

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

**Mapeamento do Fluxo de Valor em uma empresa Metal  
Mecânica de Maringá/PR.**

*Bruno Monteiro Teixeira Pissinatto*

**Maringá - Paraná**  
**2015**

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

**Mapeamento do Fluxo de Valor em uma empresa Metal  
Mecânica de Maringá/PR.**

**Bruno Monteiro Teixeira Pissinatto**

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

Orientador(a): Prof<sup>(a)</sup>. Msc. Syntia Lemos Cotrim

**Maringá - Paraná  
2015**

*“Não confunda derrotas com fracasso nem vitórias com sucesso. Na vida de um campeão sempre haverá algumas derrotas, assim como na vida de um perdedor sempre haverá vitórias. A diferença é que, enquanto os campeões crescem nas derrotas, os perdedores se acomodam nas vitórias. ” (Roberto Shinyashiki)*

## RESUMO

Com um cenário industrial cada vez mais competitivo, as empresas precisam buscar formas de serem competitivas. A Produção Enxuta, no âmbito industrial, se traduz no esforço para eliminar as atividades que não agregam valor aos produtos e na tentativa da implementação de fluxos de produção contínuos ou puxados. Uma pequena melhoria nos processos pode ter um impacto bastante positivo no fluxo de valor dos produtos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi utilizar a ferramenta do Sistema Toyota de Produção, denominada Mapeamento do Fluxo de Valor, de maneira a entender melhor o processo de uma pequena empresa do setor metalomecânico como um todo e identificar os pontos onde ocorrem desperdícios. A partir do cenário observado, foi elaborado um plano de ações de melhoria, de modo a desenhar o Mapa de Fluxo de Valor Futuro, com a eliminação dos desperdícios e redução do *lead time* de 16,5 dias, cenário atual, para 2,5 dias, cenário futuro.

**Palavras-chave:** Produção Enxuta; Mapeamento do Fluxo de Valor; Eliminação de Desperdícios

## SUMÁRIO

1	Introdução.....	9
1.1	Justificativa.....	10
1.2	Definição e delimitação do problema.....	10
1.3	Objetivos.....	11
1.3.1	Objetivo geral.....	11
1.3.2	Objetivos específicos.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1	Sistema Toyota de Produção.....	12
2.1.1	Produção Enxuta ( <i>Lean Manufacturing</i> ).....	13
2.2	<i>Just in time</i> .....	16
2.2.1	Fluxo Contínuo.....	19
2.2.2	<i>Takt Time</i> .....	20
2.2.3	Produção Puxada.....	21
2.3	Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).....	22
2.3.1	Ícones utilizados no MFV.....	24
2.3.2	Informações importantes para o MFV.....	24
2.3.3	Vantagens da utilização do MFV.....	25
3	Metodologia.....	26
4	ESTUDO DE CASO.....	28
4.1	Caracterização da Empresa.....	28
4.2	Processo Produtivo da Empresa.....	29
4.3	Delimitação da Família de Produtos.....	32
4.4	Mapa do Fluxo de Valor Atual.....	33
4.5	Mapa do Fluxo de Valor Estado Futuro.....	37
4.6	Ações para Melhoria na Unidade Produtiva.....	40
5	Conclusão.....	48
5.1	Considerações Finais.....	48
5.2	Barreiras e Limitações.....	49
5.3	Trabalhos Futuros.....	49
6	Referências.....	50

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O Sistema Toyota de Produção e os sete tipos de perdas.....	16
Figura 2 - Sistema Puxado com Supermercado.....	18
Figura 3 - Fluxo Contínuo.....	20
Figura 4 - Produção Puxada.....	21
Figura 5 - Etapas do mapeamento do fluxo de valor.....	23
Figura 6 - Ícones utilizados no MFV.....	24
Figura 7 - Cilindro Hidráulico.....	28
Figura 8 - Fluxograma do Processo Produtivo.....	30
Figura 9 - Ilustração do Processo Produtivo – Visão Frontal.....	31
Figura 10 - Ilustração do Processo Produtivo – Visão Lateral.....	31
Figura 11 - Gráfico de Pareto.....	33
Figura 12 - Tempos de Operação x Takt Time.....	34
Figura 13 - Mapa do Fluxo de Valor Atual.....	36
Figura 14 - Folha de Análise de Troca de Ferramentas - Corte.....	42
Figura 15 - Folha de Análise de Troca de Ferramentas - Usinagem.....	43
Figura 16 - Planos de Ação para melhorias.....	45
Figura 17 - Mapa de Fluxo de Valor - Estado Futuro.....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução do pensamento Lean.....	14
Tabela 2 - Classes de Pareto.....	32
Tabela 3 - Medições para o Mapa Atual.....	34
Tabela 4 - Estoque entre Processos .....	35
Tabela 5 - Propostas de Melhoria.....	40
Tabela 6 - Melhoria dos Tempos de Troca de Ferramentas .....	41
Tabela 7- Estoque entre Processos: Atual x Futuro.....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EUA – Estados Unidos da América

JIT – *Just in Time*

MFV – Mapeamento de Fluxo de Valor

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

PCP – Planejamento e Controle da Produção

SMED – *Single minute Exchange Dies*

STP – Sistema Toyota de Produção

WIP – *Work in Process*

# 1 INTRODUÇÃO

No competitivo cenário empresarial brasileiro, tornou-se primordial que as empresas busquem se destacar das concorrentes, busca essa que pode ser alcançada com melhoria contínua na qualidade de seus produtos ou serviços. A competitividade é a habilidade ou talento resultantes de conhecimentos adquiridos capazes de criar e sustentar um desempenho superior ao desenvolvido pela concorrência (PORTER, 1993). Empresas que conquistam mercados mais rapidamente e eficientemente com produtos que atendem às expectativas dos clientes e as excedem, criam uma significativa alavancagem competitiva (WHEELRIGHT; CLARK, 1992).

O estudo está sendo realizado em uma empresa do ramo metal-mecânico, que atende o mercado nacional. Dessa forma, necessita de maior padronização dos processos e melhorias para reduzir custos, sempre focando na qualidade para melhor atender aos clientes e entregar os pedidos no prazo acordado entre as partes.

O cliente só está disposto a pagar por aquilo que atende suas expectativas, agrega valor para ele. “As empresas devem, portanto, produzir cada vez mais e melhor, com cada vez menos recursos, agregando o máximo de valor para os clientes (máxima satisfação das necessidades dos clientes)” (CAMPOS, 2004, p.7).

Para alcançar a máxima satisfação dos clientes, nesse cenário competitivo, é quase que obrigatório operar de maneira enxuta, visando a eliminação de desperdícios em todas as etapas de seu processo produtivo. Os desperdícios, segundo Shingo (1996) são: superprodução, espera, transporte, estoques, processo, movimentação e produtos defeituosos.

A mentalidade enxuta (*lean thinking*) que segundo o Lean Institute Brasil (2012) é “uma estratégia de negócios para aumentar a satisfação dos clientes através da melhor utilização dos recursos”, serve de alicerce para o aperfeiçoamento contínuo dos produtos, processos e eliminação de desperdícios.

Uma ferramenta que serve para que se possa enxergar de forma mais clara os desperdícios das empresas, e onde as ações de melhoria devem ser concentradas é a do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), que é definida por Liker (2005), como sendo “um mapa que capta o fluxo de material e de informações, o qual ajuda a identificar as perdas no sistema”.

Entende-se por fluxo de valor o conjunto de todas as atividades que ocorrem desde a obtenção de matéria-prima até a entrega ao consumidor do produto final (ANVAR; IRANNEJAD, 2010).

No presente trabalho utilizou-se a ferramenta chamada de Mapeamento do Fluxo de Valor para mapear parte do processo produtivo de uma pequena empresa metal mecânica, situada em Maringá/PR, que fabrica cilindros hidráulicos. O foco do estudo foi o fluxo produtivo dos cilindros hidráulicos de determinado cliente, o qual é o mais representativo nas vendas, limitando assim à uma determinada família de produtos.

### **1.1 Justificativa**

O Sistema de Produção Enxuta visa ao máximo a agregação de valor ao produto, produzindo apenas aquilo que é necessário, no tempo certo, tendo como alvo a redução no tempo de produção e eliminação de desperdícios.

São visíveis os problemas com atrasos nas entregas dos produtos, estoques entre processos *Work in Process* e desperdícios ao longo de todo o processo produtivo, percebeu-se a necessidade de melhoria desse cenário. O presente trabalho se justifica na medida que através do uso da ferramenta do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), foram propostas melhorias ao processo produtivo, visando minimizar esses problemas.

Os atrasos nas entregas do produto acabado correspondem a aproximadamente 40% do total de produtos faturados, o que acarreta certo desgaste no relacionamento com os clientes da empresa. Esses atrasos são consequência de um alto *lead time*, problema que espera-se sanar ou ao menos diminuir se a proposta do trabalho for colocada em prática. Os desperdícios e a mensuração dos estoques entre os processos serão detalhados no decorrer do trabalho.

### **1.2 Definição e delimitação do problema**

O problema objeto desse trabalho é a implementação da ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), na linha de produção de cilindros hidráulicos, sendo analisado uma família de produtos específica, de um mesmo cliente.

O estudo será realizado em uma pequena empresa do setor metal mecânico, na cidade de Maringá/PR. O MFV auxiliará na visualização das fontes de desperdícios, por meio do mapeamento do fluxo de valor atual e a partir disso serão propostas melhorias, onde será possível elaborar um mapa de fluxo de valor futuro.

A grande dificuldade desta proposta é conseguir inculcar a cultura da mentalidade enxuta na organização, uma vez que os conceitos não são habituais à maioria dos colaboradores da empresa, e essa mudança de mentalidade requer muito trabalho e certo tempo.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo geral**

O objetivo deste estudo de caso é implementar a ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) e propor melhorias no processo produtivo de uma empresa de pequeno porte da cidade de Maringá/PR.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Elaborar o mapa de fluxo de valor atual da empresa para a família de produtos de maior giro;
- Identificar quais os processos gargalo e quais os desperdícios que podem ser eliminados;
- Analisar as principais oportunidades de melhoria para a eliminação dos desperdícios mais evidentes;
- Desenvolver o mapa de estado futuro, balanceando o processo produtivo e eliminando os desperdícios identificados;
- Propor as melhorias para que se consiga alcançar o fluxo de valor futuro.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Sistema Toyota de Produção

O conceito STP (Sistema Toyota de Produção) oriundo da indústria automobilística japonesa, veio a partir do desejo de desenvolver e produzir carros no Japão. Para isso, engenheiros da Toyota foram aos EUA e Alemanha para aprender como se faziam carros. Assim surgiram conceitos como o *Just in Time* (SANTANA; CALARGE; SERRA, 2014).

Para Santana, Calarge e Serra (2014), a flexibilidade das operações é uma característica importante do Sistema Toyota de Produção (STP), permite que a empresa reaja às necessidades do cliente de modo rápido e eficiente, sendo um contraponto à lógica convencional da produção em massa. Com esse novo sistema de produção passou a ser possível produzir uma considerável variedade de automóveis em comparação com baixos volumes a um custo competitivo.

O Sistema Toyota de Produção (STP) é uma filosofia que visa eliminar os diversos tipos de desperdício das empresas por meio do aperfeiçoamento contínuo de suas atividades. Os princípios da Produção Enxuta, que são a base do STP tem sido aplicado por diversas empresas ao redor do mundo.

Segundo Black (1998), o “sistema de manufatura deve entregar produtos de qualidade ao preço mais baixo possível dentro do menor período de tempo possível”, é exatamente nesse contexto que as empresas se vem obrigadas a adotar a manufatura enxuta.

Shingo (1996), afirma que o Sistema Toyota de Produção (STP) baseia-se na eliminação contínua e sistemática das perdas (desperdícios) dos sistemas de produção, visando eliminar os custos desnecessários.

Dessa forma, a Toyota procurou excluir as ineficiências nas atividades de processamento, inspeção e transporte do seu sistema produtivo. Num segundo passo, atacou o problema da estocagem a fim de eliminar a geração de estoques intermediários e de produtos acabados ao longo do processo de produção (WOMACK et. al., 1992).

O termo produção enxuta foi popularizado no livro “A Máquina que Mudou o Mundo” (WOMACK et. al., 1992). O livro consegue apresentar a significativa melhora de desempenho das empresas automobilísticas japonesas ao implementarem os conceitos de

produção enxuta, fazendo uma comparação com as indústrias ocidentais, que até então não utilizavam os conceitos *Lean*.

De acordo com os princípios enxutos, o objetivo principal da produção enxuta é o fluxo de valor enxuto da matéria-prima ao produto acabado, o que significa levar em conta o quadro mais amplo e não apenas os processos individuais e buscar melhorar o todo e não somente as partes isoladas (QUEIROZ; RENTES; ARAUJO, 2004).

A eliminação de desperdícios é a base da mentalidade enxuta ou *Lean Thinking*, segundo Maximiano (2004,) eliminar desperdícios significa “reduzir ao mínimo a atividade que não agrega valor ao produto”. Entende-se por valor aquilo que o cliente está disposto a pagar, pois é ele quem define o preço dos produtos, de acordo com suas necessidades.

### **2.1.1 Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*)**

Segundo Tapping e Shuker (2010) o termo “produção *Lean*” foi introduzido em 1990 pelos pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology (MIT), James Womack e Daniel Ross em seu livro *The Machine that Changed the World* (A Máquina que Mudou o Mundo) e desde então, tornou-se comum utilizar a palavra *Lean* como abreviatura de produção enxuta). É importante enfatizar que a produção *lean* refere-se ao modelo de manufatura baseado na meta fundamental do Sistema Toyota de Produção que é de minimizar o desperdício e maximizar o fluxo de trabalho.

