

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ROSEANE DE OLIVEIRA CARMINATI

**APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA FÁBRICA DE
CÂNULAS**

JUIZ DE FORA

2017

ROSEANE DE OLIVEIRA CARMINATI

**APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA FÁBRICA DE
CÂNULAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira de Produção.

Orientadora: Prof^ª. MSc. Mariana Paes da Fonseca Maia

JUIZ DE FORA

2017

ROSEANE DE OLIVEIRA CARMINATI

**APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA FÁBRICA DE
CÂNULAS**

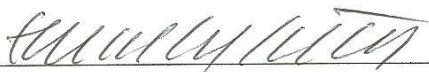
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia da Universidade
Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial
para a obtenção do título de Engenheira de
Produção.

Aprovada em 06 de julho de 2017.

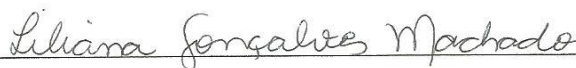
BANCA EXAMINADORA



Profª. MSc. Mariana Paes da Fonseca Maia
Universidade Federal de Juiz de Fora



Profª. DSc. Eduardo Beviglieri Pereira de Castro
Universidade Federal de Juiz de Fora



Liliana Gonçalves Machado
Becton, Dickinson and Company

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Carminati, Roseane de Oliveira.

Aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor em uma fábrica de cânulas / Roseane de Oliveira Carminati. -- 2017.

65 f. : il.

Orientadora: Mariana Paes da Fonseca Maia

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2017.

1. Sistema Toyota de Produção. 2. Lean Manufacturing. 3. Mapeamento do Fluxo de Valor. I. Maia, Mariana Paes da Fonseca, orient. II. Título.

ROSEANE DE OLIVEIRA CARMINATI

**APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA FÁBRICA DE
CÂNULAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira de Produção.

Aprovada em ___ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. MSc. Mariana Paes da Fonseca Maia
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^º. DSc. Eduardo Beviglieri Pereira de Castro
Universidade Federal de Juiz de Fora

Liliana Gonçalves Machado
Engenheira de Produção convidada

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir viver tantos momentos incríveis e únicos.

Aos meus pais, Gilson e Terezinha, por sempre acreditarem em mim e pelo amor e apoio incondicionais.

Aos meus queridos amigos pela paciência nos momentos difíceis e alegrias nos felizes.

Ao Pedro pelo amor, parceria, motivação e por sempre me mostrar o lado positivo dos momentos tensos.

Aos meus professores, em especial à Mariana, pela orientação e confiança e pelo exemplo de profissional.

E a todos que, desde a mais singela forma, contribuíram para a realização desse trabalho.

RESUMO

O presente trabalho visa descrever a aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor, ou *Value Stream Mapping*, em uma indústria de produtos cirúrgicos. Utilizada há mais de 20 anos e oriunda do Sistema Toyota de Produção e do *Lean Manufacturing*, tal metodologia possibilita a compreensão de todo o fluxo produtivo, além de estar voltada para a eliminação de fontes de desperdício e de atividades que não agregam valor. Para isso, foi analisada uma planta de produção de cânulas (agulhas) em que a qualidade do produto tem papel crucial visto que erros podem causar dor e desconforto aos pacientes. Além disso, com o acirramento da competitividade, o crescimento da indústria chinesa e o crescimento do setor, a busca por ferramentas e metodologias que possam otimizar a produção sem perder a qualidade ganharam foco nesse tipo de indústria. O estudo analisou o estado atual da empresa e propôs mudanças e melhorias baseadas na produção enxuta e nas ferramentas *Lean*, principalmente quanto aos sete tipos de desperdícios e à introdução de fluxos contínuos. Buscou-se, principalmente, uma redução nos tempos de processamento e de produção e a construção de um ambiente limpo, organizado e consciente.

Palavras-chave: Mapeamento do Fluxo de Valor, *Lean Manufacturing*, Cânulas, Melhorias.

ABSTRACT

This paper aims to describe an application of Value Stream Mapping in a surgical products industry. Used for more than 20 years and coming from the Toyota Production System and Lean Manufacturing, this methodology allows the understanding of the entire production flow, besides being focused on the elimination of sources of waste and activities that do not add value to the final product. Therefore, it was to analyze the cannulae (needles) production of the plant, in which the quality of the product plays a crucial role since errors can cause a lot of pain and discomfort to patients. In addition, with increased competitiveness, the growth of Chinese industry and the growth of the sector, the search for tools and methodologies that offer to optimize production without losing a quality gained focus in this type of industry. The present study analyzed the current state of the company and proposed changes and improvements based on the Lean production and its tools, mainly regarding the seven wastes and the introduction of continuous flows. A reduction in processing and production times and a clean, organized and conscious environment were mainly sought.

Keywords: Value Stream Mapping, Lean Manufacturing, Cannula, Improvements.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Principais causas de insucesso dos produtos cirúrgicos | 13 |
| Figura 2 - Exemplos de produtos da empresa | 14 |
| Figura 3 - Fluxo global da empresa | 15 |
| Figura 4 - Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção | 16 |
| Figura 5 - Automação x Autonomia..... | 24 |
| Figura 6 - Pensamento Enxuto | 25 |
| Figura 7 - Fluxo total de valor | 33 |
| Figura 8 - Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor..... | 34 |
| Figura 9 - Matriz etapas de montagem e equipamentos x produtos | 35 |
| Figura 10 - Ícones utilizados no VSM..... | 37 |
| Figura 11 - Mapa do Fluxo de Valor do estado atual | 38 |
| Figura 12 - Produção em fluxo contínuo | 40 |
| Figura 13 - Produção em ilhas isoladas | 40 |
| Figura 14 - Sistema puxado com supermercado..... | 41 |
| Figura 15 - Mapa do Fluxo de Valor do estado futuro | 44 |
| Figura 16 - Nomenclatura do calibre | 46 |
| Figura 17 - Exemplos de diferentes calibres | 46 |
| Figura 18 - Tubo sem solda e soldado | 48 |
| Figura 19 - Diferença no diâmetro entre o tubo soldado e o trefilado | 49 |
| Figura 20 - Cânulas cortadas em diferentes comprimentos..... | 49 |
| Figura 21 - Fita de cânulas | 50 |
| Figura 22 - Estojo de cânulas apontadas | 51 |
| Figura 23 - Mapa do estado atual da empresa | 53 |
| Figura 24 - Mapa do estado futuro da empresa | 61 |

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Exportações e importações de produtos cirúrgicos no Brasil em 2006, em milhões¹²

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Análise dos sete tipos de desperdício na empresa..... | 58 |
|--|----|

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

JIT – *Just-in-time*

L/T – *Lead time*

MFV – Mapeamento do Fluxo de Valor

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

STP – Sistema Toyota de Produção

VSM – *Value Stream Mapping*

TAV – Tempo de Agregação de valor

T/C – Tempo de ciclo

TPT – Tamanho dos lotes de produção

TR – Tempo de troca

WIP – *Work in Progress*

SUMÁRIO

| | |
|---|------------------|
| <u>1. INTRODUÇÃO.....</u> | <u>12</u> |
| 1.1 JUSTIFICATIVA | 13 |
| 1.2 ESCOPO DO TRABALHO..... | 14 |
| 1.3 OBJETIVOS | 15 |
| 1.4 METODOLOGIA..... | 16 |
| 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO..... | 17 |
| <u>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</u> | <u>18</u> |
| 2.1 O MODELO TOYOTA DE PRODUÇÃO..... | 18 |
| 2.1.1 JUST-IN-TIME (JIT)..... | 20 |
| 2.1.2 AUTONOMAÇÃO..... | 23 |
| 2.2 LEAN MANUFACTURING | 25 |
| 2.2.1 FERRAMENTAS LEAN | 30 |
| 2.3 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR – VSM..... | 33 |
| 2.3.1 SELECIONANDO UMA FAMÍLIA DE PRODUTOS..... | 35 |
| 2.3.2 O MAPA DO ESTADO ATUAL | 35 |
| 2.3.3 O MAPA DO ESTADO FUTURO..... | 41 |
| <u>3. APLICAÇÃO DA FERRAMENTA.....</u> | <u>46</u> |
| 3.1 A EMPRESA | 46 |
| 3.2 A FERRAMENTA | 47 |
| 3.3 SELECIONANDO UMA FAMÍLIA DE PRODUTOS | 47 |
| 3.4 MAPA DO ESTADO ATUAL | 48 |
| 3.5 O MAPA DO ESTADO FUTURO | 55 |
| <u>4. RESULTADOS.....</u> | <u>59</u> |
| <u>5. CONCLUSÕES.....</u> | <u>63</u> |
| <u>REFERÊNCIAS.....</u> | <u>64</u> |

1. INTRODUÇÃO

O mercado de dispositivos médicos é muito abrangente e possui uma representatividade muito grande na saúde. Cada vez mais ele vem sendo pressionado por custos e influenciado por mudanças epidemiológicas e demandas demográficas. Segundo estimativas da ABIMO - Associação Brasileira da Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológicos, Hospitalares e de Laboratórios - e ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, o setor de produtos cirúrgicos vem crescendo cada vez mais no Brasil e atraindo, com isso, o desenvolvimento de empresas nacionais e internacionais. Ainda segundo a associação, as exportações relativas a cânulas, sondas e cateteres representam 42% das importações desse tipo de produto realizadas pelo país, gerando um *déficit* muito elevado e uma balança comercial negativa (tabela 1).

| Item | Exportações | Importações | Saldo |
|--|---------------|-------------|----------------|
| Suturas | 43,86 | 22,2 | 21,66 |
| Cateteres, sondas e cânulas | 14,95 | 92,07 | -77,12 |
| Grampos, cliques, aplicador, extrator para aparelhos médicos | 0,32 | 22,07 | -21,75 |
| Luvas para uso cirúrgico e terapêutico | 0,31 | 70,97 | -70,66 |
| Seringas | 8,14 | 13,76 | -5,62 |
| Agulhas | 34,52 | 21,92 | 12,6 |
| Máscaras contra gases | 0,52 | 2,04 | -1,52 |
| Máscaras, sapatilhas e toucas para cirurgias | 2,62 | 6,05 | -3,43 |
| Aventais para cirurgias e outros procedimentos | 2,6 | 2,92 | -0,32 |
| Total | 107,84 | 254 | -146,16 |

Tabela 1- Exportações e importações de produtos cirúrgicos no Brasil em 2006, em milhões
Fonte: ABDI (2008)

Classificados pela Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária como produtos médicos, os produtos cirúrgicos devem cumprir regulação aplicável. Por terem poder de penetração em um ou mais tecidos do corpo, as cânulas, em particular, são consideradas invasivas e podem apresentar riscos às pessoas que as utilizam. Além da dor, elas podem levar

infecções para dentro do corpo ou contaminar quem as manipula. Dessa forma, a qualidade do produto, principalmente à dor que pode causar no paciente, é inquestionável e ganha força quando comparada aos custos da empresa. Além desses fatos, a figura 1 abaixo apresenta as principais causas de insucesso dos produtos dessa área.



Figura 1- Principais causas de insucesso dos produtos cirúrgicos
Fonte: ABDI (2008)

A necessidade de oferecer produtos e serviços com alta qualidade e custos relativamente baixos está aprofundando a busca por ferramentas, metodologias e programas que possibilitem aumento de produtividade sem reduzir a qualidade do produto. Segundo a ABDI (2008), o mercado interno existe e a demanda é elevada. Além disso, o ritmo de crescimento do consumo interno nos países da América do Sul oferece amplas possibilidades para o desenvolvimento do setor no Brasil e a crescente atuação chinesa no mercado mundial agrava a necessidade de aprimoramento contínuo.

1.1 JUSTIFICATIVA

Como a empresa em estudo é uma multinacional, a aplicação da ferramenta foi impulsionada por outras plantas que realizaram a implantação e obtiveram resultados significativos. Ademais, havia uma necessidade de compreensão de todo o fluxo global juntamente com a integração com outras áreas a fim de desenvolver e aprimorar a visão sistêmica da empresa e compreender como cada parte influencia o todo. A empresa encontrava-se em uma fase de detecção de defeitos para eliminação e entendimento dos processos para que as áreas deficitárias pudessem ser desenvolvidas.

Visto que o mercado cirúrgico precisa encontrar diferentes meios para se mostrar competitivo sem reduzir a qualidade e ainda diminuir a dor que possa causar aos seus consumidores finais, a implantação da metodologia *Lean* juntamente com suas ferramentas mostrou ser um excelente meio para alcance de diferencial. Como a produção se dá por altos volumes e a qualidade é tida como essencial, a aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor detalha todas as fases do processo, permite a identificação e redução das fontes de desperdício, a identificação de gargalos e o balanceamento ideal de produção.

1.2 ESCOPO DO TRABALHO

O presente trabalho consistirá no detalhamento da aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor em uma multinacional de produtos cirúrgicos, desde sua iniciação até os resultados obtidos. A empresa possui sede em mais de 50 países e é reconhecida mundialmente pela qualidade dos seus produtos. A planta em estudo possui três diferentes fábricas, a de descartáveis, a de seringas e a de cânulas, mais popularmente conhecida como agulhas. Um exemplo de produto de cada uma delas está mostrado na figura 2.



Figura 2 - Exemplos de produtos da empresa
Fonte: a autora

O trabalho foi desenvolvido apenas na fábrica de cânulas, desde o almoxarifado até a expedição. O fluxo compreende 15 processos no chão de fábrica além dos externos responsáveis pela chegada da matéria prima e a entrega ao cliente final conforme figura 3 abaixo:

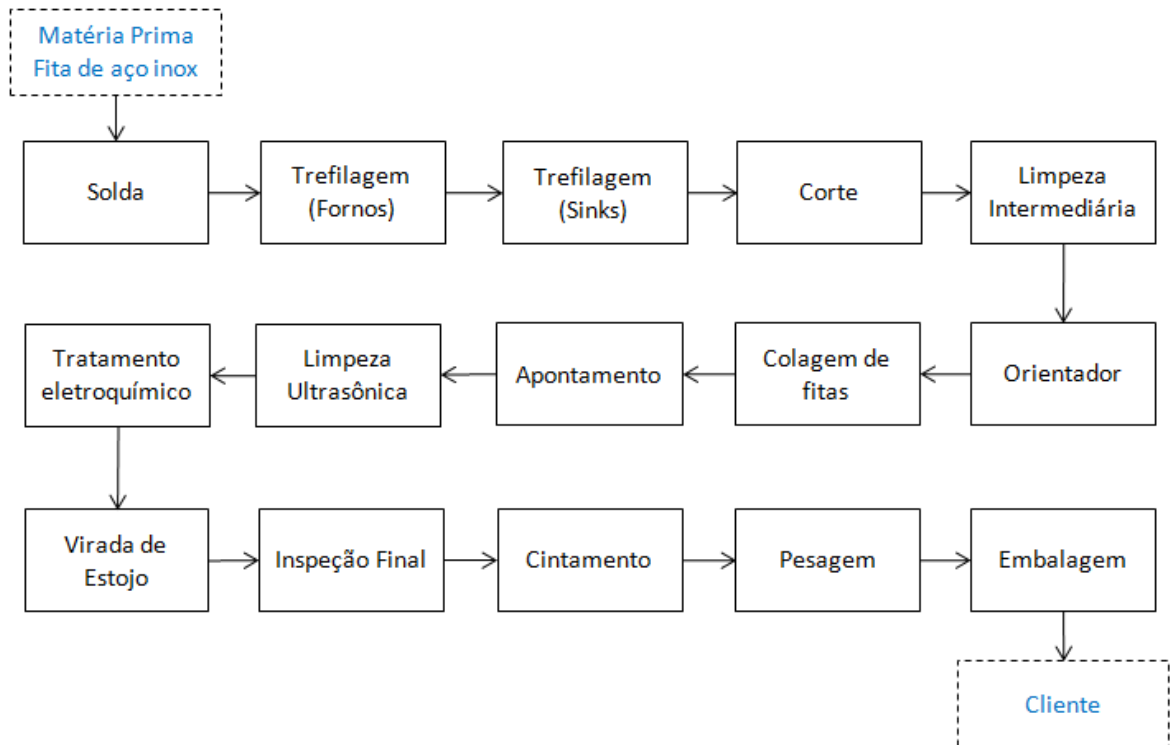


Figura 3 - Fluxo global da empresa
Fonte: a autora

O estudo foi realizado no fluxo global da empresa devido à similaridade dos processos pelos quais a maioria das cânulas passa e à dificuldade de isolar apenas um tipo de produto em uma fábrica com alto dinamismo.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral do presente estudo é analisar como a aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor juntamente com outras ferramentas *Lean* em uma empresa de produtos cirúrgicos pode contribuir para redução dos custos de produção e aumento da qualidade desses produtos.

