

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

**Uma Proposta de Redução de Desperdícios em uma  
Empresa Metalúrgica por meio do Mapeamento de Fluxo de  
Valor**

*Jaqueline da Silva Santos*

**TCC-EP-2015**

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

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

**Proposta de Redução de Desperdícios em uma Empresa  
Metalúrgica por meio do Mapeamento de Fluxo de Valor**

*Jaqueline da Silva Santos*

**TCC-EP-2015**

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

*Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Msc. Syntia Lemos Cotrim*

**Maringá - Paraná  
2015**

**DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus. Ao meu pai, José, in memoriam, a minha mãe Aparecida, aos meus irmãos Anderson e Jonatan e todos os que me apoiaram durante meus cinco anos de curso.*

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,  
mas pensar aquilo que ninguém pensou, sobre  
aquilo que todo mundo vê.*

Arthur Schopenhauer

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, o centro de todas as coisas na minha vida, por me guiar, me proteger, por renovar a cada momento a minha força e por me conceder discernimento ao longo da minha caminhada.

Agradeço a minha mãe, Aparecida, a mulher mais guerreira que eu conheço, pelas orações, por ser minha motivação e por sempre acreditar em mim. Aos meus irmãos, Anderson e Jonatan, por todo apoio, sem eles não seria possível. Ao meu padrasto Pedro, que também foi muito importante na minha trajetória. E a toda minha família que é a melhor parte de mim.

Agradeço a orientadora Syntia Lemos por toda ajuda, pelas excelentes aulas e por ser um grande exemplo profissional para mim.

As professoras Camila Leal e Karla Fabrícia de Oliveira por todo carinho, preocupação e por sempre terem as palavras certas quando eu mais preciso, meu mais sincero obrigada.

Agradeço a todos os mestres que passaram pela minha trajetória durante esses cinco anos que contribuíram para engenheira que me torno.

Meu agradecimento aos meus amigos que já faziam parte da minha vida (e permanecem).

Aos colegas de turma, que se tornaram amigos ao longo dessa trajetória, agradeço pelos momentos compartilhados, pelo companheirismo e por, de alguma maneira, terem tornado minha vida acadêmica cada dia mais confortável. Peço a Deus que os abençoe e preencha seus caminhos com muita paz, amor e que nos ajude a ser excelentes profissionais.

## RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre a proposta de aplicação de conceitos e técnicas do Sistema *Toyota* de Produção em uma empresa metalúrgica. Partindo do problema de aumento da complexidade e necessidade de maior competitividade no ambiente na qual a empresa está inserida, o objetivo foi analisar e propor melhorias para reduzir o *lead time* através da redução de estoques intermediários e aumento da flexibilidade da produção, tornando o fluxo mais enxuto. Para isso foi utilizada a ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor para a família de produtos conhecida como caçarolas e frigideiras, denominada Família 1. O Mapeamento do Fluxo de Valor permite às empresas visualizar seus desperdícios e buscar melhorias no fluxo de forma a agregar valor ao produto eliminando atividades desnecessárias e identificando aquelas que são essenciais ao processo. A metodologia de pesquisa utilizada baseia-se em uma pesquisa aplicada na forma de um estudo de caso. Foi desenhado o estado atual da empresa e na sequência foram identificadas oportunidades de melhorias e elaborado um plano de ação fazendo uso da ferramenta 5W1H, e foi identificada uma possibilidade da redução dos estoques intermediários, com a adoção do método *Kanban* havendo uma proposta de diminuição do *lead time* de 73,5%.

Palavras-chave: Mapa de fluxo de valor; Manufatura enxuta, Metalúrgica.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Justificativa .....	2
1.2	Definição e Delimitação do Problema .....	2
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	Objetivo geral .....	3
1.3.2	Objetivos específicos .....	3
1.4	Organização do Texto .....	3
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1	Manufatura Enxuta .....	4
2.2	Princípios Enxutos .....	5
2.3	Os Sete Desperdícios .....	7
2.4	Gestão de Estoque.....	8
2.4.1	Estoque de segurança.....	8
2.4.2	Ponto de pedido .....	9
2.4.3	Estoque máximo .....	10
2.5	<i>Lead Time e Takt Time</i> .....	10
2.6	Mapeamento de Fluxo de Valor.....	12
2.6.1	Mapa do estado atual .....	16
2.6.2	Mapa do estado futuro .....	18
2.7	Aplicações de VSM .....	20
3	METODOLOGIA.....	25
4	ESTUDO DE CASO .....	26
4.1	Caracterização da Empresa .....	26
4.1.1	Descrição do processo produtivo.....	32
4.2	Análise de Tempos, Fluxos e Processos .....	36
4.2.1	Mapa do estado atual .....	38
4.2.2	Mapa do estado futuro .....	41
4.3	Resultados e Discussões .....	48
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	49
5.1	Barreiras e Limitações .....	49
5.2	Trabalhos Futuros .....	50

6 REFERÊNCIAS .....51



## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: FERRAMENTAS LEAN MAIS UTILIZADAS .....	5
QUADRO 2: INDICADORES DE DESEMPENHO, AO ATINGIR O ESTADO FUTURO	22
QUADRO 3: MATRIZ: PRODUTOS X PROCESSOS - ESTAMPARIA .....	28
QUADRO 4: MATRIZ: PRODUTOS X PROCESSOS - REPUXO.....	30
QUADRO 5: FAMÍLIA DE PRODUTOS .....	30
QUADRO 6: DADOS DO PROCESSO DE ESTAMPARIA E ORLA .....	37
QUADRO 7: DADOS DO PROCESSO DA MÁQUINA DE LIXAMENTO.....	37
QUADRO 8: DADOS DO PROCESSO DA MÁQUINA DE POLIMENTO.....	37
QUADRO 9: PLANO DE AÇÃO, 5W1H .....	41
QUADRO 10: HISTORICO DE VENDAS DO ANO DE 2014, FAMÍLIA 1 .....	42
QUADRO 11: TAMANHO DO LOTE DE CADA PRODUTO .....	43
QUADRO 12: ESTOQUE DE SEGURANÇA, FAMÍLIA 1 .....	43
QUADRO 13: PONTO DE PEDIDO, FAMÍLIA 1 .....	44
QUADRO 14: ESTOQUE MÁXIMO, FAMÍLIA 1 .....	44
QUADRO 15: QUADRO KANBAN DE PRODUÇÃO, FAMÍLIA 1.....	45
QUADRO 16: COMPARATIVO VSM ATUAL X VSM FUTURO.....	48

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ETAPAS INICIAIS DO VSM.....	12
FIGURA 2: MATRIZ DE PRODUTOS E ETAPAS DE PROCESSO .....	13
FIGURA 3: TIPOS DE KAIZEN NO VSM .....	14
FIGURA 4: ÍCONES DE FLUXO DE MATERIAL .....	14
FIGURA 5: ÍCONES GERAIS .....	15
FIGURA 6: ÍCONES DE FLUXO DE INFORMAÇÃO.....	15
FIGURA 7: EXEMPLO DE VSM ATUAL.....	18
FIGURA 8: EXEMPLO DE VSM FUTURO .....	20
FIGURA 9: VSM DO ESTADO ATUAL .....	21
FIGURA 10: VSM DO ESTADO FUTURO .....	22
FIGURA 11: VSM DO ESTADO ATUAL .....	23
FIGURA 12: VSM DO ESTADO FUTURO .....	24
FIGURA 13: ORGANOGRAMA DA EMPRESA ANALISADA.....	26
FIGURA 14: FLUXOGRAMA DO PROCESSO DO SETOR DE ESTAMPARIA.....	28
FIGURA 15: FLUXOGRAMA DO PROCESSO DO SETOR DE REPUXO .....	29
FIGURA 16: REPRESENTATIVIDADE DAS FAMILIAS POR FATURAMENTO.....	31
FIGURA 17: REPRESENTATIVIDADE DAS FAMILIAS POR QUANTIDADE DE PRODUTOS VENDIDOS.....	31
FIGURA 18: FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DA FAMÍLIA 1.....	32
FIGURA 19: DISCOS DE ALUMÍNIO .....	32
FIGURA 20: CILINDRO LUBRIFICADOR DE DISCOS .....	33
FIGURA 21: POSICIONAMENTO DOS DISCOS DE ALUMINIO E DA GAIOLA .....	33
FIGURA 22: MÁQUINAS DE ESTAMPAR E FAZER ORLA .....	34
FIGURA 23: MÁQUINA DE LIXAR PANELAS .....	34
FIGURA 24: MÁQUINA DE POLIR PANELAS .....	35
FIGURA 25: FICHA DE CONTROLE DE GAIOLA.....	35
FIGURA 26: FICHA DE CONTROLE DE PRODUTO OU SERVIÇO NÃO CONFORME	36
FIGURA 27: MAPA DE FLUXO DE VALOR ESTADO ATUAL .....	39
FIGURA 28: MODELO DE CARTÃO KANBAN .....	45
FIGURA 29: MAPA DE FLUXO DE VALOR ESTADO FUTURO .....	47

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: VALORES DE K TABELADO SEGUNDO NIVEIS DE SERVIÇO DESEJADO .....	9
TABELA 2: <i>LEAD TIME</i> DO FLUXO DE VALOR.....	38
TABELA 3: TEMPO DE PROCESSAMENTO .....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABM	Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração
MFV	Mapeamento de Fluxo de Valor
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
STP	Sistema <i>Toyota</i> de Produção
JIT	<i>Just-in-time</i>
PCP	Programação e Controle de Produção
TC	Tempo de Ciclo
TR	Tempo de Troca
TP	Tempo de Processo
TAV	Tempo de Agregação de Valor
ABAL	Associação Brasileira do Alumínio

## 1 INTRODUÇÃO

Devido à instabilidade econômica e financeira vivida em todo o mundo nos dias atuais. A insegurança presente nas organizações em geral, estabelece uma mudança de paradigma, onde o que se espera é o aumento da produtividade e a redução de custos, sem esquecer a satisfação do cliente.

O mercado de painéis possui espaço para pequenas, médias e grandes empresas. Segundo a Associação Brasileira do Alumínio – ABAL o Brasil é o sexto maior produtor no mundo de alumínio primário (ABAL, 2011). E para vencer a concorrência no mercado de painéis é essencial diversificar a produção com mais de um modelo produzido que acompanhe as tendências de mercado. Além de exigir um grande aproveitamento dos recursos existentes, de maneira a reduzir desperdícios e criar uma oportunidade de crescimento e valorização dos mesmos.

Segundo Leficovich (2008), a diminuição dos custos envolve a procura pelo menor tempo na execução de suas operações, desde a fase de desenvolvimento de novos produtos, início de produção e colocação do produto no mercado.

Com origem no Japão, a Mentalidade Enxuta, é uma filosofia de manufatura que visa eliminar desperdícios na linha de produção para encurtar o tempo entre o pedido do cliente e a entrega do produto. Para que essa filosofia possa ser seguida em uma empresa, é necessário que o fluxo de valor seja muito bem compreendido, identificando claramente os processos que agregam valor ao produto, os que não agregam e aqueles que mesmo não somando valor diretamente ao produto são indispensáveis à produção (DE LARMELINA *et al.*, 2014).

A fabricação de painéis tende a ser em processos fechados com um sistema de fabricação contínua, e para evitar custos e desperdícios na fabricação de painéis é necessária uma produção com pouca margem de erro, utilizando as quantidades certas de matéria-prima com qualidade.

Portanto o presente trabalho busca analisar o fluxo de valor de uma família de produtos de uma empresa metalúrgica de painéis. Propor melhorias com intuito de reduzir os desperdícios e diminuir os custos da produção por meio da utilização da ferramenta mapeamento do fluxo de valor.

## **1.1 Justificativa**

Segundo a Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração – ABM (2014), o desenvolvimento das técnicas de operação e o gerenciamento das atividades em busca do domínio da produção são de fundamental importância no processo de crescimento das metalúrgicas para aumentar a competitividade, melhorar sua estrutura de produção, ter domínio tecnológico e um processo de fabricação de produtos de baixo custo.

Portanto exige que as empresas desenvolvam um maior aprendizado, o uso de criatividade e a capacitação técnica de diversos setores. Além de práticas de planos opcionais para atingir um crescimento da produtividade, o que deve ocorrer, a partir de pesquisas que determinem a redução de custos e melhoria da qualidade dos produtos, facilitando a competitividade no mercado.

A competitividade é um termo no qual está ligado a investimentos em tecnologia, porém técnicas simples auxiliam as empresas a melhorarem seus processos produtivos, revisando todas as atividades, identificando as desnecessárias que surgem desde a chegada da matéria-prima até a transformação no produto final, ou seja, atividades essas que não agregam valor ao produto final e que podem ser reduzidas ou até mesmo descartadas. Tais modificações no processo produtivo podem ser alcançadas através de aplicação de ferramentas e conceitos da mentalidade enxuta, que são simples e de baixos investimentos, mas que podem gerar resultados positivos para empresa.

A empresa que será objeto de estudo encontra dificuldades em identificar pontos de melhorias que tenha um real impacto no mercado competitivo.

## **1.2 Definição e Delimitação do Problema**

O estudo é delimitado pela proposta da projeção de ganhos qualitativos e quantitativos após o estado futuro no fluxo de valor de uma família de produtos de uma empresa do ramo metalúrgico, envolvendo as atividades do setor de transformação onde é realizada a fabricação da base do produto, considerando desde a entrada de matéria-prima até o produto polido, que em seguida vai para o setor de acabamento e expedição, os quais não serão mapeados.

Para a família de produtos em estudo, o mapeamento do fluxo de valor se mostra uma ferramenta essencial para identificar e transformar os desperdícios decorrentes do processo em valor agregado ao produto. Foram escolhidas algumas prioridades para atuar, descrevendo as ações a serem tomadas para alcançar as melhorias propostas.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo geral**

O objetivo geral consiste em analisar e propor melhorias no fluxo de valor de uma família de produtos, com intuito de reduzir os desperdícios e diminuir os custos da produção.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Como objetivos específicos temos:

- Mapear o fluxo de valor de uma família de produtos;
- Identificar oportunidades de melhoria;
- Propor soluções para eliminar os desperdícios identificados;
- Estabelecer os ganhos da proposta, comparando a situação desejada com a atual.

## **1.4 Organização do Texto**

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, sendo eles:

Capítulo 1 - Abrange a apresentação do tema, o objetivo geral, os objetivos específicos e a justificativa.

Capítulo 2 - Apresenta a fundamentação teórica necessária para o desenvolvimento do trabalho.

Capítulo 3 – Aborda a metodologia utilizada no trabalho, ou seja, os materiais e métodos utilizados para a realização do trabalho.

Capítulo 4 – Aborda os resultados e discussões do trabalho, incluindo a apresentação da empresa, situação atual e proposta da situação futura.

Capítulo 5 – Aborda as considerações finais referentes aos resultados adquiridos com o estudo, bem como propostas de estudos futuros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Manufatura Enxuta

A manufatura enxuta também conhecida como *Lean Production* ou *Lean Manufacturing* têm suas origens no Sistema Toyota de Produção (STP), desenvolvido pelos japoneses a partir da segunda metade do século XX. Uma nova maneira de enxergar os processos produtivos na indústria de manufatura, a fim de eliminar ou reduzir ao máximo as etapas eminentes ao processo produtivo, que não agregam valor ao produto na percepção do cliente (BARROS e VALENTIM, 2014).

O STP tem como base a total eliminação do desperdício e os dois pilares fundamentais que dão sustentação ao sistema são: *Just-in-time* e Automação (OHNO<sup>1</sup>,1997 *apud* SCHEUNEMANN *et al.*, 2014).

O *Just-in-time* é um processo de fluxo, que tem como finalidade o controle exato dos itens no processo produtivo, aonde os insumos chegam ao processo no momento certo e na quantidade necessária. Uma empresa que estabelece esse fluxo integralmente pode chegar ao estoque zero. E o pilar de sustentação denominado de Automação, conhecido no Japão como *Jidoka*. Temos que a automação se define como a mecanização da operação, enquanto a Automação ou automação com toque humano, confere a inteligência humana à máquina (SCHEUNEMANN *et al.*, 2014).

Algumas ferramentas utilizadas para identificar e eliminar fontes de desperdícios são: *Just-in-time*, *Kanban*, TPM, Gestão da Qualidade Total e 5S para a redução de setup, nivelamento da produção, organização do ambiente de produção, controle da qualidade e outros benefícios. Uma breve descrição das ferramentas *lean* mais conhecidas é mostrada no Quadro 1.

---

<sup>1</sup> OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Trad. de C. Schumacher. Porto Alegre: Artes Medicas, 1997.



Quadro 1- Ferramentas *lean* mais utilizadas:

Ferramenta	Descrição
<b>Just-in-time (JIT)</b>	Fluxo de produção puxado pela solicitação do cliente. A demanda do produto é transmitida para a produção, até a aquisição de matéria-prima.
<b>Kanban</b>	Sistema de sinalização para a implementação do JIT.
<b>Manutenção preventiva total (TPM)</b>	Trabalhadores realizam a manutenção periódica do equipamento para antecipar eventuais falhas.
<b>Redução de tempo de <i>setup</i></b>	Continuamente buscar a redução do tempo de preparação ou ajuste de máquina.
<b>Gestão da qualidade total</b>	Um sistema de melhoria contínua que abrange todas as áreas da organização, fornecedores, distribuidores e demais parceiros. Os principais componentes são o foco no cliente e na identificação da causa raiz dos problemas.
<b>5S</b> <i>Seiri (utilização), Seiton (ordenação), Seiso (limpeza), Seiketsu (higiene) e Shitsuke (autodisciplina)</i>	Baseia-se em uma eficaz organização do local de trabalho e procedimento padronizados. É considerada a base para implantação da qualidade total.

Fonte: Adaptado de Abdulmalek e Rajgopal (2007)

## 2.2 Princípios Enxutos

O pensamento enxuto, de uma forma geral, procura atender as necessidades do cliente, entregando produtos na hora em que ele solicita, com baixos custos e alta qualidade, através da eliminação dos desperdícios ao longo do fluxo de valor. Bauch (2004) descreve os cinco princípios do pensamento enxuto: valor, fluxo de valor, fluxo, produção puxada e perfeição.