A Produção Enxuta reúne uma série de princípios para eliminar desperdícios durante a produção dos produtos buscando atingir, ou até superar, as expectativas dos clientes (MACDONALD et al., 2000). Segundo Hines e Taylor (2000) os cinco princípios da Produção Enxuta são:

1. Especificar aquilo que o cliente está disposto a pagar, aquilo que gera valor para ele.
2. Identificar todos os passos necessários para produzir o produto ao longo de toda linha de produção, de modo a não serem gerados desperdícios.
3. Promover ações a fim de criar um fluxo de valor contínuo, sem interrupções, ou esperas.
4. Produzir somente nas quantidades solicitadas pelo consumidor.
5. Esforçar-se para manter uma melhoria contínua, procurando a remoção de perdas e desperdícios.

Dentre os diferentes modelos de gestão da produção que surgiram no século XX e que permanecem em evidência no século atual, a Produção Enxuta representa, seguramente, um dos modelos mais difundidos. A simplicidade de seus princípios, associada ao forte apelo para a eliminação de perdas nos processos produtivos, justificam, pelo menos em parte, o grande interesse da comunidade empresarial em torno do tema (SANTOS et al, 2011).

A Produção Enxuta teve grande evolução ao longo dos anos, é possível verificar, na Tabela 1, abaixo, a sintetização da evolução do pensamento *Lean* por Hines et al. (2004):

Fases	1980-1990	Meados 1990	Meados 1990-2000	> 2000
	Conhecimento	Qualidade	Qualidade, Custo e Entrega	Valor
<b>Tema Literário</b>	Disseminação de práticas ao nível operacional nas empresas	Movimento de boas práticas, <i>benchmarking</i> como forma de competitividade	Cadeia de valor, <i>lean</i> empresarial, colaboração na cadeia de abastecimento	Capacidade ao nível do sistema
<b>Foco</b>	JIT, custo	Custo, formação, TQM, reengenharia de processos	Custo, processos para suportar fluxos	Valor e custo, tático a estratégico, integrado na cadeia de abastecimento
<b>Processo-Chave</b>	Nível operacional	Gestão de materiais e produção	Satisfazer procura	Processos integrados (satisfação de encomendas e desenvolvimento de novos produtos)
<b>Sector Industrial</b>	Automóvel - montagem do veículo	Automóvel - montagem do veículo e componentes	Produção geral (com foco na produção repetitiva)	Alta e baixa produção de volume, extensão a sectores de serviço
<b>Autores</b>	Shingo (1981,1988); Schonberger (1982,1986); Monden (1983); Ohno (1988); Mather (1988)	Womack <i>et al.</i> (1990); Hammer (1990); Stalk and Hout (1990); Harrison (1992); Andersen Consulting (1993, 1994)	Lamming (1993); MacBeth and Ferguson (1994); Womack and Jones (1994, 1996); Rother and Shook (1998)	Bateman (2000); Hines and Taylor (2000); Holweg and Pil (2001); Abbas <i>et al.</i> (2001); Hines <i>et al.</i> (2002)

**Tabela 1 - Evolução do pensamento Lean**

**Fonte: Hines et al. (2004).**

Segundo Ferreira e Magno (2013), o *Lean Thinking* identifica e elimina os desperdícios ao longo da cadeia produtiva, de acordo com o que ele entende como valor para o cliente. “O *Lean Thinking* inclui ferramentas e formas sistêmicas de eliminação de perdas, pela concepção, projeto de produtos, melhoria em atividades, interfaces e fluxos entre processos internos e externos.” (FERREIRA; MAGNO, 2013).

O *Lean Thinking* permite uma maior aproximação daquilo que o cliente final precisa, fazendo cada vez mais através de cada vez menos recursos. Isto é, exigindo menor esforço humano,

menor uso de equipamentos, menor consumo de tempo, menor utilização de espaço (Womack e Jones, 2003).

Segundo Hines et al. (2002), considera-se desperdício tudo aquilo que não acrescenta valor ao cliente. Nesse cenário, é preciso saber identificar quais são os tipos de desperdício, ou seja, atividades do processo produtivo que não agregam valor ao produto, na ótica do cliente. É necessário não só saber identificar, mas criar uma cultura empresarial em que todos estejam voltados para a eliminação do desperdício, quando este é identificado.

Taiichi Ohno classificou os desperdícios em sete categorias (FILHO, 2007):

- I. Superprodução: produzir muito e muito cedo ou mais do que o necessário, resultando em um excesso de produto;
- II. Defeitos: problemas na qualidade do produto ou baixo desempenho na entrega;
- III. Inventários desnecessários: armazenamento excessivo e esperas por informações ou produtos necessários, resultando em custo excessivo e baixo nível de serviço ao cliente;
- IV. Processamento inapropriado: executar o processo com ferramentas, procedimentos ou sistemas não apropriados;
- V. Transporte excessivo: movimento excessivo de bens ou de informação, resultando em aumento no tempo, esforço e custo;
- VI. Esperas: períodos longos de inatividade de pessoas, informação ou bens, resultando em fluxos pobres e longos *lead-times* na produção;
- VII. Movimentos excessivos de pessoas: inclui todos os movimentos físicos desnecessários dos operadores. Organização do posto de trabalho malfeita, resultando em problemas ergonômicos e excessiva movimentação de pessoas, movendo e armazenando peças.

A Figura 1 demonstra a relação dos sete tipos de desperdícios com os processos e as operações de uma empresa, mostrando alguns pontos que poderiam ser melhorados para evitar cada um dos sete tipos de desperdício. A ‘Perda por Superprodução’ poderia ser evitada, por exemplo, melhorando a sincronização das operações e processos e adotando fluxos de operações com peças unitárias ou lotes pequenos.

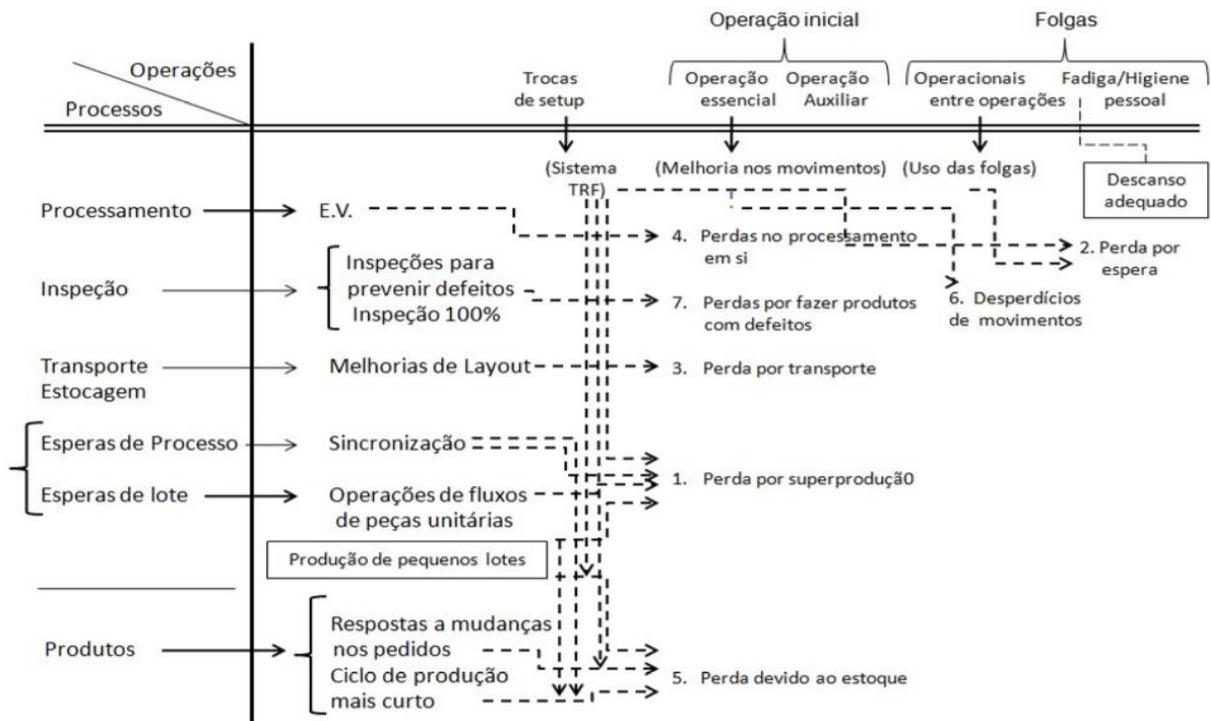


Figura 1 - O Sistema Toyota de Produção e os sete tipos de perdas.

Fonte: Shingo (1996 p. 227)

## 2.2 Just in time

De acordo com Shingo (1996, p.235) “Just-in-time, [...], significa “a tempo” ao passo que, para transmitir o sentido de “no momento exato”. Assim Just-in-time (JIT) no Sistema de Produção Enxuta, não significa nada mais do que, fazer entrega no momento exato, com o objetivo de eliminar o estoque para isso, é necessário que o processo esteja suprindo com itens certos, na quantidade certa e no local certo, para que tudo ocorra da melhor maneira.

O JIT por si, já é uma técnica para melhoria da manufatura, mas há outros métodos que podem acompanhar as organizações em todos seus processos fabris. As implantações desses métodos dependem de fatores internos da organização, como a busca de aperfeiçoar suas técnicas e conseguir processos produtivos mais eficientes, sempre no intuito de aumentar os índices de lucratividade ou de obter um clima organizacional mais propício, de acordo com seus interesses. Aplicados adequadamente, essas melhorias podem trazer bons resultados, mas para isso, são necessárias readequações e planejamento de estratégias que envolvam a organização em curto, médio e longo prazo (SILVA, A. E, 2004).

Slack *et al.* (2002) definem as principais características do JIT:

- O fluxo entre cada estágio do processo de manufatura é “puxado” pela demanda do estágio posterior;
- O controle do fluxo entre estágios é conseguido pela utilização de cartões simples, fichas ou quadrados vazios, os quais disparam a movimentação e a produção dos materiais. O resultado é um sistema de controle simples, visual e transparente;
- As decisões de planejamento e controle são amplamente descentralizadas; as decisões táticas não se baseiam em um sistema de processamento de informação computadorizado;
- A programação do JIT é baseada em taxas de produção (calculadas em termos da quantidade de itens por unidade de tempo), em vez de volume produzido (o número absoluto de itens a serem feitos em determinado dia ou semana);
- JIT assume (e incentiva) a flexibilidade dos recursos e *lead times* reduzidos.

Segundo Ghinato (2000), o JIT tem como objetivo a ocorrência de um fluxo contínuo, por meio da eliminação e localização das perdas, assim o JIT fica dependente de três fatores relacionados: fluxo contínuo, takt time e produção puxada.

O objetivo de colocar um sistema puxado entre dois processos é ter uma maneira de dar a ordem exata de produção ao processo anterior, sem tentar prever a demanda posterior e programar este processo. Sistema puxado é um método para controlar a produção entre dois fluxos. Liberte-se dos elementos do seu MRP que tentam programar as diferentes áreas de sua planta. Deixe as retiradas do processo posterior do supermercado determinar quando o processo anterior vai produzir e em que quantidade (ROTHER; SHOOK, 2003).

Usualmente utiliza-se um cartão que age como esse “disparador” da produção (ou movimentação), coordenando a produção de todos os itens de acordo com a demanda de produtos finais. Contudo, Ohno (1997) enfatiza que o *kanban* impede totalmente a superprodução, mas que, se utilizado incorretamente, pode causar uma série de problemas.

O sistema puxado com supermercado, utiliza os cartões *kanban* para fazer esse controle. Nesse sistema, o processo cliente vai ao supermercado e retira o que precisa e quando precisa, e o processo fornecedor produz para reabastecer o que foi retirado, com o objetivo de controlar a produção no processo de fornecimento sem tentar programar e controlar a produção entre os fluxos (ROTHER; SHOOK, 2003). A Figura 2, exemplifica esse sistema.

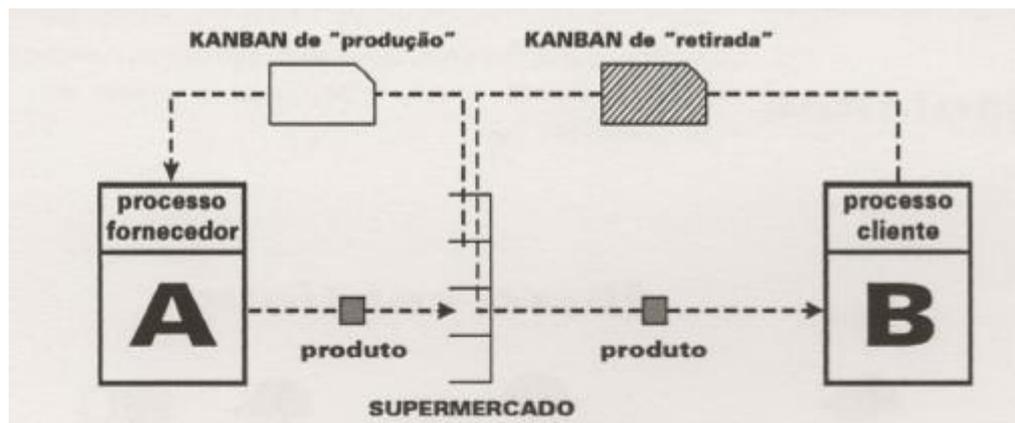


Figura 2 - Sistema Puxado com Supermercado

Fonte: (Rother e Shook, 2003).

Outra ferramenta que serve para auxiliar a implementação do sistema JIT é o SMED (*Single minute Exchange Dies*). Processo para troca de equipamento de produção de uma peça para outra no menor tempo possível. O SMED se refere à meta de redução dos tempos de troca a um único dígito, ou seja, menos de dez minutos (LÉXICO LEAN, 2003).

