

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

**APLICAÇÃO DA FERRAMENTA *VALUE STREAM MAPPING*  
EM EMPRESA DO RAMO ODONTOLÓGICO**

*Flávio Titarelli Zurlo*

**TCC-EP-34-2013**

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

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

**APLICAÇÃO DA FERRAMENTA *VALUE STREAM MAPPING*  
EM EMPRESA DO RAMO ODONTOLÓGICO**

*Flávio Titarelli Zurlo*

**TCC-EP-34-2013**

Trabalho apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup>: Olivia Toshie Oiko

## **DEDICATÓRIA**

Esse trabalho é dedicado aos meus pais,  
Mara e Flávio.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me proporcionar toda a serenidade, força e garra para que eu conseguisse correr atrás de meus sonhos e me aperfeiçoar pessoalmente e profissionalmente.

Ao meu pai, serei eternamente grato por todo o carinho, amizade e apoio financeiro que tornou possível a realização de minha graduação.

A minha mãe, agradeço por todo o suporte emocional e por ser minha fonte de inspiração nos momentos mais difíceis.

Aos meus familiares deixo meus sinceros agradecimentos por todos os momentos em que passamos juntos.

A Mariane, agradeço pela força e apoio que sempre me foi dado e pelos momentos maravilhosos que vivemos juntos.

Aos meus amigos, Guilherme e Fernando, meus cumprimentos pela inabalável amizade em todos esses anos de faculdade e pelos grandes momentos passados dentro e fora do Afonso's Bar.

Aos professores deixo meu carinho por se dedicarem e serem responsáveis por meus conhecimentos teóricos adquiridos e em especial a Olivia, que me deu suporte para a realização de meu trabalho.

Obrigado aos gestores da Maquira pela oportunidade e liberdade para a realização do trabalho. Por fim, deixo um agradecimento especial para a Dinâmica Empresa Júnior por todo conhecimento teórico e prático proporcionado, assim como por também ser responsável por grande parte do meu desenvolvimento pessoal e profissional.

## RESUMO

Esse trabalho realizado em uma empresa maringaense do ramo odontológico tem por objetivo, a criação de um fluxo mais enxuto para uma determinada família de produto com a utilização da ferramenta *Value Stream Mapping* e da mentalidade enxuta. As etapas do trabalho consistiram em definir a família de produto, construir o *Value Stream Mapping* atual, analisar os pontos de melhoria, confeccionar o *Value Stream Mapping* futuro e criar o plano anual do fluxo de valor para atingir o mapa futuro. A proposta resultado do estudo apresenta redução de 52,70% do *Lead Time* de produção e uma redução de 66,70% do tempo de processamento, o que atinge o objetivo da criação de um processo mais enxuto, conseqüentemente reduzindo os custos, otimizando a produção e aumentando a satisfação do cliente.

**Palavras-chave:** *Value Stream Mapping; Lead Time; Lean Manufacturing; Takt Time.*

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
LISTA DE QUADROS.....	iii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	iv
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Justificativa.....	2
1.2 Objetivos .....	2
1.2.1 Objetivo geral.....	2
1.3 Definição e delimitação do problema .....	3
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Conceitos do Lean Manufacturing.....	4
2.2 Desperdícios .....	5
2.3 <i>Value Stream Mapping</i> (Mapeamento do Fluxo de Valor).....	7
2.3.1 Família de produtos .....	9
2.3.2 Desenho do Estado Atual.....	10
2.3.3 Desenho do Estado Futuro .....	11
2.3.4 Plano de Trabalho e Implementação .....	15
2.4 Outras Ferramentas <i>Lean</i> .....	15
2.4.1 Housekeeping – 5S`s .....	16
2.4.2 Manutenção Produtiva Total – TPM .....	16
2.4.3 Poka-yoke.....	16
2.4.4 <i>Heijunka</i> .....	17
2.4.5 SMED ou Troca Rápida de Ferramenta.....	17
3 DESENVOLVIMENTO.....	18
3.1 METODOLOGIA.....	18
3.2 Caracterização da empresa .....	19
3.3 Definindo a família de produtos .....	19
3.4 Descrição do produto e do processo .....	21
3.4.1 Recebimento e armazenagem da Matéria Prima .....	23
3.4.2 Injeção dos organizadores - Injetora.....	24
3.4.3. Pesagem e separação.....	25
3.4.4. Caldeira .....	26
3.4.5. Extrusão da cera .....	26
3.4.6. Embalagem 1 .....	27
3.4.7. Embalagem 2.....	28
3.4.8. Controle de Qualidade .....	29
3.5 Fluxo de Informação .....	29
3.6 <i>Value Stream Mapping</i> do Estado Atual.....	31
3.7 Análise de pontos de melhoria e do Mapa do Estado Atual .....	32
3.8 <i>Value Stream Mapping</i> do Estado Futuro .....	36
3.9 Análise e Discussão dos Resultados .....	37
3.10 Atingindo o Estado Futuro.....	38
3.10.1 Dividindo o Mapa Futuro em <i>Loops</i> .....	39
3.10.2 Análise dos objetivos dos <i>Loops</i> .....	41
4 Conclusão .....	44

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Casa da Qualidade - Sistema Toyota de Produção .....	4
Figura 2: Os 3M's da Toyota.....	6
Figura 3: Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor .....	9
Figura 4: Ícones do Fluxo de Informação .....	10
Figura 5: Ícones do Fluxo de Material .....	10
Figura 6: Sistema puxado com supermercado .....	13
Figura 7: Cera Ortodôntica com Aroma Pacote com 10 .....	19
Figura 8: Moldeira de Cera Descartável Caixas com 24 ou 100 unidades .....	20
Figura 9: Árvore do produto.....	22
Figura 10: Entrega da matéria prima polipropileno .....	23
Figura 11: Entrega da matéria prima parafina .....	23
Figura 12: Caixa de dados da Injetora .....	24
Figura 13: Armazenagem dos organizadores .....	25
Figura 14: Caixa de dados da pesagem e separação .....	25
Figura 15: Caixa de dados da caldeira .....	26
Figura 16: Caixa de dados da extrusora .....	26
Figura 17: Extrusão da cera.....	27
Figura 18: Caixa de dados da embalagem 1 .....	27
Figura 19: Corte dos fios de cera .....	28
Figura 20: Caixa de dados da embalagem 2 .....	28
Figura 21: Caixa de dados do controle da qualidade .....	29
Figura 22: <i>Value Stream Mapping</i> Atual .....	31
Figura 23: Gráfico comparativo do <i>takt time</i> com os tempos de ciclo atual .....	32
Figura 24: Gráfico comparativo do <i>takt time</i> com os tempos de ciclo futuro .....	33
Figura 25: <i>Value Stream Mapping</i> Futuro.....	36
Figura 26 - Comparativo do <i>Lead Time</i> do mapa atual e futuro.....	37
Figura 27 - Comparativo do tempo de processamento entre o mapa atual e futuro .....	38
Figura 28: Mapa Futuro com a divisão dos Loops .....	40
Figura 29: Plano anual do fluxo de valor .....	43

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Comparativo de tempos do mapa atual e futuro ..... 37



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Funções e regras do <i>Kanban</i> .....	7
Quadro 2: Selecionando os produtos .....	20
Quadro 3: Demanda das matérias prima .....	24
Quadro 4: Nova demanda de matéria prima.....	34
Quadro 5: Análise do "TPT" .....	35
Quadro 6: Tipos de Desperdícios identificados.....	35
Quadro 7: Pontos a serem realizados no <i>Loop</i> puxador.....	41
Quadro 8: Pontos a serem realizados no <i>Loop</i> Caldeira .....	41
Quadro 9: Pontos a serem realizados no <i>Loop</i> Injetora .....	42
Quadro 10: Pontos a serem realizados no <i>Loop</i> Fornecedor .....	42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BPF	Boas Práticas de Fabricação
FIFO	<i>First in First Out</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
PCP	Programação e Controle de Produção
PP	Polipropileno
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPT	Toda Peça Todo
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

# 1 INTRODUÇÃO

A cada ano, milhares de empresas surgem ao redor do mundo, sendo que o Brasil ocupa um lugar de destaque entre esses países, isso faz com que a crescente concorrência force as empresas a se desenvolverem para garantir sua sobrevivência e competitividade. Para que tal sobrevivência ocorra, é indispensável à melhoria contínua dos processos produtivos, sempre focando no aumento da qualidade, diminuição de custos e aumento da produtividade, tudo isso mantendo o foco principal nos clientes.

A empresa objeto de estudo deste trabalho fabrica produtos odontológicos e vem buscando a partir dos anos esse diferencial competitivo, possuindo certificados de qualidade, tais como a ISO 13485:2003, ISO 9001:2008, Boas Práticas de Fabricação (B.P.F.) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). A empresa possui 10 anos de vida, tendo dentro desses anos um crescimento exponencial de suas vendas e acumulando um mix de mais de 100 produtos. Tal crescimento faz com que a necessidade de aumento da produção ocasione alguns problemas referentes à qualidade do produto, atendimento da demanda, perdas produtivas, estoques desregulados e produção desbalanceada.

O atual software de gerenciamento do planejamento e controle da produção, integrado com as outras áreas da empresa, vem trazendo grandes frutos para a empresa, porém, alguns pontos como perdas produtivas, atendimento da demanda, estoques e produção desbalanceados ainda podem ser otimizados.

A filosofia enxuta foi desenvolvida no Japão pela Toyota Motor Company durante a necessidade de aprimoramento da eficiência da manufatura. O *Lean Manufacturing* é uma filosofia que vem a otimizar tais problemas encontrados na situação atual da empresa, pois ele visa:

- Aplicar o método de fazer a coisa certa da primeira vez;
- Eliminar perdas produtivas;
- Reduzir drasticamente o que não agrega valor;
- Utilizar um número mínimo de recursos e pessoas;
- Produzir ao mínimo custo possível.

Visando esses fatos, a filosofia *Lean* conseqüentemente acarretará para a empresa um aumento de sua eficiência e maior competitividade no mercado, ajudando na redução dos

problemas citados e fazendo com que se torne mais fácil o crescimento sadio da produção juntamente com a demanda.

## **1.1 Justificativa**

Este estudo visa agregar conhecimentos referentes ao *Lean Manufacturing*, por se tratar de uma área na qual há grandes possibilidades de sucesso profissional e de grandes resultados para a empresa em questão, dos quais se pode destacar:

- Melhorias no *layout* produtivo;
- Redução dos custos e desperdícios;
- Aumento da competitividade;
- Aumento da capacidade;
- Redução do *setup*.

Tais melhorias são de extrema importância para o momento em que a empresa vive, pois poderá sanar os problemas decorrentes do grande aumento da produção e *mix* de produtos (problemas como perda produtiva, atendimento da demanda, estoques e produção desbalanceados), que foram necessários para conseguir atender a crescente demanda, e conseqüentemente, sobreviver no mercado.

O tema em questão é algo que poderá agregar valor e aprimorar meus conhecimentos sobre o assunto, pois é uma área que pretendo me aperfeiçoar e seguir no futuro. Isto torna a pesquisa motivadora e conseqüentemente facilitará o estudo e gerará melhores resultados para a empresa.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Criar um fluxo mais enxuto através do *Value Stream Mapping* visando à eliminação de desperdícios e aumento da capacidade produtiva com uma proposta de projeto piloto para uma família de produtos.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Analisar o processo produtivo da família a ser selecionada;
- Levantar os tempos de produção;

- Construir o VSM atual;
- Identificar pontos de melhoria;
- Construir o VSM futuro;
- Elaborar o Plano de Implementação do Fluxo de Valor;
- Mostrar aos gestores os resultados que a implementação poderia ocasionar.

### 1.3 Definição e delimitação do problema

O estudo foi desenvolvido em uma empresa do interior do Paraná que produz produtos odontológicos. Inaugurada em 2003, a empresa possuía apenas um tipo de produto que logo foi ganhando o mercado nacional, e apenas 10 anos depois já possui um *mix* com mais de 100 produtos, exportando para mais de 25 países. Sua área produtiva era de apenas 300 m<sup>2</sup> e hoje já possui uma área total de 3.000 m<sup>2</sup>, dez vezes maior que há dez anos.

O rápido ganho de mercado e crescimento do *mix* de produtos fez com que a empresa aumentasse significativamente sua produção, porém ainda não conseguiu se adaptar a esse aumento produtivo o que acarretou em atrasos na entrega, estoques desregulados, falhas na manutenção, grandes quantidades de perdas e produção desbalanceada, sendo que o trabalho terá como maior foco a redução de perdas e aumento da capacidade produtiva. Tudo isso gera a necessidade de uma mudança efetiva para se readaptar ao mercado.

De acordo com a grande variedade de produtos o estudo foi realizado para apenas o produto da família das ceras que foram selecionados pela matriz de produtos de Rother e Shook (2003) que foi confeccionada na etapa de escolha da família a ser trabalhada.

A família das ceras contribui significativamente com a receita e ganho de mercado da empresa, sendo que um de seus produtos é o que gera maior receita para a empresa. Por isso foi escolhida, pois qualquer redução de perdas e aumento de sua capacidade de produção, gerará um maior reconhecimento e interesse dos gestores pelo método em questão.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Conceitos do Lean Manufacturing

A filosofia *Lean* surgiu de um conjunto de práticas desenvolvidas pela *Toyota Motor Company*, durante o pós-guerra na década de 70 e aprimorado pela crise do petróleo em 73. Durante essa fase o crescimento japonês já não era o mesmo de antes e a escassez de recursos fez com que a necessidade de um sistema que eliminasse desperdícios e agregasse valor fosse criado. Segundo Ohno (1997), o sistema antigo de produção além de produzir todo o tipo de desperdício, já não era adequado às necessidades atuais.

