



**Robson Pache**

**PROPOSTA DE ARRANJO FÍSICO PARA UMA INDÚSTRIA DE  
TRANSFORMAÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS BASEADO NOS  
CONCEITOS DE MANUFATURA ENXUTA**

**Horizontina**

**2012**

**Robson Pache**

**PROPOSTA DE ARRANJO FÍSICO PARA UMA INDÚSTRIA DE  
TRANSFORMAÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS BASEADO NOS  
CONCEITOS DE MANUFATURA ENXUTA**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pelo Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Vilmar Bueno Silva, Meng.

**Horizontina**

**2012**

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:**

**“Proposta de arranjo físico para uma indústria de transformação de plásticos  
baseado nos conceitos de manufatura enxuta”**

**Elaborada por:**

**Robson Pache**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Produção

**Aprovado em: dd/mm/20aa  
Pela Comissão Examinadora**

---

**Titulação. Nome do orientador  
Presidente da Comissão Examinadora  
Orientador**

---

**Titulação. Nome do Examinador Interno  
FAHOR – Faculdade Horizontalina**

---

**Titulação. Nome do Examinador Interno  
FAHOR – Faculdade Horizontalina**

**Horizontalina  
2012**

### **AGRADECIMENTO.**

A Deus por ter me oferecido a oportunidade de viver.

A minha mãe Gessi por seu amor e apoio, que permitiu o cumprimento bem sucedido de mais uma etapa de minha vida.

Ao Professor Vilmar Bueno Silva por sua valorosa orientação, por seu incentivo e por sua amizade.

A minha namorada Marciane Tais Ames por seu apoio e por ter estado do meu lado nos momentos que precisei.

À Polistar Indústria e Comércio de Plásticos, em especial ao Sr. João Assunção de Lemos pela abertura das portas para a realização desse trabalho.

Aos grandes amigos Cleber e Marconi pelas inúmeras contribuições e aprendizado conjunto.

A todos aqueles que de alguma forma colaboraram para que este trabalho alcançasse o que se propôs.

“A competitividade de um país não começa na indústria ou nos laboratórios de engenharia, ela começa na sala de aula”.

(Lee Lacocca)

## RESUMO

A busca pela otimização dos processos e consequente agregação de valor, traz a tona a necessidade de investimentos por parte das empresas, a melhoria dos resultados destas está intimamente ligada a eficiência dos seus processos e também seu capital humano. Reduzir perdas e aumentar os ganhos se configura como um dos grandes objetivos das organizações. Neste trabalho apresentam-se os principais tipos de *layout*, suas aplicações, como também as vantagens e desvantagens de cada um. O método utilizado para a elaboração deste trabalho foi o da pesquisa-ação, sendo que o objetivo principal é desenvolver uma proposta de arranjo físico, aplicando nestes conceitos básicos de manufatura enxuta para uma indústria do setor de plásticos. Os resultados obtidos demonstram a melhor opção de arranjo físico, considerando o tipo de processo da empresa e levando em conta a estratégia de flexibilidade desta. Ainda se apresenta a análise de perdas que tem-se com o arranjo atual, e a partir da proposta estima-se ganhos no fluxo do processo produtivo que a empresa poderá vir a ter com a implementação da proposta de arranjo.

Palavras-chaves:

Processos – Arranjo Físico – Manufatura enxuta

## **ABSTRACT**

The search for process optimization and consequent added value, brings out the need for investments by enterprises, improvement of these results is closely linked to the efficiency of their processes and also their human capital. Reduce losses and increase gains configures itself as one of the major goals of the organizations. This paper presents the main types of layout, its applications, as well as the advantages and disadvantages of each. The method used for the preparation of this study was action research, where the main objective is to develop a proposal for this physical arrangement applying basic concepts of lean manufacturing industry for the plastics industry. The results show the optimal physical arrangement considering the type of business process and taking into account the flexibility of this strategy, it still shows the analysis of losses that has been with the current arrangement, and from the proposal is estimated gains in the flow of the production process that the firm might have with the implementation of the proposed arrangement.

Keywords:

Processes - Physical Arrangement - Lean manufacturing

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Objetivos dos <i>Layouts</i> de Instalações. ....	18
Figura 2: Etapas da metodologia para elaboração de propostas de <i>layout</i> . . ....	20
Figura 3: A decisão do arranjo físico.....	23
Figura 4: Relação entre tipos de processo e tipos básicos de arranjo físico.....	23
Figura 5: Faixas de volume e variedade.. ....	24
Figura 6: <i>Layout</i> por processo.....	25
Figura 7: <i>Layout</i> por produto.. ....	26
Figura 8: <i>Layout</i> celular.....	27
Figura 9: <i>Layout</i> fixo ou posicional.....	27
Figura 10: A Casa <i>Lean Manufacturing</i> . ....	30
Figura 11: Esquema de representação dos passos do 5S. ....	34
Figura 12: Cadeia produtiva do plástico. ....	34
Figura 13: As Gerações da cadeia produtiva dos plásticos.. ....	35
Figura 14: Fluxograma do delineamento da pesquisa.. ....	37
Figura 15: Organograma organizacional da empresa. ....	39
Figura 16: Organograma organizacional da manufatura. ....	40
Figura 17: <i>Layout</i> dos setores de extrusão e manufatura.. ....	41
Figura 18: <i>Layout</i> atual do setor de usinagem. ....	42
Figura 19: A estrutura da fábrica.. ....	43
Figura 20: Organograma funcional da manufatura e processos.. ....	44
Figura 21: Máquina extrusora ram. ....	45
Figura 22: Máquinas de chanfro, esquadrejadeira e Fresadora.....	45
Figura 23: Micronizador e triturador.. ....	46
Figura 24: Injetoras e Desumidificador. ....	46
Figura 25: Mapa de fluxo de valor a partir do <i>layout</i> atual.....	47
Figura 26: Exemplo de cálculo de área para posto de trabalho com uma aresta viva.. ....	52
Figura 27: Macro fluxo e interação entre os processos.. ....	53
Figura 28: Proposta documentada de arranjo físico. ....	54
Figura 29: Mapa de fluxo de valor a partir da proposta documentada. ....	55



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Vantagens e desvantagens dos tipos básicos de arranjo físico. ....	28
Quadro 2: Cálculos do mapeamento de fluxo de valor.....	48
Quadro 3: Fatores de perda em relação as 7 perdas de Ohno. . ....	50
Quadro 4: Cálculos do mapeamento de fluxo de valor do layout proposto.....	57
Quadro 5: Vantagens a partir da manufatura enxuta. ....	59

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA .....	12
1.2 JUSTIFICATIVA.....	13
1.3 OBJETIVOS .....	14
1.3.1 OBJETIVO GERAL .....	14
1.3.2 DEFINE-SE COMO OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.4 ESCOPO E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO .....	15
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	15
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
2.1 CARACTERIZAÇÃO DE ARRANJO FÍSICO.....	17
2.2 ETAPAS PARA A ELABORAÇÃO DO <i>LAYOUT</i> .....	19
2.3 TIPOS DE <i>LAYOUT</i> .....	22
2.3.2 <i>LAYOUT</i> EM LINHA OU POR PRODUTO.....	25
2.3.3 <i>LAYOUT</i> CELULAR OU DE GRUPO.....	26
2.3.4 <i>LAYOUT</i> FIXO OU POSICIONAL.....	27
2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DE CADA TIPO DE <i>LAYOUT</i> .....	28
2.5 PRÍNCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA.....	28
2.6 FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA (VSM, 5S, SMED) .....	32
2.6.1 VALUE STREAM MAPPING (VSM) .....	32
2.6.2 SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED).....	32
2.6.3 CONCEITUAÇÃO DOS 5S .....	33
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>36</b>
3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	36
3.1.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	37
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>39</b>
4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA .....	39
4.2 DIAGNÓSTICO DO ARRANJO FÍSICO ATUAL .....	40
4.2.1 OS SETORES E MÁQUINAS DA MANUFATURA.....	43
4.2.2 VSM A PARTIR DO ARRANJO FÍSICO ATUAL ( <i>VALUE STREAM MAPPING</i> ) .....	47
4.3 PROPOSTA DO NOVO ARRANJO FÍSICO E DO FLUXO DOS PROCESSOS.....	51
4.3.3 MACRO FLUXO E INTERAÇÃO ENTRE OS PROCESSOS .....	53
4.3.4 PROPOSTA DOCUMENTADA DO ARRANJO FÍSICO .....	53
4.4 VANTAGENS A PARTIR DA MANUFATURA ENXUTA .....	57
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>60</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>62</b>
<b>APÊNDICE A – LISTA DE MÁQUINAS POR PROCESSO</b> .....	<b>64</b>
<b>ANEXO A – PROPOSTA DOCUMENTADA DE ARRANJO FÍSICO</b> .....	<b>64</b>
.....	<b>65</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão abordados o problema de pesquisa, a justificativa do trabalho, seus objetivos como também o escopo e delimitação, por último a estrutura que compõem todo o trabalho.

### 1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Com o aumento da demanda dos mercados e o desenvolvimento acelerado nos sistemas de produção, as empresas começaram a buscar alternativas de redução de custos internos, buscando redução de desperdícios, otimização de recursos, melhora no fluxo e conseqüente, ganho no desempenho do sistema como um todo.

Aplicar conceitos que irão diminuir a movimentação dos materiais e usar de forma otimizada os recursos, torna-se parte fundamental da gestão das operações dentro das empresas, dessa forma um arranjo físico planejado de forma inadequada e sem a devida análise do processo, pode fazer com que a empresa tenha problemas que afetarão a produtividade, a qualidade dos produtos e seus processos internos.

As perdas decorrentes do processo produtivo têm influência direta nos resultados finais da organização, assim identificar e controlar essas perdas é tarefa imprescindível porque permitirá desenvolver processos que possibilitem otimizar os níveis de entrega, de eficiência, de qualidade, entre outros. Nesse contexto a definição do *layout* torna-se estrategicamente importante, pois permite a diminuição de algumas perdas relacionadas ao fluxo de produção.

Na opinião de Borba (1998), definir o *layout* é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção, isto é, planejar e integrar os caminhos de um produto ou serviço, buscando minimizar todas as perdas durante o processo.

Como parte importante na redução dos custos de produção, alguns conceitos de manufatura enxuta serão aplicados no sentido de combater as sete perdas, que segundo Shingo (1996) são: superprodução; transporte excessivo; processos inadequados; esperas; inventários desnecessários; movimentação desnecessária; produtos defeituosos.

A empresa estudada tem um alto custo dentro do seu processo, e uma das causas é o *layout* atual, no qual as movimentações de produtos como matérias-primas, semiacabados, produtos prontos, nota-se que muitas movimentações internas que efetivamente não agregam valor são realizadas em várias partes do processo. Outras questões que precisam ser ressaltadas são o elevado índice de ruído das máquinas que contribui na redução da produtividade, e as não conformidades que ocorrem em virtude das movimentações entre os setores.

Atualmente a manufatura da empresa é composta pelos processos de extrusão, usinagem, reciclagem e injeção, pelo arranjo físico atual existem perdas decorrentes de movimentações desnecessárias, por estoques, esperas, produtos defeituosos e inventários desnecessários. Dessa forma, o estudo de uma nova proposta de *layout* se faz necessário, de modo que essas perdas possam ser analisadas e a partir disso seja possível configurar um arranjo que as elimine ou diminua em porcentagem expressiva, vindo ao encontro da construção de uma nova fábrica que tem previsão de início de construção na metade de 2013.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), a flexibilidade é a capacidade de mudar uma operação/processo sem alterar sua forma original, podendo essa mudança ser em um produto/serviço, mix, volume ou em uma entrega.

Sendo assim a questão abordada neste trabalho é: “Qual o *layout* mais apropriado para uma empresa de transformação de termoplásticos utilizando-se dos princípios da manufatura enxuta?”

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O estudo e análise na melhoria dos arranjos físicos, cada vez mais se caracteriza como sendo um diferencial nas empresas que buscam o crescimento e otimização de seus processos produtivos. É através desse estudo que as empresas buscam a obtenção de um sistema de manufatura mais produtivo e consequentemente com menores índices de perda.

As vantagens que um estudo adequado e a implementação de um *layout* eficiente vão ao encontro do aumento da competitividade industrial, porque a constante melhoria de seus processos produtivos incluindo as atualizações do arranjo físico, vai possibilitar a minimização dos custos relacionados aos processos internos.

Deve-se observar que um processo implantado no local errado, com capacidade insuficiente, com um arranjo físico confuso ou desordenado, utilizando tecnologia inadequada ou com pessoal incapaz, ou seja, sendo ineficaz, não pode satisfazer os consumidores (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Os fatores que justificam a elaboração de um novo layout segundo Costa (2004), são: construção de nova planta; mudança no projeto dos produtos; eliminação e/ou introdução de produtos; mudança na sequência de produção; compra e/ou reposicionamento de máquinas; mudanças na estrutura organizacional.

Para esse trabalho salienta-se a questão da diminuição das perdas existentes nos processos, através da aplicação dos conceitos de manufatura enxuta que poderão ser observadas em algumas partes do processo.

A elaboração desse projeto justifica-se pelo fato de que a empresa requer tal análise, buscando alinhar sua estratégia de redução de custos e compromisso com a qualidade por meio da construção de uma nova planta fabril, que terá como objetivo tornar os processos mais enxutos e proporcionar um ambiente mais adequado a execução das atividades. Também servirá para o autor aplicar conhecimentos adquiridos durante o curso e servirá como base para àqueles que desejarem desenvolver trabalhos nesse sentido.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver uma proposta de arranjo físico aplicando conceitos de manufatura enxuta para uma indústria do setor de plásticos.

#### 1.3.2 Define-se como objetivos específicos

- Diagnosticar a atual situação do *layout* da empresa estudada;
- Identificar setores e máquinas que fazem parte da manufatura e definir através dos conceitos de manufatura enxuta o fluxo do processo de produção;
- Estimar os possíveis ganhos com a implementação do novo *layout* para algumas etapas do processo;
- Apresentar a proposta de *layout* documentada.

#### 1.4 ESCOPO E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

A pesquisa trata de uma análise realizada dentro de uma empresa e os aspectos relacionados ao seu arranjo físico. Resumidamente procura abordar questões inerentes aos processos produtivos da empresa, como também considerar conceitos e ferramentas básicas da manufatura dentro do contexto da empresa.

Neste processo de análise e formatação do novo arranjo, considerando os problemas existentes no arranjo atual, aplicaram-se conceitos básicos de manufatura enxuta, que serão importantes na estratégia de flexibilidade que a empresa deseja adotar.

E válido salientar que o autor trabalhou na empresa durante o período de 2 anos e tem conhecimento específico dos processos existentes, e que por se tratar de uma pesquisa-ação os resultados e conclusões não poderão ser aplicados para outras empresas.

Ao final, tem-se a proposta do novo arranjo físico, que considerou questão das perdas, trazendo em sua nova formatação um fluxo contínuo dos processos relatados pela análise de fluxo de valor, abrangendo suas vantagens. Por último é relevante destacar que os dados apresentados são reais mas com limitações, visto que se trata de uma proposta.

#### 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este relatório está composto pelo presente capítulo, no qual se apresenta o problema da pesquisa, a justificativa, os objetivos e delimitações do trabalho, e por mais quatro capítulos.

No capítulo 2, têm-se os referencias teóricos que nortearam as pesquisas realizadas nesse trabalho, trazendo informação sobre o conteúdo exposto, abrangendo todas as ênfases às quais esse estudo propôs e apresentando conceitos relevantes ao tema estudado.

No capítulo 3, apresenta-se o método de pesquisa utilizado no presente trabalho. Ainda nesse capítulo, a estratégia, o delineamento da pesquisa, e as atividades realizadas, são discutidas detalhadamente.

No capítulo 4, são apresentados os resultados e discussões obtidos com o trabalho, trazendo informações dos processos de manufatura da empresa, e o tipo de processo predominante. Ainda pode ser analisado o *layout* atual da empresa, e

os estudos de desperdícios percebidos no arranjo atual. Na parte final do capítulo, é apresentada a proposta de arranjo e posteriormente suas vantagens estimadas.

E na última parte do trabalho, apresentam-se as conclusões da pesquisa, discutem-se as perspectivas e os benefícios dessa análise, bem como a contribuição para com os estudos posteriores na área e a aplicabilidade das ferramentas que foram usadas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são citados conceitos pertinentes ao trabalho, como conceitos de *layout* onde também são descrito alguns objetivos dos tipos de arranjo mais comumente abordados, etapas para elaboração dos *layouts*, e as vantagens e desvantagens de cada tipo. No final são abordados também conceitos relativos à manufatura levantando as ferramentas que serão utilizadas.

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DE ARRANJO FÍSICO

O arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com o posicionamento físico dos recursos de transformação. Colocado de forma simples, definir o arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Para Gaither e Frazier (2001), os *layouts* das instalações atuais são projetados com a meta última de produzir produtos e serviços que atendam as necessidades dos clientes. Isso significa que os *layouts* devem ser capazes de produzir produtos rapidamente, a fim de entregá-los rapidamente ao cliente.

A análise de layout auxilia também na obtenção do arranjo físico adequado para cada empresa, uma vez que existem diversos tipos de layout, cada um deles com suas vantagens e desvantagens. Se a organização antecipa uma análise, com certeza, na hora de implantar, vai optar pelo modelo que melhor se adequa à sua empresa (CARVALHO *et al.*, 2010).

De acordo com Borba (1998), o arranjo físico ou *layout* visa harmonizar e integrar equipamento, mão de obra indireta, enfim todos os processos os itens que possibilitam sua manufatura. Através disso tem-se uma combinação ótima das instalações industriais e de tudo que concorre para a produção, dentro de um espaço disponível.