Segundo Feld (2000), esse processo de SMED não viabiliza simplesmente a redução do tempo total perdido para realização dos *setups*, mas também a busca da possibilidade de se realizar mais *setups* num mesmo intervalo de tempo. Ainda segundo esse autor, a implementação de redução de *setups* é um ponto central para qualquer programa de Produção Enxuta, uma vez que a flexibilidade é imprescindível para que se possa fazer os programas nivelados de produção fluir. Contudo, ele apresenta os benefícios que o SMED pode trazer:

- Tempo de troca de equipamento de menos de 10 minutos;
- Tempo mínimo para começar a sair peças fabricadas nos equipamentos;
- Possibilidade de executar a fabricação de um grande mix de produção em um recurso;
- Fabricar hoje somente o que é necessário hoje.

Outra ferramenta importante à ser implementada no processo produtivo é o *kaizen*. Segundo o Léxico Lean (2003), *kaizen* significa a melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual a fim de se agregar mais valor com menos desperdício. O conceito desta ferramenta está centrado na melhoria das atividades e dos processos, como o próprio nome sugere: *Kai* (mudança) e *Zen* (melhor), que significa “mudar para melhor”, ou ainda, “melhoria contínua” (REALI, 2006).

Wittenberg (1994, p. 13) destaca que existem dez regras básicas para se praticar o *kaizen* no *gemba* (palavra japonesa que significa chão de fábrica), que são:

1. Descarte as ideias tradicionais e fixas relacionadas à produção;
2. Pense sobre como fazer, não por que isso não pode ser feito;
3. Não produza desculpas. Inicie questionando as práticas atuais;
4. Não busque a perfeição; vá em frente, mesmo se por apenas 50% do objetivo pretendido;
5. Corrija os erros de uma vez por todas;
6. Não gaste dinheiro para o *kaizen*;
7. O bom senso aparece quando se depara com as adversidades;
8. Pergunte “por que?” cinco vezes e busque as causas raízes;
9. Encontre o bom senso de dez pessoas ao invés do conhecimento de uma;
10. As ideias *kaizen* são infinitas.

### **2.2.1 Fluxo Contínuo**

Segundo Rother e Shook (2003), o fluxo contínuo significa produzir uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de um estágio do processo para o seguinte sem nenhuma parada (e muitos outros desperdícios) entre eles.

O fluxo contínuo no STP apresenta-se como uma ferramenta para a redução do lead-time, mas para que se possa implementar com êxito requer uma reorganização e rearranjo do layout fabril. Os *layouts* funcionais, que são aqueles que as máquinas e recursos são agrupados de acordo com o processo, devem ser mudados para células de manufatura

Diferentemente das ilhas isoladas de manufatura de produtos, onde frequentemente forma-se muito estoque em processo (WIP), o fluxo contínuo visa a eliminação desse estoque e fim da espera de processos cliente. Na Figura 3, abaixo, nota-se a ausência de WIP, devido ao fluxo contínuo, onde o processo anterior supre as necessidades do processo cliente.

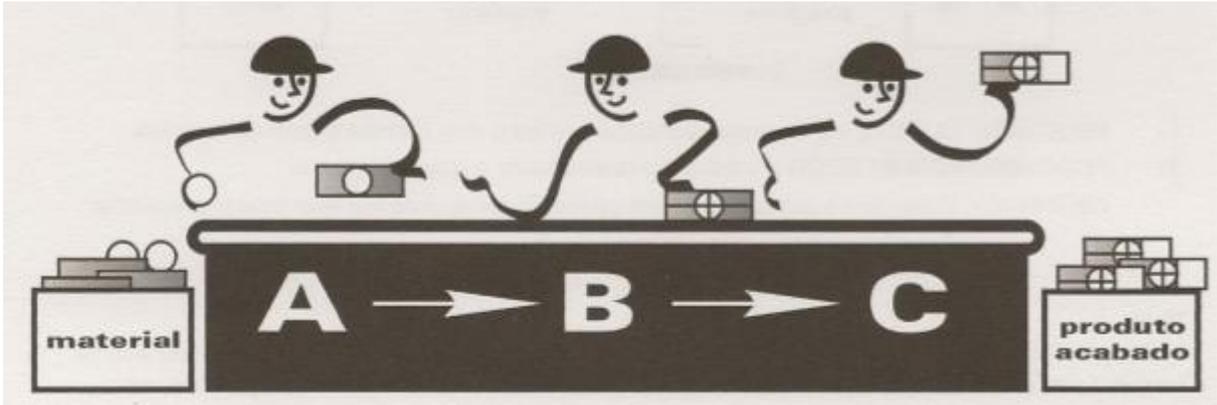


Figura 3 - Fluxo Contínuo

Fonte: (Rother e Shook, 2003).

### 2.2.2 Takt Time

O "takt time" é a frequência com que você deve produzir uma peça ou produto, baseado no ritmo das vendas, para atender a demanda dos clientes. O *takt time* é calculado dividindo-se o tempo disponível de trabalho (em segundos) por turno pelo volume da demanda do cliente (em unidades) por turno (ROTHER; SHOOK, 2003). O *takt time* é calculado pela aplicação da Equação (1):

$$takt\ time = \frac{\text{tempo de trabalho disponível por turno}}{\text{demanda do cliente por turno}} \quad (1)$$

O *takt time* é usado para sincronizar o ritmo da produção com o ritmo das vendas, no "processo puxador" em particular. O *takt time* é um número referência que dá a você uma noção do ritmo em que cada processo deveria estar produzindo e ajuda a enxergar como as coisas estão indo e o que você precisa fazer para melhorar. No mapa do estado futuro, os *takt time* são anotados na caixa de dados (ROTHER; SHOOK, 2003).

Por exemplo, se uma empresa tem disponível em um turno, já descontadas as paradas programadas, 7 horas e 40 minutos (27.600 segundos) e a demanda do cliente por turno é de 690 peças, então o *takt time* será, conforme Equação (2):

$$takt\ time = 27600\ s / 690\ peças = 40\ segundos \quad (2)$$

### 2.2.3 Produção Puxada

De acordo com Corrêa e Corrêa (2004), no sistema “puxado” o material somente é processado em uma operação se ele é requerido pela operação subsequente do processo que, quando necessita, envia um sinal (que funciona como a “ordem de produção”) à operação fornecedora para que esta dispare a produção e a abasteça.

Tardin e Lima (2000) explicam, conforme a Figura 4, que o sistema de puxar a produção é iniciado pela última etapa do processo. Este sistema exige que existam pequenos bancos (inventários) de peças prontas ao final das etapas. Assim, somente a última etapa do processo recebe o pedido do cliente. Para realizá-lo, ela busca, num pequeno banco de peças da etapa anterior, as peças que ela precisa para realizar o pedido. Esta etapa, por sua vez, busca no banco de sua etapa anterior as peças necessárias para repor o seu próprio banco, e assim sucessivamente.

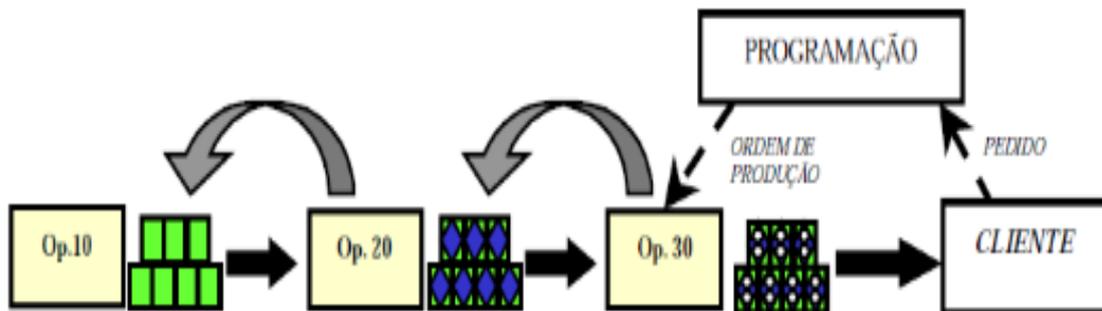


Figura 4 - Produção Puxada

Fonte: Tardin e Lima (2000).

A utilização do sistema de produção puxado é ideal para controlar a produção entre os processos que não podem estar diretamente ligados em um fluxo contínuo, no entanto, é necessário que existam pequenos estoques de peças acabadas ao término de cada processo (ROTHER; SHOOK, 2003).

Segundo Tardin e Lima (2000), existem algumas condições para se poder implementar um sistema de puxar a produção:

- Mais poder para os trabalhadores do chão de fábrica, que decidem o que, quando e quanto produzir;
- Produzir o que o cliente pedir;

- Reduzir a quantidade de material em processo (WIP);
- Fazer manutenção preventiva de equipamentos;
- Qualidade assegurada, afinal, os estoques devem ser mínimos;
- Tempo de setup deve ser mínimo, para ter flexibilidade;
- Todas as etapas devem ser capazes de produzir no ritmo da etapa final do processo.

Com a implementação da sistemática puxada de produção, elimina-se a necessidade de se programar todas as operações por onde passará um pedido. Decisões do que fazer e quanto fazer são tomadas pelos operadores, usando um simples sistema de sinalização que conecta as operações através do processo. O sistema kanban é um método de se fazer esta sinalização.

### **2.3 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)**

Um fluxo de valor é o conjunto de todos os passos (agregando valor ou não) envolvidos para trazer um produto ou grupo de produtos desde a matéria-prima até o consumidor final (TAPPING *et al.* 2002).

A fim de enxergar com mais clareza quais os desperdícios do fluxo produtivo de uma empresa, é comum utilizar-se da ferramenta do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV). Rother e Shook (2003) definem o MFV de uma maneira simples na qual a ideia é trilhar todo o caminho de produção de um produto, representando visualmente cada processo no fluxo de material e informação.

Através do processo de mapeamento torna-se mais simples determinar onde e como melhorar o processo. A constante reavaliação de uma estrutura, processos e mecanismos de controle, torna a organização cada vez mais autocrítica e competitiva (VILLELA, 2000).

Ainda segundo Rother e Shook, o primeiro passo do MFV é desenhar o estado atual do fluxo de valor, isto é feito a partir da coleta de informações do chão de fábrica. Esta é a base para se desenvolver um estado futuro. O passo final é preparar e começar ativamente um plano de ação que descreva como se planeja alcançar o estado futuro.

De acordo com Jones & Womack (2004):

“Mapeamento de Fluxo de Valores é o simples processo de observação direta do fluxo de informação e de materiais conforme eles ocorrem, resumindo-os visualmente e vislumbrando um estado futuro com melhor desempenho”.

Segundo Rother e Shook (2003) os clientes não se preocupam com todos os produtos da sua linha, mas com os produtos específicos em que eles percebem valor. Não deve-se, portanto, mapear todo seu chão de fábrica em um único mapa de fluxo de valor, deve-se focalizar em uma família de produtos específica. Ainda segundo Rother e Shook (2003) “uma família é um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos em comum nos seus processos”.

O mapeamento divide-se basicamente em quatro etapas (MAIA e BARBOSA, 2006):

- I. Escolher uma família de produtos, pois mapear todos os produtos é uma tarefa exaustiva;
- II. Mapear o fluxo atual, ou seja, como a empresa rege no momento. O mapa do estado atual é elaborado para que se obtenha uma visão global do fluxo de valor e dos desperdícios a ele associados.
- III. Mapear o fluxo futuro, uma idealização de como a empresa seria com a eliminação de desperdícios;
- IV. Estabelecer o Plano de Ação, as quais devem ter objetivos e metas necessários para se atingir ao máximo possível o estado determinado na etapa anterior.

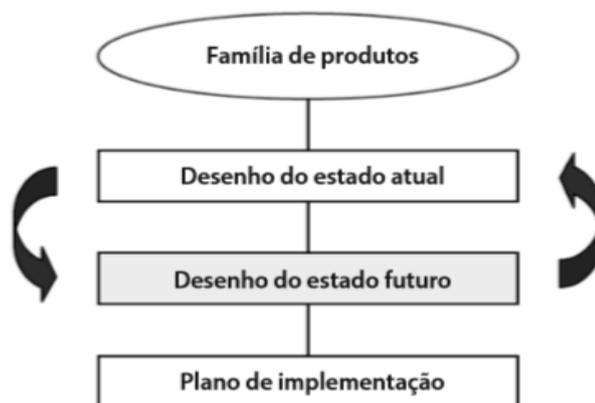


Figura 5 - Etapas do mapeamento do fluxo de valor.

Fonte: Rother e Shook (2003).

### 2.3.1 Ícones utilizados no MFV

Para o MFV são utilizados alguns ícones conforme descritos na Figura 6. Araújo (2004) ressalta que outros ícones também podem ser criados pela equipe de projeto dependendo das suas peculiaridades.

