

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE GESTÃO E ECONOMIA  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

FERNANDO DA CUNHA TORRES

**ESTUDO DE CASO PARA IMPLANTAÇÃO DO MAPA DE FLUXO DE  
VALOR NUMA LINHA DE MONTAGEM DE FUSÍVEIS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2020

FERNANDO DA CUNHA TORRES

**ESTUDO DE CASO PARA IMPLANTAÇÃO DE MAPA DE FLUXO DE  
VALOR NUMA LINHA DE MONTAGEM DE FUSÍVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção.

Orientador: Dr. Tiago Rodrigues Weller.

CURITIBA

2020

## TERMO DE APROVAÇÃO

### ESTUDO DE CASO PARA IMPLANTAÇÃO DE MAPA DE FLUXO DE VALOR NUMA LINHA DE MONTAGEM DE FUSÍVEIS

Esta monografia foi apresentada no dia 30 de setembro de 2020, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato Fernando da Cunha Torres apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Dr. Tiago Rodrigues Weller.  
Orientadora

---

Msc. Sérgio Zagonel.  
Banca

---

Msc. Egon Bianchini Calderari  
Banca

---

Dra. Luciana Vieira de Lima  
Banca

Visto da coordenação:

---

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

À minha esposa Michele D.B. Torres, com o seu jeito doce e meigo de enfrentar as coisas e que sempre me apoiou e ajudou.

Aos meus pais, os quais são um norte na minha vida pela automotivação e dedicação.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar à Deus, por ele ser a razão por estar aqui neste mundo.

Aos meus pais, Maria e Antônio da Cunha Torres, que sempre acreditaram em mim e não mediram esforços para me dar o que eles não puderam ter.

À minha esposa Michele, que foi a companheira e incentivadora para completar essa missão.

Ao professor Prof. Dr. Tiago Rodrigues Weller , por me aceitar na orientação do trabalho de conclusão do curso.

Ao gestor Alex Sander Ghissi, por me indicar ao curso de Pós-graduação de engenharia de produção *in company*.

Aos colegas de trabalho que me deram suporte no dia-a-dia do meu trabalho, enquanto eu estava participando das aulas presenciais,

## RESUMO

TORRES, Fernando da Cunha. **Estudo de caso para implantação de mapa de fluxo de valor numa linha de montagem de fusíveis.** 2020. 65 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

Este trabalho tem como objetivo fazer uma análise do mapeamento do fluxo de valor no estado atual e no estado futuro, propondo uma redução do *lead time* e melhoria de processo de montagem de fusíveis de ação ultrarrápidos que são produzidos numa empresa do norte catarinense. Esta pesquisa é caracterizada por um estudo de caso e aplicou-se conceitos da manufatura enxuta, principalmente o mapeamento do estado de fluxo de valor, relatando assim os desperdícios do método atual e utilizando a simbologia adequada para determinar um mapa de fluxo de valor do estado futuro e possíveis melhorias. O *lead time* foi reduzido em 40,9%, mas outros resultados foram aparentes e excederam as expectativas como, por exemplo a redução do tempo de processamento em 20,6% e a redução de mão-de-obra em 22,2%. Estas oportunidades de melhoria serão divulgadas na empresa para aprofundar os estudos e pô-las em prática para as devidas implementações

**Palavras-Chave:** Manufatura enxuta. Mapeamento do fluxo de valor. Fusíveis ultrarrápidos.

## ABSTRACT

TORRES, Fernando da Cunha. **Case study for implementing a value flow map on a fuse assembly line.** 2020. 65 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

This work aims to make an analysis of the mapping of the value flow in the current state and in the future state, proposing a reduction of the lead time and improvement of the assembly process of ultra fast action fuses that are produced in a company from the north of Santa Catarina. This research is characterized by a case study and concepts of lean manufacturing were applied, mainly the mapping of the value flow state, thus reporting the waste of the current method and using the appropriate symbology to determine a value flow map of the state future and possible improvements. The lead time was reduced by 40.9%, but other results were apparent and exceeded expectations, such as the reduction in processing time by 20.6% and the reduction in labor by 22.2%. These improvement opportunities will be disclosed in the company to deepen the studies and put them into practice for the proper implementations

**Keywords:** Lean manufacturing, Mapping the value stream, Ultra fast fuses.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- SISTEMA PUXADO DE PRODUÇÃO	22
FIGURA 2- CAIXA DE PROCESSO	24
FIGURA 3- REPRESENTAÇÃO DO FORNECEDOR, CLIENTE E PCP	24
FIGURA 4- REPRESENTAÇÃO DO ESTOQUE	25
FIGURA 5- REPRESENTAÇÃO DO SUPERMERCADO	25
FIGURA 6- SISTEMA EMPURRADO DE PRODUÇÃO	26
FIGURA 7- SISTEMA PUXADO DE PRODUÇÃO	26
FIGURA 8- RETIRADA DE SUPERMERCADO	27
FIGURA 9- KANBAN DE RETIRADA	27
FIGURA 10- KANBAN DE PRODUÇÃO	28
FIGURA 11- SISTEMA FIFO	29
FIGURA 12- KAIZEN	29
FIGURA 13- COMUNICAÇÃO MANUAL	30
FIGURA 14- COMUNICAÇÃO ELETRÔNICA	30
FIGURA 15- OPERADOR E QUANTIDADE	30
FIGURA 16- SISTEMAS DE TRANSPORTE	31
FIGURA 17- ETAPAS DO MFV	33
FIGURA 18- EXEMPLO DE MAPA DE FLUXO DE VALOR NO ESTADO ATUAL	35
FIGURA 19- EXEMPLO DE MAPA DE ESTADO FUTURO	37
FIGURA 20- FUSÍVEL ULTRARRÁPIDO	39
FIGURA 21- REPRESENTAÇÃO DO CLIENTE, FORNECEDOR E PCP	42
FIGURA 22- REPRESENTAÇÃO DE MÚLTIPLOS CLIENTE	42
FIGURA 23- CÁLCULO DO TAKT TIME	43
FIGURA 24- DEMANDA DE VENDAS DO FUSÍVEL ULTRARRÁPIDO	43
FIGURA 25- PROCESSOS DO FLUXO ATUAL	45
FIGURA 26- REPRESENTAÇÃO DOS ESTOQUES FLUXO ATUAL	47
FIGURA 27- DEMONSTRAÇÃO DO FLUXO DO ESTADO ATUAL	49
FIGURA 28- IDENTIFICAÇÃO DOS KAIZENS DE MELHORIAS PARA O ESTADO FUTURO	52
FIGURA 29- COMPARAÇÃO DO ESTADO ATUAL COM PROBLEMAS ENCONTRADOS.	53
FIGURA 30- REPRESENTAÇÃO DO SUPERMERCADO E KANBAN	54



FIGURA 31– REPRESENTAÇÃO DO FIFO	55
FIGURA 32– REPRESENTAÇÃO DO PROCESSO DE CURAR SILICATO	56
FIGURA 33– REPRESENTAÇÃO DA ÚLTIMA ETAPA DE MONTAGEM	57
FIGURA 34– MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO FUTURO	58
FIGURA 35– BALANCEAMENTO DAS OPERAÇÕES DO ESTADO ATUAL	61
FIGURA 36– BALANCEAMENTO DAS OPERAÇÕES DO ESTADO FUTURO	61

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - DADOS DO PROCESSO	43
QUADRO 2 – TEMPOS DAS OPERAÇÕES	48
QUADRO 3 – COMPARAÇÃO DO LEAD TIME	59

## LISTA DE ACRÔNICAS E SIGLAS

AV	Agrega Valor
FIFO	<i>Fisrt-in, first-out</i>
JIT	<i>Just in time</i>
MFV	Mapa de fluxo de valor
OEE	<i>Overral Equipment Effectiveness</i>
PCP	Planejamento e controle de produção
NAV	Não agrega valor
STP	Sistema Toyota de produção
T/C	Tempo de ciclo
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA .....	13
1.2 OBJETIVOS .....	15
1.2.1 Objetivo Geral.....	15
1.2.2 Objetivos Específicos .....	15
1.3 JUSTIFICATIVA .....	15
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	16
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>17</b>
2.1 O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO – STP .....	17
2.1.1. OS PILARES DO STP .....	17
2.1.2. Os 4Ps do STP .....	18
2.1.3. Os oito desperdícios.....	18
2.2 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (MFV) .....	20
2.2.1 Princípios do pensamento enxuto .....	20
2.2.1.1 Valor.....	21
2.2.1.2 Fluxo de Valor.....	21
2.2.1.3 Fluxo contínuo.....	21
2.2.1.4 Sistema de Puxar - Não Empurrar.....	22
2.2.1.5 Perfeição.....	23
2.3 SIMBOLOGIA DO MFV.....	23
2.3.1 Processos, entidades, estoque e dados .....	23
2.3.1.1 Caixa de processos.....	23
2.3.1.2 Fornecedores, cliente e Planejamento do controle da Produção (PCP).....	24
2.3.1.3. Inventário ou estoques.....	24
2.3.1.4. Supermercados.....	25
2.3.2 Comunicação e fluxo de informação.....	26
2.3.2.1. Sistema empurrado e puxado de produção.....	26
2.3.2.2. Retirada.....	27
2.3.2.3. Kanban.....	27
2.3.2.4 First-in, first-out (FIFO).....	28
2.3.2.5. Kaizen.....	29
2.3.2.6. Comunicação.....	29

2.3.3	Pessoas e Métodos de entrega (transporte).....	30
2.3.3.1.	Pessoas.....	30
2.3.3.2.	Transporte.....	31
2.4	CAIXA DE DADOS DO MFV .....	31
2.4.1	Capacidade Máxima .....	31
2.4.2	Capacidade Efetiva.....	32
2.4.3	<i>Takt time</i> .....	32
2.4.4	<i>Lead time</i> .....	32
2.4.5	<i>Overral Equipment Effectiveness (OEE)</i> .....	33
2.4.6	<i>Setup</i> .....	33
2.5	ETAPAS DO MFV .....	33
<b>3</b>	<b>MÉTODO</b> .....	<b>38</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	38
3.2	A EMPRESA PESQUISADA.....	38
3.3	DEFINIÇÃO DA FAMÍLIA DE PRODUTO. ....	38
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>41</b>
4.1	MAPA DE FLUXO DE VALOR .....	41
4.1.1	Desenvolvimento do Mapa do estado atual.....	41
4.1.1.1.	Definição dos clientes, fornecedores e PCP.....	41
4.1.1.2	Definição do takt time.....	42
4.1.1.3	Identificando o Fluxo principal.....	44
4.1.1.4	Identificação dos estoques.....	46
4.1.1.5	Inclusão dos tempos de ciclo e quantidades de operadores.....	48
4.1.2	Desenvolvimento do mapa de fluxo de valor do estado futuro .....	50
4.2	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	59
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>63</b>
5.1	OPORTUNIDADES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	64
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O mundo sempre experimentou mudanças, séculos após séculos, mas a velocidade em que essas mudanças ocorrem está aumentando. Quando falamos em mudanças, nos referimos a vários aspectos como tecnologia, comportamento, inovação, opinião, etc. Esse conjunto de conhecimentos moldam o comportamento humano com relação ao que ele consome, molda seus padrões e valores. Para acompanhar estas mudanças do comportamento humano, as empresas precisam buscar ferramentas para se adaptar. Ser permissível às mudanças é algo bom, mas vale lembrar que mudanças sem planejamento podem gerar mais desperdícios as organizações. Segundo Womak e Jones (2004) *apud* Delfino, (2014) “ a ideia de desperdício aplica-se a tudo que não agrega valor ao produto, não sendo atrativo para os clientes e reduzindo, assim, as chances de uma organização continuar no mercado, o que caracteriza um sério problema”.

A manufatura enxuta é tema essencial nas empresas atuais, sempre com o objetivo da melhoria contínua e consolidada. Quando colocamos na balança os interesses da empresa em relação aos resultados que ela pode atingir, a utilização de ferramentas metodológicas são o caminho mais seguro a seguir, para atingir bons resultados.

O mapa de fluxo de valor é um método de visualização do fluxo de produção, serviço ou até mesmo informação. De uma forma ampla e fácil entendimento, o mapa de fluxo de valor expõe as principais características do processo e destaca os seus principais desperdícios. A partir desta ferramenta, propõe-se aplicar o mapa de fluxo de valor em uma linha de montagem de fusíveis situada na cidade de Jaraguá do Sul, com a intenção de verificar a eficácia desta ferramenta numa linha de montagem que ainda não recebeu estudos e aplicações de ferramentas de melhorias devido as suas características produtivas.

### 1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Todo o portfólio de produto fabricados numa empresa, precisa ser eficiente na sua produção e lucrativo, independente do seu nível de produção, sendo alto e

automático, ou baixo e manual. Conforme Moura (2007, p.4), “A produtividade na produção diversificada em pequena quantidade foi o maior problema de 1945 a 1950”.

A produtividade está relacionada ao quanto de recursos são disponíveis para fabricar determinado produto, sejam eles tecnológicos ou humanos, numa determinada demanda. Se essa relação não for balanceada e dosada de forma estratégica, os custos se tornam altos e reduz-se as chances de ser competitivo.

Para Antunes (2008 p.32) “Os custos de produção podem ser explicados a partir de dois componentes gerais: aqueles relacionados ao volume (ou escala de produção) e aqueles que estão associados ao grau de diversificação dos artigos fabricados”

O que encontramos no dia a dia na empresa em estudo, é uma série de linhas de montagem de alto volume de produção, cujo a manufatura enxuta já foi parcialmente aplicada para obter-se o máximo de rendimento e retorno de investimento.

Se olharmos no contexto atual, observa-se uma disposição de manter um portfólio de produtos completo, com a máxima diversificação para abranger todo o segmento e barrar a concorrência. Notamos que esta pluralidade nem sempre ou quase nunca tem o mesmo nível de produção que os produtos denominados “pão quente”. Em contrapartida, a diversificação de produtos oferecida por uma organização está sujeita as flutuações do mercado como descreve Antunes (2008 p.33) “...quando o mercado se retrai, as indústrias organizadas de forma tradicional (JIC) tendem a fazer cortes em suas linhas de produtos, ou seja, reduzem a diversificação, visando beneficiar-se da redução de custos daí originadas. ”

Essas variedades de produtos acabam onerando o setor produtivo com a necessidade de mais mão-de-obra, estoques, logística, etc., portanto, são para estes sistemas produtivos que voltamos a nossa atenção, daquilo que foi deixado em segundo plano, como uma opção a longo prazo, daquilo que ficou condicionado ao “se a demanda aumentar pensa-se em algo ...”, mas que inconscientemente, somados a outros processos de mesma situação, incham as empresas de perdas e desperdícios.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Analisar os efeitos observados na produtividade em uma linha de montagem de fusíveis quando aplicados os principais conceitos do Mapa de Fluxo de Valor no estado atual para o estado futuro.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Desenhar o Mapa de Fluxo de Valor, conforme a metodologia existente para analisar as perdas atuais e analisar possíveis ganhos no estado futuro;
- b) Identificar através do mapa de fluxo de valor as perdas no estado atual;
- c) Redesenhar o mapa numa proposta futura;
- d) Propor melhorias no processo para reduzir *lead time*;

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Conforme citado por Antunes (2008) existe uma grande preocupação das empresas em alinhar seus processos produtivos às necessidades de mercado.