Em relação aos objetivos Sossanovicz (2010), comenta que existem dois tipos, os de natureza qualitativa e aqueles de natureza quantitativa, os objetivos qualitativos tratam de parâmetros que não podem ser quantificados, ao passo que dos objetivos quantitativos estão em minimizar o custo total, minimizar o maior custo, minimizar o tempo de espera, minimizar o tempo total de lotes, entre outros.

Para Cury (2000), os objetivos de um projeto de *layout* devem ser:

- Otimizar as condições de trabalho do pessoal nas diversas unidades organizacionais;



- Racionalizar os fluxos de fabricação ou de tramitação de processos;
- Racionalizar a disposição física dos postos de trabalho, aproveitando todo o espaço útil disponível;
- Minimizar a movimentação de pessoas, produtos, materiais e documentos dentro da ambiência organizacional.

Segundo Martins e Laugeni (1999), somente após a determinação da capacidade e da quantidade de turnos de trabalho a serem utilizados é que podem ser iniciados os procedimentos para o desenvolvimento de layout.

Para Gaither e Frazier (2001), os objetivos dos layouts de operações de manufatura (Figura 01) atuam diretamente nas operações de armazenamento, serviços e escritório.

<b>Objetivos para os Layouts de Operações de Manufatura:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fornecer suficiente capacidade de produção;</li> <li>• Reduzir o custo de manuseio de materiais;</li> <li>• Adequar-se a restrições do lugar e do prédio;</li> <li>• Garantir espaço para as máquinas de produção;</li> <li>• Permitir elevada utilização e produtividade da mão-de-obra, das máquinas e do espaço;</li> <li>• Fornecer flexibilidade de volume e produto;</li> <li>• Garantir espaço para banheiros e outros cuidados pessoais dos empregados;</li> <li>• Garantir segurança e saúde para os empregados;</li> <li>• Permitir facilidade de supervisão;</li> <li>• Permitir facilidade de manutenção;</li> <li>• Atingir os objetivos com o menor investimento de capital;</li> </ul>
<b>Objetivos Adicionais para os Layouts da Operação de Armazenamento:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover carga e descarga eficiente de veículos de transporte;</li> <li>• Fornecer eficaz retirada de estoques, atendimento de encomendas e carga unitizada;</li> <li>• Permitir facilidade de contagem de estoques;</li> <li>• Promover acurados registros de estoques;</li> </ul>
<b>Objetivos Adicionais para Layouts da Operação de Serviços:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar conforto e conveniência para o cliente;</li> <li>• Fornecer um ambiente atraente para os clientes;</li> <li>• Permitir uma exposição atraente das mercadorias;</li> <li>• Reduzir o tempo de locomoção do pessoal ou dos clientes;</li> <li>• Proporcionar privacidade nas áreas de trabalho;</li> <li>• Promover a comunicação entre as áreas de trabalho;</li> <li>• Proporcionar rotação de estoques para os produtos que estão na prateleira;</li> </ul>
<b>Objetivos Adicionais para os Layouts da Operação de Escritório:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforçar a estrutura da organização;</li> <li>• Reduzir o tempo de locomoção do pessoal ou dos clientes;</li> <li>• Proporcionar privacidade nas áreas de trabalho;</li> <li>• Promover a comunicação entre as áreas de trabalho.</li> </ul>

Figura 1: Objetivos dos *Layouts* de Instalações. Fonte: Adaptado de Gaither e Frazier (2001).

A Figura 1 ilustra de forma detalhada cada objetivo do *layout* para uma instalação. Para fins de aplicação de proposta de arranjo físico, esse trabalho leva em conta o tipo de operação realizada pela empresa e as características da atividade desempenhada. Observando-se o Quadro 1, nota-se que os objetivos levam em consideração muitos aspectos, nesse contexto com vistas a atingir toda a organização, se faz necessário seguir às normas regulamentadoras que para este caso é a NR17.

17.1 Esta Norma Regulamentadora visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.

17.1.1 As condições de trabalho incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho e à própria organização do trabalho (MTE SIT, 2002, p. 63).

Segundo Cassel (1996), o avanço tecnológico não implica necessariamente na aquisição de máquinas mais modernas e mais automatizadas, necessitando menos mão de obra. Este avanço pode ser em nível de estrutura da empresa, de uma mudança no processo ou de uma mudança na disposição do sistema produtivo. Ou seja, essas mudanças podem ser feitas com uma simples e detalhada análise de *layout*.

## 2.2 ETAPAS PARA A ELABORAÇÃO DO *LAYOUT*

Para a elaboração de um *layout* é necessário seguir algumas etapas que segundo Martins e Laugeni (1999), são:

- Determinar a quantidade a produzir;
- Planejar o todo e depois as partes;
- Planejar o ideal e depois o prático;
- Seguir a sequência: *Layout* global, *Layout* detalhado, implantar e reformular sempre que necessário (até onde for possível);
- Calcular o número de máquinas;
- Selecionar o tipo *layout* e elaborar o *layout* considerando o processo e as máquinas;
- Planejar o edifício;

- Desenvolver instrumentos que permitam a clara visualização do layout;
- Utilizar a experiência de todos;
- Verificar o *layout* e avaliar a solução;
- Vender o *layout*;
- Implantar.

Conforme Joaquim, Yanagawa e Borba [s.d.] é necessário seguir uma sequência lógica na implementação do *layout* como se pode ver na Figura 02, as etapas e suas subdivisões para elaboração de propostas.

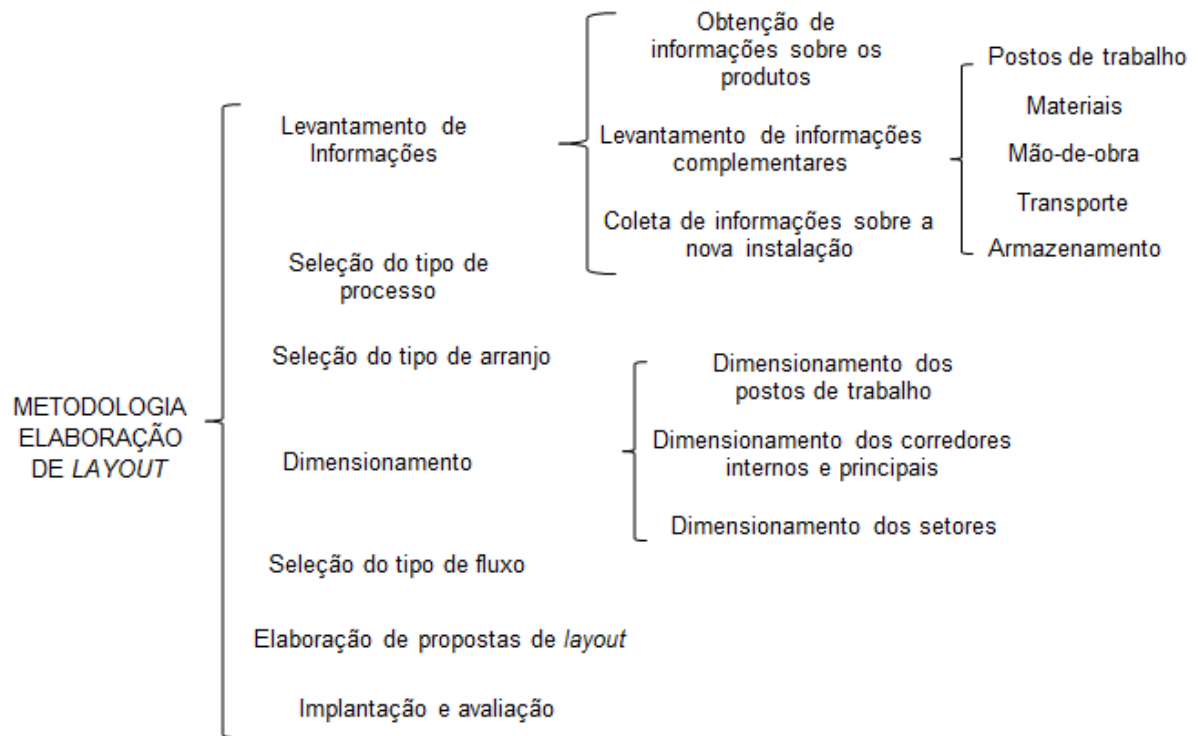


Figura 2: Etapas da metodologia para elaboração de propostas de *layout*. Fonte: Joaquim, Yanagawa e Borba [s.d.].

Conforme Borba (1998), ao se elaborar um arranjo físico, deve-se analisar o material, as máquinas, a mão-de-obra, a movimentação, o armazenamento, os edifícios, as mudanças e os serviços auxiliares; conforme descreve-se na sequência:

- Material – São considerados todos os materiais que são processados e manipulados no setor: matéria prima, material em processo, produto final, embalagem. Estudam-se dimensões, pesos, quantidades, sendo relevante:
  - que o fluxo do material esteja em conformidade com o processo;

- redução do manuseio dos produtos com diminuição do risco de acidentes;
- redução do percurso dos produtos e mão de obra;

- Máquinas – Considera-se todos os equipamentos utilizados na produção, na manutenção, em medidas e controle no transporte, sendo necessários os seguintes requisitos:

- identificação do equipamento (nome, tipo, acessório);
- dimensões e peso;
- áreas necessárias para operação e manutenção;
- operadores necessários;
- suprimento de energia elétrica, gás, água, ar comprimido, vapor;
- calor, periculosidade, ruído;
- possibilidade de desmontagem das máquinas;
- ocupação prevista para a máquina;
- características operacionais: tipo de operação e velocidade;

- Mão de obra – Inclui todo o pessoal direto e indireto da fábrica, observando-se as áreas necessárias para o desenvolvimento do trabalho de cada elemento, sendo necessário:

- obter todas as informações sobre as condições de trabalho (iluminação, barulho, vibração, limpeza, segurança, ventilação) e do pessoal necessário (qualificação, quantidade e sexo).
- dimensionar o banheiro, vestuário, serviços auxiliares (restaurantes e/ou refeitório), bebedouros, considerando o número de pessoas;
- posicionar o banheiro, vestuário, considerando o fluxo das pessoas;

- Movimentação – Este é um dos principais fatores na elaboração do arranjo físico, e deverão ser analisados:

- o percurso seguido pelo material, máquinas e pessoal com as especificações das distâncias;
- os tipos de transportes usados;
- o manuseio (frequência, razão, esforço físico necessário, tempo utilizado);
- o espaço existente para a movimentação;
- o dimensionamento da largura do corredor em função dos equipamentos, meios de transporte;
- a segurança dos funcionários e visitantes;
- o acesso aos meios de combate de incêndio, meios auxiliares;

- Armazenamento – Considera-se o armazenamento de todos os materiais, inclusive aqueles em processo, nos seguintes aspectos: localização, dimensões, métodos de armazenagem, tempo de espera, cuidados especiais, e para isso é fundamental:

- o dimensionamento em função do material (em processo e final);
- o dimensionamento dos corredores do depósito;
- a diminuição da estocagem em processo;
- o dimensionamento dos corredores do depósito;
- a distância das prateleiras com paredes;

- Edifício – São estudados a área, os compartimentos, as estruturas, a cobertura, os acessos, as rampas, as escadas, os elevadores e outras características do edifício;

- Mudanças – Incluem todas as modificações que afetam as condições existentes (material, máquinas, homens, manuseio, estoques, serviços e edifícios);

- Serviços auxiliares – Incluem-se os espaços destinados à manutenção, controles e inspeção, escritório (sala de espera, treinamento, conferências), laboratórios, equipamentos e linhas auxiliares (ar, vapor, gás), facilidades (restaurantes, vestiários, lavatórios, relógio ponto, estacionamento).

É importante salientar que uma análise correta dos itens acima e com a contemplação de todos os fatores fará com que esse arranjo seja perfeitamente adequado a todas às áreas da manufatura, não comprometendo o fluxo produtivo da organização.

### 2.3 TIPOS DE LAYOUT

Segundo Costa (2004), as características dos diferentes níveis de volume e variedade de produtos ou serviços vão reduzir a escolha de cada tipo de arranjo físico. A decisão pela escolha é influenciada por um entendimento correto das vantagens e desvantagens de cada um.

Para Gaither e Frazier (2001) são cinco os tipos básicos de *layouts* para instalações de manufatura: processo, produto, manufatura celular (MC) e posição fixa e misto.

Borba (1998) comenta que 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, o tipo de processo de produção e o volume de produção.

Slack, Chambers e Johnston (2002) descrevem que, na prática a maioria dos arranjos físicos provêm de quatro tipos básicos de *layout* que são: posicional, por processo, celular e arranjo físico por produto, como ilustrado na Figura 03.

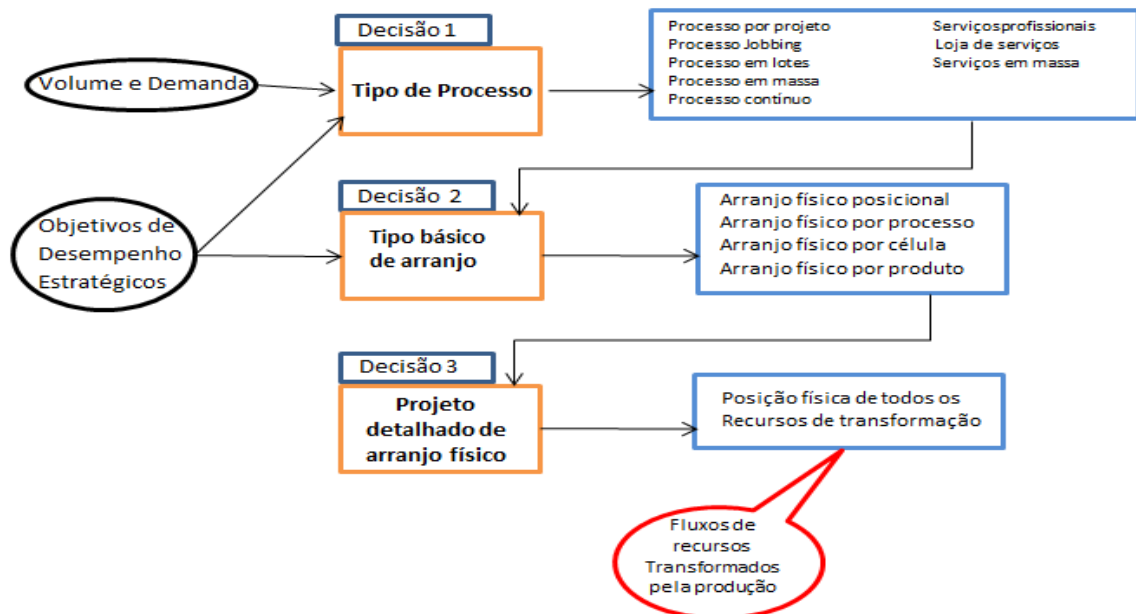


Figura 3: A decisão do arranjo físico. Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2002).

Um tipo de processo não necessariamente implica na utilização de um tipo básico de arranjo físico em particular, essa relação que existe entre os tipos de processo e os tipos básicos de arranjo físico não necessariamente determina a escolha do layout como pode-se ver na Figura 04, (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Tipos de processo em manufatura	Tipos básicos de Arranjo físico	Tipos de processo de serviço
Processo por projeto	Arranjo físico Posicional	Serviços Profissionais
Processo tipo jobbing	Arranjo físico por Processo	Loja de Serviços
Processo tipo lote ou batelada	Arranjo físico Celular	Serviço de massa
Processo em massa	Arranjo físico por Produto	
Processo contínuo		

Figura 4: Relação entre tipos de processo e tipos básicos de arranjo físico. Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2002).

A decisão de qual tipo de arranjo físico adotar raramente envolve uma escolha entre os quatro tipos básicos. As características de volume e variedade de uma operação vão reduzir a escolha. É importante analisar essas características de modo que quando o volume é baixo e a variedade é alta o fluxo não é uma questão central (Figura 05) sendo assim com volumes maiores e variedades menores a importância aumenta e a decisão do fluxo perpassa pela escolha do melhor arranjo físico (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

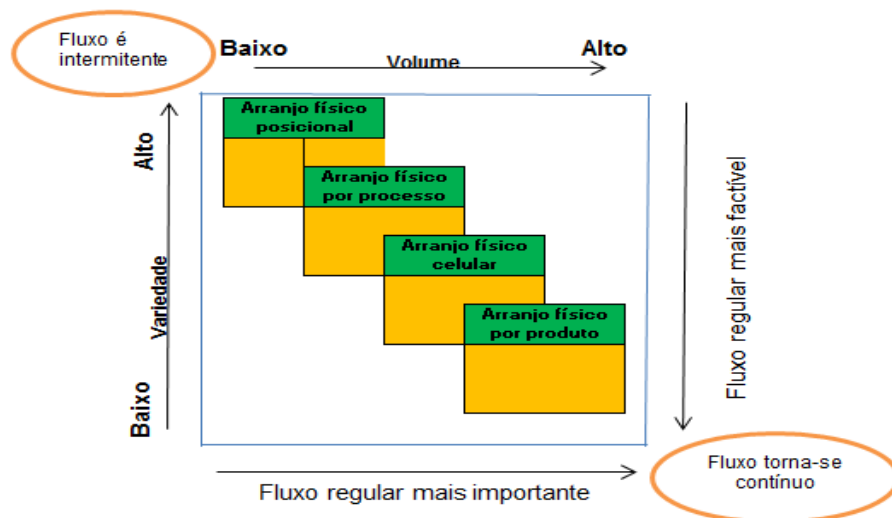


Figura 5: Faixas de volume e variedade. Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2002).