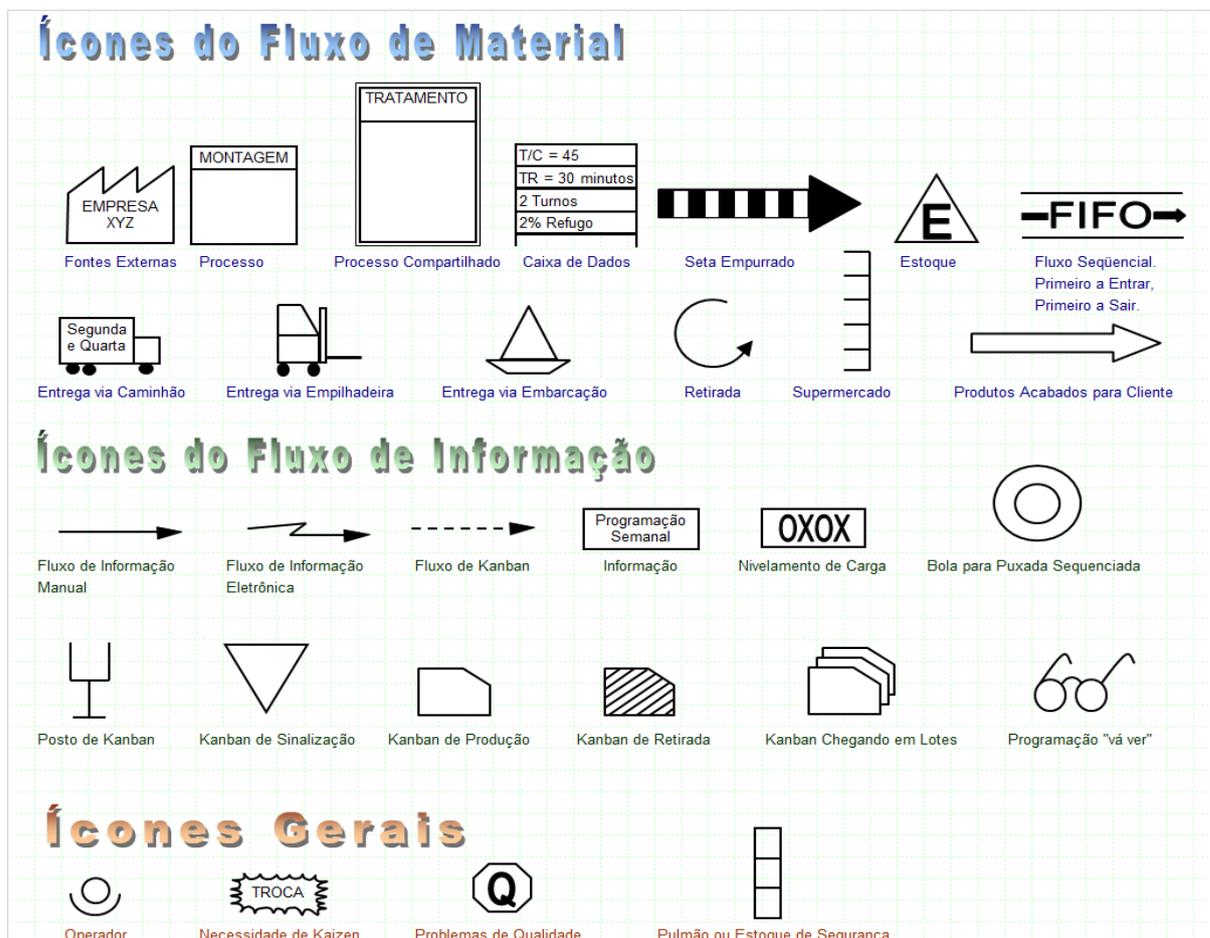


Figura 6 - Ícones utilizados no MFV.

Figura 6: Ícones utilizados no MFV.

Fonte: <http://www.lean.org.br/template.aspx>

### 2.3.2 Informações importantes para o MFV

As informações que são importantes serem coletadas para o auxílio da elaboração do MFV (ROTHER; SHOOK, 2003):

- I. Tempo de Ciclo (T/C): Tempo decorrido entre um produto não acabado e o próximo passarem pelo mesmo processo;
- II. Tempo de troca (T/TR): O “*setup*”, ou seja, o tempo decorrido para alterar a produção de um tipo de produto para outro;

- III. Disponibilidade: Tempo disponível por jornada de trabalho, descontado os tempos de paradas e manutenções;
- IV. Índice de rejeição: Índice que determina a quantidade de produtos defeituosos provenientes do processo;
- V. Número de pessoas necessárias para operar o processo.

### **2.3.3 Vantagens da utilização do MFV**

Pizzol & Maestrelli (2005) afirmam que o MFV promove a visualização do fluxo de matéria-prima, do fluxo de componente e do fluxo de informação; bem como a verificação da quantidade e frequência de abastecimento das matérias-primas e da área de armazenagem necessária.

A proposta da aplicação desta ferramenta tem como objetivo assegurar a adoção de técnicas enxutas na concepção dos produtos e reduzir o desperdício contido nos fluxos de processo, material e informação, contribuindo para a redução do *lead-time*, do inventário em processo e para o aumento da competitividade (PIZZOL e MAESTRELLI, 2005).

As vantagens da utilização do MFV são descritas por Rother & Shook (1998):

- Permite a visualização de todo o fluxo e não somente dos processos individuais;
- Ajuda na identificação das fontes dos desperdícios;
- Fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura;
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, facilitando sua discussão;
- Integra conceitos e técnicas enxutas;
- Forma a base para um plano de implementação, identificando a relação entre o fluxo de material e o fluxo de informação.

### 3 METODOLOGIA

Boente e Braga (2004) classificam o procedimento de coleta de dados desse trabalho como estudo de caso, pois trabalha aspectos específicos de um fenômeno e suas decorrências. Ainda segundo os mesmos autores é uma pesquisa qualitativa de caráter exploratório, uma vez que visa a investigação de algum objeto de estudo que possui poucas informações. Também podendo ser classificada como quantitativa, à medida que houve coleta de dados, como tomada de tempos. Duas etapas serão seguidas de modo a chegar aos objetivos propostos: 1) a revisão de literatura, que corresponderá à parte teórica do trabalho; e 2) a pesquisa de campo, que corresponderá à parte prática do trabalho.

Ventura (2007) ressalta as vantagens dos estudos de caso, estimulam novas descobertas, em função da flexibilidade do seu planejamento; “ênfaticam a multiplicidade de dimensões de um problema, focalizando-o como um todo e apresentam simplicidade nos procedimentos, além de permitir uma análise em profundidade dos processos e das relações entre eles. ”

Foi aplicada a ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) na empresa objeto de estudo. O MFV serviu de base para melhor compreensão dos processos produtivos e a partir deste serão propostas melhorias, de modo a conseguir o balanceamento da linha produtiva e eliminação de desperdícios.

A metodologia de mapeamento do fluxo de valor é composta por quatro etapas básicas: (1) seleção de uma família de produtos, (2) mapeamento do estado atual, (3) mapeamento do estado futuro e (4) plano de trabalho e implementação, sendo que esta última etapa não será contemplada neste trabalho, apenas será proposta a implementação, ficando a critério dos proprietários da empresa a continuidade do processo.

Foi realizado o mapeamento de todo o fluxo produtivo, por meio da confecção do MFV do estado atual da empresa, e assim pôde-se enxergar melhor quais são os focos de desperdício, quais as operações gargalo e qual o *lead-time* da família de produtos que será estudada. Para isso, após ser identificada a família de produtos de maior produção na empresa, foi realizada a coleta dos tempos de processamento de todas as etapas do processo. Desenhou-se o mapa de fluxo de valor atual de uma pequena empresa do setor metal mecânico de Maringá/PR, levando-se em conta todos os recursos utilizados em cada processo.

A revisão de literatura servirá de embasamento teórico para ajudar na visualização dos focos de ineficiência dos processos e quais as melhorias que poderão ser propostas ao mapa de fluxo

de valor atual, de modo a conseguir um mapa de fluxo de valor futuro que atendam aos objetivos.

A partir da visualização das atividades que não agregam valor, e gargalos, foram propostas ações para balancear o fluxo produtivo e a utilização das ferramentas *Lean* para eliminar os desperdícios. Desse modo, foi elaborado também o MFV com o estado futuro da empresa, isto é, como o processo produtivo ficará se as propostas de melhoria forem aplicadas.

Para a coleta de dados foram utilizados os seguintes métodos: entrevistas informais, observação in loco, medições e utilização de dados anteriores.

## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 Caracterização da Empresa

A empresa na qual foi realizado o estudo de caso é do ramo de metal mecânico, atua na produção de cilindros hidráulicos, que transformam força, potência ou energia hidráulica em força, potência ou energia mecânica. O cilindro hidráulico é representado pela Figura 7, abaixo, sendo sua aplicação abrangente à diversos equipamentos, utilizados nos mais diversos setores: agrícola, mineração, industrial, rodoviário e de movimentação de cargas.



**Figura 7 - Cilindro Hidráulico**

Trata-se de uma pequena empresa, que conforme caracterização do Sebrae é aquela que possui de 20 a 99 empregados. Atualmente, a empresa conta com uma equipe de 34 funcionários, sendo 11 na área administrativa e 23 na área de produção.

Os empregados trabalham em um único turno de oito horas e quarenta e oito minutos diariamente, de segunda à sexta-feira. As paradas programadas são o almoço, com duração de uma hora e doze minutos, e a ginástica laboral, que ocorre todo início de expediente, com duração média de quinze minutos. Dessa forma, o tempo de trabalho disponível por turno, descontando-se estas paradas programadas, é de sete horas e vinte e um minutos.

A produção da empresa é caracterizada pelo fluxo empurrado. Onde, de acordo com a previsão de demanda, por vezes enviada pelos próprios clientes, enviam-se ordens de produção para os diversos setores produtivos de componentes dos produtos.

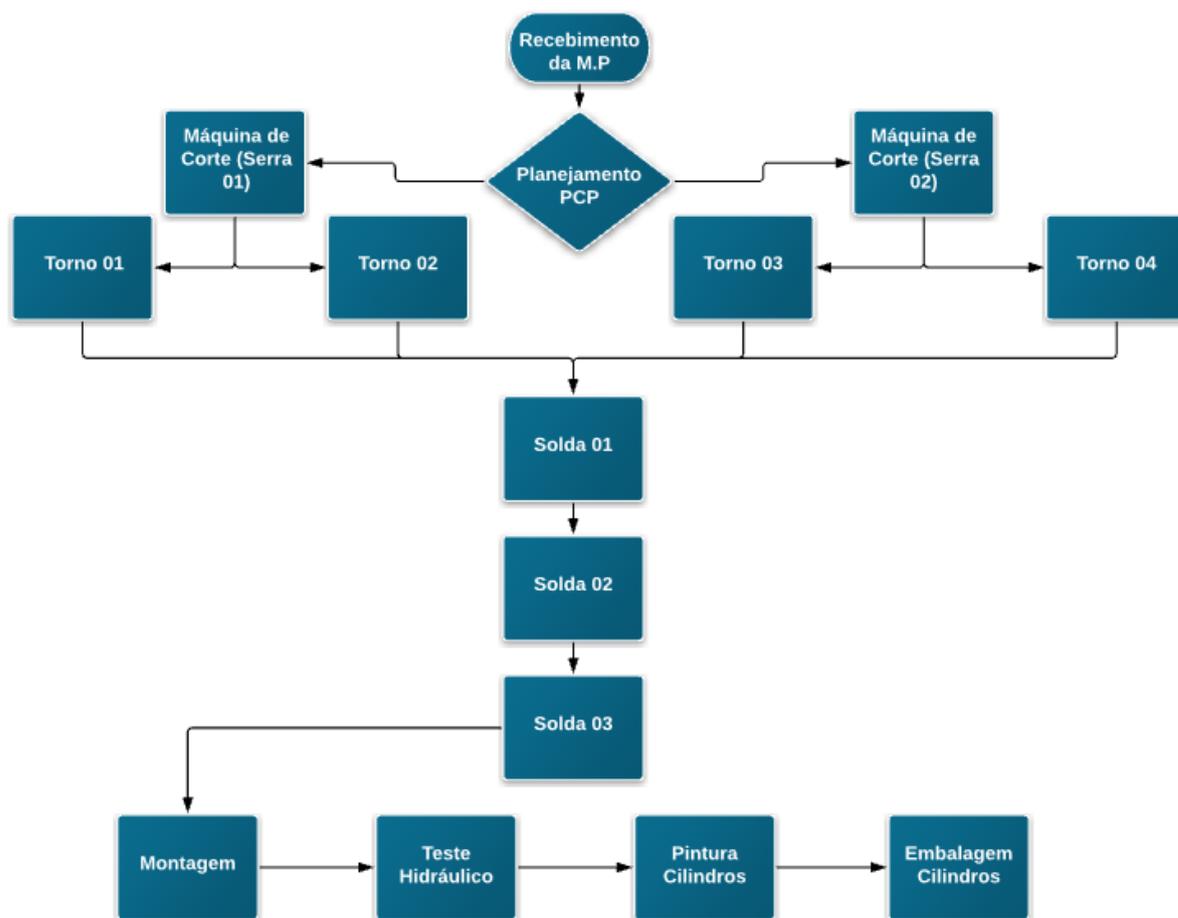
Os pedidos dos clientes chegam até a empresa, através de e-mails, telefonemas, ou por meio dos próprios vendedores que visitam pessoalmente algumas empresas de clientes. Após a confirmação do pedido, o departamento de vendas informa o setor de PCP que faz a programação da produção, adequando a sequência conforme urgência do cliente.

Os pedidos de matéria-prima são realizados pelo departamento de compras, as quais são requisitadas apenas quando não existentes em estoque, ou em períodos irregulares, de acordo com o preço da matéria-prima no mercado. As entregas são realizadas de acordo com a liberação da produção do produto acabado, aliado à necessidade do cliente em recebê-lo.

#### **4.2 Processo Produtivo da Empresa**

Os produtos fabricados pela empresa são cilindros hidráulicos, que utilizam como principais matérias-primas tubos e barras, de aço carbono e ferro fundido. A empresa possui alto estoque de matérias-primas, uma vez que as compras são muito irregulares, essa medida visa tentar garantir que o material esteja sempre disponível. No entanto, quando há a necessidade de fazer compras emergenciais, o fornecedor demora cerca de 7 dias para efetuar a entrega, o que acarreta em um aumento do *lead time*.