Como objetivos específicos, destacam-se:

- O mapeamento anterior dos processos e identificação dos desperdícios por meio de uma visão sistêmica
- Proposição de um mapa do estado futuro que busque eliminar ou minimizar os desperdícios identificados no mapa anterior

- Proposição de medidas e ações que busquem a correta implementação do mapa futuro e que considerem o impacto dessas alterações nos demais processos da organização.

1.4 METODOLOGIA

A figura 4 abaixo apresenta a metodologia proposta por Miguel (2010). Em acordo com o proposto pelo autor, o presente trabalho pode ser entendido como de natureza aplicada, com objetivo descritivo, abordagem qualitativa e como método de estudo de caso.

De natureza aplicada por utilizar conhecimentos já existentes para a solução de um problema. Já com objetivo descritivo por visar relatar um fenômeno de interesse, justamente com a análise de variáveis, fatores e aspectos do processo como um todo. Sua abordagem, por sua vez, é qualitativa devido à relevância do contexto da organização e à importância às análises que geram resultados. O método é um estudo de caso por apresentar um estudo aprofundado do objeto em estudo.

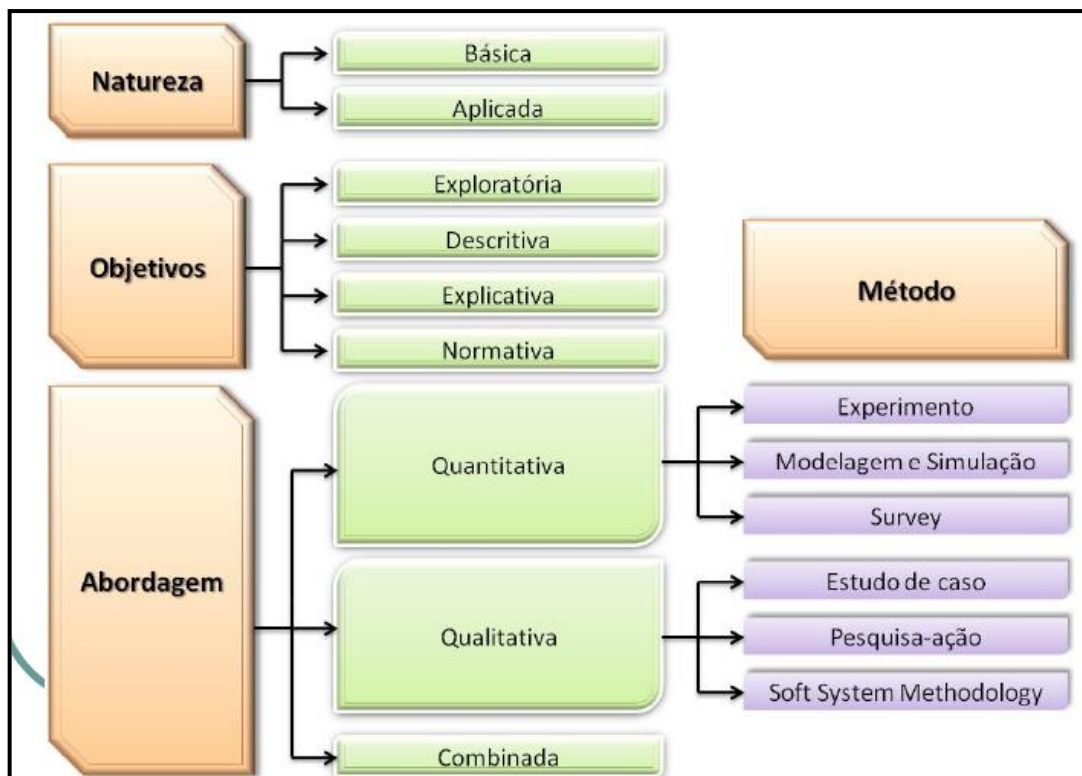


Figura 4 - Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção

Fonte: Adaptado de Miguel (2010)

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo está estruturado em cinco capítulos.

O primeiro trata da introdução do trabalho, suas justificativas, escopo, objetivos, metodologia e estruturação.

O segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica em três partes correlacionadas. A primeira aborda conceitos relativos ao Sistema Toyota de Produção e sua relação com o *Just-in-time* e Automação. A segunda, sobre *Lean Manufacturing*, seus desperdícios, objetivos, conceitos e ferramentas. Por fim, a terceira parte apresenta a principal abordagem desse trabalho, os conceitos do Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM).

Em seguida, o terceiro apresenta a empresa envolvida no estudo de caso juntamente com a aplicação da ferramenta central apresentada. No quarto capítulo, os resultados são discutidos e melhorias são sugeridas. Por fim, o quinto e último capítulo faz uma conclusão de todo o estudo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O MODELO TOYOTA DE PRODUÇÃO

A década de 70 foi marcada pela crise do petróleo e consequente impacto no poder competitivo das empresas, que se viram obrigadas a procurar novas maneiras de ter sucesso apesar do ambiente conturbado e marcado por tantas dificuldades. Mesmo diante desse cenário, a *Toyota Motor Corporation* manteve uma boa margem de desempenho apesar das condições desfavoráveis e a empresa ganhou destaque.

Várias pesquisas foram elaboradas a fim de estudar e compreender quais fatores foram essenciais para a Toyota ter mantido os bons resultados. Logo nas primeiras análises, foi possível identificar que o sucesso devia-se à utilização de um conjunto de princípios, métodos e técnicas e que, além disso, “os resultados decorrem mais da sinergia entre os diversos elementos do que do somatório das contribuições isoladas de cada um”, como mencionado em Ghinato (1996, p.185).

A fundação e o gerenciamento da *Toyota Motor Company* têm como frente nomes de grandes personalidades, que muitas vezes se confundem com a história da Toyota e de seu sistema de produção. A compreensão e a diferenciação entre eles são importantes para o entendimento do sistema como um todo (HOEFT, 2013):

- Sakichi Toyoda, criador dos primeiros princípios;
- Kiichiro Toyoda, filho de Sakichi, fundador da *Toyota Motor Company* e idealizador do *Just-in-Time*;
- Eiji Toyoda, primo de Kiichiro, foi o presidente e diretor nas fases iniciais de concepção do STP;
- Taiichi Ohno, vice-presidente da empresa e criador do Sistema Kanban;
- Shigeo Shingo, criador de ferramentas e técnicas fundamentais relacionadas à qualidade e às trocas rápidas de ferramentas.

O que se conhece hoje como Sistema Toyota de Produção foi elaborado e concebido por esses principais nomes.

Como os sistemas de produção das empresas dos Estados Unidos eram referência em produtividade, alguns líderes da Toyota resolveram fazer uma visita a algumas fábricas norte americanas, como a Ford e a General Motors para tentar entender como elas funcionavam. As principais características encontradas, como a produção em massa e os volumes grandiosos

que elas geravam, não se encaixavam à situação do Japão, na época marcado por um mercado reduzido e uma demanda fragmentada. A Segunda Guerra Mundial dizimou o Japão, destruiu suas fábricas, afetou o abastecimento do país e reduziu o poder de compra dos seus consumidores. Com poucos recursos e capital limitado, a Toyota necessitava de um sistema de produção baseado no rápido giro de capital investido na fabricação de automóveis. Dessa forma, surgiu o Sistema Toyota de Produção (STP).

Segundo Maximiano (2005), Toyoda e Ohno concluíram que o modelo de Ford possuía muito desperdício de recursos – esforço humano, materiais, espaço e tempo. As fábricas eram gigantescas, havia pilhas de materiais em estoque e grandes espaços vazios; o sistema Ford desperdiçava, em maior parte, os recursos humanos. Dessa forma, a eliminação de desperdícios se tornou o elemento básico do STP. Os desperdícios têm sua principal origem nos excessos de produção, pois produzir em excesso entende-se por produzir mais, antes ou mais rápido que o processo posterior ou que o consumidor demanda. (ROTHER e SHOOK, 1998). Os desperdícios mais comuns encontrados na Toyota podem ser classificados em sete tipos:

- Tempo perdido em conserto ou refugo;
- Produção além do volume ou antes do momento necessários;
- Operações desnecessárias no processo de manufatura;
- Transporte;
- Estoque;
- Movimentação;
- Espera.

Segundo Maximiano (2005) desperdício é o contrário de agregação de valor, um ponto fundamental nos sistemas enxutos de produção. Além dos custos com estoque (dinheiro parado sem giro, espaço para armazenagem) e do aumento do *lead time*, é importante destacar que os processos ficam ocupados fazendo produtos desnecessários.

Dentro desse contexto, Hines& Taylor (2000) afirmam que o desperdício pode ser definido através de três diferentes tipos de atividades quanto à sua organização:

- Atividades que agregam valor: são atividades que agregam valor ao produto ou serviço de acordo com a concepção do cliente. Ou seja, atividades pelas quais o consumidor ficaria feliz em pagar por elas. Por exemplo, a pintura de um carro.

- Atividades que não agregam valor e são desnecessárias: de acordo com a concepção do cliente, são atividades que não agregam valor ao produto ou serviço e que são dispensáveis em qualquer circunstância. Estas atividades são nitidamente desperdícios e devem ser eliminadas a curto e médio prazo. Por exemplo, inspeções 100% dos produtos.
- Atividades que não agregam valor, mas que são necessárias: de acordo com a concepção do cliente, são atividades que não agregam valor ao produto ou serviço, mas que não podem ser dispensadas. Trata-se de desperdícios difíceis de serem eliminados em curto prazo, e que, portanto, necessitam de um tratamento em longo prazo, ao menos que sejam submetidos a um processo de transformação radical. Por exemplo, inspeções de qualidade por amostragem.

Hines & Taylor (2000) acrescentam que as atividades citadas acima foram encontradas em empresas de manufatura, em média, na seguinte proporção:

- 5% de atividades que agregam valor;
- 60% de atividades que não agregam valor;
- 35% de atividades que não agregam valor, porém necessárias.

Esse resultado revela o quanto as empresas possuem atividades que não agregam valor e como elas devem se orientar para mitigar esse desperdício.

Para Shingo (1985), o STP consiste em:

- Combinar, sem desperdício, trabalhadores, máquinas e objetivos;
- Utilizar trabalhadores e máquinas apenas em atividades que agregam valor ao produto;
- Reduzir o *lead time* ao mínimo possível.

Além disso, o STP possui três pilares de sustentação: o *Just-in-Time*, a automação e o *Lean Manufacturing*. As próximas seções tratarão desses três pilares mencionados.

2.1.1 *Just-in-time* (JIT)

A Produção Puxada e a Produção Nivelada são as bases do *Just-in-time* e, juntas, buscam reduzir o principal tipo de desperdício, o da superprodução. Segundo Tardin (2001), produção nivelada significa produzir todos os itens dentro de intervalos pequenos de tempo. Dessa forma, a produção é na quantidade ideal, sem produção de excedentes e de espera pelos

clientes, que são atendidos prontamente. A produção nivelada também pode ser entendida como a expressão japonesa *Heijunka*, com a criação de um padrão repetitivo através de pedidos sequenciados e de um nivelamento das variações diárias de todos os pedidos sem deixar de estar de acordo com a demanda a longo prazo (GHINATO, 2000). Ou seja, *heijunka* significa nivelar as quantidades e os tipos de produtos.

A utilização do conceito do *heijunka* na programação da produção permite a combinação de itens diferentes mantendo um fluxo contínuo de produção e a demanda nivelada dos recursos de produção. A produção de lotes pequenos e a redução dos inventários são possibilitadas pelo *heijunka*, como pode ser notado na Toyota.

Womack & Jones (1998) definem a produção puxada como a capacidade de projetar, programar e fabricar exatamente o que o cliente quer e quando o cliente quer. Eles propõem que a previsão de vendas seja dispensada e que seja produzido apenas o que os clientes solicitam. Ou seja, um processo não deve produzir um bem ou serviço até que o processo posterior o solicite.

Tardin (2001) afirma que, como a demanda real do cliente nem sempre é igual a previsão de demanda estipulada pela empresa, a produção deve se basear na primeira. Seguir a previsão de demanda geralmente resulta em aumento de inventário e produção em excesso. O ponto inicial do sistema de produção puxada coincide com o ponto inicial da produção em fluxo contínuo, porém a puxada “sobe” o fluxo e a contínua segue a ordem das etapas de processo. A produção puxada tem início no último processo e vai ‘puxando’ os anteriores até a primeira etapa. Para que esse sistema exista, deve haver pequenos estoques de peças prontas ao final das etapas.

Segundo Ghinato (2000), a produção puxada na Toyota é viabilizada através do Kanban, um sistema de sinalização entre cliente e fornecedor que informa ao processo-fornecedor exatamente o que, quanto e quando produzir. Os objetivos do sistema Kanban são o controle e balanceamento da produção, a eliminação de perdas e a reposição de estoques baseada na demanda, além de constituir-se num método simples de controlar visualmente os processos.

Através deste sistema, o processo posterior (cliente) vai até o supermercado (estoque) do processo anterior (fornecedor) de posse do Kanban de retirada, que lhe permite retirar deste estoque exatamente a quantidade do produto necessária para satisfazer suas necessidades. O Kanban de retirada então retorna ao processo requerente acompanhando o lote de material retirado. No momento da retirada do material pelo processo subsequente, o

processo anterior recebe o sinal para iniciar a produção deste item através do Kanban de produção, que estava anexado ao lote retirado.

Por fim, a combinação do sistema Kanban com o Nivelamento da Produção tende a reduzir os estoques de matéria-prima, de material em processo e de produtos. Com isso, os clientes são atendidos mais rapidamente e os custos relacionados à produção em excesso são reduzidos (TARDIN, 2001).

Segundo Martins e Laugeni (2006), os dez mandamentos do JIT são:

- a) Dispense métodos velhos e ultrapassados de produção;
- b) Pense em formas de fazê-lo funcionar – não porque ele não irá funcionar;
- c) Trabalhe com as condições existentes – não procure desculpas;
- d) Não espere a perfeição – 50% está muito bom no começo;
- e) Corrija imediatamente os erros;
- f) Não gaste muito dinheiro em melhorias;
- g) A sabedoria nasce das dificuldades;
- h) Pergunte “por quê?” pelo menos cinco vezes até encontrar a verdadeira causa;
- i) É melhor a sabedoria de dez pessoas do que o conhecimento de uma;
- j) As melhorias são ilimitadas.

