cada setor de trabalho e seus equipamentos;

- Reduzir custos e aumentar a produtividade;
- Criar um *layout* seguro e adequado.

1.4 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esse trabalho pode ser classificado como uma pesquisa aplicada, devido ao fato de ser dirigida a solução de um determinado problema. Já em relação ao estudo é classificada como qualitativa, que compreende em um conjunto de diferentes técnicas interpretativas para a coleta de dados do ambiente em estudo (GIL, 1991).

De acordo com os objetivos da pesquisa, ela pode ser classificada como exploratória, que segundo Gil (1991) é a análise de um determinado problema com a finalidade de construir hipóteses ou torna-lo explícito, envolvendo entrevista com funcionários experientes que possuem conhecimento do problema pesquisado.

2 REVISÃO TEÓRICA

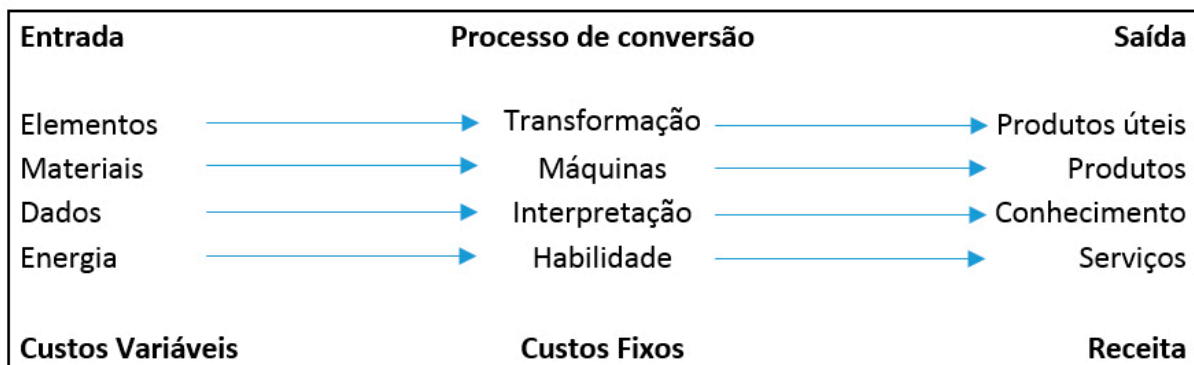
Neste capítulo será apresentada a revisão teórica, far-se-á a exposição de assuntos sobre sistemas produtivos, arranjo físico, técnicas e ferramentas para análise de *layout* e dimensionamento de áreas. Que servirão de base para o desenvolvimento da proposta de adequação do sistema produtivo.

2.1 SISTEMAS PRODUTIVOS

Riggs (1976) define sistema produtivo com um processo projetado que transforma elementos em produtos de utilidade, ou seja, um processo organizado que procura converter insumos em produtos.

Segundo Tubino (2007) os sistemas produtivos são aqueles que transformam a matéria-prima em produto, bens ou serviços, por meio de um processamento. Nesses sistemas, deve-se considerar prazos, para que as ações sejam elaboradas de forma planejadas. A Figura 2.1 mostra um exemplo de sistema de produção, com as entradas, os processos de conversão e as saídas, tendo respectivamente os custos variáveis, custos fixos e a receita.

Figura 2.1 - Exemplo de um sistema de produção



Fonte: Adaptado de RIGGS (1986)

2.1.1 Classificação dos sistemas de produção

Segundo Lustosa et al. (2008) os sistemas de produção são classificados de várias formas, para que simplifique a compreensão das características entre o sistema produtivo, conforme apresentado a seguir:

- a) Classificação quanto ao fluxo de processos;
Classificação devido à importância e o grau do fluxo de materiais dentro do sistema produtivo;
- b) Classificação quanto ao grau de padronização dos produtos;
A classificação é realizada de acordo com o grau de padronização dos produtos da empresa, onde se dividem em produtos padronizados e produtos sob medida;
- c) Classificação quanto ao tipo de operação;
A classificação é realizada de acordo com o tipo de operação que pode ser processo contínuo ou processo discreto. O processo contínuo é o tipo de processo que possui grande uniformidade na produção. Já o processo discreto é passível de isolamento por lotes ou unidades;
- d) Classificação quanto ao ambiente de produção;
Classificação utilizada para caracterizar a posição dos estoques dentro do processo produtivo, informando a complexidade do fluxo de materiais;
- e) Classificação quanto a natureza dos produtos.
A classificação é realizada de acordo com a natureza dos produtos, podendo ser tangível (manufatura de bens) ou intangível (prestador de serviços).

Tubino (2007) diz que os sistemas de produção devem estar voltados para a geração de bens e serviços. Ele classifica esses sistemas de produção de acordo com as suas características, que serão abordadas a seguir.

2.1.1.1 Os sistemas contínuos

De acordo com Tubino (2007) os sistemas contínuos são empregados quando a produção apresenta um grau alto de uniformidade. Sua nomeação é dada pela dificuldade ao identificar e separar uma unidade do produto das demais, dentro da produção. Possui alto investimento em máquinas, baixa flexibilidade para a mudança do produto, com mão de obra utilizada apenas para condução e manutenção das instalações.

Para Slack et al. (2002) os processos contínuos são diferentes da produção em massa, por possuir volumes de produção maiores, e menos variedade. Nesses processos, os produtos são inseparáveis com um fluxo em períodos de tempos longos e sem interrupções.

2.1.1.2 Os sistemas em massa

Segundo Tubino (2007) os sistemas de produção em massa, são semelhantes aos sistemas contínuos, onde possuem produtos em grandes escalas de forma altamente padronizada. Tubino (2004) complementa dizendo que nesse tipo de processo, a mão-de-obra é pouco flexível, onde os grandes investimentos podem ser amortizados durante um longo tempo.

De acordo com Stevenson (2001) neste tipo de processo geralmente são utilizados equipamentos relativamente caros e trabalhadores com pouca qualificação, devido à alta padronização.

2.1.1.3 Os sistemas em lotes

Tubino (2004) caracteriza sistemas em lotes, como o sistema de produção com volume médio de bens ou serviços de forma padronizada em lotes, onde cada lote passa por uma série de operações que necessitam ser programadas ao decorrer das etapas concluídas.

Segundo Tubino (2007) esse sistema produtivo deve ser relativamente flexível, visando atender as necessidades dos clientes, e utilizando equipamentos pouco especializados agrupados em departamentos.

2.1.1.4 Os sistemas sob encomenda

Os sistemas sob encomenda, são aqueles que possui a finalidade de atender todas as necessidades do cliente, com todas os processos voltados para essa finalidade. Geralmente o produto possui uma data específica de conclusão, onde após concluído, a produção se volta para um novo produto (TUBINO, 2004).

Para Ritzman e Krajewski (2005) o sistema sob encomenda possui uma maior flexibilidade, por possuir alto grau de customização do produto. Com isso, terá um baixo volume de produção.

2.2 ARRANJO FÍSICO

Segundo Slack et al. (2002) o arranjo físico é a decisão do posicionamento físico dos recursos de transformação, ou seja, alocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoas da produção. Ele ainda afirma que, suas características são as mais evidentes de um processo produtivo, por determinar sua forma e aparência. Já ao realizar mudanças relativamente pequenas na posição de um equipamento dentro da empresa, pode influenciar no fluxo de materiais e pessoas, com isso afetar o custo e a eficácia da produção.

Para Olivério (1985) o arranjo físico é um estudo realizado em um processo produtivo, em que procura encontrar a melhor solução e aproveitamento das instalações industriais dentro do ambiente disponível, influenciando diretamente na produção. Já Davis et al. (2001) diz que o objetivo do arranjo físico é adequar um fluxo de matérias lado a lado com a fábrica, que seja compreensível tanto para os clientes como para os trabalhadores da empresa.

Slack et al. (2002) diz que o projeto de uma operação produtiva, deve ser iniciado com os objetivos estratégicos da produção o autor comenta que há algumas razões práticas em que as decisões do arranjo físicos são importantes na maioria dos casos:

- a) Mudar o arranjo físico geralmente possui uma dificuldade e uma demora por causa das dimensões físicas dos recursos de transformação movimentados;
- b) O rearranjo físico de uma operação já instalada, pode interromper seu funcionamento comum, podendo levar a perda de produção ou insatisfação do cliente;
- c) Um arranjo físico errado, pode gerar fluxos longos e confusos, estoque de materiais, tempo de processamento longo, operações inflexíveis, fluxos imprevisíveis e altos custos.

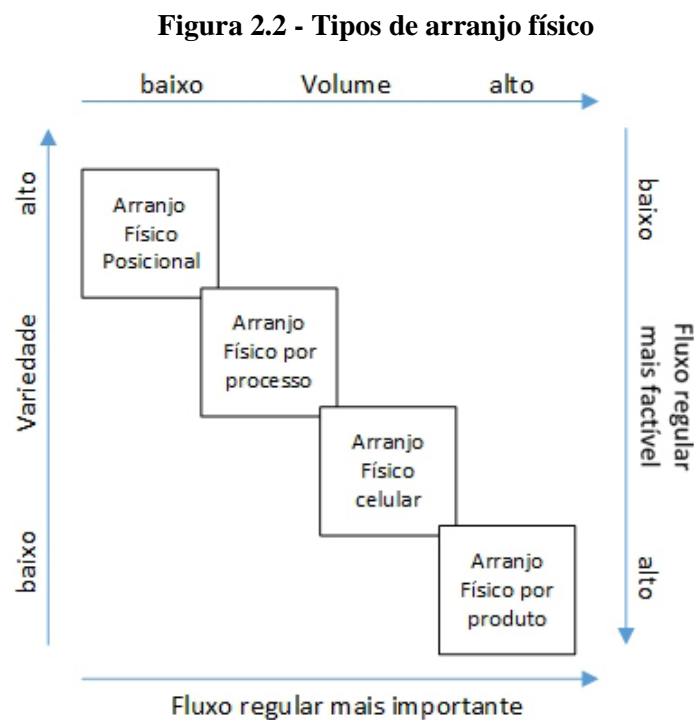
De acordo com Peinado e Graeml (2007) os arranjos físicos possuem alguns princípios básicos que são:

- a) Segurança, onde processos que podem oferecer riscos a clientes e funcionários deverão ser acessíveis com autorização;
- b) Economia de movimentos, que visa reduzir distâncias percorridas por materiais e pessoas;

- c) Flexibilidade de longo prazo, com a possível mudança do arranjo físico quando necessário;
- d) Princípio de progressividade, onde o arranjo físico deve ter apenas um sentido de operação, evitando desvios de fluxo;
- e) Uso de espaço, que procura usar adequadamente o espaço disponível.

2.2.1 Tipos de arranjo físico

Segundo Slack et al. (2002) a maioria dos arranjos físicos adotados pelas empresas derivam basicamente de quatro tipos: arranjo físico posicional; arranjo físico por processo; arranjo físico celular; arranjo físico por produto. Para ele, um processo adotado pela empresa não implica necessariamente um tipo básico de arranjo físico. Na Figura 2.2 é apresentada a relação entre a variedade, o volume e o fluxo de produtos. Nos tópicos 2.2.1.1 até 2.2.1.4 serão apresentados com mais detalhes cada tipo de arranjo físico.



Fonte: Adaptado de SLACK (2002)

2.2.1.1 Arranjo físico posicional

No arranjo físico posicional pode-se dizer que não existe um fluxo do produto dentro do sistema produtivo. Nele o produto permanece basicamente de maneira fixa e são as pessoas, ferramentas e materiais que se movimentam (MOREIRA, 2012).

Para Ritzman e Krajewski (2005) muitos processos possuem esse tipo de arranjo físico. Ele é adequado aos produtos de grande porte, que possui difícil movimentação pelo sistema produtivo.

Peinado e Graeml (2007) cita as vantagens e as desvantagens de possuir um tipo de arranjo físico:

a) Vantagens:

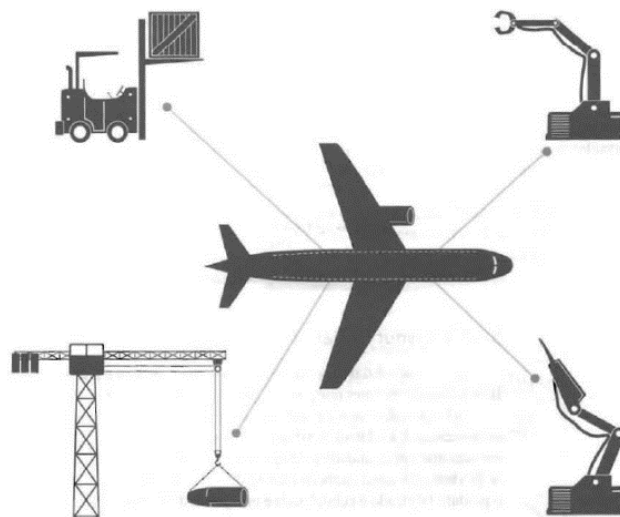
- Produto não se movimenta no processo;
- Possível utilização de técnicas de programação e controle;
- Possibilidade de terceirização de todo o projeto ou parte dele.

b) Desvantagens:

- Complexidade de supervisão e controle da mão de obra;
- Necessidade de outras áreas para submontagens, estoque de materiais e ferramentas;
- Produção de baixa escala e com pouca padronização.

A Figura 2.3 mostra um exemplo de arranjo físico posicional, nela é ilustrado o processo produtivo de um avião, onde o mesmo permanece fixo e os materiais, pessoas e ferramentas movimentam-se.

Figura 2.3 - Modelo de Arranjo Físico posicional



Fonte: MARTINS E LAUGENI (2005)

2.2.1.2 Arranjo físico por processo

Para Slack et al. (2002) arranjo físico por processo possui essa denominação pelo fato dos recursos transformadores, que fazem parte do processo, ter domínio na decisão sobre o arranjo físico.

Ritzman e Krajewski (2005) explica que neste arranjo físico o gerente de operação, precisa organizar funcionários e equipamentos em torno do processo, ele é indicado para produções de volume reduzido que possui grande variedade de produtos.

Segundo Moreira (2012), a disposição de máquinas ou departamentos, no arranjo físico por processo, é um fator crítico, pelo grande movimento de pessoas ou materiais.

De acordo com Peinado e Graeml (2007) o custo gerado pela movimentação do material pode significar muito no custo total da operação, quando o movimento de material é frequente. Quando isso acontece, é necessário equipamento de transporte como guinchos, empilhadeiras ou talhas.

Peinado e Graeml (2007) cita ainda as vantagens e desvantagens em ter um arranjo físico por processo:

a) Vantagens:

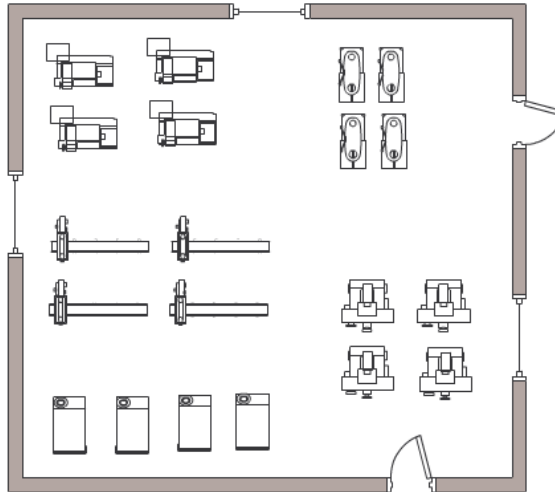
- Possuir flexibilidade para atender mudanças no mercado;
- Bom nível de motivação, por exigir mão-de-obra qualificada;
- Permitir que mais de um modelo de produto seja fabricado ao mesmo tempo;
- Redução de investimento na instalação do parque industrial, por possuírem equipamentos similares agrupados.

b) Desvantagens:

- Apresentar um fluxo extenso dentro da empresa;
- Dificuldade ao fazer o balanceamento do trabalho, devido a constante mudança do produto;
- Necessita de mão-de-obra qualificada;
- Necessita de *setup* e preparo da máquina com mais frequência.