Por sua vez, Slack, Chambers e Johnston (2009), dizem que a filosofia enxuta (termo “enxuta” em português para a palavra “*lean*” em inglês) é definida por três razões chaves: eliminação dos desperdícios, melhoria contínua e o envolvimento dos funcionários.

Para Ohno (1997), o Sistema Toyota de Produção se baseia em dois pilares que são o *Just in Time* (JIT) e o *Jidoka*. Esses pilares dão sustentação a Casa da Qualidade, como pode ser observada na Figura 1.

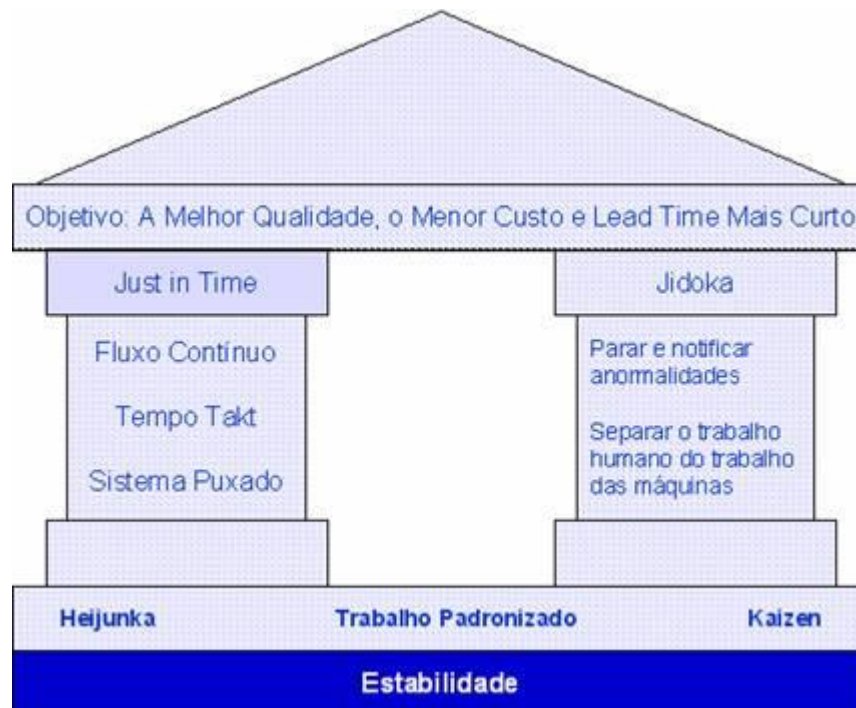


Figura 1: Casa da Qualidade - Sistema Toyota de Produção

Fonte: [www.lean.org.br](http://www.lean.org.br)

Segundo Ohno (1997):

*Just in Time* significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que

são necessários e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleça esse fluxo integralmente pode chegar ao estoque zero (OHNO, 1997, p. 26).

Porém, nas empresas encontrasse um número muito grande de componentes a ser controlado, o que faz com que seja muito difícil a aplicação do *Just in Time* em toda a cadeia produtiva (Ohno, 1997).

Para Shingo (1996), o termo correto seria “*Just-on-Time*” que significa “no momento”, ou seja, no momento certo. Segundo Shingo (1996, p. 103) *Just-on-Time* é: “[...] cada processo deve ser abastecido com os *itens necessários*, na *quantidade necessária*, no *momento necessário* [...]”.

Já no outro pilar temos o *Jidoka* ou Autonomia, que é “conhecida também como automação com um toque humano” (OHNO, 1997, p.27). As máquinas autônomas funcionam de tal maneira que não conseguem identificar se alguma partícula cair dentro da mesma, isso faz com que a máquina quebre e cause centenas de outros problemas. Visando solucionar esse problema, a Toyota, criou a Autonomia, que nada mais é que um dispositivo acoplado a máquina que ao ser acionado por um trabalhador para no mesmo momento, evitando que produtos defeituosos sejam produzidos (OHNO, 1997).

## 2.2. Desperdícios

Todos os tipos de desperdícios estão agrupados no Muda, que é um dos 3M's da Toyota (Figura 2), sendo eles:

- Muri: desigualdade, más condições e sobrecarga no homem e/ou máquina durante o trabalho;
- Mura: é a variação e inconsistência na qualidade e volume do produto e condições humanas, ou seja, irregularidade ou falta de ritmo.



**Figura 2: Os 3M's da Toyota**

**Fonte: [www.ecrconsultoria.com](http://www.ecrconsultoria.com)**

Os 8 tipos de desperdícios segundo Ohno (1997) são:

- 1- Produtos defeituosos: produção de peças defeituosas ou com necessidade de correção;
- 2- Excesso de produção: produção de itens para os quais não há demanda;
- 3- Estoques: excesso de estoques;
- 4- Excesso de movimentos: qualquer movimento desnecessário que os funcionários têm que fazer durante o trabalho;
- 5- Transporte: movimento de materiais, peças ou produtos de forma ineficiente ou desnecessária;
- 6- Espera: funcionários parados por falta de planejamento de seus componentes de trabalho, tais como falta de material ou quebra de máquina;
- 7- Superprocessamento: passos desnecessários para processar as peças;
- 8- Perda de criatividade: perda de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades.

Para Ohno (1997) um dos piores desperdícios é o excesso de produção, pois a partir dele diversos outros desperdícios surgem em consequência. O *Kanban* vem para diminuir o excesso de produção, pois com ele diminuímos à necessidade de estoque extra.

O *Kanban* é uma excelente ferramenta e pode gerar resultados incríveis, porém Ohno (1997) alerta que seu incorreto uso pode causar danos gravíssimos as empresas. Para utilizá-lo existem regras que devem ser seguidas e se bem utilizadas ele “torna-se o nervo autônomo da linha de produção” (OHNO, 1997, p. 48).

Seguem no Quadro 1 as funções do *Kanban* e suas regras para utilização segundo Ohno (1997):



**Quadro 1: Funções e regras do Kanban**

Funções do <i>Kanban</i>	Regras para Utilização
1. Fornecer informação sobre apanhar ou transportar.	1. O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo <i>kanban</i> no processo precedente.
2. Fornecer informação sobre a produção.	2. O processo inicial produz itens na quantidade e sequência indicadas pelo <i>kanban</i> .
3. Impedir a superprodução e o transporte excessivo.	3. Nenhum item é produzido ou transportado sem um <i>kanban</i> .
4. Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias.	4. Serve para afixar um <i>kanban</i> às mercadorias.
5. Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz.	5. Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. O resultado é mercadorias 100% livres de defeitos.
6. Revelar problemas existentes e mantém o controle de estoques.	6. Reduzir o número de <i>kanbans</i> aumenta sua sensibilidade aos problemas.

Fonte: Adaptado de OHNO, 1997, p. 48.

O sistema *Kanban* também deixa bem claro o que deve ser feito pelos gerentes e supervisores. Esse sistema também enfatiza onde estão os desperdícios, assim como Ohno (1997) diz:

Sua utilização mostra imediatamente o que é desperdício, permitindo um estudo criativo e propostas de melhorias. Na planta de produção, o *kanban* é uma força poderosa para reduzir mão-de-obra e estoques, eliminar produtos defeituosos, e impedir a recorrência de panes (OHNO, 1997, p. 48).

### 2.3. *Value Stream Mapping* (Mapeamento do Fluxo de Valor)

Este tópico e subtópicos se referem à ferramenta descrita por Rother e Shook (2003).

Muitas das empresas no Brasil já utilizam o *kaizen* como ferramenta de melhoria contínua, porém muitas delas ainda não focalizam essas melhorias de uma maneira sistêmica. O *kaizen* é uma filosofia e um método de implementação que visa o espírito de melhorias rápidas e contínuas. Surge então a necessidade de uma ferramenta que dê uma visão horizontal do processo de agregação de valor, o *Value Stream Mapping* (LEAN BRASIL, 2005). O objetivo principal do *Lean Manufacturing* é a criação de um fluxo contínuo, sendo então o VSM muito importante para atingir tal objetivo.

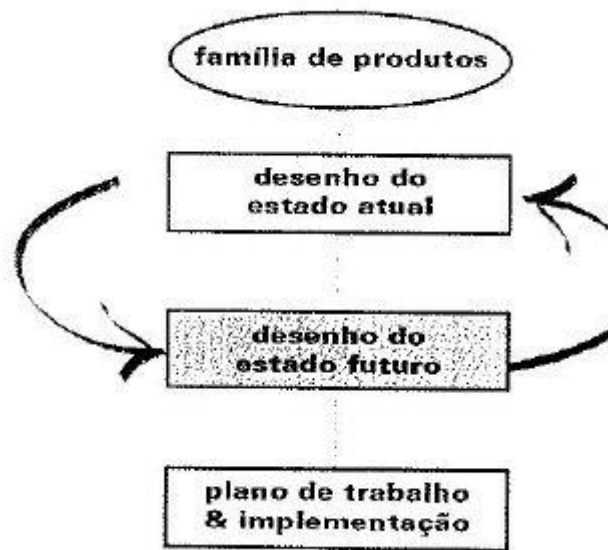
O fluxo de valor é toda a ação, agregando valor ou não, que é necessária para trazer o produto desde a matéria-prima até o consumidor final. Levar em conta o fluxo de valor significa não melhorar somente processos individuais, mas sim, melhorar o todo.

Basicamente o mapeamento do fluxo de valor é uma etapa que utiliza lápis e papel “e o ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e de informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor” (ROTHER; SHOOK, 2003, p. 4).

O mapeamento do fluxo de valor é essencial segundo as seguintes características:

- Você pode enxergar o fluxo e não somente os processos individuais;
- Além de enxergar os desperdícios, é possível encontrar suas fontes no fluxo de valor;
- Trata dos processos de manufatura em uma linguagem comum;
- Deixam as decisões sobre o fluxo mais visuais, tornando-as mais fáceis para discussões;
- Evita a implementação de técnicas isoladamente, pois utiliza técnicas e conceitos enxutos ao mesmo tempo;
- O fluxo futuro é a base de um plano de implementação;
- Deixa visual a relação entre o fluxo de material e o fluxo de informação;
- É uma ferramenta qualitativa que descreve como a sua unidade produtiva deveria operar para criar o fluxo, sendo mais útil que outras ferramentas quantitativas que geram um monte de passos que não agrega valor.

O mapeamento do fluxo de valor segue as etapas mostradas na Figura 3.



**Figura 3: Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor**

**Fonte: Rother; Shook, 2003, p.9**

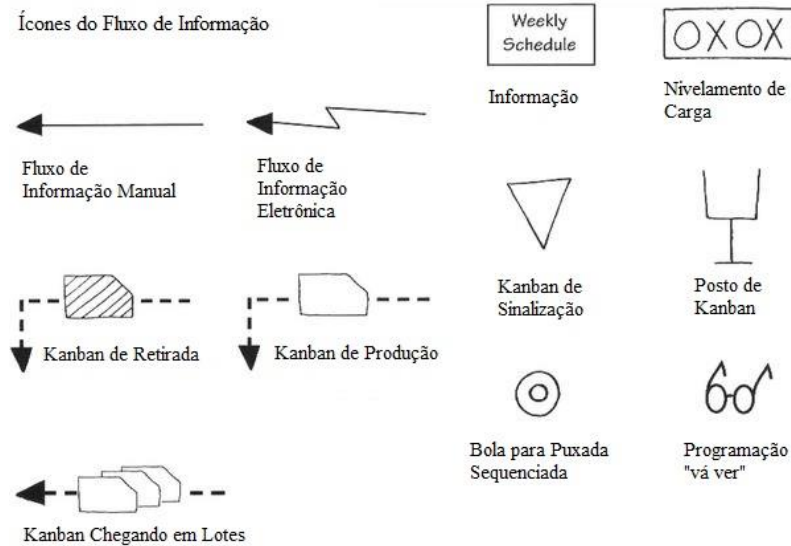
Em suma, primeiramente é necessário selecionar a família de produtos a que o *VSM* será aplicado e coletando as informações do chão de fábrica, desenhar o estado atual. A partir disso, tem-se o necessário para a confecção do estado futuro. Ambos os estados tem uma correlação muito forte, pois um é essencial para o outro. Finalmente é criado, em uma página, um plano de trabalho e implementação de como se atingirá o estado futuro. Ao se atingir o estado futuro, um novo estado deverá ser feito para que assim se atinja a melhoria contínua a nível de fluxo de valor (ROTHER; SHOOK, 2003).