Para implantar o JIT é necessário estabelecer um programa de educação e treinamento em todos os níveis da empresa. Os colaboradores da empresa devem trabalhar de forma integrada e no momento das ocorrências. Juntamente com o treinamento, é fundamental uma postura favorável à inovação e à mudança de mentalidade. A implantação deve ser feita de forma planejada e sustentada pela organização do trabalho, utilizando ferramentas como o PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir) e o Programa 5S.

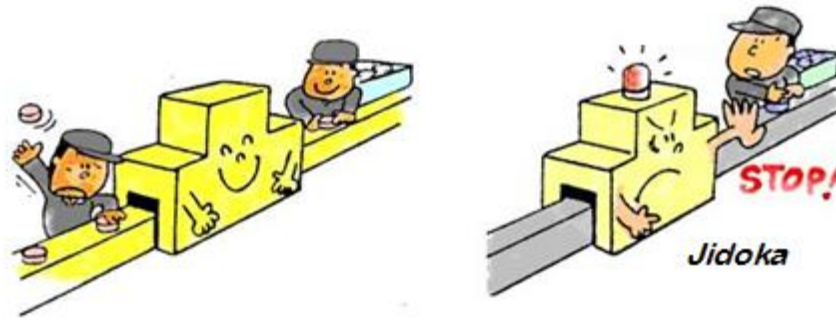
O PDCA é uma ferramenta de qualidade muito utilizada em processos de melhoria. Ele auxilia na tomada de ações na resolução de problemas organizacionais. De acordo com Campos (1992), na fase de planejamento, o problema é identificado, analisado e estruturado para ser solucionado com planos de ação para, na fase seguinte, executar, serem postos em prática. Essa é uma fase de ação. Na terceira fase, verificação, são avaliados os resultados originados pelos planos e são geradas análises sobre os resultados. Caso essa etapa não tenha sido efetiva, o ciclo retorna à primeira fase e recomeça. Nessa fase, é comum a identificação de outros problemas, proporcionando pontos de melhorias. A última fase, agir, padroniza a solução e conclui a análise. Já o Programa 5S visa a melhoria do ambiente de trabalho e, conseqüentemente, da qualidade do produto. Como exposto por Falconi (2004), ele é

composto pelo senso da separação entre útil e não útil de tudo o que está presente, da ordenação dos materiais para que eles sejam facilmente encontrados, da limpeza do ambiente de trabalho, da padronização dos métodos e hábitos de melhoria e da incorporação dos sentidos anteriores para que eles estejam intrínsecos nas ações de cada colaborador. Juntamente com a manutenção preventiva, que busca agir num problema antes mesmo que ele ocorra, essas ferramentas e métodos têm papel primordial ao preservar o ciclo de vida do equipamento e a qualidade do produto, acarretando numa redução do tempo de ajuste e de troca.

A filosofia JIT procura utilizar a capacidade plena dos colaboradores, pois, a eles é delegada a autoridade para produzir itens de qualidade para atender, em tempo, o próximo passo do processo produtivo. Em um sistema JIT, os problemas devem ser eliminados pelo colaborador imediatamente após o momento em que surgem, visto que a qualidade é essencial. A redução de custos, a redução dos estoques e a melhoria na qualidade, objetivos que toda empresa possui, advêm da aplicação correta do sistema JIT e tem como resultado a obtenção de maiores lucros e melhor retorno sobre o capital investido (SOUZA, 2006).

2.1.2 Autonomia

Em 1926, Sakichi Toyoda lançou um tear capaz de parar automaticamente quando um dos fios se rompesse ou quando a quantidade programada de tecido fosse atingida. Com essa evolução, foi possível implantar a supervisão simultânea de várias máquinas. Visando a diminuição da quantidade de trabalhadores na fabricação juntamente com o aumento de produtividade, este conceito foi transferido para a Toyota dando origem ao termo conhecido como autonomia ou *jidoka* (GHINATO, 1996; OHNO, 1997). O acontecimento alterou a estrutura de um homem / um posto / uma tarefa proposta por Taylor. O aumento da independência da máquina em relação ao homem é o princípio fundamental deste processo (GHINATO, 1996). Segundo Ohno (1997) e Shingo (1996), autonomia é “automação com um toque humano”. Enfim, máquinas providas de inteligência humana (OHNO, 1997). A figura 5 abaixo explicita a diferença:



Automação

- Sistema de movimentação contínua;
- Sem parada ao detectar anormalidades;
- A máquina produz “sem pensar”.

Autonomação

- Sistema de trabalho contínuo;
- Parada automática ao detectar anormalidades;
- A máquina produz utilizando “senso de julgamento”.

Figura 5 - Automação x Autonomação
Fonte: Adaptado de Silva (2016)

A autonomação busca principalmente evitar a produção e a multiplicação de defeitos na produção, tanto para máquinas como em operações manuais, e suspender a produção quando a quantidade planejada é atingida. É um mecanismo que permite a investigação imediata das causas e o controle de anomalias do processo (GHINATO, 1996; OHNO, 1997). O conceito de autonomação está mais vinculado com autonomia do que com automação pois permite ao operador ou a máquina a autonomia de parar o processo sempre que qualquer anormalidade é detectada (GHINATO, 1996).

O conceito de autonomação está intimamente ligado à multifuncionalidade, que permite que os operadores trabalhem simultaneamente com diversas máquinas. A união desses dois fatores contribui positivamente na redução de custo de fabricação, reduzindo a demanda de operadores na produção e aumentando a eficiência do sistema produtivo (OHNO, 1997).

A autonomação no STP e a eliminação de dois desperdícios significativos na manufatura, o da superprodução e o da eliminação de produtos defeituosos, estão intimamente associadas. A superprodução quantitativa é eliminada a partir dos controles de quantidades planejadas que evita a produção em excesso, já a eliminação de produtos defeituosos na

automação é combatida com a suspensão do processamento em casos de detecção de anormalidades.

Pode ser percebida também a redução de desperdícios energéticos, pois elimina a atuação das pessoas em funções como, por exemplo, ligar e desligar a alimentação de equipamentos quando estão sem operação ou a construção de ambientes automatizados que permitem uma maior independência do funcionário (PASSOS JÚNIOR, 2004).

2.2 LEAN MANUFACTURING

O termo *Lean Manufacturing* pode ser traduzido como manufatura enxuta e, segundo Womack e Jones (2004), o termo “enxuta” deve-se ao enxugamento das quantidades utilizadas quando comparada a da produção em massa. Essas quantidades podem ser enxergadas quanto à redução de materiais, como peças em estoque, tamanho de lote e número de defeitos; mas também quanto à otimização do tempo relacionado ao esforço humano, ao *lead time* de entrega do pedido e ao tempo de resposta entre o problema detectado e a resolução para o mesmo. Ainda em relação ao sistema de produção em massa, a produção enxuta é mais ágil, eficiente, flexível e inovadora. A figura 6 abaixo esclarece como o pensamento enxuto pode ser entendido:



Figura 6 - Pensamento Enxuto
Fonte: Miranda (2016)

Baseado nas reduções propostas, o *Lean Manufacturing* utiliza os sete tipos de desperdícios para identificar e eliminar atividades que não agregam valor ao produto e aumentam o seu custo. Esses desperdícios podem ser entendidos como:

- Defeito: ocorre devido a falhas do processo, da operação ou dos materiais utilizados e faz com que a peça seja descartada ou retrabalhada, gerando custos de produção.
- Superprodução: a produção além do volume ou antes do momento necessário utiliza matérias-primas, mão-de-obra e transportes desnecessários, gerando ainda excesso de estoque. Esse desperdício é devido à falta de coordenação entre demanda e produção, muito comum nas empresas.
- Superprocessamento: operações desnecessárias no processo de manufatura podem ser entendidas quanto ao uso incorreto ou inadequado de máquinas, gerando atividades que não agregam valor.
- Transporte: é o excesso de movimentação de materiais, como entre estações de trabalho ou movendo peças para dentro e fora do estoque.
- Estoque: é o dinheiro parado no sistema, tanto de material acabado quanto em processamento.
- Movimentação: excesso de movimentos para realizar uma operação, como procura de ferramentas ou obstáculos no caminho aumentando o trajeto a ser percorrido.
- Espera: operários ociosos ou máquinas esperando materiais, reparos ou ajustes ou processos precedentes que não entregam na quantidade, qualidade ou tempo certos.

De acordo com Ohno(1997), todo desperdício só adiciona custo e tempo. E para mitigá-los, ferramentas como Kanban, métodos de controle de qualidade e re-layouts podem ser utilizadas. Com a eliminação desses desperdícios é possível criar um fluxo harmônico de materiais e informações através dos postos de trabalho e operadores, atingindo a produção na quantidade correta e no momento adequado (WOMACK & JONES, 1998).

A manufatura enxuta também possui objetivos fundamentais relacionados ao aperfeiçoamento dos processos e procedimentos. São eles:

- Otimização e integração do sistema de manufatura: todas as partes do sistema de manufatura devem estar organizadas e integradas entre si. A otimização se dá através da eliminação de etapas que não agregam valor e na diminuição das etapas de apoio. A análise delas é facilitada pela integração, que permite uma maior compreensão entre os processos.
- Qualidade: na manufatura enxuta, os produtos devem ter qualidade e, para isso, cada funcionário é treinado no procedimento que realizará, assumindo responsabilidades e compromissos para que a atividade seja feita seguindo os princípios da qualidade exigida. Devido à integração, a qualidade é assegurada a cada etapa do processo.
- Flexibilidade do processo: é ser capaz de suportar variações da demanda através de um gerenciamento eficiente dos materiais, de uma preparação ágil de um processo de produção sem altos custos.
- Produção de acordo com a demanda: o atendimento ao cliente é o foco de toda organização. A empresa não deve apenas produzir, mas produzir o que o cliente deseja.
- Manter o compromisso com clientes e fornecedores: manter os compromissos é o elo final que permite que as empresas fabricantes individuais se juntem em um processo industrial contínuo. A empresa deve demonstrar competitividade para que seus clientes e fornecedores possam se firmar e fortalecer o elo entre eles.
- Redução do custo de produção: objetivo primordial da manufatura enxuta, ele pode ser traduzido pela busca incessante da eliminação de desperdícios e pela redução de custos. Segundo Ohno (1997, p.30), “freqüentemente usamos a

palavra eficiência ao falar sobre produção, gerencia e negocio. Eficiência, na indústria moderna e nas empresas em geral, significa redução de custos”.

De acordo com o *Lean Institute* Brasil (2012), o *Lean* também pode ser entendido como uma estratégia de negócios que busca um melhor aproveitamento dos recursos para aumentar a satisfação dos clientes. A gestão *Lean* procura fornecer, consistentemente, valor aos clientes com os custos mais baixos (propósito), através da identificação de melhoria dos fluxos de valor e de suporte (processos), por meio do envolvimento das pessoas qualificadas, motivadas e com iniciativa (pessoas).

Na manufatura enxuta há cinco princípios fundamentais tidos como ensinamentos que orientam as empresas a fim de eliminar suas perdas. Eles formam uma estrutura para implementar o pensamento enxuto e facilitar a aplicação dos conceitos envolvidos. Visto que apenas uma pequena parcela do tempo e esforço dispensado para a realização de um produto é o que realmente agrega valor ao mesmo, é fundamental, então, entender o significado de valor. O valor deve ser compreendido com base na perspectiva do cliente e não na da organização interna. Ele é o grau de aceitabilidade de um produto pelo cliente e, quanto maior esse grau, maiores serão os ganhos de mercado. De acordo com Womack e Jones (1998), os cinco princípios são:

- Especificação do valor: uma empresa existe a fim de satisfazer as necessidades do cliente e, com isso, obter lucro. A necessidade gera o valor para o cliente e cabe as empresas identificar qual é essa necessidade, estruturar-se para supri-la e cobrar um preço justo para tal. Dessa forma, o valor é definido pelo cliente.
- Identificação do fluxo de valor: o próximo passo consiste em detalhar a cadeia produtiva, mapeando e identificando cada processo como os que efetivamente geram valor; os que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade; e os que não agregam valor e devem ser eliminados. Dessa forma, os desperdícios são identificados e ações para eliminá-los podem ser implementadas para que um fluxo otimizado seja criado (ROTHER e SHOOK, 1998).

- Fluxo contínuo: WOMACK e JONES (1998) defendem que:

“uma vez que, para determinado produto o valor tenha sido especificado com precisão, o fluxo de valor mapeado, as etapas que não agregam valor eliminadas, é fundamental que o valor em processo flua, suave e continuamente, dentro das três tarefas gerenciais críticas: solução de problemas, gerenciamento da informação e transformação física”.

Fluxos contínuos reduzem tempos de concepção e processamento, reduzindo, conseqüentemente, os estoques. Com isso, a empresa atende prontamente seus clientes.

- Produção puxada: através dos três princípios anteriores, a empresa produzirá apenas o que é necessário e no tempo certo, evitando acúmulo de estoques de produto. A produção passa de empurrada para puxada, com ganhos de produtividade.
- Buscar a perfeição: a perfeição deve ser o objetivo constante de todos os envolvidos. Depois de definir o que é valor a partir da concepção do cliente, identificar o fluxo de valor e fazer com que ele flua continuamente e que o cliente puxe o valor da empresa, a produtividade empresarial tende a aumentar e os custos diminuir. A intensa aplicação dos últimos quatro princípios faz com que novas oportunidades de melhoria surjam e todos os princípios sejam reavaliados continuamente, assim como uma metodologia PDCA (*Plan-Do-Check-Act*). Todos os processos devem ser norteados na busca do aperfeiçoamento contínuo.

De acordo com os cinco princípios explicitados acima, percebe-se a importância da definição do valor pelo cliente. Como é a fase primordial, equívocos podem ser sentidos através de toda a cadeia da empresa. Por isso a importância da integração com os clientes e também com os fornecedores que, trabalhando de forma transparente para seguir os princípios através de todo o ciclo de vida, contribuem para minimizar o fluxo do desperdício (WOMACK & JONES, 2006).

2.2.1 Ferramentas *Lean*

Toda a metodologia *Lean* juntamente com seus objetivos e princípios fazem uso de inúmeras ferramentas, que dão suporte e auxiliam na obtenção dos resultados. Algumas das ferramentas mais conhecidas e difundidas nas empresas são o Programa 5S e o *Kaizen* e uma não tão conhecida, porém de grande relevância para o contexto, o *Gemba Walks*.

2.2.1.1 Programa 5S

Segundo Falconi (2004), cinco palavras-chave japonesas constituem seu ideal: *Seiri* (Separação); *Seiton* (Ordenação); *Seiso* (Limpeza); *Seiketsu* (Padronização); *Shitsuke* (Disciplina).