- 1. Valor:** O ponto de partida essencial ao pensamento enxuto é o valor. O valor é definido pela análise da percepção do ponto de vista do cliente. E a partir disto torna-se mais fácil definir valor em termos de produtos, recursos e preços específicos. Para atender as necessidades dos clientes, de maneira, que ele esteja disposto a pagar (BAUCH, 2004).
- 2. Fluxo de valor:** Segundo Rother e Shook (2003), “sempre que há um produto para um cliente, há um fluxo de valor. O desafio é enxergá-lo”. O fluxo de valor é todo o conjunto de atividades necessárias para produzir o produto, desde a concepção do produto ao seu lançamento, o gerenciamento da informação (recebimento do pedido e

entrega) e a transformação física do produto (da matéria-prima até ao produto acabado).

Através da análise do fluxo de valor é possível identificar três tipos de ações que ocorrem ao longo de sua extensão (WOMACK e JONES, 2004):

- Atividades que agregam valor: São as atividades ou processos pelos quais o produto passa e que o cliente reconhece como valor e está disposto a pagar por elas, por exemplo, a pintura de um carro, a montagem de um parafuso.
- Atividades que não agregam valor, mas são necessárias: São atividades ou processos que são consideradas desperdícios, mas são inevitáveis, ou inviáveis de serem eliminadas, devendo então ser minimizadas no processo atual. Um exemplo são as atividades de inspeção para garantir a qualidade do produto final.
- Atividades que não agregam valor: São etapas que o cliente não reconhece como valor e não está disposto a pagar por elas, sendo considerados então como desperdícios. Os desperdícios devem ser eliminados do fluxo produtivo.

**3. Fluxo:** Após especificar o valor, mapear o fluxo de valor de determinado produto e eliminar os desperdícios identificados, o próximo passo consiste em fazer que as atividades que agregam valor fluam num fluxo contínuo. Este é um passo muito importante, uma vez que requer uma mudança de pensamento de que fabricar em lotes é mais eficiente (BAUCH, 2004).

**4. Produção puxada:** O pensamento enxuto, porém, não se preocupa apenas com a questão de como fornecer a exata quantidade de produtos e serviços que o cliente realmente quer, mas também em como fornecê-lo quando o cliente realmente quer.

O princípio da produção puxada é a estratégia utilizada para que as empresas deixem o cliente puxar o produto, conforme necessário, em vez de empurrar produtos para o cliente e assim acumular enormes reservas de produtos. Este princípio aplica-se ao longo de todo o fluxo de valor e, portanto, significa que nenhuma estação a montante deve produzir um bem ou serviço, até a estação de jusante tenha solicitado (BAUCH, 2004).

- 5. Perfeição:** Esse princípio tem como foco que a eliminação dos desperdícios deve fazer parte da rotina nas organizações e que as empresas não devem interromper esforços para realizar melhorias nos processos (DIAS, 2006).

A base do conceito do pensamento enxuto é a eliminação dos desperdícios dentro das empresas. Desperdício se refere a todos os elementos de produção que só aumentam os custos sem agregar valor, ou seja, são as atividades que não agregam valor ao produto, do ponto de vista do cliente, mas são realizadas dentro do processo de produção (SALGADO, 2009). A seção seguinte apresenta a descrição dos sete desperdícios da produção.

### 2.3 Os Sete Desperdícios

Segundo Womack e Jones (2004), desperdício ou *Muda* em japonês são atividades que consomem recursos, mas não criam valor. Os sete principais tipos de desperdícios de acordo com El-Namrouty e AbuShaaban (2013), foram identificados pelo Sistema Toyota de Produção e apesar das modificações e ampliações por praticantes *lean*, em geral inclui os seguintes desperdícios:

- 1. Superprodução** - Produzir mais do que o cliente necessita ou produzir muito antes do que o processo seguinte, podendo gerar estoque em excesso, conseqüentemente, necessidade de maior espaço físico.
- 2. Defeitos** - defeitos de produção e serviços, erros desperdiçam recursos de quatro maneiras. Em primeiro lugar, os materiais são consumidos. Em segundo lugar, a mão de obra utilizada para produzir a peça (ou prestar o serviço) pela primeira vez, não pode ser recuperado. Em terceiro lugar, trabalho é necessário para retrabalhar o produto (ou refazer o serviço). Em quarto lugar, o trabalho é necessário para enfrentar quaisquer futuras reclamações de clientes.
- 3. Excesso de Inventário** – está relacionado à superprodução, inventário além da quantidade necessária para atender a demanda do cliente, impacta negativamente no fluxo de caixa e na disponibilização de espaço.
- 4. Transporte** – Movimento de peças, produtos acabados ou matéria-prima de um lugar a outro da fábrica.
- 5. Espera** – é a perda de tempo ocasionado pela falta de materiais, falta de disponibilidade de máquinas e equipamentos, e espera de informações que resultam em atrasos e longos prazos de entrega.

6. **Processamento** - São passos desnecessários no processamento que não agregam valor ao produto. Um dos exemplos mais comum é o retrabalho, onde o produto ou serviço deveria ter sido feito corretamente na primeira vez.
7. **Excesso de movimento** - movimento desnecessário do colaborador como a procura de peças e ferramentas.

Kilpatrick (2003) cita um oitavo desperdício, a subutilização de pessoas, que está relacionado com a utilização de competências e habilidades mentais, criativas e físicas das pessoas. Uma das causas mais comuns para este desperdício tem a ver com a cultura organizacional da empresa, por exemplo, a realização de contratações inadequadas de colaboradores de formação deficiente ou inexistente, além da alta rotatividade de funcionários.

## 2.4 Gestão de Estoque

A gestão de estoque é, basicamente, o ato de gerir recursos ociosos possuidores de valor econômico e destinado ao suprimento das necessidades futuras de material, numa organização (MARTINS, 2009).

Os estoques correspondem à quantidade de material armazenada para uso futuro, conforme as atividades de indústria, comércio e serviços. Sendo assim, estes necessitam de um controle detalhado e eficiente. O controle de estoques pode ser considerado como uma ferramenta de suma importância para empresas que trabalham com uma grande variedade de produtos, visto que controla os desperdícios, apura valores para análises, identifica os itens encalhados, reduz os custos e proporciona melhores investimentos e um nível de estoque estável (ROMITO *et al*, 2011).

O estudo dos níveis de estoque dos produtos de uma empresa possibilita ao gerente ou gestor traçar linhas de ações com relação ao planejamento. A seções seguintes apresentam três formas de cálculo de nível de estoque, estoque de segurança, ponto de pedido e estoque máximo.

### 2.4.1 Estoque de segurança

Quando existe baixa confiabilidade no processo ou na previsão de demanda, utiliza-se um estoque de segurança, afim de prevenir possíveis imprevistos.

Gianesi (2011) define que os estoques de segurança estão ligados com os objetivos da manutenção de estoques. Dois objetivos se destacam: atendimento a demanda e custo de manutenção de estoques. Os estoques de segurança devem ser avaliados sob ambos os

aspectos. Produtos com demanda altamente variável devem ser observados com atenção, visto que muitas vezes manter esses estoques não é viável, seja pelo alto custo de manutenção de estoques, seja pelo baixo lead time de produção, ou seja, pela alta depreciação dos mesmos. Todos os aspectos devem ser observados na análise do tamanho do estoque. Os estoques de segurança também atuam como amortecedores para eventuais problemas que possam ocorrer tanto dentro da empresa quanto externamente.

Tubino (2000) salienta que o tamanho do estoque de segurança sofre significativamente a influência dos *lead time*, dos valores dos produtos, e do custo da falta de estoque, este muitas vezes difícil de ser mensurado.

Os estoques de segurança podem ser dimensionados seguindo a Equação 1:

$$Es = k \times \sigma \quad (1)$$

Onde:

Es = Estoque de Segurança

K = Número de Desvios Padrões

$\sigma$  = Desvio Padrão

Segue Tabela 1 que relaciona o nível de serviço com o coeficiente de números de desvios padrões.

**Tabela 1: Valores de k tabelados segundo nível de serviço desejado.**

Nível de Serviço	K
80%	0,84
85%	1,03
90%	1,28
95%	1,64
99%	2,32
99,99%	3,09
99,99%	3,09

**Fonte: Tubino (2000), pag. 140.**

Constata-se que quanto maior o nível de serviço, maior é o coeficiente de números de desvios padrões (k), e conseqüentemente maior o valor do estoque de segurança. Sendo assim, o nível de serviço e o coeficiente devem ser minuciosamente escolhidos.

#### **2.4.2 Ponto de pedido**

Garcia *et al* (2001) diz que o modelo de ponto de pedido parte da lógica de que assim que o nível de estoque atingir ou ficar abaixo de um determinado patamar, chamado de ponto de ressuprimento, é aberta a requisição de um pedido. A demanda durante o *lead time* tem assim um valor esperado que seja igual ao *lead time* médio multiplicado pela demanda média por unidade de tempo, sendo o estoque de segurança formado exatamente para suportar a variabilidade que essa demanda no *lead time* possa apresentar.

Para dimensionar o ponto de pedido utiliza-se a Equação 2:

$$PP = Es + (TR \times CMM) \quad (2)$$

PP = ponto de pedidos

Es = estoque de segurança

TR = tempo de reposição

CMM = consumo médio mensal

### 2.4.3 Estoque máximo

O estoque máximo é igual à soma do estoque de segurança mais o consumo médio mensal. Sofrem limitações de ordem física, manuseio, custos, inventários e riscos. Como os componentes desse tipo de estoque são o suprimento e o estoque de reserva variará todas as vezes que um ou outro ou ambos variarem (LOPRETE, *et al*, 2009). É calculado pela seguinte fórmula, Equação 3:

$$Emax = Es + CMM \quad (3)$$

Onde:

Emax = estoque máximo

Es = estoque de segurança

CMM = consumo médio mensal

## 2.5 Lead Time e Takt Time

Segundo Rother e Shook (2003), *lead time* é o tempo total que uma peça leva para mover-se desde o começo até o fim de todo um processo ou um fluxo de valor. Uma forma de determiná-lo é cronometrar uma peça marcada que se move do início até o fim.

O objetivo de uma empresa é responder às diferentes solicitações dos diferentes clientes com um *lead time* curto e um estoque de produtos acabados pequeno. Logo, agrupar todos os produtos e produzi-los de uma só vez dificulta o atendimento daqueles clientes que querem algo diferente do lote que está sendo produzido no momento. Deste modo, quanto mais uma

empresa nivela o seu mix de produção no processo puxador, mais preparada ela estará para responder às diferentes solicitações dos diferentes clientes com um *lead time* curto e um estoque de produtos acabados pequeno (QUEIROZ, 2012).

Já o *takt-time* é definido como o ritmo de produção necessário para atender a demanda. A vinculação dessa questão com o planejamento e controle da produção é importante de ser explorada, de forma a evitar que o sistema, mesmo tendo condições globais de atender à demanda, não seja sobrecarregado em momentos de pico e tenha seu funcionamento abalado. O *takt-time* pode ser legitimamente entendido como o tempo que rege o fluxo dos materiais em uma linha ou célula. Logo, é fundamental salientar que o conceito de *takt-time* está diretamente relacionado com a função processo, na medida em que trata do fluxo dos materiais ao longo do tempo e espaço (ALVAREZ e ANTUNES; 2001). Pode ser obtido através da fórmula, Equação 4, (TAKT COLSULTORIA LEAN, 2010):

$$Takt\ time = \frac{\text{Tempo de trabalho disponível por turno}}{\text{Demanda do cliente por turno}} \quad (4)$$

Frigeri (2008) demonstra que é possível calcular o *takt-time* conforme o seguinte exemplo:

Demanda = 576 peças/ dia

Tempo total disponível = 8 horas (28.800 segundos)

$$Takt\ time = \frac{28.800}{576} = 50\ \text{segundos/peça}$$

Alvarez e Antunes (2001) nos colocam que do ponto de vista estratégico, a gestão baseada em tempo possibilita a obtenção de vantagens competitivas a partir da redução do tempo de resposta às demandas externas. Notadamente, a redução do *lead time* e das estagnações de materiais entre as operações, através do encadeamento da função processo, leva a ganhos nos seguintes termos:

- Custos: através da redução de perdas e aumento da taxa de valor agregado;
- Qualidade: através da redução dos lapsos de tempo entre o surgimento e a detecção de defeitos e, especialmente, da exigência de qualidade assegurada;
- Tempo de entrega: através da redução do tempo desde o início da produção até a entrega;
- Confiabilidade como fornecedor: a capacidade de manter datas se aprimora na medida em que o *lead time* é reduzido.

Portanto o que torna um fluxo de valor enxuto é fabricar os produtos em fluxo contínuo completo, com *lead time* suficientemente curto para permitir a produção somente dos pedidos confirmados e com o tempo de mudança zero entre os diferentes produtos (ROTHER e SHOOK, 2003).

O VSM dá a visão do processo como um todo possibilitando que em cada desenho do mapa futuro torne o processo cada vez mais enxuto. As seções seguintes apresenta como desenvolver o mapa do estado atual e o mapa do estado futuro.

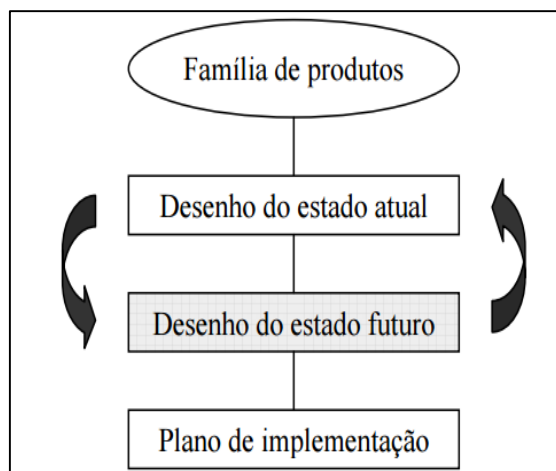
## 2.6 Mapeamento de Fluxo de Valor

O Mapeamento de Fluxo de Valor (*Value Stream Map - VSM*) auxilia na diminuição dos desperdícios de produção, além de aumentar a capacidade produtiva sem a necessidade de se investir em novas máquinas, equipamentos e mão de obra.

Manos (2006) apresenta o VSM como uma ferramenta *lean* poderosíssima no âmbito organizacional. O autor nos diz que a empresa que almeja planejar, implementar e melhorar suas ações *lean* o VSM é uma ferramenta que permite a criação de uma implementação sólida, acarretando em uma melhor utilização de seus recursos disponíveis.

Fluxo de valor é o conjunto das ações necessárias, que agregam valor ou não, para levar um produto por todos os fluxos essenciais à sua transformação: o fluxo de produção desde a matéria-prima até o consumidor final e o fluxo do projeto que vai da concepção do produto até o lançamento (ROTHER e SHOOK, 2003).

Rother e Shook (2003) descrevem os passos iniciais do mapeamento de forma geral (Figura 1):



**Figura 1: Etapas iniciais do VSM.**  
Fonte: Rother e Shook (2003).

1º. Passo: selecionar uma família de produtos;



- 2º. Passo: desenhar o estado atual, a partir da coleta de informações no chão de fábrica;
- 3º. Passo: desenhar o estado futuro, baseadas nas informações do estado atual;
- 4º. Passo: preparar e começar ativamente um plano de implementação que descreva, como planeja chegar ao estado futuro.

Por meio do mapeamento é possível entender a situação atual de “porta-a-porta” da fábrica, identificando os pontos ao longo do fluxo que podem ser melhorados e então focar o fluxo, sugerindo o estado futuro (ideal). O mapeamento permite uma visão geral do fluxo e foca em melhorias no todo e não somente em melhorias pontuais.

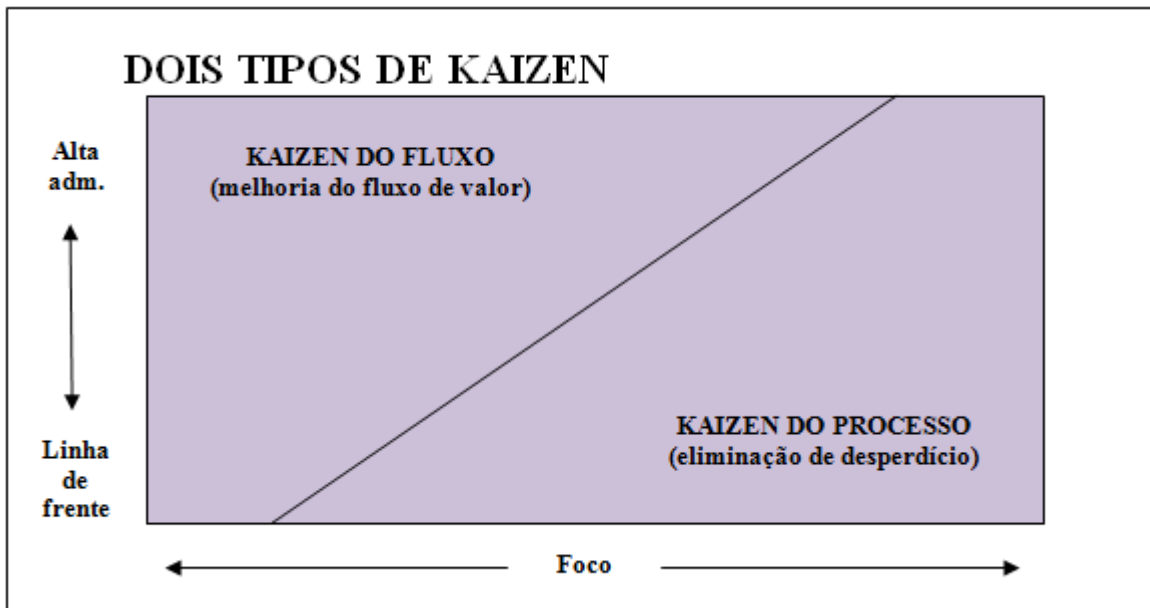
Geralmente a família de produtos é composta por um grupo de produtos variantes, que passam por processos similares ou utilizam equipamentos em comum antes do embarque ao cliente. Se a empresa apresenta um mix de produtos complexo, pode criar uma matriz para facilitar a identificação da família, como ilustrado na Figura 2 (ROTHER e SHOOK, 2003).