Fica evidenciado então que, a decisão sobre qual arranjo específico escolher é influenciada por um entendimento correto das vantagens e desvantagens que cada um apresenta. Quando o volume aumenta, a importância de se gerenciar bem os fluxos e reduzir a variedade torna imprescindível um arranjo físico com fluxo evidente regular (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

### 2.3.1 Layout funcional ou por processo

*Layouts* por processo, funcional ou job shops, como às vezes são chamados, são projetados para acomodar a variedade de projetos de produto e etapas de processamento, se a instalação de manufatura produzir uma variedade de produtos personalizados em lotes relativamente pequenos, a instalação provavelmente usará um *layout* por processo, como pode-se ver na Figura 06, o

roteiro é irregular, as tarefas possuem variação, sendo assim percorrem diferentes roteiros de operação (GAITHER; FRAZIER, 2001).

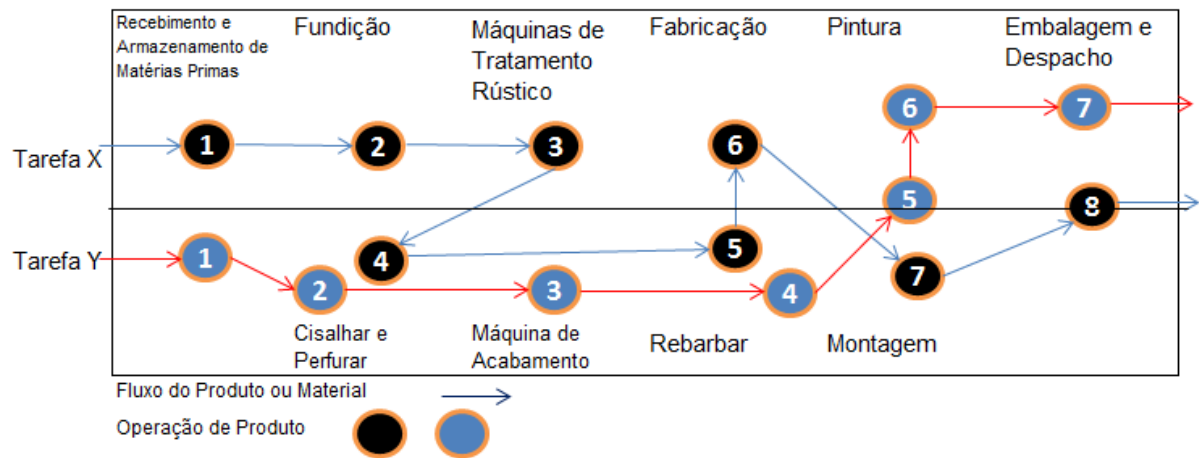


Figura 6: *Layout* por processo. Fonte: Adaptado de Gaither e Frazier (2001).

### 2.3.2 *Layout* em linha ou por produto

De acordo com Sossanovicz (2010), os sistemas de produção que utilizam o posicionamento orientado ao produto possuem a característica de produzirem produtos com pequenas variações, porém que apresentam o mesmo processo produtivo ou pelo menos parecido. Esta característica afeta a variedade de produtos que a planta pode produzir. Neste sistema os produtos visitam os postos de trabalho que normalmente são arranjados em linha de produção contínua.

Os *layouts* por produto são projetados para permitir um fluxo linear de materiais ao longo da instalação que faz os produtos. As montadoras de automóveis são bons exemplos de instalação que usam esse tipo de arranjo físico. Esse tipo de *layout* usam máquinas especializadas que são configuradas uma única vez para executar uma operação específica durante um longo período de tempo em um produto, como pode-se ver na Figura 7, (GAITHER; FRAZIER, 2001).



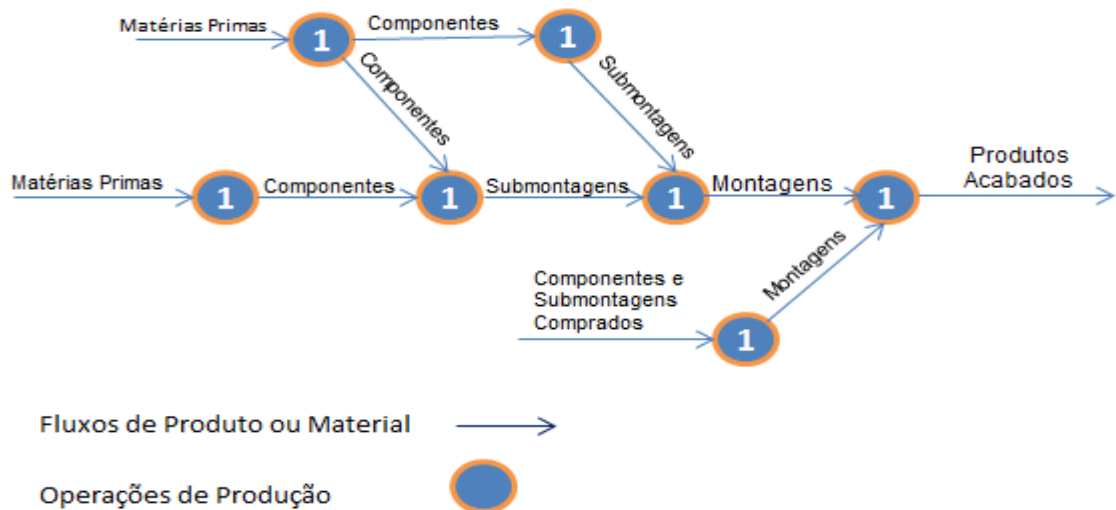


Figura 7: *Layout* por produto. Fonte: Adaptado de Gaither e Frazier (2001).

### 2.3.3 Layout celular ou de grupo

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 á atender as necessidade de processamento se encontram (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Segundo Carvalho *et al.* (2010), no arranjo celular no início da produção existe uma pré-seleção do produto que é levado para uma célula - uma parte específica – onde sofre transformações, depois é levado para outra célula, localizado em um só local, onde as máquinas produzem o bem; é flexível quanto a lotes (tamanho) e centralizado (Figura 08).

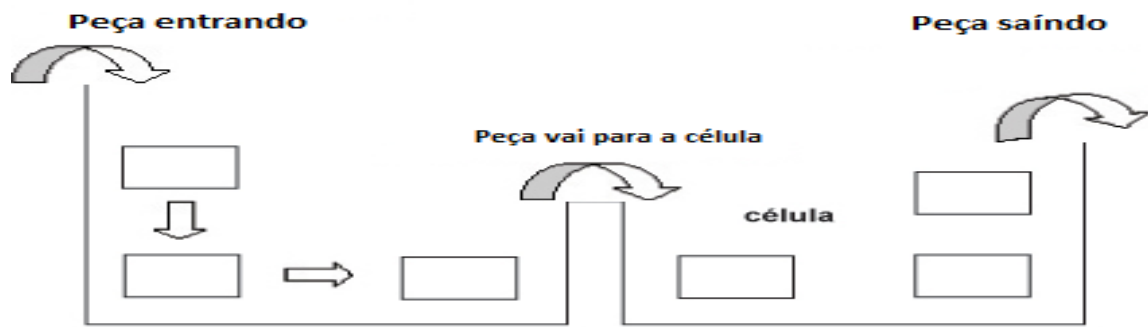


Figura 8: *Layout celular*. Fonte: Elaborado pelo autor.

### 2.3.4 *Layout fixo ou posicional*

No arranjo físico posicional o maquinário se adequa ao bem produzido, ou seja, os equipamentos é que vão até ele. Este tipo de arranjo físico está sujeito a adequações referentes ao planejamento e controle, é conhecido ainda como *layout* por posição fixa (CARVALHO *et al.*, 2010).

O objetivo do projeto detalhado de arranjo físico posicional é conceber um arranjo que possibilite aos recursos transformadores maximizarem sua contribuição potencial ao processo de transformação, prestando um bom serviço aos recursos transformados (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Para produtos que na sua montagem mantêm-se parados e são grandes para serem movidos, utiliza uma área muito grande e muita movimentação de recursos e pessoas ao seu redor, demanda um layout fixo (Figura 09).



Figura 9: *Layout fixo ou posicional*. Fonte: Elaborado pelo autor.

## 2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DE CADA TIPO DE LAYOUT

A decisão sobre qual arranjo específico escolher é influenciada por um entendimento correto das vantagens e desvantagens de cada um, Slack, Chambers e Johnston (2002), o Quadro 01 ilustra algumas das vantagens e desvantagens associadas a cada tipo básico de arranjo físico.

	Vantagens	Desvantagens
<b>Posicional</b>	Flexibilidade muito alta de <i>mix</i> e produto; Produto ou cliente não movido ou perturbado; Alta variedade de tarefas para a mão-de-obra.	Custos unitários muito altos; Programação de espaço ou atividades pode ser complexa; Pode significar muita movimentação de equipamentos e mão-de-obra.
<b>Processo</b>	Alta flexibilidade de <i>mix</i> e produto; Relativamente robusto em caso de interrupção de etapas; Supervisão de equipamento e instalações relativamente fácil.	Baixa utilização de recursos; Pode ter alto estoque em processo ou filas de clientes; Fluxo complexo pode ser difícil de controlar.
<b>Celular</b>	Pode dar um bom equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com variedade relativamente alta; Atravessamento alto; Trabalho em grupo pode resultar em melhor motivação.	Pode ser caro reconfigurar o arranjo físico atual; Pode requerer capacidade adicional; Pode reduzir níveis de utilização de recursos.
<b>Produto</b>	Baixos custos unitários para altos volumes; Dá oportunidades para especialização de equipamento; Movimentação conveniente de clientes e materiais.	Pode ter baixa flexibilidade de <i>mix</i> ; Não muito robusto contra interrupções; Trabalho pode ser repetitivo.

Quadro 1: Vantagens e desvantagens dos tipos básicos de arranjo físico. Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2002).

## 2.5 PRÍNCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA

Segundo Figueiredo (2006), o termo *Lean*, que significa enxuto, surgiu na literatura de negócios, para caracterizar o Sistema Toyota de Produção. O Sistema tem a designação *Lean* por diversos motivos: exige menos esforços humanos para projetar e produzir veículos, menos investimentos por unidade de capacidade de produção, menos fornecedores, menos estoques, registro de menos defeitos, número menor de acidentes de trabalho e redução no tempo entre o pedido feito pelo cliente e a entrega do produto.

O real objetivo desse sistema é a eliminação total das perdas e redução de custos. As perdas são caracterizadas como qualquer atividade que não contribuí

para as operações, tais como espera, acumulação de peças semiprocessadas, recarregamentos, passagens de materiais de mão em mão (SHINGO,1996).

De acordo com Almeida (2007), o conceito da filosofia *Lean* parte do princípio de que há desperdício em todos os lugares em uma organização e ele surge como um antídoto para se fazer cada vez mais com cada vez menos, e sempre com o objetivo de oferecer aos clientes o que eles realmente desejam no tempo que necessitarem.

O mesmo autor também destaca que, *Lean Manufacturing*, Manufatura Enxuta ou ainda Sistema Toyota de Produção, surge como uma metodologia fundamental às empresas, pois focaliza a redução de desperdício ao mesmo tempo em que aumenta a flexibilidade da produção e garante a qualidade dos produtos e serviços.

Shingo (1996), afirma ainda que existem sete tipos de desperdícios, que são:

- Superprodução: produzir além do que se precisa gera estoques, aumentando o custo da produção e armazenamento, isto significa dinheiro parado;
- Espera: as esperas são decorrentes da falta de materiais para serem processados, e causam a ociosidade. Podem ser provocadas pela falta de matéria-prima ou ainda pela falta de transporte ou permissão para a movimentação de um posto de trabalho para outro;
- Transporte: o deslocamento do produto não gera nenhuma criação de valor, e ainda sistemas inadequados de transporte podem não atender a demanda requerida pelo fluxo de produção ou danificar os produtos;
- Estoque: o estoque requer investimento e muitos produtos quando ficam por muito tempo em estoques, podem se deteriorar ou ainda serem obsoletados;
- Processamento: algumas operações do processo são desnecessárias e também não agregam valor ao produto;
- Movimentação: neste caso a movimentação está associada ao esforço desnecessário do operário, ocasionado por métodos inadequados de trabalho. Os movimentos desnecessários podem ocasionar refugos e retrabalhos;
- Defeitos: ocasionam desperdício de material e mão-de-obra. Os refugos geram custos e perdas de tempo para a empresa.

Este trabalho propõe um formato de arranjo físico, que será desenvolvido no sentido de diminuir estas sete perdas; Os esforços serão direcionados para estimar os ganhos nos processos em que há possibilidade de analisar as melhorias com a redução dos desperdícios internos, no que tange a estrutura de *layout*.

Na implementação da manufatura enxuta existem algumas ferramentas e conceitos que são de extrema importância e devem ser utilizados. Na Figura 10, que é denominada de casa *Lean*, podem ser visualizados esses conceitos como também as principais ferramentas.

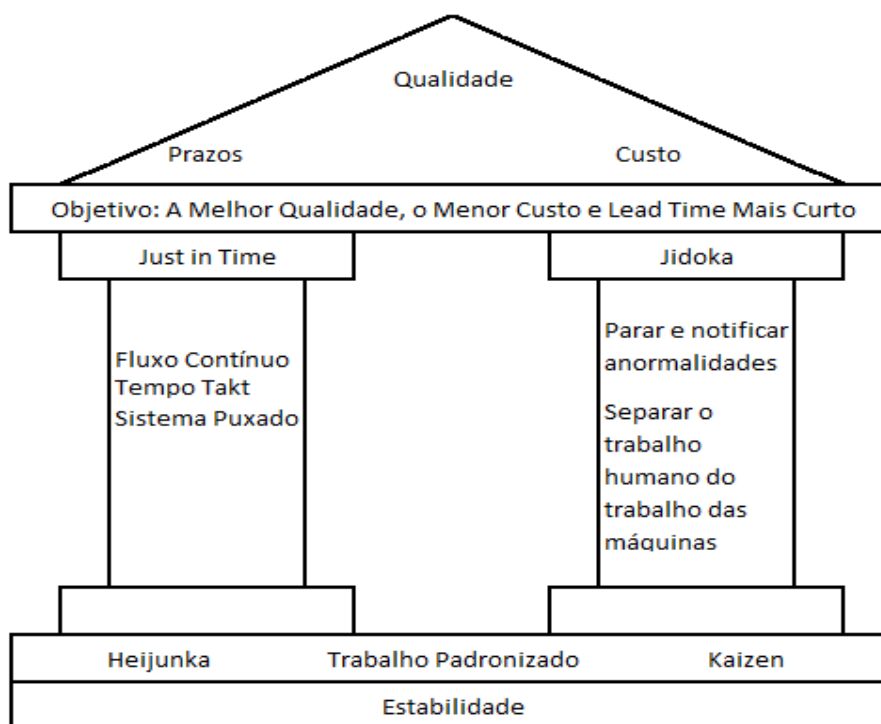


Figura 10: A Casa *Lean Manufacturing*. Fonte: Adaptado de Almeida (2007).

No topo da casa ou no “telhado” dela, está o que toda empresa busca com a implantação do *Lean Manufacturing*, redução dos custos e prazo, com melhora na qualidade de seus produtos (ALMEIDA, 2007).

Nesse contexto, incorporar ferramentas *Lean* no desenvolvimento de uma proposta de *layout* de fábrica, remete a necessidade de concebê-la de modo que pouco ou nenhum transporte seja necessário, como também o uso de métodos mais convenientes para conectar processos como, por exemplo, uma correia transportadora (SHINGO, 1996).

Ainda segundo o mesmo, nas concepções de *layout* existem várias etapas quando se fala em metodologia *Lean*, as máquinas devem estar dispostas em

correspondência com o fluxo de processamento do produto e existem algumas disposições que precisam ser consideradas:

- Linha de processo único – Para produção de um produto único e um modelo único em grandes quantidades, no período de um mês;
- Linha de processo comum – Quando a produção de um único produto não é suficiente para um fluxo mensal contínuo, mas os produtos A, B, C e D possuem processos em comum que podem ser organizados em fluxo contínuo;
- Linha de processos similar – Produtos A, B, C, D, E e F, possuem alguns processos em comum, de forma que apenas linhas parciais, com aqueles, processos em comum, podem ser formadas.

Na grande maioria das plantas, existem menos fatores de processo comum e devem adotar métodos de linha similar, sendo assim essas ações na melhoria do arranjo físico resultariam em:

- Eliminação de horas-homem de transporte;
- *Feedback* de informações referente à qualidade de uma forma mais rápida, para ajudar a reduzir os defeitos;
- Redução de horas-homem ao reduzir ou eliminar esperas de lote ou de processo;
- Ciclo de produção reduzido.

A manufatura enxuta procura alinhar seus métodos e ferramentas ao chão de fábrica trazendo para dentro do ambiente fabril o princípio do não custo, ou seja, tem como premissa diminuir as fontes de desperdício. Nesse contexto a concepção do *layout* com base nessa metodologia possibilitará que todas as operações da fábrica estejam de acordo com as melhores práticas de manufatura hoje adotadas. Agregar valor às atividades da fábrica significa maior eficiência nos processos (SHINGO, 1996).

## 2.6 FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA (VSM, 5S, SMED)

Neste capítulo serão abordados conceitos pertinentes as ferramentas de manufatura enxuta empregadas no trabalho, essas ferramentas foram escolhidas levando em conta os processos produtivos da empresa de estudo.

### 2.6.1 Value Stream Mapping (VSM)

Para Nazareno (2001), o mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping*) é o conjunto de todas as atividades que ocorrem desde a obtenção de matéria prima até a entrega ao consumidor do produto final, ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais, possibilita enxergar o fluxo, auxiliando a identificar mais do que os desperdícios. Mapeia o estado atual e ajuda a identificar as fontes do desperdício e fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura, torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que possa discutí-las, juntar conceitos e técnicas enxutas e mostrar a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material, colocando isso em prática no estado futuro.