Todo o processo produtivo possui suas próprias características e desafios. Os desafios podem ser traduzidos em reduzir desperdícios e aumentar a competitividade. Para Nash e Poling (2008) o desperdício está em todo o lugar. Encontrar os desperdícios, quantificá-los e aplicar técnicas para resolvê-los é a chave do negócio. Segundo Locher (2008), Taiichi Ono, um executivo da Toyota, identificou sete tipos de desperdícios, mas muitas literaturas consideram oito, que são: superprodução, espera, transporte, processos que não agregam valor, estoque em excesso, defeito, excesso de movimentos e desbalanceamento das atividades

Na linha de montagem estudada, muitos destes desperdícios são explícitos, cujo as tarefas nem sempre são bem balanceadas, excessos de estoque, baixa flexibilidade dos recursos, logística reativa, ou seja, reposição sobre a falta de materiais, sempre em atraso, estão presentes na linha de fusíveis ultrarrápidos. Estes



desperdícios são muito claros se compararmos com outras linhas de produção, que possuem metodologia de manufatura enxuta.

Proporcionar a aplicação de teorias do *lean manufacturing* numa linha que pouco se explorou, pode ser uma oportunidade de conseguir ganhos. Promover experiências positivas no âmbito do entendimento das ferramentas pode ampliar a aplicabilidade e expandir os conceitos e resultados em outras linhas de produto.

A ferramenta que pode abranger e mostrar de forma clara as deficiências na linha de montagem, desperdícios, improdutividade inclusive na programação dos pedidos, pode ser a aplicação do Mapa de fluxo de valor. A partir da aplicação, o leque de oportunidades pode se abranger em diferentes ações, com resultados a curto, médio e longo prazo. Ações de curto prazo, que são ações de ver e agir, poderão ser mencionadas neste estudo, mas o foco principal é a aplicação de ferramentas que proporcionam uma produção mais puxada e enxuta, com um *layout* mais adequado para a produção.

#### 1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esta monografia está organizada conforme segue: No Capítulo 1, apresenta-se a introdução ao tema, oportunidade de pesquisa, objetivos e justificativa. No Capítulo 2, apresenta-se uma revisão da literatura da manufatura enxuta e da metodologia da construção do mapa de fluxo de valor. No Capítulo 3 são apresentados, propostos e justificados os materiais e métodos utilizados no trabalho. O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos e discussões. Finalmente, o Capítulo 5 apresenta as conclusões e propostas de trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O capítulo a seguir contém os mais relevantes conceitos teóricos do Sistema Toyota de Produção, focado no entendimento do que é o desperdício numa organização. É composto também por conceitos do fluxo de valor, e suas simbologias.

### 2.1 O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO – STP

Segundo Moura (2007) o Sistema Toyota de Produção (STP) surgiu no Japão pela necessidade de buscar estratégias para enfrentar as dificuldades encontradas após a segunda guerra mundial. Uma das dificuldades encontradas era a crise econômica que o país enfrentava, onde faltavam de recursos dos consumidores para escoar a sua produção. Para isso, a Toyota precisou quebrar muitos paradigmas e reduzir custos a toda prova, para que seus produtos, mesmo em tempos de crise, pudessem ser competitivos no mercado.

Depois da segunda guerra mundial, a Toyota recebeu a autorização do governo americano de produzir caminhões com o propósito de reconstruir a empresa. No início foi difícil a tarefa de atingir a meta de produção e quando enfim atingiram, os produtos se amontoavam no estoque devido as condições econômicas que o país enfrentava Moura (2007).

As necessidades de um país em reconstrução eram as mais diversas e a companhia, mergulhada neste ambiente, se obrigou a acompanhar esta tendência de mudança, reduzindo custos e ampliando seu portfólio de produtos Moura (2007).

Estas ações iniciais tiveram repercussões que jamais serão estimadas e totalizadas nos dias atuais, formando uma tendência e uma metodologia que acabaria mudando toda a forma da manufatura atual, focando na simplicidade do negócio Moura (2007)

#### 2.1.1. Os Pilares do STP

Wilson (2010) descreve que o STP é uma combinação de muitas técnicas que são voltadas a redução de custos da manufatura. Estas técnicas estão direcionadas para um mesmo alvo que são as reduções de perdas.

Para isso, o STP está construído sobre dois pilares que são:

- a) *Just-In-time*: fornece exatamente a quantidade certa, no momento certo e no local certo.
- b) *Jidoka*: Não recebo, não faço e não repasso peças ruins. A cultura japonesa está intrínseca no STP. Wilson (2010) diz que tecnicamente *jidoka* usa técnicas e conceitos a prova de erros, como o *Poka-yoke*, sistemas visuais chamados “*andons*”, para o monitoramento do status de um equipamento e a inspeção em 100% das peças para a garantia total.

### 2.1.2. Os 4Ps do STP

Liker e Meier (2007) *apud* Teixeira (2016) apresentam o que seriam os 4Ps do STP que são:

- a) *Philosophy* (Filosofia) – ver a empresa como um meio que agrega valor à toda a cadeia consumidora;
- b) *Process* (Processo) – acertar o processo, saber investir para atingir objetivos claros como o aumento da qualidade e redução de custos ou ações que reduzam o estoque e os desperdícios.
- c) *People/Partners* (Pessoas e Parceiros) – agregar valor humano, criando desafios e responsabilidades a toda a hierarquia. Estimular as pessoas e crescer. Esta é uma tarefa que nem sempre é bem aceita, mas que ao final, proporciona crescimento, confiança e competências.
- d) *Problem Solving* (Solução de problemas) – a procura da causa raiz para resolução de problemas é algo que precisa ser feito sistematicamente. Sempre haverá problemas, mesmo em linhas de montagens novas sem erros, os problemas surgem de uma forma ou de outra. Os problemas são oportunidades de se aprender e o mais importante, compartilhar com a empresa, para que outros departamentos aprendam e evoluam.

### 2.1.3. Os oito desperdícios

Desperdício é tudo aquilo que não agrega valor ao cliente. As perdas ou mudas, são caracterizadas por alguns conceitos descritos a seguir, que, se aplicados, facilitam a análise e aplicação do STP, bem como o alcance dos resultados.

Alcaraz, Macías e Robles (2014) e Teixeira (2016) descrevem assim os conceitos dos oito desperdícios:

- Superprodução: quando as organizações produzem maior volume do que o necessário e/ou mais rápido do que necessário pela próxima tarefa ou pelo próprio cliente. O ímpeto pela superprodução é o “ficar à frente”. Embora a atitude seja compreensiva, os fins não justificam os meios;
- Excesso de estoques: Os estoques são susceptíveis as mudanças por diversas razões, seja ela por uma necessidade nova do cliente ou por uma melhoria do produto. Aguardar a resposta para a execução de uma modificação pelo excesso de estoque pode fazer a diferença entre organizações, e arcar com despesas de retrabalho de altos estoques, comprometem a capacidade de produzir e atender as demandas do dia a dia;
- Esperas: as paradas ou esperas inevitavelmente interrompem o fluxo produtivo. Mesmo que as pessoas estejam ocupadas, trabalhando o tempo todo, o prazo de entrega é algo que agrega valor ao cliente final, que aumenta a satisfação e dá liquidez aos negócios;
- Excesso de processos: adicionar processos na produção, para resolver ou corrigir problemas nos processos atuais não agrega valor ao cliente, porque não adiciona nada além do que já se esperava do produto;
- Transporte: a movimentação de materiais ou informações durante a produção é um desperdício pelo simples fato de que o tempo de se gastar para transportar os materiais não são gastos para produzir;
- Movimentação em excesso: Se olharmos uma percepção mais aprofundada, nos processos, podemos notar desperdícios em excessos de movimentos durante o processamento dos produtos, nos métodos errados de manipulação de peças e ferramental;
- Defeitos: tudo aquilo que não condiz com os requerimentos ou as especificações do cliente final. Vale lembrar que o cliente pode ser a próxima etapa de trabalho, como o cliente final;
- Desperdício de talentos: desperdiçar o potencial humano para a melhoria dos processos. Não utilizar a criatividade dos funcionários, habilidades e experiências.

## 2.2 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (MFV)

Inicialmente podemos dizer que o MFV é uma fotografia das condições de uma determinada linha de montagem, processo ou serviço, em forma de símbolos padronizados. Conseqüentemente, esta fotografia muda com as análises feitas e torna-se um MFV do estado futuro, ou seja, onde quer chegar.

Delfino (2014) define que o MFV é uma ferramenta que possibilita a criação de um mapa visual do processo, capaz de demonstrar sobre um desenho as características atuais e através dos desperdícios desenhados, traçar uma estratégia de implementações para atingir um estado futuro.

Para Locher (2008), algumas questões precisam ser respondidas para montar o fluxo de valor, que são:

- Como exatamente o fluxo é mapeado? E qual tipo de produto, serviço ou projeto analisado?
- Que processos serão incluídos, onde e quando inicia e termina?
- Quem precisa estar no mapa?
- Qual o objetivo do negócio? Como será a medição dos ganhos?
- Quem precisa dar suporte ao trabalho?
- Que plano logístico será feito para evitar dificuldades que o mapa pode encontrar?

### 2.2.1 Princípios do pensamento enxuto

Delfino (2014) define que o MFV é uma ferramenta que possibilita a criação de um mapa visual do processo, capaz de demonstrar sobre um desenho as características atuais e através dos desperdícios desenhados, traçar uma estratégia para o planejamento e execução das ações.

Teixeira (2016) comenta que os princípios do pensamento enxuto são expressos através de cinco passos, que são valor, fluxo de valor, fluxo, puxar, perfeição.

### 2.2.1.1. Valor

O primeiro passo para a manufatura enxuta é determinar o que realmente interessa ao cliente. É se colocar no lugar do cliente e entender qual o verdadeiro propósito do produto ou serviço para a aplicação.

Valor é gerado pela necessidade do cliente, cabendo às empresas determinarem qual é essa necessidade, procurando satisfazê-la e cobrar por isso um preço específico para manter a empresa no negócio e aumentar o lucro via melhoria contínua dos processos, reduzindo custos e aumentando a qualidade (PERIN, 2005, p. 26).

### 2.2.1.2. Fluxo de Valor

Denomina-se fluxo de valor, todas as operações necessárias para a produção de um determinado produto. Para Teixeira (2016), a demonstração de um fluxo de operações num desenho esquemático, ajuda os gestores das empresas enxergarem de forma prática e fácil todo o processo.

É muito importante salientar que o fluxo de valor deve considerar o planejamento da produção, matéria-prima, as etapas do processo produtivo e o cliente final. Identificar o fluxo de valor completo pode mostrar o quanto o processo é lento e deficiente. Não menos importante é identificar o que agrega valor (AV) e o que não agrega valor (NAV) fazem parte dos princípios de identificar o fluxo.

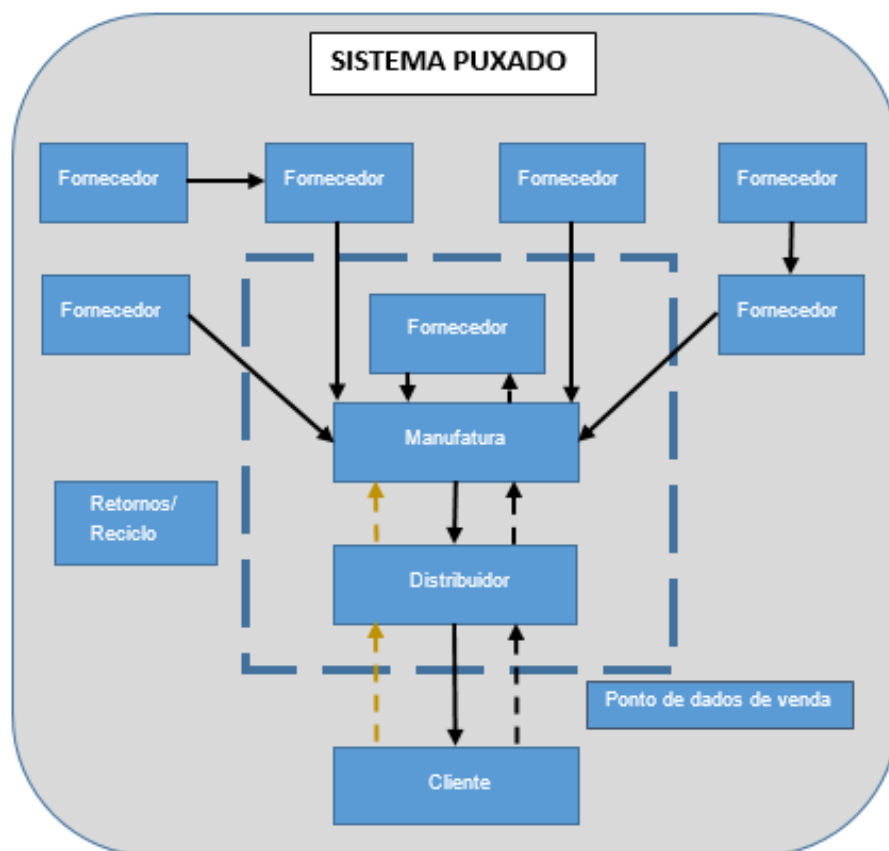
### 2.2.1.3. Fluxo contínuo

O fluxo contínuo, sem interrupções ou esperas é algo que precisa estar à frente dos trabalhos. O fluxo contínuo elimina esperas, elimina perdas de movimentações desnecessárias e proporciona que os prazos de entrega sejam cumpridos. O fluxo contínuo está relacionado ao layout, disposição das máquinas e operações, *setup* rápidos, etc. Moura (2007, p.13) “o “*Just-in-time*” proporciona a produção no custo efetivo e a entrega apenas das peças necessárias com qualidade, na quantidade certa, no tempo e lugar certo, enquanto usa o mínimo de instalações”.

#### 2.2.1.4. Sistema de Puxar – Não Empurrar

Wilson (2010) explica que o sistema puxar é uma das principais ferramentas para evitar a superprodução, tanto no nível celular, ou seja no posto de trabalho, como na produção final, onde o valor agregado é maior.