		ETAPAS DE MONTAGEM & EQUIPAMENTOS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUTOS	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Uma Família de Produtos

Figura 2: Matriz de Produtos e Etapas de Processo.  
Fonte: Rother e Shook (2003).

O VSM precisa de um representante com a responsabilidade pelo entendimento do fluxo de valor e por sua melhoria. O representante junto com sua equipe deve participar da confecção do mapa do estado atual e futuro para compreender e fazer as mudanças caso aconteçam, os *kaizen*. Estes *Kaizen* podem ser de dois tipos: os do fluxo e os do processo, Figura 3.

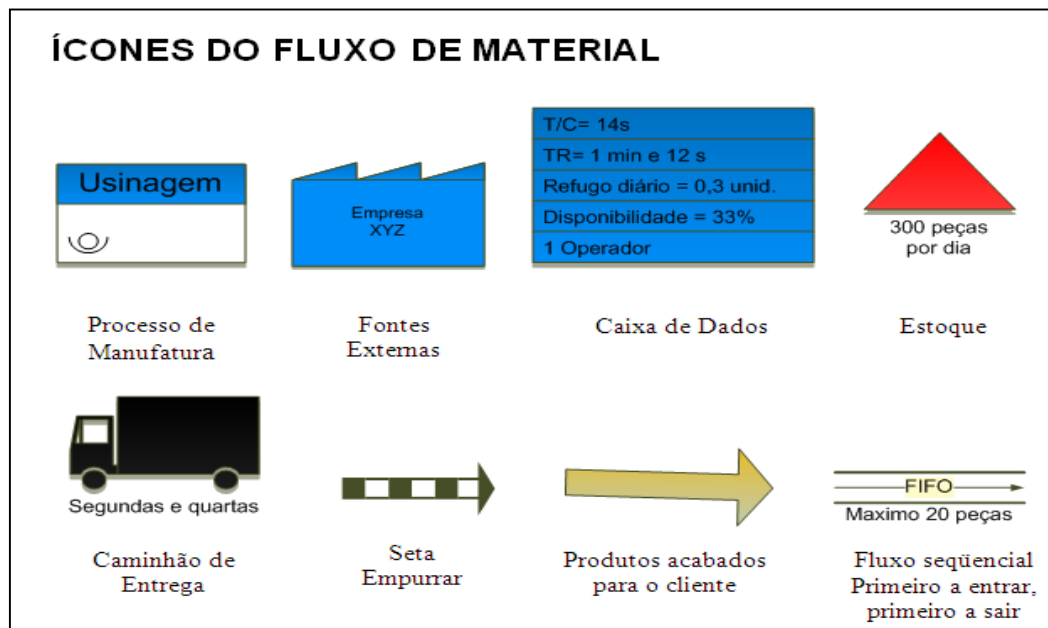


**Figura 3: Tipos de Kaizen no VSM.**

Fonte: Rother e Shook (2003).

O de fluxo irá eliminar o desperdício no fluxo de material e produção, enquanto o outro procurará melhorar os processos (ROTHER e SHOOK, 2003).

Todas as informações coletadas que são analisadas e inseridas no VSM apresentam algum tipo de simbologia. Rother e Shook (2003) apresentam essas simbologias de uma maneira geral, divididas em três ícones: ícones do fluxo de material, ícones gerais e ícones do fluxo de informação. A Figura 4 ilustra os ícones do fluxo de material.



**Figura 4: Ícones do fluxo de material.**

Fonte: Adaptado Rother e Shook (2003).

Os ícones gerais e os ícones de informação são demonstrados nas Figuras 5 e 6, respectivamente.

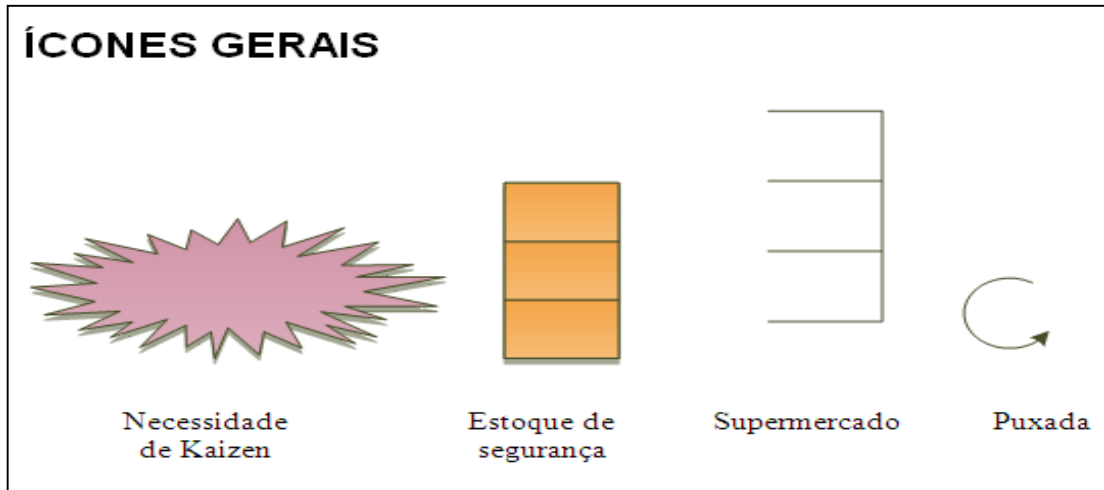


Figura 5: Ícones gerais.  
Fonte: Adaptado Rother e Shook (2003).

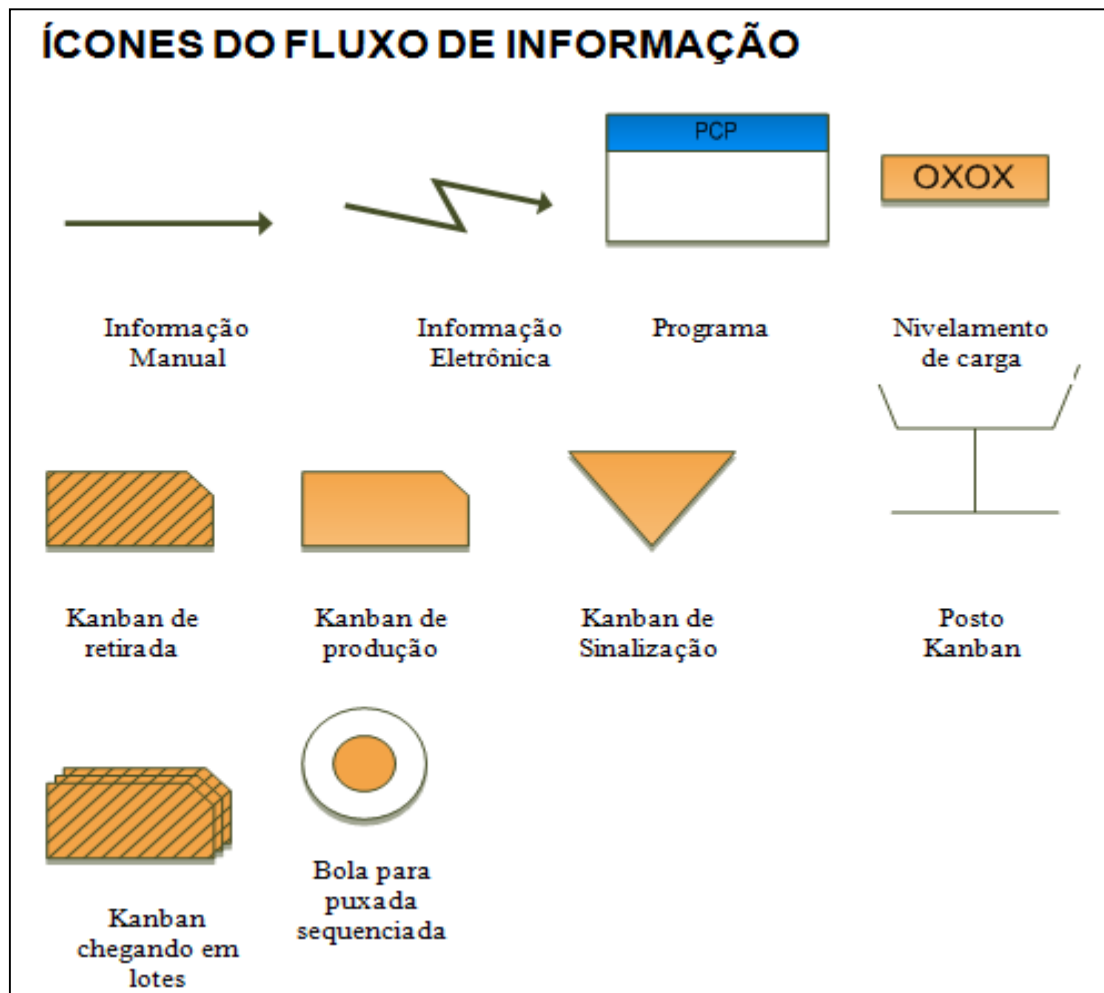


Figura 6: Ícones do fluxo de informação.  
Fonte: Adaptado Rother e Shook (2003).

De acordo com Pires (2008) estas informações referem-se a:

- Necessidades dos clientes: peças por mês, turno de trabalho;
- Tempo trabalhado na empresa: dias por mês, turnos por dia;
- Processo produtivo: tempos, máquinas, pessoal disponível;

- Programação e controle da produção (PCP): previsões, pedidos, compras;
- Fornecedor: lotes mínimos, frequência de entrega.

### 2.6.1 Mapa do estado atual

Para prosseguir e melhorar a real situação da empresa e desenvolver um estado futuro primeiramente necessita-se de uma análise da situação atual da produção. E a partir das informações referente à família de produtos escolhida é possível desenhar o mapa do estado atual. Que irá refletir o fluxo de materiais e informações junto com a situação atual dos recursos disponíveis pela empresa.

A área crítica para se começar qualquer empreendimento de melhoria é identificar as definições de valor de um produto a partir da perspectiva do consumidor. De outra forma, corre o risco de melhorar um fluxo de valor que fornece eficientemente para o consumidor final algo que ele efetivamente não deseja. Logo, o mapeamento deve iniciar com as demandas do cliente (ROTHER e SHOOK, 2003).

A etapa seguinte é desenhar os processos básicos da produção. Segundo Xavier e Sarmiento (2004), são fundamentais para o VSM que se identifiquem as atividades, apontando toda grande atividade existente na produção. Todos os tipos de ações/atividades devem ser registrados, agregando valor ou não. Suas definições devem somente englobar os aspectos mais importantes para o entendimento do fluxo, pois o excesso de informações pode causar transtornos no momento da análise do mesmo.

O registro do mapa atual deve apresentar cada etapa do processo, por meio de uma “caixa de processo” (Ilustrado na Figura 4 como o símbolo do processo de manufatura). Os dados coletados sobre cada processo são inseridos em uma caixa de dados que é desenhada abaixo de cada “caixa de processo”. Não há restrição dos tipos de informações que estarão na caixa de dados, contanto que elas tenham utilidade no VSM. Dentre algumas das informações que podem estar contidas nela são (BATISTA, 2012):

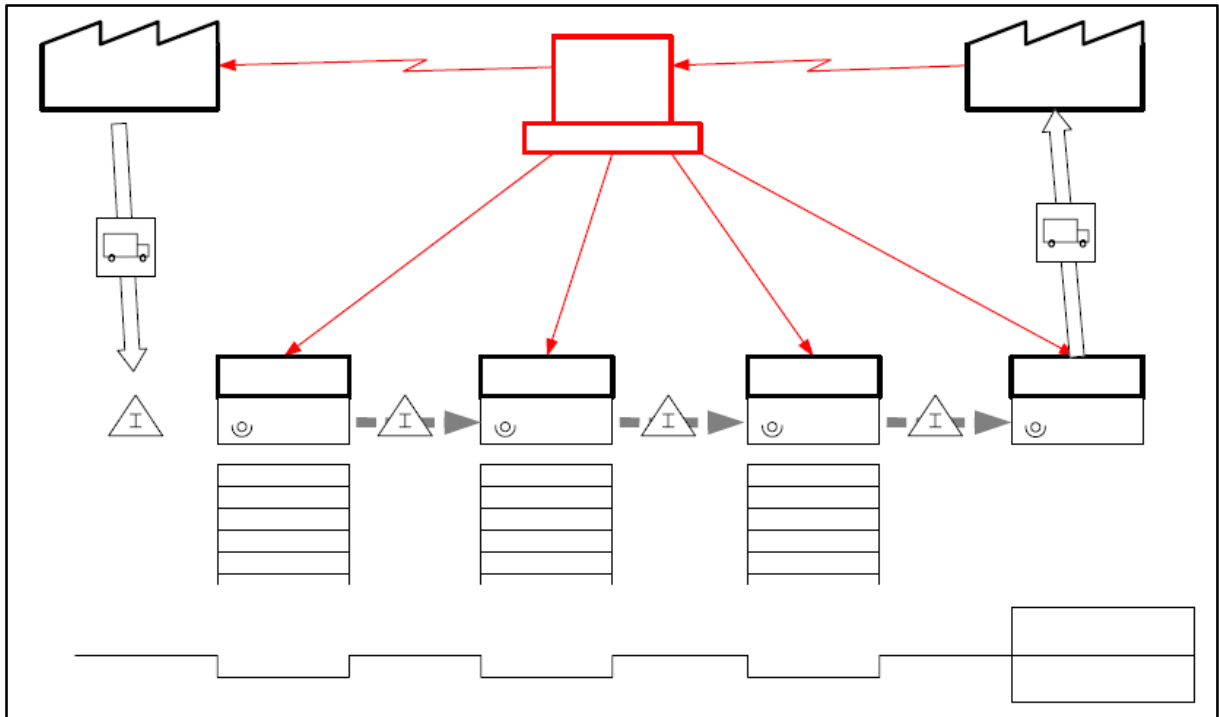
- **Tempo de ciclo (T/C):** Tempo entre a saída de um componente (peça, produto ou unidade apropriada adotada) e o próximo em um mesmo processo.
- **Número de variações de produto;**
- **Tempo de trocas (TR):** Tempo para a mudança na produção de um tipo de produto para outro. Envolve por exemplo, o tempo de troca de ferramentas e formatos, análogo ao *Setup*;

- **Disponibilidade (real de máquina):** Tempo disponível por dia, ou por turno no processo descontando-se os tempos de parada e manutenção;
- **Tempo de Trabalho Disponível:** Por turno naquele processo (excluindo-se minutos de descanso, reuniões e tempo de limpeza);
- **Taxas de refugo:** índice que determina a quantidade de produtos defeituosos ou de refugo (no caso de matérias-primas) gerados pelo processo;
- **Campanha:** Representada pelo número de lotes que compõem uma campanha;
- **Tempo de processo (TP):** Corresponde ao tempo de ciclo (T/C) somado ao *setup* parcial ou limpeza que há entre lotes sequenciais, por serem ações que ocorrem a todo lote;
- **Número de pessoas necessárias para operar o processo.**

Com base nos dados levantados sobre os processos é possível definir os estoques intermediários (estoques no processo), tanto em quantidade média de peças quanto em dias, tendo como base a quantidade de estoque dividida pelos pedidos diários do cliente (ROTHER e SHOOK, 2003).

Além dos processos, o mapa do estado atual registra o fluxo de materiais e informações durante o processo, bem como se a produção é puxada ou empurrada. Ao término do mapa atual é possível fazer uma comparação entre os “*lead time*” de produção com o tempo de processamento, este último sendo a soma dos tempos efetivamente gasto em cada etapa. Quanto maior os estoques e desnivelamento da produção, maior a diferença entre o lead time e o tempo de processamento (MOREIRA e FERNANDES, 2011).

A Figura 7 mostra um exemplo do VSM atual.



**Figura 7: Exemplo de VSM atual.**

**Fonte: (VIEIRA, 2006).**

No exemplo acima, Figura 7, pode - se observar a linha do tempo (*Lead time* e tempo de agregação de valor – TAV) abaixo das caixas de processo, indicando os tempos de processamento e os tempos em estoque (representado por triângulos) (VIEIRA 2006).

### 2.6.2 Mapa do estado futuro

A partir da análise do VSM atual, podem-se identificar pontos de melhoria para a elaboração do VSM futuro. Rother e Shook (2003) consideram oito questões como questões-chave para construção do mapa futuro, entre elas:

**1. Qual o tempo *takt*?**

O *takt time* pode ser calculado usando a fórmula descrita no item 2.4, Equação 4.

**2. Produzir para um supermercado de produtos acabados ou diretamente para a expedição?**

As características dos produtos, a confiabilidade dos processos e o tempo de entrega ao cliente são fatores importantes nessa escolha. Produtos de alto valor agregado e produção sob encomenda muitas vezes inviabilizam um supermercado de produtos acabados.

**3. Onde é possível aplicar fluxo contínuo?**

Pode-se aplicar o fluxo contínuo entre os processos que tenham tempos de ciclo similares. Assim as peças seriam passadas de um posto a outro sem paradas. Nos casos em que o tempo

de ciclo for maior que o *takt time*, deve-se aplicar *kaizen* (melhoria contínua) de processo para trazer o tempo de ciclo abaixo do *takt time*.

**4. Onde será preciso introduzir sistemas puxados com supermercados?**

Onde não for possível aplicar o fluxo contínuo, devem-se colocar supermercados, controlados por sistema *kanban*, para programar a produção, permitindo nivelar e programar os processos responsáveis por abastecê-los.

De acordo com Wang *et al.* (2006) *Kanban* é uma palavra japonesa que significa cartão ou sinal e ajuda a controlar a transferência de material entre os estágios de produção. Para tanto, coloca-se um *Kanban* num local específico da linha de produção, para indicar a entrega de uma determinada quantidade. Quando se esgotarem todas as peças, o mesmo aviso é levado ao seu ponto de partida, onde se inicia um novo pedido para mais peças. Ou seja, o *Kanban* permite agilizar a entrega e a produção de peças. Usualmente são instalados entre processos que possuem tempos de ciclo muito diferenciados.

**5. Em que ponto da cadeia produtiva será programada produção?**

Geralmente será preciso programar apenas um ponto da fábrica, o qual receberá a ordem de produção, e os outros processos serão controlados pelo sistema *kanban*. Este ponto é chamado de processo puxador, sendo este controlado pelos pedidos dos clientes externos e responsável por definir o ritmo para os processos anteriores.