Neste trabalho serão usadas algumas ferramentas *Lean*, enfatizando o mapeamento de fluxo de valor, os 5Ss que serão utilizados e implementados na nova proposta, e também o *single minute exchange of die* (SMED), que para dar bom entendimento, seria a troca rápida de ferramenta, com essas, pretende-se na nova proposta de *layout* diminuir desperdícios de produção, além de aumentar a capacidade dessa, e assim estimar esses ganhos.

### 2.6.2 Single minute exchange of die (SMED)

No Brasil difundiu-se o uso da sigla TRF, iniciais de troca rápida de ferramentas, como tradução do SMED, Segundo Shigeo (2005) o termo *setup* não se aplica apenas a preparação de uma operação de processamento: refere-se também as operações de inspeção de transporte e de espera. Conseqüentemente, o método  $\pm$  ou seja, as etapas conceituais, os métodos correspondentes e as técnicas específicas para as melhorias de *setups* podem ser aplicados exatamente da mesma maneira em todas as operações.

O mesmo autor ainda formulou a hipótese de que qualquer *setup* poderia ser executado em menos de 10 minutos e chamou esse conceito de troca rápida de ferramenta, ou TRF que é uma metodologia que auxilia na mudança rápida de uma

linha de produção possibilitando, conseqüentemente, respostas rápidas diante das necessidades do mercado. Apresenta grande vantagem quando aplicada na produção de lotes pequenos de fabricação, pois permite reduzir os estoques intermediários e custos de inventários.

### **2.6.3 Conceituação dos 5S**

Segundo Nascimento (2002) os 5Ss são pré-requisitos para a implantação da Gestão da qualidade total e enfoca o ambiente de trabalho da organização, de forma que este ambiente seja simplificado e o desperdício reduzido, acarretando a melhoria dos aspectos relacionados à qualidade e segurança.

De acordo com Silva (2003), o Seiri (1º S) significa utilização, arrumação, organização, seleção ou classificação. Ter senso de utilização é identificar materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios, informações e dados necessários e desnecessários, descartando ou dando a devida destinação àquilo considerado desnecessário ao exercício das atividades.

Ainda segundo Nascimento (2002), os quatro próximos sentidos podem ser conceituados conforme segue;

- Seiton, ou ordenação, trata-se da ordenação das coisas necessárias de forma sistemática, possibilitando assim o fácil acesso ao que se pretende utilizar.
- Seiso, ou limpeza, eliminar sujeiras e manter a limpeza permanente. Estas ações precisam ser encaradas como uma oportunidade de reconhecer o ambiente.
- Seiketsu, ou padronização, tem por objetivo conservar a higiene física e mental, tendo cuidado para que os outros princípios não retrocedam porque, sem a prática desse princípio, os velhos hábitos retornarão e o processo de abandono virá à tona.
- Shitsuke, ou disciplina, finalmente, para manter funcionando os 45 anteriores, cumprindo rigorosamente os princípios de funcionamento é necessário disciplina. O efeito da melhoria contínua proporcionará menor desperdício, melhor qualidade e ganhos significativos na administração do tempo.

Abaixo na Figura 11, pode ser visto o processo de evolução da implementação dos sentidos.



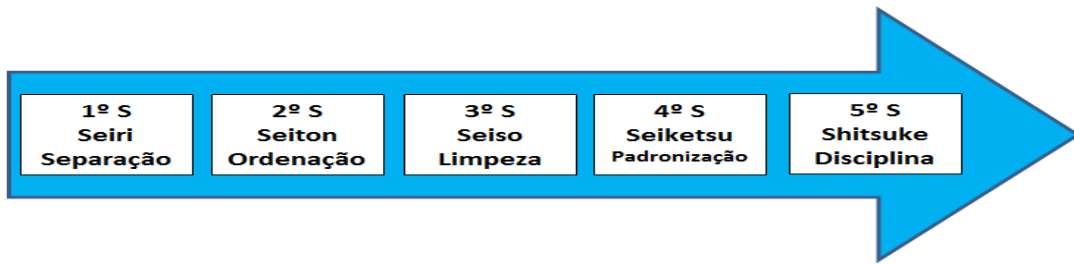


Figura 11: Esquema de representação dos passos do 5S. Fonte: Elaborado pelo autor

## 2.7 CARACTERIZAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS

O processo de transformação de termoplásticos acontece de forma bem simples, a empresa compra a resina dos produtores e/ ou distribuidores e também compra os *masterbatches* que são concentrados plásticos elaborados a partir de diversos polímeros, utilizados para colorir (pigmentos) e aditivar todos os tipos de resinas termoplásticas. Nesse caso, este transformador, com o devido auxílio do produtor do *masterbatch*, adequa a resina às suas necessidades (PDAPL, 2007).

Na Figura 12, é possível ver todo o processo da indústria de transformação de termoplástico (PDAPL, 2007).

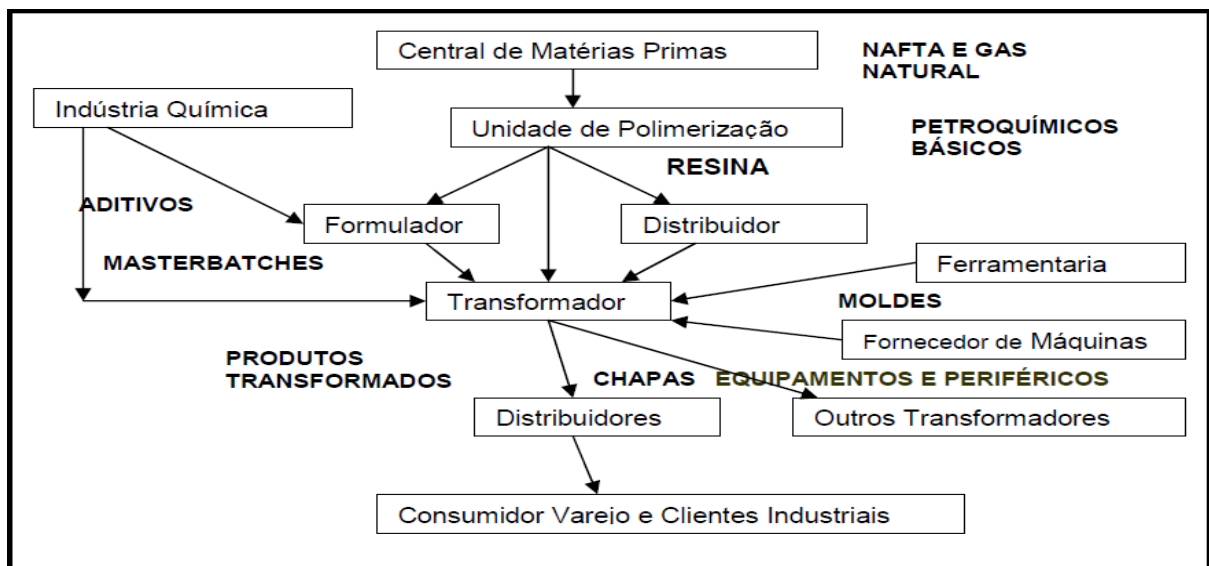


Figura 12: Cadeia produtiva do plástico. Fonte: Adaptada de PDAPL, 2007.

Referente ao setor de plásticos, a Figura 13 mostra de forma mais simplificada as gerações ou fases em que a cadeia produtiva de plásticos percorre:



Figura 13: As Gerações da cadeia produtiva dos plásticos. Fonte: Adaptada de PDAPL, 2007.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo descreve-se a estratégia usada para a realização do trabalho, como também conceitua-se o método usado que se caracterizou como sendo de pesquisa-ação. As informações são colocadas de forma simples e sucinta.

#### 3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Para a realização do trabalho proposto será utilizado o método da pesquisa-ação, que vai ao encontro de soluções práticas para os problemas reais sucedidos com a análise do projeto de pesquisa.

Na concepção do mesmo autor, os pesquisadores participam de todas as fases da pesquisa, desde a identificação da situação problema ao desenvolvimento das etapas de implementação da solução do mesmo, oferecendo diretivas junto a empresa em estudo e conduzindo a organização, para a melhoria do seu ambiente.

A pesquisa-ação pode ser definida conforme Gil (2002), como um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os participantes estão envolvidos de modo mais cooperativo ou participativo.

É importante que se reconheça a pesquisa-ação como um dos inúmeros tipos de investigação-ação, que é um termo genérico para qualquer processo que siga um ciclo no qual se aprimora a prática pela oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela. Planeja-se, implementa-se, descreve-se e avalia-se uma mudança para a melhora de sua prática, aprendendo mais, no correr do processo, tanto a respeito da prática quanto da própria investigação (TRIPP, 2005).

O trabalho foi realizado com análises feitas na prática, efetivamente dentro do ambiente fabril. Considerou-se os processos existentes, as máquinas, os equipamentos, enfim, toda a estrutura. A literatura existente foi efetivamente utilizada de forma a obter subsídios para o estudo tanto na teoria como na prática. Nesse contexto, na proposta de *layout* buscou-se incorporar conceitos de manufatura enxuta, estimando nos processos onde foi possível, os ganhos e melhorias na comparação com o *layout* atual.

### 3.1.1 Delineamento da Pesquisa

O delineamento da pesquisa está organizado conforme o fluxograma destacado pela Figura 14.

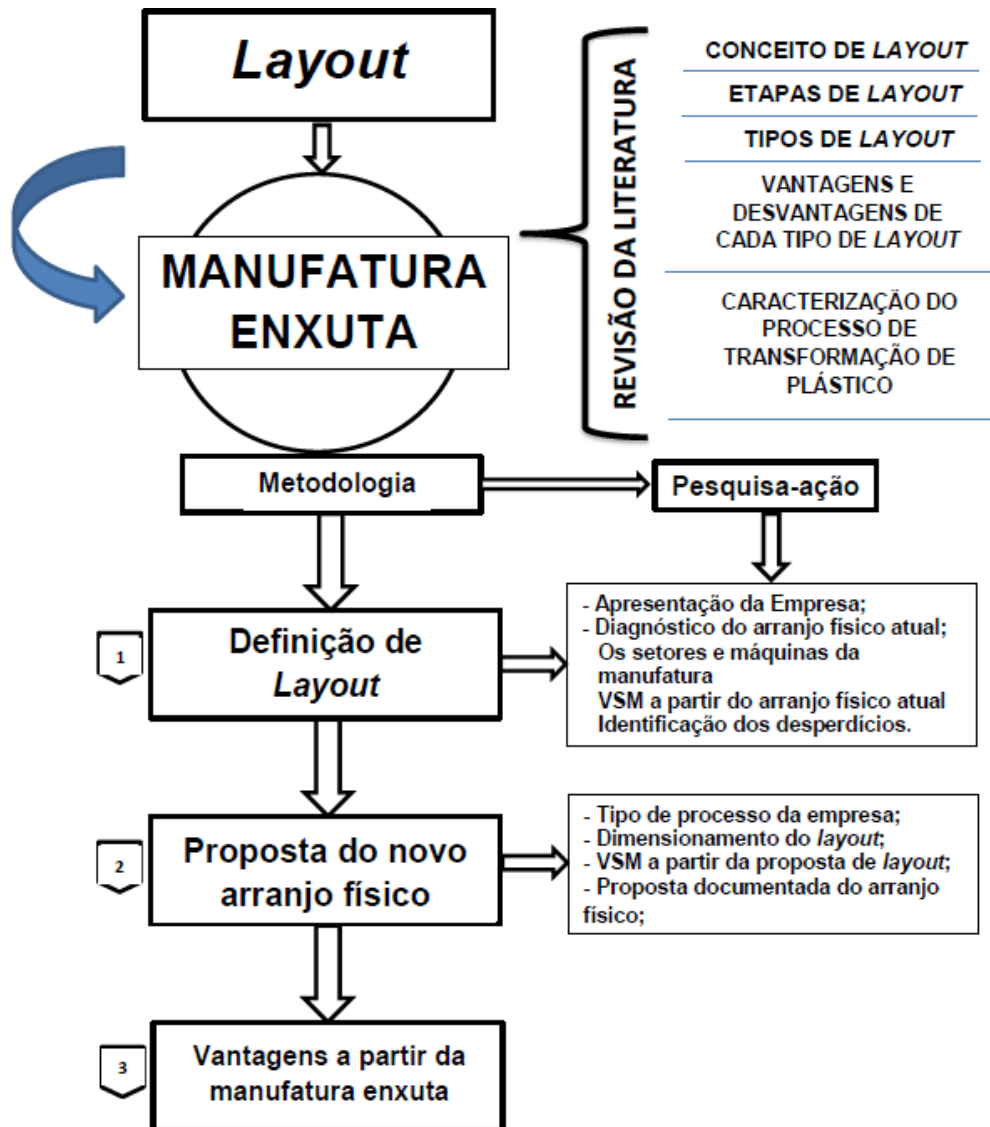


Figura 14: Fluxograma do delineamento da pesquisa. Fonte: Elaborado pelo autor.

1 – Definição de *Layout* - Nessa fase o trabalho consistiu em definir o tipo de *layout* mais adequado, considerando os processos produtivos, as atividades realizadas no contexto da produção, o meio ambiente, o espaço disponível, o tipo de máquinas e a estratégia de qualidade e redução de custos da empresa de estudo.

2 – Estimativa de Ganhos – Etapa do trabalho onde foram feitas as análises no sentido de estimar os ganhos com a proposta de *layout* nova, essas estimativas foram voltadas a redução das sete perdas dentro da metodologia enxuta. As ações de redução de custos e conseqüente ganho em produtividade e diminuição de desperdícios, foram sugeridas e adaptadas para o projeto nos processos onde isso foi possível. Dentro dessa amplitude, a estimativa de ganhos foi feita nas partes onde havia possibilidade dessas serem realizadas.

3 – Novo *Layout* - Após terem sido feitos a definição do tipo de *layout* a ser proposto, e as estimativas de ganhos, foi desenvolvida a proposta de arranjo físico que posteriormente foi documentada. Nessa proposta contempla-se os princípios de manufatura enxuta, naqueles locais onde foi possível adequá-los.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados a empresa de estudo, seus processos e máquinas, é descrito o diagnóstico do arranjo físico atual, os desperdícios encontradas em relação as 7 perdas, e é apresentado o mapeamento de fluxo de valor do arranjo físico atual. Em relação à proposta de *layout* é também apresentado o mapeamento de fluxo de valor agora considerando a instalação nova, a forma com que foi feito o dimensionamento do arranjo, a definição do tipo de processo e ao final é descrito as vantagens que podem ser obtidas com a proposta de *layout* novo em cada processo.

### 4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A Polistar Indústria e Comércio de Plásticos Ltda. iniciou suas atividades em maio de 2008. Tem atualmente em seu quadro de funcionários 45 colaboradores. A empresa está localizada em Santa Rosa no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, trabalha essencialmente com plásticos de engenharia com forte atuação no mercado, com produtos produzidos pela resina UHMW (*Ultra High Molecular Weight*). Atualmente o sistema de manufatura da empresa trabalha com máquinas extrusoras de projeto próprio, esquadrejadeiras de última geração, assim como injetoras, prensas excêntricas, hidráulicas e pneumáticas, máquinas CNC, entre outras.

Em relação à organização da empresa, pode ser visto na Figura 15, abaixo toda a sua estrutura organizacional.

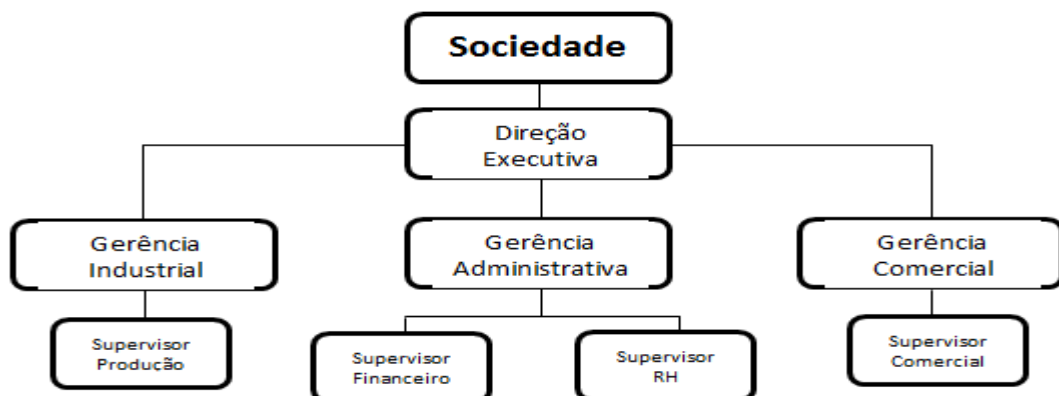


Figura 15: Organograma organizacional da empresa. Fonte: Polistar Brasil Ind.de Plásticos Ltda.

O setor de produção da empresa, a manufatura, está logo abaixo da gerência industrial, esse setor atualmente está composto por quatro principais processos, conforme listagem abaixo:

- Extrusão;
- Usinagem;
- Injeção;
- Reciclagem.

Abaixo na Figura 16, podemos ver o organograma organizacional da manufatura da empresa, conforme pode ser visto, a organização é disposta de uma forma bem simples.