- *Seiri*: significa separar o necessário do desnecessário. Os objetos realmente necessários ao trabalho devem ficar disponíveis e os desnecessários devem ser guardados ou passados para frente, seguindo o ideal de que o que não é útil para um pode ser útil para outro. É importante ressaltar que o objetos que serão guardados, o sejam em seu lugar específico para que em um posterior uso o mesmo possa ser encontrado.
- *Seiton*: depois de separados, os objetos devem ser deixados em ordem, tanto os necessários quanto os desnecessários. Objetos organizados são encontrados facilmente e estão sempre prontos para serem utilizados, economizando tempo na busca e evitando atrasos nas atividades em que são requisitados.
- *Seiso*: o terceiro senso traz a importância da limpeza do ambiente de trabalho. Devem ser investigadas as causas raiz das sujeiras para que elas possam ser eliminadas e não voltem a ocorrer. Sujeiras podem ser identificadas não só como acúmulo de materiais, mas também como mau cheiro, ruídos, iluminação e ventilação deficientes. Mais importante que limpar, é não sujar.
- *Seiketsu*: após os três primeiros sentidos serem implantados, o quarto senso visa padronizar os procedimentos, hábitos e normas a fim de consolidar seus predecessores. Esse senso busca tornar o ambiente saudável e agradável para

todos. “Manter o asseio é conservar a higiene, tendo o cuidado para que os estágios de organização, ordem e limpeza, já alcançados, não retrocedam.” (RIBEIRO, 1994, p.19).

- *Shitsuke*: é considerado por alguns o senso mais importante e também o mais difícil de alcançar, pois requer uma mudança de comportamento dos funcionários. O objetivo é criar a disciplina para que os outros sentidos se tornem hábito. Quando bem implementado, a autodisciplina dos funcionários faz com que o programa tenha apenas que ser mantido, sem necessidade de refazer algum sentido. O trabalho diário agradável proporciona melhoria na qualidade, produtividade e segurança no trabalho.

O Programa 5S proporciona redução do cansaço físico e mental causado pela procura de objetos e informações e bem estar ao trabalhador, além de proporcionar a melhoria de relacionamentos interpessoais. O Programa pode ser implantado tanto em plantas físicas de produção quanto em serviços, organização de informações e documentos.

2.2.1.2 *Kaizen*

Assim como o Sistema Toyota de Produção, o *kaizen* foi impulsionado no Japão após a 2ª Guerra Mundial com o objetivo de reconstruir o setor industrial. Mais tarde, ele se difundiu pelos países ocidentais como forma de enfrentar a concorrência do Japão, que vinha tendo destaques notórios e se estabeleceu como primordial nas indústrias mundiais.

De origem japonesa, a palavra *Kaizen* é composta por duas partes, “*kai*”, que significa “modificar” e “*zen*”, que significa “bem”, formando a ideia de melhoramento contínuo. Não só no meio empresarial, a filosofia *Kaizen* deve ser empregada em todos os meios e com uma ampla abrangência, como define IMAI (1994):

“A essência do *kaizen* é simples e direta: *kaizen* significa melhoramento. Mais ainda, *kaizen* significa contínuo melhoramento, envolvendo todos, inclusive gerentes e operários. A filosofia do *kaizen* afirma que o nosso modo de vida – seja no trabalho, na sociedade ou em casa – merece ser constantemente melhorado”.

A filosofia reforça a importância de pequenos e constantes passos em direção à melhoria, ao invés de grandes e isolados. Briaes (2005) ainda reforça que filosofia do *kaizen* “está pautada na eliminação de desperdícios com base no bom senso, no uso de soluções baratas que se apoiem na motivação e criatividade dos colaboradores para melhorar a prática

de seus processos.” Soluções simples, de fácil implantação e de baixo custo são fundamentais para que elas tenham uma frequência cíclica e não caia no esquecimento. Todos os ambientes devem ser continuamente melhorados.

O processo pode se desenvolver através da identificação de um problema, estudo para melhor compreensão, busca por alternativas, desenvolvimento de planos de implantação e posterior avaliação dos resultados, sendo todas as fases documentadas para que o fluxo de informações não seja perdido. O uso do ciclo PDCA, traduzido como Planejar, Executar, Verificar e Agir, também pode ser utilizado na disseminação da filosofia. Com treinamentos adequados e efetivos, a melhoria continua se instala naturalmente no dia-a-dia dos funcionários, buscando satisfação dos clientes interno e externo na qualidade de vida da organização, no ambiente de trabalho, na segurança pessoal, entre outros (OHNO, 1997).

2.2.1.3 *Gemba Walks*

A expressão *Gemba Walks* pode ser entendida como caminhadas ao local onde o trabalho realmente acontece. Ela advém de uma outra expressão japonesa, *gemba genbutsu*, formada por duas palavras que significam, respectivamente, o local de trabalho e como ele realmente acontece. Além de proporcionar uma melhor visão dos desperdícios, das falhas de segurança e das condições de trabalho, o espírito “vá e veja” permite que cargos gerenciais possam alinhar expectativas e atitudes e reforçar a importância da melhoria contínua através do aumento do contato entre eles e os demais membros que compõem a empresa.

Segundo Shimowaka e Fujimoto (2010),

“O *gemba genbutsu* era absolutamente essencial na abordagem de Ohno-san. Ele nunca fazia um julgamento com base apenas no que ouvia sobre algum assunto. Ele sempre insistia em ir ao local em questão e observar. Nas vezes em que pedimos sua opinião, ele dizia: Você é quem vê como são as coisas. Você sabe melhor que eu. Como poderia falar de algo que nunca vi?”.

A filosofia *gemba* faz com que o responsável pelo processo ou pela produção possa enxergar de perto os problemas que afetam a cadeia de valor da empresa. Mais do que ver, é preciso enxergar (GOUVEIA, 2010). Praticar o *gemba* não significa apenas passar pelo local de trabalho. É necessário ter um olhar crítico sobre uma atividade, seja ela qual for. Gouveia (2010) ressalta a importância de balancear o uso de sistemas, que fazem com que gerentes se afastem cada vez mais do local efetivo do trabalho e tornam a análise e solução de problemas apenas através de dados e relatórios de uma tela de computador.

Alguns pontos são fundamentais para o sucesso do *gemba*:

- Ter um propósito claro para não tornar o *gemba* uma caminhada sem rumo.
- O *gemba* pode ser um chão de fábrica, um escritório ou um laboratório, desde que seja onde a ocorrência possa ser observada.
- Os dados que suportam a análise de um problema devem ser confiáveis, senão o *gemba* é um esforço em vão.

O *gemba walks* pode ser estruturado como uma caminhada por todo o chão de fábrica, desde o processo mais próximo do cliente até o mais distante. Dessa forma, pode-se ter uma melhor ideia de todo o fluxo e permite que muitos *kaizens* possam ser identificados a partir dos processos ligados mais diretamente aos clientes.

2.3 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR – VSM

De acordo com o *Lean Institute* Brasil (2012, p.5), “sempre que há um produto para um cliente, há um fluxo de valor”. Fluxo de valor são todas as etapas (com ou sem valor agregado) necessárias à realização de um produto ou serviço, permitindo enxergar o todo, não só processos individuais. O fluxo total de valor engloba desde o consumidor final até o fornecedor, mas encontra-se em um estágio avançado de integração entre as partes, além de exigir uma metodologia *Lean* bem implementada e madura. O Mapeamento do Fluxo de Valor – MFV, ou em inglês, *Value Stream Mapping* – VSM, é inicialmente posto em prática no chamado fluxo de produção “porta a porta” dentro da empresa, desde a entrega do produto para o cliente até o recebimento de materiais comprados (figura 7).

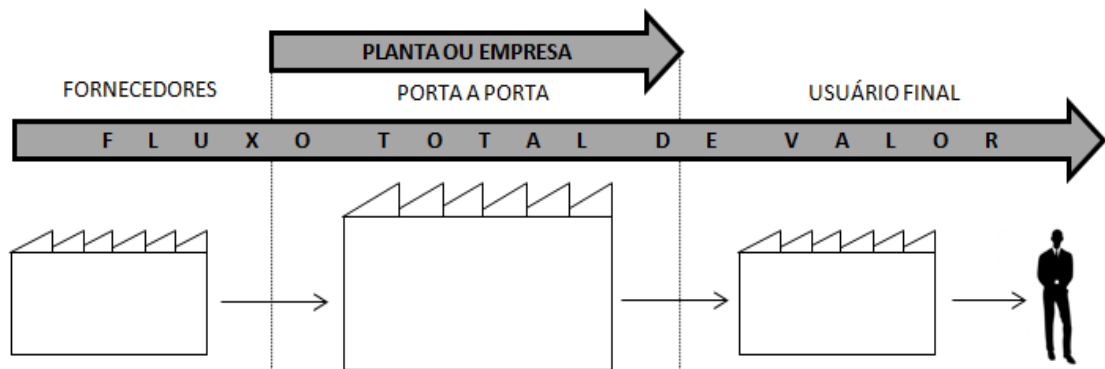


Figura 7 - Fluxo total de valor
Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Dentro do fluxo de produção há o fluxo de materiais e também o de informações, que indica o que deve ser produzido e o que deve ser feito nas próximas etapas. Ambos os fluxos devem ser mapeados e um possui tanta importância quanto o outro (Rother e Shook, 2012).

O VSM é considerado uma ferramenta diferencial por:

- Proporcionar a visão de todo o fluxo ao invés de processos individuais;
- Ajudar na identificação de fontes de desperdício;
- Tornar as decisões mais visíveis no fluxo;
- Combinar seus princípios com conceitos e técnicas *Lean*;
- Mostrar como os fluxos de informações e materiais se relacionam;
- Descrever além de números como uma situação futura será alcançada.

Segundo Womack e Jones (2006), o VSM, além de uma ferramenta de mapeamento, pode ser considerado também uma ferramenta de comunicação, de planejamento de negócios ou de gerenciamento de um processo de mudança.

O mapeamento do fluxo de valor começa com a definição de uma família de produtos e depois é feita uma coleta de informações do chão de fábrica para o desenho do estado atual. Concomitantemente a ele, vão surgindo ideias para o estado futuro que, após definido, utiliza um plano de trabalho e implementação para que seja atingido (figura 8). Ao se atingir o estado futuro, um novo deve ser feito para que haja sempre a melhoria contínua do fluxo de valor.

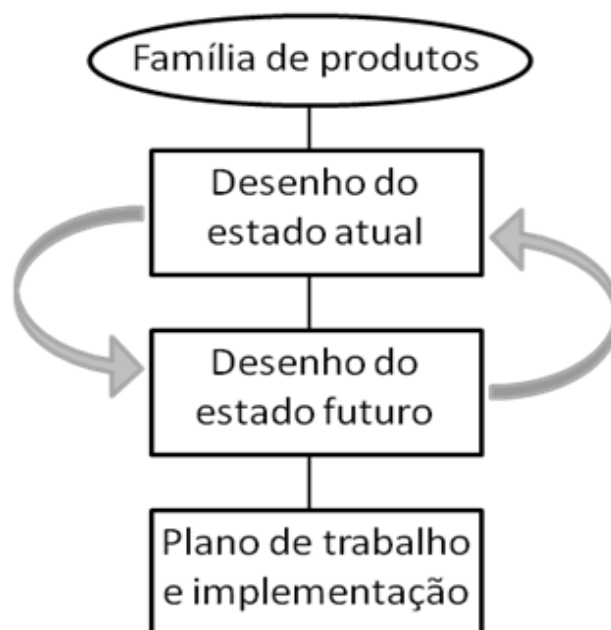


Figura 8 - Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor
Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

2.3.1 Selecionando uma família de produtos

Uma família pode ser considerada como um grupo de produtos que possuem etapas e ferramentas de processamento em comum (figura 9), segundo Rother e Shook (2003). A família de produtos que vai ser mapeada deve ser escolhida a partir do consumidor no fluxo de valor. Nem todos os processos do chão de fábrica devem ser mapeados, evitando que os mapas fiquem poluídos e carregados de informações o que, ao invés de proporcionar conhecimento, prejudicaria o entendimento total. A família escolhida deve ser a mais visada pelos clientes.

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

Uma família de produtos

Figura 9 - Matriz etapas de montagem e equipamentos x produtos
Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Nessa fase inicial, há também a necessidade de decidir o gerente do fluxo de valor. Como as empresas geralmente se organizam através de departamentos e funções, as partes do fluxo ficam desarticuladas. O modo ótimo é encontrado apenas dentro dos processos individuais, desprezando a perspectiva do fluxo de valor. Dessa forma, é fundamental a definição de um responsável por essa perspectiva e por fazer as mudanças acontecerem. É o gerente do fluxo de valor que vai se reportar à pessoa de maior autoridade na unidade produtiva (ROTHER E SHOOK, 2012).

2.3.2 O mapa do estado atual

Segundo Rother e Shook (2012), o mapeamento deve começar pela demanda do cliente, passando pelos processos que estão ligados mais diretamente ao cliente até os mais

distantes. O gerente do fluxo de valor deve mapear todo o fluxo para que não haja segmentos e a compreensão do todo seja mais fácil.

Durante o mapeamento, algumas informações devem ser coletadas e é importante que elas sejam feitas no momento, pois tempos padrão podem não refletir a realidade atual.

Wolmack e Jones (1998) as definem como:

- T/C (Tempo de ciclo / Cycle time): é o tempo necessário para o processamento de um componente, ou seja, o tempo transcorrido entre a repetição do início ao fim da operação;
- TR (Tempo de troca / Change over time): tempo para alteração da configuração da máquina toda vez que é necessário produzir produtos diferentes;
- TAV (Tempo de Agregação de Valor): tempo efetivo de transformação do produto no qual o cliente esteja disposto a pagar, por exemplo, o tempo que um produto percorre em uma esteira para ser modificado não faz parte do seu TAV. Geralmente é menor que o tempo de ciclo;
- L/T (*Lead time*): tempo que o produto leva para percorrer todo o processo produtivo, do início ao fim, abrangendo os tempos em que há processamento e o tempo de espera para ser processado;
- Tempo de trabalho disponível: excluindo o tempo de descanso e de reuniões;
- Tempo de operação ou disponibilidade real da máquina;
- Número de operadores;
- Histórico de refugo e retrabalho.