A Figura 2.4 demonstra um modelo de empresa que adota o arranjo físico por processo. É possível observar que os maquinários estão dispostos de acordo com o tipo de processo.

Figura 2.4 - Modelo de arranjo físico funcional



Fonte: PEINADO E GRAEML (2007)

2.2.1.3 Arranjo físico por produto

Segundo Slack et al. (2002) arranjo físico por produto é aquele que procura localizar os recursos produtivos transformadores totalmente de acordo com o que melhor atender os recursos de quem está sendo transformado, ou seja, o *layout* será elaborado de acordo com as necessidades do produto.

Para Ritzman e Krajewski (2005) arranjo físico por produto são os melhores para produção repetitiva ou contínua, no qual os maquinários ou estações de trabalho são colocados de forma linear e os produtos movem-se de maneira uniforme e contínua.

Moreira (2012) cita algumas características fundamentais dos arranjos físicos por produto:

- a) Adequado para produções com alto grau de padronização, com poucas ou nenhuma alteração no produto, com produção em grande escala e com forma contínua;
- b) Possibilidade de prever o fluxo de materiais pelo sistema, podendo assim ter o transporte e manuseamento automático de materiais;
- c) Apesar de ser favorável a empresa, o sistema pode ajustar a produção em diversas taxas;
- d) Alto investimento em equipamentos especializados, que são projetados para alto volume;

- e) Baixo custo com mão de obra e materiais, mas alto custo fixo.

Peinado e Graeml (2007) ainda cita as vantagens e desvantagens em ter um arranjo físico por processo:

a) Vantagens:

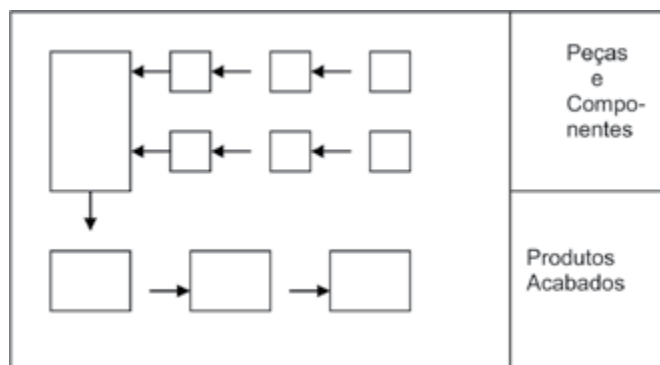
- Possibilitar a produção em massa;
- Consumo da máquina e consumo de matéria-prima constantes ao longo do processo;
- Facilidade no controle da produção.

b) Desvantagens:

- Grande investimento em maquinários;
- Operações de trabalho são monótonas e repetitivas, causando tédio nos operadores;
- Linha de produção sem flexibilidade para mudanças na produção;
- Paralisações e gargalos afetam grande parte do sistema.

A Figura 2.5 mostra um exemplo de arranjo físico por produto, onde as máquinas estão dispostas de forma contínua e linear.

Figura 2.5 - Modelo de arranjo físico por produto



Fonte: VILLAR e NÓBREGA (2014)

2.2.1.4 Arranjo físico celular

Para Slack et al. (2002) define arranjo físico celular é aquele em que os recursos que serão transformados entram no processo e são transportados para células, onde os recursos transformadores atendem a todas as necessidades requisitadas.

Segundo Peinado e Graeml (2007) o arranjo físico celular, visa unir as vantagens dos arranjos físicos por processo e por produto, onde os recursos transformadores são transportados para as células em busca dos processos necessários, seguindo uma linha de produção.

Peinado e Graeml (2007) ainda citam as vantagens e desvantagens ao adotar o arranjo físico celular:

a) Vantagens:

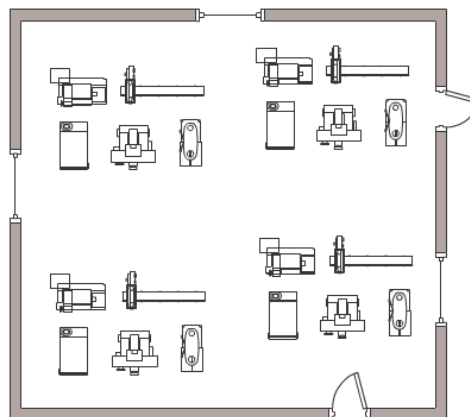
- Flexibilidade no tamanho dos lotes de produção;
- Redução do transporte de material;
- Estoque reduzido;
- Maior satisfação do funcionário ao realizar o trabalho.

b) Desvantagens:

- Células são específicas para apenas uma família de produtos;
- Dificuldade ao projetar o arranjo.

A Figura 2.6 mostra um exemplo de arranjo físico celular, onde cada célula de trabalho possui os recursos transformadores necessários para atender as necessidades de cada produto.

Figura 2.6 - Modelo de arranjo físico celular



Fonte: PEINADO e GRAEML (2007)

2.3 ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DE UM ARRANJO FÍSICO

Segundo Camarotto (2005) o desenvolvimento de um projeto de arranjo físico deve partir da necessidade dos futuros usuários, considerando todas as restrições do projeto e do negócio. Ele ainda propõe etapas para a elaboração de um projeto de arranjo físico que são:

- a) Definir quais são os *mix* de produtos e tecnologia de produção;
- b) Dimensionar os fatores de produção;
- c) Construir o *layout* e simular o processo;
- d) Layout detalhado.

Neumann e Scalice (2015) sugere que o volume da produção, dimensionamento, projeto de produtos, tipos de produção, equipamentos produtivos, mão de obra direta e indireta, material, áreas de movimentação, estoque e qualquer outro item que se relacione com a atividade industrial deve ser abordado no projeto de *layout* da fábrica.

Olivério (1985) recomenda que o projeto de *layout* apresente o dimensionamento para as seguintes áreas: equipamentos, ferramentas, processos, operadores, acesso de operador e manutenção, acesso de meios de transportes e movimentação, área para matérias primas não processadas, peças em processo e refugo, espaços para resíduos, cavacos serviços de fábrica (iluminação, ventilação, água, ar comprimido, entre outros).

Segundo Corrêa e Corrêa (2012) o planejamento sistemático de *layout* é um método de grande utilidade na elaboração de um arranjo físico, sendo estabelecido por Borba (1999) no seguinte procedimento:

- a) Elaborar o mapa de relacionamento, sendo o objetivo básico mostrar as atividades mais próximas e mais afastadas;
- b) Baseando-se no mapa de inter-relação, fazer o diagrama de relacionamento;
- c) Criar um *layout* inicial, tomando como base o diagrama de relacionamentos sem levar em conta espaços e restrições de construção;
- d) Elabora o *layout* final com as áreas e restrições já ajustadas.

2.4 TÉCNICAS E FERRAMENTAS PARA ANÁLISE DE LAYOUT

"Cada tipo de layout permite a utilização de ferramentas diferentes para a elaboração do seu projeto, dependendo do tipo de layout pretendido, quantidade de informações disponíveis ou, até mesmo, preferência do projetista por alguma ferramenta" (NEUMANN; SCALICE, 2015).

Nos tópicos 2.4.1 a 2.4.5 serão apresentadas ferramentas utilizadas na criação de uma proposta de *layout*.

2.4.1 Curva ABC

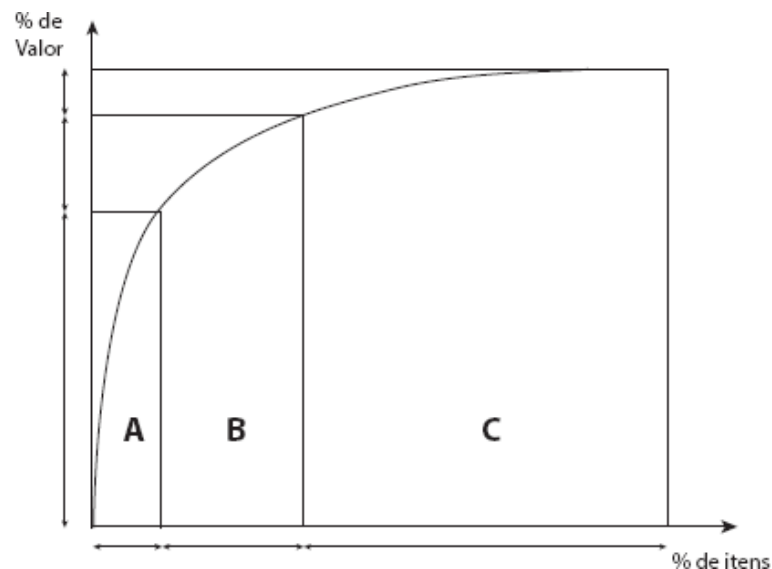
Para Neumann e Scalice (2015) a curva ABC é uma ferramenta altamente recomendada para a determinação das prioridades entre os produtos. Para isso, Olivério (1985) cita alguns critérios que devem ser estabelecidos no uso da curva ABC, que são:

- a) Produtos de alto volume de transporte são os mais importantes;

- b) Produtos que possuem maior produção anual, maior número de operação e volume unitário e maior custo de transporte por unidade são mais importantes;
- c) Deve-se levar em conta somente custo de transporte.

A Figura 2.7 mostra um exemplo de uma curva ABC, onde o eixo da ordenada representa a porcentagem acumulada em ordem decrescente e o eixo da abscissa representa a quantidade de produto acumulado. O grupo A corresponde a 20% dos produtos de maior volume, o grupo B a 30% de volume intermediário e o grupo C aos 50% restantes de menor volume.

Figura 2.7 - Exemplo de curva ABC



Fonte: NEUMANN E SCALICE (2015)






2.4.2 Gráfico do fluxo do processo

“O fluxograma do processo tem o objetivo de representar esquematizar o processo de produção através das seqüências de atividades de transformação, exame, manipulação, movimentação e estocagem por que passam os fluxos de itens de produção” (CAMAROTTO, 2005).

De acordo com Slack et al. (2009) o mapeamento de processo descreve os processos de acordo com o relacionamento de suas atividades internas. Ainda segundo o autor existem diversas técnicas quem identificam essas atividades, mostrando o fluxo de materiais, pessoas e informações percorridos dentro do sistema.

O Quadro 2.1 mostra a simbologia utilizada por Camarotto (2005) para classificar os diferentes tipos de atividades.

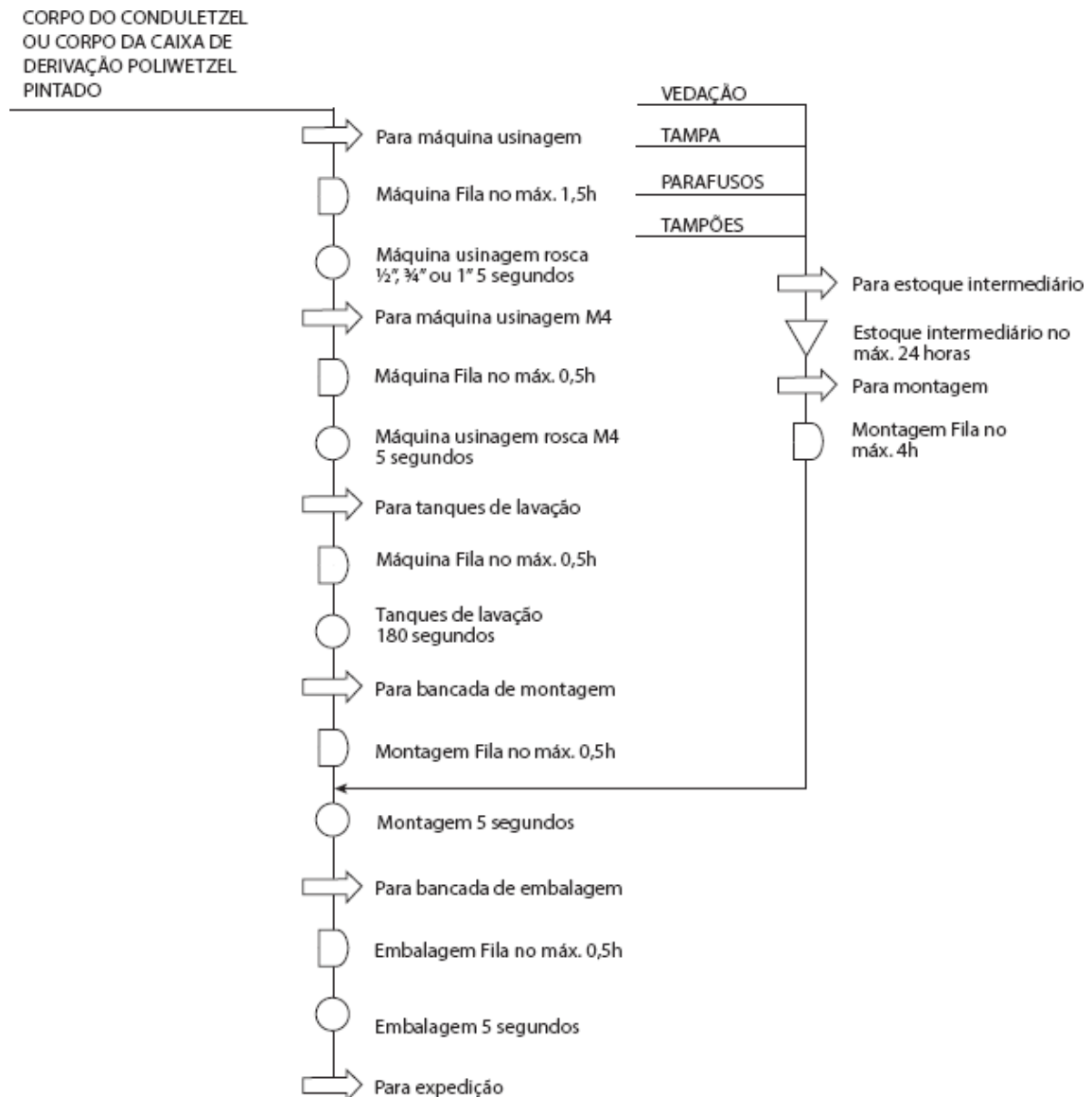
Quadro 2.1- Simbologia utilizada e fluxogramas de processo

SÍMBOLO	ATIVIDADE	DEFINIÇÃO DA ATIVIDADE
	Operação	Significa uma mudança intencional de estado, forma, ou condição sobre um material ou informação, como: montagem, desmontagem, transcrição, fabricação, embalagem, processamento, etc.
	Inspeção	Identificação ou comparação de algumas características de um objeto ou de um conjunto de informações com um padrão de qualidade ou de quantidade.
	Transporte	Movimento de um objeto ou de um registro de informação de um local para outro, exceto os movimentos inerentes à operação ou inspeção.
	Demora ou Espera	Quando há um lapso de tempo entre duas atividades do processo gerando estoque intermediário no local de trabalho e que para ser removido não necessita de controle formal.
	Armazenamento	Retenção de um objeto de um registro de informação local exclusivamente dedicado a este fim e que para ser removido necessita de controle formal.