Moura (2007) descreve que o material é retirado pelo usuário somente conforme a necessidade. A necessidade do posto posterior ou da linha de montagem já é conhecida, por isso é feita a retirada de peças na quantidade e no tempo necessário. Essa cadeia pode-se estender ao longo da linha e em vários processos. Moura (2007) também enumera alguns objetivos básicos do sistema puxar que são redução do inventário em processo, minimizar as flutuações do estoque, reduzir o *lead time*, elevar o nível de controle da produção delegando o controle da produção para os operadores e supervisores, reagir as mudanças de demanda e reduzir defeitos. A ilustra um sistema de puxar entre fornecedores, produtor, distribuidor e consumidor conforme a Figura 1.



**Figura 1- Sistema puxado de produção**

**Fonte: Adaptado de ALCARAZ, MACÍAS e ROBLES (2014, p. 16)**

### 2.2.1.5. Perfeição

Para Teixeira (2016 p. 30) “a visão de perfeição significa que os gerentes devam enxergar o fluxo de valor, o valor fluir e o cliente puxando o valor”.

Ainda para Teixeira (2016), a ideia do conceito de perfeição é sempre poder melhorar, fazer diferente e melhor, ou seja, melhoria contínua. A perfeição faz com que projetos novos nasçam com fluxos de valor definidos, do início ao fim de todo processo.

## 2.3 SIMBOLOGIA DO MFV

Neste capítulo iremos descrever os principais símbolos utilizados na construção do MFV, seja ele no estado atual ou no estado futuro.

Nash e Poling (2008) compara a metodologia ilustrativa usada no MFV como uma combinação de fluxograma e ícones que representam funções ou tarefas de uma organização. Estas são divididas em 3 grupos:

- Processos, entidades, estoques e dados;
- Comunicação e Fluxo de informação;
- Pessoas e transporte

### 2.3.1 Processos, entidades, estoque e dados

#### 2.3.1.1. Caixa de processos

A caixa de processos ou tarefa ilustrada na Figura 2.2, é o ícone mais básico do MFV. Utilizado frequentemente em fluxogramas que indicam o início e o fim do processo Nash e Poling (2008). É composta na parte superior com uma descrição resumida da tarefa.



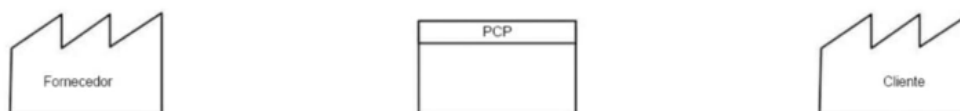


**Figura 2– Caixa de processo**  
**Fonte: Hofrichter (2017 p. 71)**

Os complementos das informações são os dados do processo ou caixa de dados, representados na Figura 2, numa caixa com o tempo de ciclo, tempo de *setup*, capacidade e disponibilidade, etc.

#### 2.3.1.2. Fornecedores, cliente e Planejamento do controle da Produção (PCP)

Os fornecedores e clientes são evidenciados no MFV conforme a Figura 3, sendo posicionados em lados opostos, sendo que entre eles está o PCP, representado como um retângulo, semelhante a caixa de processos.

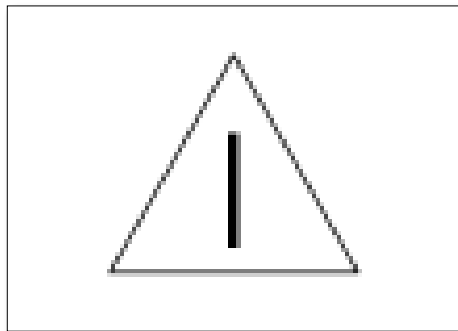


**Figura 3– Representação do fornecedor, cliente e PCP**  
**Fonte: Hofrichter (2017 p. 45)**

#### 2.3.1.3. Inventário ou estoques

O estoque é representado por um triângulo com a letra “E” ou “I” no meio conforme a Figura 2.4. Segundo Nash e Poling (2008), a representação do triângulo para estoque é muito apropriado pois o formato de delta na natureza significa

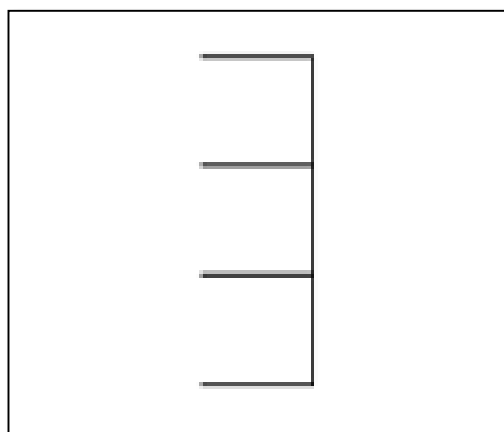
mudança. Estoque é um fator chave nas organizações e por isso precisa ser estudado, pois seus elevados níveis proporcionam uma certa tranquilidade no ambiente, pois apazigua os conflitos de atendimentos de pedidos, urgências, prazos e aumento de demandas, mas por outro lado, estoques abarrotados demandam muito dinheiro parado, agregando custos de estoque e seu gerenciamento, e que em proporções não adequadas se tornam um clássico dos desperdícios.



**Figura 4– Representação do estoque**  
Fonte: Nash e Poling (2008 p. 43)

#### 2.3.1.4. Supermercados

Recurso utilizado para implantar o sistema de produção puxado, também conhecido por “*kanban*” onde os supermercados são criados para o controle do estoque e do trabalho, e que nem sempre o fluxo contínuo é possível. São representados pela Figura 5 e umas das grandes vantagens neste recurso é o controle máximo e mínimo do estoque, limitando o espaço físico de armazenamento além de controlar a produção de forma autônomo.



**Figura 5– Representação do supermercado**  
Fonte: Nash e Poling (2008 p. 182)

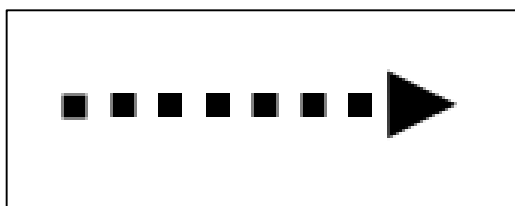
## 2.3.2 Comunicação e fluxo de informação

### 2.3.2.1. Sistema empurrado e puxado de produção

Mapear e entender de que forma ocorre a movimentação é uma das principais coisas para se analisar. A simbologia do sistema de produção empurrado é representada por uma seta tracejada ou listrada, indicando o sentido de movimentação, conforme a Figura 6, Nash e Poling (2008).

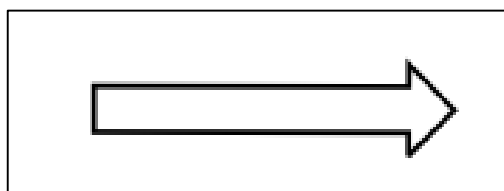
...é o método convencional, no qual as peças estocadas em cada estágio são previstas, considerando o tempo e o fluxo total para a finalização do processo no estágio final. O controle de produção e estoque é baseado no valor previsto” (MOURA, 2007, p. 19)

Para Moura (2007 p.21), “com relação ao movimento físico na fábrica, se os materiais forem transportados para os postos de trabalhos subsequentes após concluídos, ele é denominado sistema de empurra”



**Figura 6– Sistema empurrado de produção**  
Fonte: Nash e Poling (2008 p.42)

Para sistemas puxados, onde as organizações já possuem esse tipo de processo e o cliente interno ou externo pede pela necessidade consumida, são representados por uma flecha larga, sem preenchimento conforme a Figura 7. Segundo Moura (2007) os materiais são transportados sob pedido da etapa posterior.



**Figura 7– Sistema puxado de produção**  
Fonte: Nash e Poling (2008 p.43)

### 2.3.2.2. Retirada

A retirada de supermercado, cuja a finalidade é demonstrar o ato de retirar a peça de um estoque organizado e controlado. De modo que quando se usa este símbolo, entende-se por um estágio de produção puxada, que é demonstrado através de uma seta circular, conforme a Figura 8.

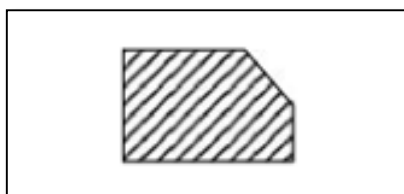


**Figura 8– Retirada de supermercado**  
**Fonte: Nash e Poling (2008 p.174)**

### 2.3.2.3. Kanban

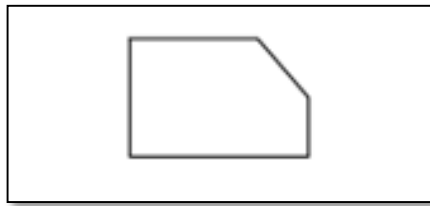
O sistema *kanban* não se baseia na programação da produção. A ideia do sistema é produzir sob uma necessidade imediata do cliente, seja cliente interno ou cliente final. O funcionamento é simples e de forma visual, cujo emprega o uso de cartões ou caixas identificadas para sinalizar a necessidade de executar a tarefa, Moura (2007).

No MFV, esses sinais de cartão *kanban* são simbolizados por duas formas. O cartão *kanban* de retirada é utilizado para informar ao operador a necessidade da retirada do produto em processo, produto final ou matéria-prima, do supermercado e enviado para a próxima etapa, Moura (2007). Este cartão faz com que o supermercado disponibilize o material para a próxima necessidade. Nash e Poling (2008) ressaltam que esta situação é utilizada geralmente quando o supermercado não está próximo ao processo. No MFV, este processo é simbolizado conforme a Figura 9.



**Figura 9– Kanban de retirada**  
**Fonte: Nash e Poling (2008 p.185)**

Os *kanban* de produção são simbolizados conforme a Figura 10. Eles são utilizados principalmente para repor os estoques de um supermercado, informando para o processo de manufatura que é necessário produzir uma quantidade específica de produtos já determinada pelo lote *kanban*. Portanto, este símbolo é posicionado entre a etapa de produção abastecedora e o supermercado, juntamente acompanhado com uma linha pontilhada para demonstrar o caminho do processo (NASH e POLING, 2008).



**Figura 10– Kanban de produção**  
**Fonte: Nash e Poling (2008 p.185)**

#### 2.3.2.4. *First-in, first-out* (FIFO)

Moura (2007) explica que “*Fist-in, first-out*“ é o termo que indica a prioridade de consumo de um produto, serviço ou atendimento.

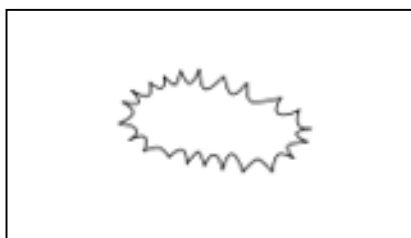
Geralmente utilizado por um sistema *lean* cujo não é possível adaptar o sistema puxado de produção. Neste caso, as peças são colocadas em uma linha sequencial de retirada, fazendo com que a peça da extremidade de saída seja retirada primeiro e a peça da extremidade de entrada seja retirada por último, forçando assim uma sequência organizada de entrada e saída de peças. O FIFO geralmente tem o controle máximo de peças contida no sistema. Não há cartão para informar o que a etapa anterior deverá fazer, apenas o espaço disponível de posicionar ou não a peça na linha Nash e Poling (2008). A Figura 11 simboliza o sistema FIFO.



**Figura 11– Sistema FIFO**  
**Fonte: Nash e Poling (2008 p.68)**

### 2.3.2.5. Kaizen

Para Moura (2007) *kaizen* significa melhoria contínua. A base do entendimento são as pequenas e graduais melhorias de métodos, em que os investimentos não são tão grandes quanto investimentos em máquinas, sistemas e softwares. No MFV, quando ele é inserido, representa uma razão para que se conclua e atingir o estado futuro e, portanto, inúmeras vezes ele pode ser inserido e em qualquer ponto do mapa. O símbolo representado no MFV, é uma explosão representado na Figura 12, um relâmpago, uma maneira que chame a atenção e que deva ser resolvido a velocidade da luz Nash e Poling (2008).



**Figura 12– Kaizen**  
**Fonte: Nash e Poling (2008 p.176)**

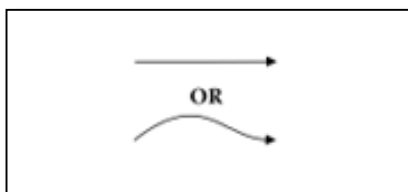
### 2.3.2.6. Comunicação

A comunicação ou informação é algo que inicia o MFV e está presente em todos os mapas. No fluxo de informação e comunicação de um estado atual do MFV, é onde se concentra o caos e a confusão e estas podem ser facilmente classificados como elementos que não agregam valor Nash e Poling (2008).

Embora a base do fluxo da comunicação ir do cliente para o fornecedor, da direita para a esquerda, não é incomum encontrar o fluxo da informação ou comunicação em qualquer direção Nash e Poling (2008).

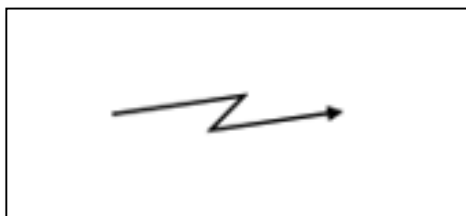
Pode-se mensurar dois tipos principais de comunicação: manuais e eletrônicas.

As comunicações manuais são representadas por uma linha reta ou curva, como mostrado na Figura 13. As comunicações entre etapas de processo, cuja a informação vem por aviso, papel ou bilhete, entregues ao operador são consideradas informações manuais.



**Figura 13– Comunicação manual**  
**Fonte: Nash e Poling (2008 p.10)**

As comunicações eletrônicas geralmente são acessadas em computadores ao alcance dos operadores para poder acessar desenhos, normas, listas técnicas, especificações e etc. Nash e Poling (2008). A representação se dar-se-á por uma linha interrompida, conforme a Figura 14.



**Figura 14– Comunicação eletrônica**  
**Fonte: Nash e Poling (2008 p.10)**

### 2.3.3 Pessoas e Métodos de entrega (transporte)

#### 2.3.3.1. Pessoas

Por fim, a identificação das pessoas no MFV. Representado por um círculo e um semicírculo, o operador é posicionado na caixa de processo conforme Figura 15. O número ao lado do ícone representa a quantidade indivíduos. A representação do operador vale apenas para aqueles que realmente estão alocados na posição, desconsiderando trabalhos eventuais Nash e Poling (2008).