Diversos ícones são utilizados para representar o fluxo de informações e materiais, conforme a figura 10 abaixo:

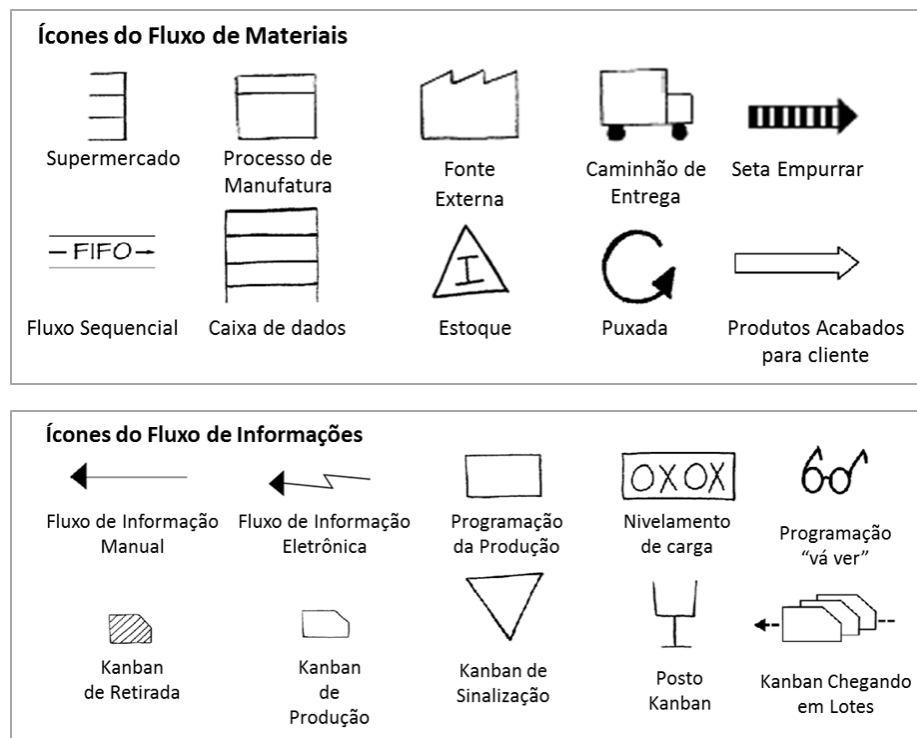


Figura 10 - Ícones utilizados no VSM
 Fonte: Rother e Shook (1998)

O símbolo de estoque mostra o lugar e a quantidade de acúmulo de material no fluxo, destacando onde o fluxo está parando. As linhas estreitas indicam fluxos de informação e a em formato de raio explicita que a informação flui de forma digital, e não física, como por papel. Ao contrário do fluxo de materiais, o fluxo de informações flui da direita para a esquerda na parte superior do mapa. O departamento que controla a produção geralmente é desenhado como uma caixa de processo na parte superior central do mapa. Esse departamento é responsável por transformar as informações dos clientes em instruções de produção para cada processo. O movimento de material empurrado é simbolizado por uma seta listrada. Uma linha do tempo é desenhada na parte inferior do fluxo, registrando os tempos de *lead time* e de processamento. “Os *lead times* (em dias) para cada triângulo de estoque são calculados pela quantidade em estoque dividida pelos pedidos diários do cliente” (MIKE ROTHER e JOHN SHOOK, 1998). Todos esses detalhes podem ser visualizados na figura 11 abaixo:

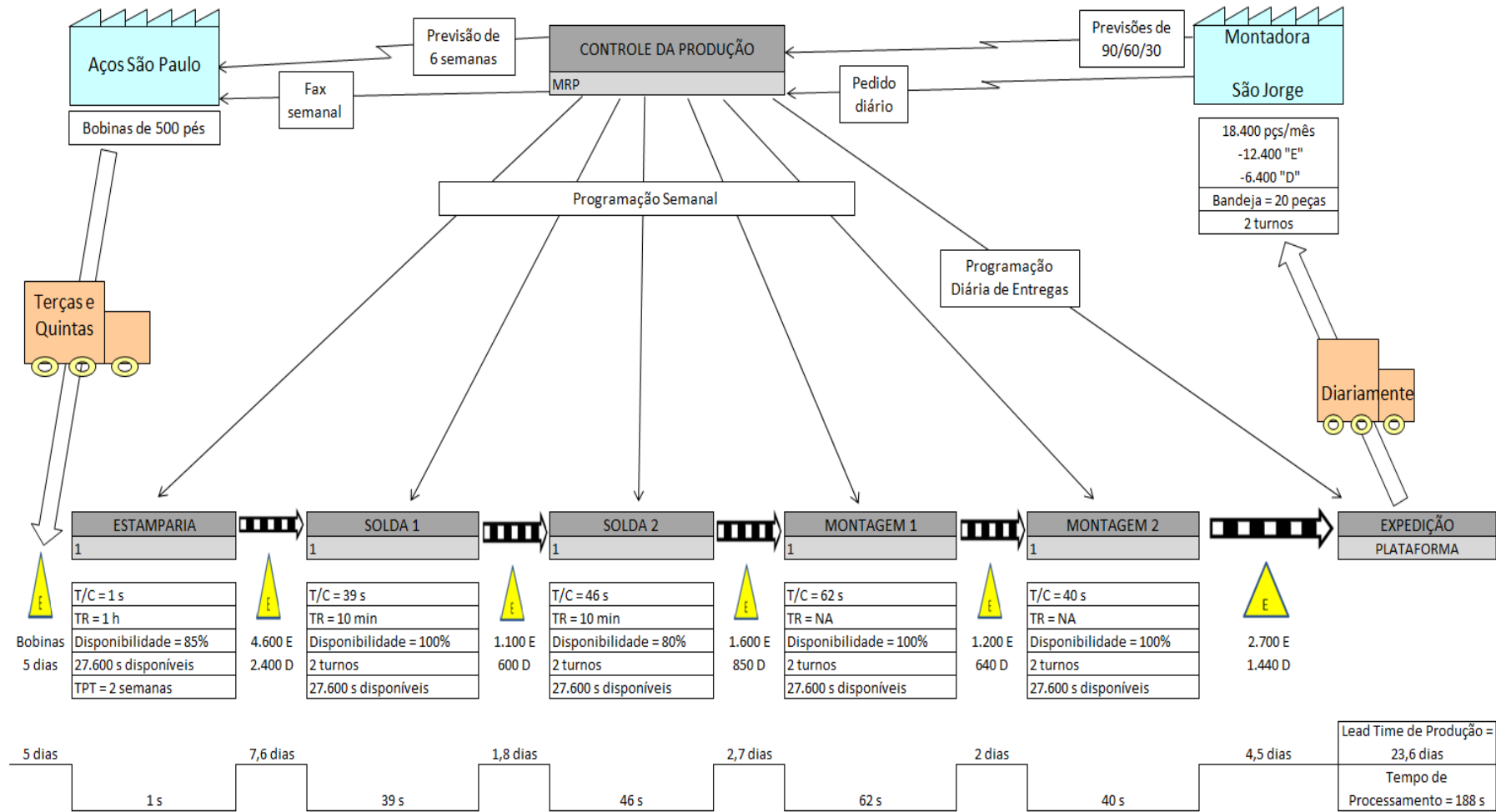


Figura 11 - Mapa do Fluxo de Valor do estado atual
 Fonte: Adaptado de Rother e Shook (1999)

Na medida em que os processos são informados sobre o que e quando fazer, eles podem ser classificados em puxados ou empurrados. Segundo Rother e Shook(2012, p.41), “empurrar tipicamente resulta em produzir para atender a uma programação que tenta adivinhar do que o processo seguinte necessitará.” Essa ideia faz com que cada processo tenha seu ritmo e tenha sentido apenas perante sua própria perspectiva, indo de encontro à principal ideia do VSM que é a visão geral de todo o fluxo de valor. Além disso, contraria os princípios do *Lean Manufacturing* ao impossibilitar um fluxo de trabalho regular entre um posto de trabalho e o posterior. Os acúmulos de materiais em estoque camuflam problemas, retardando sua resolução e dificultando encontrar sua causa-raiz. O tempo de agregação de valor torna-se muito pequeno e o tempo de processamento, muito longo. Processos puxados fazem uso do Kanban para regular sua produção.

De acordo com Rother e Shook (2003), há alguns procedimentos que auxiliam o desenvolvimento de um fluxo de valor *Lean*:

- Produzir de acordo com o tempo *takt*: o tempo *takt* é a frequência de produção para atender a demanda do cliente. É calculado dividindo-se o tempo de trabalho disponível por turno pela demanda do cliente no mesmo intervalo considerado. O tempo *takt* é utilizado como referência para análise de como a produção está e o que é preciso fazer para melhorar. Produzir de acordo com o *takt* exige respostas rápidas aos problemas, eliminação de causas de parada de máquinas não planejadas e redução do tempo de troca nos processos.
- Desenvolver fluxos contínuos sempre que possível: uma peça produzida em fluxo contínuo é passada de um estágio do processo a outro sem paradas. Já a produção em ilhas isoladas acarreta em estoques e superprodução. As figuras 12 e 13 abaixo possibilitam um entendimento visual do fluxo contínuo e da produção em ilhas, respectivamente:



Figura 12-Produção em fluxo contínuo
Fonte: Adaptado de Rother e Shook (1998)

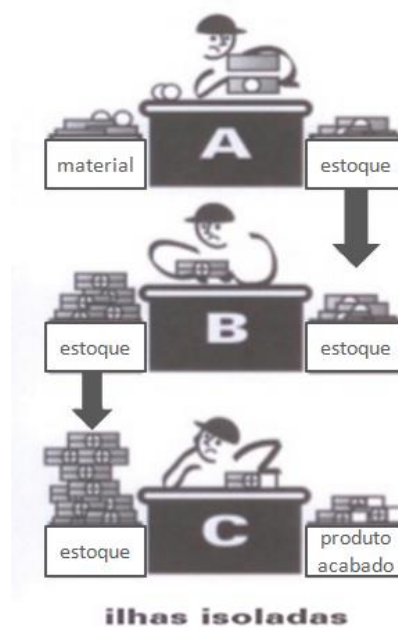


Figura 13 - Produção em ilhas isoladas
Fonte: Adaptado de Rother e Shook (1998)

- Usar supermercados para controlar a produção: nos casos em que os tempos de ciclo são muito rápidos ou lentos ou em processos com *lead time* muito elevado, a implantação do fluxo contínuo não é possível e a produção em lotes é necessária. Nesses casos, é instalado um sistema puxado conhecido como supermercado onde o fluxo contínuo é interrompido. Este ícone é aberto para o lado do seu fornecedor e suas retiradas são feitas através do *kanban*. O processo cliente retira o que precisa e quando precisa e o processo fornecedor produz de acordo com o que foi retirado, conforme figura 14.

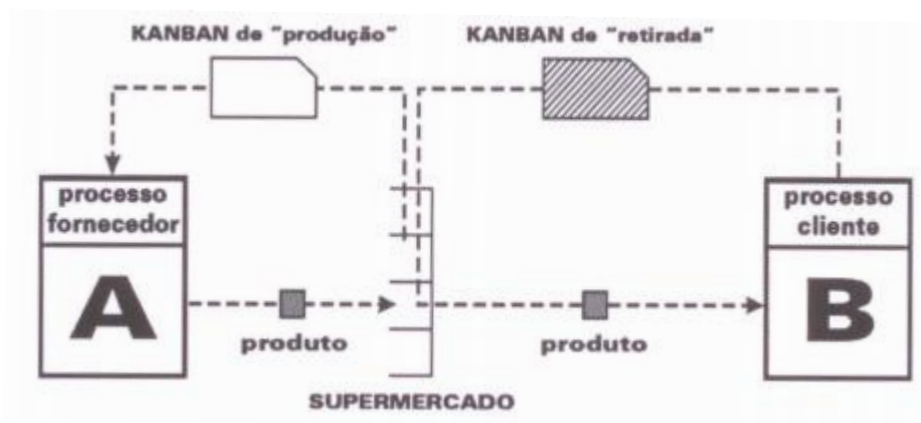


Figura 14 - Sistema puxado com supermercado
Fonte: Rother e Shook (1998)

- Enviar a programação para somente um processo: o processo que receberá a programação é definido como processo puxador e ele é responsável por ditar o ritmo para os processos anteriores. Segundo Rother e Shook (2012, p.61), “o processo puxador é frequentemente o último processo em fluxo contínuo no fluxo de valor porta a porta”.
- Nivelar o mix de produção: a produção de um mesmo produto de uma só vez dificulta o atendimento ágil aos clientes que desejam algo diferente, resultando em um aumento de produtos acabados em estoque. Além disso, o estoque tende a aumentar à medida que o fluxo é percorrido. Rother e Shook (2003) definem o nivelamento do mix como a distribuição uniforme dos diferentes produtos através de um período de tempo. Quanto mais nivelado, mais apto o processo estará para responder aos diferentes pedidos dos clientes, sem aumento de estoque e de *lead time*.

Com o estado atual desenhado juntamente com suas medições de tempo e definição de processos com fluxo contínuo, o mapa do estado futuro é elaborado.

2.3.3 O mapa do estado futuro

O mapa do estado futuro pode ser entendido como a projeção do estado atual juntamente com a eliminação dos desperdícios identificados. Provavelmente, as características do estado atual não poderão ser mudadas imediatamente. Dessa forma, Rother e Shook (2012)

propõem a seguinte lista de questões que, ao serem respondidas, auxiliam na construção do estado futuro:

1) Qual é o tempo *takt*?

O tempo de trabalho disponível dividido pela demanda do cliente representa de quanto em quanto tempo um produto deve ser produzido. Esse número não compreende os tempos de parada de máquina ou de regulagem e é um número de referência estipulado pelo cliente e não pela empresa. O ideal é aproximar o tempo de ciclo do processo puxador o máximo possível do tempo *takt*. Uma grande diferença entre eles pode indicar problemas de produção que causam paradas não planejadas, caso o tempo de ciclo seja maior, ou capacidade ociosa, caso o *takt* seja superior ao tempo de ciclo. Ou seja, a diferença releva desperdícios que podem ser de diversos tipos.

2) Produzir para um supermercado de produtos acabados ou diretamente para expedição?

A resposta a essa pergunta varia de acordo com vários fatores e pode depender das características do produto, da confiabilidade dos processos e das demandas dos clientes. Geralmente produtos sob encomenda não possibilitam uma produção para um supermercado de produtos acabados, por exemplo.

3) Onde introduzir fluxo contínuo?

É importante analisar os tempos de ciclo atuais, se eles estão próximos entre si e também do *takt*. Para um fluxo contínuo, os processos devem estar imediatamente próximos (WOMACK E JONES, 1998). Nessa etapa também devem ser analisados os desperdícios e sua eliminação, possibilitando uma redução do tempo de processamento.

4) Onde introduzir sistema puxado com supermercado?

Para regular o fluxo entre processos que não são contínuos são utilizados supermercados ou linhas FIFO (*First in, first out*, ou seja, primeiro a entrar, primeiro a sair). Segundo Rother e Shook (2012), a linha FIFO pode ser comparada a um canaleta que liga o processo fornecedor ao processo cliente e faz com que apenas uma quantidade limitada seja estocada entre eles. Quando ela está cheia, o processo fornecedor deve parar de produzir até que o estoque tenha baixado.

5) Qual o único ponto da cadeia será programado?

O processo puxador, visto que seus posteriores estarão em fluxo contínuo. O ideal é ter um único processo puxador, no entanto, essa situação varia de fluxo para fluxo, sendo necessário mais de um processo puxador até que seja possível ter apenas um só.

6) Como nivelar o mix de produção no processo puxador?

Segundo Rother e Shook (2012), produzir em lotes não é o caminho certo perante a perspectiva do fluxo de valor, pois aumenta o *lead time*, os estoques e os problemas de qualidade ocultos. Nivelar o mix do processo puxador permite que seus posteriores também sejam nivelados.

7) Qual incremento de trabalho será liberado do processo puxador?

Além de nivelar o mix, o volume de produção também deve ser nivelado para evitar picos e vales de produção e sobrecarga de trabalho. Segundo Womack e Jones (2004), é necessário estabelecer um ritmo de produção consistente para que as ações corretivas possam ser tomadas com mais agilidade.

8) Quais as melhorias de processo serão necessárias?