Fonte: Adaptado de CAMAROTTO (2005)

A Figura 2.8 mostra um exemplo de gráfico de fluxo do processo dado por Neumann e Scalice (2015), onde os símbolos representam diferentes tipos de eventos que envolvem o produto. As linhas horizontais mostram os itens que estão sendo fornecidos para a transformação e as linhas verticais mostram as sequências de eventos.

Figura 2.8 - Exemplo de diagrama de processo



Fonte: NEUMANN e SCALICE (2015)

2.4.2.1 Tipos básicos de fluxogramas

Camarotto (2005) apresenta cinco tipos básicos de fluxogramas que são:

- a) Fluxograma singular;
Representa a sequência de atividades de processamento de um item que não sofre integrações ou desintegrações de componentes.
- b) Fluxograma de montagem;
Representa o processo de montagem ou desmontagem de um item composto, utilizando indicação esquemática da sequência integração ou desintegração de componentes.
- c) Fluxograma de fabricação e montagem;
Fornece a visualização esquemática do processamento de itens compostos, envolvendo processos de fabricação, manufatura, manipulação e montagem dos componentes.
- d) Fluxograma de setores: Esquematiza o fluxo do material, homem ou equipamento de acordo com a sequência de atividades de produção.
- e) Fluxograma Cronológico.
Fornece a visualização das relações temporais entre as atividades da produção sobre um fluxo de itens dentro do processo.

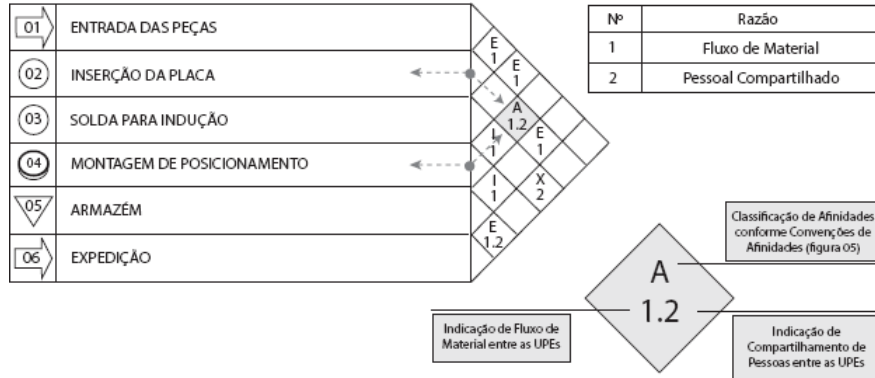
2.4.3 Diagrama de Relacionamento

"O Diagrama de Afinidades, também denominado de Carta de Interligações Preferenciais, é uma ferramenta que se utiliza de uma escala de afinidades denominada AEIOUX" (NEUMANN; SCALICE, 2015). Essas afinidades são explicadas por Martins e Laugeni (2005) através de códigos, como serão demonstradas a seguir:

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

A Figura 2.9 mostra um exemplo de diagrama de relacionamento.

Figura 2.9 - Exemplo de diagrama de relacionamento



Fonte: NEUMANN e SCALICE (2015)

2.4.4 Matriz De-Para

Segundo Neumann e Scalice (2015) as matrizes de-para são ótimas ferramentas para redução de custos de transporte entre departamentos. De acordo com Borba (1998) podem ser empregados em casos de produções com grande quantidade de produtos ou serviços.

A matriz de-para é utilizada em arranjos físicos para “indicar as proximidades relativas em função de um dado critério de eficiência”. Esses critérios podem ser: redução de retornos, minimização de número de viagens, minimização de manuseio de materiais, entre outros (CAMAROTTO, 2005).

A Figura 2.10 mostra um exemplo de matriz de-para mostrado por Neumann e Scalice (2015).

Figura 2.10 - Exemplo de uma carta de-para

De \ Para	1 Cortar	2 Centrar	3 Tornear	4 Mandrilar	5 Fresar	6 Retificar	7 Tratamento térmico
1 Cortar	-	ABC			E		
2 Centrar		-	BD	C	A		
3 Tornear			-	B		D	C
4 Mandrilar			C	-			B
5 Fresar					-	A	E
6 Retificar						-	D
7 Tratamento térmico							-

Fonte: NEUMANN e SCALICE (2015)

A primeira linha e a primeira coluna da matriz possuem o mesmo conteúdo, sendo o cruzamento entre linhas e colunas o espaço para o registro de produtos que passam de um local para outro.

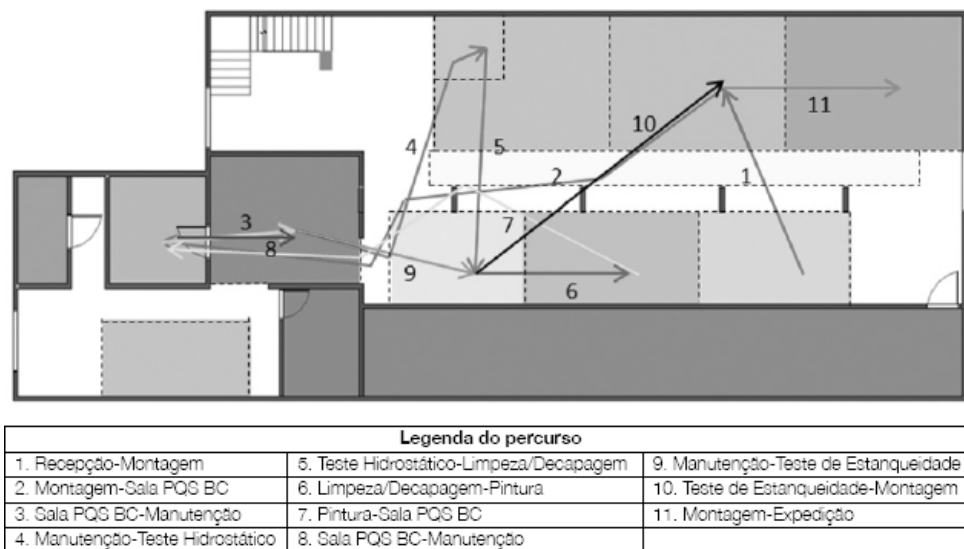
Ao fazer a análise, é tomado como base o número de produtos que circula de um espaço para outro, sendo definido a intensidade do fluxo entre operações.

2.4.5 Mapofluxograma

Também conhecido como mapa-fluxograma, representa a movimentação física de um ou mais itens dentro de um processo, numa sequência de procedimentos pré-determinada. Ele é obtido através de desenhos sobre a planta da fábrica e sempre deve obedecer ao diagrama de processos (NEUMANN; SCALICE, 2015).

A Figura 2.11 mostra um exemplo de mapofluxograma dado por Neumann e Scalice (2015) para um processo de manutenção de equipamentos. A trajetória dos produtos, materiais, pessoas entre outros, é desenhado por meio de linhas gráficas indicando o sentido do movimento.

Figura 2.11- Exemplo mapofluxograma



Fonte: NEUMANN e SCALICE (2015)

2.5 DIMENSIONAMENTO DE ÁREAS

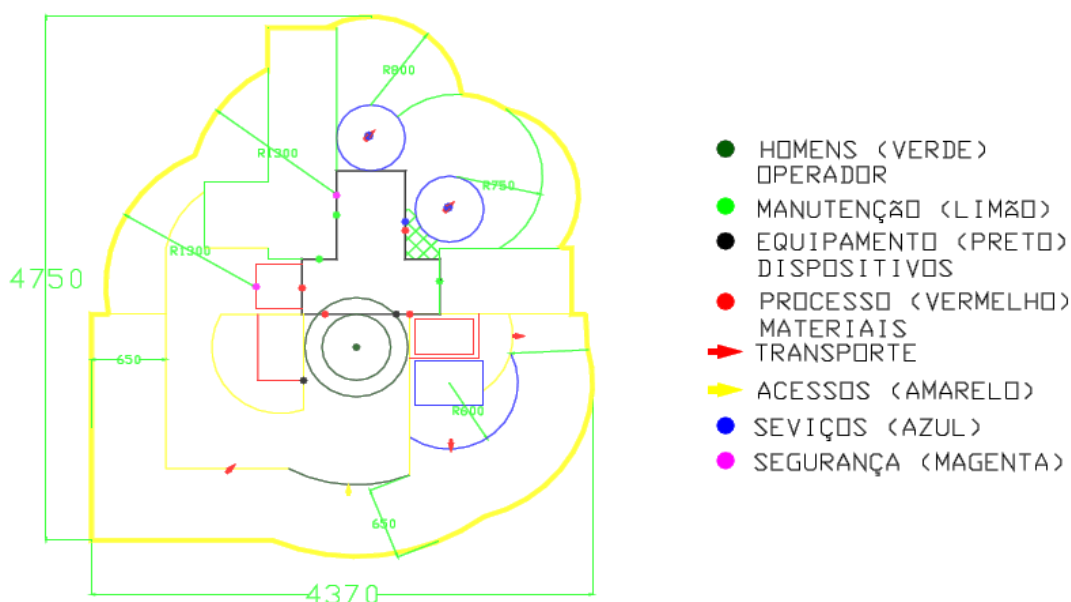
“O dimensionamento dos equipamentos e dos homens devem ser tratados detalhadamente quando da consideração da estratégia de produção a ser adotada na unidade” (CAMAROTTO, 2005).

2.5.1 Dimensionamento de maquinários

Camarotto (2005) sugere o Método de Centro de Produção para considerar os espaços físicos dos fatores diretos de produção. Segundo o autor, no dimensionamento de áreas deverão ser considerados espaços para: operador; manutenção; processo; materiais; transporte; acessos; serviços e segurança.

Para a elaboração desse dimensionamento, deve-se leva em conta o manual do maquinário, com as medidas de segurança e áreas de manutenção. A Figura 2.12 ilustrará um exemplo de dimensionamento de áreas para uma fresadora, utilizando o Método de Centro de Produção.

Figura 2.12 – Método de Centro de Produção para uma fresadora



Fonte: Adaptado de CAMAROTTO (2005)

É possível observar que a área necessária para produção é muito maior que a área ocupada pela máquina. Para isso Camarotto (2005) explica que uma área de mesma cor pode ser sobreposta uma a outra.

2.5.2 Dimensionamento de corredores

Segundo Borba (1998) os corredores devem ser localizados de forma que permitam livre acesso a todos dos centros de produção. No dimensionamento dos mesmos devem ser previstos a movimentação de pessoas, materiais, equipamentos e também acessos de segurança e proteção contra incêndios.

Borba (1998) sugere ainda que os corredores possuam as seguintes larguras:

a) Movimentação de pessoas:

- Sentido único de movimentação: 95 centímetros;
- Adição de um novo sentido: 55 centímetros.

b) Movimentação de materiais:

- Considerar a largura do meio de transportes e adicionar 15 centímetros para objetos estáticos e 30 centímetros para objetos móveis.

3 DESENVOLVIMENTO

Nos tópicos 3.1 a 3.9 serão apresentados os dados da empresa e a coleta de dados.

3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Desde 1994 a empresa Medimetal Ltda., está no ramo metal mecânico, produzindo variados tipos de esquadrias metálicas para cidades de Maringá e região, dentre elas: Mandaguaçu, Nova Esperança, Castelo Branco, Floresta e Marialva.

A empresa surgiu a partir da sociedade de dois irmãos na cidade de Mandaguaçu-PR, sendo no início uma das únicas serralherias da cidade. Passaram por várias dificuldades, sendo uma delas a falta de espaço e maquinários. Começou a ganhar a confiança de seus clientes devido a qualidade de seus produtos e a seu ótimo atendimento, tornando-se referência na cidade.

Atualmente a empresa está localizada em uma estrutura de aproximadamente 270 m², contando com a mão de obra de 6 funcionários que são responsáveis pela produção de um amplo mix de produtos. A Tabela 3.1 mostra as funções e o número de funcionários responsáveis pela função, levando em conta que um funcionário pode ter mais de uma função.

Tabela 3.1 - Número de funcionários por função

Função	Número de funcionários
Encarregado da produção	1
Corte, solda e montagem	4
Pintura	1

Fonte: O AUTOR

Devido à falta de espaço, a empresa decidiu investir em um novo barracão, sendo ele uma estrutura de aproximadamente 600 m². Com isso poderá contratar mais funcionários e equipar a empresa com novos maquinários. O dimensionamento e a disposição dos setores e máquinas da estrutura antiga, bem como a planta da nova estrutura serão apresentados nos tópicos seguintes.

3.2 COLETA DE DADOS

Inicialmente, realizou-se uma entrevista com o proprietário da empresa, afim de levantar dados necessários para a elaboração da proposta. Ele apresentou o projeto da nova estrutura da

empresa e constatou que o *layout* atual da empresa foi realizado sem planejamento, onde maquinários e setores foram inseridos sem o estudo do fluxo dos materiais no local.

Em seguida foram feitas observações e entrevistas com funcionários no processo produtivo, afim de coletar todos dados sobre os maquinários e matérias primas envolvidos na produção. Para isto, foi utilizado uma trena comum de 10 metros e uma trena a laser de 80 metros para recolher todas as medidas necessárias para a elaboração do projeto.

O próximo passo foi coletar fotografias do chão de fábrica e reproduzir o *layout* atual do processo produtivo da empresa utilizando o *software* Visio 2013, que será utilizado como comparativo ao final do estudo.

A próxima etapa foi coletar dados sobre a venda dos produtos no período de outubro de 2014 até setembro de 2015 e fazer a curva ABC para encontrar os produtos com maior índice de vendas. Esses dados foram obtidos a partir do sistema de gerenciamento empresarial da empresa.

Encontrado os produtos mais vendidos, foi coletado fotografias e informações sobre o processo produtivo dos mesmos, para a elaboração do gráfico de fluxo de processos, diagrama de relacionamento, matriz de-para e mapofluxograma.

Cada uma dessas etapas será apresentada nos tópicos 3.2.1 a 3.2.6

3.2.1 Maquinários

A empresa possui em sua instalação alguns maquinários já em uso, mas também outros que, por falta de espaço, não estão instalados. A Tabela 4.2 mostra os tipos de equipamentos da empresa e suas respectivas quantidades.

Tabela 3.2 - Quantidade de equipamentos

Equipamento	Quantidade
Compressor de ar	1
Furadeira de bancada	1
Policorte	2
Prensa Excêntrica	1
Solda MIG	6

Fonte: O AUTOR

A seguir serão mostrados as características e funções de cada maquinário utilizados no setor de produção da Medimetal.

3.2.1.1 Compressor de ar

O compressor de ar é uma máquina utilizada no setor da pintura líquida e acabamento para a limpeza e a pintura dos produtos acabados. Junto ao compressor, são instalados um motor e um reservatório de ar, para que a vasão de ar seja homogênea.

A Medimetal possui um compressor de ar da marca Schulz, composto por um reservatório de 200 litros, fornecendo uma pressão máxima de 125 psi e um motor trifásico de 4 cavalos de potência, tendo dimensões de 450 milímetro de largura, 880 milímetros de altura e 1280 milímetros de comprimento. A Figura 3.1 ilustra o compressor de ar utilizado na empresa.

Figura 3.1 - Compressor de ar Schulz trifásico 200L



Fonte: O AUTOR

3.2.1.2 Furadeira de bancada

A furadeira de bancada é um equipamento utilizado para perfurar materiais de diversas espessuras. Ela necessita de uma mesa para a fixação de sua estrutura, o que torna ela mais precisa do que a furadeira manual.