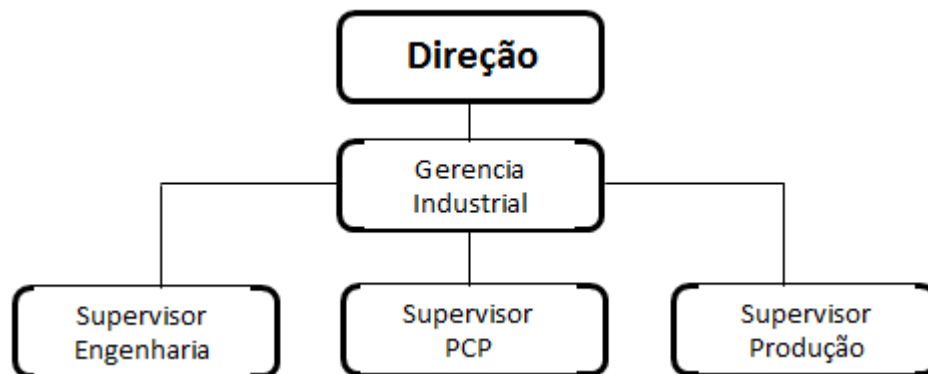


Figura 16: Organograma organizacional da manufatura. Fonte: Elaborado pelo autor a partir da empresa de estudo.

#### 4.2 DIAGNÓSTICO DO ARRANJO FÍSICO ATUAL

Atualmente a empresa tem seus processos divididos em três prédios, no prédio de maior tamanho há o processo de reciclagem que é separado do processo de extrusão e da injeção por uma parede, para a movimentação entre esses existe uma abertura interna e também a externa, por esse fato, já o processo de usinagem se encontra num outro prédio localizado do outro lado da rua, dessa forma a locomoção pela rua é inevitável, o que também propicia a geração de outros problemas, visto que a rua é de calçamento e há a necessidade de movimentar o material entre os prédios, o que muitas vezes acarreta em quedas do material em processo, enfim, o espaço do prédio da reciclagem já está limitado, porque é nesse em que se é depositado os Big Bags de matéria prima, como também máquinas grandes como o micronizador e uma injetora que até então está parada, ainda nesse prédio há o

tritador que junto com o micronizador produzem muito ruído e também o estoque de matéria prima da injeção e o estoque de produto acabado desse processo.

Já no outro prédio, em que se encontra o processo de extrusão e a injeção, os operadores realizam várias movimentações que são para abastecer as máquinas extrusoras, o que acarreta em quedas de matéria prima visto que a movimentação é feita em sacos plásticos abertos. No processo de injeção, há também movimentação na preparação da matéria prima que fica no outro prédio. Para os *setups*, na extrusão as ferramentas não estão em local adequado, estão jogadas em cima das máquinas, sem local específico, o que acarreta em mais tempo nas trocas. Há geração de estoque intermediário na extrusão, que fica na maioria das vezes, muito tempo em espera, esse arranjo pode ser analisado pela Figura 17, abaixo.

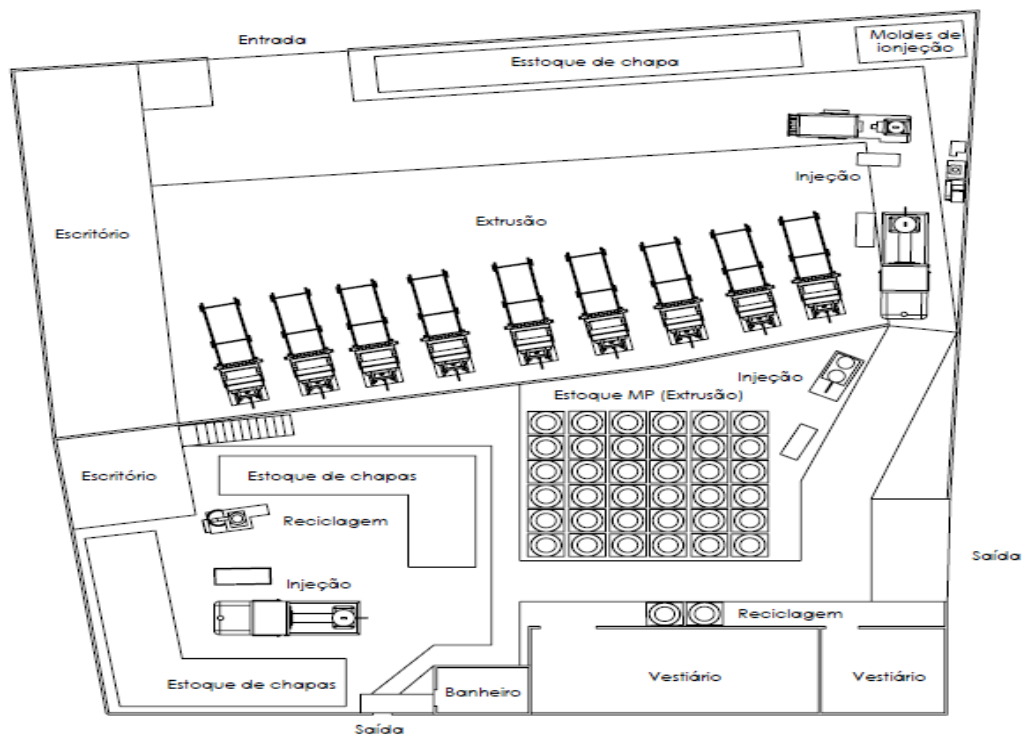


Figura 17: *Layout* dos setores de extrusão e manufatura. Fonte: Elaborado pelo autor a partir da empresa de estudo.

O ruído gerado pelo micronizador e pelo triturador causa enorme desconforto, com o número de extrusoras de hoje, número este que tende a crescer, o espaço já é pequeno, reforçando a necessidade de uma nova instalação, de um novo arranjo. Já para o processo de injeção, não há hoje um local definido para alocação das máquinas, moldes e equipamentos auxiliares, dessa forma a necessidade da elaboração de um novo arranjo físico se torna muito importante, na medida em que



vai possibilitar a alocação de todas as máquinas, equipamento e ferramentas, fazendo com que em haja um fluxo definido e constante.

Nesse sentido este novo arranjo físico propiciará menor impacto a saúde dos colaboradores, remetendo ao ruído, as movimentações com carregamento, muitas vezes de volumes com um peso um pouco maior. Esse projeto de *layout* dará condições melhores de trabalho, com menor insalubridade e conseqüentemente maior produtividade.

Na Figura 18 abaixo, pode ser visto o *layout* atual do prédio onde está o setor de usinagem, este prédio é separado do prédio mostrado na figura acima por uma rua, nesse trabalho, o autor traz toda a estrutura da fábrica da forma em que ela se encontra atualmente.

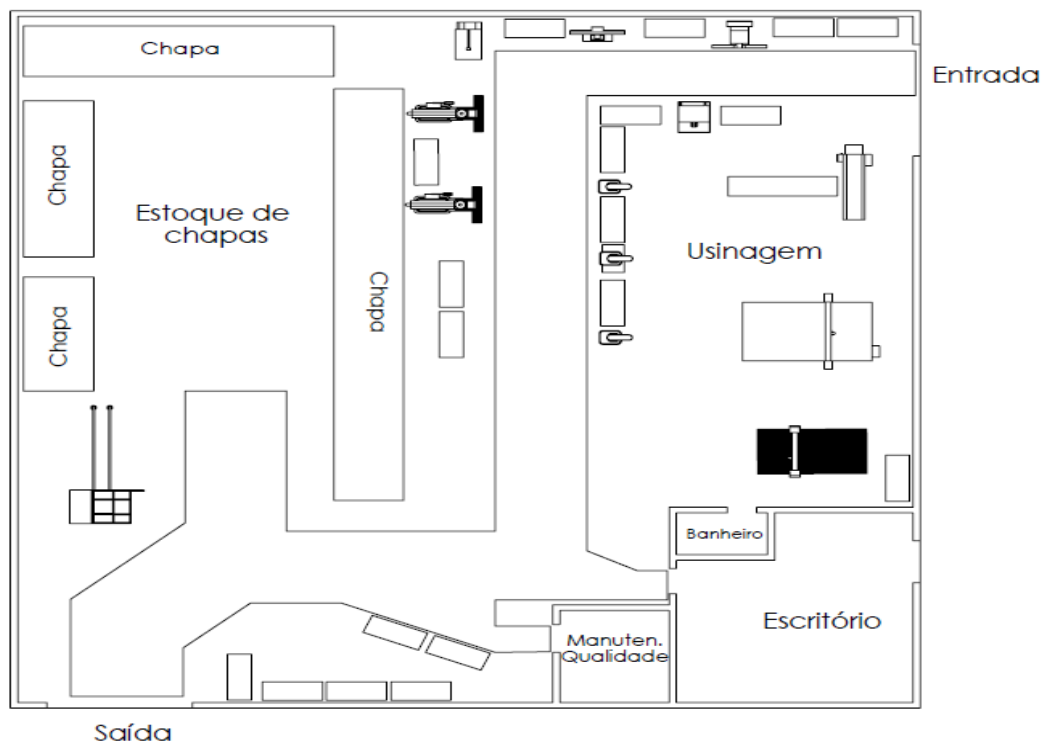


Figura 18: *Layout* atual do setor de usinagem. Fonte: Elaborado pelo autor a partir da empresa de estudo.

Neste outro prédio onde se localiza a usinagem que está na Figura 18, não há um planejamento do ambiente, uma organização baseada em princípios, o que remete ao 5Ss, há criação de pequenos estoques que ficam pelo chão, para serem destinados de forma não prevista ou planejada. Nesse sentido, outro fator que prejudica são as peças que vêm do outro prédio, ou seja da usinagem, onde os

operadores colocam-nas em locais não identificados, o que desordena todo o fluxo. Nesse prédio há também o estoque de chapas prontas para venda, que estão em prateleiras altas e em locais de difícil manejo, até pelo peso das mesmas, visto que algumas somente se consegue retirar da prateleira com empilhadeira. Nesse processo precisa haver organização num sentido metodológico, ou seja, com ações previamente definidas que podem ser realizadas através dos 5 sentidos, como também precisa haver locais adequados de armazenamento dos materiais em processo, o que remete ao estudo do melhor fluxo de trabalho.

Abaixo pode ser visto a Figura 19, onde o autor mostra a estrutura da fábrica, colocando os dois prédios, pode ser visto que há uma rua que separa esses, de modo que as movimentações entre ambos sejam inevitáveis.

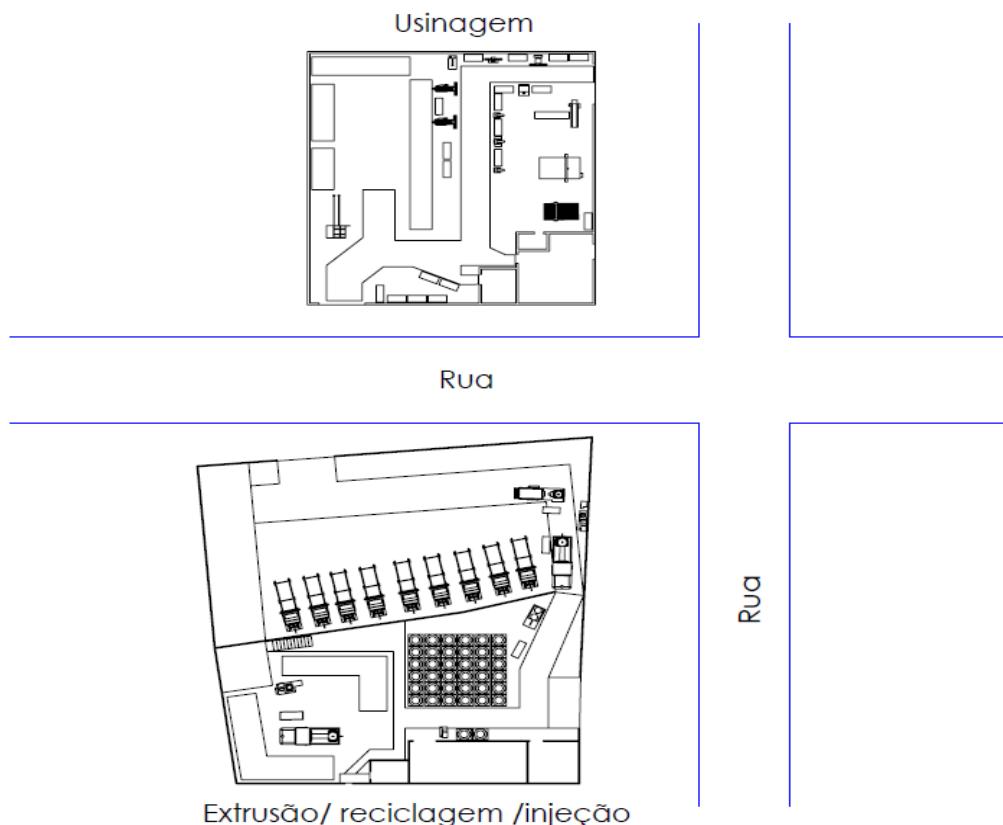


Figura 19: A estrutura da fábrica. Fonte: Elaborado pelo autor a partir da empresa de estudo.

#### 4.2.1 Os setores e máquinas da manufatura

Os setores pertencentes à manufatura da empresa podem ser vistos na Figura 20. Em suma o processo de manufatura da empresa não é complexo, visto que são somente quatro principais processos, na análise da Figura 19, visualiza-se a

localização desses setores, bem como o espaço utilizado pelos mesmos dentro da estrutura fabril. A relação de todas as máquinas está disponível e relacionada conforme o APÊNDICE A, que foi organizado na forma de máquina por processo.

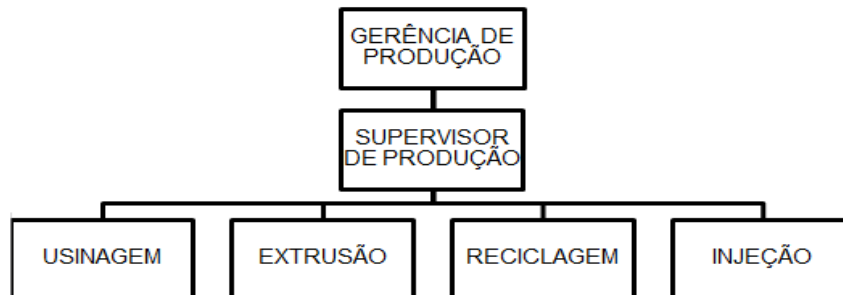


Figura 20: Organograma funcional da manufatura e processos. Fonte: Elaborado pelo autor a partir da empresa de estudo.

Desses quatro processos da empresa, três deles possuem relação direta, já o processo de injeção se diferencia por ser um processo que produz produtos com aplicações e procedimentos diferentes, com outros tipos de matérias primas e outras ferramentas, e evidentemente as máquinas são bastante diferentes, enfim o processo é distinto. Abaixo há informações relevantes sobre esses.

- Extrusão – O processo de extrusão da empresa é realizado à quente, é semelhante ao processo de injeção, onde o produto é injetado a alta pressão na máquina extrusora, mostrada na Figura 21, e em alta temperatura numa forma vazada, ou passa através de um molde de injeção contínua, tomando a forma de peça sólida semi acabada ou também a forma de vergalhão, para ser cortado (fatiado) no comprimento desejado. Na máquina mostrada abaixo, além desse corpo principal, há em torno de 9m a mais de mesas que apoiam as chapas que vão sendo extrudadas e saem pelo orifício frontal.

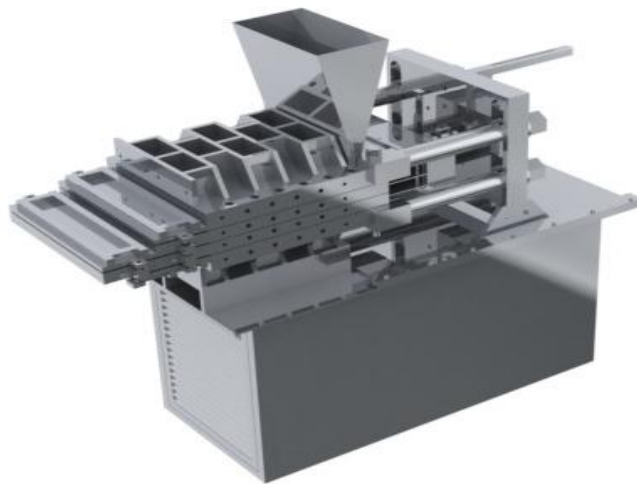


Figura 21: Máquina extrusora ram. Fonte: Polistar Brasil Ind.de Plásticos Ltda.

- Usinagem – Processo posterior a extrusão, onde são realizados processos de corte, chanfragem, dobra, fresagem, estampagem e esquadrejamento de chapas. Após a chapa ser extrudada ela vai para a usinagem, onde lá é transformada em peças, podendo essas, serem padrões, ou peças definidas pelo cliente, ou seja, por projeto, as máquinas utilizada são retratadas na Figura 22.



Figura 22: Máquinas de chanfro, esquadrejadeira e Fresadora. Fonte: Polistar Brasil Ind.de Plásticos Ltda.

- Reciclagem – Processo posterior a usinagem, visto que irá reprocessar o material que não foi utilizado durante a transformação da peça. Esse processo tem grande importância, pois todo esse material que é reprocessado e de fato reutilizado na extrusão, diminuindo os custos de matéria prima. As máquinas usadas nesse processo podem ser vista na Figura 23. O grande detalhe é que esse material

reprocessado, não tem muitas modificações de características em relação ao material usado pela primeira vez.



Figura 23: Micronizador e triturador. Fonte: Polistar Brasil Ind.de Plásticos Ltda.

- Injeção – O processo de injeção dentro da empresa, não tem relação com os demais processos, ele é um processo que vem para atender uma demanda de peças com aplicações diferentes e com materiais diferentes. Consiste essencialmente no amolecimento do material num cilindro aquecido e sua consequente injeção em alta pressão para o interior de um molde relativamente frio, onde endurece e toma a forma final, as máquinas podem ser vistas na Figura 24. Então, na verdade, é um processo que soma, na medida em atende outras especificações e contribui com o faturamento da empresa numa parcela que tende a crescer.