Analisar reduções de tempo de troca e tamanho dos lotes e melhorar a disponibilidade de máquinas e os desperdícios são pontos fundamentais dessa última etapa e pode ser identificados no mapa do estado futuro com um ícone de necessidade de *kaizen*. Todos os esforços identificados nessa fase ficam subordinados a todo o projeto de fluxo de valor, não sendo mais esforços isolados e carentes de integração com o todo. Um exemplo do mapa do estado futuro pode ser visto na figura 15 abaixo:

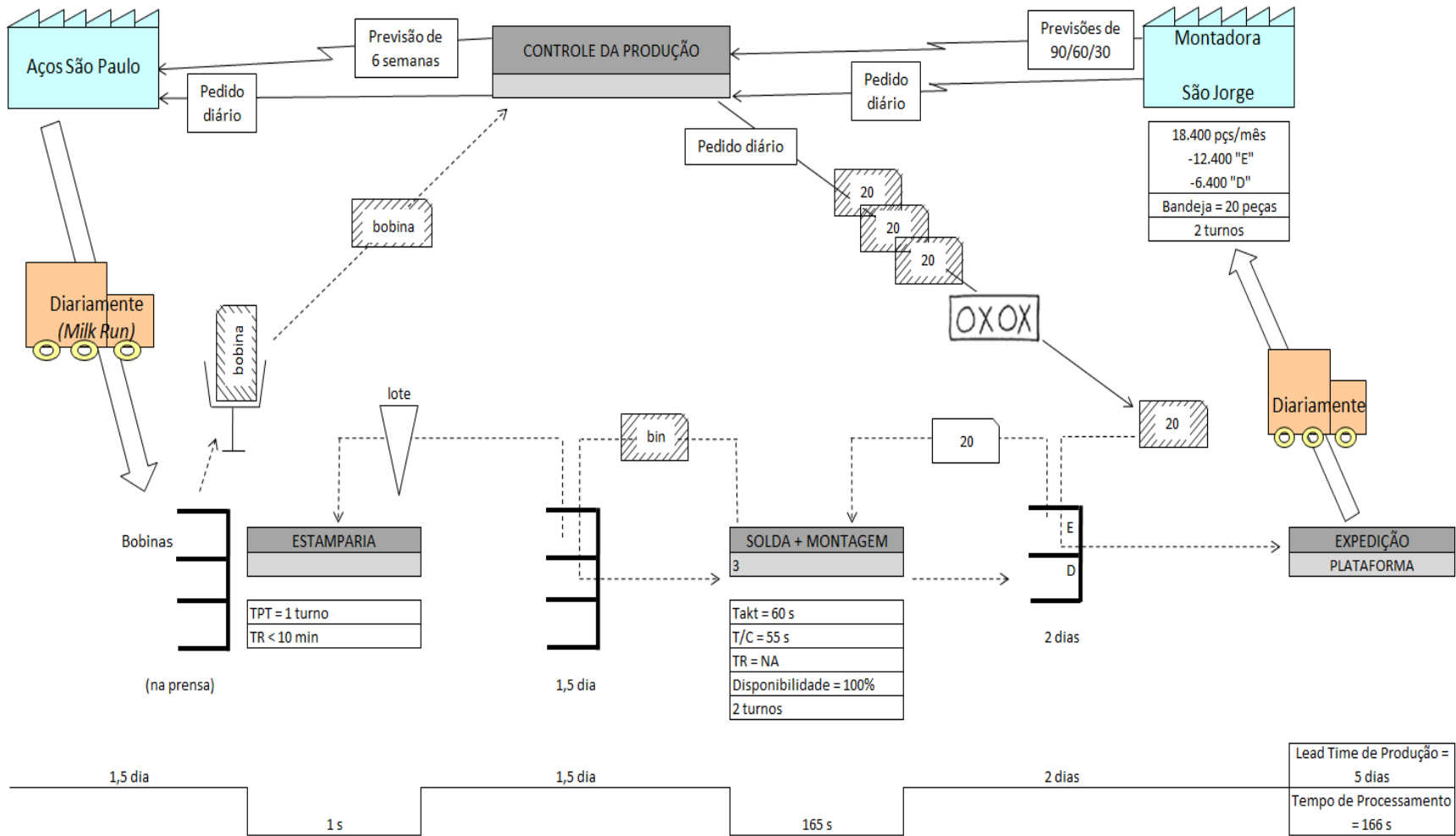


Figura 15- Mapa do Fluxo de Valor do estado futuro
 Fonte: Adaptado de Rother e Shook (1999)

Como consequência de toda essa análise feita pelas questões acima, a pressão sobre a confiabilidade dos equipamentos e sobre a previsão de demanda baseada no tempo *takt* aumenta significativamente e a atuação da área de manutenção ocupa um papel substancial em todos os processos. As trocas devem ser rápidas e deverá haver uma alta capacidade de fazer certo a primeira vez.

Como pode ser percebido, o mapa do estado futuro abre um leque de muitas sugestões de mudanças, análises e melhorias e a implementação de todas elas de uma só vez não é possível na maioria dos casos, sendo importante implementar em etapas. Definido o “onde” chegar, o *Lean Institute* Brasil (2012) sugere a criação de um plano anual do fluxo de valor para estipular “o que” e “quando” uma etapa será feita, além de metas e pontos de checagem. As melhorias no fluxo direcionarão as melhorias dos processos de apoio.

A administração tem papel de destaque por ser responsável por realmente aprender para poder ensinar além de aulas, mas principalmente através de interações diárias com a equipe. Os especialistas *Lean* devem orientar e transferir responsabilidades para o grupo envolvido, permitindo que eles compreendam os conceitos e os apliquem com autonomia.

Como exposto por Rother e Shook (2012), remover os desperdícios nem sempre significa eliminá-los, pois vários outros podem ser descobertos no fluxo. O fluxo de valor não deve ser idealizado para atender processos individuais, departamentos ou funções, ele deve visar transformar a empresa em mais competitiva, com melhor ambiente de trabalho e maior confiança entre seus associados, tudo isso sustentado com um senso de realização em servir o cliente.

3. APLICAÇÃO DA FERRAMENTA

3.1 A EMPRESA

Atualmente a empresa conta com 74 modelos diferentes de cânulas, entre longas e curtas, estreitas e espessas e de parede grossa e fina, que são classificadas em calibres. A ampla maioria passa basicamente pelo mesmo processo de fabricação, salvo pequenas exceções. A nomenclatura do calibre segue a seguinte regra: tamanho do comprimento, tamanho do diâmetro externo e o tipo de parede (figura 16).

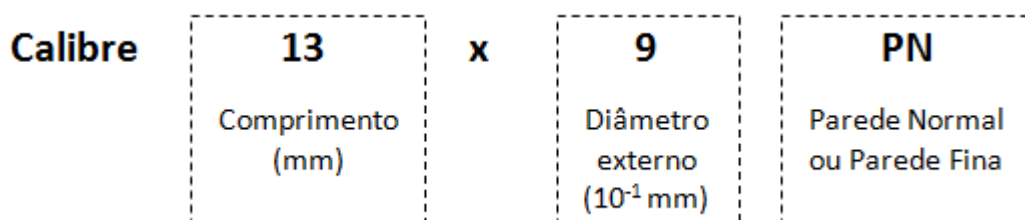


Figura 16 - Nomenclatura do calibre
 Fonte: a autora

Diferentes modelos são mostrados na figura 17.



Figura 17 - Exemplos de diferentes calibres
 Fonte: Hospitalar Distribuidora

Tendo os processos predominantemente empurrados, a empresa produz de acordo com a demanda e, em média, 250.000.000 de unidades de cânulas por mês.

Devido a um acordo de sigilo, o nome da empresa e as informações que possam identificá-la não foram divulgados.

3.2 A FERRAMENTA

Como discutido anteriormente, o VSM facilita a implementação de princípios enxutos no chão de fábrica. No entanto, a aplicação da ferramenta não exige que a empresa possua necessariamente o modelo de produção puxada, fato este confirmado inclusive pelo uso de setas diferentes no mapeamento do fluxo atual (seta listrada – produção empurrada e seta circular – produção puxada). O VSM busca formas de reduzir o desperdício, analisar fluxos, otimizá-los e, se possível, transformá-los em contínuos, reduzir estoque em processo, aplicar princípios *Lean* e tornar cada vez mais possível a implantação da manufatura enxuta.

Para a realização da aplicação da ferramenta, foi selecionada uma equipe multifuncional de aproximadamente 15 pessoas. A grande maioria pertencia a funções de dentro da fábrica de Cânulas, como analistas, engenheiros e líderes de produção. O restante representava áreas da Qualidade, Planejamento e Controle da Produção, Engenharia e Sistemas. Toda a equipe foi liderada pela coordenadora de Melhoria Contínua da empresa.

3.3 SELECIONANDO UMA FAMÍLIA DE PRODUTOS

Como os produtos de maior volume passam pelos mesmos processos de produção, a criação da família através das máquinas utilizadas não se mostrou eficaz nesse contexto. Com isso, poderiam ser criadas famílias através da similaridade entre as características citadas anteriormente, porém esse quesito também não foi o mais adequado pois dentro de um mesmo comprimento ou diâmetro, as cânulas apresentavam muita diferença em relação ao impacto que possuíam na produção como um todo.

Sendo assim, foi decidido que o mapeamento do fluxo de valor ocorreria no fluxo global da planta, representado pelos principais processos e pelos quais a quase totalidade dos produtos passam. Para reforçar essa decisão, foram analisados a demanda, o custo e a perda entre as cânulas e os calibres 13x9 PN, 40x12 PF e 34x8 PF, que apresentam perdas mais elevadas e passam exatamente pelo fluxo global definido. Em momentos em que não foi possível a utilização de uma média geral entre os dados de todos os calibres, como nos tempos de ciclo e peso da cânula, foram utilizadas informações da cânula 13x9 PN, responsável pelo custo mais elevado, alta e constante demanda – *high flow* – e por cerca de 25% de toda a produção da fábrica. Em casos como disponibilidade, perdas e retrabalho, os dados são relacionados às máquinas e aos calibres de uma forma geral.

3.4 MAPA DO ESTADO ATUAL

Para a construção do mapa do estado atual, a equipe realizou um *Gemba Walk*, passando por todos os processos, desde a chegada da matéria prima até o cliente final. Dessa forma, todos puderam ver de perto como era o dia-a-dia no chão de fábrica e entender um pouco mais das características de cada etapa. Em cada uma delas, pelo menos um operador era ouvido, possibilitando também a compreensão de cada dificuldade vivenciada. Ao finalizar as visitas na área de Embalagem, a equipe foi para a sala de reuniões para começar a definir o estado atual da fábrica.

O fluxo de materiais começa com a disponibilização das bobinas pelo Almoxarifado.

Iniciando a produção, tem-se o processo de Solda, responsável por cilindrar a fita até que ela se torne um tubo aberto e receba a solda para fechar (figura 18). Cada bobina de aço dá origem a aproximadamente 2 ou 3 bobinas de tubo soldado. Esse processo é igual para todos os calibres.



Figura 18 - Tubo sem solda e soldado

Fonte: a autora

O segundo processo, Trefilagem com recozimento - Fornos, faz uso de fornos para recozer o material e deixá-lo apto para ser trefilado através de ferramentas denominadas fieiras, responsáveis por tornar o diâmetro do tubo cada vez menor. Essa etapa é executada de 4 a 7 vezes, denominadas passes, dependendo do calibre que deve ser produzido. Os tubos precisam fazer no mínimo quatro passes e no máximo sete, sendo que quanto mais passes, mais fino o tubo sai do Forno. A cânula 13x9 PN, por exemplo, sai no 5º passe para a próxima etapa. Logo, nessa fase os produtos se distinguem em *gauges*, uma classificação primária que dá condição para os diâmetros finais serem alcançados no próximo processo, *Sink*.

O terceiro passo, Trefilagem sem recozimento - *Sinks*, continua a estressar o tubo, só que a frio, sem o uso de aquecimento. É nessa etapa que o tubo atinge seu diâmetro externo final (figura 19). São formadas bobinas menores de tubo trefilado que seguem para o próximo processo.



Figura 19 - Diferença no diâmetro entre o tubo soldado e o trefilado
Fonte: a autora

No quarto processo, Corte, o tubo, que já se encontra no diâmetro ideal, é cortado no seu comprimento final, conforme mostrado na figura 20. Até esse processo, o material se movimenta através de bobinas. A partir dele, o produto transportado se apresenta na forma de cânula cortada. Nas quatro etapas iniciais supracitadas, todos os processos fazem uso elevado de óleo para realização das atividades.

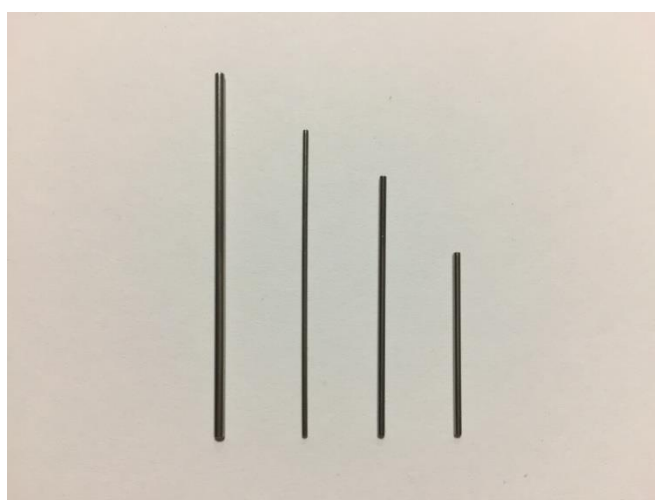


Figura 20 - Cânulas cortadas em diferentes comprimentos
Fonte: a autora

No quinto processo, Limpeza Intermediária, as cânulas cortadas são lavadas em cubas com sabão alcalino e água quente a fim de retirar quase a totalidade do óleo presente nelas. Em seguida, são colocadas em centrífugas e secas. Nessa etapa, as cânulas estão soltas, sem nenhum tipo de organização.

No sexto processo, Orientador, as cânulas cortadas, ainda soltas em bacias, são orientadas em caixas de modo que fiquem na vertical. Logo, o material vai orientado e em caixas menores para a próxima etapa.

Devidamente limpas e orientadas, as cânulas cortadas seguem para o processo de Colagem, onde são dispostas lado a lado e recebem uma fita de cola em sua base (figura 21). As cânulas em caixas se transformam em fitas de cânulas.

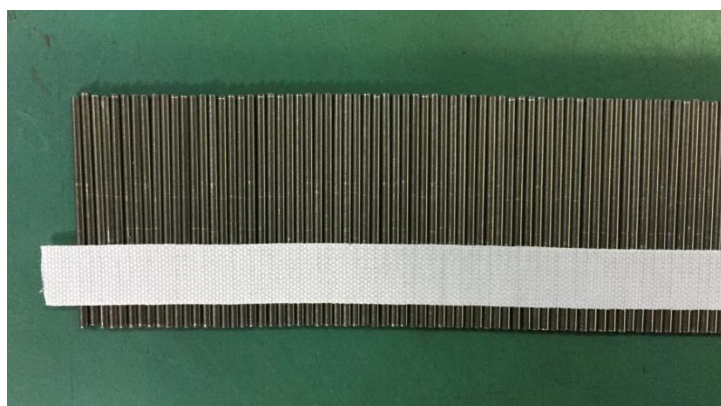


Figura 21 - Fita de cânulas

Fonte: a autora

No Apontamento, a grande maioria das retíficas é manual. Nelas, as fitas do processo anterior são dispostas na máquina para que a extremidade oposta da fita de cola receba o apontamento especificado de acordo com o calibre. As cânulas cortadas se transformam em cânulas apontadas e são dispostas em estojos ao mesmo tempo em que a fita de cola é retirada. As fitas de cânulas cortadas se tornam estojos de cânulas apontadas, conforme ilustrado na figura 22:

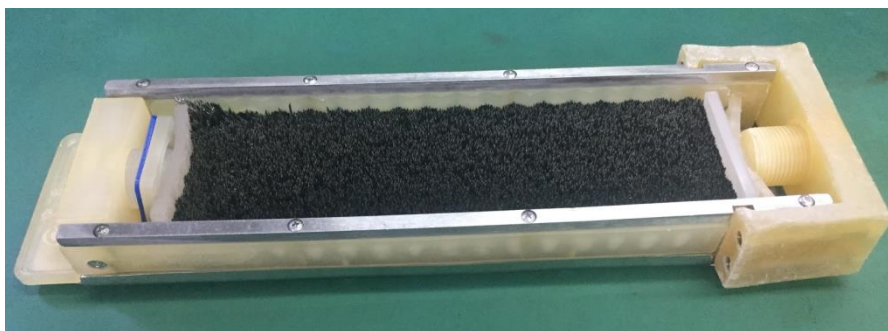


Figura 22 - Estojo de cânulas apontadas
Fonte: a autora

No nono processo, os estojos passam por outra limpeza, agora a Ultrasônica, que finaliza a retirada de qualquer resíduo de óleo e sujeira que possa ter ficado nas cânulas.