### **2.3.1 Família de produtos**

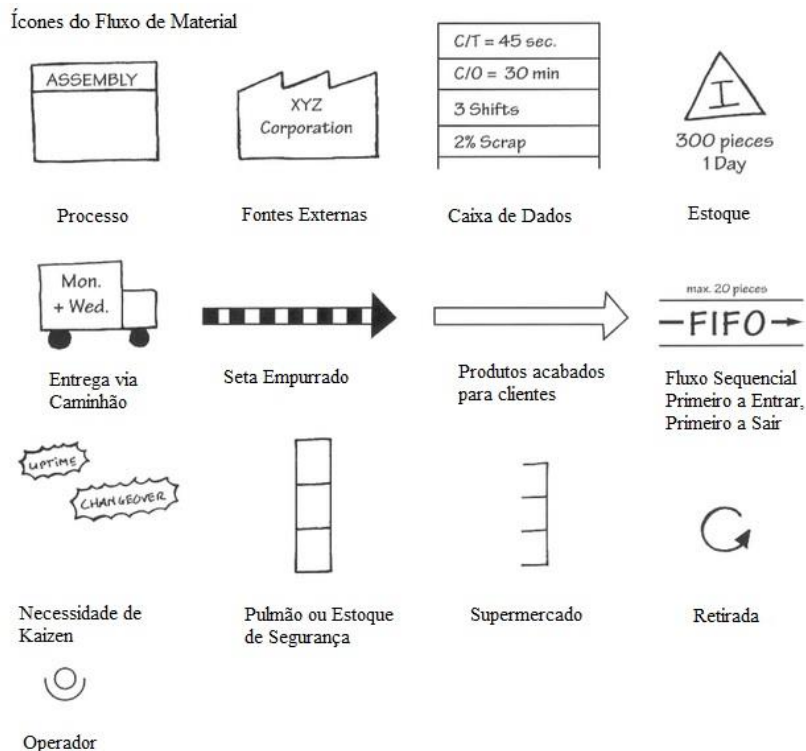
Antes de se iniciar o mapeamento do fluxo de valor é essencial escolher e focalizar uma família de produtos a partir do “consumidor no fluxo de valor”. Segundo Rother e Shook (2003): “Uma família é um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns nos seus processos” (ROTHER e SHOOK, 2003, p. 6). É importante deixar de forma clara quais os produtos existem na família, assim como suas respectivas demandas e frequência de entregas. Além disso, é aconselhado não diferenciar famílias de produtos pelos seus processos iniciais, pois os mesmos podem ser semelhantes para várias famílias.

### 2.3.2 Desenho do Estado Atual

O Estado Atual é essencial para a criação de um Estado Futuro, e para sua criação são usados alguns ícones para representar os processos e os fluxos, assim como pode ser visto na Figura 4 e Figura 5.



**Figura 4: Ícones do Fluxo de Informação**  
**Fonte: Adaptado de ROTHER; SHOOK, 2003.**



**Figura 5: Ícones do Fluxo de Material**  
**Fonte: Adaptado de ROTHER; SHOOK, 2003.**

Segundo Rother e Shook (2003), algumas dicas são essenciais na etapa de mapeamento:

- Sempre colete as informações do Estado Atual enquanto você mesmo anda pelo fluxo de valor;
- De uma rápida caminhada pelo Fluxo de Valor “porta-a-porta”;
- Comece pelos processos que estejam mais próximos do consumidor, ou seja, expedição final a matéria prima;
- Sempre se baseie em dados coletados pessoalmente, pois dados arquivados podem estar fora da realidade atual;
- Mapeie você mesmo completamente o Fluxo de Valor;
- Tente desenhar a mão e a lápis.

Ao realizar o mapeamento, os fluxos de informação deverão ser desenhados na parte superior da folha e da direita para esquerda, enquanto que os fluxos de material deverão ser desenhados da esquerda para a direita na parte inferior da folha.

Abaixo de cada etapa do processo na caixa de dados, algumas informações importantes devem ser registradas, tais como: tempo de ciclo, tempo de troca, número de pessoas necessárias, disponibilidade da máquina, tamanho dos lotes de produção, tempo de trabalho, taxa de refugo, número de variações do produto e tamanho da embalagem.

### **2.3.3 Desenho do Estado Futuro**

O objetivo de mapear um fluxo de valor é identificar as fontes de desperdícios no Estado Atual e eliminá-los com a implantação do Estado Futuro de forma que o mesmo possa ser alcançado em um pequeno espaço de tempo (ROTHER; SHOOK, 2003).

Para auxiliar no desenho do Estado Futuro, os autores desenvolveram uma lista de questões que deverão ser respondidas ao mesmo tempo em que o Estado Futuro é desenvolvido:

1. Qual é o *takt time*?
2. Você produzirá para um supermercado de produtos acabados do qual os clientes puxam ou diretamente para a expedição?
3. Onde você pode usar o fluxo contínuo?
4. Onde você precisará introduzir os sistemas puxados com supermercados?
5. Em que ponto único da cadeia de produção você programará a produção?

6. Como você nivelará o *mix* de produção?
7. Qual incremento de trabalho você liberará uniformemente?
8. Quais melhorias de processo serão necessárias?

Para auxiliar na resposta dessas questões e deixar o Estado Futuro mais enxuto e próximo do ideal possível, os autores colocam alguns procedimentos enxutos da *Toyota* e segundo os mesmos, “Tudo o que estamos tentando fazer na produção enxuta é construir um processo para fazer somente o que o próximo processo necessita e quando necessita” (ROTHER; SHOOK, 2003, p.43).

Os próximos passos descritos a seguir são baseados em Rother e Shook (2003):

**Procedimento 1 – Produza de acordo com seu *takt time*:** o *takt time* é a frequência que deverá ser produzida para conseguir atender a demanda dos clientes. O mesmo deverá ser calculado de acordo com a equação I:

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

O *takt time* retorna dados que dá uma visão de como está o ritmo de produção e como o mesmo deveria estar para atender o ritmo de vendas, assim como também ajuda a enxergar o que precisa ser feito para melhorar o ritmo.

Não é simples produzir de acordo com o *takt time*, pois requer um grande esforço para:

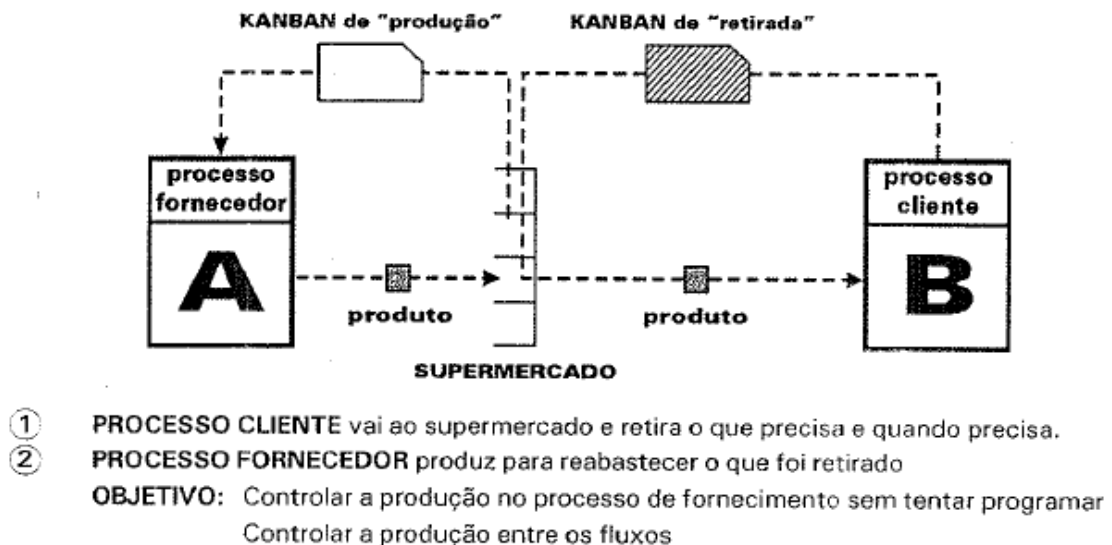
- Solucionar problemas rapidamente;
- Eliminar paradas não planejadas;
- Eliminar tempos de troca.

**Procedimento 2 – Desenvolva um fluxo contínuo onde for possível:** fluxo contínuo significa passar uma peça de um estágio para outro sem nenhuma parada, produzindo uma peça por vez. Tal fluxo é considerado o modo mais eficiente de se produzir. No mapa, o fluxo contínuo é caracterizado pelo ícone de processo.

**Procedimento 3 – Use supermercados para controlar a produção onde o fluxo contínuo não se estende aos processos fluxo acima:** existem locais no fluxo de valor onde fabricar em lotes é necessário e segundo os autores pode haver muitas razões para isso:

- Para atender a múltiplas famílias de produtos muitos processos são feitos para terem um tempo de ciclo mais rápido ou mais lento;
- O fornecedor geralmente se localiza longe da produção, tornando inviável o transporte de uma única peça;
- Processos com *lead times* extensos ou não confiáveis impedem o fluxo contínuo.

“Em resumo, você normalmente precisa instalar um sistema puxado onde o fluxo contínuo é interrompido e o processo anterior ainda deve operar com base em lotes” (ROTHER e SHOOK, 2003, p.46). O sistema puxado com supermercado pode ser visualizado na Figura 6.



**Figura 6: Sistema puxado com supermercado**

Fonte: ROTHER; SHOOK, 2003, p.46

Segundo Rother e Shook (2003, p.47), “O objetivo de colocar um sistema puxado entre dois processos é ter uma maneira de dar a ordem exata de produção ao processo anterior, sem tentar prever a demanda posterior e programar este processo”.

O *First in First Out* (FIFO) também pode ser usado entre dois processos separados, em substituição ao supermercado, mantendo o fluxo entre eles. É sempre importante introduzir o máximo de fluxos contínuos antes de se decidir usar um sistema puxado.

**Procedimento 4 – Tente evitar a programação do cliente para somente um processo de produção:** ao se utilizar de sistema puxado com supermercado, se torna necessária a

utilização de um único processo puxador, que será aquele em que se controla a produção e ditará o ritmo dos demais processos.

No fluxo de valor “porta-a-porta”, geralmente o processo puxador será o “último processo em fluxo contínuo no fluxo de valor”, pois o fluxo de materiais do processo puxador aos produtos acabados deve ocorrer como um fluxo (ROTHER; SHOOK, 2003, p.49).

**Procedimento 5 – Distribua a produção de diferentes produtos uniformemente no decorrer do tempo do processo puxador (Nivele o mix de produção):** segundo Rother e Shook (2003, p.50) nivelar o *mix* de produção significa “distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente durante um período de tempo”.

Quanto mais nivelado o processo puxador, mais rápido a produção responderá as mudanças do mercado consumidor com a diminuição do *lead time*, tornando os supermercados menores e a eliminação de grandes desperdícios no fluxo de valor.

**Procedimento 6 – Crie uma “puxada inicial” com a liberação e retirada de somente um pequeno e uniforme incremento de trabalho no processo puxador (Nivele o volume de produção):** segundo Rother e Shook (2003, p.51), “estabelecer um ritmo de produção consistente ou nivelado cria um fluxo de produção previsível que, por sua natureza, o alerta para os problemas de tal modo que você pode tomar rápidas ações corretivas”.

A liberação de grandes lotes para processos no chão de fábrica pode causar diversos problemas:

- Perda da noção do *takt time*;
- Sobrecarga extra pelo descontrole do volume de trabalho;
- Dificuldade em responder as mudanças dos clientes.

**Procedimento 7 – Desenvolva a habilidade de fazer “toda peça todo dia” nos processos de fabricação anteriores ao processo puxador:** a velocidade de adaptação as mudanças posteriores dos processos se deve a produção de lotes menores nos processos anteriores, assim como a redução dos seus tempos de troca (ROTHER e SHOOK, 2003).



### 2.3.4 Plano de Trabalho e Implementação

O mapa do Estado Futuro contém o fluxo de valor completo de sua família dentro da fábrica, porém será necessário dividir a implementação do Estado Futuro em etapas. Segundo Rother e Shook (2003):

Talvez o ponto mais importante do plano de implementação do estado futuro não seja pensar nele como a introdução de uma série de técnicas, mas encará-lo como um processo de construção de uma série de fluxos conectados para uma família de produtos (ROTHER; SHOOK, 2003, p.86).

Para isso, é necessária a divisão do Estado Futuro em *loops*, assim como descrito por Rother e Shook (2003):

- **O loop puxador:** inclui os fluxos de informação e de material entre o processo puxador e o cliente. Por estar mais próximo do final do fluxo, seu controle impactará todos os processos anteriores no fluxo de valor;
- **Loops adicionais:** são os *loops* do fluxo de informação e de material entre as puxadas.

Basicamente, o plano para implementar seu Estado Futuro, segundo Rother e Shook (2003), inclui três itens:

- Mapa do Estado Futuro;
- Qualquer mapa detalhado do processo ou *layouts* que são necessários;
- Um plano anual do fluxo de valor.

O plano anual de fluxo de valor mostra, etapa por etapa, o que se planeja fazer, metas quantificáveis e planos de checagem claros com os prazos reais.

Uma das maiores dificuldades encontradas está em escolher um ponto inicial para a implementação, que segundo Rother e Shook (2003), pode ser obtido olhando-se para os *loops* onde a probabilidade de sucesso é alta, onde tem um maior entendimento pelo pessoal e onde pode ser previsto um grande impacto financeiro.

## 2.4 Outras Ferramentas *Lean*

A seguir serão tratadas outras ferramentas *lean* que poderão ser utilizadas durante a futura implementação do Plano Anual do Fluxo de Valor.

### 2.4.1 Housekeeping – 5S`s

A filosofia dos 5S`s iniciou no Japão e visa não somente o conceito de qualidade no produto, mas sim a qualidade no ambiente de trabalho, facilitando as atividades e localização de recursos, melhorando relacionamentos e evitando desperdícios (FITIPALDI, 2012). Os 5S`s são:

- 1º S – *Seiri*: Organização/Arrumação;
- 2º S – *Seiton*: Arrumação/Utilização;
- 3º S – *Seiso*: Limpeza;
- 4º S – *Seiketsu*: Padronização/Gestão visual;
- 5º S – *Shitisuke*: Participação/Disciplina.