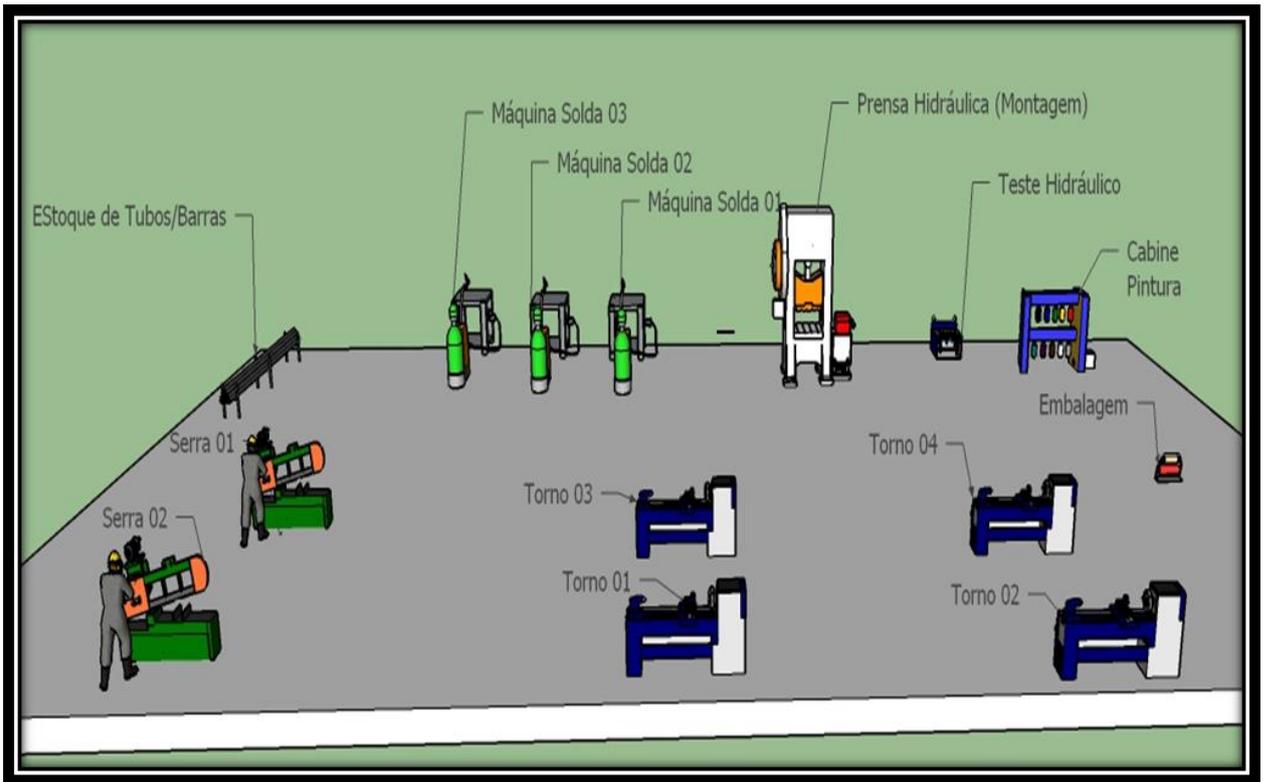
Os componentes do produto final, cilindro hidráulico, passam pelos seguintes processos de fabricação: Corte, Usinagem, Solda, Montagem, Teste Hidráulico, Pintura e Embalagem. O fluxograma do processo produtivo está representado pela Figura 8.



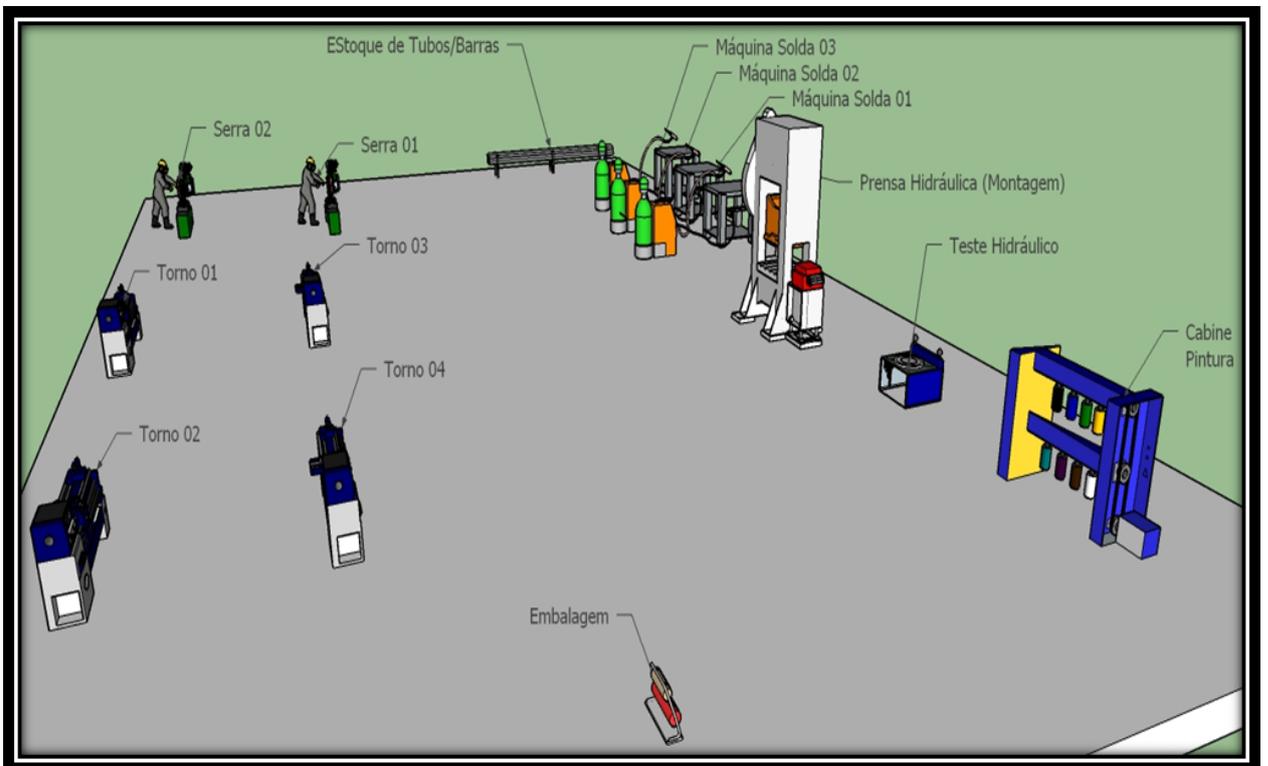
**Figura 8 - Fluxograma do Processo Produtivo**

Os setores produtivos estão distribuídos de forma aleatória, não houve a preocupação de aproximar os setores em que pode ser aplicado o fluxo contínuo. Seguem as ilustrações do layout do processo produtivo, conforme Figuras 9 e 10, representando o cenário atual, antes das propostas de melhoria. Pode-se visualizar todo o maquinário do processo produtivo, e sua distribuição dentro da planta da empresa.

O estoque de matéria-prima fica próximo às máquinas de corte, Serras 01 e 02, que é a primeira etapa do processo produtivo. Em seguida, o material cortado é enviado para os Tornos, onde são realizadas as operações de usinagem, e posteriormente para o setor de Solda. A Montagem dos cilindros é realizada com o auxílio de uma prensa hidráulica, é então feito o Teste Hidráulico dos cilindros, para garantir a confiabilidade dos produtos, por fim os cilindros passam pelo setor de Pintura e Embalagem.



**Figura 9 - Ilustração do Processo Produtivo – Visão Frontal**



**Figura 10 - Ilustração do Processo Produtivo – Visão Lateral**

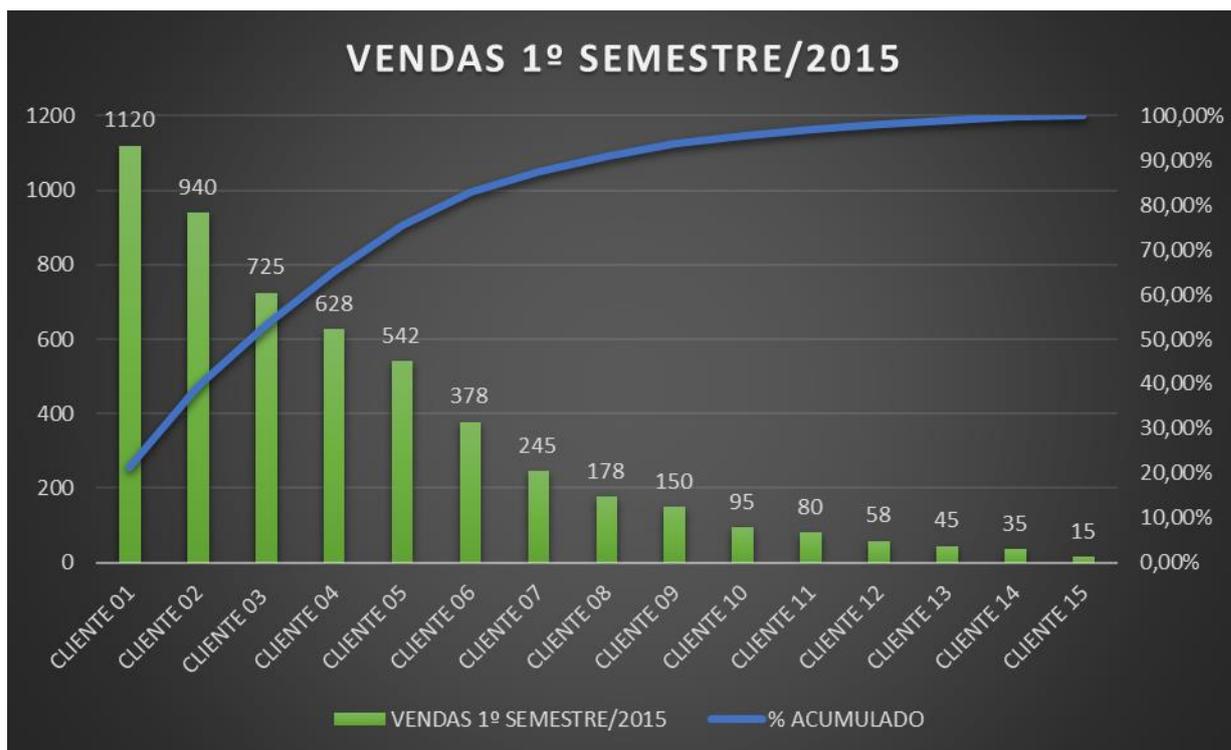
### 4.3 Delimitação da Família de Produtos

De modo a determinar qual família de produtos seria analisada, foram coletados os dados das vendas realizadas no 1º semestre do ano de 2015, ver Tabela 2.

CLIENTE	VENDAS 1º SEMESTRE/2015	% INDIVIDUAL	ACUMULADO	% ACUMULADO	CLASSE
CLIENTE 01	1120	21,40%	1120	21,40%	A
CLIENTE 02	940	17,96%	2060	39,36%	A
CLIENTE 03	725	13,85%	2785	53,21%	A
CLIENTE 04	628	12,00%	3413	65,21%	A
CLIENTE 05	542	10,36%	3955	75,56%	B
CLIENTE 06	378	7,22%	4333	82,79%	B
CLIENTE 07	245	4,68%	4578	87,47%	C
CLIENTE 08	178	3,40%	4756	90,87%	C
CLIENTE 09	150	2,87%	4906	93,73%	C
CLIENTE 10	95	1,82%	5001	95,55%	C
CLIENTE 11	80	1,53%	5081	97,08%	C
CLIENTE 12	58	1,11%	5139	98,18%	C
CLIENTE 13	45	0,86%	5184	99,04%	C
CLIENTE 14	35	0,67%	5219	99,71%	C
CLIENTE 15	15	0,29%	5234	100,00%	C

Tabela 2 - Classes de Pareto

Foi criado um Gráfico de Pareto (Figura 11) determinando qual cliente teve maior participação nas vendas da empresa, no período em questão. Cada cliente compra cilindros hidráulicos fabricados sob encomenda, com as especificações acordadas entre as partes. Como os produtos de um mesmo cliente são para o mesmo tipo de aplicação, variando geralmente apenas as medidas, passam por processos similares, dessa forma foi possível agrupá-los em uma mesma família de produtos.



**Figura 11 - Gráfico de Pareto**

A empresa possui apenas um produto final em todo o seu processo produtivo, o que altera de um produto para outro são algumas variações de manufatura ao longo desse processo produtivo, com mais ou menos etapas de acordo com as especificações do cliente. Como a semelhança é muito grande, definiu-se que as famílias de produtos seriam separadas por cliente, já que possuem processos muito parecidos em todos os modelos de cilindros hidráulicos. Pela análise do Gráfico de Pareto, Figura 11, definiu-se como família de produtos à ser estudada os produtos do Cliente 01.

#### **4.4 Mapa do Fluxo de Valor Atual**

A partir da definição da família de produtos à ser estudada, passou-se a analisar o fluxo do processo produtivo por onde esses produtos passam. Desse modo, foi elaborado o Mapeamento do Fluxo de Valor do Estado Atual, que é como o processo se encontrava no início do período analisado, sem nenhuma melhoria proposta. As observações foram realizadas *in loco*, desse modo pode-se observar com mais clareza o processo produtivo como um todo e realizar as medições de tempo de processamento e o *lead time*.

Os tempos de ciclo e os tempos de troca de cada processo foram coletados por meio de medições realizadas durante o período do presente estudo. Não se trabalhou com tempos de um histórico da empresa, o que dá mais confiabilidade aos dados apresentados para se desenhar o Mapa de Fluxo de Valor Atual. Para definir o número de operadores que realizam a operação no processo selecionado, foi realizada a observação, por diversos dias, para ter a certeza da informação corresponder à rotina da empresa.