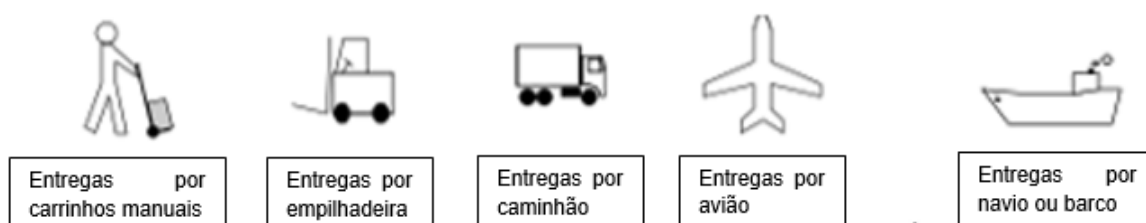


**Figura 15– Operador e quantidade**  
**Fonte: Nash e Poling (2008 p. 81)**

### 2.3.3.2. Transporte

O transporte é movimento da matéria-prima para o produto final entregue ao cliente. O transporte desnecessário ou excesso de transporte de peças, componentes ou pessoas são mapeadas com este ícone Nash e Poling (2008).

O transporte é representado para mostrar como e quantas vezes os produtos chegam na porta do cliente. Os ícones podem ser os mais variados como caminhões, aviões, trens, carros, empilhadeira etc., conforme a Figura 16. Para completar a informação, são adicionadas as frequências de entrega.



**Figura 16– Sistemas de transporte**  
**Fonte: Adaptado de Nash e Poling (2008 p. 10)**

## 2.4 CAIXA DE DADOS DO MFV

A caixa de dados promove inúmeras informações importantes para o entendimento do processo. Nela se concentraram as principais frentes de trabalho, assim como ao redor da caixa de processo, onde estarão mencionados os desperdícios. Segundo King e King (2015) existem 5 tipos de dados para compor a caixa de dados. No entanto, estas informações podem ser excluídas ou adicionadas, conforme a complexidade do processo ou o quanto isso é importante informar.

Para King e King (2015) não é errado simplificar as informações, pois a intenção da caixa de dados é deixar claro e entendível o processo.

### 2.4.1 Capacidade Máxima

Considerado um número perfeito, em que a máxima capacidade está embasada nas perfeitas condições do processo, desconsiderando paradas, *setups*, falhas, manutenções ou tempos de troca de turno. Portanto, capacidade máxima é a quantidade de peças possíveis de se produzir num determinado período de tempo,



dividido pelo tempo de processamento da peça, sem paradas, segundo King e King (2015).

#### 2.4.2 Capacidade Efetiva

Capacidade Efetiva leva em consideração as condições mais realistas da produção, levando em consideração os *setups* diários, paradas, manutenções e índices de defeitos. As paradas não programadas podem gerar um índice chamado *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) e quando multiplicado pela capacidade máxima obtém-se a capacidade efetiva King e King (2015). Obviamente, para algumas situações, a obtenção do OEE é de forma automática, por equipamentos capazes de monitorar cada evento de parada, defeito de qualidade e tempo de ciclo. Portanto, a capacidade efetiva é a quantidade máxima de peças possíveis de se produzir, num determinado período de tempo, levando em conta as paradas conforme mencionado acima, dividido pelo tempo de processamento das peças, segundo King e King (2015).

#### 2.4.3 *Takt time*

*Takt* é uma palavra alemã que significa batida. É a batida da linha ou célula, ou seja, a frequência da demanda do cliente e define a velocidade que este fluxo de valor deve operar para acompanhar a demanda Nash e Poling (2008). O cliente define, conforme a sua necessidade qual a frequência de entrega dos produtos, e esta por sua vez, define o que cada processo deve produzir, ou seja, sincronizar o ritmo da produção. King e King (2015) explica que o termo vem dos alemães, que significa ritmo, ou batida do tambor.

#### 2.4.4 *Lead time*

É o tempo que uma peça leva da entrada do material até sair. Importante ferramenta de análise pois determinará o quanto é dispendioso o processo para a entrega ao cliente. O *lead time* não considera as operações que não agregam valor, somente as operações que agregam valor, pois é o que realmente interessam ao cliente Nash e Poling (2008).

#### 2.4.5 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE significa eficácia geral do equipamento e é a principal medida de eficácia da produção Wilson (2010). Medida de desempenho que abrange disponibilidade, eficiência e qualidade Wilson (2010).. Em alguns casos, a própria máquina pode medir o índice, diretamente fazendo do monitoramento dos eventos através de seu controlador lógico programável (CLP), computando a quantidade de paradas não planejadas, o índice de defeito e o monitoramento da execução do tempo de ciclo. O resultado final é um valor em percentual.

#### 2.4.6 Setup

*Setup* é o tempo de troca de um material produzido, por outro, levando em consideração a troca de ferramenta (moldes, estampos, etc.) Moura (2007). Para o tempo de *setup*, considera-se que inicia desde a última peça produzida no último lote, até a primeira peça boa produzida no lote seguinte.

### 2.5 ETAPAS DO MFV

Locher (2008) define MFV como uma efetiva e promissora ferramenta para o estudo de processos e remodelá-los embasando nos conceitos *lean*.

Como toda a ferramenta, é necessário o uso de metodologias que definam passo a passo como mostra a Figura 17.

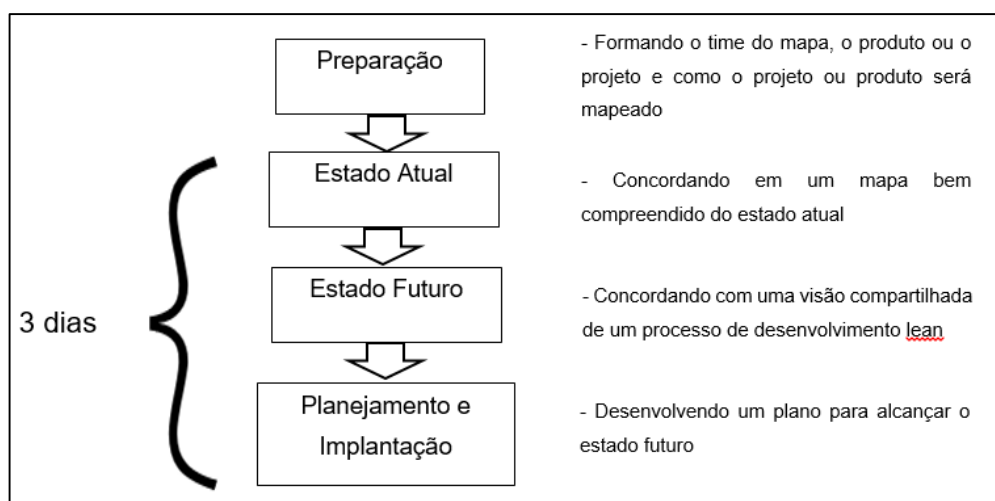


Figura 17– Etapas do MFV  
Fonte: Adaptado de Locher (2008 p.10)

Locher (2008) divide as etapas em quatro, sendo elas a preparação, o estado atual, o estado futuro e o planejamento e implantação.

A preparação é o primeiro passo e ocorre antes de qualquer definição de desenho do mapa de fluxo do valor. Na preparação, a formação de um time multifuncional de diferentes áreas traça os objetivos. A escolha do processo ou o produto a ser mapeado pode seguir uma metodologia que identifica os elementos mais relevantes como demanda, similaridade de componentes ou processos, problemas, necessidades dos clientes, etc Locher (2008).

Desenhar o estado atual é como tirar uma fotografia do processo. Inicia-se identificando o cliente e fornecedor, e em seguida inclui-se os processos, os dados do processo e seus fluxos de passagem de materiais. Faz-se os levantamentos dos estoques intermediários, e fluxos de informações. Por fim, identifica-se os problemas e desperdícios, de acordo com os critérios do *lean manufacturing* Locher (2008). A seguir, a Figura 18 é um exemplo de um mapa do estado atual de um processo

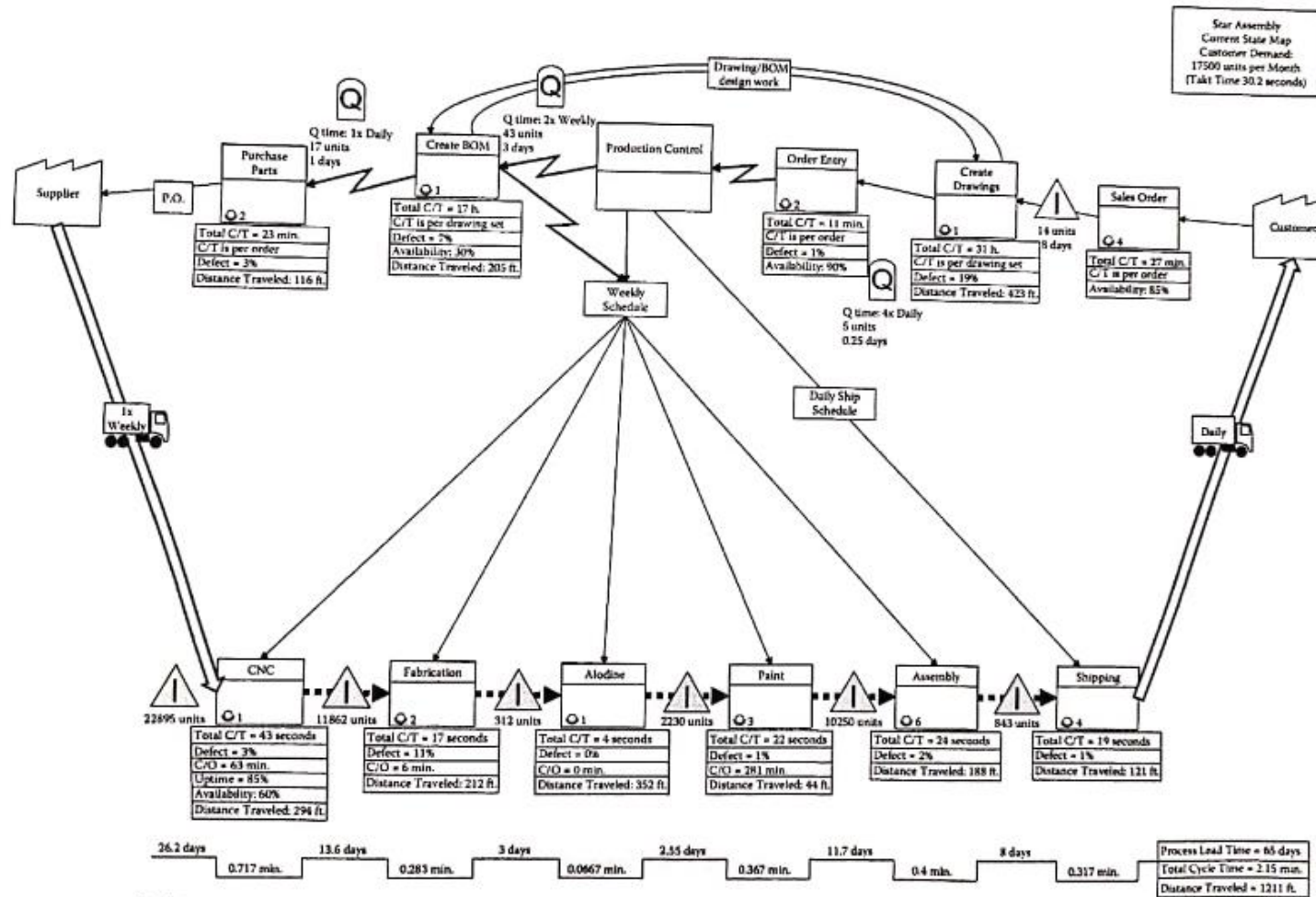


Figura 18- Exemplo de mapa de fluxo de valor no estado atual  
 Fonte: Adaptado de Nash e Poling (2008 p, 12)

O desenho do estado futuro é a idealização de quão enxuto pode-se chegar o sistema. O desenho do estado futuro, quando possível tecnicamente, se desvincula dos paradigmas do estado atual, onde a aplicação das melhorias e redução das perdas são propostas. O grande responsável para o surgimento do estado futuro é baseado muitas vezes no *takt time* do cliente. As aplicações de ferramentas *lean*, para redução do tempo de *setup*, *kanban*, análise de operações que não agregam valor também são responsáveis por dar uma nova forma ao MFV. Na Figura 19 é um exemplo de um mapa de fluxo no estado futuro, Nash e Poling (2008).

Por último e não menos importante, é o planejamento e execução. Nesta etapa, ferramentas da qualidade e de solução de problemas podem ser aplicadas para atingir o objetivo. As soluções podem ser divididas entre o grupo multifuncional, de acordo com a complexidade das ações.

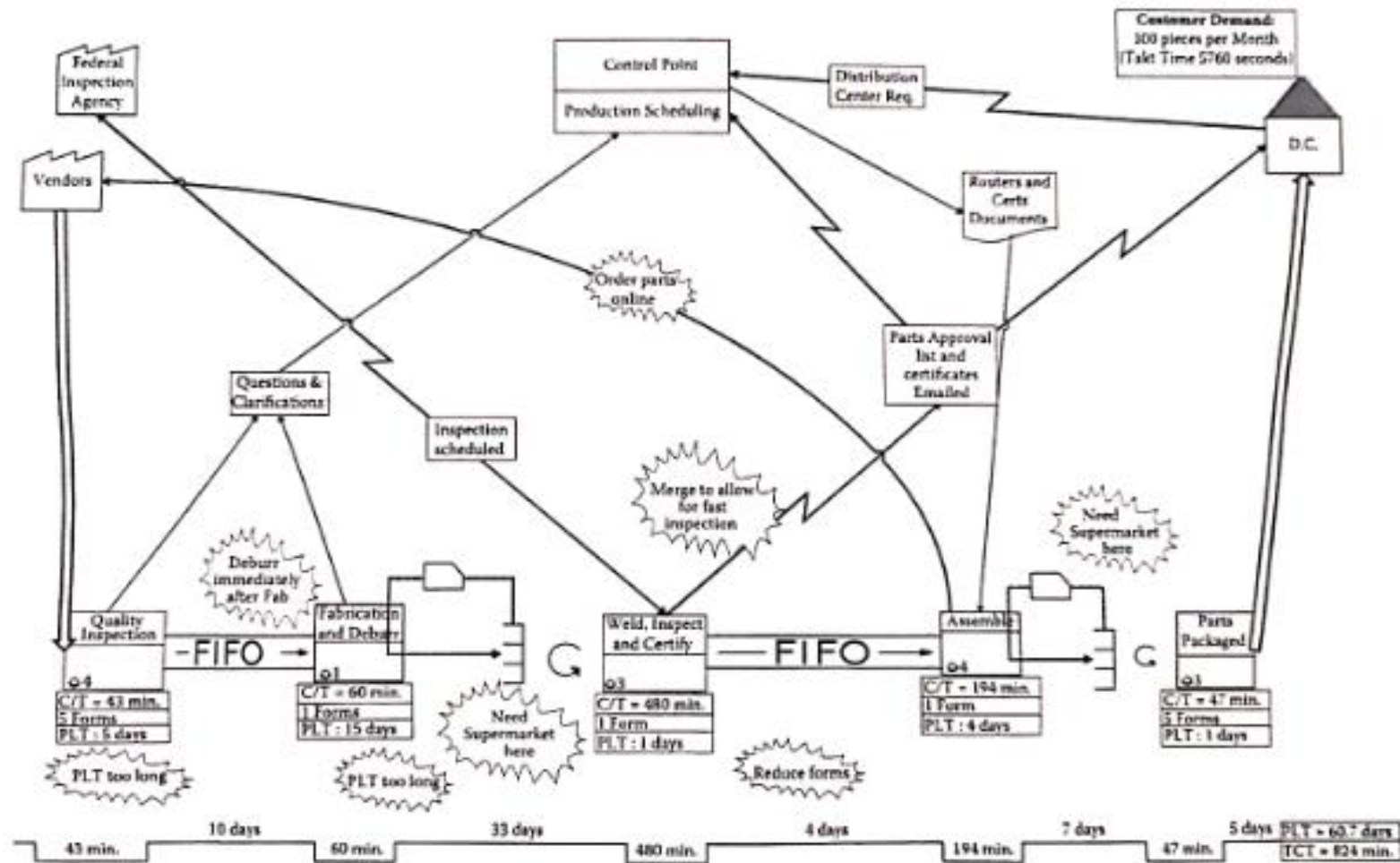


Figura 19- Exemplo de mapa de estado futuro  
 Fonte: Adaptado de Nash e Poling (2008 p, 12)

### 3 MÉTODO

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa é caracterizada por um estudo de caso, e tem por objetivo analisar o emprego do MFV numa linha de montagem de fusíveis ultrarrápidos de corpos cerâmicos, empregados na indústria eletroeletrônica.