**6. Como será o balanceamento da produção no processo puxador?**

Estipular um ritmo de produção consistente cria um fluxo de produção previsível que, por sua natureza, o alertará para os problemas de tal modo que possa tomar rápidas ações corretivas. Onde é possível liberar uma pequena quantidade de peças entre 5 a 60 minutos e simultaneamente retirar a mesma quantidade de produtos acabados.

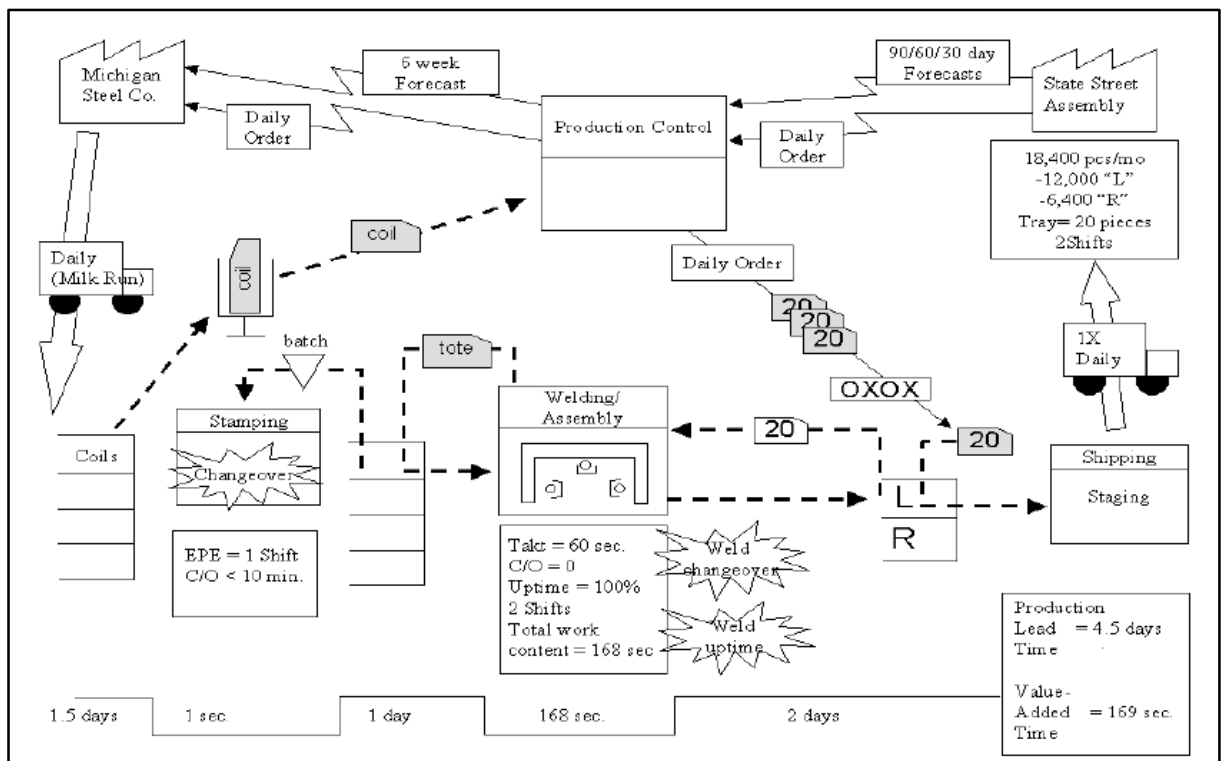
**7. Qual incremento de trabalho liberará uniformemente do processo puxador?**

Ter um controle sobre a liberação sincronizada das instruções de trabalho e uma retirada também sincronizada de produtos acabados. Este controle pode ser realizado pelo *pitch* de produção, isto é, adota-se a produção de pequenas quantidades baseadas em tamanhos de lotes equivalentes ao número de peças por embalagem de um dado produto. O *pitch*, geralmente expresso em minutos, é o intervalo de tempo, baseado no *Takt*, requerido por um processo fornecedor (montante), para liberar, ao processo cliente (a jusante) (ARAUJO, 2008). Um exemplo: Se o *takt time* = 10 segundos e o tamanho da embalagem é de 30 peças então  $\text{pitch} = 10 \times 30 = 300$  segundos. Assim a questão 7 sugere que se libere uma ordem de produção ao processo puxador a cada 300 segundos.

**8. Quais melhorias de processos serão necessárias?**

Por fim devem-se registrar todas as melhorias que foram identificadas em relação a equipamentos e procedimentos necessários para estabelecer o fluxo contínuo. Inclui-se aqui a redução dos tempos de troca e melhorias do tempo útil das máquinas. Usa-se o ícone de necessidade de *kaizen* para indicar, no mapa do estado atual, os pontos de necessidades de melhorias.

Após analisar a situação atual, através das questões chave, pode-se desenhar o estado futuro, exemplo do VSM futuro ilustrado na Figura 8 (VIEIRA, 2006).



**Figura 8: Exemplo de VSM futuro.**

Fonte: (VIEIRA, 2006).

Assim que o estado futuro se tornar realidade, um novo mapa do estado futuro deverá ser mapeado, trabalhando então, com a melhoria contínua no nível do fluxo de valor (ROTHER e SHOOK, 2003).

## 2.7 Aplicações de VSM

Buiar (2004) apresenta um estudo de caso sobre uma montadora de produtos agrícolas, localizada no Paraná. Esta empresa tinha o desafio de atender o crescimento da demanda de uma das suas linhas.

No mapa do estado atual, Figura 9, observa-se que o fluxo de informação alimentava o fluxo de materiais em pontos diferentes no processo (solda, montagem e expedição), o que



ocasionava estoques intermediários. Devido à falta de conexão entre os setores, havia uma necessidade constante da interferência dos supervisores, representado pelos “óculos” no mapa.

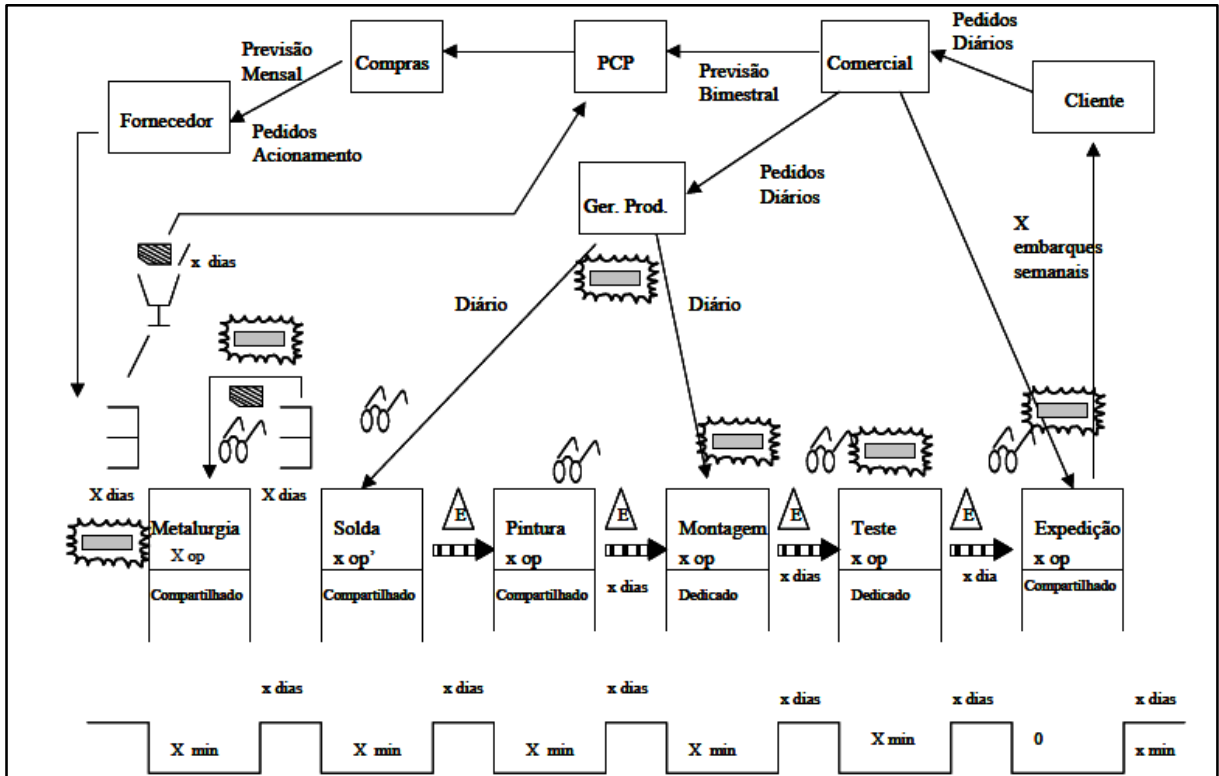


Figura 9: VSM do estado atual (BUIAR 2004).

Foi realizada a análise do VSM atual e ficaram determinado quais as melhorias deveriam ser implementadas: (1) redução dos lotes de produção da metalurgia, (2) a criação de boxes dedicados e fluxo contínuo na solda, (3) a alteração no fluxo de informação, (4) o balanceamento e a padronização da linha de montagem. Na Figura 10, apresenta-se VSM futuro, com o resultado atingido.

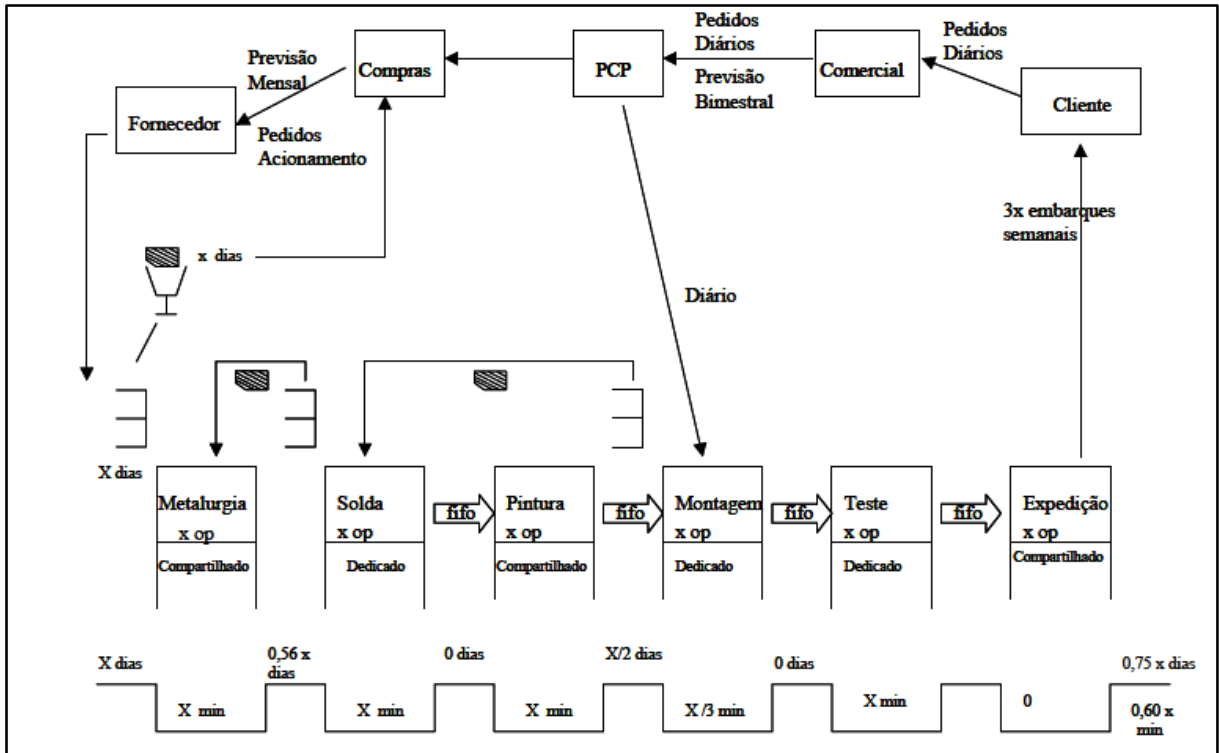


Figura 10: VSM do estado futuro, (BUIAR 2004).

Comparando o VSM do estado atual com o VSM do estado futuro, Quadro 2.

Quadro 2: Indicadores de desempenho, ao atingir o estado futuro, Buiar (2004).

Indicador	Descrição	Resultado
Lead Time	Tempo de transformação da matéria-prima (metalurgia) até a expedição, incluindo os estoques	25% menor
Tempo de processamento	Tempo efetivo de produção	40% menor
Velocidade de entrega	Tempo de ciclo da linha de montagem	3 vezes maior
Recursos	Mão-de-obra, equipamentos e área	Igual

É possível observar neste estudo de caso os resultados positivos alcançados, comprovando a eficiência do VSM e sua importância no sistema de gestão de uma empresa.

Um estudo de caso apresentado por Kack *et al.* (2014), é uma empresa metalúrgica, mais precisamente do segmento de fundição. Tudo o que precisa ser movimentado na fábrica é parte do processo produtivo e foi mapeado, ou seja, as máquinas, os insumos, as ferramentas, etc. Considerou que nesta movimentação sincronizada de componentes os processos deveriam continuar em funcionamento durante o manuseio. Qualquer processo que parasse, por algum motivo alheio ao programado, se resumiria em prejuízo.

A análise dos processos e do fluxo de informações e materiais é demonstrada no mapa atual (Figura 11). Após ter analisado todo o processo foram identificados desperdícios relativo ao excesso de transportes, movimentação de pessoas, estoques em demasia tanto em sucata, quanto em machos e moldes. Observa uma produção enxuta é uma forma de ganhar mais com

a mesma estrutura, mas fazendo menos investimentos em materiais, pessoas e processos complexos e repetitivos caracterizam resultados.

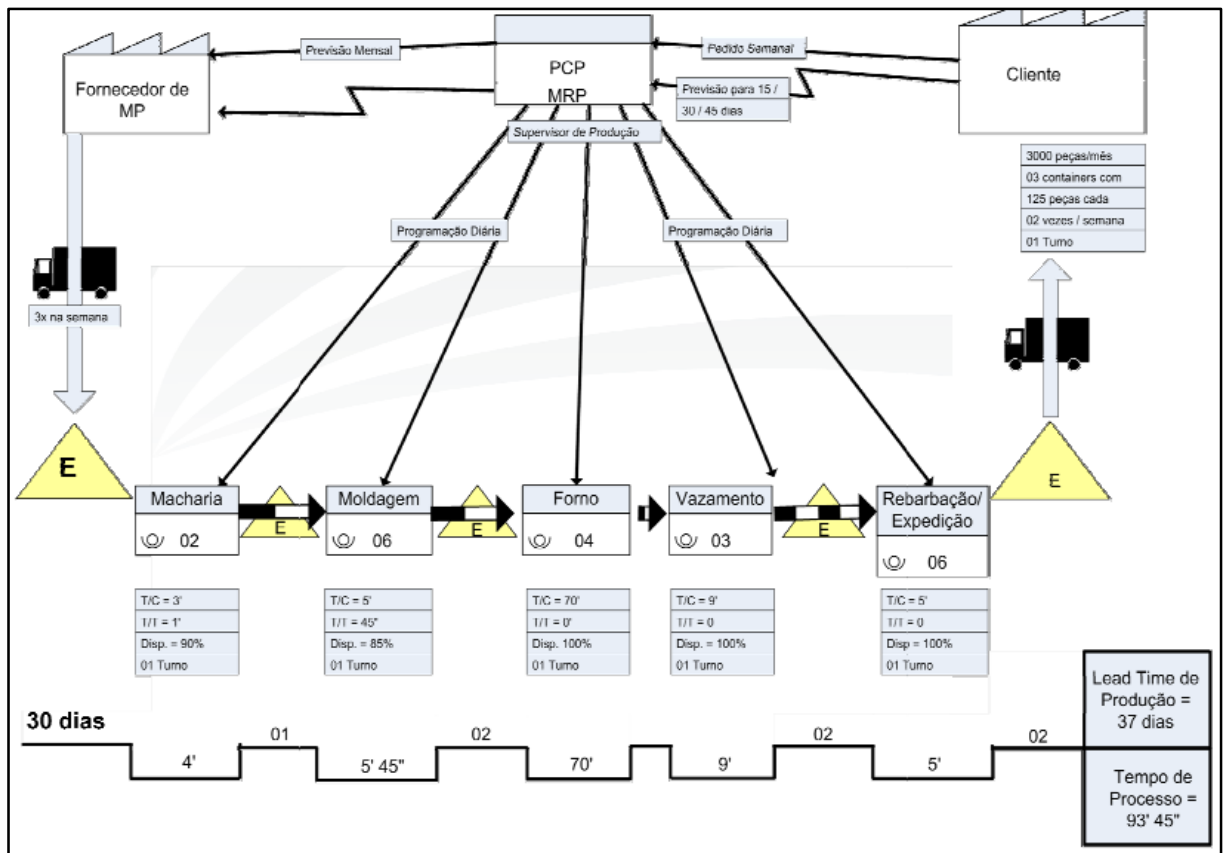


Figura 11: VSM do estado atual (KACK *et al*, 2014).

Posteriormente a análise dos processos e a identificação de como funciona o fluxo de informações e de valor dentro da linha de produção, foi elaborado o mapa do fluxo de valor futuro (Figura 12), com os devidos ajustes necessários. Este novo mapeamento deve ser implementado para dar sequência ao melhor desempenho da cadeia produtiva, buscando atingir o principal objetivo que é a produção enxuta do item.