Os tempos coletados e o número de operadores em cada processo são expostos, conforme Tabela 3:

Processo	Tempos de Ciclo (s)	Tempo de Troca (min)	Nº de Operadores
Corte	123	15,0	2
Usinagem	520	45,0	4
Solda	270	5,0	3
Montagem	350	-	1
Teste	110	10,0	1
Pintura	25	5,0	1
Embalagem	30	-	1

Tabela 3 - Medições para o Mapa Atual.

Os tempos de operação, em relação ao *takt time* do produto, pode ser visualizado conforme Figura 12. Nota-se que não há nenhuma operação com tempo de ciclo maior que o *takt time*.

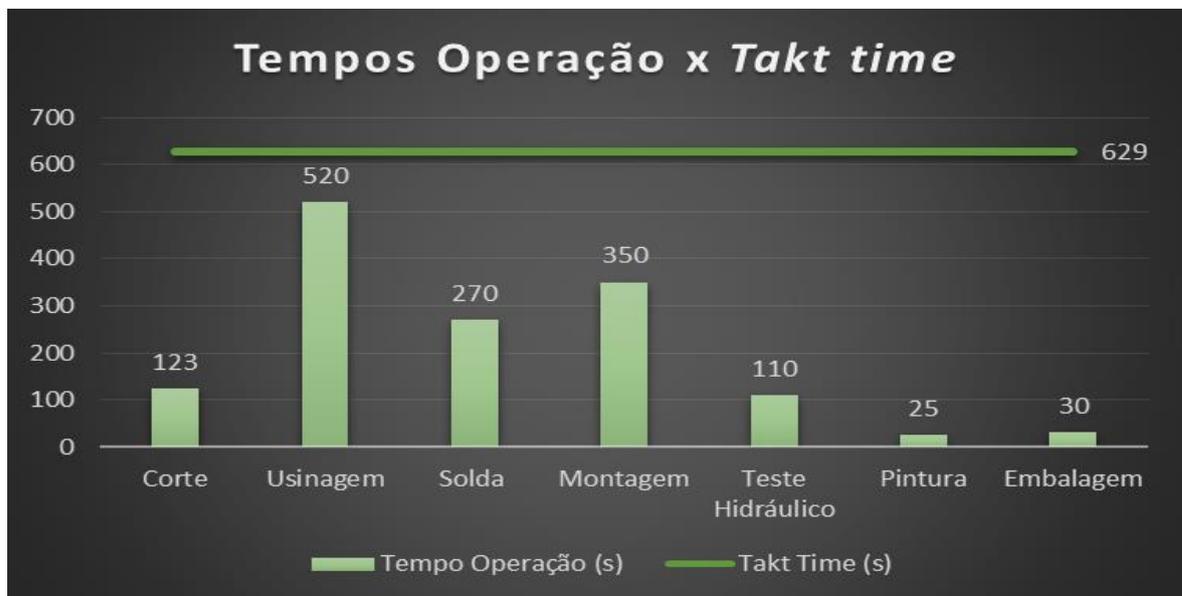


Figura 12 - Tempos de Operação x Takt Time

Os estoques em processo foram definidos de acordo com a contagem de estoque em processo em um dia produtivo corriqueiro. O tempo que esse estoque fica entre os processos também foi observado. Os dados são apresentados por meio da Tabela 4.

<b>Entre os processos</b>	<b>Estoque entre Processos (Quantidade.)</b>	<b>Tempo (dias)</b>
<b>Corte -&gt; Usinagem</b>	40	1,0
<b>Usinagem -&gt; Solda</b>	20	2,7
<b>Solda -&gt; Montagem</b>	25	1,2
<b>Montagem -&gt; Teste</b>	30	1,4
<b>Teste -&gt; Pintura</b>	40	1,3
<b>Pintura -&gt; Embalagem</b>	50	1,5
<b>Embalagem -&gt; Expedição</b>	50	0,4

**Tabela 4 - Estoque entre Processos**

Nota-se uma grande quantidade de estoque entre todos os processos, à medida que o tamanho do lote com que a empresa trabalha é de 50 peças, ele todo acaba por ficar entre os processos de Pintura e Embalagem e entre a Embalagem e Expedição.

A partir das informações coletadas e das observações realizadas no chão de fábrica, pôde-se desenhar o Mapa de Fluxo de Valor Atual, conforme Figura 13.

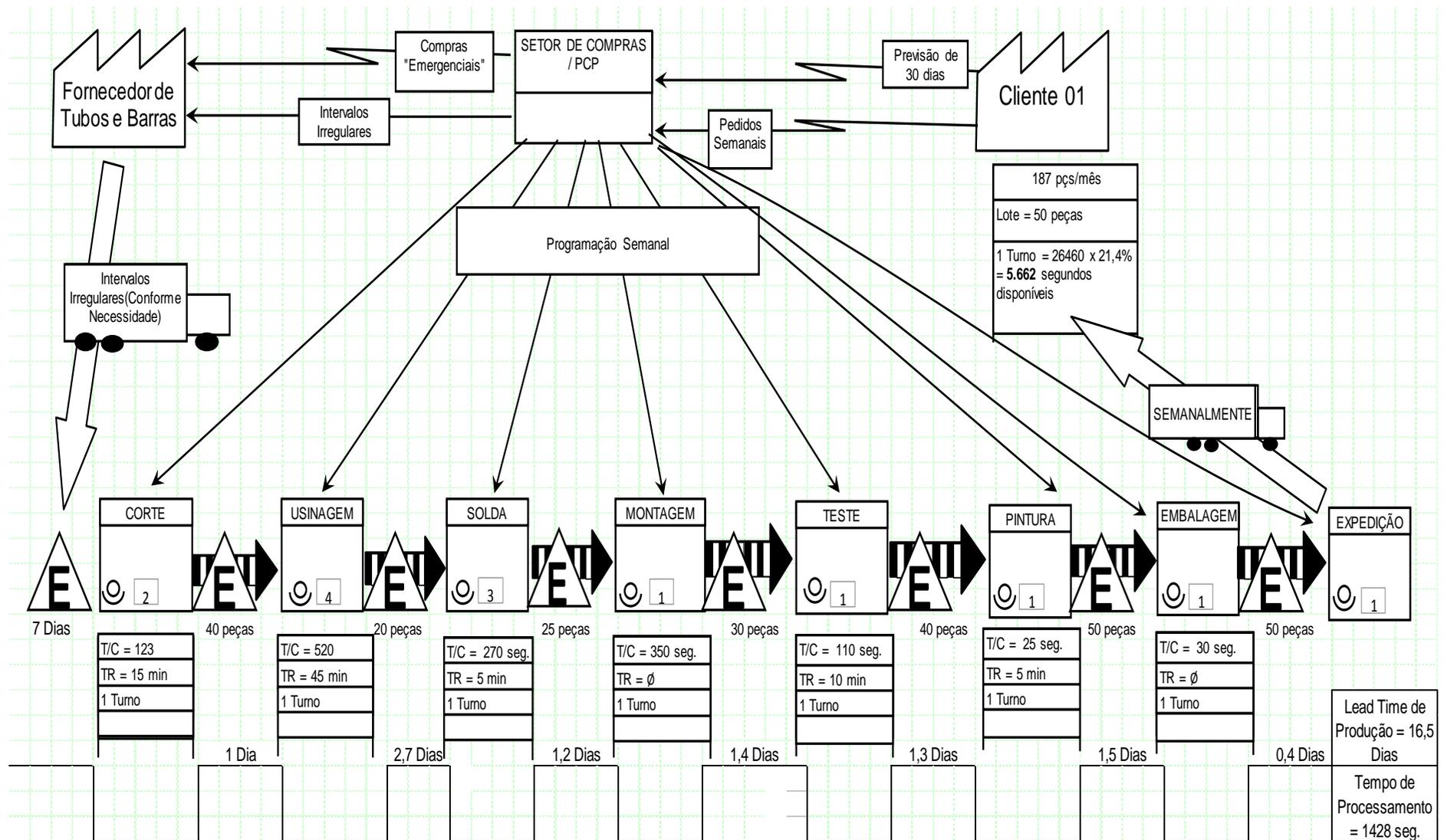


Figura 13 - Mapa do Fluxo de Valor Atual

Analisando a Figura 13, verifica-se que há uma grande diferença entre o tempo de agregação de valor ao produto, 1428 segundos, e o lead time do processo todo. Conforme observado o lead-time da produção aconteceu em 16,5 dias, devido às perdas que ocorreram durante o processo produtivo.

A análise do Mapeamento do Fluxo de Valor Atual possibilitou caracterizar todas as perdas no processo de produção em perdas devido à falta de programação. Devido a esta falta de programação a produção acaba por não acontecer em um fluxo contínuo, gerando assim altos níveis de estoque em processo, *Work in process* (WIP), e produzindo muitas vezes além do necessário.

Outro tipo de espera que pôde ser observado através do Mapeamento do Fluxo de Valor Atual foi a perda de tempo por espera de matéria-prima, o que gerou uma produção parada por aproximadamente 7 dias devido à dependência dos tubos e barras utilizados no processo produtivo.

Na tentativa de reduzir o *Lead Time* de produção, para que este fique o mais próximo possível do tempo de agregação de valor, e buscando mudar o tipo de produção de empurrada para uma produção que opere em um fluxo contínuo ou, caso esse não seja possível no processo todo, para uma produção puxada, e procurando diminuir o estoque de produto acabado localizado antes do processo de Expedição, iniciou-se o processo de elaboração do Mapa do Estado Futuro.

#### **4.5 Mapa do Fluxo de Valor Estado Futuro**

Para elaboração do Mapa do Estado Futuro, procurou-se responder algumas questões chave, que norteiam os esforços e ajudam a visualizar de forma mais clara onde é preciso interferir. A seguir o desenrolar e o resultado de cada uma dessas questões são destacados.

1<sup>a</sup>. Qual é o *takt time* para a família de produtos escolhida?

O tempo de trabalho disponível por dia é de 7 horas e 21 minutos ou 26.460 segundos.

A demanda mensal do cliente, assim como representada no Mapa do Estado Atual, é de aproximadamente 187 peças por mês, o que representa, em média, 21,4% dos pedidos da empresa. Dessa maneira, a disponibilidade dos equipamentos para essa família de produtos, que também é utilizada para os outros produtos é:

$$\text{Tempo disponível para família de produtos} = 26.460 \text{ segundos} * 21,4\% = 5.662 \text{ segundos/dia.}$$

Considerando os dias úteis por mês, que são os dias trabalhados pela empresa, em 22 dias, a demanda diária é de aproximadamente 9 cilindros por dia.

$$\text{Demanda Diária (Cliente 01)} = 187 \text{ cilindros}/22 \text{ dias} = 9 \text{ cilindros/dia}$$

O takt time é, portanto de 629 segundos, o que significa que os clientes requerem um cilindro hidráulico a cada 629 segundos e que o processo puxador deveria produzir um cilindro hidráulico segundo essa mesma frequência.

$$\text{Takt time} = \frac{5.662 \text{ segundos}}{9 \text{ cilindros hidráulicos}} = 629 \text{ segundos}$$

Esse valor do takt time, de 629 segundos é maior do que os tempos de todos os processos produtivos da empresa. Isso sugere que o problema da empresa são os desperdícios ao longo do processo produtivo, já que a empresa atrasa algumas entregas para o cliente e com base nos tempos de produção, a demanda do cliente deveria ser suprida mesmo sem as melhorias implementadas. Isso torna as melhorias propostas para o MFV Futuro fundamentais para entregar os produtos no tempo solicitado pelo cliente.

2<sup>a</sup>. Em relação aos produtos acabados, a empresa produzirá para um supermercado do qual os clientes puxam ou diretamente para a expedição?

A princípio optou-se por produzir para um supermercado de produtos acabados, do qual os clientes puxam seus produtos, devido à imprevisibilidade da demanda dos clientes. A partir da implementação das mudanças do Mapa do Fluxo de Valor do Estado Futuro e a possível confirmação da validade das propostas apresentadas, a empresa pode optar por produzir diretamente para expedição.

O supermercado de produtos acabados possuirá um *kanban* de produção, que será enviado à produção no momento em que cilindros hidráulicos acabados forem puxados pelo cliente. Ao retirar o produto acabado do supermercado para realizar a entrega, o responsável pela expedição envia o respectivo *kanban* de produção de volta para o setor de embalagem.

3°. Onde é possível usar um fluxo contínuo?

Pode-se utilizar o fluxo contínuo entre os setores Corte e Usinagem, mas é preciso fazer o balanceamento da linha. Para que a Usinagem reduza seu tempo, foi proposto um *kaizen*, onde cada operador deverá executar uma etapa do processo de Usinagem e diminuindo os tempos de troca, através do SMED.

É possível também utilizar o fluxo contínuo entre os processos desde o setor de Montagem até o setor de Pintura, passando pelo setor de Teste Hidráulico, a proximidade no *layout* entre as operações favorece o fluxo contínuo, não sendo necessário alterá-lo.

Já entre os processos de Solda e Montagem não é possível utilizar o fluxo contínuo, uma vez que os cilindros saem muito quentes do processo de Solda, e não seria possível que o operador da Montagem os manuseasse imediatamente após o término do processo, mas é possível reduzir o *lead time*, através de proposta *kaizen*.

O que impede o fluxo contínuo entre a Pintura e a Embalagem é o tempo necessário para secar a tinta. Mas é possível elaborar um *kaizen* para reduzir esse tempo de secagem, diminuindo o *lead time* entre esses processos.

4°. Entre quais processos será preciso introduzir o sistema puxado com supermercado?

Um sistema puxado com supermercado precisará ser introduzido, além do supermercado de produtos acabados, entre os processos de Solda e Montagem, devido a impossibilidade do manuseio dos produtos advindos da Solda imediatamente após o término da operação, por estarem muito quentes. Entre os processos de Pintura e Embalagem, a introdução do sistema puxado com supermercado também será necessária.