A furadeira de bancada utilizada na Medimetal, é uma furadeira de marca Motomil trifásico de 2 cavalos de potência, podendo ser instalados brocas de até 20 milímetros de diâmetro. Suas dimensões com a mesa são de 800 milímetros de largura por 800 milímetros de comprimento. A Figura 3.2 mostra a furadeira de bancada utilizada na empresa.

Figura 3.2 - Furadeira de bancada Motomil



Fonte: O AUTOR

3.2.1.3 Policorte

O policorte é um equipamento utilizado para o corte de esquadrias metálicas. Nele é equipado um disco abrasivo e um motor que gira em alta rotação, para efetuar cortes com agilidade e precisão.

A Medimetal é equipada com dois policorte trifásico da marca Maxicort de 3 cavalos de potência. Pode ser equipado com discos de até 12 polegada de diâmetro e possui dimensões de

400 milímetros de largura por 800 milímetros de comprimento. A Figura 3.3 ilustra um dos policorte que a empresa possui.

Figura 3.3 - Policorte Maxicort



Fonte: O AUTOR

3.2.1.4 Prensa excêntrica

A prensa excêntrica é utilizada para conformar, moldar, furar, cortar, cunhar e vazar as chapas de metal. São equipadas com matrizes de acordo com a necessidade da produção e produzem forças de até 250 toneladas.

A Medimetal é equipada com uma prensa excêntrica de 25 toneladas da marca Super Victor, possuindo matrizes com perfuração redonda de até 25 milímetros de diâmetros e quadradas com

lados de até 20 milímetros. Suas dimensões são de 800 milímetro de largura por 1000 milímetros de comprimento. A Figura 3.4 mostra a prensa excêntrica da Medimetal.

Figura 3.4 - Prensa excêntrica Super Victor 25 toneladas



Fonte: O AUTOR

3.2.1.5 Solda MIG

A solda MIG é uma máquina utilizado para soldar metais. Ela é equipada com um rolo de arame para solda e um cilindro de gás carbônico que são usadas para fazer a fusão dos materiais da produção.

A solda MIG utilizada na Medimetal é da marca Hylong de 250 amperes, com alimentação trifásica e dimensões de 800 milímetros de comprimento por 400 milímetros de largura. A Figura 3.5 ilustra a solda MIG utilizada na empresa.

Figura 3.5 - Solda MIG Hylong 315 amperes



Fonte: O AUTOR

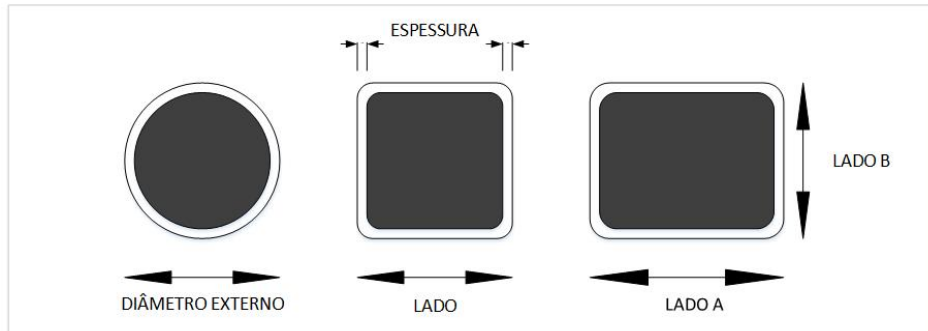
3.2.2 Matéria Prima

As matérias primas utilizadas na Medimetal são de aço carbono ou aço carbono galvanizado, que variam pelas suas dimensões, espessuras e tipo de tratamento. Os capítulos 4.3.1,

3.2.2.1 Barras mecânicas tubulares

As barras mecânicas tubulares utilizadas na Medimetal possuem 6 metros de comprimento, variando em sua espessura de 0,9 milímetros a 2,0 milímetros e de 10 milímetros a 100 milímetros em seu diâmetro externo, espessura e lados. Elas podem ser redondas, quadradas ou retangulares. A Figura 3.6 mostra os três tipos de barras tubulares que são utilizados na empresa.

Figura 3.6 - Tubos redondo, quadrado e retangular



Fonte: O AUTOR

3.2.2.2 Barras mecânicas laminadas

As barras mecânicas laminadas utilizadas na Medimetal possuem 6 metros de comprimento, variando de ¼ polegada até 3 polegadas em diâmetro, espessura e lados. Elas podem ser redondas, quadradas, cantoneiras ou chatas.

A Figura 3.7 mostra os diferentes modelos de barras mecânicas laminadas.

Figura 3.7 - Barras mecânicas laminadas redonda, quadrada, cantoneira e chata

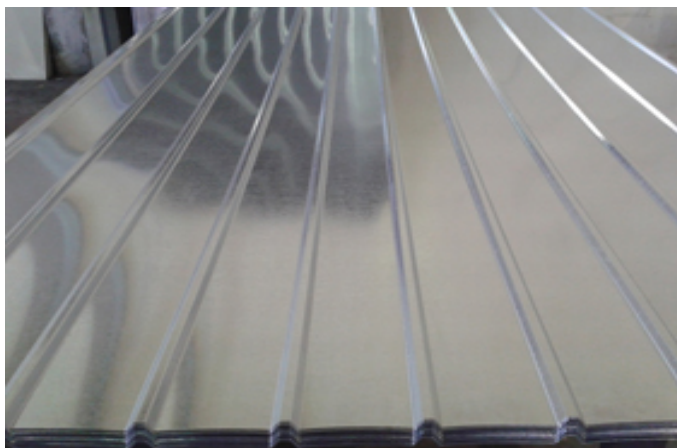


Fonte: O AUTOR

3.2.2.3 Chaparias

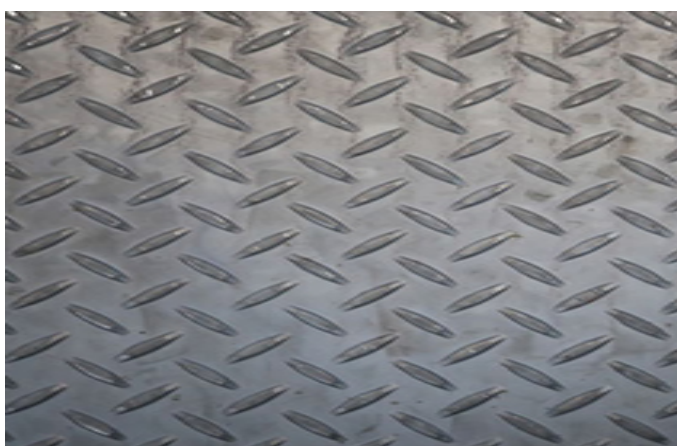
A chaparia utilizada na Medimetal possui dimensões de 1200 milímetros de largura por 3000 milímetros de comprimento, podendo variar em suas espessuras de 1,20 milímetros a 12,5 milímetros na chapa laminada a quente e de 2,65 milímetros a 9,0 milímetros na chapa xadrez. As Figuras 3.8 e 3.9 mostram respectivamente imagens da chapa laminada a quente e chapa xadrez.

Figura 3.8 - Chapa laminada a quente frisada



Fonte: O AUTOR

Figura 3.9 - Chapa xadrez

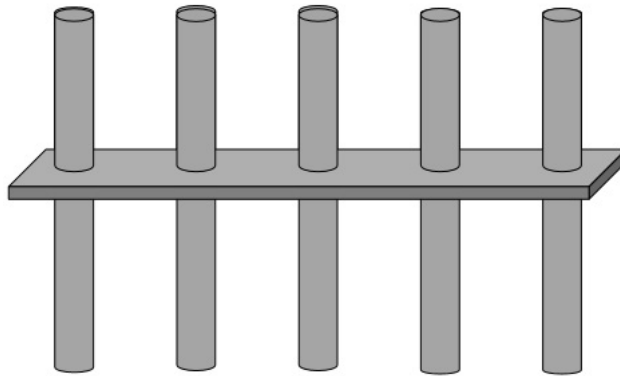


Fonte: O AUTOR

3.2.3 Produtos

A Medimetal possui variados tipos de produtos. Dentre eles os mais vendidos são as grades, portas e portões, que variam de acordo com seu modelo, tipo de material utilizado (tubos, barras mecânicas laminadas e chapas) e o modelo das travessas (barra mecânica laminada e barra mecânica tubular). As figuras 3.10 e 3.11 ilustram os modelos de travessas de barra mecânica laminada e barra mecânica tubular respectivamente.

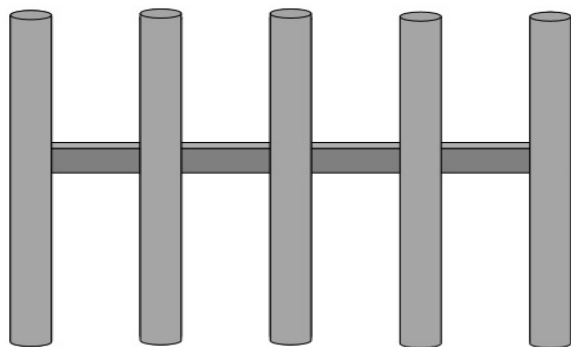
Figura 3.10 – Travessa modelo barra mecânica laminada



Fonte: O AUTOR

Nesse tipo de travessa é possível observar que a barra mecânica laminada necessita passar pelo processo de perfuração antes da soldagem.

Figura 3.11 – Travessa modelo barra mecânica tubular



Fonte: O AUTOR

Já neste modelo, a travessa mecânica tubular passa somente pelo processo de soldagem, tornando o processo mais simples.

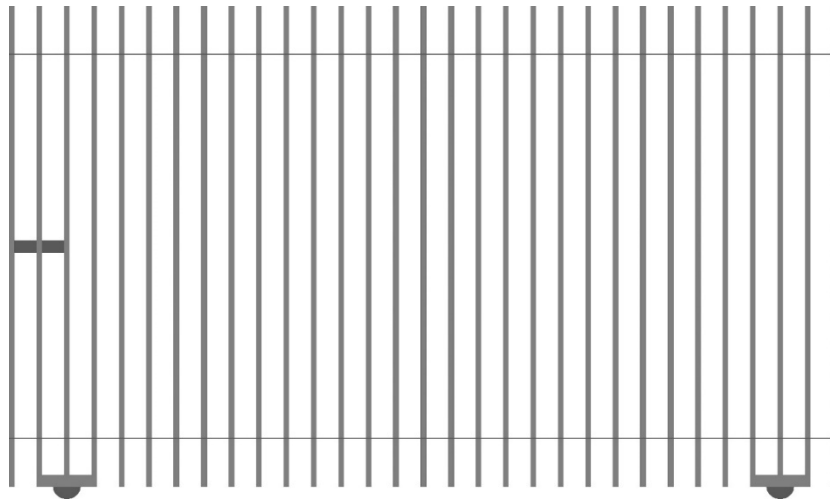
Além de grades, portas e portões, a empresa ainda produz estruturas metálicas, escadas, corrimão e guarda-corpo, grade para ralo, lixeiras, janelas, dentre outros produtos feitos com projeto.

Os capítulos 3.2.3.1 a 3.2.3.6 irão apresentar os seis produtos de maior demanda da empresa de forma mais detalhada.

3.2.3.1 Grade/Portão – Travessa barra mecânica laminada

Modelo feito sob medida, que é utilizado em residências. Com suas travessas de barra mecânica laminada, torna o produto mais resistente e duradouro. O produto é ilustrado na Figura 3.12.

Figura 3.12 – Grade/Portão – Travessa barra mecânica laminada

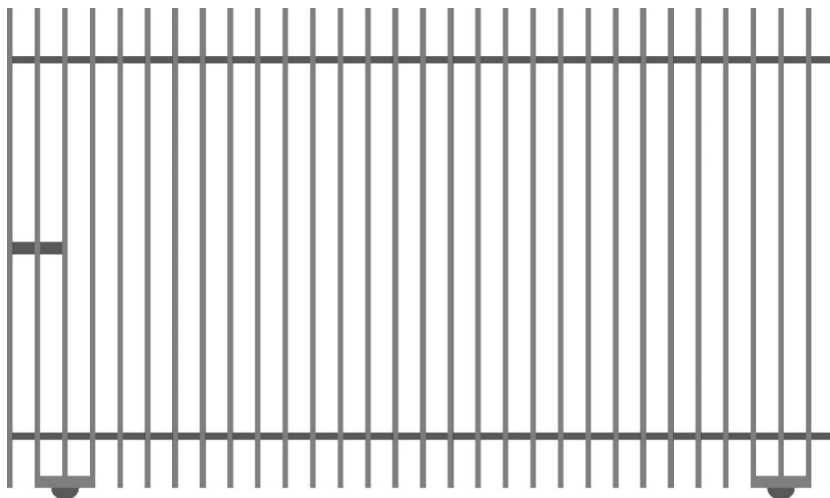


Fonte: O AUTOR

3.2.3.2 Grade/Portão – Travessa barra mecânica tubular

Modelo feito sob medida, utilizado em residências. Com sua travessa mecânica tubular torna o processo de fabricação mais simples e ágil, sendo o produto de melhor custo benefício. A Figura 3.13 ilustra o modelo apresentado.

Figura 3.13 - Grade/Portão – Travessa barra mecânica tubular



Fonte: O AUTOR

3.2.3.3 Portão de elevação – Chapa laminada a quente

Modelo de portão feito sob medida, com altura mínima de 2200 milímetros. Muito utilizado em fábricas, comércios e residências, principalmente as que procuram economia de espaço. A chapa laminada a quente, além de trazer diversos modelos de dobras, faz com que o produto seja de grande resistência. A Figura 3.14 ilustra o modelo apresentado.

Figura 3.14 – Portão de elevação – Chapa laminada a quente

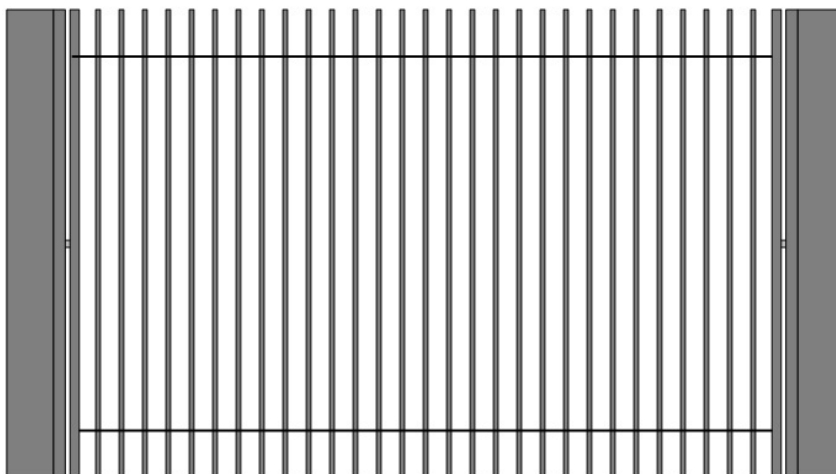


Fonte: O AUTOR

3.2.3.4 Portão de elevação – Travessa barra mecânica laminada

Modelo feito sob medida com altura mínima de 2200 milímetros. Portão utilizado em residências, mais procurado por quem tem falta de espaço no terreno. Suas travessas de barra mecânica laminada fazem com que o produto tenha maior resistência e durabilidade. A Figura 3.15 ilustra o modelo apresentado.