Para Silva e Porto (2016), o pesquisador precisa definir as técnicas a serem utilizadas no trabalho, pois estas serão as ferramentas de coleta de dados.

As técnicas utilizadas serão a observação e notas de campo, analisando as características na linha de montagem em seu estado atual e obtendo informações necessárias para se fazer uma análise quantitativa. A análise quantitativa está ligada diretamente a estratificação de dados, que darão uma amplitude em tempos de ciclo e *lead time* do processo atual, e com o mapeamento do fluxo de valor, nos permitirá avaliar meios para atender o *takt time*, melhorar o fluxo e reduzir perdas.

#### 3.2 A EMPRESA PESQUISADA

A multinacional estudada, genuinamente nacional, situada no norte de Santa Catarina, atualmente no setor metal mecânico e no setor eletroeletrônico, que desde 1961 iniciou suas atividades produzindo motores elétrico e posteriormente foi expandindo para a produção de componentes eletrônicos, automação industrial, transformadores, tintas, geradores de energia limpa e mais recentemente, provedor de soluções em indústria 4.0.

Uma marca consolidada no mercado interno e externo, que cada vez mais investe em inovação e tecnologia e acima de tudo na qualificação de seus funcionários, faz com que a empresa ganhe destaque no âmbito nacional, tanto para seus clientes, parceiros e investidores.

#### 3.3 DEFINIÇÃO DA FAMÍLIA DE PRODUTO.

A definição da família de produtos segundo Locher (2008 p.4) “são grupos de produtos ou serviços que compartilham etapas de processos semelhantes.

Há outras considerações citadas por Locher (2008) que são consideradas no processo de seleção da família de produtos:

- Demanda;
- Objetivos futuros de negócio;
- Problemas atuais que a empresa enfrenta.

Muitas das famílias de produtos existentes no departamento da empresa possuem trabalhos relacionados às técnicas do *lean manufacturing*, e foram desenvolvidos segundo os critérios citados por Locher (2008), principalmente quando se fala em demanda, o que tornam estes processos como prioritários.

Eliminando a hipótese da demanda, restam outros dois fatores que, pela característica das famílias de produtos dos fusíveis ultrarrápidos, se adequam mais apropriadamente. Um destes fatores são os desperdícios existentes de um sistema de produção empurrado, haja vista que, nesta linha não houve nenhum trabalho relevante relacionado ao sistema enxuto de produção. Outro fator, não menos importante, é a oportunidade de novos negócios que esta linha de produtos tem a oferecer, principalmente para a indústria automobilística de carros elétricos.

Portanto, a escolha da família de produtos foi a de fusíveis ultrarrápidos de corpos cerâmicos, representado na Figura 20, pois tem um vasto campo para estudos e oportunidades de melhoria.



**Figura 20 – Fusível Ultrarrápido**  
**Fonte: O autor, (2020)**

Na linha de montagem estudada, muitos dos desperdícios são explícitos, cujo as tarefas nem sempre são bem balanceadas, excessos de estoque, baixa flexibilidade dos recursos, logística reativa, ou seja, reposição sobre a falta de materiais, sempre em atraso, estão presentes nesta família de produtos. Estes



desperdícios são muito claros se compararmos com outras linhas de produção, que possuem metodologia de manufatura enxuta.

Proporcionar a aplicação de teorias do *lean manufacturing* numa linha que pouco se explorou, pode ser uma oportunidade de conseguir ganhos e promover experiências positivas no âmbito do entendimento das ferramentas, o que pode ampliar a aplicabilidade e expandir os conceitos e resultados em outras linhas de produto.

## 4 RESULTADOS

Os resultados descritos neste capítulo são divididos em três partes, sendo que a primeira parte descreve a construção do mapa de fluxo de valor em seu estado atual, baseado na literatura. Os levantamentos de dados foram feitos na própria montagem, com o auxílio do analista de processos da área e o preparador da linha, onde tomou-se nota de cada etapa do processo. Os dados de tempo, histórico de vendas foram obtidos através do sistema SAP. Também foi entrevistado os operadores da linha, para entender os problemas do dia a dia. A segunda parte refere-se ao desenvolvimento do mapa de fluxo de valor de estado futuro, baseando-se na literatura disponível, mas também utilizando as características atuais da linha de montagem e os conhecimentos do processo. A análise de como montar o estado futuro, foi discutida com o especialista da linha, em conjunto com o preparador da linha, e pôs fim a exposição dos resultados encontrados como última parte dos resultados.

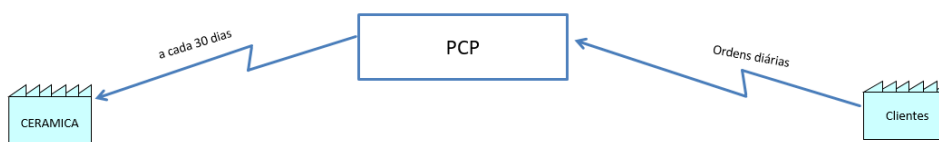
### 4.1 MAPA DE FLUXO DE VALOR

#### 4.1.1 Desenvolvimento do Mapa do estado atual

Para o desenvolvimento do mapa de fluxo de valor do estado atual, algumas das representações e definições da simbologia são descritas nos capítulos seguintes. À medida que os conceitos são descritos, a construção do mapa é incrementada, dando assim um aspecto de evolução e construção do pensamento.

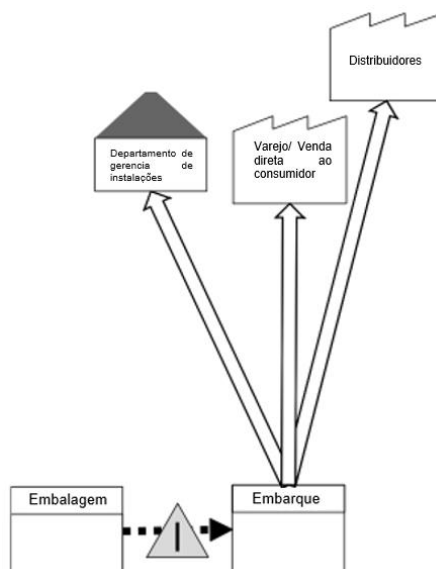
##### 4.1.1.1. Definição dos clientes, fornecedores e PCP

Comumente desenhamos o fornecedor no canto esquerdo do mapa e no canto superior direito desenha-se os clientes, como vemos na Figura 21. As informações de pedidos são via portal eletrônico de pedidos, e-mails. As empresas estudadas são raras os pedidos por telefone.



**Figura 21 - Representação do Cliente, Fornecedor e PCP**  
 Fonte: O autor. 2020

Para Nash e Poling (2008) é possível desenhar vários clientes se desejar como demonstrado na Figura 22. No caso da empresa estudada, os clientes podem ser divididos em três distintos: exportação, nacionais e *intercompay*. Embora os três tipos de clientes sejam importantes e cada um tem as suas necessidades, iremos manter a demonstração de apenas um ícone representativo de todos os clientes para não poluir muito o mapa com muitas informações.



**Figura 22 - Representação de múltiplos cliente**  
 Fonte: Adaptado de Nash e Poling (2008 p, 137)

#### 4.1.1.2 Definição do *takt time*

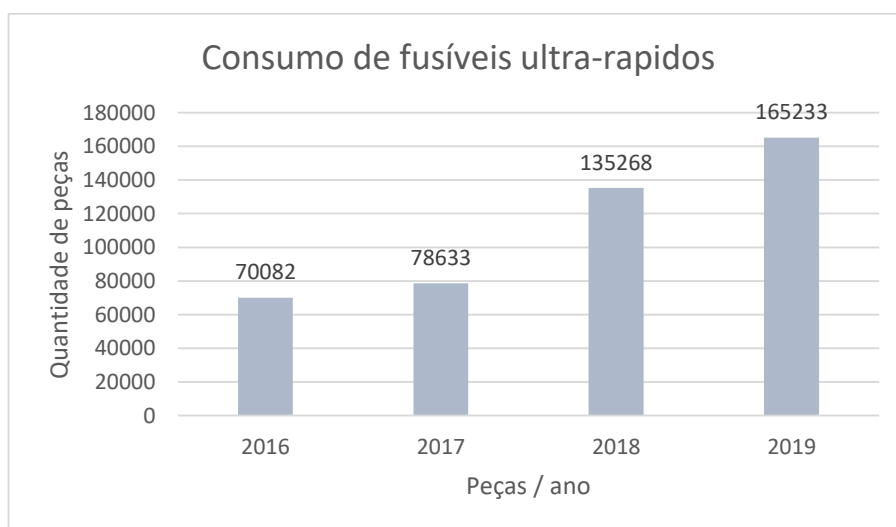
Para o cálculo da demanda do cliente, foi feito um levantamento dos dados de consumo geral do produto para os diversos clientes. A demanda mensal é convertida em peças por dia. Segundo Nash e Poling (2008 p.35) “com a demanda diária é possível calcular o *takt time*”.

Considerando dois turnos de trabalho disponíveis de 8 horas cada, podemos calcular a demanda conforme a Figura 23.

$$\text{Takt-time} = \frac{\text{Tempo disponível por dia (em segundos)}}{\text{Demanda do cliente por dia (peças)}}$$

**Figura 23 – Cálculo do *takt time***  
**Fonte: Autor (2020)**

A demanda do cliente podemos analisar na Figura 24, o gráfico das demandas anuais.



**Figura 24 – Demanda de vendas do Fusível Ultrarrápido**  
**Fonte: O autor (2020)**

Portanto segue os dados conforme Quadro 1.

Dados	Valor
Dias úteis no ano	220 dias
Demanda do Cliente anual	165233 peças / ano
Demanda diária	751 peças / dia
Tempo disponível por dia em horas	16 horas

**Quadro 1- Dados do processo**  
**Fonte: O autor (2020)**

Aplicando a fórmula da Figura 23, teremos um *takt time* de 96 segundos, ou seja, a cada 96 segundos é necessário produzir uma peça para atender a necessidade do cliente.

#### 4.1.1.3 Identificando o Fluxo principal

A primeira recomendação de Nash e Poling (2008) é retratar o processo atual em prática. Como descrito anteriormente, o mapa de fluxo atual é uma fotografia instantânea da linha de trabalho.

Os processos para a fabricação de fusíveis ultrarrápidos são:

- Tampografar corpo cerâmico;
- Colar bastões cerâmicos;
- Soldar o elemento fusível;
- Montar e parafusar tampa;
- Preencher corpo cerâmico com areia;
- Aplicar silicato;
- Curar silicato em estufa;
- Reapertar parafusos;
- Testar;
- Embalar.

Percebeu-se que entre as operações, nenhuma das etapas tem características de sistema puxado, somente sistema empurrado, devido ao PCP programar a maioria dos postos de trabalho.

Desenhando as etapas do processo, o mapa fica conforme a Figura 25.

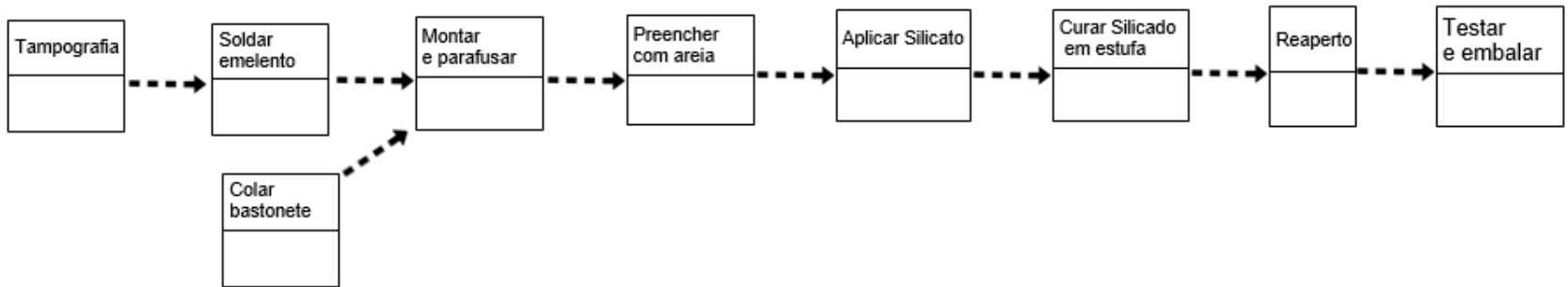
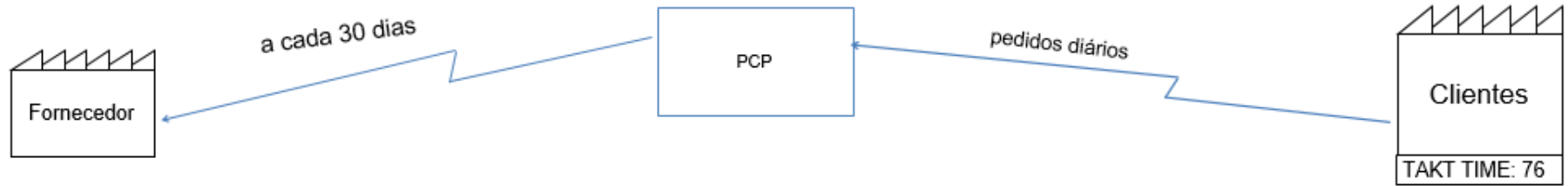


Figura 25 – Processos do fluxo atual  
Fonte: O autor (2020)

#### 4.1.1.4 Identificação dos estoques

As representações dos estoques são para identificar materiais, componentes ou produtos em elaboração. O posicionamento dos ícones de estoque é colocado perto, sobre ou ao lado das setas que representam se o sistema é puxado, ou empurrado. Desta maneira poderá utilizar estes dados para a representação do *lead time*, segundo Nash e Poling (2008).