5°. Qual é o único ponto da cadeia de produção que a empresa deveria programar?

O processo de Embalagem será o único ponto da cadeia de produção que terá sua produção programada, sendo este denominado de processo puxador, uma vez que todos os processos posteriores ao processo puxador precisam estar em fluxo. Como o fluxo contínuo não pôde ser alcançado em toda a linha produtiva, o último processo servirá de processo puxador.

6°. Como foi realizada a distribuição da produção de diferentes produtos uniformemente no decorrer do tempo no processo puxador.

O mix de produção será nivelado da seguinte forma: os produtos acabados correspondentes aos pedidos do dia serão retirados por meio de *kanbans* de retirada do supermercado de produtos acabados e encaminhados à expedição; os *kanbans* de produção provenientes da retirada desses produtos e enviados até o processo puxador como sinalizadores da produção.

7°.Quais melhorias de processo serão necessárias para o fluxo de valor da empresa funcionar como está descrito no Mapa de Fluxo de Valor Futuro?

Serão diversos pontos à serem melhorados, de acordo com *kaizens* ao longo de boa parte do processo produtivo. A implementação de SMED na Usinagem e no setor de Corte. A criação de supermercados entre os processos onde não foi possível o fluxo contínuo.

Esses pontos de melhoria serão apresentados com mais detalhes no tópico seguinte.

Após responder as questões chave acima pôde-se enxergar com mais clareza os pontos onde as mudanças serão feitas, e desse modo construir o Mapa do Estado Futuro.

#### 4.6 Ações para Melhoria na Unidade Produtiva

A partir das respostas às questões chave, que direcionaram para a construção do Mapa de Fluxo de Valor Futuro, utilizou-se os passos recomendados pela literatura para elaboração das ações para melhorias relacionadas à dinâmica da unidade produtiva. Os pontos onde foram propostas as melhorias e os passos que podem ser seguidos para alcançar esse novo cenário são apresentados a seguir, sintetizadas pela Tabela 5, e detalhadas na sequência.

Propostas de Melhoria
1 - Programar entregas periódicas junto ao fornecedor para diminuição do Tempo de Espera para recebimento de matéria-prima (barras/tubos)
2 - Introduzir um supermercado para produtos acabados entre o processo de Embalagem e a Expedição
3 - Balanceamento de Linha - Dividir processo de Usinagem em 2 processos
4 - Utilização da Folha de Análise de Troca de Ferramentas para diminuir os tempos de troca dos processos de Corte e Usinagem
5 - Introduzir um supermercado entre os processos de Solda e Montagem
6 - Introduzir um supermercado entre os processos de Pintura e Embalagem
7 - Mudança da tinta de pintura (tinta secagem rápida)

Tabela 5 - Propostas de Melhoria

É importante realizar um acordo junto aos fornecedores para que as entregas de matéria-prima sejam realizadas periodicamente, em um período de aproximadamente uma semana. Ainda haverá certo estoque, mas limitado a uma semana de produção. O tempo de entrega pelo fornecedor de tubos e barras será combinado em 1 dia, mas com as entregas programadas, não faltará material para a produção, diminuindo assim os 7 dias de uma possível espera para 1

dia. Os cartões *kanban* servirão de disparada para que o comprador acione o fornecedor, que faz a entrega da matéria-prima no dia seguinte.

O controle dos supermercados entre os processos, será realizado através dos cartões *kanban*, que serão enviados aos processos cliente e fornecedor, conforme necessidade. A implementação dessa ferramenta é relativamente simples, porém é importante que seja apresentado um treinamento aos operadores para entenderem a lógica do *kanban*.

De modo a tentar reduzir o tempo de ciclo da Usinagem como um todo, será realizado um balanceamento da linha. Atualmente são 4 os operadores, trabalhando em 4 turnos diferentes, que realizam todo o processo de usinagem, com tempo total de ciclo de 520 segundos. A proposta é dividir a operação total em 2 operações menores, onde cada operador realizará o torneamento de uma etapa. Como as peças são simétricas, a operação de usinagem é praticamente a mesma, então dividindo em 2 operações, cada operador faria um lado da peça. Dessa maneira, cada operação terá um tempo de ciclo de 260 segundos.

O SMED é proposto nos processos de Corte e Usinagem, como forma de combater alto Tempo de Troca dessas operações, o objetivo é reduzir os tempos de troca dos atuais 15 minutos para o Corte e 45 minutos para Usinagem para menos de 10 minutos em ambos os casos.

Foi feita então uma Folha de Análise de Troca de Ferramentas, para conseguir enxergar onde se podia ganhar tempo na troca. A identificação das etapas de troca de ferramentas que podiam ser otimizadas foi realizada através de observações e conversas informais com os operadores e com o encarregado de produção.

Com a implementação das propostas, será possível reduzir os tempos de Troca de Ferramentas. Para o Corte, a redução será dos atuais 15 minutos para 10 minutos, já para Usinagem os atuais 45 minutos serão reduzidos para 15 minutos. A melhoria dos tempos pode ser verificada na Tabela 6.

Setor	Tempo de Troca Atual	Tempo de Troca Proposto	Melhoria
Corte	15 minutos	10 minutos	33,30%
Usinagem	45 minutos	15 minutos	66,70%

Tabela 6 - Melhoria dos Tempos de Troca de Ferramentas

As Folhas de Análise de Troca de Ferramentas dos setores de Corte e Usinagem são apresentadas conforme Figuras 14 e 15, respectivamente.

FOLHA DE ANÁLISE DE TROCA DE FERRAMENTAS - SMED									
Operação		Troca de Ferramentas Usinagem			Data	-		Elaborado por:	
Máquina		Máquinas de Corte			Área:	Setor Corte		Bruno Pissinatto	
Produto		Cliente 01			Setor:	Corte		Tempo	
Tempo de Troca		15 minutos (900 segundos)			Líder:	Encarregado de Produção		CLASSIFICAÇÃO	
Seqüência	Elemento de Trabalho	Como fazer	Porque	Tempo Atual Seg.	INICIAL		PROPOSTO		
					Interno	Externo	Interno	Externo	
1	Verificação da Serra Fita à ser utilizada para cortar determinado Tubo/Barra	Criação de Lista de qual tipo de Serra utilizar em cada caso	Atualmente o operador precisa consultar uma Tabela	180	0	180	0	60	
2	Realizar a troca da Serra Fita	Criação de Instrução de Trabalho e Treinamento do Operador	Atualmente o operador não segue um padrão para troca	300	300	0	240	0	
3	Amaciar a Serra Fita	Criação de Tabela dos tempos necessários para amaciar Serra Fita	Atualmente Operador faz conforme experiência	420	420	0	300	0	
		33,3%		RESULTADO DA ANÁLISE	TEMPOS TOTAIS (Seg)				
					900	INICIAL		PROPOSTO	
						Interno	Externo	Interno	Externo
				720	180	540	60		

Figura 14 - Folha de Análise de Troca de Ferramentas - Corte

FOLHA DE ANÁLISE DE TROCA DE FERRAMENTAS - SMED										
Operação		Troca de Ferramentas Usinagem			Data	-		Elaborado por:		
Máquina		Tomos do Setor de Usinagem			Área:	Setor Usinagem		Bruno Pissinatto		
Produto		Cliente 01			Setor:	Usinagem		Tempo		
Tempo de Troca		45 minutos (2.700 segundos)			Lider:	Encarregado de Produção		CLASSIFICAÇÃO		
Sequência	Elemento de Trabalho	Como fazer	Porque	Atual seg.	CLASSIFICAÇÃO					
					INICIAL		PROPOSTO			
					Interno	Externo	Interno	Externo		
1	Verificação das ferramentas à serem utilizadas	Criação de Lista de Ferramentas	Atualmente o operador utiliza as que julga necessárias	300	0	300	0	60		
2	Verificação das ferramentas disponíveis	Seperação das ferramentas antecipadamente, por um auxiliar	Atualmente o operador precisa verificar quais ferramentas estão disponíveis	600	0	600	0	0		
3	Retirada das ferramentas da Torre do Torno	Deixar mais ferramentas na Torre das Máquinas	A Torre do Torno comporta mais ferramentas do que são utilizadas em cada operação	300	240	60	120	0		
4	Colocação das Ferramentas na Torre	Auxiliar prepara as ferramentas	Operador não perde tempo preparando as ferramentas	900	300	600	300	0		
5	Verificação dos Consumíveis	Deixar consumíveis separados no local da operação	Atualmente operador precisa verificar os consumíveis e buscá-los para operação	300	120	180	120	0		
6	Zerar ferramentas	Deixar programas das máquinas ajustados	Atualmente o operador precisa ajustar os programas em certas ocasiões	300	300	0	300	0		
					TEMPOS TOTAIS (Seg)					
					ATUAL		INICIAL		PROPOSTO	
						Interno	Externo	Interno	Externo	
					2700	960	1740	840	60	
66,7%		Melhoria Obtida		RESULTADO DA ANÁLISE						

Figura 15 - Folha de Análise de Troca de Ferramentas - Usinagem

Outras melhorias, *kaizen*, foram propostas para que se alcançasse o Mapa Futuro. Não sendo possível implementar o fluxo contínuo entre os processos de Solda e Montagem, a melhoria que pode ser feita é a diminuição do *lead time* e estoque entre esses processos. Definiu-se que é possível que após 10 minutos do término do processo de Solda, a peça já esfriou e o operador da Montagem já consegue manusear o cilindro hidráulico. Dessa forma, diminuiu-se o *lead time* de 1,2 dias para 10 minutos nesse caso.

De forma semelhante, não é possível que o processo de Embalagem manuseie os cilindros hidráulicos logo após o término da operação de Pintura. Uma forma de otimizar esse processo seria a aquisição de uma estufa para secagem dos cilindros, no entanto, devido à realidade financeira da empresa, essa aquisição não seria prioridade, devido aos altos custos. Uma solução mais viável foi a utilização de uma tinta de secagem rápida, que diminuiria o tempo de secagem dos atuais 1,5 dias para aproximadamente 0,5 dia.

Levantadas todas as ações de melhorias propostas para o processo produtivo pôde-se elaborar um plano de ação utilizando a ferramenta 5W 1H, conforme Figura 16. Um plano de ação é o conjunto de medidas não desdobráveis (ações) suficientes para se atingir determinada meta com mais eficácia (CAMPOS, 2004). Sintetizou-se dessa maneira cada uma das medidas sugeridas, estabeleceu-se os possíveis responsáveis e prazos para a execução das mesmas, expôs-se os motivos que as justificam e apresentou-se os procedimentos necessários para a sua implementação.

PLANOS DE AÇÃO - 5W 1H					
PROJETO: MELHORIA PARA O PROCESSO PRODUTIVO					
META: IMPLEMENTAR O MAPA DE FLUXO DE VALOR ESTADO FUTURO E DIMINUIR O LEAD TIME					
MEDIDA (WHAT)	RESPONSÁVEL (WHO)	PRAZO (WHEN)	LOCAL (WHERE)	RAZÃO (WHY)	PROCEDIMENTO (HOW)
1 - Programar entregas periódicas junto ao fornecedor para diminuição do Tempo de Espera para recebimento de matéria-prima (barras/tubos)	Comprador	-	Setor Produtivo	O prazo de entrega atual de recebimento de matéria-prima é de 7 dias, o que aumenta o <i>lead time</i> do produto.	Fazer uma programação mensal da necessidade de matéria-prima e fazer o pedido semanal.
2 - Introduzir um supermercado para produtos acabados entre o processo de Embalagem e a Expedição	Autor	-	Setor Produtivo	Optou-se por produzir para um supermercado de produtos acabados, do qual os clientes puxam seus produtos, devido à imprevisibilidade da demanda dos clientes.	Dimensionar a quantidade de produtos acabados para cada variedade do mix de produtos que o supermercado deverá conter.
3 - Balanceamento de Linha - Dividir processo de Usinagem em 2 processos	Encarregado de Produção	-	Setor Produtivo	Devido ao fato desse processo ter o maior tempo de ciclo, analisou-se a viabilidade de subdividi-lo.	Dividir o processo, de modo que cada novo processo fique responsável por usinar 1 lado do cilindro hidráulico, visando divisão do tempo de ciclo.
4 - Utilização da Folha de Análise de Troca de Ferramentas para diminuir os tempos de troca dos processos de Corte e Usinagem	Autor	-	Setor Produtivo	Devido aos altos tempos de troca dos processos de Corte e Usinagem	A partir da Folha de Análise de Troca de Ferramentas, implementar as ações para diminuição dos tempos de troca.
5 - Introduzir um supermercado entre os processos de Solda e Montagem	Autor	-	Setor Produtivo	Devido à impossibilidade de manusear as peças logo após o processo de solda, por estarem muito quentes. Diminuir o <i>lead time</i> atual de 1,2 dias para 10 minutos.	Definir a quantidade de peças desse supermercado.
6 - Introduzir um supermercado entre os processos de Pintura e Embalagem	Autor	-	Setor Produtivo	Devido à impossibilidade de manusear os cilindros logo após a pintura, tem de haver um tempo de secagem.	Definir a quantidade de peças desse supermercado.
7 - Mudança da tinta de pintura (tinta secagem rápida)	Encarregado de Produção	-	Setor Produtivo	Diminuir o <i>lead time</i> de secagem dos atuais 1,5 dias para 0,5 dia.	Pesquisar sobre qual tinta de secagem rápida é mais

Figura 16 - Planos de Ação para melhorias

Com todas as propostas sugeridas e com um plano de ação elaborado para que fosse possível implementar tais propostas, confeccionou-se o Mapa de Fluxo de Valor – Estado Futuro, conforme Figura 17. Nota-se que se implementadas as propostas de melhoria, o *lead time* dos cilindros hidráulicos do Cliente 01 cairiam de 16,5 dias, para apenas 2,5 dias.