Figura 3.15 - Portão de elevação – Travessa barra mecânica laminada

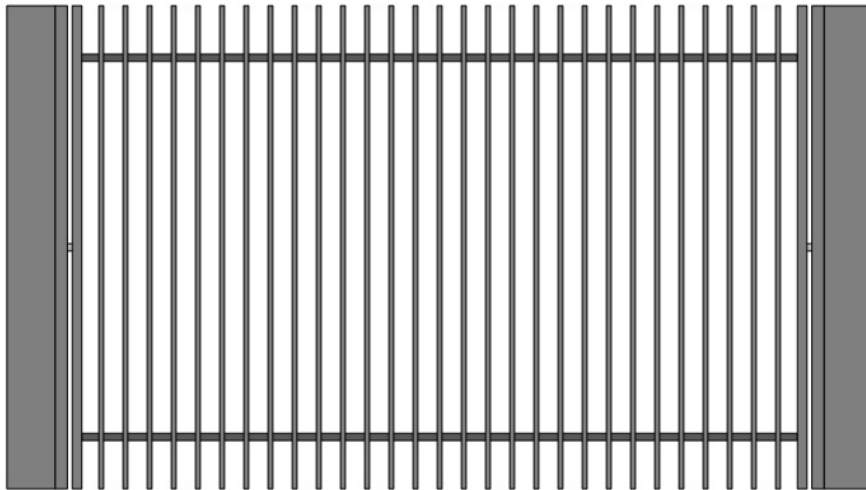


Fonte: O AUTOR

3.2.3.5 Portão de elevação – Travessa barra mecânica tubular

Modelo feito sob medida, é muito utilizado em residências. Suas travessas de barra mecânica tubular, faz com que seu custo seja reduzido e devido ao seu modo de abertura, necessita de uma altura mínima de 2200 milímetros. A Figura 2.16 mostra o modelo apresentado.

Figura 3.16 - Portão de elevação – Travessa barra mecânica tubular



Fonte: O AUTOR

3.2.3.6 Portão/Porta – Chapa laminada a quente

Modelo feito sob medida, é procurado por todos os tipos de clientes. Sua chapa laminada a quente traz grande variedade de dobras e muita resistência ao produto, podendo assim possuir grandes dimensões. A Figura 3.17 ilustra o modelo apresentado.

Figura 3.17 - Portão/Porta – Chapa laminada a quente



Fonte: O AUTOR

3.2.4 Estrutura da empresa atual

As Figuras 3.18 e 3.19 mostram imagens da atual estrutura da empresa. É possível notar os maquinários mal alocados e a falta de organização de organização dentro da empresa.

Figura 3.18 - Foto do chão de fábrica da empresa



Fonte: O AUTOR

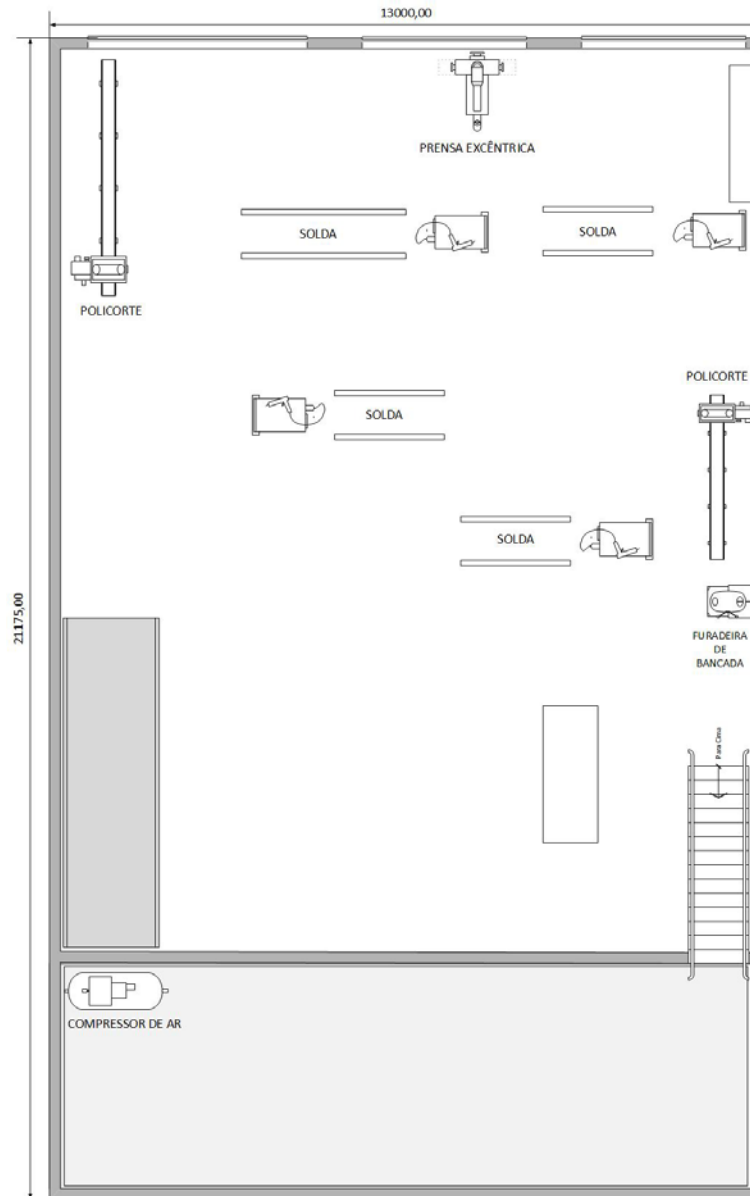
Figura 3.19 - Foto do chão de fábrica da empresa



Fonte: O AUTOR

Na Figura 3.20 mostra o *layout* atual da empresa. Os setores estão mal alocados, assim como os maquinários. Não há corredores de locomoção, nem estufa para a pintura. A matéria prima está espalhada por todo o processo produtivo.

Figura 3.20- *Layout* atual da empresa

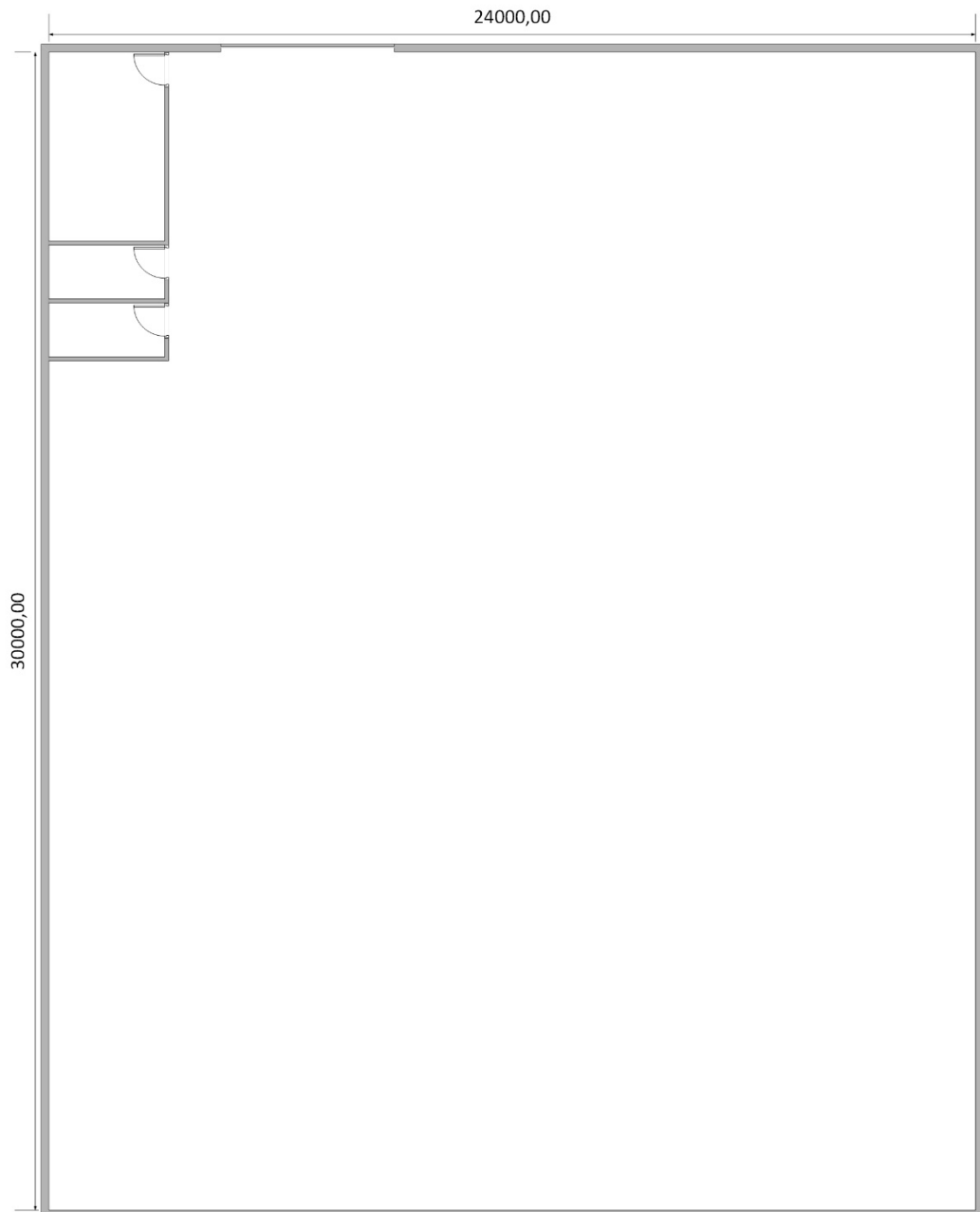


Fonte: O AUTOR

3.2.5 Nova estrutura da empresa

Na Figura 3.21 mostra o projeto da nova estrutura da empresa. A partir desse projeto será elaborado a proposta de *layout*.

Figura 3.21 - Planta baixa do novo barracão



Fonte: O AUTOR

3.2.6 Dados sobre venda de produtos

A Tabela 3.3 mostra os dados de vendas referentes ao ano de 2014 (outubro a dezembro) e 2015 (janeiro a setembro). Com isso foi calculado o percentual de cada produto de acordo com a receita anual.

Tabela 3.3 – Dados de vendas de outubro de 2014 a setembro de 2015

Produto	2014	2015	TOTAL	%
Grade/Portão - Travessa barra mecânica laminada	R\$ 20.436,00	R\$ 62.733,00	R\$ 83.169,00	18,7%
Portão de elevação - Chapa laminada a quente	R\$ 18.716,00	R\$ 58.527,00	R\$ 77.243,00	17,4%
Portão de elevação - Travessa barra mecânica laminada	R\$ 14.200,00	R\$ 54.300,00	R\$ 68.500,00	15,4%
Grade/Portão - Travessa barra mecânica tubular	R\$ 8.619,00	R\$ 47.864,00	R\$ 56.483,00	12,7%
Portão/Porta - Chapa laminada a quente	R\$ 9.300,00	R\$ 36.990,00	R\$ 46.290,00	10,4%
Portão de elevação - Travessa barra mecânica tubular	R\$ 9.470,00	R\$ 31.230,00	R\$ 40.700,00	9,1%
Estrutura metálica	R\$ 4.500,00	R\$ 17.020,00	R\$ 21.520,00	4,8%
Escada - Chapa xadrez	R\$ -	R\$ 18.400,00	R\$ 18.400,00	4,1%
Escada - Chapa laminada a quente	R\$ 5.200,00	R\$ 5.300,00	R\$ 10.500,00	2,4%
Corrimão tubular para escada	R\$ 2.839,00	R\$ 4.557,00	R\$ 7.396,00	1,7%
Grade para ralo	R\$ 1.366,00	R\$ 4.586,00	R\$ 5.952,00	1,3%
Lixeira	R\$ 700,00	R\$ 4.280,00	R\$ 4.980,00	1,1%
Outros	R\$ 818,00	R\$ 3.178,00	R\$ 3.996,00	0,9%

Fonte: O AUTOR

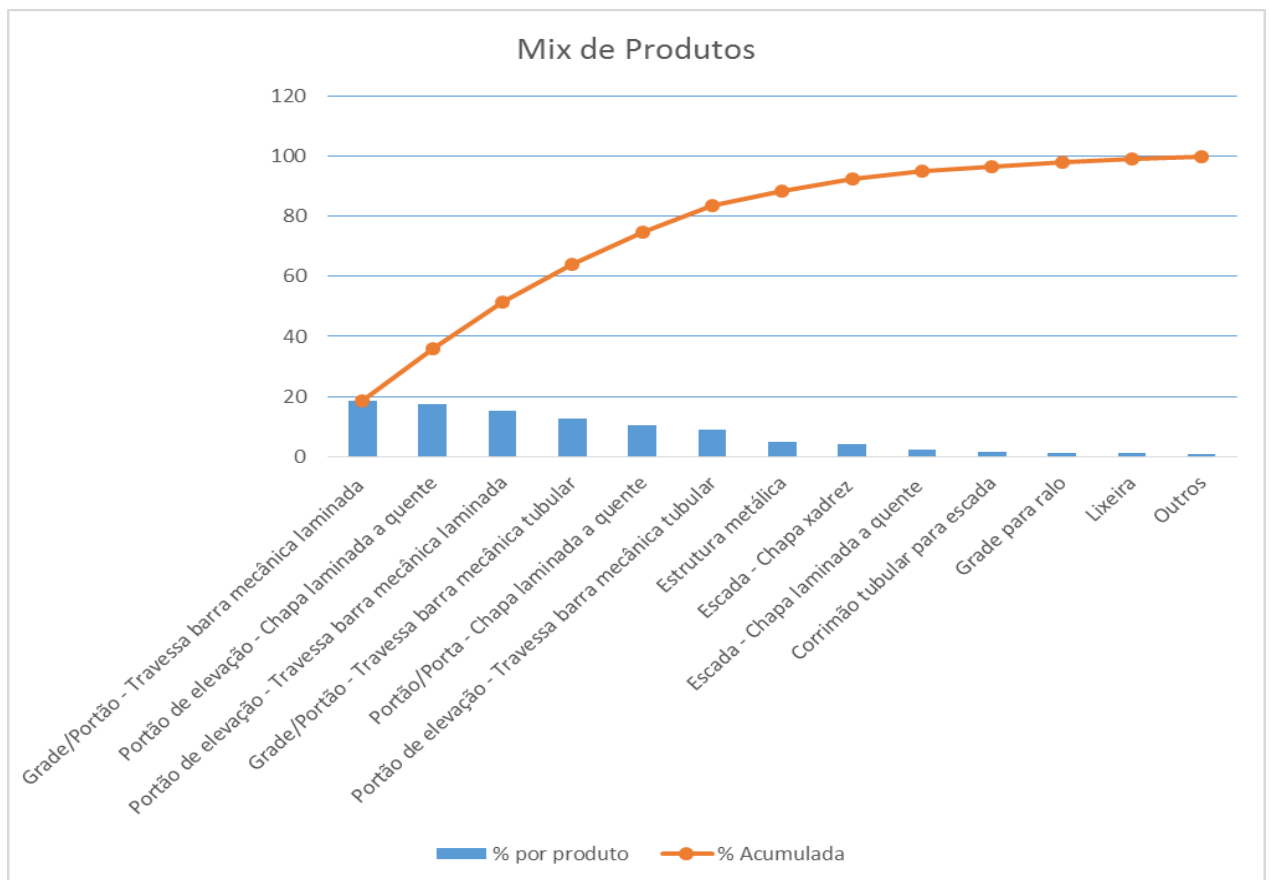
4 RESULTADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados e a análise dos resultados serão tratados nos capítulos 4.1 a 4.6. Para isso foram utilizados: Curva ABC; Gráfico de Fluxo de Processo; Diagrama de Relacionamento; Matriz De-Para; Calculo de área de máquina e Mapofluxograma.