Figura 24: Injetoras e Desumidificador. Fonte: Polistar Brasil Ind.de Plásticos Ltda.

#### 4.2.2 VSM a partir do arranjo físico atual (*Value Stream Mapping*)

A partir da análise do arranjo físico atual, se faz necessário realizar um mapa de fluxo de valor, a fim de observar e estudar os pontos do fluxo onde estão acontecendo as perdas e desperdícios e posteriormente, dentro da proposta de *layout* futura, fazer as devidas sugestões com o objetivo de otimizar esse fluxo e reduzir essas perdas.

No mapa de fluxo de valor atual que pode ser visto na Figura 25, escolheu-se o fluxo de produção dos itens com maior giro na empresa e que tem grande representatividade no faturamento dessa.

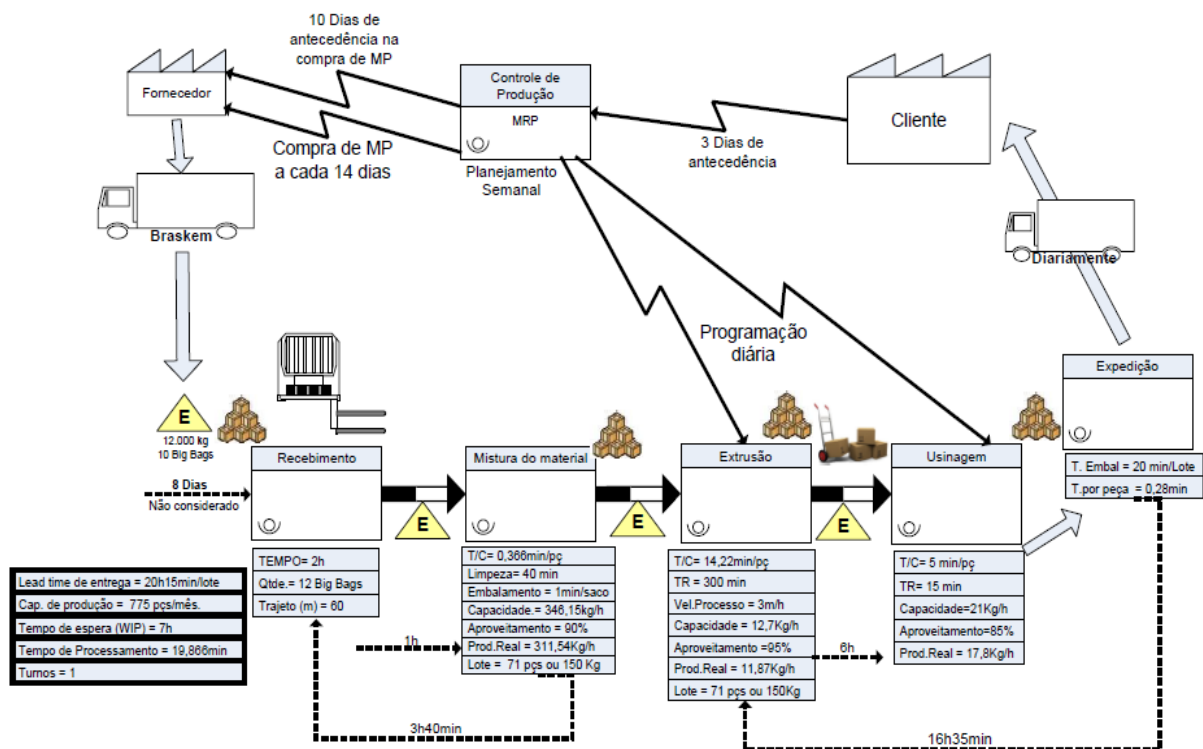


Figura 25: Mapa de fluxo de valor a partir do *layout* atual. Fonte: Elaborado pelo autor a partir da empresa de estudo.

Para a elaboração desse mapa de fluxo de valor, foi considerando toda a estrutura dos processos de manufatura da empresa, optou-se pelo processo contínuo de um dos produtos com mais representatividade em termos de faturamento e que passa por todos os processos de extrusão e usinagem. Para a elaboração desta análise não foram considerados os processos de injeção, por ser um processo separado da estrutura principal de manufatura, da mesma forma não

foi considerado o processo de reciclagem por se tratar de um processo posterior, visto que aqui se procurou evidenciar o caminho do produto, da chegada da matéria prima até a saída para o consumidor final, ou seja, a transformação do produto propriamente dita.

Os valores mostrados no VSM retratado na Figura 25 foram obtidos através de medições realizadas efetivamente nos processos, observando o tempo decorrido em cada uma dessas. Posteriormente as medições realizou-se os cálculos que podem ser observados no Quadro 02 abaixo.

Processo	Cálculo	Resultado Final
<b>Tempo de ciclo na Mistura do mistura do Material</b>	Capacidade na mistura é de 150 Kg. Tempo de mistura= 20min + 6min para embalar (6 sacos *25 Kg= 150 Kg) 20+6=26min. Uma chapa=12,7Kg=6 peças 150 kg/12,7Kg= 11,81 chapas * 6 peças = 71 peças por chapa.	26min/71pçs= <b>0,366min/peça</b>
<b>Tempo de ciclo na Extrusão</b>	60 min para uma chapa de 3m= 6 peças=10min/pç. 300 min de troca divididos pelo lote de 71 peças= 4,22min.	10min + 4,22min= <b>14,22min</b>
<b>Tempo de ciclo na Usinagem</b>	15min de troca dividido por 6 peças = 2,5min por chapa. Corte da chapa=15min como em uma chapa são 6 peças= 2,5min.	2,5min+2,5min= <b>5min</b>
<b>Capacidade na Mistura</b>	150 Kg por mistura. Uma mistura=20min+1min por saco, sendo 6 sacos, então=26min. 60min/26min=2,3mistura p/hora*150 kg =346,15Kg.	<b>346,15Kg</b>
<b>Capacidade na Extrusão</b>	Uma chapa de 3m tem 12,7Kg, a extrusora produz 3m/hora.	<b>12,7Kg</b>
<b>Capacidade na Usinagem</b>	Duas chapas por hora, peso de cada uma é de 12,7Kg= 25 kg.	25 kg – 4 Kg de perdas= <b>21 Kg</b>

Quadro 2: Cálculos do mapeamento de fluxo de valor. Fonte: Elaborado pelo autor a partir da empresa de estudo.

Os valores mostrados nos resultados, foram obtidos de forma que no *Lead time* de entrega foram somados os valores 3h40min entre os processos de recebimento e mistura, esse valor é a soma do tempo de recebimento de 2 horas mais o tempo de

espera de 1 hora e mais os 40 minutos de limpeza da mistura. Já o valor de 16h35min é a soma de 5 horas de troca de ferramenta mais 6 horas de espera, mais 5 horas cronometradas na usinagem, e ainda com os 20 minutos da expedição, somando com 15 minutos de troca de ferramenta na usinagem. Dessa forma os valores de (3h40min + 16h35min = 20h15min/lote) gerando o valor de *lead time* de entrega do lote.

O valor da capacidade produção foi determinado considerando que há 220 horas produtivas no mês, onde aplicando a regra de três simples que considera as 71 peças do lote, chegou-se ao valor de 775 peças/mês.

Em relação ao tempo de espera, o valor de 7 horas é a soma de 1 hora de espera entre o recebimento e a mistura com as 6 horas de espera entre o processo de extrusão e de usinagem. E por fim, o tempo de processamento é formado pela soma dos tempos de ciclo encontrados nos processos de mistura, extrusão e usinagem totalizando o valor de 19,6 minutos por peça.

#### 4.2.3 Identificação dos desperdícios

A partir da análise do VSM disposto na Figura 25, identifica-se alguns desperdícios, que para fins deste trabalho serão relacionados às 7 perdas já conceituadas anteriormente. Dessa forma pode-se avaliar essas, da forma que segue abaixo.

<b>Fatores de perda percebidos na empresa</b>	
<b>Movimentação</b>	Os operadores realizam diversas movimentações desnecessárias por entre os prédios, o que gera maior esforço e retrabalhos;
	Há muitas movimentações desnecessárias que são provenientes de deslocamentos de matéria prima, transferência de peças em processo;
	Existem métodos inadequados de trabalho que fazem com que sejam necessárias movimentações, essas fazem aumentar as atividades sem valor agregado.
<b>Espera</b>	Há esperas por faltas de materiais em processo, o que é causado pela má disposição dos estoques pulmões entre os processos, principalmente entre a extrusão e a usinagem;
	Há também perdas nesse sentido relacionadas à falta de matéria prima o que causa maior tempo de prazo de entrega em relação ao previsto, o que é percebido pelos tempos até a chegada de matéria prima.
<b>Transporte</b>	Há muito deslocamento de produtos entre prédios e dentro dos prédios, o que pode ser percebido em todos os processos, o que não agrega valor ao produto;
	Outra perda relacionada ao transporte são os meios de fazê-lo que são inadequados, como é preciso fazer transferência de produtos semiacabados e acabados com empilhadeiras ou carrinhos que são inadequadas para tal aplicação, visto que não possuem proteções nas



	extremidades, ou mesmo forma de "pegar" adequada, o que danifica o produto.
<b>Estoque</b>	Há formação de muitos estoques intermediários, onde muitas vezes há perda de produtos, no sentido de geração de não conformidades, peças danificadas;
	Os estoques gerados entre o processo de extrusão e usinagem são altos e ficam parados num tempo relativamente alto, o que faz com que o valor real fique parado por muito tempo;
	Os estoques gerados na usinagem e aquele estoque de chapas acabadas que estão alocados nesse prédio se perduram e se degradam, demandando retrabalhos e investimentos;
	Estoques gerados entre a usinagem e a expedição muitas vezes se deteriora ou se danifica e permanece no local, ficando muitas vezes obsoleto.
<b>Defeitos</b>	Há muito desperdício pela produção de chapas defeituosas ou não conforme que são causadas por matéria prima contaminada no transporte ou na mistura;
	Há geração de uma grande quantidade de refugos que consumiram matéria prima e mão de obra, o que muitas vezes acontece por erros no processo em si.
<b>Processamento</b>	Existem operações entre os processos que não agregam nenhum valor, na extrusão o fato de ter que suprir a cada pouco os funis das extrusoras, os ajustes do estoque com a empilhadeira a todo o momento;
	Na reciclagem o corte de partes de chapas para colocação no triturador é uma atividade atordoante e que não agrega em nada, a limpeza do micronizador e do triturador quando há necessidade de troca de cor, que é realizado a toda hora;
	Na usinagem quando há necessidade de trocar a chapa na máquina Router, a todo o momento o operador necessita retirar os calços que prendem a chapa, atividade que também demanda tempo e não agrega em nada.
<b>Superprodução</b>	A geração de matéria prima reciclada é produzida de uma maneira maior do que a necessária, ficando muito tempo parada. Isso significa perda e dinheiro parado, o que acontece muitas vezes pela não visualização dessa superprodução;
	Na usinagem, o estoque que é gerado de chapas que em alguns casos foi produzido a mais do que o pedido, o que é realizado para evitar a repetição da mesma no curto prazo, mas muitas vezes esse estoque a mais fica parado por muito tempo.

Quadro 3: Fatores de perda em relação as 7 perdas de Ohno. Fonte: Elaborado pelo autor a partir da empresa de estudo.

No Quadro 03, ilustrado acima, pode ser visto, as perdas que foram identificadas a partir da análise dos processos, essas perdas foram relacionadas dentro das 7 perdas de Ohno. Através dessa análise a formatação e estudo do novo *layout*, pode ser analisada e configurada no sentido de diminuir essas incidências que devem ser tratadas como problemas, dessa forma as ações dentro da proposta são conduzidas para a redução dessas perdas e conseqüente diminuição dos desperdícios levantados.

### 4.3 PROPOSTA DO NOVO ARRANJO FÍSICO E DO FLUXO DOS PROCESSOS

Posteriormente às análises dos desperdícios percebidos no *layout*, análises essas que foram realizadas com todo o quadro de operadores que efetivamente estavam inseridos no processo, chegou-se então a conclusão de que havia de fato a necessidade da elaboração de um novo arranjo físico para a nova empresa.

Todas as ideias e consideração sobre os problemas existentes e projetos de melhoria do grande grupo foram levadas em consideração. Feito isso, definiu-se todas as atividades, a começar pela definição do tipo de processo predominante da empresa, que é descrito no próximo subtítulo.

#### 4.3.1 Tipo de processo da empresa

No caso da empresa de estudo, levando em consideração as características dos processos, os recursos existentes, percebeu-se que o tipo de processo em que a empresa mais se adequa é o de lotes de produção, visto a necessidade de flexibilidade de processo e o alto custo envolvido. No que tange a variedade, percebe-se que não há alta diferença em relação a tal característica, da mesma forma que não há uma baixa variedade, conseqüentemente tem-se um meio termo.

Em relação ao volume, pode-se dizer que também tem-se uma igualdade em termos de variação, por ter uma demanda bastante oscilante, os volumes em determinadas épocas do ano se alteram bastante.

As características comentadas até aqui podem ser analisadas tomando como referência a Figura 05, ilustrada no capítulo 2, subtítulo 2.3 deste trabalho.

Com isso a proposta de arranjo físico será norteada pela definição do tipo do processo descrito, ou seja, considerando o processo de lotes, os recursos da manufatura e os espaços necessários. Obstante a isso, o ponto mais importante a considerar na proposta que será apresentada é a estratégia preponderante da empresa, que é a flexibilidade. Nesse sentido a ocupação dos espaços, a adequação aos processos, e a questão dos conceitos de manufatura enxuta, serão introduzidos na proposta levando em conta esses aspectos.

#### 4.3.2 Dimensionamento do *layout*

Para a elaboração do dimensionamento do *layout*, utilizou-se de conceitos básicos que segundo Peinado e Graeml (2007), buscam a elaboração de um bom

arranjo físico, os mesmo enfatizam que os cálculos das áreas necessárias para cada centro de trabalho deve ser feito conforme descrito na Figura 26:

**Aresta viva** – Denomina-se aresta viva o lado ou a dimensão produtiva de um equipamento, que na verdade é o lado o qual o trabalhador opera a máquina.

**Superfície ou área projetada (Sp):** Que é a área correspondente à projeção ortogonal do contorno do equipamento em relação ao piso da fábrica.

**Superfície ou área de operação (So):** Corresponde a área que é necessária para que o trabalhador possa operar o equipamento de forma segura e eficiente. (0,5 – 2 metros).

**Superfície ou área de circulação (Sc):** Considerando a área de operação, será necessário prever outra área para permitir a circulação do fluxo de produtos, pessoas e materiais da operação produtiva, isso seria (50% da área viva + So), como limite máximo de 3 metros.

**Corredores de passagem:** São aquelas áreas destinadas à circulação comum de pessoas, materiais e veículos que não fazem parte da direita do fluxo de produção, (0,6 até a necessidade definida).

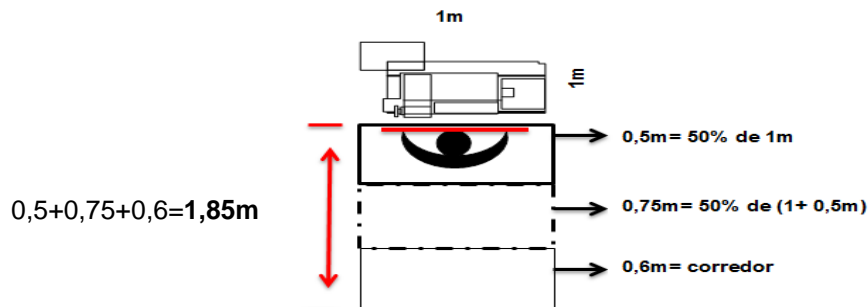


Figura 26: Exemplo de cálculo de área para posto de trabalho com uma aresta viva. Fonte: Adaptado de Peinado; Graeml (2007).

Partindo da análise da figura acima, pode se ver que o cálculo das necessidades das áreas de operações foi realizado levando em consideração apenas uma aresta viva, sendo esta na dimensão 1x1m. Esse mesmo procedimento deve ser usado quando o número de aresta viva for maior que uma. É válido salientar que a análise deste fundamento feita de forma correta evita problemas futuros relacionados à movimentação de operadores e também dos materiais.

### 4.3.3 Macro Fluxo e interação entre os processos

Na Figura 27, é ilustrado o macro fluxo e a interação existente entre os processos. É possível analisar que todos os processos da empresa são correlacionados, na medida em que procuram atender os requisitos do cliente, que nesse caso pode-se citar alguns como, entrega no tempo certo, qualidade no produto, bons prazos, enfim o que o cliente busca.

É válido salientar que nesse sentido a estratégia principal adotada pela empresa é a flexibilidade e agilidade em todos os processos, mas tomando o cuidado de sempre considerar os fatores relacionados a qualidade.