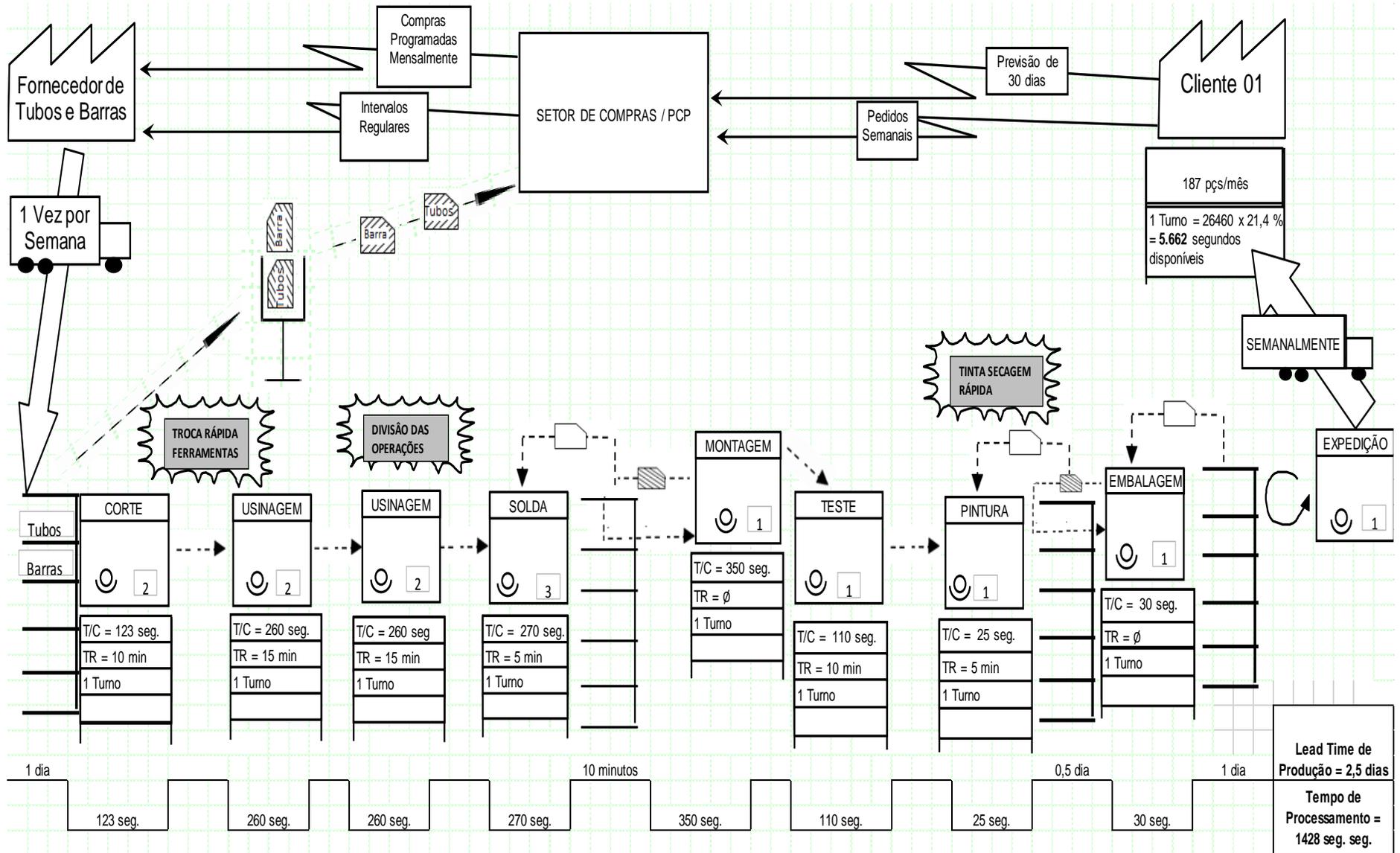


Figura 17 - Mapa de Fluxo de Valor - Estado Futuro

Com o Mapa de Fluxo de Valor – Estado Futuro construído, pôde-se ter uma visão mais clara dos ganhos alcançados com as propostas de melhoria. O ponto mais relevante foi a diminuição do *lead time* de 16,5 dias, cenário atual, para apenas 2,5 dias, conseguido através da implementação de fluxo contínuo entre os processos, supermercado e a negociação de entregas programadas com o fornecedor. O *lead time* com as propostas do MFV Futuro implementadas representa 15,15% do *lead time* anterior, uma redução extremamente significativa.

No cenário atual, entre todos os processos havia grande quantidade de estoque. A eliminação de estoque entre os processos, apenas material em supermercados, é outro ponto bastante relevante que pode ser alcançado se implementadas as propostas de melhoria, conforme Tabela 7.

Entre os Processos	Estoque entre Processos (Atual)	Estoque entre Processos (Futuro)
Corte -> Usinagem	40	-
Usinagem -> Solda	20	-
Solda -> Montagem	25	Supermercado
Montagem -> Teste	30	-
Teste -> Pintura	40	-
Pintura -> Embalagem	50	Supermercado
Embalagem -> Expedição	50	Supermercado

Tabela 7- Estoque entre Processos: Atual x Futuro

A melhoria nos tempos de troca, conseguidas através da utilização da ferramenta SMED, foram bastante consideráveis, os tempos de troca das máquinas do Setor de Corte caíram de 15 minutos para 10 minutos, e os tempos de troca do setor de Usinagem caíram de 45 minutos para 15 minutos.

## 5 CONCLUSÃO

### 5.1 Considerações Finais

O principal objetivo do trabalho consistiu em Mapear o Fluxo de Valor, a partir dos preceitos do Sistema Toyota de Produção, identificando os desperdícios e elaborando um plano de ações de melhorias para uma empresa do setor metal-mecânico.

Esse objetivo foi alcançado durante a etapa do desenvolvimento do trabalho, que foi realizada a partir do embasamento teórico fornecido pela revisão de literatura, e que resultou na proposta de um plano de ações de melhorias contendo medidas para que a empresa possa vir a se tornar uma empresa mais competitiva no cenário atual, buscando sempre melhorar a qualidade do seu produto e aumentar a sua confiabilidade com os seus clientes.

Observou-se por meio das análises dos dados coletados que existe uma viabilidade de propor melhorias que visam à redução de fontes de desperdícios, especialmente os estoques entre processos. A ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor possibilitou a visualização dos desperdícios ocorridos entre os processos, das relações entre empresa-cliente e empresa-fornecedor.

Por meio de análises foi possível propor melhorias para gerar fluxos contínuos em algumas operações e deste modo possibilitando haver uma maior redução das fontes de desperdícios. Com estas análises realizadas o Mapeamento de Fluxo de Valor Futuro foi estabelecido com a utilização de todas as melhorias propostas, as quais demonstram potencial de gerar uma significativa redução no tempo de *lead time* do processo.

O *takt time* mostrou-se maior que o tempo de ciclo das operações, pode-se dessa forma concluir que a empresa não utiliza toda a sua capacidade produtiva. Sendo os tempos de ciclo menores que o *takt time*, o que impedia a empresa de entregar ao Cliente 01 os pedidos no tempo solicitado eram os inúmeros desperdícios ao longo de todo o processo, que foram em parte eliminados com as propostas do Mapa de Fluxo de Valor Futuro.

## **5.2 Barreiras e Limitações**

As barreiras encontradas no desenvolvimento do presente trabalho deveram-se ao fato da resistência por parte da empresa em autorizar o uso dos dados do processo produtivo, não sendo autorizado o uso do nome da empresa. A coleta dos dados também foi difícil, devido à falta de padronização na execução das atividades por parte dos operadores, o que atrapalhou a coleta dos tempos e outras informações requeridas pelo Mapeamento do Fluxo de Valor.

O estudo ficou limitado ao mapeamento do fluxo de valor interno à empresa, não abrangendo o fluxo de valor dos fornecedores nem do usuário final, conforme proposto por Rother e Shook (2003). O estudo se restringiu a mapear o estado futuro e propor um plano de ações de melhorias, não tendo realizado a implementação do mesmo.

## **5.3 Trabalhos Futuros**

O presente trabalho pode ser prosseguido com a efetiva implementação das propostas aqui apresentadas, fazendo uma análise quantitativa da situação futura com o Mapa de Fluxo de Valor Futuro realmente sendo posto em prática.

Outro ponto poderia ser a ampliação do estudo, abrangendo não só a própria empresa objeto do estudo de caso, mas também os outros elos da cadeia produtiva, fornecedores e cliente final.

## 6 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. A. C. **Desenvolvimento e Aplicação de um Método para Implementação de Sistemas de Produção Enxuta utilizado os Processos de Raciocínio da Teoria das Restrições e o Mapeamento do Fluxo de Valor**. Dissertação – Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

BOENTE, A.; BRAGA, G. Metodologia científica contemporânea para universitários e pesquisadores. **Rio de Janeiro: Brasport**, p. 79-98, 2004.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC Controle da Qualidade Total no estilo japonês**. 8. ed. Nova Lima, MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004. 256 p.

CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A. **Administração de Produção e de Operações**. São Paulo: Atlas, 2004.

FELD, W. M. **Lean Manufacturing: tools, techniques and how to use them**. Boca Raton: St. Lucie Press, 2000. 228 p.

FERREIRA, R. U.; DE OLIVEIRA VALENTE, C. M. LOGÍSTICA ENXUTA: DISTRIBUIÇÃO COM BASE NA TÉCNICA LEAN THINKING. In: **Proceedings of World Congress on Systems Engineering and Information Technology**. 2013. p. 125-129.

FILHO, J. G. B C. Aplicação da padronização do método de trabalho segundo uma metodologia baseada na produção enxuta: um estudo de caso. **Trabalho de Graduação. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP**, 2007

GHINATO, P. (2000) - **Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações**. Ed.: Almeida & Souza, Editora Universitária da UFPE, Recife

GONÇALVES, Juliana Maria Silva; SANTOS, Luciano Costa; GOHR, Cláudia Fabiana. Uma análise das publicações sobre produção enxuta nos principais periódicos nacionais de Engenharia de Produção. **Revista Eletrônica Produção em Foco**, v. 3, n. 2, 2013.

HINES, P., HOLWE, M., RICH, N., (2004), **Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking**, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 24, Nº. 10, pp. 994-1011.

LEAN INSTITUTE BRASIL. <http://www.lean.org.br/template.aspx>. Acesso em: 31 de jul. 2015.

LÉXICO LEAN. **Glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, v. 1.0, 2003. 97 p.

LIMA, C. H. B. **Evento Kaizen na Indústria Automobilística Brasileira: Um estudo de Caso**. 2010. 76p. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

MARTINS, Cátia Alexandra Lemos. **APLICAÇÃO DO LEAN THINKING NUMA EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAL ELÉCTRICO - REXEL**. 2012. 66 f. Tese (Mestrado) - Curso de Gestão, Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, 2012.

NETTO, Natália Calderon. **ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALORES (MFV) EM PROCESSOS QUÍMICOS**. 2013. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Industrial Química, Universidade de São Paulo, Lorena, 2013.

PIZZOL, W. A.; MAESTRELLI, N. C. Uma proposta de aplicação do mapeamento do fluxo de valor a uma nova família de produtos. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, v. 24, 2005.

REALI, L. P. **Aplicação da técnica de eventos Kaizen na Implantação de Produção Enxuta**: estudo de caso em uma empresa de autopeças. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006. 103 p.

ROSA, Davi Cabral. **APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL-MECÂNICO**. 2008. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

ROTHER, M. SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício**. São Paulo. Lean Institute Brasil, 2003.

SANTANA, José Carlos Curvelo; CALARGE, Felipe; SERRA, Fabiana Giusti. **ESTUDO DE CASO : APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO NO PROCESSO DE MANUFATURA PARA MELHORIA DA QUALIDADE**. In: SAFETY, HEALTH AND ENVIRONMENT WORLD CONGRESS, 14, 2014, Cubatão. ;. Cubatão: Copec, 2014. p. 290 - 295.

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; SANTOS, E. K. DOS. **Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para a implementação da produção enxuta na fábrica de fios de cobre**. Revista Gestão Industrial, v. 7, n. 4, p. 118-139, 2011.

SCIUTO, Joseleine Maria. **ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO E PRODUÇÃO ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA GRANDE EMPRESA METAL-MECÂNICA**. 2012. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

SEBRAE. <http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcddtexto=4154>. Acesso em: 31 de jul. 2015.

SHINGO, Shigeo, **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman Companhia, 1996.

SILVA, Allan Elias. **ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO FOCADA EM JUST IN TIME E MELHORIA CONTÍNUA**. In: *Colloquium Humanarum*. 2015. p. 45-57.

TAPPING D., SCHUKER T. Lean Office: **Gerenciamento do Fluxo de Valor para áreas administrativas**. 1. ed. São Paulo: Leopardo Editora, 2010.

TARDIN, G. G.; LIMA, P. C. O papel de um quadro de nivelamento de produção na produção puxada: um estudo de caso. **São Paulo: XX ENEGEP-Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2000.

VENTURA MMO. Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa. **Rev SOCERJ**. v. 20,n.5, p 383-6, 2007.

WEBER, Gustavo; PASQUALINI, Fernanda; SIEDENBERG, Dieter Rugard. **Mapeamento do Fluxo de Valor em um Sistema Produtivo: Aplicação em uma célula de soldagem**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO, XXXIII. 2013, Salvador. **A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos**. Salvador: Enegep, 2013.

WITTENBERG, G. Kaizen: the many ways of getting better. **Assembly Automation**, v. 14, n. 4, p. 12-17. MCB University Press, 1994.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T., ROOS, D. **A Máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 360 p.

WOMACK, James P. JONES, Daniel T. **Soluções enxutas: como empresas e clientes conseguem juntos criar valor e riqueza**. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

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