4.1 CURVA ABC

Inicialmente foi realizado uma análise da demanda com os dados de vendas de produtos no período de outubro de 2014 a setembro de 2015, que foram apresentados na Tabela 3.3. A partir desses dados foi feito a Curva ABC, chegando a conclusão de que aproximadamente 80% da demanda é composta por grades e portões, como mostra na Figura 4.2. Com isso, o estudo de caso da empresa será feito em cima destes 6 principais produtos, que representa a maior parte da demanda da empresa.

Figura 4.1- Contribuição de cada produto nas vendas



Fonte: DADOS DA EMPRESA

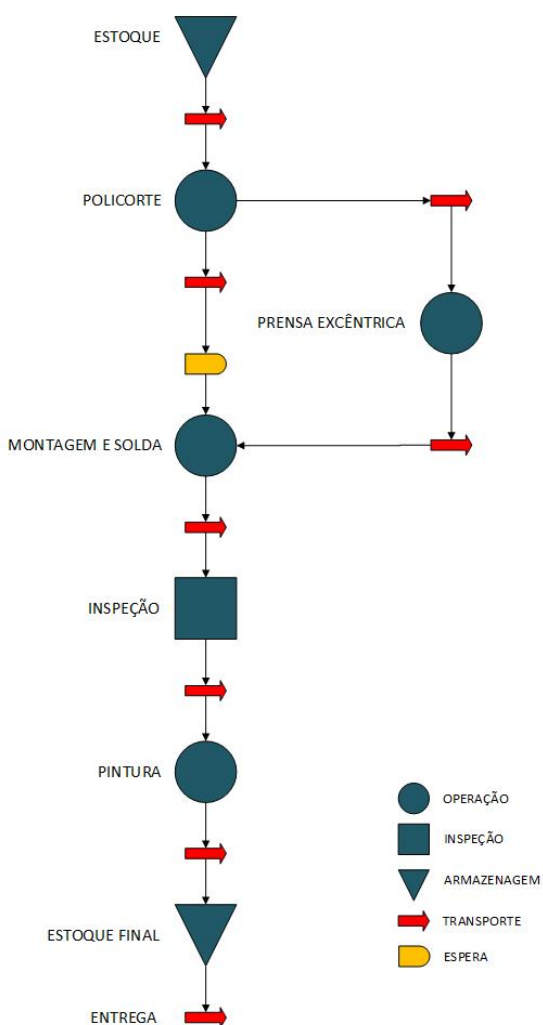
4.2 GRÁFICO DO FLUXO DE PROCESSO

Para a elaboração dos gráficos do fluxo de processo, foram feitas observações e entrevistas com funcionários para saber detalhadamente o percurso de cada material utilizados na produção de cada produto.

4.2.1 Grade/Portão – Travessa barra mecânica laminada

Esse produto é o que mais contribui nas vendas da empresa. Após o corte das travessas, ela passa pelo processo de perfuração na prensa excêntrica e vai para a montagem e solda. A Figura 4.2 ilustra o gráfico do fluxo de processo da Grade/Portão – Travessa barra mecânica laminada.

Figura 4.2 - Fluxograma do processo - Grade/Portão – Travessa barra mecânica laminada

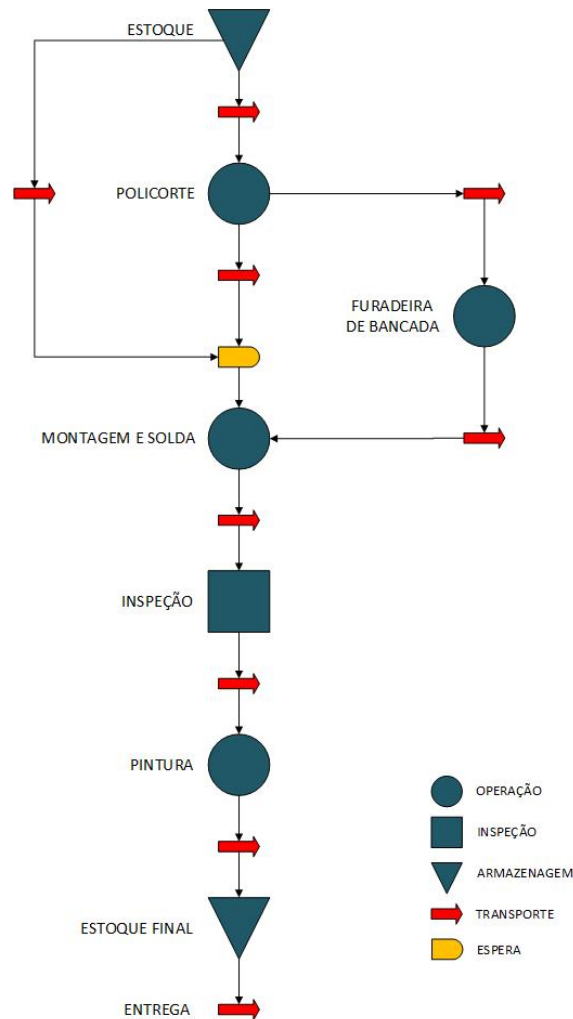


Fonte: O AUTOR

4.2.2 Portão de elevação – Chapa laminada a quente

Produto com processo de montagem e solda complexo. O sistema de elevação dificulta a montagem do produto, exigindo a mão de obra especializada. A Figura 4.3 ilustra o gráfico do fluxo de processo do Portão de elevação – Chapa laminada a quente.

Figura 4.3 - Fluxograma do processo - Portão de elevação – Chapa laminada a quente

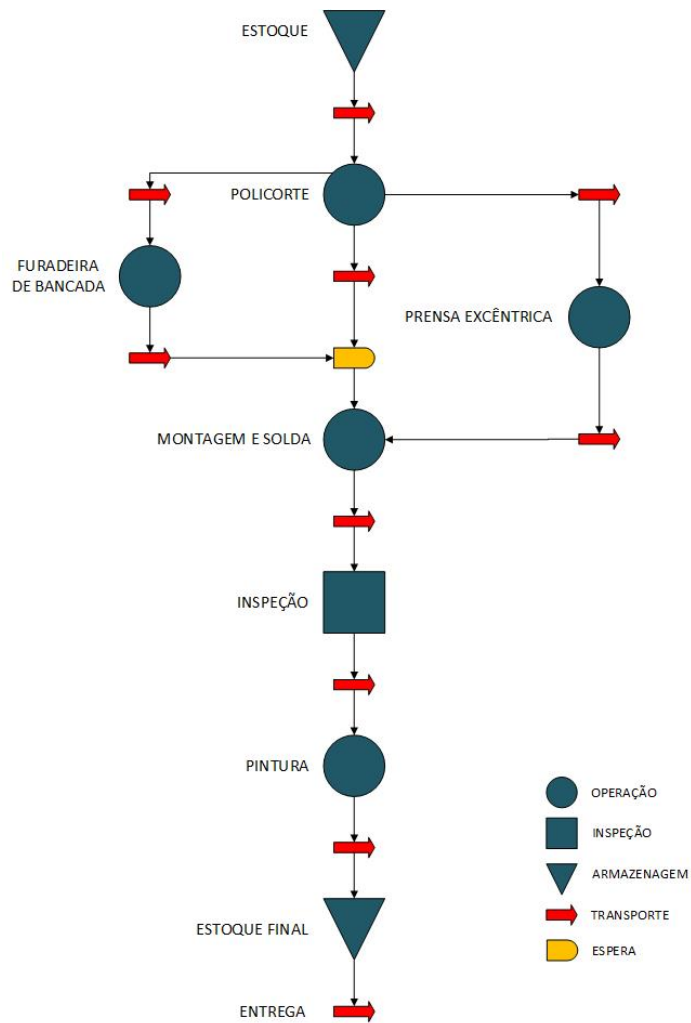


Fonte: O AUTOR

4.2.3 Portão de elevação – Travessa barra mecânica laminada

Dentre os principais produtos, este é o que possui maior complexidade de produção. Além de passar pelo processo de perfuração das travessas, o produto necessita do sistema de elevação, o que torna o processo mais difícil ainda. A Figura 4.4 ilustra o gráfico do fluxo de processo do Portão de elevação – Travessa barra mecânica laminada.

Figura 4.4 - Fluxograma do processo - Portão de elevação – Travessa barra mecânica laminada

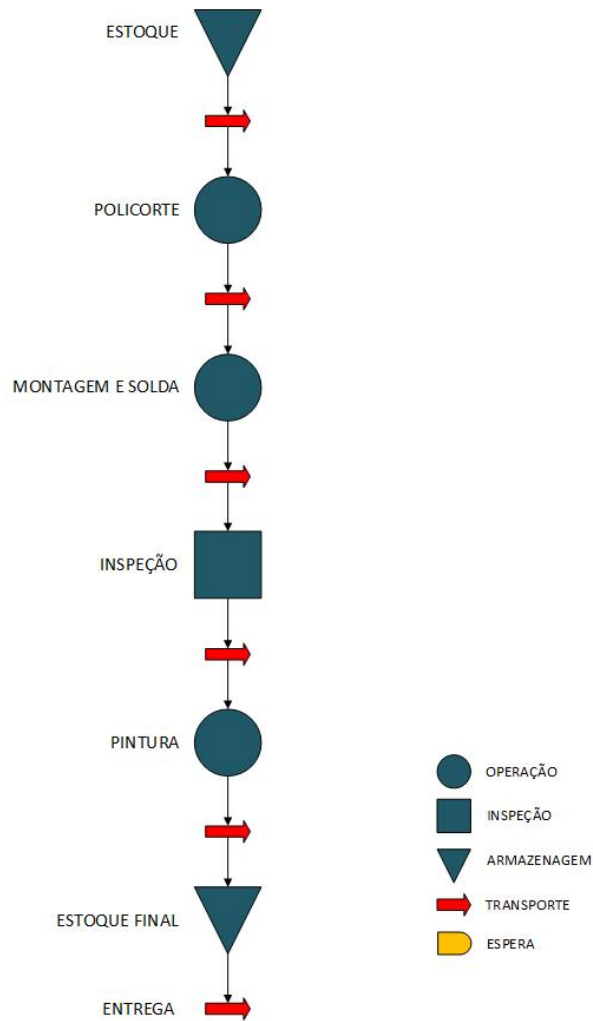


Fonte: O AUTOR

4.2.4 Grade/ Portão – Travessa barra mecânica tubular

Esse produto é o que possui um dos processos mais simples de produção. Toda matéria prima passa pelo corte e segue para a montagem e solda. A Figura 4.5 ilustra o gráfico de fluxo de processos da Grade/ Portão – Travessa barra mecânica tubular.

Figura 4.5 - Fluxograma do processo - Grade/ Portão – Travessa barra mecânica tubular

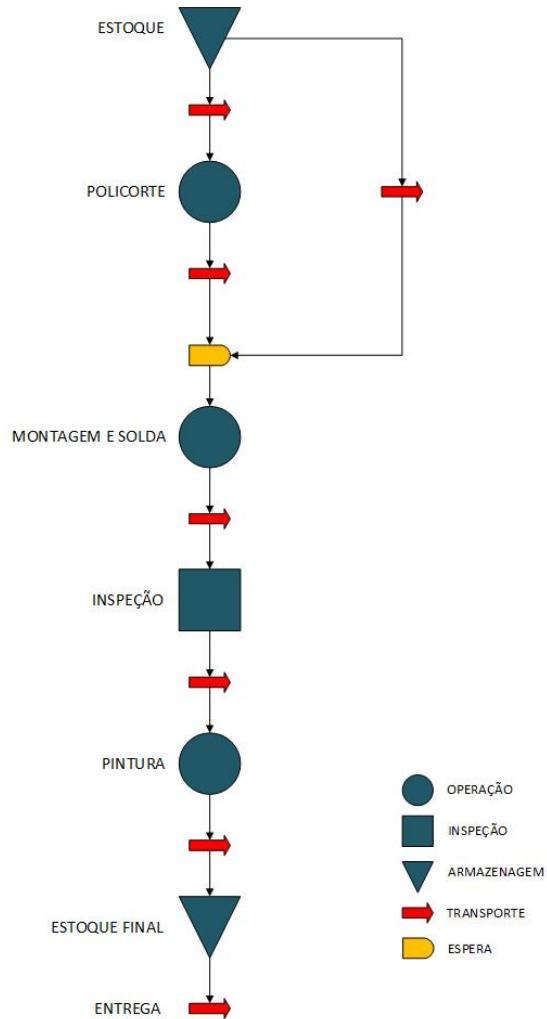


Fonte: O AUTOR

4.2.5 Portão/ Porta – Chapa laminada a quente

Produto com processo de produção simples. A matéria prima passa por poucas modificações, facilitando sua montagem. A Figura 4.6 ilustra o gráfico de fluxo de processos do Portão/ Porta – Chapa laminada a quente.

Figura 4.6 - Fluxograma do processo - Portão/ Porta – Chapa laminada a quente

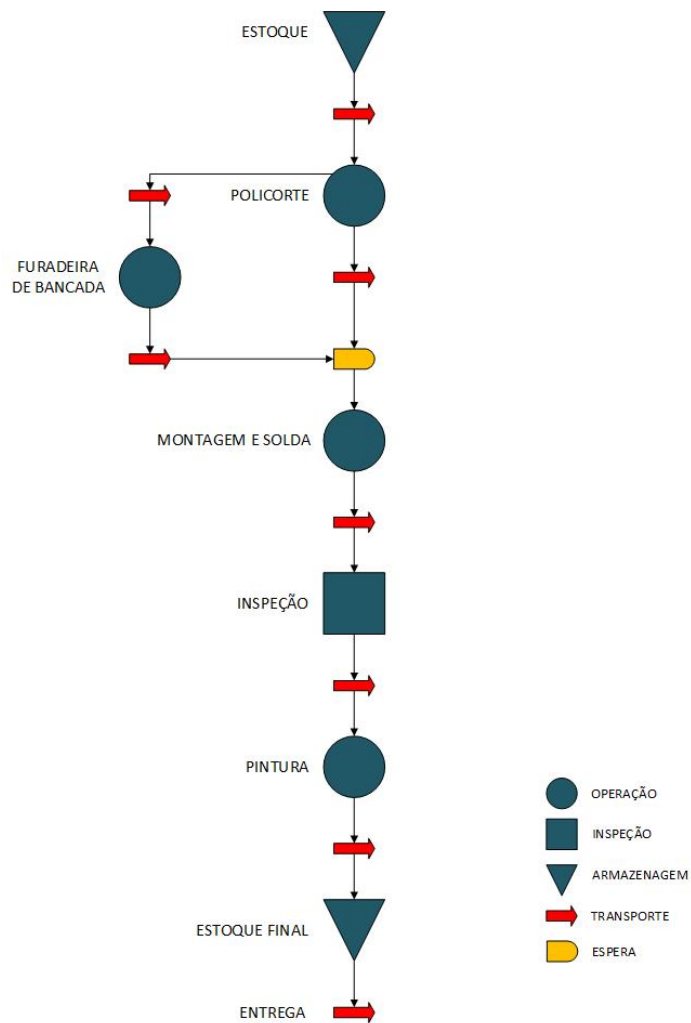


Fonte: O AUTOR

4.2.6 Portão de elevação – Travessa barra mecânica tubular

Produto com processo de montagem complexo devido ao sistema de elevação. Partes do processo é semelhante a Grade/ Portão – Travessa barra mecânica tubular. A Figura 4.7 ilustra o gráfico de fluxo de processos do Portão de elevação – Travessa barra mecânica tubular.