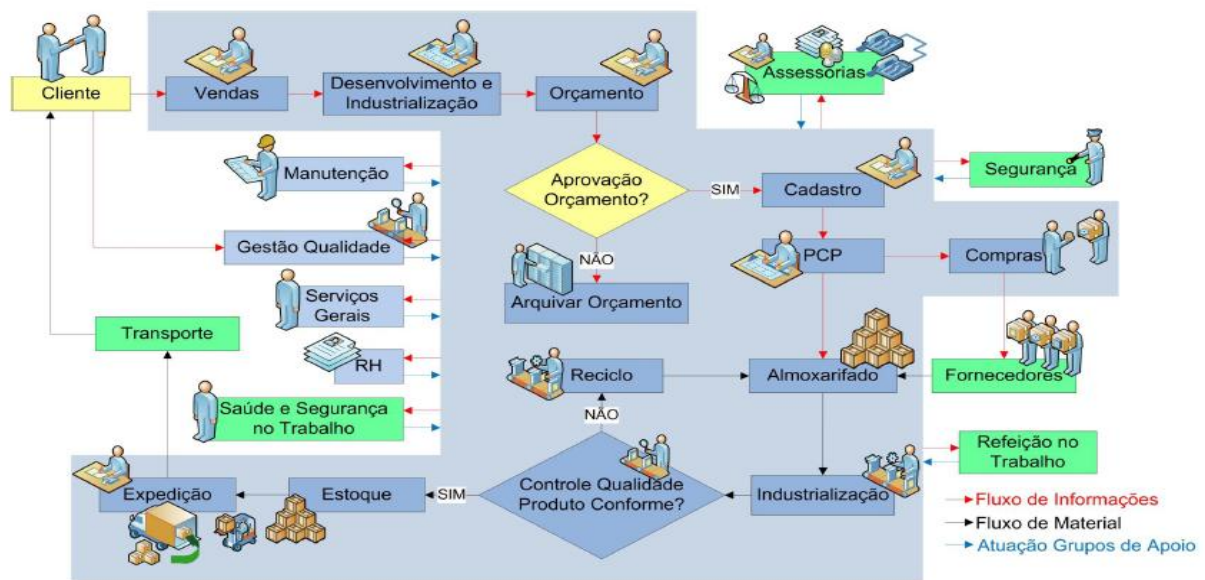


Figura 27: Macro fluxo e interação entre os processos. Fonte: Polistar Brasil ind.de Plásticos Ltda.

Com vistas a atender os requisitos do cliente, a empresa procura tornar seus processos cada vez mais eficientes, projetando formas de atender seus clientes nos prazos acertados e produzindo com qualidade, diante disso a busca por tornar os processos cada vez mais enxutos vem ao encontro da nova proposta de *layout*.

### 4.3.4 Proposta documentada do arranjo físico

Depois de realizada toda a análise do processo e a definição das tarefas essenciais para um bom desenvolvimento de um arranjo físico, foi elaborada uma proposta para a empresa estudada. Nessa considerou-se os desperdícios percebidos juntamente com todo o grupo de colaboradores e que estão relacionados

no Quadro 03, como também foi concebida levando em consideração princípios básicos da manufatura enxuta.

A Figura 28 mostra de que forma ficarão dispostos todos os processos, máquinas e equipamentos da fábrica, de forma que é possível verificar de que forma ficaria o fluxo dos processos. Nesse trabalho não foi necessário um estudo no sentido de relacionar os processos e atividades, pois se identificou que tal processo é visivelmente claro e como não há tanta diversidade de máquinas, a montagem e estruturação do fluxo é de certa forma simples.

A área disponível para a alocação de todas as máquinas e equipamentos, totaliza 5000m<sup>2</sup>, sendo distribuída em 50x100m. Nessa proposta contempla-se toda a estrutura de todos os processos da manufatura, essa proposta pode ser analisada no ANEXO A.

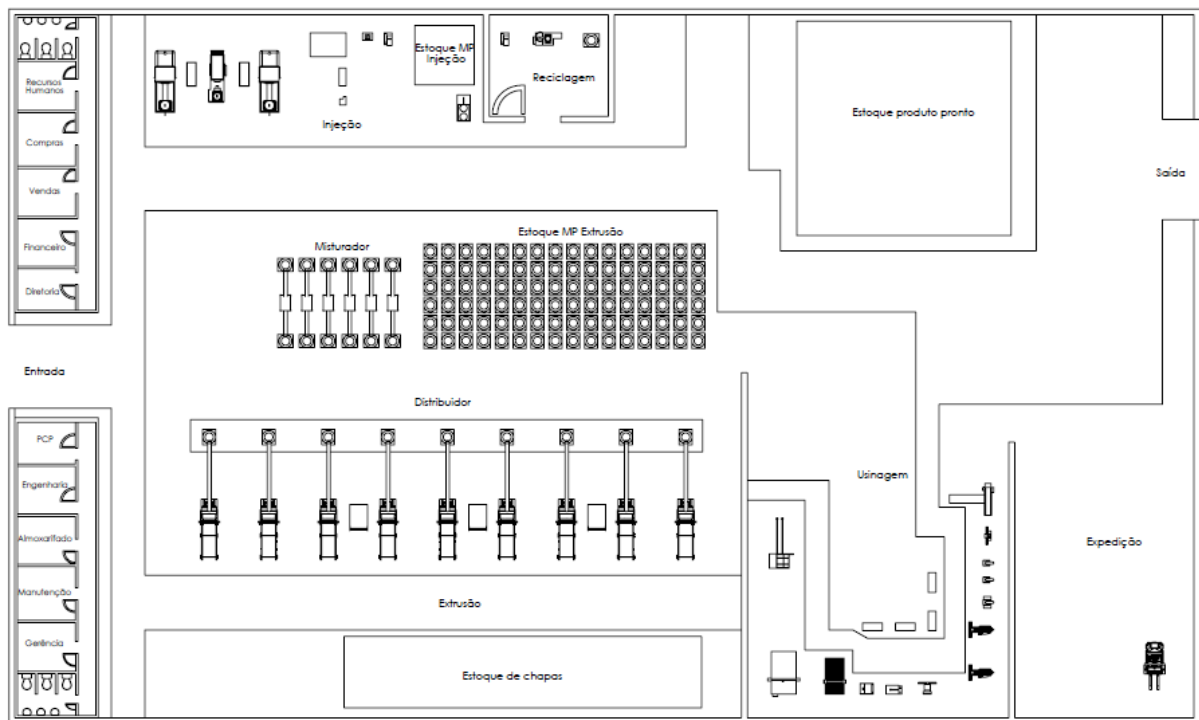


Figura 28: Proposta documentada de arranjo físico. Fonte: Elaborado pelo autor a partir da empresa de estudo

Nessa proposta existe a possibilidade de ampliação da estrutura sem comprometimento dos processos produtivos, bem como a aplicação de conceitos mais complexos de *Lean Manufacturing*. Importante salientar que o layout proposto foi desenvolvido levando em consideração as análises realizadas pelo mapeamento de fluxo de valor.

A questão estratégica é de fato norteadora da forma com que o layout será estruturado, sendo assim considerando que a estratégia da empresa é a flexibilidade, esse novo arranjo busca ser flexível no que tange a trocas de ferramentas, o abastecimento de matérias primas, aos estoques intermediários que precisam fluir e também à movimentação de máquinas.

#### 4.3.4 VSM a partir da proposta de *layout*

A partir da elaboração da proposta realizou-se o mapeamento do fluxo de valor agora considerando as alterações propostas (Figura 29).

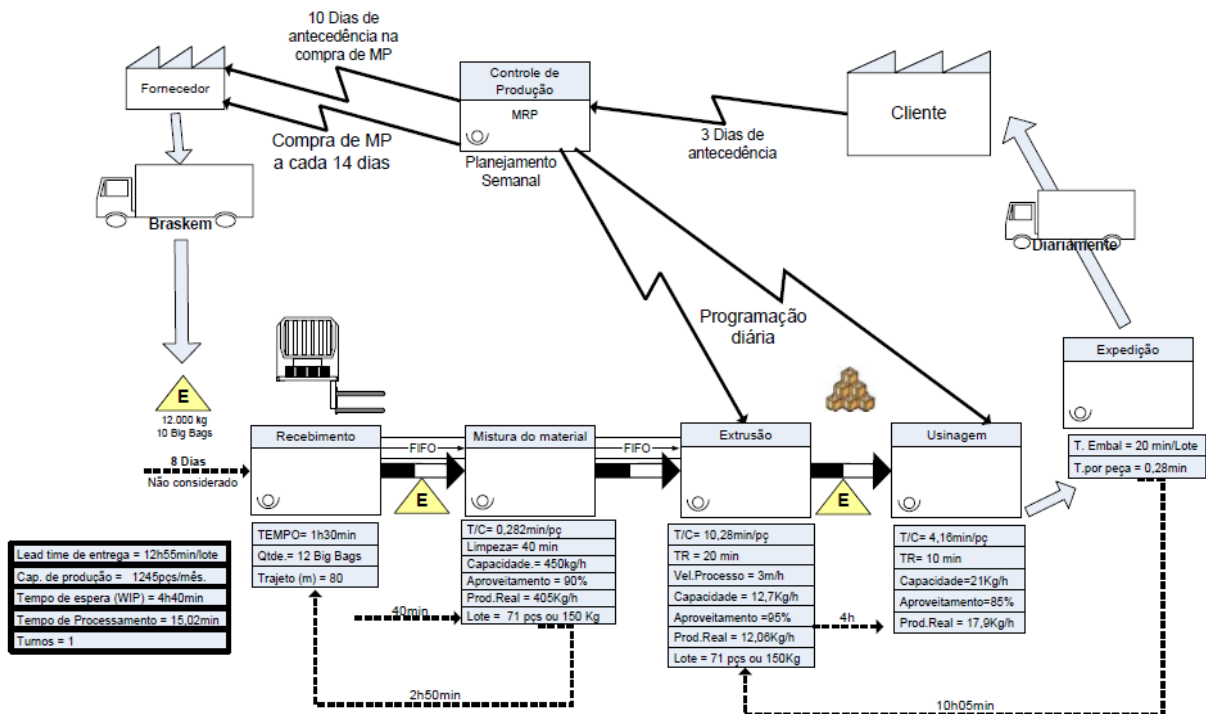


Figura 29: Mapa de fluxo de valor a partir da proposta documentada. Fonte: Elaborado pelo autor a partir da empresa de estudo.

Analisando o mapeamento do fluxo de valor da proposta de arranjo físico ilustrado pela figura acima, tem-se que as grandes diferenças quantitativas em relação a ganhos nos processos, estão na diminuição do *lead time* de entrega que pode ter uma redução de 37,71% em relação ao valor encontrado no *layout* atual. Na capacidade de produção, através dos cálculos, obteve um aumento de 62,25%, ou seja, demonstra que pode haver um ganho expressivo em termos de produtividade.

O tempo de espera considerando a estrutura do prédio, poderá vir a ter uma redução de 62,86% em relação ao que se tem agora e o tempo de processamento pode vir a ter uma redução de 24,4%. Esses valores evidentemente são estimados, e foram calculados através de simulação, considerando um fluxo contínuo dos processos que é o que o arranjo proposto possibilita. É válido salientar que mesmo sendo valores estimados, eles são próximos aos da realidade, possíveis de serem atingidos, visto que todos os dados e análises aqui apresentados são reais e refletem todas as questões que fazem parte do contexto real dos processos da manufatura da empresa.

Ao analisar o mapeamento do fluxo de valor ilustrado na Figura 29, pode ser visto que os valores mostrados nos campos informativos, demonstram que em cada um dos processos há valores otimizados, ou seja, em cada um deles pode haver melhorias no que tange a redução de tempos e aumento de produtividade.

Essas melhorias analisadas foram obtidas com a aplicação em partes chave dos processos, como por exemplo, na questão do recebimento, onde há clara identificação dos espaços, sendo que nesses, somente há equipamentos que são estritamente necessários. Essas mudanças remetem a implementação básica dos 5Ss.

Já na mistura do material, o projeto de distribuição disposto no ANEXO B, agora, possibilitará que o processo seja automatizado, fazendo com que não seja necessário o abastecimento da matéria prima pelos operadores, diminuindo o tempo de ciclo e aumentando expressivamente a capacidade de mistura.

Na extrusão com aplicação dos conceitos de troca rápida de ferramenta, onde serão introduzidos entre máquinas, carrinhos completos para o *setup*, e também com a questão da troca hidráulica de ferramenta, poderá haver uma redução estimada de 93,33%, ou seja, um ganho enorme em termos de tempo, e também na usinagem com a adoção de dispositivos simples de troca de ferramenta, poderá ser diminuído o tempo em 33%, no ANEXO C ilustra-se o projeto de troca rápida que está sendo desenvolvido.

Os valores mostrados em cada processo no VSM retratado na Figura 29 foram obtidos através de estimativas, realizadas através de análises que consideraram as reduções que podem ser obtidas em relação as 7 perdas e também os projetos de melhoria que estarão sendo implementados. No Quadro 04, observa-se de que forma esses valores foram alcançados.

Processo	Cálculo	Resultado Final
<b>Tempo de ciclo na Mistura do mistura do Material</b>	Capacidade na mistura é de 150 Kg. Tempo de mistura= 20min, nesse <i>layout</i> não haverá necessidade de embalagem. Uma chapa=12,7Kg=6 peças 150 kg/12,7Kg= 11,81 chapas * 6 peças = 71 peças por chapa.	20min/71pçs= <b>0,282min/pç</b>
<b>Tempo de ciclo na Extrusão</b>	60 min para uma chapa de 3m= 6 peças=10min/pç. 20 min de troca divididos pelo lote de 71 peças=0,28min.	10+0,28= <b>10,28min/pç</b>
<b>Tempo de ciclo na Usinagem</b>	15min de troca dividido por 6 peças = 2,5min por chapa. Corte da chapa=10min como em uma chapa são 6 peças= 1,66min.	2,5min+1,6min= <b>4,16min/pç</b>
<b>Capacidade na Mistura</b>	Com a adoção do misturador tem-se a capacidade total do misturador.	<b>450 Kg</b>
<b>Capacidade na Extrusora</b>	Uma chapa de 3m tem 12,7Kg.	<b>12,7Kg</b>
<b>Capacidade na Usinagem</b>	Duas chapas por hora, peso de cada uma é de 12,7Kg= 25 Kg.	25 Kg – 4 Kg de perdas= <b>21Kg</b>

Quadro 4: Cálculos do mapeamento de fluxo de valor do layout proposto. Fonte: Elaborado pelo autor a partir da empresa de estudo.

#### 4.4 VANTAGENS A PARTIR DA MANUFATURA ENXUTA

Após a análise realizada sobre o novo arranjo físico que culmina com a apresentação da proposta documentada, como também pelos números que se pode ver pelo VSM exposto na Figura 29, observa-se muitas vantagens que podem ser obtidas numa futura implementação desse arranjo. Essas podem ser estimadas levando em conta o cenário atual da empresa e os números que se apresentam atualmente, no Quadro 05 abaixo, apresenta-se estas estimativas.

Processos	5S	VSM	SMED
<b>Recebimento</b>	A clara visualização em 100% do espaço de acondicionamento da MP;	Através da análise do VSM foi possível perceber os problemas existentes;	
	A definição dos locais de recebimento;	Os tempo de espera de 1 hora que poderá ser reduzido em 50%;	
	A retirada dos materiais desnecessários que		



	ocupavam 20% da área e atrapalhavam o trânsito da empilhadeira;		
	A limpeza do local que agora é realizada de forma mais fácil.		
<b>Mistura e abastecimento de MP</b>	Os locais de processamento mais limpos, podendo reduzir em 75% problemas com chapas com manchas;	As perdas por movimentação reduzidas em 95%;	A implementação do projeto do Distribuidor de MP, flexibilizando e agilizando o processo em 90%;
	O trajeto do abastecimento diminuído em 100% visto que não há necessidade de operador para abastecer;	As perdas por defeitos podem ser reduzidas em 75%;	
	A ordenação dos misturados com espaço adequando, facilitando a movimentação do operador.		
<b>Abastecimento de MP reciclada</b>	As mesmas projeções do processo acima;	As mesmas projeções do processo acima;	As mesmas projeções do processo acima;
<b>Extrusão</b>	Os espaços entre as extrusoras mais adequados, facilitando as movimentações do operador;	A total visualização dos estoques que se formam;	O projeto de TRF, que poderá diminuir o tempo de troca em 93,33%;
	A total separação das ferramentas necessárias nas atividades padrão;	Possibilidade de redução do TR em 90%, indo ao encontro da flexibilidade;	Adequação do carrinho de TRF no local, fazendo com que haja aumento de setup externo e diminuição do interno com a conversão;
	A padronização dos procedimentos, sendo mostrados de forma clara.	Capacidade podendo ser aumentada em 30%, diminuindo o prazo e aumentando o percentual de entrega.	Todas as ações já mencionadas no SMED para este processo vão encontrar a flexibilidade.
<b>Usinagem</b>	Definição dos locais de armazenamento das ferramentas, com espaços definidos;	Visualização do tempo de espera de peças semiacabadas;	Adaptação de chapas na estrutura da Router que contém calços que se ajustam de forma mais fácil e rápida.
	Utilização das ferramentas realmente necessárias ao processo e a tarefa.	Possibilidade de aumento da capacidade de 25%, visto que a análise de valor em cima do processo será possível eliminar os reduzir as NAV.	
<b>Expedição</b>	Definição dos locais de construção das embalagens, onde haverá mais liberdade para o	Diminuição do tempo de tarefa, visto que as movimentações ficaram mais fáceis;	

	tráfego;	Da mesma forma, as movimentações de máquinas como empilhadeira ficarão mais fáceis.	
--	----------	---	--

Quadro 5: Vantagens a partir da manufatura enxuta. Fonte: Elaborado pelo autor a partir da empresa de estudo.

No Quadro 05, considera-se três das metodologias existentes na manufatura e que foram aplicadas no trabalho e projeta-se alguns ganhos com a adoção dessas, evidentemente que esses ganhos foram mensurados e projetados nos pontos onde isso é possível, levando em conta a estrutura atual da empresa e a análise de valor que foi realizada a partir da proposta documentada de layout.