Não há regras específicas de como fazer o cálculo do inventário do estoque, mas segundo Nash e Poling (2008) recomenda-se contar as matérias-primas ou materiais de alto custo ou que são representativos ao produto final, desconsiderando materiais de baixo valor como parafusos, arruelas, etc.

No caso estudado, as contagens foram baseadas em três componentes mais representativos que são os corpos cerâmicos, elementos fusíveis e os contatos-faca. A representação da contagem dos estoques foi mencionada em dias de estoque, conforme o *takt time* do cliente, para que possamos calcular o *lead time* do processo em dias, ou seja, se o *takt time* são 751 peças por dia e o estoque total na etapa do processo são 751 peças, o *lead time* para processar todo esse material é um dia. Segue a representação dos estoques observados na linha de montagem conforme Figura 26.

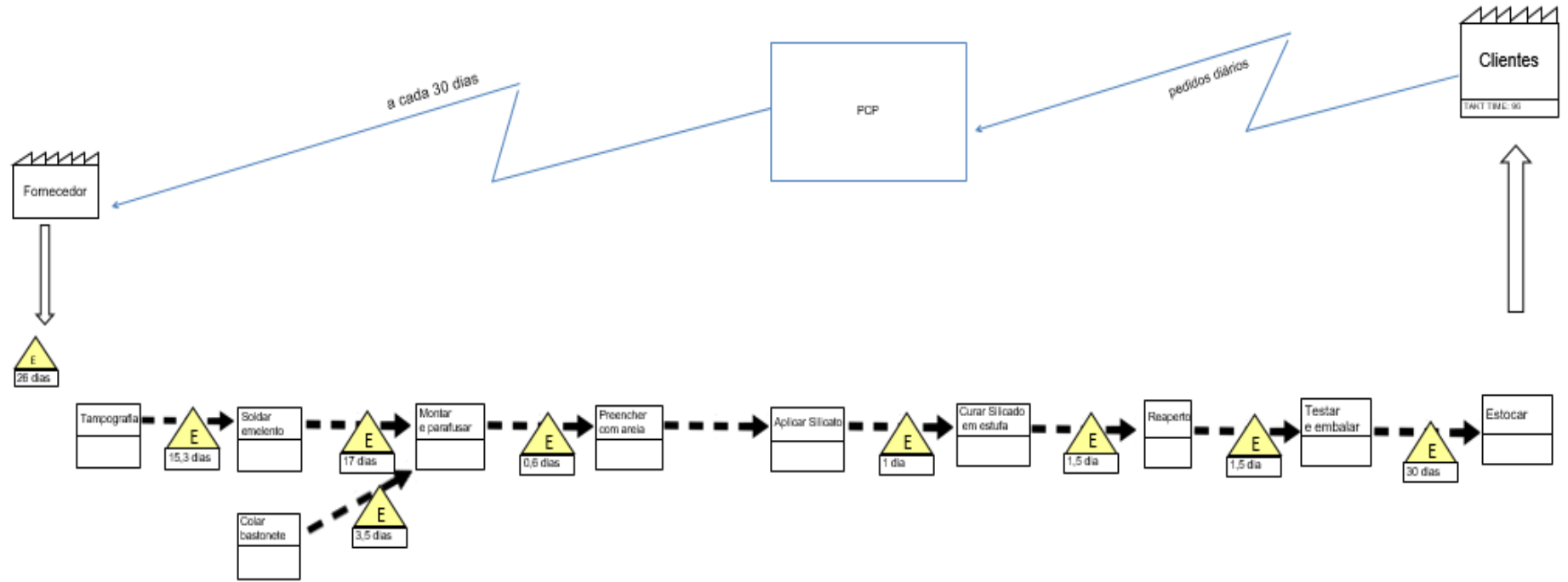


Figura 26 – Representação dos estoques fluxo atual  
Fonte: O autor (2020)



#### 4.1.1.5 Inclusão dos tempos de ciclo e quantidades de operadores

Uma das informações que se busca para este estudo é a visualização e redução do tempo de *lead time* do processo e o ciclo total. O *Lead time* medimos em dias e o tempo de ciclo medimos em segundos.

Nash e Poling (2008) explicam que o *lead time* se baseia na quantidade e demonstra quanto tempo levará em média para que todo material se mova até a finalização. Notamos que o tempo de estoque de operações paralelas se somam, mas para considerar o ciclo, utiliza-se o maior tempo de ciclo. No caso estudado, isso ocorrem entre os processos de soldar elementos e colar bastão.

Os tempos de cada operação podem ser listados conforme Quadro 2:

Operações	Tempo (Segundos)	Número de operadores
Tampografar	14,0	1
Soldar elemento	50,0	2
Colar bastão	20,0	1
Montar	61,2	1
Encher com areia	43,2	0,5
Aplicar Silicato	42,0	0,5
Curar silicato na estufa	168*	0
Reaperto	25	1
Teste e embalagem	21	1

\*Tempo de cura são 26 horas + 2 horas de resfriamento para 400 peças

#### Quadro 2 – Tempos das operações

Fonte: O autor (2020)

Com as informações de tempos, operadores, ciclo e *lead time* estão e fluxo das informações, já se pode demonstrar o fluxo do estado atual conforme na Figura 27.

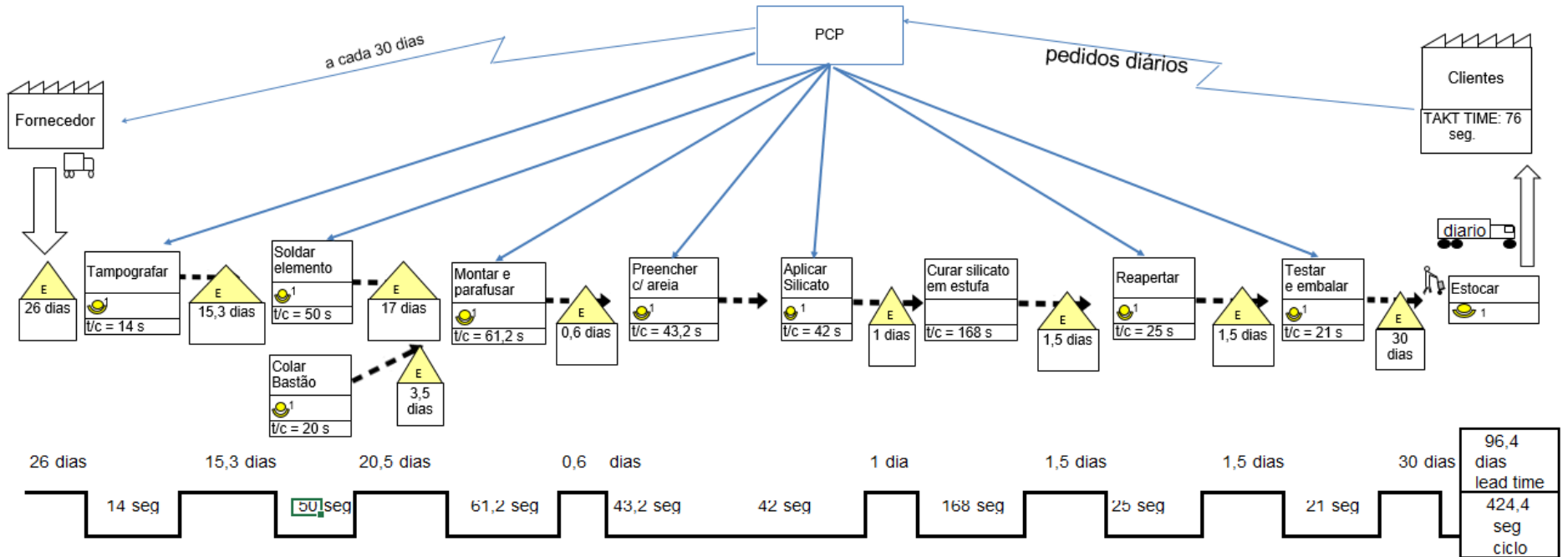


Figura 27 – Demonstração do fluxo do estado atual  
 Fonte: O autor (2020)

Algumas considerações podem ser mencionadas em relação ao fluxo do estado atual, para poder iniciar o fluxo do estado futuro:

- i. A colagem dos bastões é de acordo com o sentimento do operador. O controle é informal;
- ii. Existe um excesso de controle por parte dos líderes de linha para sincronizar a programação e os postos de trabalho. A inércia para iniciar os trabalhos é grande, pois as informações são passadas manualmente. Fazendo com que a utilização da mão-de-obra seja baixa e ineficiente;
- iii. Balanceamento da linha não é de acordo com o *takt time*;
- iv. As pessoas trabalham de forma individual, não caracterizando um grupo ou time.

#### 4.1.2 Desenvolvimento do mapa de fluxo de valor do estado futuro

O desenho do estado futuro determina quais serão os objetivos a seguir numa organização que deseja implantar o fluxo contínuo de produção.

O mapa é uma perspectiva de onde se quer chegar, uma inspiração e cada proposta implementada o mapa muda, portanto, o mapa de estado futuro é algo mutável e que pode ser muito próximo ao que se quer chegar (NASH e POLING, 2008).

Para Locher (2008), os mapas do estado futuro são baseados nos conceitos *lean*. Segundo Locher (2008), o mapeamento do estado futuro está intrinsecamente relacionado a sete questões:

- I. Qual a real necessidade do cliente?
- II. Com que frequência será avaliado o desempenho para as necessidades do cliente?
- III. Que etapas agregam valor e quais são desperdícios?
- IV. Como criar fluxo e reduzir interrupções?
- V. Como resolver as interrupções e como priorizá-las?
- VI. Como nivelar a carga de trabalho?
- VII. Quais as melhorias de processos serão necessárias?

Se for observado mais a fundo, é possível se deparar com questões relacionadas aos oito desperdícios e como aplicar os princípios *lean* a partir de uma visão do cliente.

Com um *brainstorm* termo em inglês que significa chuva de ideias, podemos identificar os desperdícios e incluí-los no mapa com o ícone *kaizen*.

A identificação de excessos de estoques são oportunidades *kaizen* notórias e que precisam ser estudadas, eliminadas ou reduzidas. Portanto, no caso estudado, todo e qualquer estoque foi identificado como desperdício, pois a redução do estoque afetará diretamente o *lead time*, ou seja, o tempo de passagem do material até o cliente final.

Percebe-se também um excesso de transporte no posto de trabalho de tampografia, pois fica situado a uns 150 metros da linha de montagem. Postos de trabalho muito longe não trabalham em sintonia com o resto da linha de montagem e a informação do que precisa montar no momento que precisa montar é manual.

Outro desperdício que podemos observar é a superprodução no posto de colar bastões. Não existe controle de estoque mínimo e máximo, e muitas vezes as informações são informais e imprecisas. Excesso de produção, muito além do que o cliente precisa, causa excesso de estoques intermediários.

A baixa utilização da mão-de-obra pode ser observada nos postos de reapertar os parafusos, testar e embalar, pois os tempos são baixos e o *takt time* do cliente é alto, em relação ao processo atual. Vale lembrar que o reaperto do parafuso é um desperdício intrínseco ao processo, pois, o processo de cura do silicato em estufa, expande e contrai as peças, o que se faz necessário o retrabalho.

A produção como um todo é um sistema empurrado, não havendo FIFO e movimenta-se muito as peças para executar a tarefa. O que um operador está produzindo nem sempre é o que o outro operador na sequência está produzindo. Para os sistemas puxados observa-se que o risco de fabricar um lote inteiro com problemas é muito menor que o empurrado.

Por fim, outra característica importante na linha de montagem, é o processo de cura do silicato em estufa, que precisa de vinte e seis horas de processo, e mais duas horas de resfriamento. Esse processo é um gargalo e impossibilita que o fluxo do processo seja contínuo do começo ao fim. O mapa de fluxo com os desperdícios da linha observado anteriormente está exposto na Figura 28.