Figura 4.7 - Fluxograma do processo - Portão de elevação – Travessa barra mecânica tubular



Fonte: O AUTOR

4.3 DIAGRAMA DE RELACIONAMENTO

O Diagrama de Relacionamento será utilizado para mostrar a afinidade e a importância de proximidade que um setor tem com o outro. A Tabela 4.1 representará o diagrama em questão.

Tabela 4.1 – Diagrama de Relacionamento dos setores e máquinas

Diagrama de Relacionamento		Estoque inicial	Policorte	Prensa excêntrica	Furadeira de bancada	Solda	Pintura	Estoque final
Nº	Atividade	1	2	3	4	5	6	7
1	Estoque inicial		A	X	X	E	X	X
2	Policorte			I	I	A	X	X
3	Prensa excêntrica				X	I	X	X
4	Furadeira de bancada					I	X	X
5	Solda						A	X
6	Pintura							A
7	Estoque final							

Fonte: O AUTOR

4.4 MATRIZ DE-PARA

Para aplicar a Matriz De-Para, os setores e suas devidas máquinas foram representados em códigos para o melhor entendimento do método. Na Tabela 4.2 é mostrado como foi feita essa representação.

Tabela 4.2 – Representação dos setores e máquinas

Representação dos setores	
A	Estoque inicial
B	Policorte
C	Prensa excêntrica
D	Furadeira de bancada
E	Solda
F	Pintura
G	Estoque final

Fonte: O AUTOR

Na Tabela 4.3 mostra a sequência de cada produto e a intensidade de fluxo produzido em porcentagem de receita total. Para isso foi utilizado dados da Tabela 3.3.

Tabela 4.3 – Fluxo do processo e intensidade do fluxo

PRODUTO	FLUXO DO PROCESSO						INTENSIDADE
GRADE/PORTÃO - TRAVESSA BARRA MECÂNICA LAMINADA	A	B	C (30%)	E	F	G	18,7
			E (70%)				
PORTÃO DE ELEVAÇÃO - CHAPA LAMINADA A QUENTE	A	B (50%)	D (10%)	E	F	G	17,4
			E (40%)				
		E (50%)	E (50%)				
PORTÃO DE ELEVAÇÃO - TRAVESSA BARRA MECÂNICA LAMINADA	A	B (65%)	C (15%)	E	F	G	15,4
			D (5%)				
			E (45%)				
		E (35%)	E (35%)				
GRADE/PORTÃO - TRAVESSA BARRA MECÂNICA TUBULAR	A	B	E	F	G	12,7	
PORTÃO/PORTA - CHAPA LAMINADA A QUENTE	A	B (25%)	E	F	G	10,4	
		E(75%)					
PORTÃO DE ELEVAÇÃO - TRAVESSA BARRA MECÂNICA TUBULAR	A	B (40%)	D (10%)	E	F	G	9,1
			E (30%)				
		E (60%)	E(60%)				

Fonte: O AUTOR

Nos processos de produção, é possível observar que a matéria prima é dividida parcialmente entre máquinas. Para isso foi tomado como base produtos com tamanho padrão de 3000 milímetros de largura por 2400 milímetros de altura e a divisão parcial foi calculada a partir do peso de materiais.

Utilizando os dados do fluxo do processo, construiu-se uma matriz para representar a relação entre cada setor e máquina junto com a intensidade do fluxo de processo (Tabela 4.4):

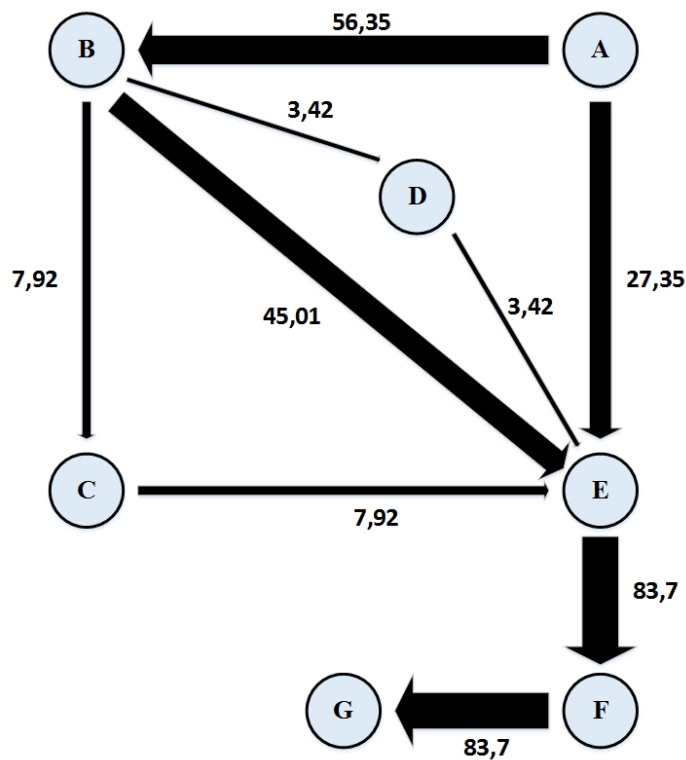
Tabela 4.4 – Matriz De-Para

DE/PARA	A	B	C	D	E	F	G	TOTAL
A		56,35	0	0	27,35	0	0	83,7
B	0		7,92	3,42	45,01	0	0	56,35
C	0	0		0	7,92	0	0	7,92
D	0	0	0		3,42	0	0	3,42
E	0	0	0	0		83,7	0	83,7
F	0	0	0	0	0		83,7	83,7
G	0	0	0	0	0	0		0
TOTAL	0	56,35	7,92	3,42	83,7	83,7	83,7	

Fonte: O AUTOR

Foi elaborado a partir disso, uma representação gráfica da Matriz De-Para, onde as setas indicam o sentido e a intensidade do fluxo de materiais (Figura 4.8):

Figura 4.8 – Representação gráfica da Matriz De-Para



Fonte: O AUTOR

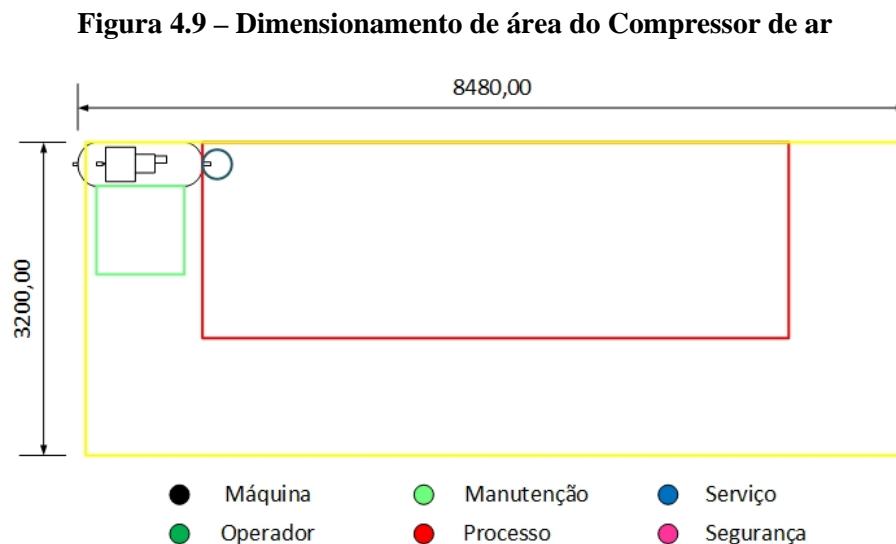
O gráfico da Matriz De-Para será utilizado para ter uma base do posicionamento dos maquinários dentro do *layout* da empresa, com o intuito de facilitar o planejamento do mesmo.

4.5 CÁLCULO DE ÁREA DA MÁQUINA

O cálculo de área da máquina será feito de acordo com o método de centro de produção. Os dados utilizados para tal cálculo, foram coletados através de entrevistas com os funcionários, com o uso do manual do maquinário e o uso de dimensionamento de corredores. Os capítulos 4.5.1 a 4.5.5 mostrarão o dimensionamento das máquinas.

4.5.1 Compressor de ar

A Figura 4.10 ilustra o dimensionamento de área do compressor de ar.



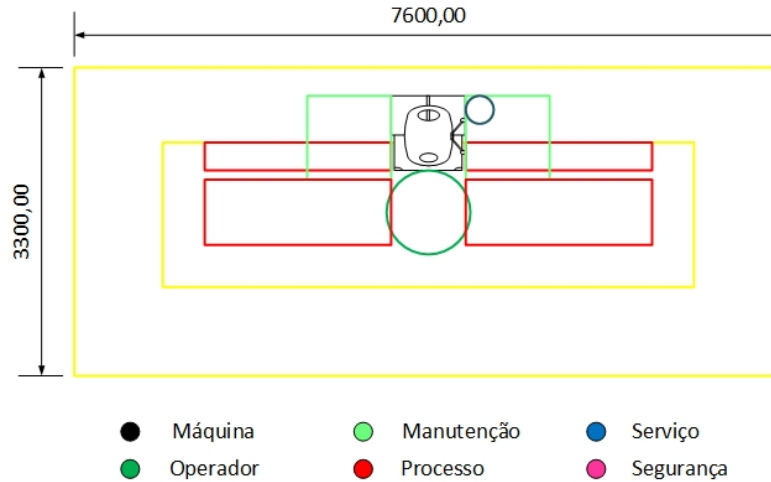
Fonte: O AUTOR

Para o dimensionamento do compressor de ar foi utilizada área para: manutenção; instalação elétrica; saída de ar; entrada e saída de material; circulação de pessoas. Como esse tipo de máquina é utilizado para pintura, e o ar é distribuído por uma mangueira, o setor independe da posição da máquina.

4.5.2 Furadeira de bancada

A Figura 4.10 ilustra o dimensionamento de área da furadeira de bancada.

Figura 4.10 – Dimensionamento de área da Furadeira de bancada



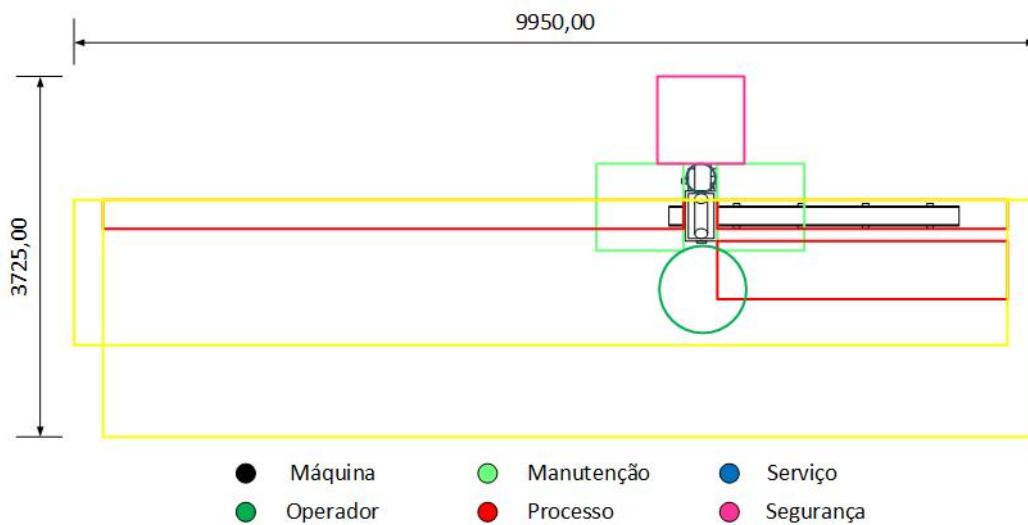
Fonte: O AUTOR

Para o dimensionamento da Furadeira de bancada foi utilizado área para: operador; manutenção; instalação elétrica; entrada e saída de material; carrinhos de carga e descarga; circulação de pessoas.

4.5.3 Policorte

A Figura 4.11 ilustra o dimensionamento de área do policorte.

Figura 4.11 - Dimensionamento de área do policorte



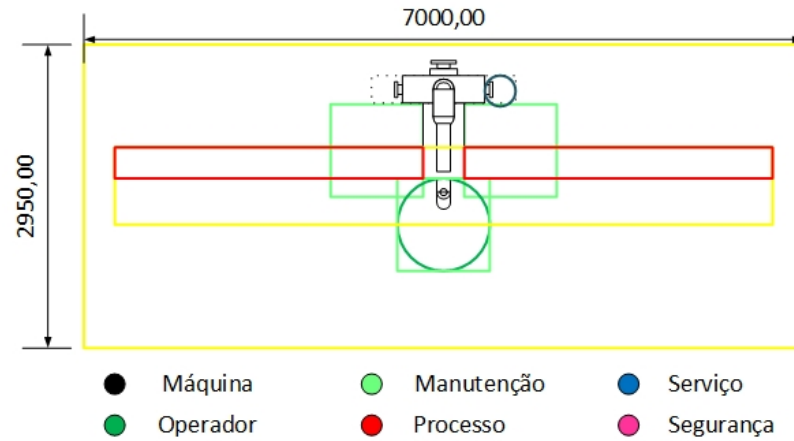
Fonte: O AUTOR

Para o dimensionamento do policorte foi utilizado área para: operador; manutenção; instalação elétrica; entrada e saída de material; carrinhos de carga e descarga; circulação de pessoas; risco.

4.5.4 Prensa excêntrica

A Figura 4.12 ilustra o dimensionamento de área da prensa excêntrica.

Figura 4.12 – Dimensionamento de área da prensa excêntrica



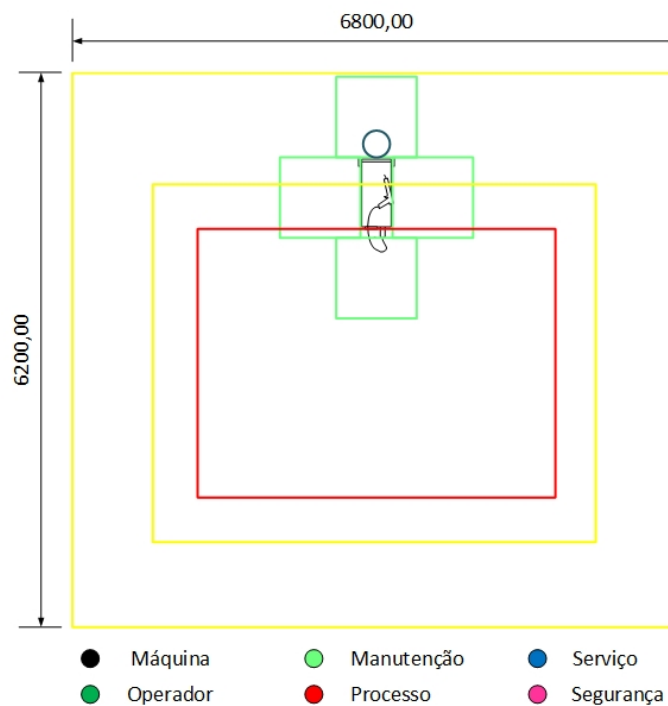
Fonte: O AUTOR

Para o dimensionamento da prensa excêntrica foi utilizado área para: operador; manutenção; instalação elétrica; entrada e saída de material; circulação de pessoas.