Os processos de reciclagem não foram levantados porque não participam nesse momento na análise de valor, e para fins desta amostragem o autor considerou mais relevante somente colocar os que estão dispostos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os esforços no sentido de melhorar e aperfeiçoar os processos são cada vez mais necessários e desafiadores, essa necessidade faz com que as empresas busquem formas próprias de melhoria. A incessante demanda para a adequação dos processos a uma forma enxuta cresce em proporções enormes. Dessa forma os estudos em cima de todo tipo de redução de perda e otimização dos processos dentro do ambiente fabril são cada vez mais importantes.

O estudo do *layout* industrial nas indústrias, independente do ramo de atuação é cada vez mais uma necessidade que o mercado, de certa forma, impõe as empresas. Isso se deve a necessidade de flexibilidade, de maior qualidade, de menores estoques entre os processos, enfim a vários fatores. A definição correta de como será o processo, o fluxo fluindo de forma direta e visual aumenta muito os ganhos na manufatura.

De acordo com os conceitos levantados e o conhecimento do autor sobre as necessidades do mercado, pode se afirmar que a importância do estudo referente a esta atividade é de fato importante para a permanência da empresa no mercado e consequente prosperidade.

O presente trabalho mostra etapas que devem ser seguidas para a elaboração de uma proposta de *layout*, que traz em sua concepção os conceitos de manufatura enxuta. Onde há necessidade de avaliar o tipo de processo, as máquinas, o fluxo, o mercado, enfim fatores externos também. É válido salientar que a elaboração pode evidentemente ser feita de outras formas, sendo imprescindível avaliar a estratégia da empresa.

O objetivo principal, atendido neste trabalho, foi o desenvolvimento de uma proposta de arranjo físico que considera os conceitos básicos da manufatura enxuta para uma indústria de transformação de plásticos. No desenvolvimento desse novo arranjo foi analisado o *layout* atual, onde se diagnosticou a situação atual, identificaram-se os desperdícios, o tipo de processo da empresa, o fluxo e dentro disso foi realizado um mapeamento do fluxo de valor desse arranjo atual.

Posteriormente a isso, elaborou-se uma proposta, adequando nos processos onde foi possível, algumas ferramentas e metodologias da manufatura enxuta, após isso, mapeou-se o fluxo de valor em cima da proposta e analisou-se as vantagens a

partir da manufatura enxuta. As estimativas de ganhos foram realizadas nos processos onde foi possível analisar os ganhos com a utilização das ferramentas.

Esse estudo realizado numa temática que tem muita relação com as áreas da engenharia de produção, de fato vem ao encontro da necessidade da qualificação prática do autor nesse sentido. Essa aplicação pode também auxiliar e até mesmo nortear trabalhos similares para empresas que julgarem necessárias as mudanças para um novo arranjo físico, contemplando ferramentas da manufatura enxuta, como os cinco sentidos, o mapeamento de fluxo de valor e a troca rápida de ferramenta. Essa análise se justifica, pois vai ao encontro da melhoria e otimização dos processos e resultados dentro das empresas, pelo fato de diminuir ou até mesmo eliminar perdas, reduzindo estoques, movimentações, defeitos, transporte, espera, processamento e superprodução.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C, A.; **Implantação da manufatura enxuta em uma célula de produção.** Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do estado de Santa Catarina – UDESC. Joinville – SC. 2007. Disponível em: <[http://www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/2007-01/2007\\_1\\_tcc06.pdf](http://www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/2007-01/2007_1_tcc06.pdf)>. Acesso em: 12 abr. 2012.

BORBA, M.; – **Arranjo Físico** [Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de engenharia de Produção e Sistemas], - 1998. Disponível em <<http://pt.scribd.com/doc/8862194/Apostila-Arranjo-Físico>>. Acesso em: 17 mar. 2012.

CARVALHO, D. S.; RESENDE. S, D.; SOUZA N, S; LIMA, R, F.; **Implantação de um arranjo físico (layout) e sua relevância para a dinamicidade organizacional no processo de produção: Revisão Bibliográfica.** [artigo científico] – 2010. Disponível em: <<http://www.uespi.br/novosite/wpcontent/uploads/2011/05/Implantação-de-um-arranjo-físico-e-sua-relevância-para-a-dinamicidade-organizacional-no-processo-de-produção1.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2012.

CASSEL, R.A. **Desenvolvimento de uma abordagem para divulgação da simulação no setor calçadista gaúcho.** Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996. Disponível em: <[http://www.producao.ufrgs.br/publicacoes\\_todos.asp](http://www.producao.ufrgs.br/publicacoes_todos.asp)>. Acesso em: 21 mai.2012.

COSTA, J. A.; - **Otimização do layout de produção de um processo de pintura de ônibus.** [Trabalho de conclusão de curso de Mestrado em Engenharia]. – 2004. Disponível em: <[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/adriano\\_jose\\_costa.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/adriano_jose_costa.pdf)>. Acesso em: 28 mar. 2012.

CURY, A. **Organização e Métodos – Uma visão holística.** São Paulo, Atlas, 2000.

FIGUEIREDO, K.; **A Logística Enxuta.** Out/2006. Disponível em: <[http://www.forumlogistica.net/site/new/artigos/Out06\\_Kleber\\_A%20logistica%20enxuta.pdf](http://www.forumlogistica.net/site/new/artigos/Out06_Kleber_A%20logistica%20enxuta.pdf)>. Acesso em: 28 mar. 2012.

GAITHER, N., E FRAZIER G. **Administração da Produção e Operações.** Trad. de J. C. B. dos Santos, P. G. Martins. 8. 2d. São Paulo: Pioneira, 2001.

GIL, A. C.; **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. São Paulo. ed. Atlas S.A., 2002.

JOAQUIM, C.; YANAGAWA, R.; BORBA, M.; **Metodologia para a elaboração de propostas de layout num setor produtivo e estudo de caso numa empresa de embalagens domésticas.** [artigo científico]. Disponível em: <[http://www.peteps.ufsc.br/novo/attachments/119\\_Metodologia%20para%20a%20elabora%C3%A7%C3%A3o%20de%20propostas%20de%20layout.pdf](http://www.peteps.ufsc.br/novo/attachments/119_Metodologia%20para%20a%20elabora%C3%A7%C3%A3o%20de%20propostas%20de%20layout.pdf)>. Acesso em: 07 abr. 2012.

MARTINS, G. P, LAUGENI, P. F.; – **Administração da Produção.** São Paulo: Saraiva, 1999.

MTE SIT. M294 – **Manual de aplicação da Norma Regulamentadora nº 17.** 2 ed. – Brasília: 2002.

NAZARENO, R, R; RENTES, A, F.; SILVA, A, L.; **Implantando técnicas e conceitos da produção enxuta integradas à dimensão de análise de custos.** [artigo científico]. 2001. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001\\_TR10\\_0846.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR10_0846.pdf)>. Acesso em: 04 set. 2012.

NASCIMENTO, D.S.; **Gestão da Qualidade Total: uma proposta de implantação do programa de gestão de qualidade 5S na Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da UFPB.** [Trabalho de conclusão do curso de Biblioteconomia]. 2002. Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/99D4CDD096738C7703256FB80040D2E5/\\$File/NT000A4B4A.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/99D4CDD096738C7703256FB80040D2E5/$File/NT000A4B4A.pdf)>. Acesso em: 04 set.2012.

PDAPL – Plano de desenvolvimento de arranjo produtivo local. **Arranjo Produtivo local de plásticos da região do grande ABC.** São Paulo: O Estado de São Paulo, 2007. Disponível em: <[http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl\\_1248288417.pdf](http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1248288417.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2012.

PEINADO, J., GRAEML R. Alexandre – **Administração da produção: operações industriais e de serviços** – Curitiba : UnicenP, 2007.

POLISTAR INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PLÁSTICOS LTDA. **Documentação Interna.** (2012).

SHINGO, S.; **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção.** Trad. Eduardo Schaan. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SLACK N., CHAMBERS S.; JOHNSTON R. **Administração da Produção.** Trad. de M. T. C. de oliveira, F.ALHER e H.L. Corrêa.2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SILVA, Christian Egidio da. **Implantação de um Programa '5S'.** [artigo científico] 2003. Disponível em:< [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003\\_TR0201\\_0471.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0201_0471.pdf)>. Acesso em: 04 set.2012.

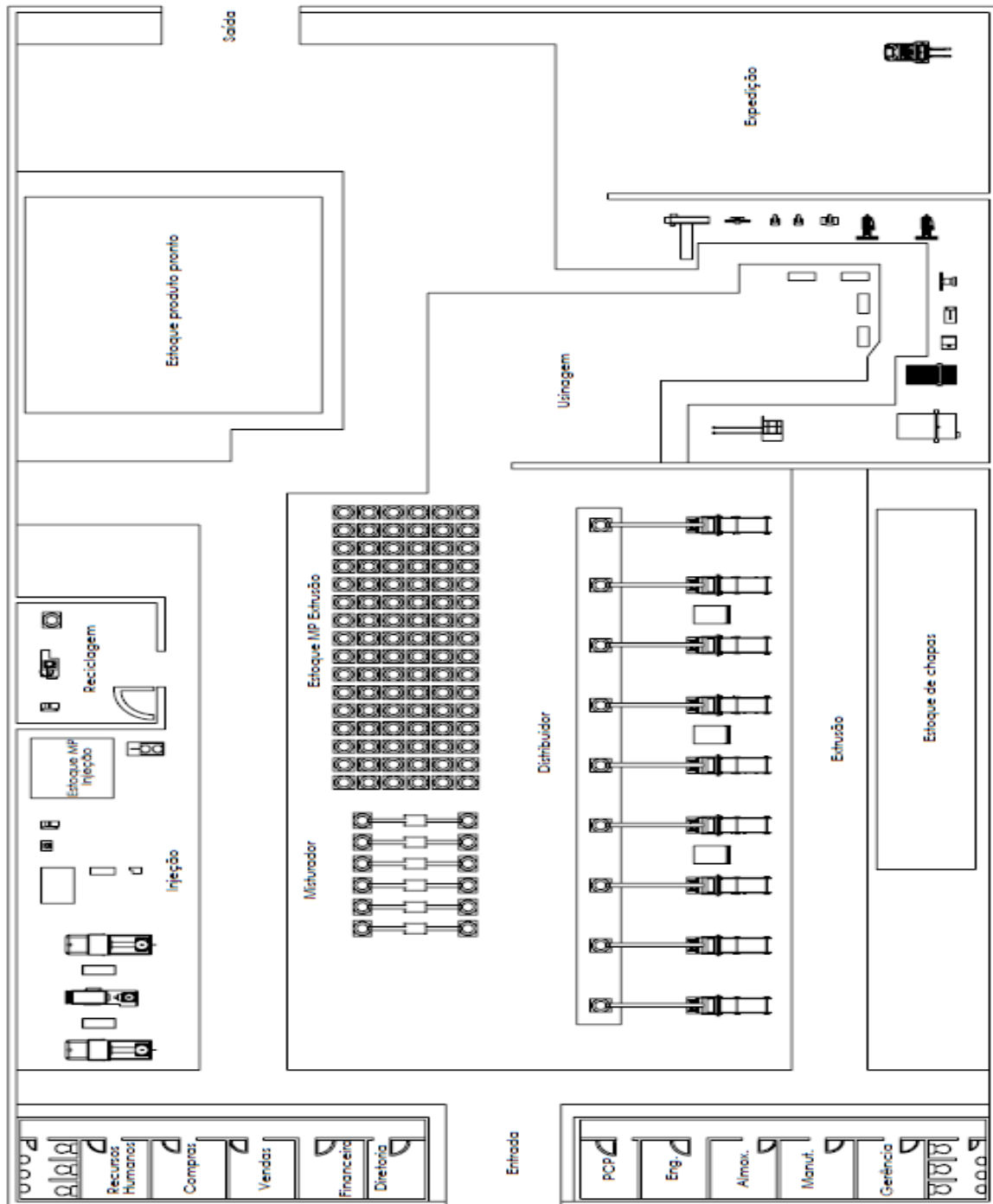
SOSSANOVICZ. R. H.; **Vantagens da aplicação da logística Lean no layout de estoques e transportes de materiais.** [Trabalho de conclusão de curso de Engenharia de Produção e Sistemas]. – 2010. Disponível em: < [http://www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/2010-02/2010\\_2\\_tcc03.pdf](http://www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/2010-02/2010_2_tcc03.pdf)>. Acesso em: 28 mar. 2012.

TRIPP, D. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica.** Trad. de L. L de Oliveira. São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set/dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2012.

## APÊNDICE A – Lista de Máquinas por Processo

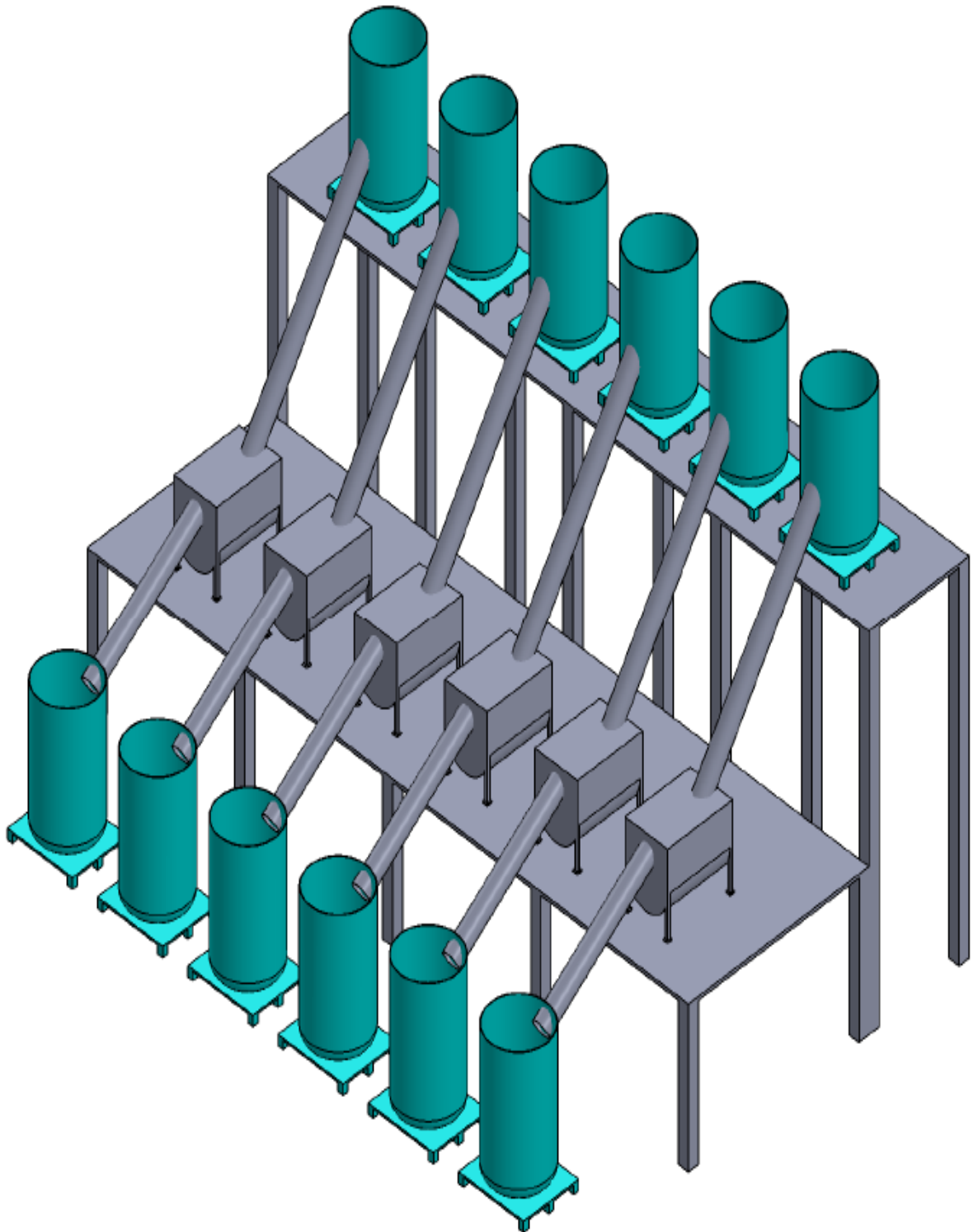
<b><u>Lista de Máquinas por processo</u></b>	
<b><u>USINAGEM</u></b>	
Fresa CNC Router (fusos)	USI001
Fresa CNC Router (correias)	USI002
Serra Circular	USI003
Fresadora de bancada	USI004
Furadeira de bancada	USI005
Dobradeira Excêntrica	USI006
Chanfradeira	USI007
Prensa estampadeira	USI008
Serra Fita	USI009
Chanfradeira 02	USI010
Esquadrejadeira	USI011
<b><u>EXTRUSÃO</u></b>	
Extrusora 1000mm	EXT001
Extrusora 750mm	EXT002
Extrusora 460mm	EXT003
Extrusora 500mm	EXT004
Extrusora 1000mm	EXT005
Extrusora 1000mm	EXT006
Extrusora 1200mm	EXT007
Extrusora 1200mm	EXT008
Extrusora Perfis	EXT009
Misturador simples	EXT010
Misturador quadruplo	EXT011
<b><u>INJEÇÃO</u></b>	
Injetora Romi	INJ001
Injetora Arburg	INJ002
Injetora Romi 300GTR	INJ003
Moinho Mecanofar menor	INJ004
Estufa (Autoclave)	INJ005
<b><u>RECICLAGEM</u></b>	
Micronizador 150kg/h	REC001
Moinho Mecanofar maior	REC002

## ANEXO A – Proposta documentada de arranjo físico





## ANEXO B – Projeto de distribuidor de matéria prima



## ANEXO C – Projeto de Troca rápida de Ferramenta