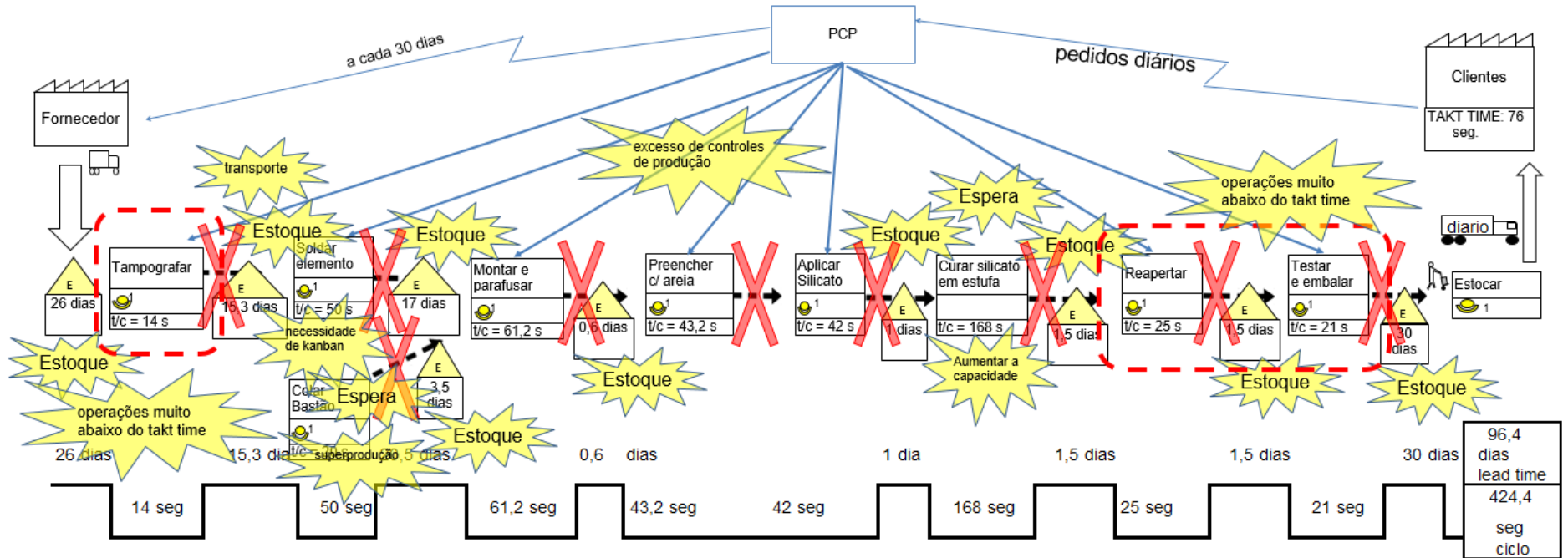
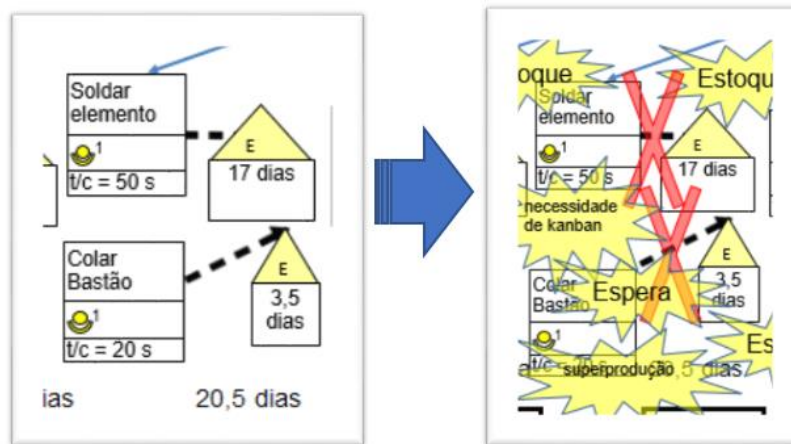


Figura 28 – Identificação dos kaizens de melhorias para o estado futuro  
 Fonte: O autor (2020)

Embora apontar os problemas sejam a parte mais fácil do trabalho, criar estratégias de resolvê-las conforme a metodologia, são a parte mais interessante e que põe a teoria em prática.

Veamos na Figura 29, a situação levantada anteriormente cuja cola do bastão e a solda são operações paralelas. São muitas as situações que geram desperdícios. Mesmo que o mapa seja feito por equipes diferentes, não há garantias que o resultado será o mesmo, pois a beleza da ferramenta de mapeamento do valor propõe mapeamentos e necessidades diferentes. Os objetivos são os mesmos, mas os caminhos para chegar ao resultado podem ser diferentes.



**Figura 29 – Comparação do estado atual com problemas encontrados.**  
**Fonte: O autor (2020)**

Neste caso, poderíamos sugerir um supermercado de peças coladas, sendo que o gerenciamento do estoque e quando e o que produzir seria através do sistema *kanban*. Em consequência disso, os estoques em demasia, espera por outras pessoas para tomadas de decisões do que fazer e como fazer e superprodução seriam minimizados ou eliminados, e pode representar a solução mais adequada nesta etapa.

No sistema puxado, toda a vez que houver necessidade do posto de “montar e parafusar” produzir algo, faz-se a retirada de uma quantidade necessária e padronizada de bastões colados, já dispostos nas prateleiras. Por via desta retirada, no sistema *kanban* subentende-se que é necessário a produção de mais uma quantidade igual ao que foi retirado. Neste caso, notamos que o tempo de ciclo de colar bastão é baixo em relação aos outros postos de trabalho. Neste caso, para melhorar a utilização da mão-de-obra do operador, poderíamos incluir outras

operações de outros produtos, que utilizem o sistema *kanban*, criando um centro de trabalho de *kanban*.

Em conjunto com esta solução, incluiríamos uma produção sequencial com FIFO entre soldar elementos e parafusar. O sistema FIFO poderia neste caso ser um sequencial de produção, com uma fila de materiais produzidos na sequência, organizados através de esteiras, ou calhas, onde o primeiro material soldado seria posicionado numa fila e seria o primeiro a ser retirado. Vejamos na Figura 30 como é a representação desta solução.

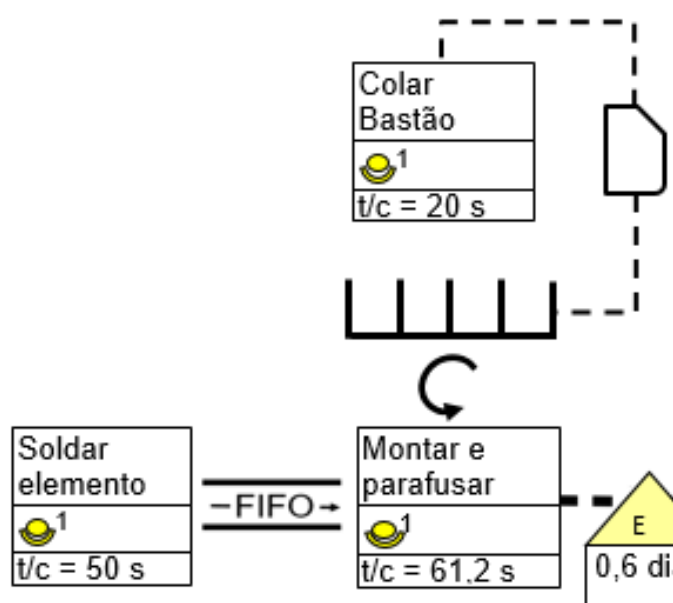


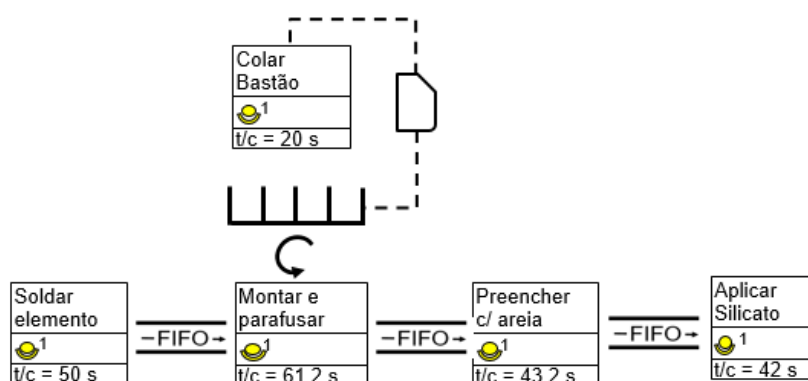
Figura 30 – Representação do supermercado e *Kanban*  
Fonte: O autor (2020)

Aproveitando que incluímos o FIFO entre a primeira etapa do processo, faz a necessidade de incluir nas demais etapas de encher areia e aplicar silicato, haja vista que esta é a oportunidade de eliminar os altos estoques intermediários. O FIFO pode funcionar aproximando os postos de trabalho uns aos outros, interligando os com calhas entre as bancadas, ou esteira de transporte. Vejamos a disposição dos elementos novos na Figura 31. Deste modo as pessoas ficam paradas nos seus postos de trabalho e o produto se movimenta. Se utilizarmos uma pessoa a cada posto de trabalho, a capacidade da linha ficará em ditada pelo gargalo que é montar e parafusar.

Ainda existe um desperdício se levarmos em conta o tempo de operação de cada posto de trabalho, sendo que, por exemplo, o posto de preencher com areia

ficaria dezesseis segundos parado, até receber a peça seguinte do posto de montar e parafusar.

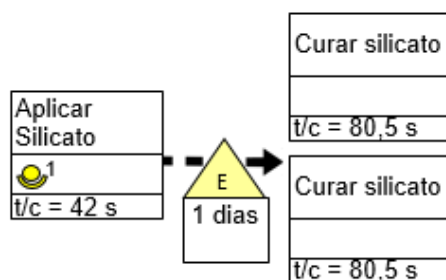
Cada posto de trabalho precisa-se avaliar minuciosamente, o que realmente agrega valor e o que não agrega valor. Esta análise é feita através do estudo do método de montagem, avaliando os movimentos, as operações e as disposições dos materiais. Os tempos de ciclos podem ser reduzidos ou balanceados através destes estudos.



**Figura 31 – Representação do FIFO**  
**Fonte: O autor (2020)**

A estufa utilizada para secar o silicato, impede a possibilidade de desenvolver um fluxo contínuo, pois é necessário encher a estufa por completo para utilizar melhor o recurso, ou seja, o trabalho é por bateladas e é necessário acumular 1 dia de produção. Existem alguns fornos que trabalham de forma contínua, chamados fornos lineares, que possibilitariam perfeitamente a aplicação de um processo contínuo e com um sistema FIFO bem definido. No entanto, estes fornos contínuos seriam um investimento considerável no projeto, o que viabilizaria apenas num aumento abrupto de produção, cujo as estufas atuais não atenderiam a produção. No entanto, melhorias podem ser aplicadas no método, pelo fato que existem duas estufas disponíveis e uma delas não utilizada, o que reduziria o tempo médio de ciclo médio pela metade, ou seja, 84 segundos. Outra solução aplicada é reduzir o tempo de resfriamento, com ventilação forçada, reduzindo as duas horas de resfriamento para 40 minutos, resultando assim o ciclo médio de 80, 5 segundos. A Figura 32 ilustra as melhorias que podem ser adotadas e de como ficará esta etapa do fluxo do estado futuro.





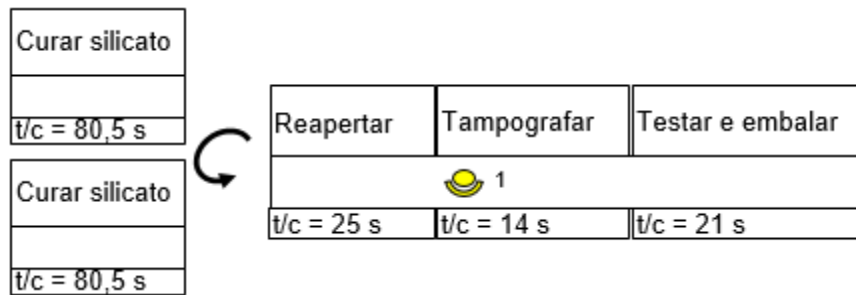
**Figura 32 – Representação do Processo de curar Silicato**  
**Fonte: O autor (2020)**

Por fim, as operações faltantes para o término do processo de montar os fusíveis ultrarrápidos, são: tampografia, reaperto dos parafusos, embalar e testar.

A tampografia, foi ilustrada no mapa de fluxo atual, como uma das primeiras operações do processo, que o intuito sempre foi de identificar o produto no início do processo. Esta etapa, pode ser transferida para as etapas finais do processo, desde que a identificação do produto em elaboração seja clara para o restante do processo. A identificação do produto ao longo do processo, pode ser feita através dos contentores que acompanham o transporte dos produtos, *tags* RFID, cartões de produção, etc.

O reaperto dos parafusos é uma atividade que não agrega valor, pois o aperto dos parafusos já foi feito no processo anterior ao processo de estufa. No entanto, o processo de estufa cria uma dilatação do produto, o que torna impossível a eliminação desta operação que não agrega valor ao cliente. O teste e embalagem são os últimos processos, antes de disponibilizar o produto ao cliente final, e nestas três últimas operações citadas anteriormente, percebe-se que o tempo de cada operação, se somados ficam abaixo de *takt time* do cliente. Isso pode ser uma oportunidade de ganhos, pois se são operações que podem ser executadas por uma única pessoa, reduzindo o número de operadores no processo, ilustrado conforme Figura 33.

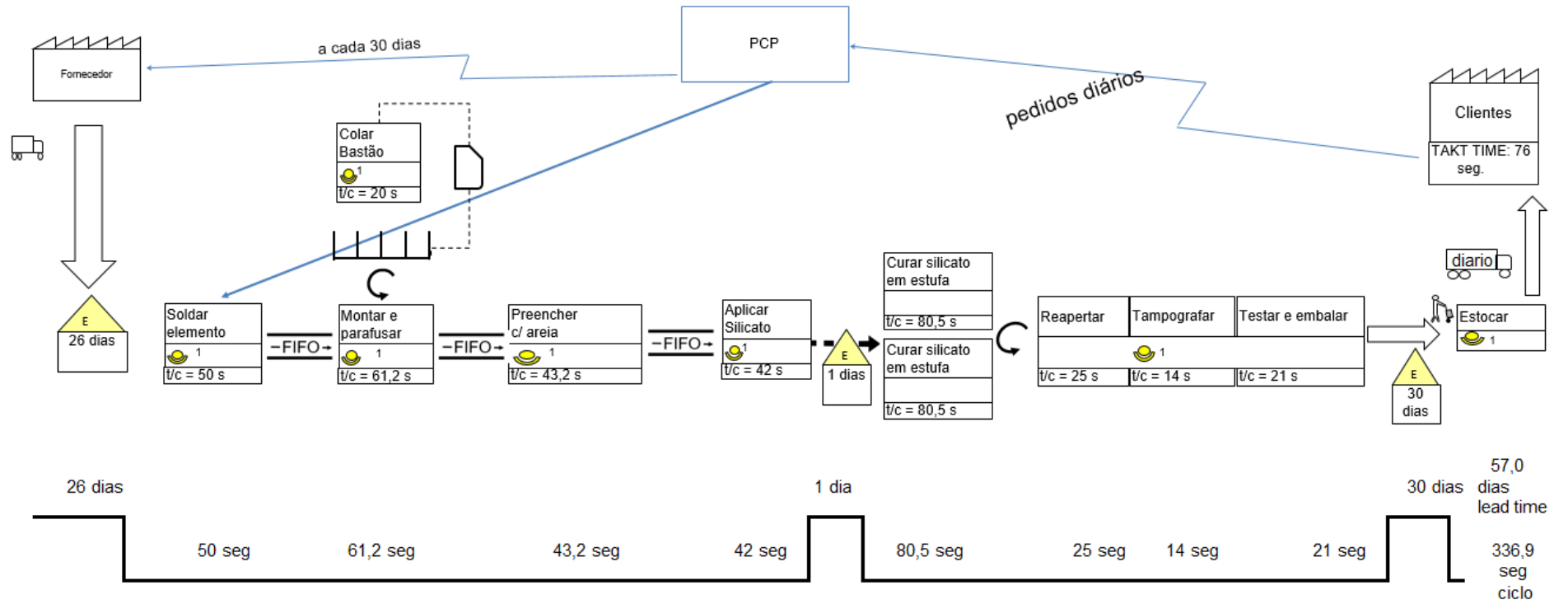
Para isso, necessita-se de uma reestruturação do posto de trabalho, interligando as três operações e adaptando as máquinas e as bancadas num *layout* adequado. Existem várias formas de reposicionar as bancadas, mas o principal que se deve levar em conta é o caminho percorrido pelo operador para executar todas as operações na sequência. O *layout* indicado é posicionar as bancadas em forma de “U” para que o operador possa percorrer a menor distância possível. No lado externo do “U”, são dispostos dos materiais necessários para a execução das operações, fazendo com que o fluxo de abastecimento dos materiais não interrompa o fluxo de montagem.