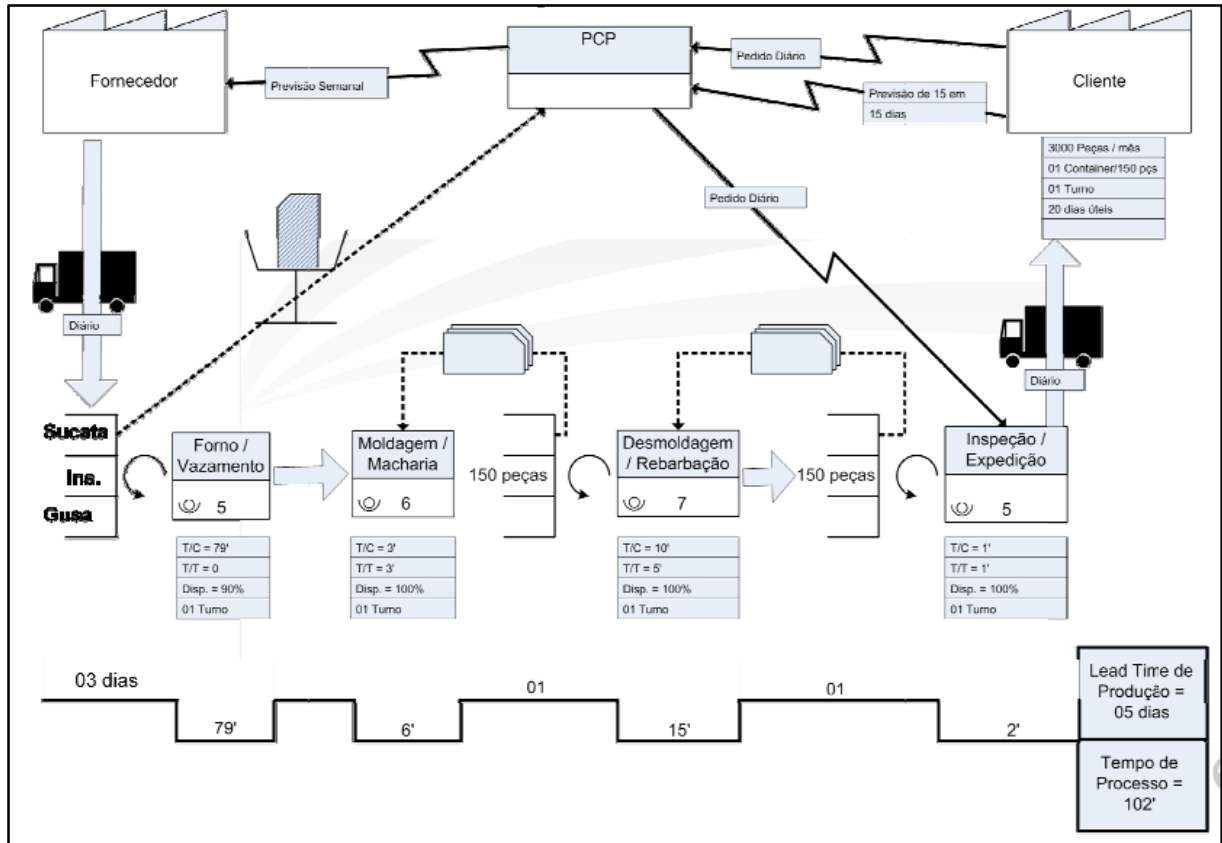


Figura 12: VSM do estado futuro (KACK *et al*, 2014).

Com base na Figura 12 observou-se que o trabalho de redução de estoque é possível devido à aplicação de um suporte de máquina para colocação das caixas de macho por troca e fixação de engates rápidos, diminuindo o tempo de *setup* da mesma em 70%. Com a eliminação de estoque e transporte de machos por esteira, este funcionário foi utilizado na produção na macharia<sup>2</sup>, evitando a formação de gargalo. A moldagem terá estoque de moldes apenas para a primeira carga do forno do dia seguinte. No forno foi reduzida a quantidade de estoque para 5 dias. O fornecedor irá fazer entregas semanais liberando espaços internos na fábrica que poderá ser aproveitado para outros equipamentos ou processos, como por exemplo, a moldagem manual que possui um gargalo de produção pela falta de espaço.

A ideia inicial da empresa era a diminuição de custos, se possível sem dispensar nenhum colaborador. Portanto o objetivo foi cumprido, os colaboradores foram remanejados. Houve uma melhor distribuição de máquinas para melhor reaproveitamento de todo o pessoal envolvido no processo. Desta forma, através da ferramenta do VSM pode proporcionar melhorias para a organização, o processo foi adequado com o devido refinamento para proporcionar um crescimento efetivo, de forma que a empresa tenha processos otimizados para conquistar novos mercados.

### 3 METODOLOGIA

Uma pesquisa pode ser classificada de quatro formas, de acordo com Silva e Menezes (2000, p. 20); quanto à natureza, quanto à forma de abordagem do problema, quanto aos objetivos e quanto aos procedimentos técnicos.

Esta pesquisa quanto à natureza é classificada como uma pesquisa aplicada, pois a mesma tem como objetivo o atendimento às exigências atuais do mercado, contribuindo para a solução dos problemas reais encontrados nas organizações.

Também classificada como qualitativa e quantitativa de acordo com a sua forma, por possuir características citadas por Silva e Menezes (2000, p. 20) que classificam como sendo uma pesquisa qualitativa a pesquisa contendo tais características: interpretação de fenômenos e a atribuição de significados, ambiente natural como fonte dos dados e o pesquisador como instrumento-chave, análise de dados indutivamente e os focos principais de abordagem sendo o processo e seu significado. E quantitativa por traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las.

Do ponto de vista dos objetivos, este trabalho se caracteriza como pesquisa exploratória e assume a forma de um estudo de caso, pois foi realizado levantamento bibliográfico visando proporcionar um maior conhecimento teórico sobre o assunto, e por se tratar de um estudo aprofundado do fluxo de valor da empresa visando um conhecimento global do problema estudado (GIL, 2002).

A primeira etapa foi constituída na realização de uma pesquisa bibliográfica onde foi realizado levantamento e estudo de publicações como livros e artigos acerca do tema, para obter um embasamento teórico.

Na etapa seguinte foram levantados dados sobre a empresa em estudo, por meio do auxílio de apresentações e documentações da empresa. E então realizada a análise dos dados, confrontando o que a empresa aplica com os conceitos da filosofia enxuta e aplicamos a ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor. Feito isto, foram desenvolvidas as propostas de melhorias com base nos conceitos da manufatura enxuta e que se adequem à situação real e necessidades da empresa.

Por fim foram tecidas conclusões sobre o tema em questão e acerca das melhorias proporcionadas pela ferramenta no processo em destaque.

## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 Caracterização da Empresa

A empresa estudada é uma metalúrgica localizada no noroeste do Paraná especialista na produção de itens para utilidades domésticas em alumínio fino e fundido, como painéis, tachos, caldeirões e chaleiras. A indústria está no mercado nacional há 12 anos e possui uma planta de 5 mil metros quadrados divididos em 10 setores de produção para os dois ramos (Alumínio fino e fundido), e possui cerca de 80 funcionários. A título de estudo foi analisado o processo de fabricação de utensílios domésticos alumínio fino.

A empresa está estruturada conforme a Figura 13, possuindo a estrutura tradicional de diretoria, que conta com o suporte do setor contábil, setor de qualidade e de tecnologia da informação que não possuem estrutura física na empresa. E fazem parte da gerência os departamentos de RH, Comercial e de Engenharia que serve como apoio para o departamento de produção e operários.

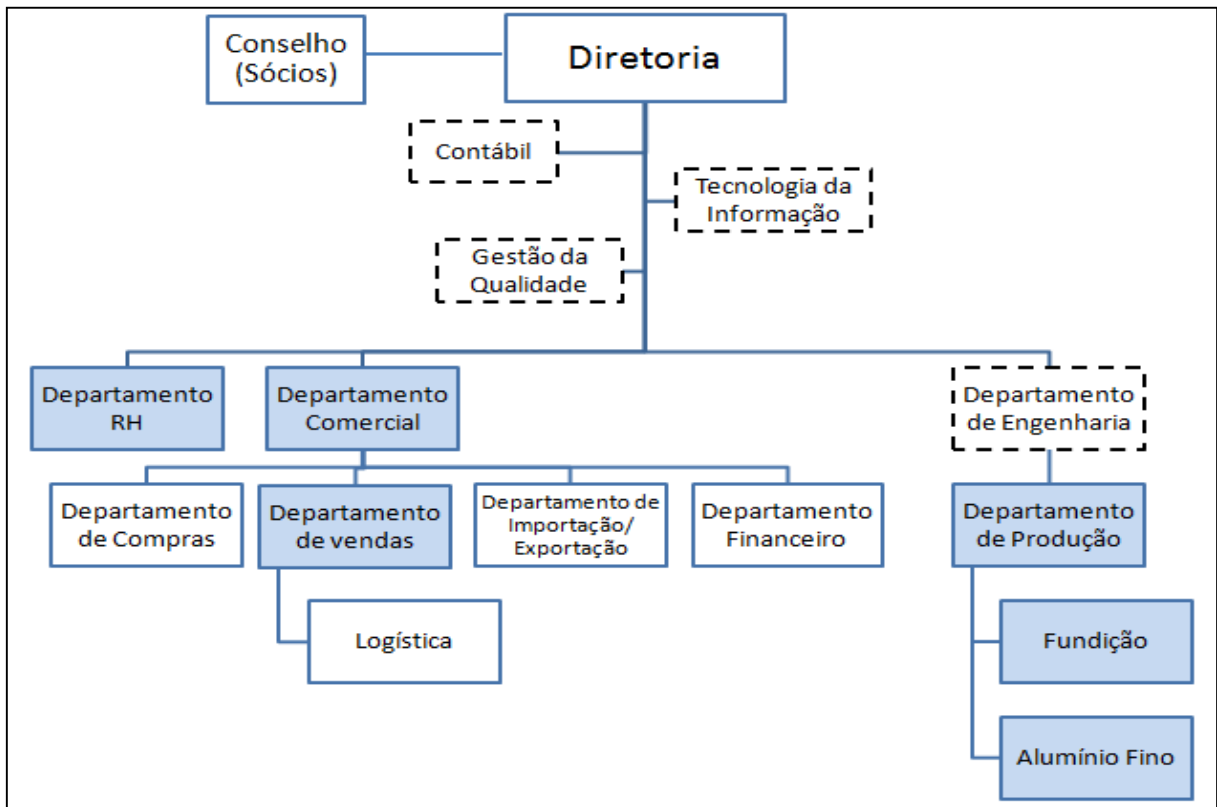


Figura 13: Organograma da empresa analisada.

Como ilustrado na Figura 13 os departamentos destacados são os envolvidos no projeto: departamento de RH com contribuição da gerente de RH, o Departamento Comercial informações referentes ao histórico de vendas dos produtos, Departamento de Produção com

contribuição do gerente de produção, e o setor Alumínio Fino tendo contribuição do encarregado e trabalhadores do setor.

Definir quais processos e etapas da fabricação fazem parte do projeto e quais não fazem é interessante, pois ajuda na definição do que faz parte da análise e do que não faz.

O setor de transformação foi o escolhido para a aplicação, porque é neste setor que é realizada a fabricação da base do produto, considerando desde a entrada de matéria-prima até o produto polido, que na empresa eles tratam como corpo. Nos setores seguintes de acabamento e embalagem esses corpos se transformam em uma grande variedade de produtos o que dificultaria aplicação e análise do mapa do processo. Desta maneira faz parte do processo de aplicação do VSM somente a área de transformação do produto.

O VSM aplicado ao setor de transformação tem o objetivo de mapear a cadeia de valor dos produtos com maior volume de produção e lucratividade com a finalidade de racionalizar o fluxo dos processos, e assim buscar a redução do *lead time*. Entende-se por este processo produtivo a sequência de atividades que vão de porta a porta, como proposto na literatura (ROTHER e SHOOK, 2003).

Definido o setor de aplicação do VSM a próxima etapa consiste na definição da família para coleta de dados referentes às seus respectivos processos. No setor de transformação os produtos são divididos entre os produtos que são estampados na máquina de prensa de alumínios e os produtos que são repuxados feitos no torno repuxador. Com o auxílio do *software excel* foi desenhado o fluxograma dos processos. Segue a ilustração do fluxograma do processo do setor dos produtos estampados, Figura 14.

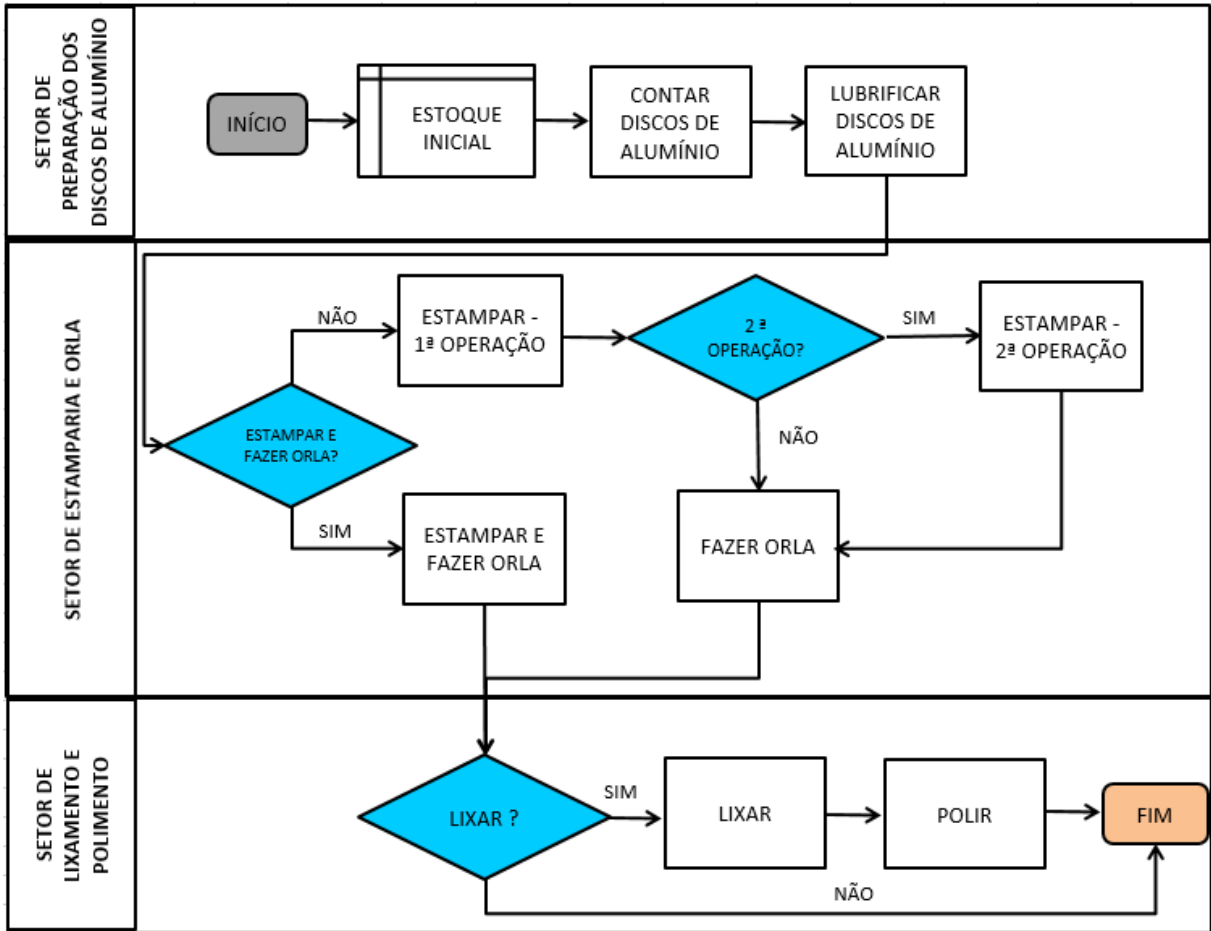


Figura 14: Fluxograma do processo do setor de estamparia.

Em seguida foi possível detalhar a matriz de produtos por etapas dos processos dos produtos estampados, Quadro 3.

Quadro 3: Matriz - Produtos x Processos - Estamparia.

		PROCESSOS - ESTAMPARIA							
		CONTAGEM	CILINDRO	ESTAMPARIA / ORLA	ESTAMPARIA 1ª OPERAÇÃO	ESTAMPARIA 2ª OPERAÇÃO	ORLA	LIXA	POLITRIZ
PRODUTOS	Caçarola	X	X	X				X	X
	Caldeirão	X	X		X	X	X	X	X
	Canecão	X	X		X	X	X	X	X
	Conjugada	X	X		X		X	X	X
	Forma de empada	X	X		X				
	Forma de torta	X	X		X		X	X	X
	Frigideira	X	X	X				X	X

No Quadro 3 os produtos foram colocados somente o nome sem as variações de tamanho, uma vez que são fabricados produtos de vários os tamanhos, porém o processo é o mesmo.

Já o fluxograma do processo dos produtos repuxados é distinto e encontra-se ilustrado na Figura 15.