### 2.4.2 Manutenção Produtiva Total – TPM

O TPM surgiu no Japão no início da década de 70 na mesma época em que a Toyota tentava criar o sistema de fornecimento *Just in Time*. TPM visa eliminar a variabilidade dos processos ocorrida pelas falhas e quebras não planejadas, envolvendo todos os funcionários no aprimoramento da manutenção (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Os objetivos do TPM são:

- Zero defeitos;
- Zero acidentes;
- Zero quebras;
- Eliminação de retrabalho;
- Segurança no ambiente de trabalho.

### 2.4.3 Poka-yoke

*Poka-yoke* é qualquer dispositivo que ajude o colaborador a evitar erros(sendo conhecido como um mecanismo “a prova de erros”), que foi sistematizada por Shigeo Shingo como um meio de alcançar o “zero defeitos” e eliminar a necessidade de inspeções pelo controle de qualidade.

Existem dois tipos de *Poka-yoke*, o de controle e o de advertência. A escolha da utilização de um dos dois tipos é consequência das características dos defeitos. Segundo Shingo (1996):

Defeitos mais frequentes, geralmente, exigem um *Poka-yoke* de controle. Se a frequência do defeito é baixa e o defeito puder ser corrigido, é aconselhado um *Poka-yoke* de advertência. Entretanto, quando o defeito é impossível de ser corrigido, é preferível um *Poka-yoke* de controle, seja qual for a frequência com que ocorre este defeito (SHINGO, 1996, p. 56).

#### **2.4.4 Heijunka**

*Heijunka* é um conceito fundamental do *Lean Manufacturing* e está relacionado à programação de produção. Ele é a criação de uma programação nivelada através do sequenciamento de pedidos em um padrão repetitivo, ou seja, é o nivelamento das quantidades e tipos de produtos.

É o principal conceito que ajuda a trazer estabilidade para o processo de manufatura, pois converte a instabilidade da demanda dos clientes num nivelado e previsível processo de manufatura. Ele combina itens diferentes de forma a garantir um fluxo contínuo de produção ajudando a nivelar também a quantidade de recursos de produção (FITIPALDI, 2012).

#### **2.4.5 SMED ou Troca Rápida de Ferramenta**

O SMED, do inglês “*Single Minute Exchange Die*” foi criado pelo Shingeo Shingo, é a maneira mais eficaz para melhorar o *setup*. Sua aplicação pode trazer os seguintes benefícios (SHINGO, 1996):

- Reduzir *setup*;
- Aumentar a eficiência;
- Incrementar a capacidade;
- Reduzir o inventário;
- Aumentar a flexibilidade;
- Eliminar as perdas.

### 3 DESENVOLVIMENTO

#### 3.1 METODOLOGIA

De acordo com Yin (2001) esse trabalho se caracteriza como um estudo de caso de pesquisa aplicada, em relação a sua natureza, pois a pesquisa aplicada produz conhecimento para a aplicação de seus resultados utilizando da coleta e análise de dados; qualitativo quanto à abordagem, pois é ferramenta a ser utilizada no estudo é o *Value Stream Mapping* proposta por Rother e Shook (2003).

As etapas da pesquisa foram:

- **Revisão de Literatura:** foram levantados através de pesquisa em livros e na internet os conceitos mais importantes para a elaboração da proposta a fim de dar embasamento teórico ao autor e abrir os horizontes para ferramentas a serem aplicadas;
- **Definir a família de produtos:** foi selecionada a família de produtos, através da matriz da família de produtos, que mais contribuem para a empresa e analisado sua viabilidade de utilização;
- **Construir o *Value Stream Mapping* do Estado Atual:** foi coletado o *lead time* da família selecionada, acompanhou-se o fluxo de valor da família pela visão do cliente (“de trás para frente”), foi desenhado o VSM do estado atual e entendido a situação atual;
- **Analisar pontos de melhoria no Estado Atual:** os dados obtidos no VSM atual foram interpretados seguindo as oito questões descritas por Rother e Shook (2003) no livro “Aprendendo a enxergar” que dizem respeito ao *takt time*, construção de supermercados, fluxo contínuo, sistemas puxados de supermercado, processo puxador, *mix* de produção, incremento de trabalho e melhorias de processo necessárias.
- **Construir o *Value Stream Mapping* do Estado Futuro:** a partir dos dados obtidos nas oito questões no processo anterior, foi criado o VSM do Estado Futuro;
- **Plano de Trabalho e Proposta de Implantação:** com o Mapa do Estado futuro em mãos, foi elaborado um plano anual de implantação do fluxo de valor, onde constam todas as etapas da implantação com as metas já estabelecidas e seus prazos. Tal documento servirá para a proposta de implantação que será apresentada aos gestores da empresa.

### 3.2 Caracterização da empresa

Fundada em Maringá em 2003 pelo Sr. Antônio Leme Júnior, a Maquira Indústria de Produtos Odontológicos LTDA, possuía apenas um produto em sua linha de produção e se localizava em uma área construída de apenas 300m<sup>2</sup>.

O Sr. Antônio Leme Júnior já possuía um ótimo conhecimento sobre o negócio em questão que agregado à vontade de crescer, o espírito empreendedor e com altos investimentos fez com que a empresa chegasse hoje a uma área construída de 3.000m<sup>2</sup>, que já está em expansão, e a um *mix* com mais de 100 produtos. Tais produtos são exportados para mais de 25 países em todo o mundo e também para todo o território nacional. A Maquira possui importantes certificados, tais como ISO 13485:2003 de serviços e dispositivos médicos, ISO 9001:2008 de fornecer produtos que sejam coerentes e satisfação às necessidades dos clientes, Boas Práticas de Fabricação (B.P.F.) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

### 3.3 Definindo a família de produtos

Comercialmente a empresa utiliza a “família” de ceras para facilitar a comunicação com o cliente, ela é composta por três produtos de extrema importância financeira e de grande procura pelo mercado consumidor. Temos a Cera Ortodôntica com Aroma Pacote com 10, Moldeira de Cera Descartável Caixa com 24 unidades e Moldeira de Cera Descartável Caixa com 100 unidades (Figuras 7 e 8).



**Figura 7: Cera Ortodôntica com Aroma Pacote com 10**



**Figura 8: Moldeira de Cera Descartável Caixas com 24 ou 100 unidades**

Porém esses produtos diferem em seus processos de fabricação. De maneira geral podemos ver os processos de tais produtos da seguinte maneira: a pesagem dos componentes das ceras para os respectivos produtos, a passagem pela caldeira de fundição onde as ceras e parafinas são derretidas, após o derretimento as ceras são resfriadas e endurecidas. Em seguida, são encaminhadas para corte e modelagem de acordo com o produto a ser produzido e posteriormente embalado. Após o término os produtos são passados por um processo de qualidade que verifica o tamanho, coloração, quantidades e características do produto, e levados para a área de expedição.

Segundo Rother e Shook (2003) uma família de produtos deve passar por processos semelhantes e utilizar equipamentos e recursos em comum.

Para verificar então se esses produtos realmente podem ser considerados uma família para ser utilizada no estudo, foi feita uma matriz de família igual ao método estipulado por Rother e Shook (2003), tendo como resultado o Quadro 2:

**Quadro 2: Selecionando os produtos**

	Etapas de Montagem e Equipamentos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Cera com 10</b>	X	X	X				X	X		X
Moldeira com 24		X		X	X	X			X	X
Moldeira com 100		X		X	X	X			X	X

**Fonte: Autor**

Sendo os números os respectivos processos e equipamentos:

- |                          |                             |
|--------------------------|-----------------------------|
| 1 – Injetora;            | 6 – Cola;                   |
| 2 – Separação e pesagem; | 7 – Cilindro de bastões;    |
| 3 – Caldeira A;          | 8 – Embalagem A;            |
| 4 – Caldeira B;          | 9 – Embalagem B;            |
| 5 – Cilindro de folha;   | 10 - Controle de Qualidade. |

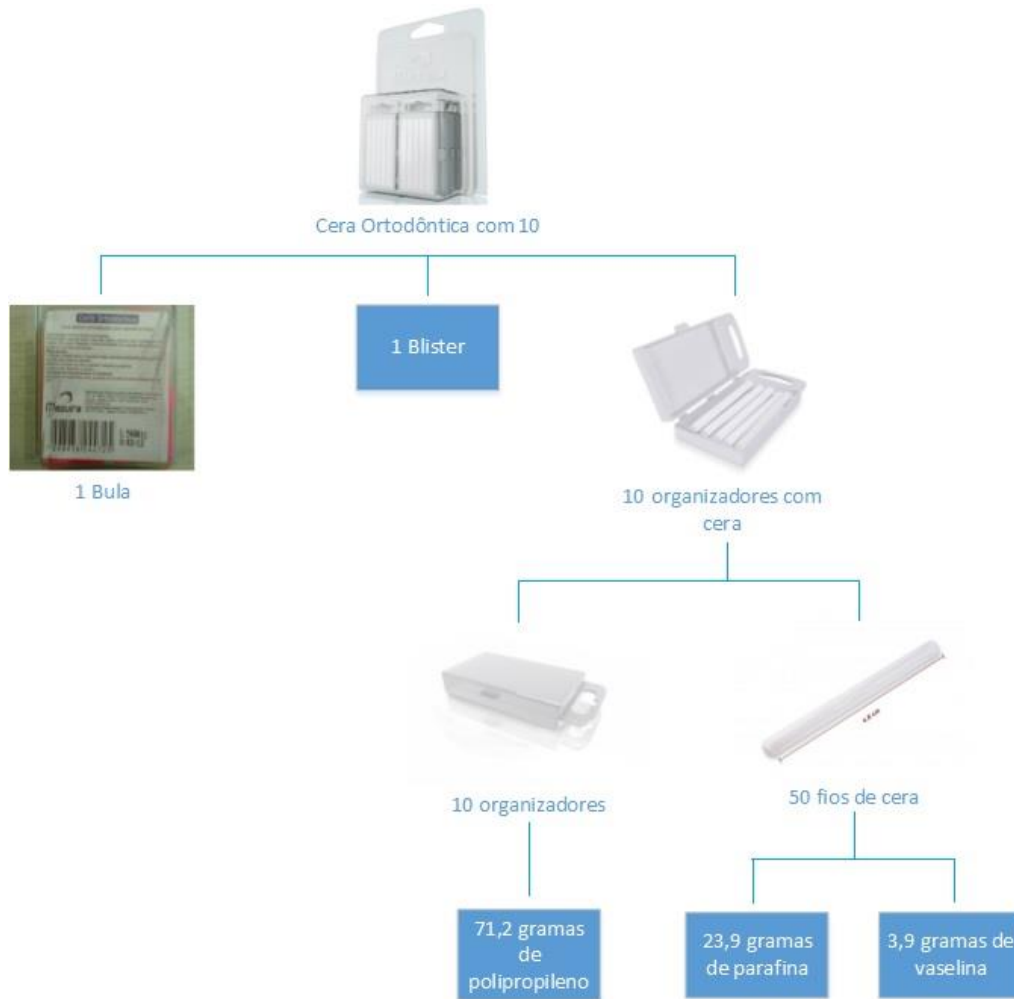
A partir da análise do Quadro 2, foi concluído que o produto Cera Ortodôntica com Aroma pacote com 10 é uma família a parte dos outros produtos e será escolhida para ser trabalhada. A escolha se baseia, além das informações contidas no Quadro 2, as seguintes informações:

- Possui uma alta demanda, em torno de 14.319 unidades por mês;
- Foi responsável por 8,5% do faturamento total de 2012;
- É responsável por alavancar a imagem da empresa por ser um produto com alta procura pelo mercado consumidor.

### **3.4 Descrição do produto e do processo**

O *VSM*, assim como seus fluxos de material e informação, será tratado somente os de “porta a porta” segundo Rother e Shook (2003). Com isso está incluso a entrega para a planta do cliente e a chegada dos materiais comprados. De acordo com Rother e Shook (2003) somente após ganharmos experiência e confiança é que devemos prosseguir para um mapeamento completo do fluxo de valor.

O produto cera ortodôntica com 10 bastões possui em sua estrutura as seguintes matérias primas: polipropileno, parafina 170F, vaselina líquida, bula e blister. Porém nesse estudo serão tratadas apenas as duas matérias prima mais importante que são o polipropileno e a parafina 170F. Na Figura 9 a seguir, podemos visualizar a árvore do produto.

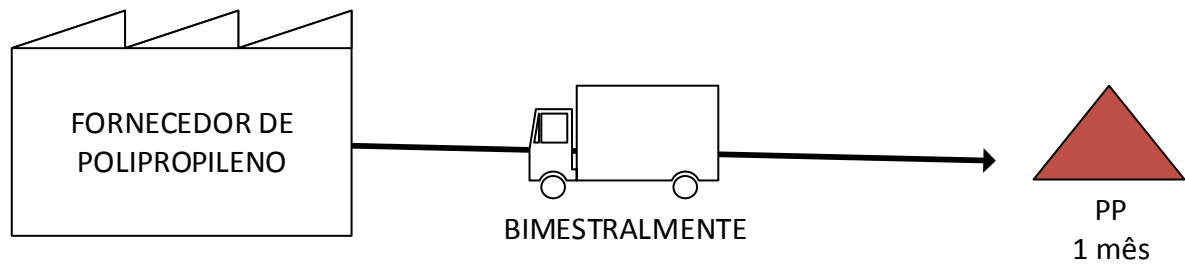


**Figura 9: Árvore do produto**

O fluxo do processo ocorre da seguinte maneira: O polipropileno e a parafina chegam a empresa e são liberados pelo Controle de Qualidade e armazenados no almoxarifado. O polipropileno vai para as injetoras onde os organizadores são injetados e armazenados em contêineres no mesmo local. A parafina vai para a caldeira de fundição onde é derretida, resfriada e enviada para a extrusão dos fios de cera. Os fios de cera são cortados e colocados dentro dos organizadores (provenientes da injetora) e posteriormente são colocados dentro do blister juntamente com a bula. Após todo esse processo o produto é liberado pelo Controle de Qualidade e enviado para a expedição.