No décimo, Tratamento Eletroquímico, os estojos recebem banhos de ácido para melhorar o acabamento visual das cânulas e eliminar possíveis rebarbas causadas pelo processo de apontamento. Os estojos são secos em centrífugas e encerram-se os processos de transformação do produto. As cânulas estão prontas.

Até o momento, as cânulas apontadas são transportadas em estojos de processo específicos para a produção. Na etapa de Virada de Estojo, há a mudança do estojo de processo para o estojo final que chegará ao cliente.

Na Inspeção Final, são feitos processos que verificam a qualidade da cânula e que identificam possíveis defeitos. Os testes são feitos por amostragem e a inspeção visual é feita em 100% dos estojos.

Para a etapa de Cintamento, os estojos chegam abertos, assim como se apresentam durante todo o processo, e são, então, fechados de uma forma em que as cânulas não se danifiquem e não machuquem as pessoas que pegarem os estojos.

Devidamente lacrados, os estojos passam pelo processo de Pesagem e essas informações são captadas por um sistema.

No décimo quinto e último processo, Embalagem, os estojos são identificados com etiquetas que revelam seu código, calibre e lote e são colocados em caixas de papelão também identificadas. As caixas ficam prontas para seguirem para a área de expedição.

Quanto ao fluxo de informações, o processo começa com as demandas enviadas pelos clientes para o PP (Departamento de Planejamento da Produção). Essa demanda é enviada anualmente com uma estimativa mensal e, mês a mês, ela é corrigida e atualizada. Sendo assim, a empresa consegue orientar sua produção visto que as correções não geram variações muito grandes.

Mensalmente, o PP envia as ordens de produção para os processos-chave de Solda, *Sink*, Orientador e Pesagem, responsáveis pelos produtos intermediários tubo soldado, tubo trefilado, cânula cortada e cânula apontada, respectivamente. Nesse mesmo período, são realizadas atualizações junto ao Departamento de Compras para compra com fornecedor. A matéria prima é a bobina de fita de aço e seu pedido é feito semestralmente dado que o fornecedor não é nacional e o *lead time* de entrega é elevado.

O mapa do estado atual está mostrado na figura 23.

O tempo de ciclo e o *lead time* no estoque foram calculados com base na cânula 13x9 PN. Já o tempo de troca, a disponibilidade, o volume, o retrabalho e as perdas são baseados no processo como um todo, envolvendo todos os calibres. O *lead time* da entrega na fita de aço não foi considerado no cálculo total por ser muito elevado e mascarar o *lead time* do processo, que é mais tangível e importante para enxergar as possíveis melhorias. O tempo de processamento é a soma dos tempos de ciclo, revelando quanto tempo uma cânula demora a ser processada no chão de fábrica.

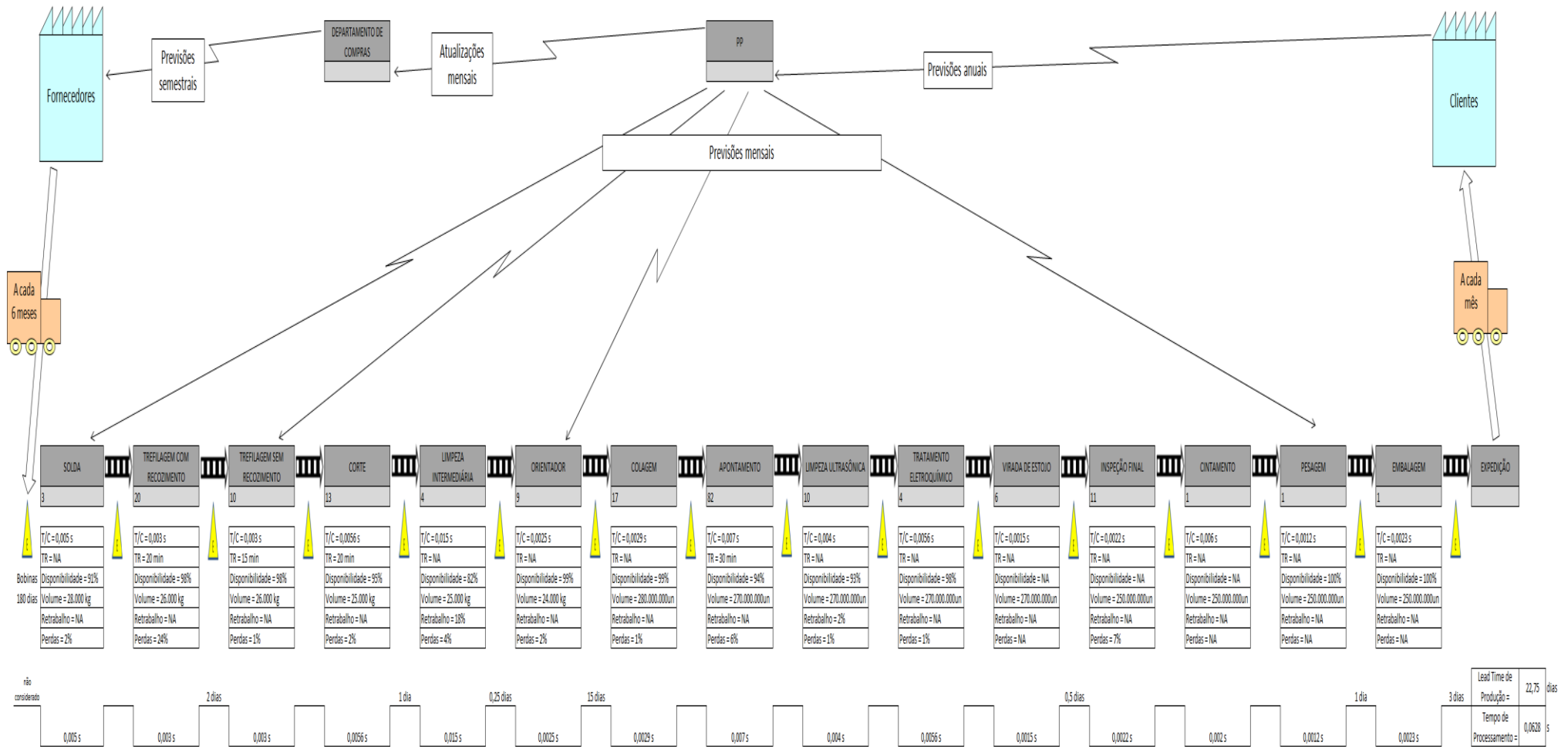


Figura 23 - Mapa do estado atual da empresa
Fonte: Autor

Durante todo o *Gemba Walk*, foram observados pontos relativos ao Programa 5S. Além de compreender e entender os processos e questões ligadas a desempenho e desperdício, eram analisados em cada etapa o cumprimento dos cinco sentidos e foram ouvidas sugestões de melhoria para as auditorias que ocorrem mensalmente entre processos puxadores.

Levando-se em conta que as fontes externas à empresa são, em sua grande maioria, internacionais, foi considerado o *lead time* apenas do chão de fábrica, entre a transformação da matéria prima e o produto acabado. O *lead time* de entrega do fornecedor é de 180 dias e os de entrega ao cliente variam de acordo com localização dos mesmos e os modais utilizados para realizar a entrega, ambos desconsiderados na parte inferior do mapa da figura 23. Como o fluxo global é bem dinâmico e segue um ritmo elevado de produção, há estoque entre processos (WIP) em apenas metade do fluxo, sendo que a outra metade ou é inexistente ou é tão pequena que foi desprezada. O *lead time* foi considerado em dias.

As informações nas caixas de dados dos processos foram adaptadas à realidade da empresa. Entre os processos de Solda e Orientador, a unidade de volume utilizada foi a de quilogramas. Já entre a Colagem e a Embalagem, os produtos passam a ser contabilizados através de unidades. No entanto, em todos eles a unidade de Tempo de Ciclo (T/C) foi computada em segundos. Foram analisados também os tempos de troca (TR), a porcentagem de disponibilidade das máquinas, de retrabalho e de perdas, todos em média em relação ao último ano fiscal. Abaixo de cada processo há o número de operadores empregados na área. O tempo de processamento total encontrado foi de 0,0628 segundos para cada cânula.

A diferença entre os tempos de processamento e *lead time* foi brusca devido à carga unitária considerada. O primeiro foi calculado considerando-se apenas uma unidade de cânula, já o *lead time* levou em consideração todo o lote parado. Essa discrepância ocorreu particularmente nesse caso devido a impossibilidade de considerar o lote como carga unitária também nos processos, pois os calibres diferem muito, por exemplo, quanto à quantidade de passes no Forno, o peso de cada cânula que gera o número de cânulas cortadas ao final do processo e à frequência com que cada calibre é produzido (impossibilitando uma proporção). Mesmo assim, essa adoção de cargas unitárias foi considerada a melhor opção.

Apesar de não haver produção para estoque e o planejado seguir a demanda, todos os processos foram considerados empurrados. O Planejamento da Produção (PP) envia ordens de produção para os processos puxadores, que “empurram” a produção para os processos subsequentes e se alinham ao processo puxador posterior, atendendo às quantidades estipuladas de cada produto semi-acabado.

Analisando o estado atual, foram encontrados problemas como:

- A Solda produz bobinas de tubo soldado indefinidamente e sem gerar uma ordem de saída para o próximo processo;
- Há um estoque considerável e sem muito controle entre os Fornos e as *Sinks*;
- A Limpeza Intermediária possui o maior tempo de ciclo de todo o fluxo e é, por isso, o gargalo da produção;
- O estoque em processo entre o Orientador e a Colagem é muito elevado e deve-se em grande parte ao alto percentual de retrabalho gerado pela Limpeza Intermediária. Muitas vezes as cânulas são lavadas, orientadas, mas não conseguem receber a fita de cola da Colagem, sendo necessário repetir seus dois últimos processos;
- Os processos de Cintamento e Pesagem são muito próximos e possuem um pequeno estoque entre eles por serem considerados fluxos não-contínuos.

Os problemas identificados ajudaram a equipe a identificar possíveis melhorias e auxiliaram na montagem do mapa do estado futuro da fábrica.

3.5 O MAPA DO ESTADO FUTURO

Para a construção do mapa do estado futuro, foram analisadas as questões propostas por Rother e Shook. As respostas não tem implantação imediata, mas orienta toda a equipe envolvida em direções de melhoria.

Em resposta a Questão 1, sobre o valor do tempo *takt*, este foi calculado considerando-se, em média, 21 dias corridos de trabalho integral (24 horas). Transformando, há 1.814.400 segundos. Considerando que há 3 intervalos de 15 minutos (um por turno), tem-se 56.700 segundos de pausa, finalizando em 1.757.700 segundos disponíveis para a produção. A demanda mensal média é de 250.000.000, gerando um *takt* de 0,007 segundos. Atualmente levam-se 22,75 dias para produzir a média, resultando em um *takt* de 0,0076(1.908.900 segundos/ 250.000.000 cânulas). Como já explicitado, foi utilizado uma média geral de toda a disponibilidade das máquinas e da demanda, pois o *takt* varia de calibre a calibre. Mesmo assim, o estado atual possui um tempo *takt* maior devido às paradas de máquina e ao tempo de *setup*. Melhorias na confiabilidade dos equipamentos e investimentos em aumento de velocidade são capazes de suprir essa diferença.

Quanto à questão 2, sobre produzir para um supermercado de produtos acabados ou diretamente para expedição, verificou-se que a empresa recebe ordens anuais de produção que sofrem poucos ajustes mensais. A produção vai diretamente para a expedição. O planejamento unifica as quantidades por calibre e elas são produzidas sob encomenda.

Já em relação à questão 3, onde introduzir fluxo contínuo, os processos de Forno e *Sink* poderiam ser conectados em fluxo contínuo devido à proximidade física e dos tempos de ciclo. No entanto, devido ao layout atual, à estrutura das máquinas e aos grandes problemas de qualidade do processo que seria fornecedor desse fluxo – o Forno – inicialmente, não será colocada em prática essa ideia. A implantação de um supermercado é mais efetiva até que se aprimorem os processos dando, então, possibilidade para o fluxo contínuo.

A longo prazo, o Orientador poderá ser incorporado ao processo de Corte, gerando um fluxo contínuo e fazendo com que a Limpeza Intermediária ocorra com as cânulas cortadas já orientadas. Os processos de Cintamento e Pesagem poderiam ser unificados a fim de reduzir o estoque em processo entre eles e otimizando as duas atividades.

No que se refere à questão 4, sobre onde introduzir sistema puxado com supermercado, como foi percebido, já existe uma espécie de supermercado entre os processos de Forno e *Sink*, porém desestruturado. Essa oportunidade poderia ser desenvolvida juntamente com a introdução de um sistema *Kanban*. De acordo com a necessidade das *Sinks* para finalizar o diâmetro dos calibres, o supermercado seria alimentado com os *gauges* dos tubos trefilados pelos Fornos.

Em relação à questão 5 relativa ao único ponto da cadeia que será programado, a implementação de um único processo puxador necessita de processos estáveis e confiáveis, combinados com baixos tempos de troca e fluxos contínuos. Analisando as condições atuais da fábrica, um único processo puxador não é capaz de sustentar toda a planta e provavelmente traria mais consequências negativas que positivas. Sendo assim, foram mantidos os processos puxadores atuais, Solda, *Sink*, Orientador e Pesagem.

A questão 6 trata sobre como o mix de produção no processo puxador deve ser nivelado. Como os processos são bastante dinâmicos, diferentes tipos de produto são produzidos simultaneamente. Os processos puxadores são articulados mensalmente para que a produção siga a diversificação exigida. De acordo com os calibres demandados, as máquinas recebem uma programação diversificada entre elas. Opta-se pela produção de diferentes calibres ao longo de dias ao invés da sobrecarga de um só tipo durante poucos dias. Além

disso, a empresa mantém uma meta relacionada ao mix de produção que dá suporte e incentiva o nivelamento.

A questão 7, relativa ao incremento de trabalho que será liberado do processo puxador, a principio não gerou nenhuma alteração na dinâmica da empresa pois os processos puxadores recebem incrementos relativos aos lotes de produção, que variam geralmente entre 40 kg e 50 kg, e, por enquanto, não há perspectiva de mudança quanto a eles.