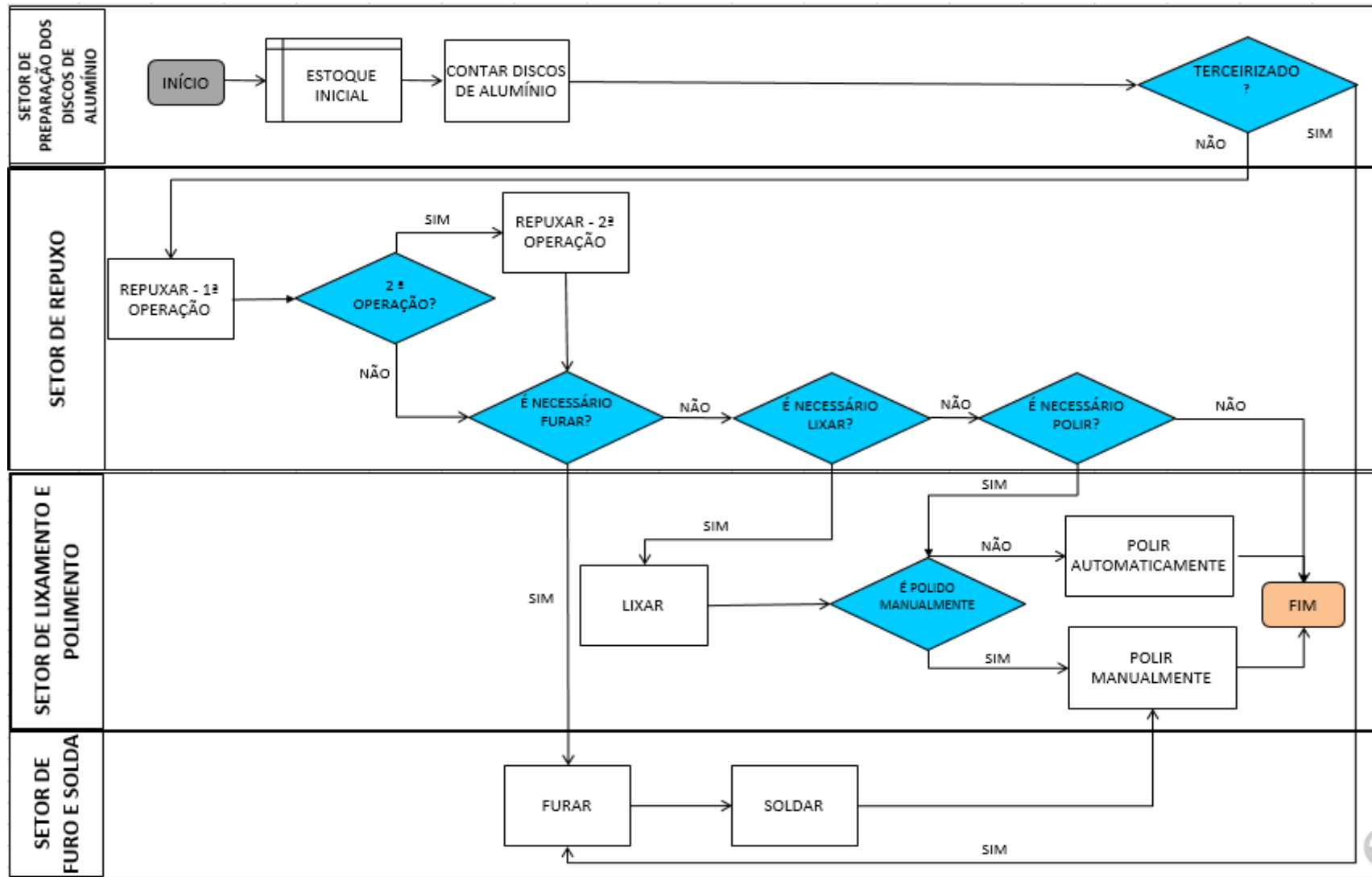


Figura 15: Fluxograma do processo do setor de repouso.

Da mesma forma foi especificado uma matriz de produtos por etapas dos processos dos produtos repuxados, Quadro 4.

**Quadro 4: Matriz – Produtos x Processos – Repuxo.**

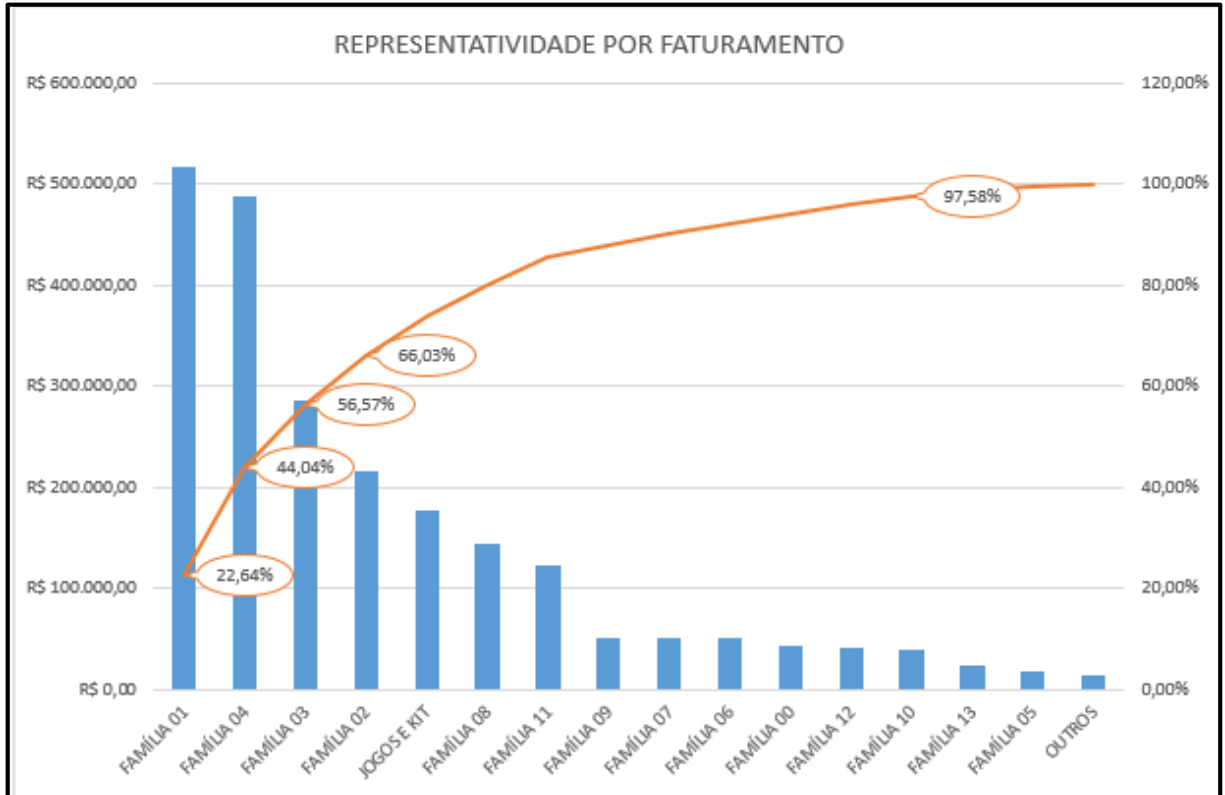
		PROCESSOS - REPUXO							
		CONTAGEM	REPUXO 1ª OPERAÇÃO	REPUXO 2ª OPERAÇÃO	FURO	SOLDA	LIXA	POLITRIZ MANUAL	POLITRIZ AUTO.
PRODUTOS	Bacia	X	X						
	Balde	X	X	X					
	Balde de gelo	X	X				X	X	
	Bule	X			X	X		X	
	Cafeteira	X	X	X	X	X		X	
	Caneca	X	X					X	
	Chaleira	X			X	X		X	
	Cuscuzeira	X	X				X	X	
	Escorredor de macarrão								
	Forma de pão de queijo	X	X	X					
	Forma de pizza	X	X						
	Forma de torta desmontavel	X	X				X		X
	Forma tubo	X	X	X			X		X
	Jarra com Bico	X	X		X	X		X	
	Jarra	X	X					X	
	Leiteira	X	XX	X	X			X	
	Moringá	X	X					X	
	Saladeira	X	X				X	X	
	Tambor de banha	X	X	X					

Igual aos produtos que são estampados os repuxados também apresentam grandes variações de tamanho, logo a Quadro 4 só apresenta os nomes sem suas variações. As famílias de produtos ficaram da seguinte forma, Quadro 5.

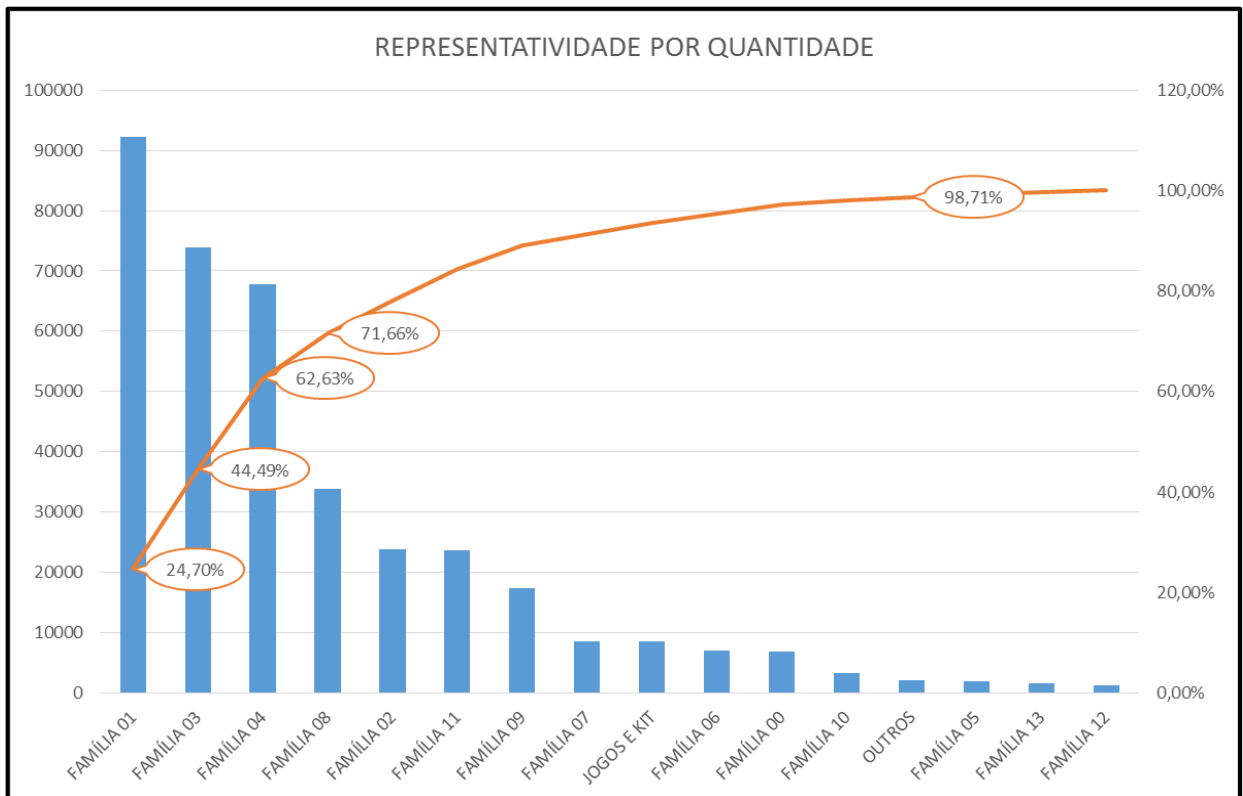
**Quadro 5: Família de produtos.**

FAMÍLIA	PRODUTOS	DERIVAÇÃO
0	Forma de empada	Estamparia
1	Caçarola e Frigideira	Estamparia
2	Forma de torta e Conjugada	Estamparia
3	Caldeirão e Canecão	Estamparia
4	Bule, Chaleira e Jarra com bico	Repuxo Terceirizado
5	Cafeteira	Repuxo
6	Balde de gelo, Cuscuzeira, Escorredor de Macarrão, Saladeira.	Repuxo
7	Forma de torta desmontavel	Repuxo
8	Forma tubo	Repuxo
9	Caneca, Jarra e Moringá	Repuxo
10	Leiteira	Repuxo
11	Bacia, Balde, Forma de Pão de Queijo, Forma de Pizza e Tambor de Banha	Repuxo

Para selecionar qual a família seria mapeada foi feita uma análise no histórico de vendas da empresa referente ao ano de 2014, quanto à quantidade e ao faturamento. Conforme destacadas nas Figuras 16 e 17.



**Figura 16: Representatividade das famílias por faturamento.**



**Figura 17: Representatividade das famílias por quantidade de produtos vendidos.**

Pode - se perceber, conforme mostra a Figura 16, que a família 1 de caçarolas e frigideiras é a que apresenta uma maior representatividade por faturamento representando 22,64% do total de faturamento no ano de 2014. A Figura 17 demonstra que como por representatividade por

faturamento a família 1 também apresenta uma maior representatividade de vendas por ano. Atualmente com uma variedade de 153 produtos a família 1 representa 31% dos produtos de forma geral.

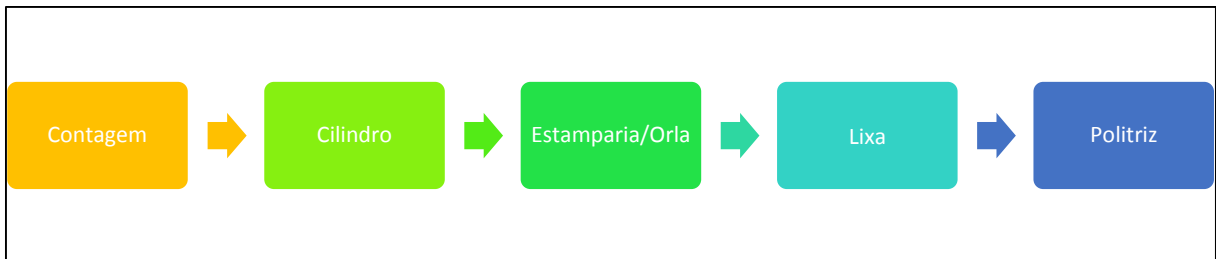
Os dois gráficos apresentados (Figura 16 e Figura 17) mostram mais do que 11 famílias que foi determinado no início do projeto, pois estavam entre os produtos vendidos, mas não são fabricados no setor.

Os objetivos traçados inicialmente para o projeto são de reduzir o estoque intermediário, o tempo de espera entre as etapas, e dar mais flexibilidade ao fluxo para redução do *lead time*. A principal justificativa é a busca de maior competitividade para a empresa.

A seção seguinte apresenta uma descrição detalhada de todos os processos de fabricação dos itens da Família 1.

#### 4.1.1 Descrição do processo produtivo

O processo produtivo da família 1 é composto pelas seguintes etapas, contagem, cilindro, estamparia/orla, lixa e politriz automática (Figura 18).



**Figura 18: Fluxograma do processo produtivo da família 1.**

**Contagem:** Consiste na separação da matéria – prima, no caso discos de alumínio (Figura 19). Os quais o envio é realizado por meio de um carrinho com o lote e sua respectiva ficha de controle que acompanha o lote do produto até o final do processo e é retirado somente na embalagem do produto.



**Figura 19: Discos de alumínio.**

**Cilindro:** Compreende na passagem do disco de alumínio no cilindro com óleo lubrificante antes da estampagem, Figura 20, em seguida os discos de alumínio são passados para o pedestal. Neste momento é posicionada uma gaiola para colocar os produtos após a estampagem, Figura 21.



Figura 20: Cilindro lubrificador de discos.



Figura 21: Posicionamento dos discos de alumínio e da gaiola.

**Estamparia/Orla:** São duas máquinas, Figura 22, porém são realizadas por um único operador. Os discos são posicionados na máquina rente aos pinos. É realizada uma verificação se o mesmo está bem posicionado antes de iniciar o processo de estampagem. Se for necessário é passado óleo lubrificante no anel, em caso do óleo lubrificante estiver secado no disco de alumínio. Na máquina de fazer orla o produto é colocado na matriz, corta a panela em sequência fecha a orla, assim que abre o contra fundo passa a lixa no fundo da panela. Ao

final o operador faz uma verificação visual se não houver nenhuma conformidade o produto é posto na gaiola.



**Figura 22: Máquinas de estampar e de fazer orla.**

**Lixa:** O operador utiliza dois cestos, um de entrada e outro de saída. Seleciona os dispositivos necessários para cada tipo de produto - matriz - e ajusta-os na máquina. Liga a máquina, (Figura 23). Coloca a peça no suporte passa uma esponja que removerá o excesso de óleo e passa a lixa com um pouco de sebo. Por fim retira a peça lixada da máquina.



**Figura 23: Máquina de lixar panelas.**

**Politriz automática:** Utilizam-se dois cestos para armazenar as peças, um de entrada e outro de saída. Seleciona os dispositivos necessários para cada tipo de produto - Rolo e matriz - e ajusta-os na máquina politriz, Figura 24. Liga a máquina coloca a peça no suporte. Passa a massa de polimento diretamente no produto. O tempo da máquina para todo esse processo é de aproximadamente 17 segundos, após isso a máquina automaticamente para. Retire o produto com cautela, pois ele estará quente.





Figura 24: Máquina de polir panelas.

Ao final de cada um dos processos as peças são conferidas visualmente. Se ela estiver com o acabamento adequado, colocar o mesmo no cesto de envio de peças. Se estiver inadequado, ela será reprocessada ou considerada refugo. Para a liberação e envio das peças é necessário preencher a ficha de controle, da qual foram tirados os dados do *lead time*.

Na ficha de controle ilustrada na Figura 25 o primeiro operador insere os dados como data de início e o nome do produto que será fabricado, além dos dados da data do processo ou máquina, quantidade que chegou e se apresentaram alguma não conformidade e por último a quantidade que saiu. Ao final de todos os processos a ficha é recolhida e então é possível calcular o *lead time* em dias.

LOTE/DATA		MÁQUINA	QNTD CHEGOU	DATA INÍCIO:							PRODUTO:			TOTAL SAIU	RESPONSÁVEL
				ENRUGADO	EMPACOTA DO ERRADO	FURADO	RISCO FUNDO	BOLHA	EMPACOTA DO ERRADO	TRINCA	AMASSADO	OUTROS			
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
Observações															

Figura 25: Ficha de controle de gaiola.

A ficha de controle do produto ou serviço não conforme também é preenchida ao final de cada processo pelo operador, da qual são obtidos dados como produção diária por máquina.

Figura 26.

CONTROLE DE PRODUTO/SERVIÇO NÃO CONFORME												
DATA: ___/___/___						Responsável: _____						
Processo	Produto	Qntd. Prod.	Não-Conformidade									
			ENRRUGADO	ALÇA QUEBRADA	RISCO FLUNDO	BOLHA	RACHADURA	TRINCA	AMASSADO	OUTROS		
Obsevações:												

**Figura 26: Ficha de controle de produto ou serviço não conforme.**

Cada operador da máquina anota o processo ou máquina, o nome do produto, a quantidade inicial e o refugo do lote.

Estas fichas de controle de gaiola e controle do produto ou serviço não conforme foram desenvolvidas junto ao engenheiro de produção da empresa, que atualmente é o supervisor da linha de acabamento. Tendo como principal objetivo a coleta de dados sobre a produção atual da empresa e teve sua implementação realizada em agosto de 2014.

## 4.2 Análise de Tempos, Fluxos e Processos

Para calcular os estoques diários utilizou – se dados coletados por meio da ficha de controle de produto, Figura 26. O processo de contagem e cilindro são desconsiderados neste cálculo, porque os discos de alumínio são contados e passam pelo cilindro e logo em seguida vão para o processo de estamparia e orla, assim não possuem estoques intermediários. Os quadros, 6 ao 8 apresentam, portanto o cálculo do estoque e refugo diário, além da disponibilidade da máquina para fabricação da família 1 dos processos de estamparia e orla, lixa e politriz referente aos meses de setembro, outubro e novembro de 2014.