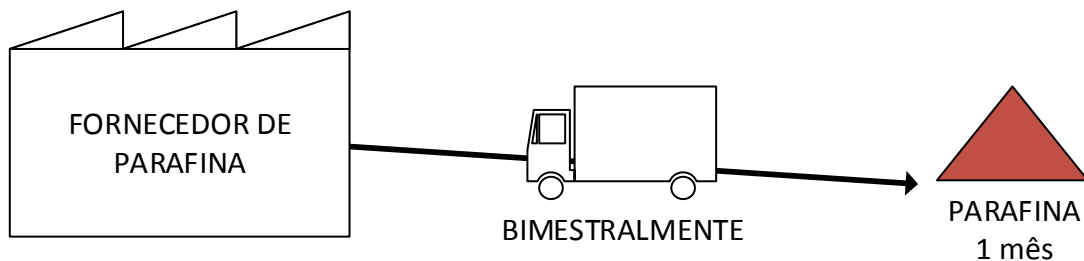
### 3.4.1. Recebimento e armazenagem da Matéria Prima



**Figura 10: Entrega da matéria prima polipropileno**

O polipropileno (que será tratado somente como PP) é comprado em lotes de 8.000 Kg a cada dois meses, sendo que a cera ortodôntica é responsável pelo consumo de 1.019,5 Kg por mês, totalizando a quantidade de 2.039 Kg em dois meses. O saldo restante é utilizado nos outros produtos, que possuem um consumo mensal de 2.980,5 Kg. No momento de sua chegada, o Controle de Qualidade é acionado e analisa as características químicas do lote comprado com o padrão já estipulado pela empresa. Ao ser aprovado, o almoxarife conduz o mesmo para sua armazenagem no almoxarifado. O estoque médio então será de 1 mês, assim como está ilustrada na Figura 10.

O fornecedor utilizado pela empresa possui um prazo médio de entrega de dois dias, pela sua próxima localização.




**Figura 11: Entrega da matéria prima parafina**


A parafina possui uma entrega bimestral com uma quantia média de 1.000 Kg, sendo que a cera ortodôntica utiliza mensalmente 342,2 Kg, totalizando 684,4 Kg em dois meses. O saldo restante de parafina é utilizado em outros dois produtos que totalizam uma demanda mensal de 157,8 Kg de parafina. O fornecedor de tal matéria prima possui um prazo de entrega de 6 dias. Nesse caso também temos o estoque médio de 1 mês, assim como ilustrada na Figura 11. No Quadro 3 podemos verificar a demanda utilizada das matérias primas.

**Quadro 3: Demanda das matérias prima**

Matéria Prima	Demandas (Kg)		
	Bimestral	Mensal	Diária
PP	2039	1019,5	46,35
Parafina	684,4	342,2	15,56

### 3.4.2. Injeção dos organizadores - Injetora

INJETORA
1 
T/C un = 17,5 s
TR = 4.500 s
DISPO. = 17,8 %
2 TURNOS
63.900 s
TPT= 46 dias
De. mensal = 143.190
Não dedicado



23 dias

**Figura 12: Caixa de dados da Injetora**

A área das injetoras é composta por 5 injetoras que são utilizadas nos dois turnos da empresa, totalizando 17 horas e 45 minutos de funcionamento diário, sendo que apenas uma delas é utilizada para a injeção dos organizadores, pois possui uma melhor adaptabilidade ao molde e as características de injeção do mesmo, dando maior qualidade ao produto intermediário. O PP é levado do armazém para a injetora, a mesma possui um ciclo de operação de 17,5 segundos, sendo que nesse tempo ocorre a confecção de 10 organizadores. Eles são armazenados em contêineres em um local específico dentro do setor das injetoras, conforme Figura 13.



**Figura 13: Armazenagem dos organizadores**

A demanda exigida de organizadores é de 143.190 mensais ou 6.510 diários. O lote de produção da injetora é de 300.000 organizadores, o que equivale a um estoque médio para 23 dias (TPT = 46 dias). O lote é produzido em uma única vez, totalizando aproximadamente 8,2 dias seguidos de produção desse mesmo produto, deixando os outros 37,8 dias para a produção dos outros produtos. Isso nos gera uma disponibilidade de máquina de apenas 17,8% durante esses 46 dias, os dados levantados podem estar representados na Figura 12. O tempo médio de troca de produto que inclui a preparação da injetora e troca dos moldes gira em torno de 1 hora e 25 minutos.

### 3.4.3. Pesagem e separação


PESAGEM E SEPARAÇÃO
1 ☺
T/C = 1.233 s
TR = Ø
1 TURNOS
30.600 s
Lote= 43Kg parafina + 7Kg vaselina

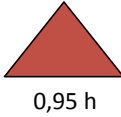
**Figura 14: Caixa de dados da pesagem e separação**

A parafina é separada e pesada na quantidade de 43 Kg somado a 7 Kg de vaselina líquida, esse valor é o utilizado pela empresa por ser a capacidade máxima da caldeira. O tempo

levado para realizar a separação e pesagem é de 20,55 minutos (ou 1.233 segundos), devido a necessidade de pesar os materiais na quantidade exata e realizar a limpeza do local de pesagem. Os dados levantados estão ilustrados na Figura 14.

#### 3.4.4. Caldeira

CALDEIRA	
1	
BATCH = 50 Kg	
T/C batch = 85.680 s	
DEDICADO	
1 TURNO	
30.600 s	
1 UN = 27,8 gr	
T/C un = 47,6 s	




**Figura 15: Caixa de dados da caldeira**

A parafina e vaselina (43Kg e 7Kg respectivamente) são misturadas dentro da caldeira e colocadas a uma temperatura elevada para que derretam e se homogeneizem por completo, dando origem a cera (parafina + vaselina). Como a demanda diária de cera é de 18,1Kg, temos que os 50Kg de cera fazem com que o tempo de ciclo da caldeira vá para 2,8 dias, ou seja, 85.680 segundos de ciclo. A quantidade de 50Kg de cera produz 1.800 produtos, com isso temos que o tempo de ciclo para um produto será de 47,6 segundos, assim como ilustrado na Figura 15.

A cera é retirada da caldeira com uma média de 4Kg por vez e enviada para o processo posterior que a utiliza em um prazo de 1,9 horas (ficando nesse tempo como estoque em processo). O estoque médio é de 0,95 horas.

#### 3.4.5. Extrusão da cera

EXTRUSÃO	
2	
BATCH = 8 produto	
T/C batch = 290 s	
DEDICADO	
1 TURNO	
30.600 s	
T/C un = 36,2 s	

**Figura 16: Caixa de dados da extrusora**

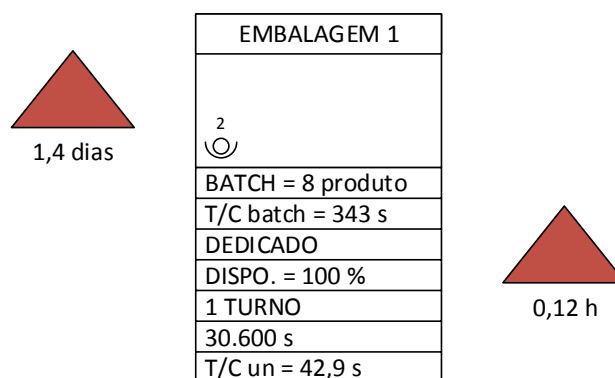
Nessa etapa são utilizadas duas extrusoras para realizar a transformação da massa de cera em fios. A massa é colocada na extrusora que tem a capacidade de confeccionar 2 longos fios por vez, esse processo é repetido 10 vezes, resultando em uma quantidade de 20 longos fios agrupados de 5 em 5, conforme Figura 17.



**Figura 17: Extrusão da cera**

Somente após confeccionar os 20 longos fios é que o material é deslocado para o processo seguinte. Esses 20 longos fios tem a capacidade para preencher 80 organizadores, ou seja, 8 produtos. O tempo de ciclo para gerar os 8 produtos obtido nesse processo é de 290 segundos, com isso teremos o tempo de 36,2 segundos por produto. Não podemos esquecer que o processo possui duas pessoas, então nosso tempo de ciclo nesse processo será de 18,1 segundos.

### 3.4.6. Embalagem 1



**Figura 18: Caixa de dados da embalagem 1**

A embalagem 1, com os dados representados na Figura 18, é responsável por cortar os longos fios de cera provindo do processo anterior e colocá-los dentro dos organizadores e assim como o processo anterior também possui dois colaboradores. O corte é realizado por uma faca

aquecida e um molde ajuda a determinar o tamanho em que os fios deverão ficar (aproximadamente 4,8cm). Os longos fios de cera podem ser visualizados na Figura 19.




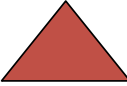
**Figura 19: Corte dos fios de cera**

O tempo de ciclo de 343 segundos envolve o corte dos 20 longos fios do processo anterior, o que gera a quantidade necessária para preencher 80 organizadores (ou 8 produtos), tendo então o tempo de 42,9 segundos por unidade. Nosso tempo de ciclo será de 21,45 segundos, devido as duas pessoas empregadas no processo.

Nesse processo os colaboradores dispõem de um estoque médio de 18.000 organizadores, que dura um tempo de aproximadamente 2,8 dias, o que nos dá um estoque médio de 1,4 dias.

### 3.4.7. Embalagem 2

EMBALAGEM 2	
1	
	
T/C = 38 s	
DEDICADO	
DISPO. = 100 %	
1 TURNO	
30.600 s	



0,6 dias

**Figura 20: Caixa de dados da embalagem 2**

No processo de embalagem 2, com os dados representados na Figura 20, os organizadores (já com os 5 fios de cera dentro) são colocados de 10 em 10 dentro do blister juntamente com uma bula. O tempo de ciclo desse processo gira em torno de 38 segundos para ser realizado. O produto final é armazenado no próprio local em caixas aguardando a liberação do controle de qualidade. Esse estoque é de 900 produtos, retornando um estoque médio de 0,6 dias.

### 3.4.8. Controle de Qualidade

CONTROLE DE QUALIDADE
1 ☺
T/C = 945 s
1 TURNO
30.600 s

**Figura 21: Caixa de dados do controle da qualidade**

O controle de qualidade, com os dados representados na Figura 21, realiza uma inspeção analisando as características finais do produto, tais como cor, tamanho, quantidades, datas de validade e lote e a higiene do produto final. Essa análise é realizada por amostras coletadas aleatoriamente somente quando o processo de embalagem 2 tiver produzido a quantidade de 900 produtos. O controle de qualidade leva em média 945 segundos para a liberação dos produtos.

A expedição é então acionada para retirar os 900 produtos liberados pelo controle de qualidade e levar para o estoque de produtos acabados. Essa quantidade de produto gera um estoque médio de 0,6 dias.

Todos os dados levantados estão apresentados no Apêndice A.

### 3.5 Fluxo de Informação

A previsão de demanda é realizada pelo setor de vendas, o mesmo alimenta uma planilha mensalmente com o total de vendas do mês e essa mesma planilha é utilizada para a realização da previsão de vendas. Esse histórico é alimentado desde o começo da empresa, o que dá uma base muito boa para a realização da previsão, o percentual de aumento e sazonalidade das vendas.

A previsão de vendas para os dois meses seguintes é encaminhada ao PCP que fará a solicitação ao setor de compras para a aquisição das matérias primas para esses dois meses. O setor de Compras acompanha quase que mensalmente o *status* do pedido para analisar a precisão do planejado.

O setor de PCP analisa as previsões de vendas com a capacidade da empresa e realiza o planejamento mestre da produção. A programação da produção ocorre semanalmente e as ordens de produção são encaminhadas diariamente para a injetora e outra para a pesagem e

separação e revisadas quase que diariamente. A maioria do fluxo de informação ocorre através do Software TOTVS, excluindo-se o repasse das ordens de produção para os setores da injetora e pesagem e separação.

A seguir, na Figura 22 será apresentado o VSM atual com a ligação entre as caixas de dados levantadas anteriormente juntamente com o fluxo de informação.