4.5.5 Solda MIG

A Figura 4.13 ilustra o dimensionamento de área da solda MIG.

Figura 4.13 – Dimensionamento de área da solda MIG



Fonte: o AUTOR

Para o dimensionamento da solda MIG foi utilizado área para: manutenção; instalação elétrica; entrada e saída de material; circulação de pessoas.

4.6 ESBOÇO DAS PROPOSTAS

Para a elaboração das propostas, foram feitos esboços utilizando o dimensionamento de corredores, dimensionamento de maquinários e o diagrama da matriz De-Para. As Figuras 4.14 e 4.15 ilustrarão o esboço das propostas.

Figura 4.14 – Esboço Proposta I



Fonte: O AUTOR

Figura 4.15 – Esboço Proposta II



Fonte: O AUTOR

Nos esboços das Proposta I e II foram feitos em escala 1:50 sendo considerado as medidas exatas dos dimensionamentos de maquinários. No dimensionamento de corredores foram utilizados 950 milímetros de largura para um sentido e 1400 milímetros para dois sentidos com. No caso dos estoques inicial e final foram alocados de acordo com o espaço disponível, respeitando o dimensionamento mínimo de 800 milímetro de largura por 6000 milímetros para o estoque inicial e 3000 milímetros de largura por 6000 de comprimento para estoque final.

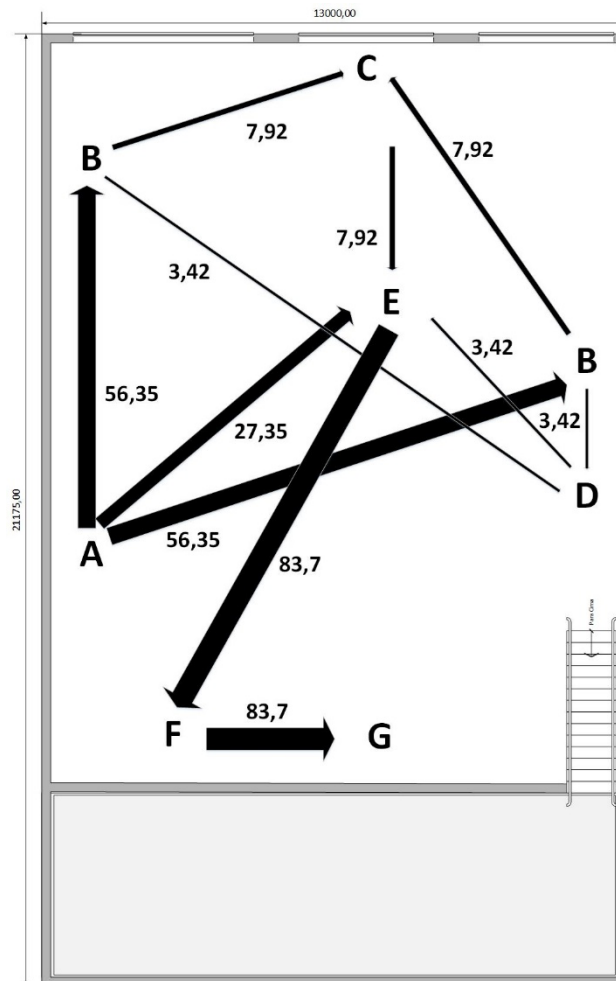
4.7 MAPOFLUXOGRAMA

Os capítulos 4.7.1 a 4.7.3 tratarão dos mapofluxogramas da empresa atual e das propostas para a nova estrutura da empresa.

4.7.1 Empresa atual

A Figura 4.16 apresentará o mapofluxograma da empresa atual.

Figura 4.16 – Mapofluxograma da empresa atual



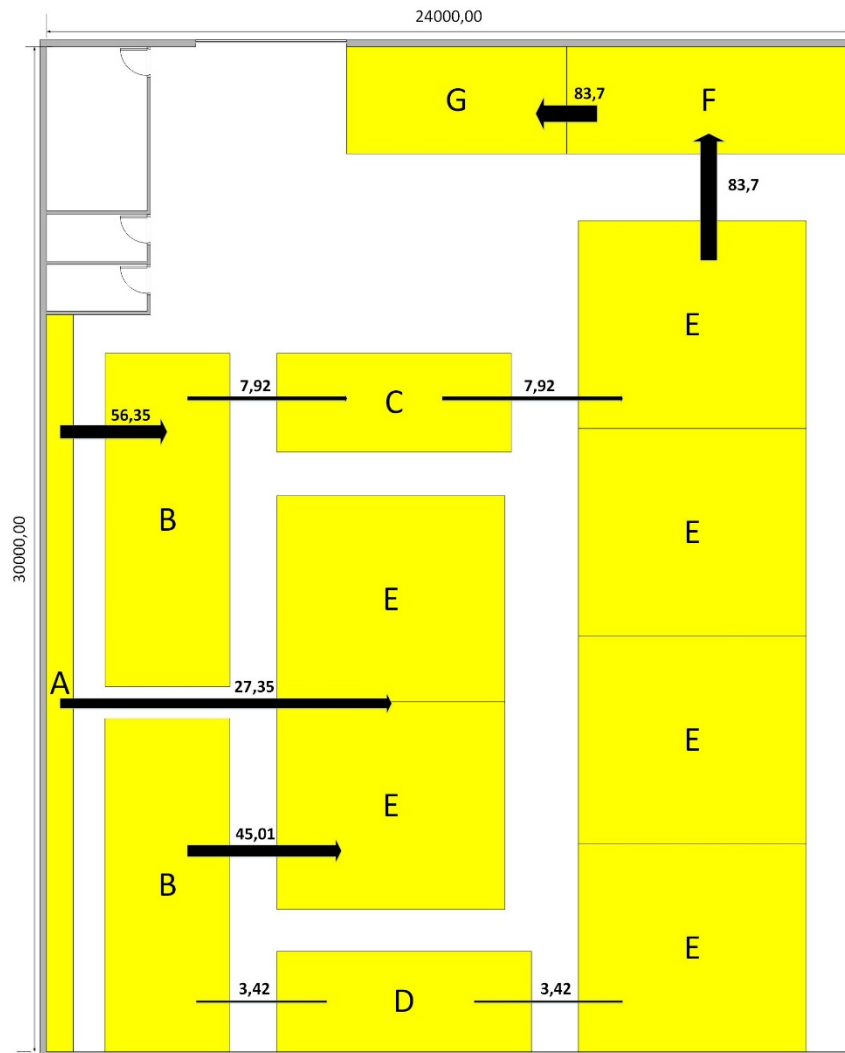
Fonte: O AUTOR

Nesse mapofluxograma é possível observar que os setores estão mal alocados e mal dimensionados. Isso faz com que aumente o fluxo de materiais pela empresa, atrapalhando outros setores da produção podendo causar acidentes de trabalho.

4.7.2 Proposta I

A Figura 4.17 apresentará a Proposta I de *layout*.

Figura 4.17 – Mapofluxograma da Proposta I



Fonte: O AUTOR

Na Proposta I, com a utilização da matriz De-Para foi possível identificar quais setores devem ficar próximos um ao outro. Com isso os materiais obedecerão um fluxo organizado, evitando as movimentações desnecessárias. Por possuir uma estrutura com bastante espaço, será possível ter o aumento de alguns setores, podendo assim ser equipados com bancadas ou outros tipos de ferramentas. Os corredores contêm espaços necessários para a movimentação segura de operadores e materiais sem interferir em outras operações.

4.7.3 Proposta II

A Figura 4.18 apresentará a Proposta II de *layout*.

Figura 4.18 – Mapofluxograma da Proposta II



Fonte: O AUTOR

A Proposta II é uma adaptação da Proposta I. Para isso foram feitas análises com funcionários, adaptando o *layout* ao dia a dia.

Como o setor C e D possuem menor fluxo de materiais, foi interessante leva-los mais distantes do setor B, podendo aproximar mais um setor E, que é um dos maiores fluxos. Ao levar os setores C e D próximos a parede, terá o benefício da facilidade da instalação elétrica e a economia do espaço de 300 milímetros de largura, pois tira a necessidade do espaço de segurança na parte de trás do maquinário.

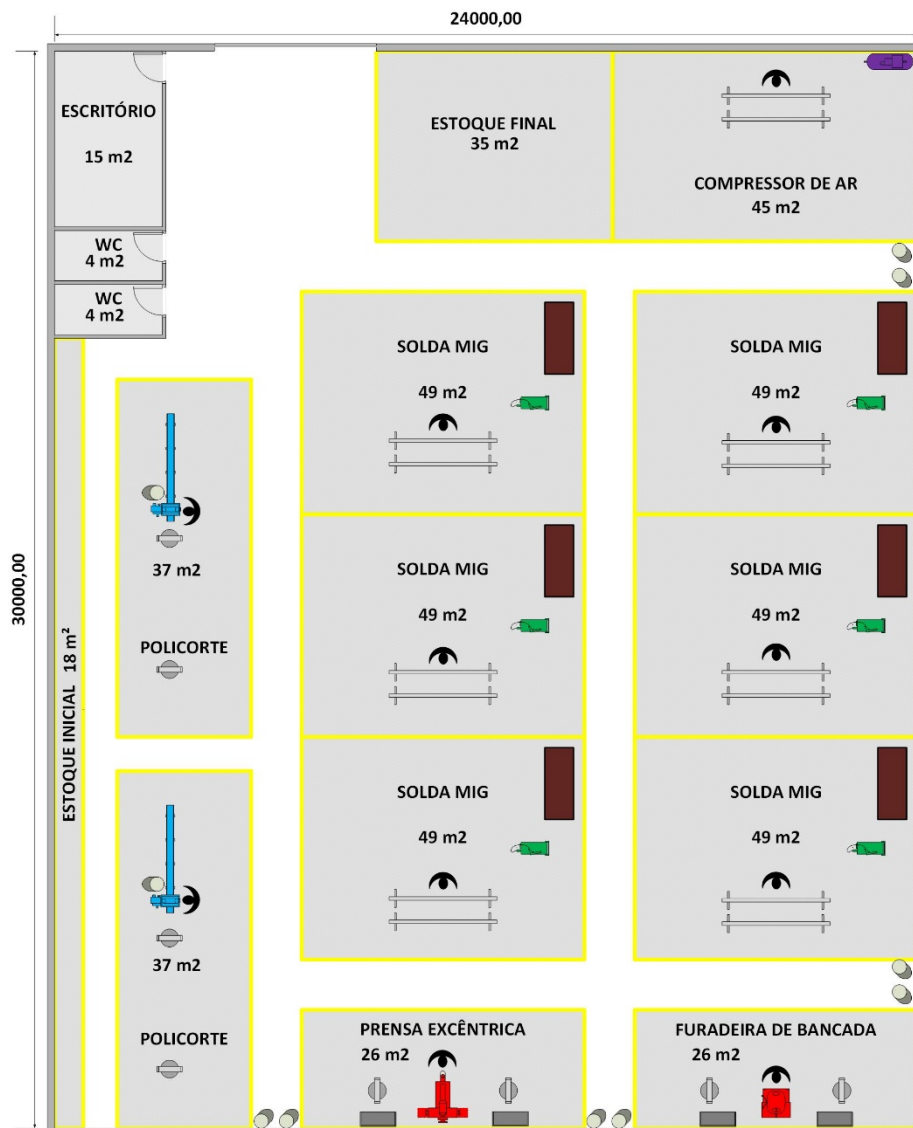
Como os setores E já possuem um corredor central de acesso, será interessante amplia-los e leva-los próximos a parede, podendo assim ser instaladas bancadas para o armazenamento de ferramentas e a realização de serviços manuais.

É possível observar a sobra de espaços, por isso seria interessante aumentar as áreas de pintura e estoque final. Nos finais de corredores, tambores para sucatas para manter a organização e limpeza da empresa.

4.8 PROJETO DO NOVO LAYOUT

A Figura 4.19 apresentará a nova proposta de *layout*.

Figura 4.19 – Projeto do novo layout



Fonte: O AUTOR

Os corredores estão dimensionados em 950 milímetros para um sentido de movimento e 1400 milímetros para dois sentidos de movimentos. Os maquinários foram alocados de acordo com o dimensionamento de maquinários elaborado no capítulo 4.5. Cavaletes para tubos, cavaletes para solda, bancadas, estantes, barril para reciclagem, foram distribuídos pela fábrica respeitando as áreas calculadas.

5 CONCLUSÃO

O estudo de caso elaborado teve como objetivo propor um projeto de *layout* do setor produtivo de uma empresa do ramo metal mecânico, visando eliminar características que não agregam valor ao produto e melhorar o fluxo de materiais dentro da empresa.

Fazendo uma comparação do projeto do arranjo físico atual da empresa com o novo projeto proposto, é fácil observar as imensas melhorias que a proposta trará. Primeiramente, com o acesso apropriado para cada processo, os espaços dos setores delimitados e os equipamentos alocados adequadamente, a proposta terá benefícios como o melhoramento da logística interna, que é um dos principais processos que não agregam valor ao produto.

Com a aproximação dos centros produtivos de relacionamento forte, o operador terá um aumento significativo em sua eficiência, pois terá que se locomover menos e assim diminuirá o tempo de fabricação, o que contribuirá com o aumento da produção e a redução de custos.

Propor um projeto *layout* é uma tarefa muito difícil, pois são diversos fatores que influenciam nos seus aspectos. Dificilmente um projeto não sofrerá alterações durante sua implantação, por isso o mesmo deve ser muito bem estudado, levando em conta a opinião de todos os operadores, pois são eles quem estão todos os dias na prática.

Por mais pequena que seja a empresa, esse tipo de projeto é essencial. Foi possível observar a grande desordem que a empresa em estudo possui. O fluxo de pessoas e materiais influenciam muito na produção, principalmente quando não há uma organização. Isso acaba trazendo irritação aos funcionários o que impacta diretamente a produção.

Outros aspectos poderão ser aprimorados com o tempo, assim como um projeto de iluminação, um sistema de climatização do ambiente, investimento com novos maquinários e ferramentas, implantação de um programa 5S, que trará muitos outros benefícios para a empresa.

6 REFERÊNCIAS

BORBA, Mirna. **Arranjo Físico**. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina. Apostila do curso de Engenharia de Produção, 1998.

CAMAROTTO, JOÃO ALBERTO. **Projeto de instalações industriais**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. Apostila de curso de Especialização em Gestão da Produção, 2005.

CORREIA, Henrique; CORREIA, 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, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

LUSTOSA, Leonardo; MESQUITA, Marco; OLIVEIRA, R. **Planejamento e Controle da Produção**: Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2008.

MARTINS, Petrônio; LAUGENI, Fernando. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

NEUMANN, Clóvis; SCALICE, Régis K. **Projeto de Fábrica e Layout**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

OLIVÉRIO, José Luiz. **Projeto de fábrica: produtos, processos e instalações industriais**. São Paulo: IBLC, 1985.

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

RIGGS, James Lear. **Administração da Produção: planejamento, análise e controle**. São Paulo: Atlas, 1976.

RITZMAN, Larry; KRAJEWSKI, Lee. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

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. **Sistemas de Produção:** A Produtividade no Chão de Fábrica. Porto Alegre: Bookman, 2004.

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

VILLAR, Antônio de Melo; NÓBREGA, Claudino Lins Junior. **Planejamento das instalações empresariais.** João Pessoa: Editora da UFPB, 2014.