Quanto a questão 8, sobre quais melhorias de processo seriam necessárias, foram analisados todos os processos do fluxo global quanto aos sete tipos de desperdício propostos (Tabela 1).

| Tipo de Perda | Melhorias |
|--------------------|---|
| Defeito | <ul style="list-style-type: none"> • Analisar o processo do Forno e buscar a causa raiz da elevada porcentagem de perdas, principalmente se ela está no próprio processo ou no antecedente. • Avaliar o procedimento de trabalho da Limpeza Intermediária a fim de encontrar uma concentração ótima para cada calibre. • Analisar os tipos de perda da Inspeção Final para atuar no processo que originou o defeito e reduzir a porcentagem de perdas. |
| Superprodução | <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar a estrutura FIFO para organizar e limitar o estoque da Solda de acordo com as máquinas de Forno disponíveis para 1º passe. |
| Superprocessamento | <ul style="list-style-type: none"> • Introduzir um sistema mais ágil de verificação da qualidade da Solda. • Otimizar o tempo de troca do Forno. • Avaliar o fornecedor da fita de cola da Colagem a fim de melhorar a qualidade da fita e evitar que processos sejam refeitos. |
| Transporte | <ul style="list-style-type: none"> • Facilitar o carregamento dos caminhões na Embalagem que vão para a Expedição. |
| Estoque | <ul style="list-style-type: none"> • Introduzir o supermercado com <i>Kanban</i> depois do Forno para reduzir e organizar o estoque. |
| Movimentação | <ul style="list-style-type: none"> • Reorganizar a sala das ferramentas do Forno a fim de reduzir a movimentação dos operadores entre máquina e conjunto de ferramentas para montagem. |

| | |
|--------|--|
| Espera | <ul style="list-style-type: none">• Implantar supermercado entre Forno e <i>Sink</i> para que não haja falta de material no último processo. |
|--------|--|

Quadro 1 - Análise dos sete tipos de desperdício na empresa

Fonte: a autora

Considerando todas as sugestões encontradas e as mudanças advindas do pensamento crítico envolvido para responder as questões acima, muitos outros planos de ação foram originados, principalmente ligados a aumento de velocidade em diversos processos, aquisição de novos equipamentos e introdução de outros ainda não utilizados nos processos. Na próxima seção, esses resultados estão expostos juntamente com o mapa do estado futuro.

4. RESULTADOS

Com base na análise do estado atual e nas melhorias identificadas para o estado futuro, foram ainda discutidos e criados planos de ação que envolvessem otimização e padronização dos processos, com responsáveis e prazos para implantação.

Quanto ao fornecimento de matéria prima, sugere-se buscar novos fornecedores para que a empresa não fique dependente de apenas um fornecedor e tenha, com isso, um aumento no poder de negociação.

Na solda, viu-se a necessidade de padronizar a montagem das máquinas e de introduzir um sistema de resfriamento para melhorar a durabilidade das peças da máquina e a qualidade do tudo soldado. Algumas máquinas foram reformadas a fim de aumentar a velocidade de produção e, conseqüentemente, reduzir o tempo de ciclo.

Os Fornos também receberam um sistema de resfriamento que ajuda no aumento de velocidade da máquina e na redução do tempo de ciclo. Sugere-se que as trocas sejam padronizadas a fim de reduzir o tempo de *setup*.

As *Sinks* passaram por processo de reforma a fim de aumentar a vida útil das máquinas e evitar grandes desperdícios de óleo. Espera-se uma otimização do tempo de troca através da aquisição de novos equipamentos utilizados na regulagem das máquinas que estão em mau estado de uso e acabam gerando atrasos e perda de material.

No corte, identificou-se a possibilidade do emprego de máquinas que fazem a orientação automática das cânulas imediatamente após as cânulas estarem cortadas. Se bem sucedidas, o processo Orientador aos poucos poderá ser incorporado ao processo do Corte em fluxo contínuo, reduzindo um processo e otimizando a linha de produção.

Na Limpeza Intermediária, uma nova máquina foi colocada em funcionamento. Esta máquina faz o processo de limpeza de forma automatizada, necessitando de operador apenas para regulagem da solução e para colocar e retirar os estojos da máquina. Além disso, ela lava uma maior quantidade de estojos por vez em relação às atuais máquinas. É esperado um aumento da velocidade do processo, reduzindo o tempo de ciclo e talvez até modificando a localização do gargalo. Espera-se também que a porcentagem de retrabalho seja reduzida visto que o processo é mais eficiente, fazendo com que os problemas na Colagem sejam apenas relativos à fita de cola utilizada.

No Apontamento, as retíficas manuais, grande maioria, estão sendo aos poucos substituídas por retíficas automáticas, que requerem menos tempo de emprego de mão-de-obra e produzem com maior velocidade. O prazo planejado para uma quantidade significativa

das substituições é bem longínquo, gerando resultados apenas a longo prazo. Além disso, foi destinado um único operador para ficar responsável pela preparação das máquinas e pelo controle dos materiais necessários a essa atividade, reduzindo o tempo de troca e padronizando-a.

Na Pesagem, sugere-se que sejam realizadas melhorias para otimizar a correção de erros. Atualmente quando um erro ocorre ao pesar os estojos, os operadores têm que recorrer aos analistas da produção para que seja corrigido, gerando esperas.

De posse das avaliações realizadas, dos desperdícios encontrados e dessas informações adicionais, o mapa do estado futuro foi elaborado e sugerido na figura 24 abaixo. Os dados da operação informados nos quadros são fictícios e foram utilizados para facilitar o entendimento e compreensão dos efeitos da aplicação do VSM.

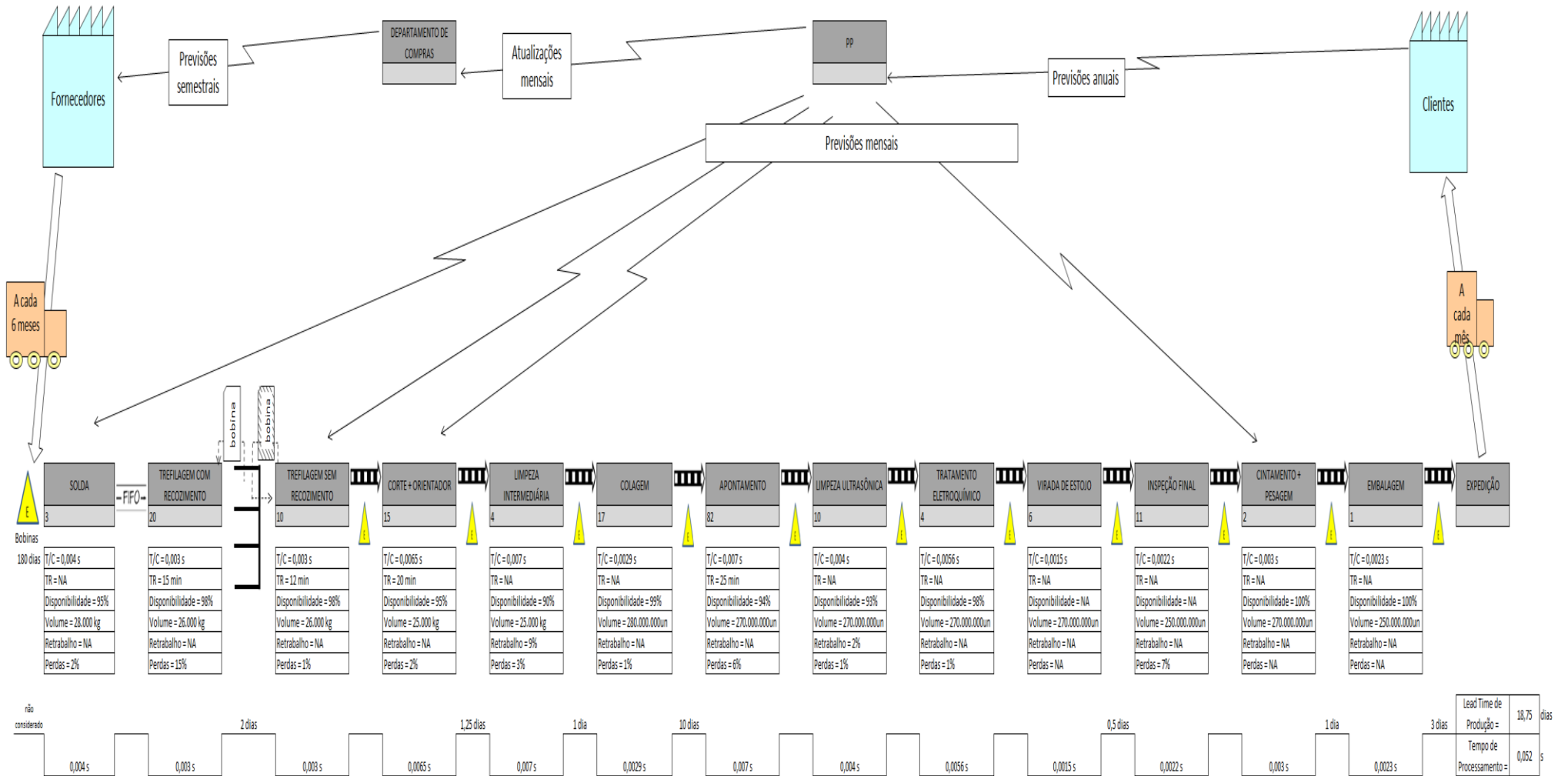


Figura 24 - Mapa do estado futuro da empresa
 Fonte: Autora

Comparando os mapas atual e futuro, pode-se notar uma melhora tanto no *lead time* de produção quanto no tempo de processamento. O lead time sofreu uma redução de quatro dias e o tempo de processamento de 0,0108 segundos, representando uma diminuição de 17% em ambos os casos. A discrepância se manteve devido ao fato já explicado na seção 3.4. As análises geraram:

- Na Solda, redução do tempo de ciclo e aumento da disponibilidade das máquinas;
- Introdução do FIFO entre Solda e Forno de forma a organizar o estoque e priorizar a saída dos tubos que foram soldados primeiro;
- Na Trefilagem com recozimento – Fornos, redução do tempo de troca e do percentual das perdas;
- Introdução de um supermercado entre os Fornos e as *Sinks* e utilização de Kanban para orientar a produção e evitar superprodução;
Na Trefilagem com recozimento – *Sinks* –, redução do tempo de troca;
- Fluxo contínuo entre Corte e Orientador, com isso, redução do número de operadores e do tempo de ciclo total;
- Na Limpeza Intermediária, aumento da disponibilidade das máquinas e redução do retrabalho, perdas e tempo de ciclo;
- Redução do WIP entre Corte e Apontamento, grande parte devido a melhora da Limpeza;
- Redução do tempo de troca no Apontamento;
- Fluxo contínuo entre Cintamento e Pesagem, reduzindo o posterior estoque entre eles.

O tempo de processamento foi reduzido a um tempo menor que o *takt*, gerando capacidade ociosa e possibilidade de aumento da produção. A revisão do VSM ocorrerá a cada três anos, com acompanhamento das ações anualmente.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo mostrou como a ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor auxilia na compreensão do valor fluindo pelos processos e no entendimento do negócio de forma sistêmica. O entendimento do todo possibilitou a redução do estoque em processo (WIP) e permitiu enxergar como as áreas estarão dispostas futuramente. A aplicação no processo de fabricação de cânulas demonstrou como a ferramenta é versátil e aplicável a todos os tipos de produção.

Além de resultados em desempenho, a aplicação da ferramenta VSM possibilita melhorias qualitativas no chão de fábrica, como mitigação de desperdícios e economias relacionadas aos materiais necessários a produção que é percebida somente a longo prazo. As ferramentas *Lean* permitiram um novo olhar sobre quesitos que antes eram desprezados. Através delas, pequenas atitudes foram tomadas que, juntas, geraram um ambiente mais limpo, organizado e, acima de tudo, consciente.

A discrepância entre o tempo de processamento e o *lead time* revela que o tempo de agregação ao produto em relação ao tempo total é menor que 1%. Esse resultado é muito comum em outros exemplos de aplicação da ferramenta e possibilita um outro olhar sobre os processos, como eles se estruturam e geram produtos/serviços.

Para continuidade do trabalho realizado na empresa, espera-se que sejam feitas as revisões e que o fluxo de valor seja sempre atualizado, como sugerido por Rother e Shook (2012). Além disso, espera-se que a cada revisão os resultados possam se aprimorar cada vez mais e que as orientações sejam eficazes e guiem as ações da empresa. Como oportunidade futura, o projeto poderia se estender às demais fábricas ou até mesmo para a área de suprimentos.

REFERÊNCIAS

- Lean Institute Brasil, Disponível em < <http://www.lean.org.br/> > Acesso em: Dezembro, 2016.
- Hospitalar Distribuidora. **Agulha Descartável com 100 unidades**. Disponível em <<http://www.hospitalardistribuidora.com.br/produto/agulha-descartavel-com-100-unidades-bd/5456>> Acesso em: Junho, 2017.
- ABDI. **Panorama Setorial Equipamentos médicos, hospitalares e odontológicos**, 2008. Disponível em < www.abdi.com.br/estudo/volume207 > Acesso em: Junho, 2017.
- BRIALES, J. A. **Melhoria contínua através do kaizen: Estudo de caso Daimler Chrysler do Brasil**. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2005.
- CAMPOS, V. **TQC: Controle da Qualidade Total (no Estilo Japonês)**. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- FALCONI, V. **TQC – Controle Total da Qualidade**. 2. ed. Minas Gerais: INDG, 2004.
- GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time**. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.
- GHINATO, P. **Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações**. Recife: UFPE, 2000.
- GOUVEIA, R. **Uma atitude gemba genbutsu**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2010.
- HINES, P.; TAYLOR, D. **Enxugando a empresa: um guia para implementação**. São Paulo: IMAM, 2000.
- HOEFT, S. **Histórias do meu Sensei – Duas décadas de aprendizado implementando os princípios do Sistema Toyota de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- IMAI, M. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. 51. ed. São Paulo: Instituto IMAM, 1994.
- MARTINS, P. G. e LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo, 2006.
- MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração: da revolução urbana a revolução digital**. 5. ed. – São Paulo: Atlas, 2005.
- MIGUEL, P. A. C. (organizador). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- MIRANDA, E. **Elementos Fundamentais da Gestão Lean no Chão De Fábrica**, 2016. Disponível em <<https://www.linkedin.com/pulse/elementos-fundamentais-da-gestao-lean-chao-de-fabrica-edson>>. Acesso em Janeiro, 2017.
- OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre, 1997.

PASSOS JÚNIOR, A.A. **Os circuitos da autonomia – uma abordagem técnico-econômica.** São Leopoldo: UNISINOS, 2004.

RIBEIRO, H. **5S: A Base para a Qualidade Total.** Salvador, BA: Casa da Qualidade, 1994.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 1998.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar.** 1.ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

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

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar.** Tradução de: José Roberto Ferro. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2012.

SHIMOKAWA, K.; FUJIMOTO, T. **The birth of Lean.** Massachusetts: Lean Enterprise Institute, 2009.

SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing.** Cambridge: Productivity Press, 1985.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção - Do Ponto de Vista da engenharia de Produção.** Porto Alegre, 1996.

SILVA, E.M. **Elementos fundamentais da Gestão Lean no chão de fábrica.** Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/elementos-fundamentais-da-gestao-lean-chao-de-fabrica-edson>>. Acesso em: fev. 2017.

SOUZA, J. **Gestão Empresarial – Administrando Empresas Vencedoras.** São Paulo, 2006.

TARDIN, G. G. **Kanban e o Nivelamento da Produção.** Campina: Universidade Estadual de Campinas - Departamento de Engenharia de Fabricação, 2001.

WOMACK, J.; JONES, D. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J.; JONES, D. T. **Soluções enxutas: como empresas e clientes conseguem juntos criar valor e riqueza.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 2006.

ANEXO - TERMO DE AUTENTICIDADE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.

Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.

Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral¹ e criminais previstas no Código Penal², além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 12 de julho de 2017.

Roseane de Oliveira Carminati
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)

201049054

Matrícula

Roseane Carminati
ASSINATURA

105.598.696-06

CPF

¹ LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

² Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.