### 3.6 Value Stream Mapping do Estado Atual

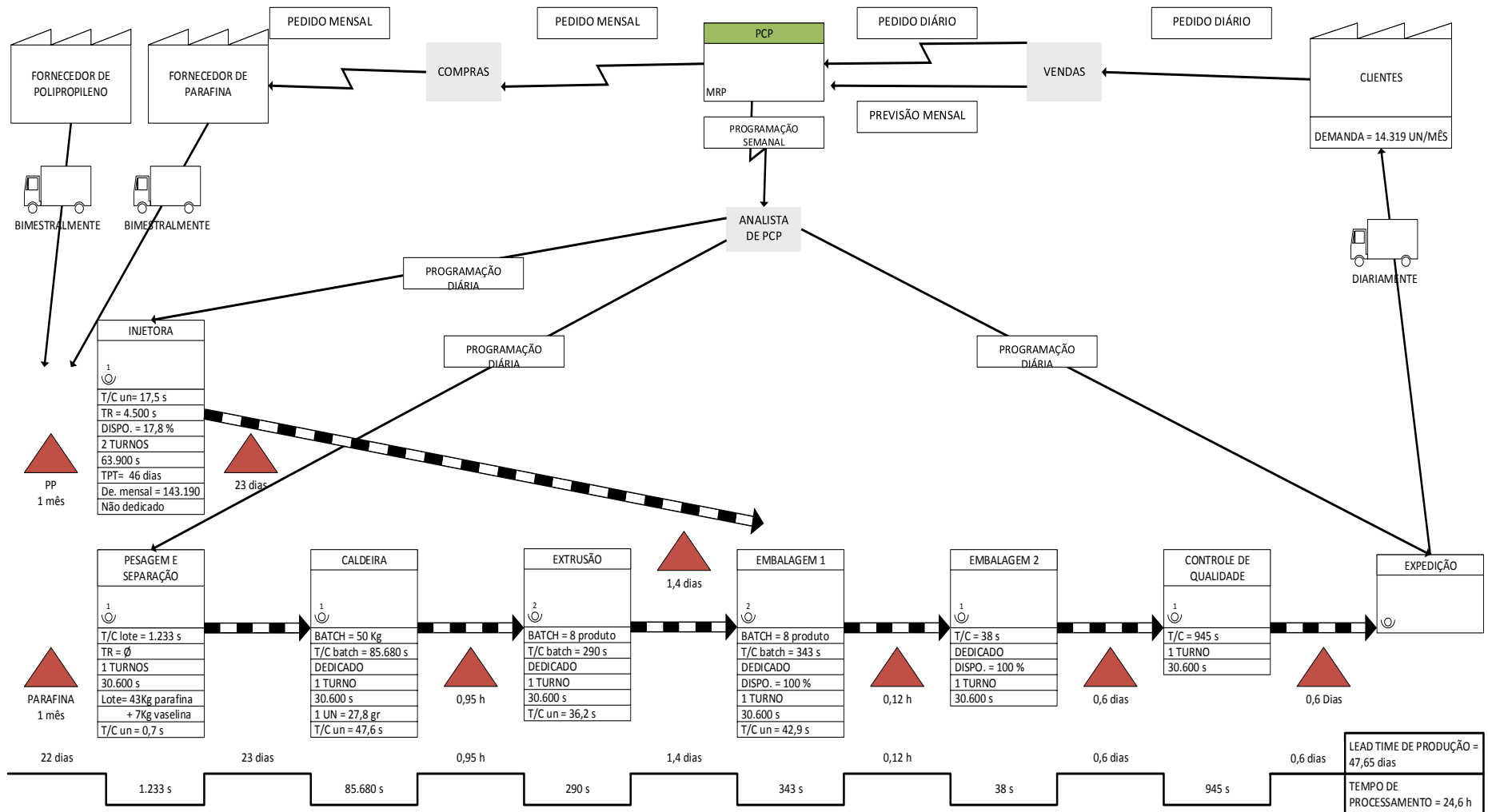


Figura 22: Value Stream Mapping Atual

### 3.7 Análise de pontos de melhoria e do Mapa do Estado Atual

As análises a seguir foram baseadas nos procedimentos de Rother e Shook (2003).

#### Procedimento 1 – Produza de acordo com o *takt time*

A empresa planeja um crescimento aproximado de 23% das vendas da cera ortodôntica, dados baseados na evolução histórica das vendas. O *takt time* foi calculado baseado no crescimento da demanda para que a empresa possa adequar seus processos para a nova demanda. Com isso temos a seguir o cálculo do *takt time*:

$$\text{takt time} = \frac{30.600 \text{ segundos}}{801 \text{ peças}} = 38,2 \text{ s / peça}$$

De acordo com o *takt time* encontrado foi possível confeccionarmos um gráfico comparativo entre o *takt time* e os tempos de ciclo, o gráfico está ilustrado na Figura 23.

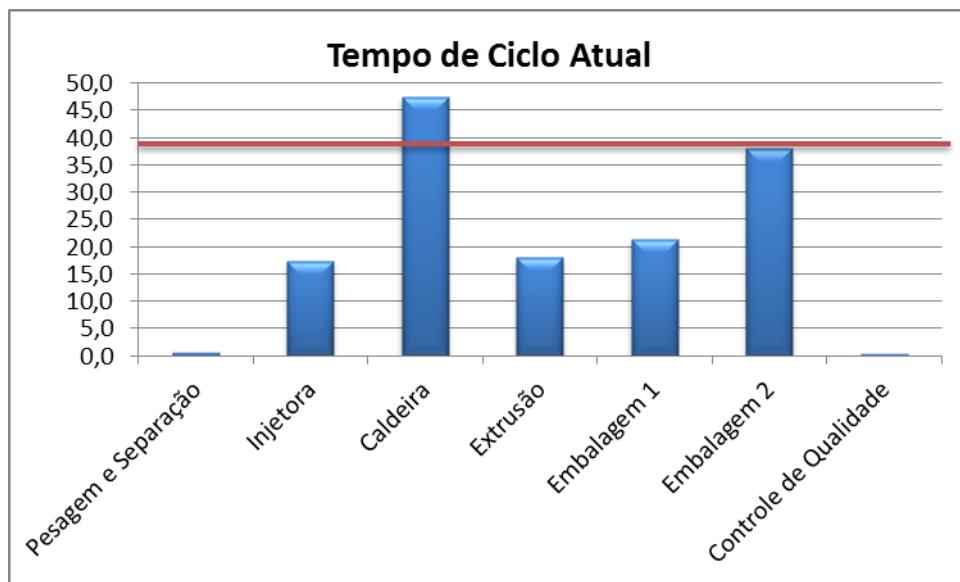


Figura 23: Gráfico comparativo do *takt time* com os tempos de ciclo atual

No gráfico podemos visualizar que apenas dois processos estão acima ou muito próximos do tempo *takt* e alguns estão bem abaixo do mesmo. O tempo *takt* não inclui tempo de paradas e quebras, por isso os processos devem ficar abaixo do *takt* para que tais problemas sejam resolvidos dentro desse tempo. Vamos então estipular um limite de 35 segundos para nosso tempo de ciclo, resultando na Figura 24 a seguir.

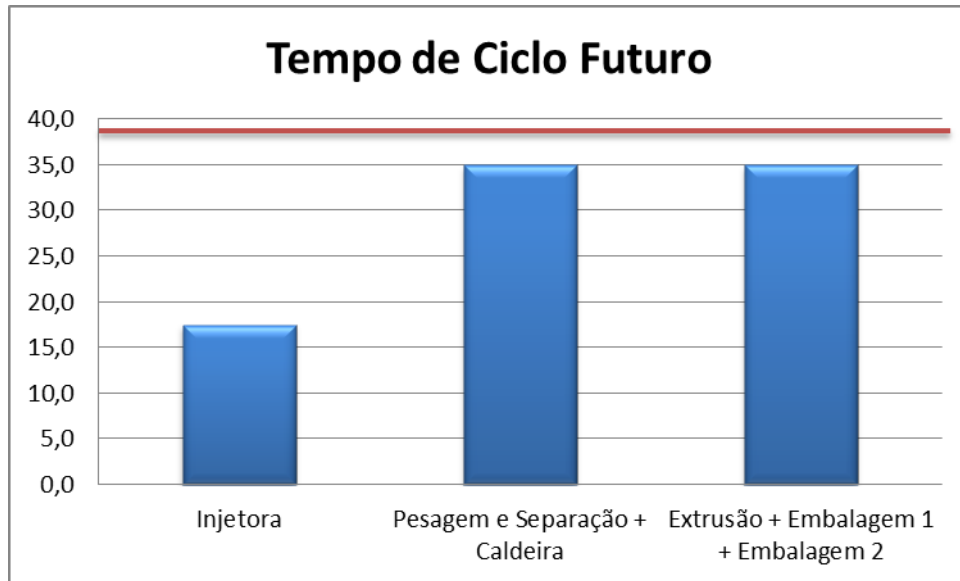


Figura 24: Gráfico comparativo do *takt time* com os tempos de ciclo futuro

### Procedimento 2 – Desenvolva um fluxo contínuo onde for possível

Analisando a Figura 23, notamos que o tempo de ciclo da injetora é muito rápido e há trocas para servir às várias linhas de produtos. Isso tornaria impossível criar um fluxo contínuo para aproximar seu tempo de ciclo ao *takt time*, pois necessitaria da compra de outras injetoras para outras linhas de produtos e a tornaria sub-utilizada.

Já os processos de pesagem e separação e a caldeira poderiam formar um fluxo contínuo entre eles, porém ainda seria necessário produzir em pequenos lotes controlados por *kanban*, pois é inviável utilizar a caldeira para produzir um único produto. Há também a necessidade de um *kaizen* de processo para reduzir o tempo de ciclo para 35 segundos ou menos do processo da caldeira.

Nos processos de extrusão, embalagem 1 e embalagem 2 temos os processos inteiramente dedicados a família de produtos e seria possível criar um fluxo contínuo entre eles. Para isso teremos que ter um tempo de ciclo igual ou inferior a 35 segundos através de *kaizen* de processo.

### Procedimento 3 – Use supermercados para controlar a produção

Existe a necessidade de controlar a produção através de supermercados nos processos de controle das matérias primas que irão alimentar os processos da Injeção e Pesagem, entre a Injetora e Extrusão e entre Pesagem e Caldeira.

Começando pelo controle das matérias primas, temos que a nova quantidade de compra do PP e Parafina será de acordo com o Quadro 4 a seguir.

**Quadro 4: Nova demanda de matéria prima**

Matéria Prima	Demanda mensal (Kg)		
	Cera Ortodôntica	Outros Produtos	Total
PP	1.254	2.980,50	4.234,50
Parafina	420,95	157,8	578,75

Com isso teremos que mensalmente será comprado o total de 4.250 Kg de PP e 600 Kg de Parafina (os valores foram arredondados para sacos com 25 Kg de cada matéria prima). A decisão de se manter a compra mensal é baseada em não mudar drasticamente a cultura da empresa em relação a compras e a maior facilidade de desconto. Essa redução de lote poderá ser recalculada futuramente.

Existe a necessidade de controlar a produção da injetora por supermercado através de *kanban* de sinalização. Temos que a nova demanda exige uma produção diária de 8.010 organizadores ou 176.130 organizadores mensais. Nós temos um TPT de 46 dias, e para não realizar mudanças drásticas, iremos adotar um novo TPT de 22 dias, ou seja, lotes de produção de 176.130 organizadores.

A produção da Caldeira também deverá ser controlada por supermercado, temos que a demanda diária de cera (parafina + vaselina) é de 22,27 Kg. Com base nisso teremos um lote de produção de 25 Kg, que são suficientes para a utilização diária no processo seguinte, dando um prazo suficiente para a fundição de mais 25 Kg de cera.

#### **Procedimento 4 – Enviar a programação do cliente para somente um processo de produção**

A programação será enviada para o processo mais próximo ao cliente que puxará todo o fluxo de valor. É importante lembrar que o lote de produção do último processo será enviado diretamente a expedição para facilitar o controle do sistema puxado.

#### **Procedimento 5 – Nivele o *mix* de produção**

Existe a grande necessidade de nivelar o *mix* de produção no processo da injetora, pois nele são confeccionados diversos outros produtos com tempos de ciclos extremamente diferentes. O nivelamento será uma parte do projeto de Plano Anual de Fluxo de Valor, pois levará um tempo alto para análise e levantamento de todos os produtos que são confeccionados nessa injetora.

### Procedimento 6 – Crie uma puxada inicial

Para facilitar o controle do supermercado do processo puxador, a expedição retirará somente um lote fechado de 900 produtos. Com isso teremos que o valor do nosso *pitch* será o tempo *takt* de 38,3 segundos multiplicados por 900 produtos, que resultará em 9,57 horas. Ou seja, a cada 9,57 horas o processo puxador irá produzir essa quantidade e será retirada essa mesma quantidade dos produtos acabados.

### Procedimento 7 – Desenvolva a habilidade de fazer “toda peça todo dia”

O “TPT” para cada processo se dará de acordo com o Quadro 5 a seguir.

**Quadro 5: Análise do "TPT"**

Processo	TPT (dias)
Injetora	22,0
Pesagem e Separação + Caldeira	1,1
Extrusão + Embalagem 1 e 2	1,1

Durante a análise do estado atual alguns pontos de desperdícios foram identificados e estão listados no Quadro 6 a seguir.

**Quadro 6: Tipos de Desperdícios identificados**

Tipo de Desperdício	Causa da Ocorrência
<b>Produtos defeituosos</b>	Muitos organizadores já chegam ao setor Embalagem 1 com defeito (média de 5%), atrasando o processo produtivo para descarte do mesmo e seleção de um apropriado.
<b>Excesso de produção</b>	A falta de um processo puxador deixa a produção desregulada.
<b>Estoques</b>	Os altos lotes produtivos e as compras em uma única vez de matéria prima causam um grande acúmulo de estoque.
<b>Excesso de movimentos</b>	Deslocamento excessivo dos colaboradores do processo de extrusão e da caldeira.
<b>Espera</b>	Disponibilidade e atrasos na entrega de matéria prima.

A seguir, na Figura 25 será apresentado o VSM futuro, sendo que as melhorias a serem realizadas para atingi-lo serão apresentadas no capítulo 3.10.1.