**Quadro 6: Dados do processo de estamparia e orla.**

MÊS	ESTAMPARIA/ORLA					
	PRODUÇÃO MENSAL	PRODUÇÃO - MÉDIA DIÁRIA	REFUGO MENSAL	REFUGO - MÉDIA DIÁRIA	PRODUÇÃO TOTAL	DISPON.
SET	8037	365	313	14	-	100%
OUT	9272	403	228	10	-	100%
NOV	6833	342	122	6	-	100%
Nº MÉDIO DE PANELAS	8047	370	221	10		100%

Como somente a família 1 passa pelo processo de estamparia e orla sua disponibilidade é de 100% com uma produção média diária de 370 unidades e 10 unidades refugadas (Quadro 6).

**Quadro 7: Dados do processo da máquina de lixamento.**

MÊS	LIXA					
	PRODUÇÃO MENSAL	PRODUÇÃO - MÉDIA DIÁRIA	REFUGO MENSAL	REFUGO - MÉDIA DIÁRIA	PRODUÇÃO TOTAL	DISPON.
SET	7553	343	31	1	20620	37%
OUT	8256	359	11	0	23595	35%
NOV	6879	344	1	0	18780	37%
Nº MÉDIO DE PANELAS	7563	349	14	0,3	20998	36%

No processo de lixamento quase todas as famílias utilizam esse processo desta forma a família 1 consome 36% da sua disponibilidade. Com uma produção média diária de 349 unidades e 0,3 unidade refugada (Quadro 7).

**Quadro 8: Dados do processo da máquina de polimento.**

MÊS	POLITIZ					
	PRODUÇÃO MENSAL	PRODUÇÃO - MÉDIA DIÁRIA	REFUGO MENSAL	REFUGO - MÉDIA DIÁRIA	PRODUÇÃO TOTAL	DISPON.
SET	7831	356	50	2	24473	32%
OUT	9313	405	52	2	29090	32%
NOV	7734	387	42	0	22617	34%
Nº MÉDIO DE PANELAS	8293	383	37	1,3	25393	33%

E no processo de polimento a disponibilidade é bem próxima à disponibilidade do processo de lixamento com 33%. Com uma produção média diária de 383 unidades e 1,3 unidades refugadas (Quadro 8).

Com relação ao cálculo do *lead time* é considerado o tempo de espera do estoque entre processos em dias, utilizando a ficha de controle de gaiola, (Figura 25). A Tabela 2 mostra o estoque em dias.

Tabela 2: *Lead time* do fluxo de valor.

Processo	Estoque (unid.)	Estoque em Dias
<b>Contagem</b>	0	0
<b>Cilindro</b>	0	0
<b>Estamparia/Orla</b>	370	12,9
<b>Lixa</b>	349	1,4
<b>Politriz</b>	383	2,7
<b>Total</b>	<b>1102</b>	<b>17</b>

Os processos de contagem e cilindro não possuem estoque em dias, uma vez que assim que o encarregado de produção libera a ordem para fabricação os discos de alumínio são imediatamente contados e passados no cilindro para lubrificação. Já os demais processos possuem um elevado estoque em dias quando somados, demorando em média 17 dias para ser liberado o produto polido para o setor de acabamento.

Além do *lead time*, faz parte da linha do tempo o tempo de processamento que é a soma dos tempos de ciclos dos processos. A Tabela 3 apresenta o tempo de processamento da família 1.

Tabela 3: Tempo de processamento.

Processo	Tempo de Ciclos (T/C)
<b>Contagem</b>	1 s
<b>Cilindro</b>	1 s
<b>Estamparia/Orla</b>	21 s
<b>Lixa</b>	14 s
<b>Politriz</b>	22 s
<b>Total</b>	<b>59 s</b>

A Tabela 3 mostra o total em média para um produto da Família 1 ser fabricado no setor de transformação que é de 59 segundos.

#### 4.2.1 Mapa do estado atual

Através de todos os dados e informações coletados nos subitens anteriores foi possível desenhar o mapa de fluxo de valor do estado atual, Figura 27.

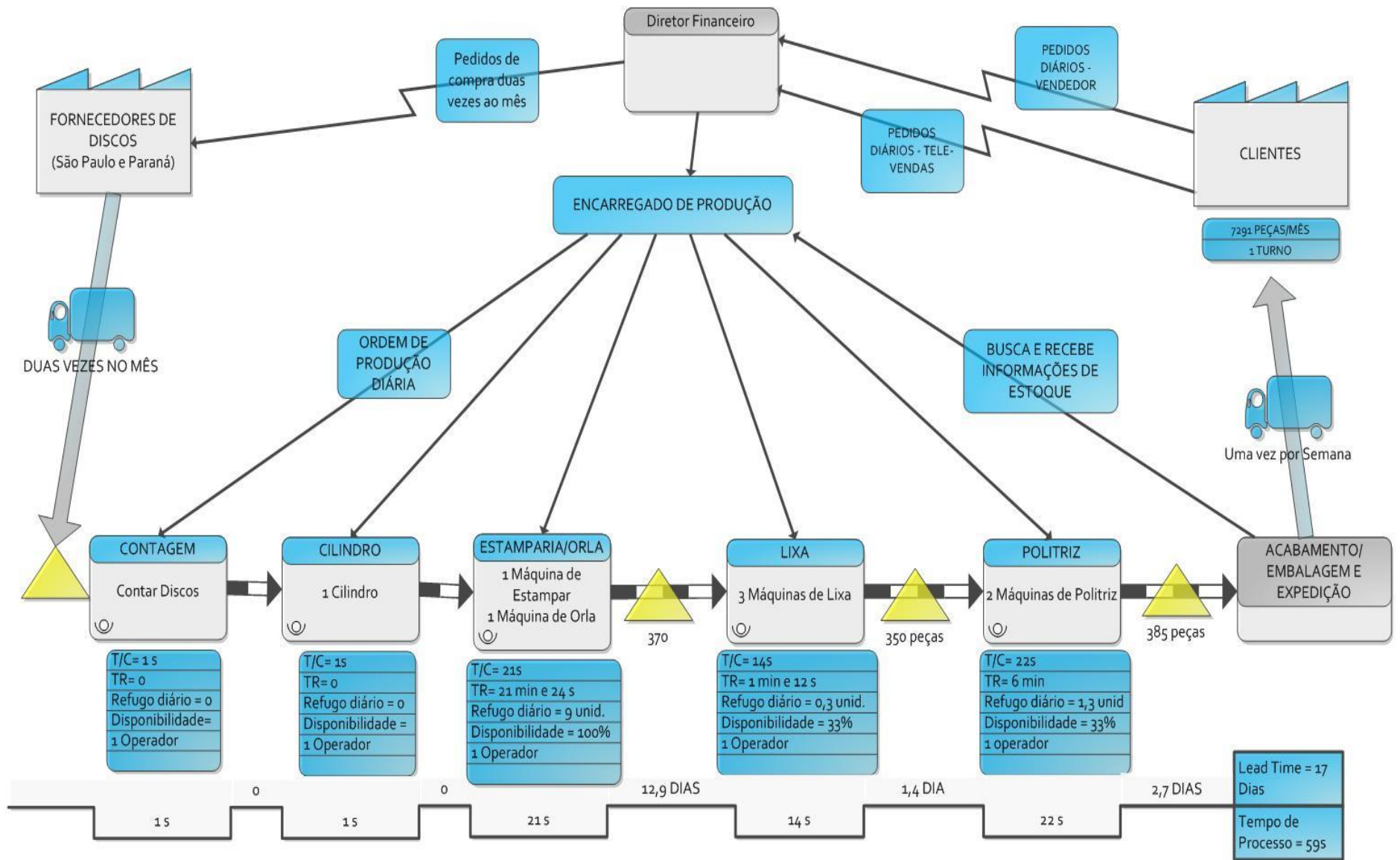


Figura 27: Mapa de fluxo de valor estado atual.

Referente ao fluxo de material, o diretor financeiro realiza as compras duas vezes ao mês, a primeira que é a compra maior de um fornecedor do estado de São Paulo e a segunda compra, considerada por eles como compra de correção, pois são comprados os discos de alumínio que estão em falta ou que tiveram uma produção maior ou que não foram comprados na primeira compra, esta é feita com um fornecedor do estado do Paraná. Os discos de alumínio são armazenados na empresa e retirados sempre com a ordem do encarregado de produção.

As vendas dos produtos são feitas por vendedores externos e por televendas. E são através destas vendas que são passados ao encarregado de produção que é feita a liberação de material para fabricação dos produtos. Além destes pedidos o encarregado consulta os outros setores de acabamento, embalagem e expedição e por meio de análise do nível de estoque nas prateleiras finais também são definidas a quantidade de fabricação. Todo o fluxo de informação é baseado em comunicação pessoal, não há nenhum tipo de sistema de controle de programação da produção implementado na empresa.

No mapa do estado atual, Figura 27, o estoque intermediário está representado pela capacidade de produção diária das máquinas/operadores em questão. Pois a empresa apresenta um estoque intermediário de nível muito elevado e como não havia padronização dos lotes dos produtos era inviável qualquer tipo de contagem. O encarregado de produção sempre liberava lotes muito maiores do que o necessário em uma semana, para evitar os *setups* das máquinas e até mesmo a ociosidade do processo seguinte. A forma de trabalho do encarregado de produção possui seus pontos corretos, mas é que quando o estoque intermediário é gerenciado de forma errada, se torna um dos grandes geradores de desperdícios na linha de produção, podendo ocultar a vários problemas de gestão, vindo a ter reflexos diretos e significativos na eficiência financeira e na imagem da empresa. Algo que pode ser claramente observado é que isso acarretou em um *lead time* elevado entre o processo de estamparia/orla e o processo de lixa.

Realizando uma análise do VSM atual reunido com o setor de apoio de engenharia e com o encarregado de produção foram levantados os principais desperdícios encontrados:

- *Lead time* elevado;
- Superprodução de alguns itens;
- Falta de produtos desejados pelos clientes;
- Péssima comunicação entre os setores;
- Falta de um controle de estoque eficaz.

O propósito da técnica VSM é fazer com que o fluxo flua sem paradas, esperas ou filas, fazendo com que a remuneração pelo serviço venha mais rápido, com *lead time* menor. Com tudo foi planejado com a supervisão um plano de ação através da ferramenta 5W1H para alcançar o estado futuro, apresentada no Quadro 9.

**Quadro 9: Plano de Ação, 5W1H.**

Plano de Ação 5W2H							
5W						2H	
O que?	Como?	Quem?	Quando?		Onde?	Por que?	Quanto?
			Início	Fim			
Padronizar lotes de produção	Organizar cada produto dentro da gaiola, após o processo de polimento.	Polidor	04/05/2015	29/05/2015	Na empresa	Ter o controle de peças em processo	R\$ -
Implementar a ferramenta kanban de produção	Analisar o histórico de vendas, calcular estoque mínimo, ponto de pedido e estoque máximo.	Departamento de Engenharia	04/05/2015	05/06/2015	Na empresa	Para fabricar com a completa eliminação das funções desnecessárias à produção, na quantidade certa e no tempo necessário, eliminando estoques, reduzindo custos e aumentando a produtividade	R\$ -
Fazer um fluxo contínuo	Posicionar a máquina de lixamento atrás da máquina de polimento.	Auxiliar de Produção	29/05/2015	30/05/2015	Na empresa	Diminuir o <i>lead time</i>	R\$ -

Por meio do plano de ação elaborado a seção seguinte descreve com mais detalhes as ações para alcançar o mapa do estado futuro.

#### 4.2.2 Mapa do estado futuro

Esta sessão se propõe a fazer o mapeamento do estado futuro da família 1. O trabalho realizado sobre o fluxo de material simplificou o sistema e reduziu a quantidade de processos criando uma célula de dois processos.

O primeiro passo para desenhar o mapa de fluxo de valor do estado futuro é analisar onde é possível se fazer fluxo contínuo e para isso é preciso saber o tempo *takt*.

Para produzir para uma demanda média de 7291 peças por mês, em um turno, durante 10 dias, que foi o tempo de produção estipulado pela diretoria, e com 31500 segundos disponíveis para produção por turno, tem-se um tempo *takt* de 44 segundos. Utilizando a fórmula da equação 4 para calcular o tempo *takt*, tem-se:

$$Takt\ time = \frac{31500\ s}{729\ peças/dia} \cong 44\ s$$

O tempo *takt* significa que o cliente deseja um produto a cada 44 segundos. Esse valor servirá para balancear a produção e as linhas de produção dos produtos da Família 1.

No estado atual a estamparia e a máquina de orla já formam um processo contínuo. A ideia consiste em fazer fluxo contínuo entre o processo de lixamento e polimento. A modificação se resume a posicionar a máquina de lixamento atrás da máquina de polimento e assim que a peça fosse lixada será posicionada na gaiola entre as máquinas dando acesso imediato a máquina de polimento, transformando assim em uma célula de trabalho com duas máquinas e com dois operadores.

Essa modificação será benéfica, pois haverá apenas um estoque intermediário, diminuindo consequentemente o *lead time* do setor de transformação. Pois nas condições atuais o desperdício de tempo quando o operador da lixa realiza o lixamento de uma peça diferente da qual está sendo polida, dado que a falta de comunicação e planejamento aumenta o tempo de troca quando a mesma é realizada mais de uma vez por causa dos erros cometidos. Desta forma o *setup* das máquinas seria realizado simultaneamente para os mesmos produtos.

Inicialmente devido à impossibilidade de fazer a alteração no *layout* não seria possível fazer um processo contínuo completo no setor de transformação. Então, precisamos instalar um supermercado e usar as retiradas do supermercado (puxadas) para controlar a produção de peças estampadas e feitas orla.

Baseando nas vendas realizadas no ano de 2014 da Família 1, segue o Quadro 10, para determinação do estoque de segurança, do ponto de pedido e estoque máximo.

**Quadro 10: Histórico de vendas do ano de 2014, família 1.**

PRODUTOS	VENDAS ANUAL FAMILIA 1 EM 2014												ANUAL	MÉDIA/ MÊS
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ		
Caçarola 14	647	1419	1167	1261	923	1820	1420	1349	1640	1225	1163	1014	15048	1254
Caçarola 16	1383	2322	2405	2499	2584	2439	3589	2232	2641	2325	1595	1675	27689	2307
Caçarola 18	603	1339	1191	1063	1125	1297	1064	1034	1169	1253	1026	1055	13219	1102
Caçarola 20	447	953	867	792	828	1073	1078	1049	966	1035	938	817	10843	904
Caçarola 22	374	881	721	646	707	855	765	925	772	836	809	628	8919	743
Caçarola 24	329	563	293	340	522	466	416	551	635	566	546	364	5591	466
Frigideira 18	72	195	174	246	141	260	99	221	264	150	122	90	2034	170
Frigideira 20	162	366	230	194	219	349	235	298	399	264	307	221	3244	270
Frigideira 22	225	356	401	266	164	366	265	323	257	356	295	236	3510	293
Frigideira 24	117	209	219	189	228	194	172	165	170	174	206	121	2164	180
TOTAL	4359	8603	7668	7496	7441	9119	9103	8147	8913	8184	7007	6221	92261	7688

O tamanho do lote de cada produto varia com a quantidade de peças que cabem em uma gaiola. O Quadro 11 apresenta o tamanho do lote de cada peça.

**Quadro 11: Tamanho do lote de cada produto.**

PRODUTOS	TAMANHO DO LOTE (UNID.)
Caçarola 14	236
Caçarola 16	192
Caçarola 18	126
Caçarola 20	90
Caçarola 22	72
Caçarola 24	66
Frigideira 18	50
Frigideira 20	50
Frigideira 22	50
Frigideira 24	50

Percebe – se que a uma grande variação de quantidades dos produtos que cabem em uma gaiola, isso se deve ao formato e volume de cada peça. Até o processo de lixamento os produtos são dispostos sem nenhuma organização, porém quando são polidos são colocados um sobre o outro e separados por jornais para que não haja nenhuma deformação (riscos, amassados, entre outros) que comprometam a qualidade do produto.

O tamanho do lote neste estudo de caso terá grande influência, pois a definição do estoque de segurança, do ponto de pedido e estoque máximo será arredondado conforme o tamanho do lote.

Os estoques de segurança são calculados levando em consideração o desvio padrão de uma amostra, multiplicado por uma constante que está ligada ao nível de serviço. Neste caso, como o produto tem alto valor agregado, foi escolhido um nível de serviço de 80% (Quadro 12).

**Quadro 12: Estoque de segurança, família 1.**

PRODUTOS	DESVIO PADRÃO	K	ESTOQUE DE SEGURANÇA ARREDONDADO (UNID.)
Caçarola 14	314,13778	0,85	236
Caçarola 16	576,98408	0,85	378
Caçarola 18	189,37863	0,85	126
Caçarola 20	175,94651	0,85	180
Caçarola 22	147,59165	0,85	144
Caçarola 24	113,70173	0,85	66
Frigideira 18	67,78375	0,85	50
Frigideira 20	73,57906	0,85	50
Frigideira 22	69,51455	0,85	50
Frigideira 24	35,02294	0,85	50

O ponto de pedido, que leva em consideração o estoque de segurança, o tempo de reposição (*lead time* até o produto acabado) e o consumo médio anual de cada um dos produtos. Segue no Quadro 13 o ponto de pedido de cada um dos produtos da família 1.

**Quadro 13: Ponto de pedido, família 1.**

PRODUTOS	ESTOQUE DE SEGURANÇA (UNID.)	TEMPO DE REPOSIÇÃO (MESES)	CONSUMO MÉDIO MENSAL	PONTO DE PEDIDO ARREDONDADO
Caçarola 14	236	0,7	1254	1180
Caçarola 16	378	0,7	2307	1920
Caçarola 18	126	0,7	1102	882
Caçarola 20	180	0,7	904	810
Caçarola 22	144	0,7	743	648
Caçarola 24	66	0,7	466	396
Frigideira 18	50	0,7	170	150
Frigideira 20	50	0,7	270	250
Frigideira 22	50	0,7	293	250
Frigideira 24	50	0,7	180	200

Para o cálculo do estoque máximo é considerado o estoque de segurança e o consumo médio mensal, demonstrado no Quadro 14.