**Figura 33 – Representação da última etapa de montagem**  
 Fonte: O autor (2020)

Com o fluxo contínuo não tendo a necessidade de controle de todos ou da maioria dos postos de trabalho, as representações das informações do PCP são simplificadas, sendo que a informação de o que fazer vai apenas para o primeiro posto de trabalho, o que facilita o controle das operações e o prazo de entrega dos produtos.

A representação do estado futuro com as ações citadas anteriormente está ilustrada na Figura 34. Alguns dos estoques, como o corpo cerâmico, devido à logística, custos de frete e limitações do próprio fornecedor, ainda permanecem altos.



**Figura 34 – Mapa do fluxo de valor do estado futuro**  
**Fonte: O autor (2020)**

## 4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O objetivo principal do estudo foi analisar os reflexos do *lead time* em uma determinada linha de montagem de fusíveis ultrarrápidos aplicando o MFV para avaliar as perdas e possíveis soluções. No Quadro 3, abaixo está incluso os dados do *lead time* do estado atual e do estado futuro.

Indicadores	Atual	Previsto	% de melhoria
<i>Lead time</i>	96,4dias	57dias	40,9%
Tempo de processamento	424,4	336,9	20,6 %
Quantidade de operadores	9	7	22,2 %

**Quadro 3 – Comparação do *lead time***  
**Fonte: O autor (2020)**

As principais ações tomadas para atingir estes resultados foram: a implantação de um *kanban* na colagem dos bastões, a aproximação dos postos de trabalho para criar um sistema contínuo com FIFO, a melhor utilização dos recursos disponíveis na fábrica, como a utilização de uma segunda estufa e readequação do último posto de trabalho e a unificação das tarefas para a execução de um operador apenas.

A implantação de *kanban* exige da organização uma nova postura no que diz respeito ao processamento dos lotes. Novos procedimentos devem ser adotados, uma estruturação física do sistema de produção deve ser adequada, assim como um treinamento adequado dos funcionários. O *kanban* exige responsabilidade dos envolvidos, principalmente do chão de fábrica, o que significa dar poder de decisão aos níveis primários da produção. Isso promove uma sinergia e um comprometimento maior perante os funcionários. Existem muitas formas de implantar um *kanban*, com modelos teóricos e cálculos mais assertivos dos lotes de produção, assim como as formas de informação que os funcionários recebem para iniciar um novo lote. Toda a técnica necessita de ajustes, e isso se dá ao longo da expertise da equipe, para atender as necessidades específicas do processo. Portanto, a implantação do *kanban* exige muito das pessoas e a sua implantação certamente reduzirá o *lead time* de entrega dos produtos, haja vista que parte da produção ou dos componentes já estarão disponíveis para a utilização, antecipadamente no tempo certo e na quantidade certa.

No que diz respeito a implantação do FIFO entre as montagens, vale lembrar que, a aproximação dos postos de trabalho, a adequação da estação de trabalho e o treinamento dos operadores contribuem para o resultado. Vemos no dia-a-dia da fábrica, uma intuitiva e equivocada produção de acúmulos de peças pré-montadas em cada posto de trabalho. Muitas vezes existe a dificuldade de as pessoas entenderem que produzir uma peça e passar a diante é muito mais produtivo e menos fatigante do que acumular uma produção em sua bancada. As ações de melhoria, não devem ficar apenas no treinamento, mas também em meios de evitar que acúmulos de peças sejam dispostas nas bancadas. O rearranjo dos postos de trabalho é direcionado principalmente para a ergonomia do operador, e também na logística de entrega, saída e produção dos componentes no posto de trabalho. Uma ação conjunta entre fábrica e equipe de apoio deve existir para que o processo fique ajustado e enxuto.

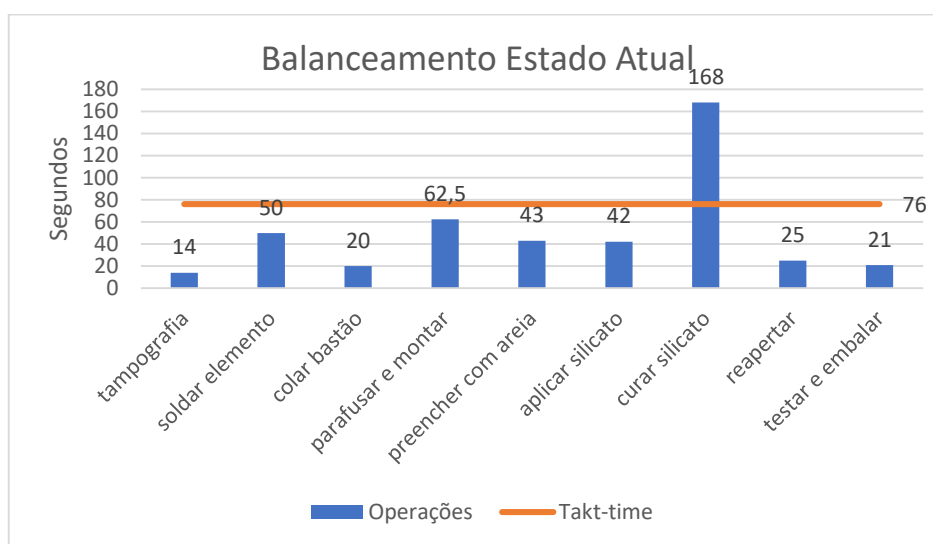
Quando se trata em melhor utilização dos recursos disponíveis, procura-se criar valor em algo sem utilização ou pouco utilizado. Certamente, uma adequação da máquina ao processo pode existir, assim como instalações elétricas, reformas e mudanças do *layout*, etc. No caso estudado, a utilização da segunda estufa foi adequada para atingir o *takt time* e dar volume de produção ao último estágio do processo. A utilização de forma adequada dos recursos vai depender da criatividade e de uma visão de processo das pessoas envolvidas. Por isso é de suma importância o envolvimento de diversos setores da organização, pois certamente existirão diversos pontos de vista, o que faz enriquecer o estudo.

Por fim, a última ação do estado futuro foi a adequação do último posto de trabalho de reaperto, tampografia, teste e embalagem. Esta ação é viável pois possuem características comuns. Uma delas é o fato de que o produto está montado e necessita apenas de acabamentos externos e isto proporciona que as operações podem estar no último posto de trabalho. Ter a flexibilidade de mudança de posição das operações e da ordem de montagem, facilitam a organização do fluxo, podendo ter novas formas de montagem. Certamente, a flexibilização poderá ser utilizada em outros momentos da montagem, podendo o processo ser adequado e melhorado. Outra característica comum das operações foi o tempo de processamento de cada uma delas, que são operações de curto ciclo, em que a somatória delas ainda assim fica um pouco abaixo do *takt time*.

Obviamente, que o mapa do estado futuro apresentará outros ganhos como a redução do número de operadores envolvidos para esta tarefa. Estas reduções

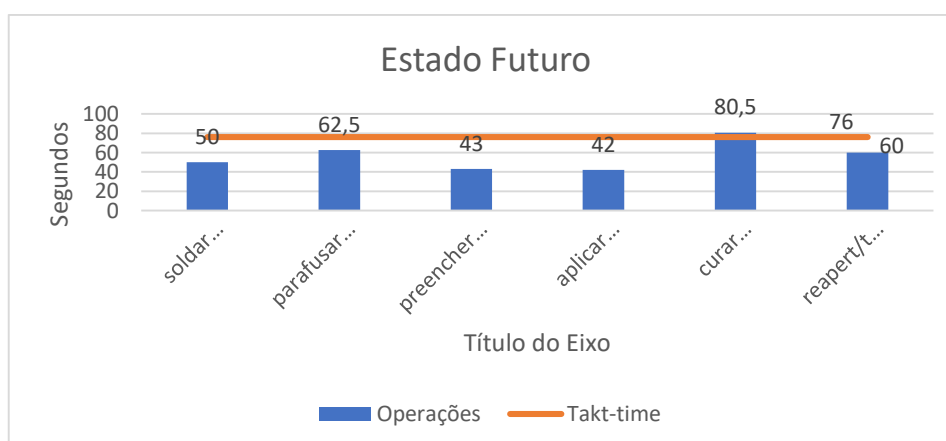
significam que os operadores excedentes podem produzir outros produtos em outras linhas, ou até mesmo serem aproveitados na logística dos materiais.

O fluxo do estado atual demonstra alguns problemas existentes no processo como o desbalanceamento das operações. Na Figura 35 está representado o balanceamento da linha antes de aplicar os conceitos do MFV.



**Figura 35 – Balanceamento das operações do estado atual**  
**Fonte: O autor (2020)**

Contudo, após a aplicação do mapa de fluxo do estado futuro, percebemos que, o balanceamento das operações ainda precisa ser ajustado para ser mais adequado ao *takt time*, conforme demonstrado na Figura 36.



**Figura 36 – Balanceamento das operações do estado futuro**  
**Fonte: O autor (2020)**

Essa adequação pode ser feita com estudos mais aprofundados nas tarefas de montagem, relacionando em cada movimento e em cada ação do operador, o que

agrega valor ao cliente e o que não agrega valor. Certamente, uma análise mais minuciosa poderá chegar em resultados mais adequados no balanceamento das operações e na utilização da mão-de-obra, como por exemplo, aplicar o silicato e preencher o corpo cerâmico com areia, ações que poderiam ser feitas pela mesma pessoa; ou outra possibilidade é um estudo para detectar quais são os elementos que não agregam valor para atingir o *takt time*.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo inicial do trabalho foi alcançado através da análise e exposição do mapa de fluxo de valor de estado atual, com a simbologia adequada e também da análise do mapa de estado futuro, com as possíveis melhorias e mudanças no método de montagem.

Foi possível montar o mapa de fluxo atual, através da aplicação teórica dos conceitos do mapeamento do fluxo de valor, expondo as principais características do processo que são: o *lead time*, as operações, os estoques intermediários e o ciclo de processamento.

Através do mapa de fluxo de valor atual, pôde-se estabelecer uma nova concepção de fluxo de montagem, desenvolvendo assim um mapa de fluxo de valor do estado futuro. Através dos conceitos de manufatura enxuta apresentados nesta monografia, o objetivo está bem claro quanto ao seu alcance, quando avaliamos as vantagens de aplicação de uma manufatura enxuta. O indicador principal da pesquisa foi o *lead time*, cujo a redução de 40,9% proporcionou uma nova dinâmica no processo de montagem.

Além do mais, outros resultados foram apresentados, que enriqueceram a pesquisa, como por exemplo a redução no tempo de processamento e a redução de mão-de-obra, o que reflete diretamente nos custos de produção e conseqüentemente na maior competitividade da organização perante ao mercado.

Contudo, apenas a aplicação do mapeamento do fluxo de valor deixa claro o quanto pode-se explorar e estender a pesquisa em outros campos da manufatura enxuta.

Vale lembrar que a cada sugestão de melhoria, haverá uma metodologia adequada para a execução de tal. A melhoria nem sempre é sinônimo de grandes investimentos e essa certamente é a grande chave do sucesso, ou seja, fazer mais e melhor com o mesmo.

Isso nos faz acreditar que o STP precisa ser encarado como um sistema de melhoria que avança passo a passo, e que a conclusão de um deles, é o início de uma nova pesquisa.



## 5.1 OPORTUNIDADES PARA TRABALHOS FUTUROS

De acordo com os resultados obtidos pela pesquisa referida, o estudo é viável e poderá ser usado para a implantação de melhorias da linha de montagem de fusíveis ultrarrápidos.

Certamente, o estudo precisa ser ainda mais aprofundado nas questões de balanceamento de linha, *setup*, das operações que agregam e não agregam valor e do *layout* de fábrica, o que expande ainda mais as oportunidades de conhecimento e de pesquisa.

O MFV é perfeitamente aplicável a outras linhas de montagem, como por exemplo botões e sinalizadores, devido à importância destes no portfólio de produtos, e de como seus processos estão implantados atualmente. Isto amplia ainda mais a aderência da metodologia nas técnicas de análise dos processos fabris.

Portanto, mapear o fluxo de valor é mapear as oportunidades de crescimento e desenvolvimento para as organizações e para o profissional atuante na área.

## REFERÊNCIAS

- ALCARAZ, J.L.G.; MACÍAS, A.A.M.; ROBLES, G.C. **Lean Manufacturing in the Developing World** – Methodology, case studies and trends from Latim America. Switzerland: Springer, 2014.
- ANTUNES, J., **Sistemas de Produção** – conceitos e práticas para o projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- DELFINO, E.L.M., **O estudo da produção enxuta na eliminação de desperdícios e sua aplicação em uma empresa de gelados comestíveis**. 2014. 62 f. Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Governador Valadares, 2014.
- HOFRICHTER, M., **VSM – Value Stream Mapping: Como fazer, passo a passo**. 1.ed. Porto Alegre: Revolução eBook, 2017.
- KING, P.L.; KING, J.S.; **Value Stream Mapping for the process industries** – creating a roadmap for the lean transformation. New York: Taylor & Francis Group, 2015
- LOCHER, D.A., **Value Stream Mapping for Lean Development** – a how-to guide for streamlining time to market. New York: Taylor & Francis Group, 2008.
- MOURA, R.A., **KANBAN** – a simplicidade do controle da produção. 7ª Ed. São Paulo: IMAM., 1989. p. 4.
- NASH M.A.; POLING S.R., **Mapping the total value stream** – a comprehensive guide for production and transitional processes. New York: Taylor & Francis Group, 2008.
- PERIN, P.C., **Metodologia de padronização de uma célula de fabricação e de montagem, integrando ferramentas de produção enxuta**. 2005. 229f. Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.
- SILVA, C.N.N.; PORTO, M.D., **Metodologia científica descomplicada: pratica científica para iniciantes**. Brasília: Editora FB, 2016.
- TEIXEIRA, F.E., **Avaliação do sistema de produção baseado na manufatura enxuta e sua aderência a ferramentas de melhoria da qualidade e produtividade em uma empresa da serra gaúcha**. 2016. 138f. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, da Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016.
- WILSON, L., **How to implemente lean manufacturing**. New York: Mac Graw Hill, 2010.