### 3.8 Value Stream Mapping do Estado Futuro

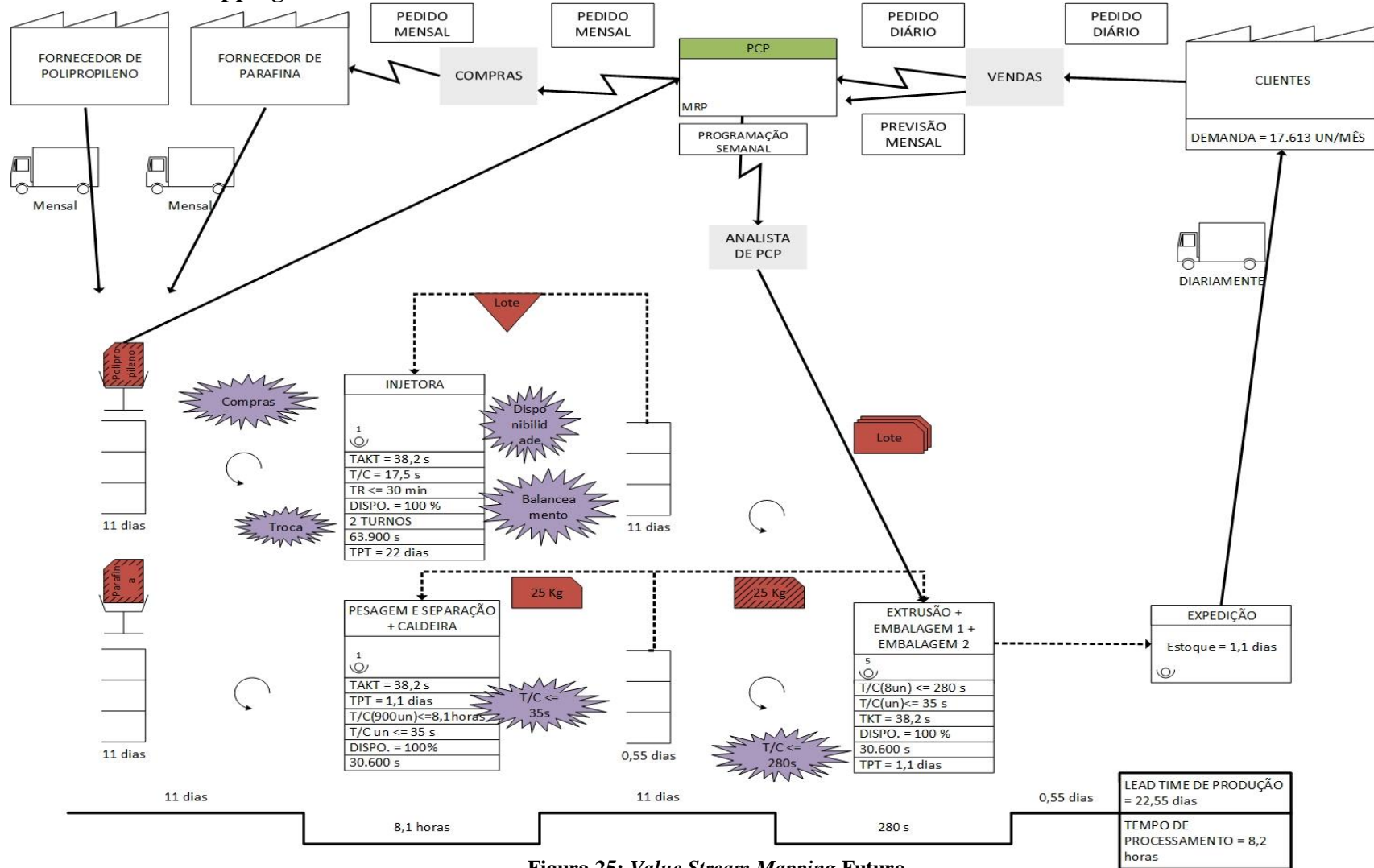


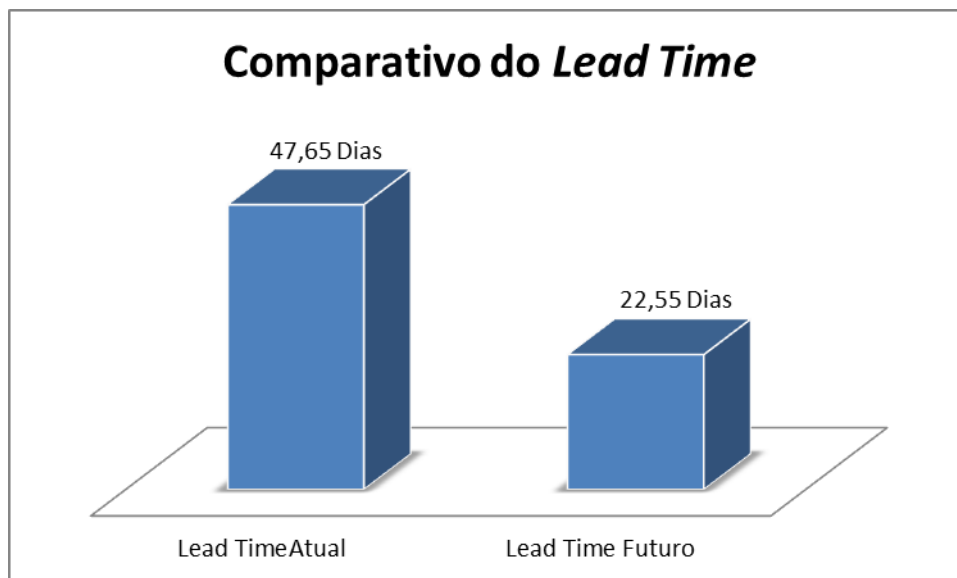
Figura 25: Value Stream Mapping Futuro

### 3.9 Análise e Discussão dos Resultados

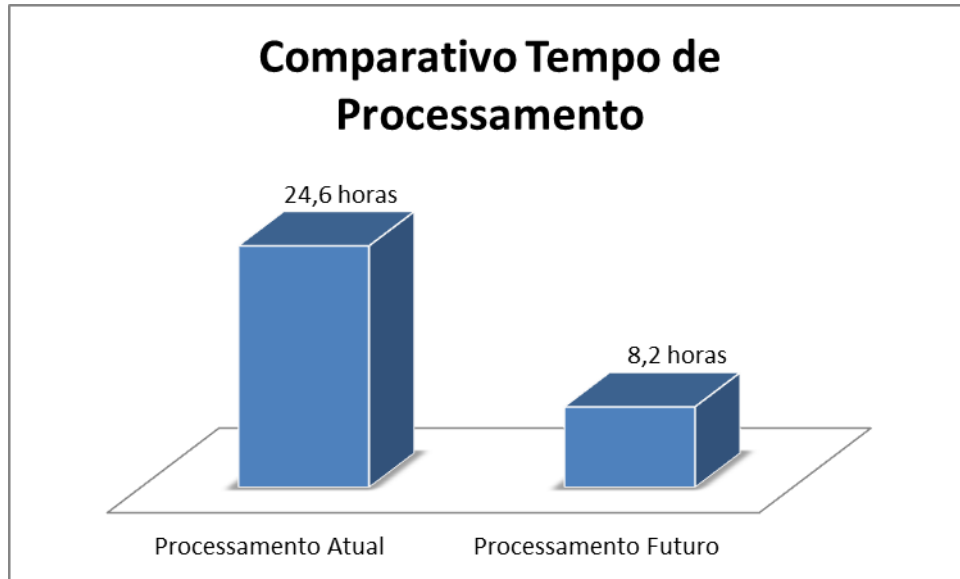
Podemos observar no mapa de estado atual o alto valor de *Lead Time* de 47,65 dias e um valor de apenas 24,6 horas de processamento. O *Lead Time* estava extremamente alto principalmente devido a altos estoques de matérias primas e produto em processo da Injetora. Com o mapa de estado futuro temos uma grande redução do *Lead Time* total para apenas 22,55 dias, o que equivale a 52,7% de redução. O tempo de processamento no estado futuro foi de 8,2 horas devido à criação de fluxo contínuo entre processos e a diminuição do tempo de ciclo da caldeira, tudo isso equivalendo a uma redução de 66,7%. Comparativos de redução podem ser visualizados na Tabela 1 e Figuras 26 e 27 a seguir.

**Tabela 1 - Comparativo de tempos do mapa atual e futuro**

Comparativo dos Mapas		
	<i>Lead Time</i>	Tempo de Processamento
Mapa Atual	47,65 dias	24,6 horas
Mapa Futuro	22,55 dias	8,2 horas
Redução (%)	52,70%	66,7%



**Figura 26 - Comparativo do *Lead Time* do mapa atual e futuro**



**Figura 27 - Comparativo do tempo de processamento entre o mapa atual e futuro**

Podemos notar que a produção é empurrada em lotes sem a real necessidade de produto pelo processo posterior, essa característica foi responsável pelo alto estoque de matéria prima, produto em processo e produto final.

Durante o levantamento dos dados foi visto que o tempo *takt* não está muito fora do necessário para atender a demanda estipulada, porém a empresa passa por diversas dificuldades para que na prática a demanda seja atendida. Uma pesquisa rápida com o responsável pelos Recursos Humanos na jornada de trabalho, revelou um alto índice de faltas no setor que abriga os processos de Extrusão e Embalagem 1. Isso faz com que ocorra a grande necessidade de diminuir esse índice de faltas não justificadas a zero, colocando metas visuais para o setor com bonificação e um acompanhamento constante com os colaboradores procurando identificar as causas das ausências. Conseqüentemente essas metas e acompanhamentos serão melhores tratadas e planejadas nas atividades para atingir o estado futuro (que exige um índice quase nulo de faltas).

### **3.10 Atingindo o Estado Futuro**

Segundo Rother e Shook (2003), o mapeamento de fluxo de valor é apenas uma ferramenta, e a sua não implementação do estado futuro em um curto período de tempo fará com que todo o esforço seja em vão. Para a implementação serão seguidos os passos de Rother e Shook (2003) na qual será dividido o mapa de estado futuro em *Loops* e posteriormente criado um Plano do Fluxo de Valor como planejamento para a implementação.



### 3.10.1 Dividindo o Mapa Futuro em *Loops*

Dividindo em *loops* o mapa de estado futuro facilitará a implementação para o Gerente do Fluxo de valor. Em nosso mapa futuro podemos identificar 4 *loops* que são mostrados na Figura 28, sendo eles:

- *Loop* Puxador: esse *loop* está localizado mais próximo ao cliente e inclui o fluxo de material e de informações entre o cliente e o processo. A forma como esse será administrado irá impactar todo o fluxo de valor;
- *Loop* Caldeira: está incluso o processo de Pesagem e Separação e Caldeira aonde produzem para um supermercado;
- *Loop* Injetora: nele temos somente o processo de injetora que produz em lotes controlados pelo *kanban* de sinalização;
- *Loop* Fornecedor: nele está incluso o fornecimento de matéria prima e o estoque do mesmo, assim como as informações de controle do processo.

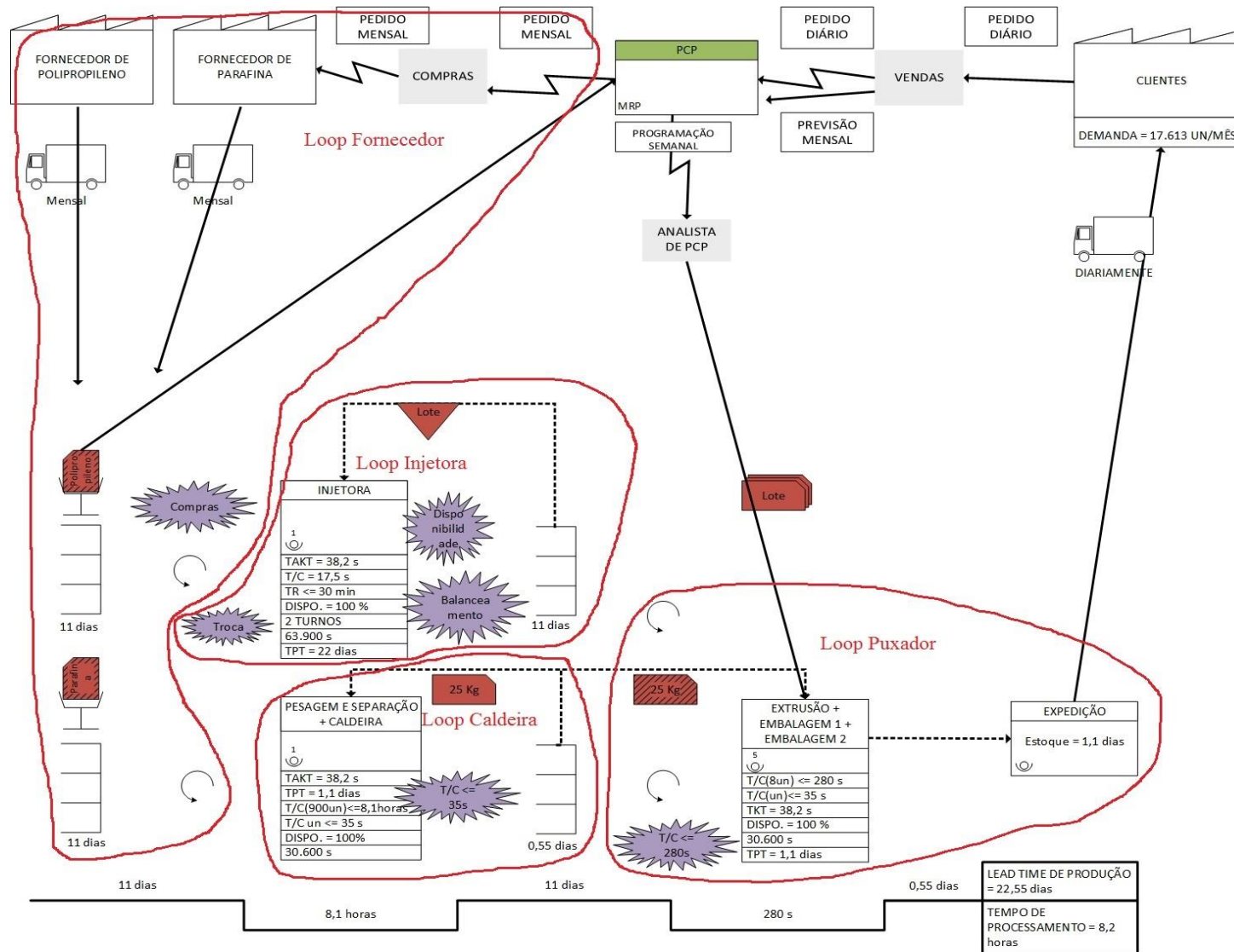


Figura 28: Mapa Futuro com a divisão dos Loops

### 3.10.2 Análise dos objetivos dos *Loops*

Seguindo a sequência dos *Loops* divididos na etapa anterior para facilitar a aplicação, foram levantados os objetivos de melhoria em cada *loop* assim como as ações a serem desenvolvidas e as metas a serem cumpridas e apresentadas nos Quadros 7, 8 e 9 a seguir.