**Quadro 14: Estoque máximo, família 1.**

PRODUTOS	ESTOQUE DE SEGURANÇA (UNID.)	CONSUMO MÉDIO MENSAL	ESTOQUE MÁXIMO ARREDONDADO
Caçarola 14	236	1254	1416
Caçarola 16	378	2307	2688
Caçarola 18	126	1102	1260
Caçarola 20	180	904	1080
Caçarola 22	144	743	864
Caçarola 24	66	466	528
Frigideira 18	50	170	200
Frigideira 20	50	270	300
Frigideira 22	50	293	350
Frigideira 24	50	180	250

Utilizando o método *kanban* o *Kanban* de retirada aciona o movimento das peças. O *kanban* de produção aciona a produção das peças. A estamparia/orla poderá colocar uma *Kanban* em cada lote de peças estampadas e feitas orla no supermercado. Toda vez que o movimentador



de materiais remove um lote do supermercado, um *kanban* será enviado de novo para a prensa. Isso instrui a estamparia a produzir um lote de peças, colocá-las na gaiola e movimentá-las até a localização específica no supermercado de peças estampadas. Exemplificação de como ficaria o quadro *Kanban*, para a Família 1 (Quadro 15).

**Quadro 15: Quadro kanban de Produção, família 1.**

	Caçarola 14	Caçarola 16	Caçarola 18	Caçarola 20	Caçarola 22	Caçarola 24	Frigideira 18	Frigideira 20	Frigideira 22	Frigideira 24
ES										
PP										
EM										

Por meio do quadro é possível controlar o estoque e produção dos produtos, gestão visual, onde todos os funcionários conseguem visualizar o mesmo *status* do estoque que é baseado em uma demanda real, facilitando a comunicação entre as equipes. Evitando a superprodução, reduzindo desperdícios, logo aumentando a produtividade.

O cartão *kanban* que deve ser utilizado em cada lote é apresentado na Figura 28.

<b>Kanban de Produção</b>			
<b>Setor de Transformação: Estamparia</b>			
<b>Nome do Item:</b> Corpo caçarola 14		<b>Código do Item:</b> 3001007	
<b>Material Utilizado</b>	<b>Unidade</b>	<b>QTDD de Peças</b>	<b>Nº Total de Cartões</b>
Disco de alumínio	250 x 0,70 mm	236	9

**Figura 28: Modelo de cartão *Kanban*.**

O cartão *kanban* é responsável pela comunicação e pelo funcionamento de todo o sistema, nele devem estar contidos as informações mínimas para o bom funcionamento da linha de

produção. O modelo exibido na Figura 28 apresenta as informações necessárias para este estudo em questão tais como: o nome do produto, o material utilizado, a quantidade de peças por lote e o número máximo de lotes que podem estar em processo deste produto.

Por fim depois de todas as observações e análises foi possível desenhar o mapa do estado futuro ilustrado na Figura 29. Nota – se que a principal mudança se dá pela implementação da ferramenta *Kanban*.

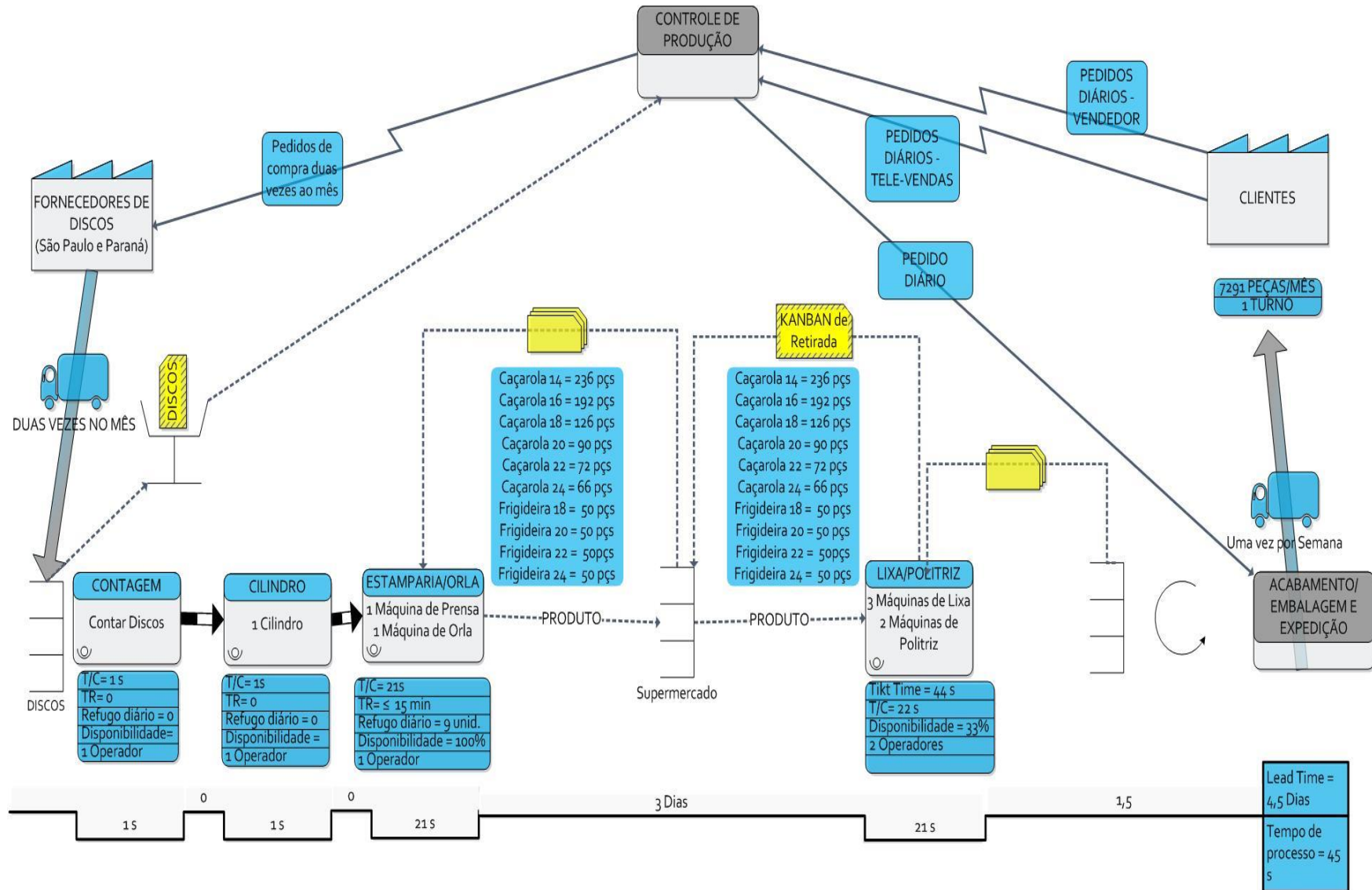


Figura 29: Mapa de fluxo de valor estado futuro.

### 4.3 Resultados e Discussões

O Quadro 16 faz a comparação dos dados do estado atual com os dados do estado futuro, evidenciando as vantagens quantitativas possíveis de serem alcançadas com a aplicação dos conceitos e ferramentas da produção enxuta na família de produtos em estudo.

**Quadro 16: Comparativo VSM Atual x VSM Futuro**

Indicadores	VSM Atual	VSM Futuro	% Melhoria
Lead time	17 dias	4,5 dias	73,5%
Tempo de Processamento	59 segundos	44 segundos	25,4%

O tempo de processamento na produção das caçarolas e frigideiras pode ser reduzido através da implantação do fluxo contínuo entre os processos de lixamento e polimento. Já a redução do *lead time* em 73,5%, permitindo que a empresa reduza o tempo atual de entrega ao cliente, trabalhando com o sistema puxado, que optamos pelo uso da ferramenta *Kanban* de produção, produzindo somente quando necessário, aumentando o giro de estoque e diminuindo a quantidade de estoque em processo.

O estoque em processo não foi mensurado no VSM atual devido seu elevado nível. Entretanto a empresa deu início ao processo de implementação da ferramenta *Kanban* e podemos observar um nível de estoque mais baixo pelo armazenamento e movimentação no chão de fábrica.

O departamento de engenharia que serve de suporte ao departamento de produção, tem liberado as ordens de produção e auxiliado o encarregado com o uso da nova ferramenta. Problemas como superprodução de determinada peça e falta de outras acontecem ainda, mas com uma menor frequência.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este estudo foi possível chegar ao objetivo inicial da pesquisa, que foi analisar e propor melhorias no fluxo de valor em uma família de produtos de uma empresa metalúrgica através da utilização da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor.

Por meio do conhecimento sobre o processo de produção, com intuito de identificar melhorias, reduzindo desperdícios e diminuindo custos de produção, além de diminuir o *lead time*, estabelecendo vantagens competitivas para a empresa. Como resultado, obtém-se uma redução dos estoques intermediários, redução de desperdícios e de custos implementando um fluxo contínuo, diminuindo desta forma em 73,5% o *lead time* no setor de transformação no qual se realizou o estudo, proporcionando que ela entregue seus produtos na hora certa e com custos menores, garantindo a satisfação dos clientes.

Porém vale ressaltar que a aplicação do Mapa de Fluxo de Valor não pode ser visto como o término de um trabalho, pois quando elimina desperdícios em um ciclo, pode ocorrer à descoberta de mais desperdícios no ciclo seguinte. Considerando a característica da empresa e o cenário onde ela está inserida, a aplicação de conceitos e ferramentas enxutas é considerada como uma ótima estratégia para a empresa, tendo em vista que os conceitos são simples e podem ter resultados positivos no fluxo de valor, tornando a empresa mais competitiva no mercado frente aos concorrentes. Destaca-se que a implantação de conceitos do Sistema Toyota de Produção é visto como um desafio, pois além de mudanças no processo produtivo, é necessário mudanças na mentalidade de toda a organização, a fim de garantir o sucesso da implantação.

De acordo com a diretoria, a empresa pretende aplicar os conceitos da produção enxuta, porém o estudo é apenas o início do caminho que a empresa busca seguir, buscando melhorias positivas e garantindo a satisfação de seus clientes.

Como contribuição desta pesquisa tem-se o fato de que o estudo de caso foi realizado em uma indústria do ramo metalúrgico fabricante de utensílios domésticos diferenciada pela sua produção em alta escala e variações de produtos onde encontram – se uma maior dificuldade empresarial para mapeamento do processo produtivo. Devido a isso, este trabalho proporciona conhecimento para trabalhos futuros desenvolvidos nesta área. Além de ter uma exemplo de aplicação da ferramenta para melhor entendimento acadêmico.

### 5.1 Barreiras e Limitações

A comunicação com a alta gerencia sobre os interesses da empresa e o projeto em questão, ocorreu de forma clara e objetiva.

A limitação se dispôs com a coleta de dados, porque dependia de um maior número de pessoas. As fichas de controle de gaiola e de controle de produto são preenchidas pelos operadores e continham muitos erros. E demandava tempo ir atrás de interpretar corretamente os dados.

As mudanças não aconteceram de forma sincronizada, algumas atividades que eram destinadas aos operadores necessitavam de treinamentos e explicações sobre o que se referiam e qual a necessidade deles desenvolverem. Porém o treinamento só ocorreu após o sistema *Kanban* estar rodando.

A maior barreira foi a aceitação do processo de mudança, funcionários que atuam no meio fabril a mais de dez anos demoram a aceitar novas formas e ferramentas de trabalho.

## **5.2 Trabalhos Futuros**

Para estudos futuros, tem-se a proposta de reduzir o tempo de *setup* da máquina de estampar, aprofundar-se no estudo da movimentação, através da identificação de *setup* interno e externo, visto que o balanceamento da linha de quantas peças diferentes produzirem por dia depende dessa preparação da máquina.

Dado que o estudo realizado foi apenas em um setor da empresa, considerando apenas o corpo polido, fazer uma análise dos produtos acabados com suas características dando preferência as solicitações dos clientes.

## 6 REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO – ABAL. **Cadeia Primária**. 2011. Disponível em: < <http://www.abal.org.br/aluminio/cadeia-primaria/>>. Acesso em: 07 de janeiro de 2016.
- ABDULMALEK, F. A.; RAJGOPAL, J. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. **International Journal of production economics**, v. 107, n. 1, p. 223-236, 2007.
- ALVAREZ, R. R.; ANTUNES, J. A. V. **Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção**. 2001.
- ARAÚJO, L. F. de; *et al.* **Método de aplicação da produção nivelada em sistemas de manufatura repetitiva com produção em lotes**. UFCS – Mestrado em Engenharia Mecânica, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA, MATERIAIS E MINERAÇÃO – ABM. **Histórico da metalurgia nas últimas décadas**. 2014. Disponível em: <<http://www.abmbrasil.com.br/quem-somos/historico/a-metalurgia-nas-ultimas-decadas/>>. Acesso em: 25 de março de 2014.
- BARROS, T. O. de; VALENTIM, O. A. Melhoria de produtividade no setor de atendimento ao cliente de uma produtora de software através da aplicação da metodologia *lean office*. **XXXIV ENEGEP**. Curitiba, 2014.
- BATISTA, F. L. **Redução de Lead Time através do mapeamento do fluxo de valor em uma indústria farmacêutica**- Trabalho de Formatura – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção. São Paulo, 2009. 193p.
- BAUCH, C. **Lean Product Development: making waste transparent**. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology, Agosto, 2004.
- BUIAR, D. R. **Mapeamento do Fluxo de Valor–Uma ferramenta do Sistema de Produção Enxuta**. XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção - Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de nov de 2004.
- DE LARMELINA, S; *et al.* **Redução do Lead Time Produtivo de uma Empresa Têxtil através do Mapeamento de Fluxo de Valor**. ENEGEP, 2014.
- DIAS, R. L. **Conceitos de manufatura enxuta aplicados a uma indústria de suprimentos e dispositivos médicos**.2006.35f. Monografia (Faculdade de Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2006.
- EL-NAMROUTY, K. A.; ABUSHAABAN, M. S. Seven wastes elimination targeted by lean manufacturing case study “gaza strip manufacturing firms”. **International Journal of Economics, Finance and Management Sciences**, 1 (2), 68, v. 80, 2013.
- GARCIA, E; *et al.* Gerenciando incertezas no planejamento logístico: o papel do estoque de segurança. **Revista Tecnológica**, v. 63, p. 36-42, 2001.
- GIANESI, Irineu Gustavo N.; BIAZZI, Jorge Luiz de. **Gestão estratégica dos estoques**. 2011. Disponível em: < [http://www.insper.edu.br/sites/default/files/2011\\_wpe244.pdf](http://www.insper.edu.br/sites/default/files/2011_wpe244.pdf)> . Acesso em 24 de maio de 2014.

- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002
- KACK, S. C.; *et al.* **Mapeamento de Fluxo de Valor: Otimização do Processo Produtivo sob a ótica da Engenharia de Produção**. XI SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Rio de Janeiro – RJ, 2014.
- KILPATRICK, J. Lean principles. **Utah Manufacturing Extension Partnership**, p. 1-5, 2003.
- LEFICOVICH, M. **Mejores prácticas - Single minute exchange die**. Gestipolis: 2008. Disponível em: < <http://www.gestipolis.com/administracion-estrategia/mejores-practicas-enfabricacion-y-produccion.htm> >. Acesso em 17 de março de 2014.
- LOPRETE, D. *et al.* Gestão de Estoque e a Importância da Curva ABC. **Lins, SP**, 2009.
- MANOS, T. Value stream mapping—An introduction. **Quality Progress**, v. 39, n. 6, p. 64-69, 2006.
- MARTINS, F. A. S. Gestão de estoques. **III Encontro Científico e Simpósio de Educação Unisaesiano**, 2009.
- MOREIRA, M. P.; FERNANDES, F. C. F. **Avaliação do mapeamento do fluxo de valor como ferramenta da produção enxuta por meio de um estudo de caso**. ENEGEP, 2011.
- PIRES, R. T. Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor em uma empresa do ramo metalúrgico. **Trabalho de diplomação de Engenharia de Produção e Transportes. UFRGS. Porto Alegre**, 2008.
- QUEIROZ, J. A. de; *et al.* Proposta de uma metodologia para utilização da simulação no planejamento e implantação dos sistemas de produção enxuta. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL**, v. 44, 2012.
- ROMITO, P. R. *et al.* Gestão de Estoques: um Estudo em Empresa de Comércio Varejista. **VIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, 2011.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta**. Lean Institute Brasil, 2003.
- SALGADO, Eduardo Gomes *et al.* Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. **Gestão e Produção**, v. 16, n. 3, p. 344-356, 2009.
- SCHEUNEMANN, R., *et al.* Análise e redução das perdas em uma indústria têxtil. **XXXIV ENEGEP**. Curitiba, 2014.
- SILVA, E, L; MENEZES, E, M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2000, 118 p.
- TAKT COLSULTORIA LEAN: a produção mais eficiente e flexível. **Conceito Takt-time e Tempo de ciclo**. 2010. Disponível em: <<http://takttime.net/artigos-lean-manufacturing/jit-lean-manufacturing/definicao-takt-time-e-tempo-de-ciclo/>> Acesso em: 19 de abril de 2015.
- TUBINO, Dalvio Ferrari. Manual de Planejamento e Controle da Produção. Editora Atlas; 2ª Edição; São Paulo; 2000.
- VIEIRA, M. G.; *et al.* **Aplicação do mapeamento de fluxo de valor para avaliação de um sistema de produção**. UFSC – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica. 2006.



XAVIER, G. V; SARMENTO, S. S da. *Lean Production* e Mapeamento do fluxo de valor. **TecHoje - Revista do Instituto de Educação Tecnológica**. Belo Horizonte, abr. 2004.

WANG, S.; SARKER, B. R. Optimal models for a multi-stage supply chain system controlled by kanban under just-in-time philosophy. **European Journal of Operational Research**, v. 172, n. 1, p. 179-200, 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; **A Mentalidade Enxuta nas Empresas – Elimine o Desperdício e Crie Riquezas**. 6<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

**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**