**Quadro 7: Pontos a serem realizados no *Loop* puxador**

<i>Loop</i> Puxador		
Objetivo do Fluxo de Valor	Ações	Metas
Reduzir tempo de ciclo	Treinar colaboradores; Reduzir distâncias entre processos.	T/C ≤ 280 segundos
Reduzir a quebra de máquina	Treinar colaboradores para identificar e agir em cima das quebras; Manutenção preventiva nos equipamentos	Tempo de produção parada por quebra de máquina = 0
Reduzir a falta de colaboradores	Criar metas com bonificação como incentivo; Maior acompanhamento pelo setor de RH	Faltas = 75% a menos
Desenvolver fluxo contínuo entre a Extrusão e Embalagem 2	Treinar colaborador com a mentalidade <i>Lean</i>	Estoque em processo = 0
C.Q durante o processo	Realizar o controle de qualidade durante o processo produtivo antes de fechar o lote	Tempo parado para análise = 0
Reduzir estoque P.A.	Produzir somente quando for necessário para expedição	Puxada de 900 produtos pela expedição

**Quadro 8: Pontos a serem realizados no *Loop* Caldeira**

<i>Loop</i> Caldeira		
Objetivo do Fluxo de Valor	Ações	Metas
Reduzir o tempo de ciclo	Treinar colaboradores; Reduzir distâncias entre processos	T/C ≤ 8,1 horas
Desenvolver fluxo contínuo entre a Pesagem e Separação e Caldeira	Treinar colaborador com a mentalidade <i>Lean</i>	Estoque em processo = 0
Diminuir o lote	Diminuir a quantidade a ser pesada e separada; Montar tabela de auxílio ao responsável pelo procedimento	Lote = 25 Kg
Puxar na Caldeira	Criar sistema de controle por <i>kanban</i> para produzir somente quando o processo posterior necessitar	Produção de lotes de 25 Kg

**Quadro 9: Pontos a serem realizados no Loop Injetora**

<b>Loop Injetora</b>		
<b>Objetivo do Fluxo de Valor</b>	<b>Ações</b>	<b>Metas</b>
Puxar na Injetora	Criar sistema de supermercado com controle por <i>kanban</i> de sinalização	Estoque para 22 dias
Eliminar refugo	Treinar colaboradores para regular injetora quando necessário	Desperdícios < 5% do lote produzido
Aumentar Disponibilidade	Manutenção preventiva do molde; Manutenção preventiva da injetora; Criar ficha com regulagens padrões para cada produto; Realizar o balanceamento do	100% disponibilidade
Diminuir tempo de troca	Treinar colaboradores; Criar procedimento padrão para troca	TR <= 30 min

**Quadro 10: Pontos a serem realizados no Loop Fornecedor**

<b>Loop Fornecedor</b>		
<b>Objetivo do Fluxo de Valor</b>	<b>Ações</b>	<b>Metas</b>
Reduzir quantidade de Polipropileno em Estoque	Negociar com fornecedor; Levantar segunda opção de fornecedor	Estoque para 22 dias
Reduzir quantidade de Parafina em Estoque	Negociar com fornecedor; Levantar segunda opção de fornecedor	Estoque para 22 dias

Com esses pontos levantados, foi criado um Plano Anual de Fluxo de valor assim como mostra a Figura 29 a seguir.













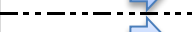



Data	15 de setembro		<b>Plano Anual do Fluxo de Valor</b>					Programação da Revisão											
Gerente da planta	Dhian Dias																		
Gerente do fluxo de valor	Flávio Zurlo																		
Objetivo do negócio da Família de produtos	LOOP F.V	Objetivo do F.V	Meta	2014 - Programação Mensal												Responsável	Departamentos	Revisor	Data
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Criar um fluxo enxuto	1 Puxador	Reduzir T/C	T/C <= 280 s													Flávio	PCP	Flávio	03-02-2014
		Reduzir a Quebra de Máquina	Parada por quebra = 0													Flávio	PCP	Flávio	05-02-2014
		Reduzir falta de colaboradores	Diminuir faltas em 75%													Joyce	RH e PCP	Flávio	01-04-2014
		Fluxo contínuo	Zero estoque em processo													Flávio	PCP	Flávio	03-03-2014
		C.Q durante o processo	Tempo de Inspeção = 0													Fernanda	C.Q	Flávio	05-03-2014
		Reduzir estoque de P.A.	Puxar lote de 900 produtos													Flávio	PCP	Flávio	03-02-2014
	2 Caldeira	Reduzir o T/C	T/C(900un) <= 8,1 horas													Flávio	PCP	Flávio	10-02-2014
		Fluxo contínuo	Zero estoques em processo													Flávio	PCP	Flávio	07-04-2014
		Diminuir o lote	Separar e pesar lote de 25Kg													Flávio	PCP	Flávio	10-04-2014
		Puxar na caldeira	Produzir lote de 25 Kg													Flávio	PCP	Flávio	14-04-2014
	3 Injetora	Puxar na Injetora	22 dias de estoque													Flávio	PCP	Flávio	01-05-2014
		Eliminar refugo	Desperdicio <5% do lote													Durlo	Injetora	Flávio	02-06-2014
		Disponibilidade do Processo	100%													Durlo	Injetora	Flávio	01-07-2014
		Diminuir TR	TR <= 30 min													Durlo	Injetora	Flávio	05-05-2014
	4 Fornecedor	Reduzir estoque de PP	22 dias de estoque													William	Compras	Flávio	05-06-2014
Reduzir estoque de Parafina		22 dias de estoque													William	Compras	Flávio	04-06-2014	
Família de Produtos																Cera Ortodôntica			

Figura 29: Plano anual do fluxo de valor

## 4 Conclusão

O estudo foi um norte para inserir os conceitos e benefícios que a filosofia enxuta pode trazer para a empresa, através do fluxo de valor, foi possível identificar os processos que realmente agregam valor e eliminar os que não agregam valor. O *takt time* do processo foi readequado para se enquadrar ao *takt time* do cliente, os estoques foram reduzidos, foi criado um fluxo contínuo com supermercados e o estudo reduziu significativamente o tempo de processamento e *lead time* da produção, o que conseqüentemente aumentaria a capacidade produtiva, diminuiria custos de produção, otimizaria a armazenagem e movimentação.

Além da agregação de conhecimento pelo autor referente a manufatura enxuta, principalmente da ferramenta *Value Stream Mapping*, todos esses fatores citados são essenciais para que a empresa possa responder a demanda com maior qualidade e agilidade, alavancando assim sua competitividade no mercado odontológico, que é um dos fatores essenciais para a sobrevivência no mercado atual.

Em relação a trabalhos futuros, e para manter a melhoria contínua, novos mapas futuros deverão ser implantados constantemente e o VSM poderá ser realizado em outras famílias de produtos, a fim de estender as melhorias obtidas no estudo para os outros processos da empresa.

As limitações estão mais ligadas às questões da falta de conhecimento que tal ferramenta pode trazer para a empresa, as grandes reformas estruturais do momento e também a cultura na qual a mesma está inserida, o que dificulta assim a implantação do VSM atual e conseqüentemente a obtenção dos resultados citados.

## APÊNDICE A

*Inputs* para desenho do mapa atual:

- Estoques observados e seus respectivos tempos de utilização

Local do estoque	Quantidade	Tempo
Após a Injetora	299.460 organizadores	46 dias
Após a Caldeira	4 Kg de cera derretida	1,9 horas
Após Embalagem 2	900 produtos final	1,2 dias
Após Controle de Qualidade	900 produtos final	1,2 dias
Antes da Embalagem 1	18000 organizadores	2,8 dias
Após Embalagem 1	360 organizadores com cera	0,24 horas

- Análise do Tempo de ciclo

Processo	T/C (s)	<i>Takt Time</i>
Pesagem e Separação	0,7	38,2
Injetora	17,5	38,2
Caldeira	47,6	38,2
Extrusão (2 pessoas)	18,1	38,2
Embalagem 1 (duas pessoas)	21,5	38,2
Embalagem 2	38,0	38,2
Controle de Qualidade	0,5	38,2

- Tempos dos Ciclos observados dos processos

Injetora	
Amostras	Tempo (s)
1	17,5
2	17,6
3	17,4
<b>Média</b>	<b>17,5</b>

Caldeira (Lote de 1800 unidades)		
Amostras	Tempo do lote (s)	Tempo (s)
1	84780	47,1
2	86580	48,1
<b>Média</b>	<b>85680</b>	<b>47,6</b>

<b>Embalagem 1 (Lote de 8 unidades)</b>		
<b>Amostras</b>	<b>Tempo do lote(s)</b>	<b>Tempo (s/un)</b>
1	352	44
2	364	46
3	336	42
4	356	45
5	338	42
6	361	45
7	328	42
8	343	43
9	353	44
10	324	41
11	368	46
12	333	42
13	343	43
14	348	44
15	311	39
16	327	41
<b>Média</b>	<b>343</b>	<b>42,9</b>

<b>Embalagem 2</b>	
<b>Amostras</b>	<b>Tempo (s/un)</b>
1	35
2	62
3	42
4	39
5	34
6	39
7	33
8	35
9	58
10	31
11	30
12	35
13	37
14	35
15	34
16	36
<b>Média</b>	<b>38</b>

<b>Pesagem e Separação (Lote de 1800 unidades)</b>		
<b>Amostras</b>	<b>Tempo do lote (s)</b>	<b>Tempo (s)</b>
1	1250	0,7
2	1175	0,7
3	1148	0,6
4	1360	0,8
<b>Média</b>	<b>1233</b>	<b>0,7</b>

<b>Controle de Qualidade (Lote de 900 unidades)</b>		
<b>Amostras</b>	<b>Tempo do lote (s)</b>	<b>Tempo (s)</b>
1	850	0,9
2	1006	1,1
3	950	1,1
4	975	1,1
<b>Média</b>	<b>945</b>	<b>1,1</b>



<b>Extrusora (Lote de 8 unidades)</b>		
<b>Amostras</b>	<b>Tempo do lote (s)</b>	<b>Tempo (s/un)</b>
1	280	35
2	300	38
3	290	36
4	277	34
5	286	36
6	315	39
7	303	38
8	288	36
9	278	35
10	291	36
11	302	38
12	294	37
13	275	34
14	282	35
15	283	35
16	297	37
<b>Média</b>	<b>290</b>	<b>36,2</b>

## REFERÊNCIAS

COSTA, Getúlio. RL&Associados. **Certificação Green Belt Six Sigma**. Maringá: UEM, 2011.

ECR CONSULTORIA. **Os três M's do Sistema Toyota de Produção**. Disponível em <http://www.ecrconsultoria.com.br/biblioteca/artigos/gestao-da-producao/os-3-m%E2%80%99s-do-sistema-toyota-de-producao>. Acesso em: 30 de mar. 2013.

ELIAS, Sérgio José Barbosa; OLIVEIRA, Mauro Macedo de; TUBINO, Dálvio Ferrari. **Mapeamento do Fluxo de Valor: Um Estudo de Caso em uma Indústria de Gesso**. Revista Admpg Gestão Estratégica, v. 4, n. 1, 2011.

FERRO, JOSÉ ROBERTO. Lean Institute Brasil. **A essência da ferramenta “Mapeamento do fluxo de valor”**. Disponível em: <http://www.lean.org.br/artigos/61/a-essencia-da-ferramenta-mapeamento-do-fluxo-de-valor.aspx>. Acesso em: 30 de mar. 2013.

FITIPALDI, D. (Coord.). RL&Associados. **Curso de Lean Manufacturing**. Maringá: UEM, 2012.

IMAI, Massaki. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. 6. ed. São Paulo: IMAM, 2005.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Estabilidade na produção da Toyota no Brasil**. Disponível em: <http://www.lean.org.br/artigos/86/estabilidade-na-producao-da-toyota-do-brasil.aspx>. Acesso em: 29 de mar. 2013.

LUZ, Águida de Araújo Carvalho; BUIAR, Dr<sup>a</sup>. Denise Rauta. **Mapeamento do Fluxo de Valor – Uma ferramenta do Sistema de Produção Enxuta**. In: ENEGEP, 2004, Florianópolis. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004\\_Enegep0103\\_1155.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0103_1155.pdf). Acesso em: 10 de set. 2013.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ROTHER, M; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SHINGO. S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. 2 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3º. Ed. São Paulo: Editora Atlas S. A. 2009.

YIN, Roberto K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª Ed. Porto Alegre. Editora: Bookmam. 2001.