

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**A aplicação do MFV como diferencial competitivo em PMEs brasileiras:
um estudo de caso.**

BRUNO CAVALSAN FENARA

Orientador: Prof. Dr. Antonio Freitas Rentes

São Carlos

2016

BRUNO CAVALSAN FENARA

A aplicação do MFV como diferencial competitivo em PMEs brasileiras: um estudo de caso.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo para a Obtenção do
Título de Especialista em Engenharia de
Produção.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Freitas Rentes

São Carlos
2016

Autorizo a publicação e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação da Publicação

Procurar o Serviço de Apoio da Biblioteca Central da EESC.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, minha fonte inesgotável de admiração.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível graças à contribuição de diversas pessoas as quais sou profundamente agradecido.

Agradeço primeiramente ao Prof. Dr. Antonio Freitas Rentes pela orientação e atenção despendida neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Kleber Francisco Esposto que coordenou o programa de especialização de forma impecável, dedicado e atencioso com todos os alunos.

Ademais, gostaria de agradecer ao Sr. Adriano Ribeiro que contribuiu para a coleta de dados durante a execução deste trabalho.

Também ao demais professores e ao Departamento de Engenharia de Produção os quais ofereceram a grande oportunidade de constante aprendizado.

Por fim, aos meus grandes amigos os quais tive uma animada convivência durante o curso.

“A melhor maneira de prever o futuro é criá-lo”

Peter Drucker.

RESUMO

FENARA, Bruno Cavalsan. A aplicação do MFV como diferencial competitivo em PMEs brasileiras: um estudo de caso. 48f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Departamento de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos- Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

O Mapa de Fluxo de Valor (MFV) tem se mostrado uma poderosa ferramenta, em produção enxuta, para identificar oportunidades de melhoria em processos de fabricação. No entanto, a técnica ainda é pouco difundida em empresas de pequeno porte no Brasil, nas quais, 61% declaram terem problemas de mão de obra qualificada (CNI, 2013). Nesse intuito, o objetivo deste trabalho foi de estudar a aplicação do MFV no processo produtivo de uma empresa de pequeno porte do ramo de tintas e solventes químicos. De modo geral, foi possível diferenciar as atividades que agregam valor ao produto no chão de fábrica das demais, assim como, mapear os desperdícios, excesso de estoques, superprodução, movimentações inadequadas e tempos de espera na linha. De forma a reduzir essas perdas, projetou-se um mapa de estado futuro utilizando técnicas de Lean Manufacturing, tais como, produção puxada, kanban, redução dos tempos de setup, redução do tamanho de lote e lead time. Portanto, após uma redução de 75% no lead time da empresa estudada, conclui-se que a aplicação do MFV é uma saída inovadora para empresas, de pequeno e médio porte, tornarem-se mais competitivas no mercado brasileiro.

Palavras-chave: MFV. Mapa de fluxo de valor. Produção enxuta. Lean. Sistema Toyota de Produção.

ABSTRACT

FENARA, Bruno Cavalsan. **The application of MFV as a competitive differential in Brazilian SMEs: a case study.** 48p. Monograph (Course Completion Work) - Department of Production Engineering, School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2016.

The Value Stream Mapping (VSF) has proven to be a powerful tool in lean-management to identify opportunities for improvement in manufacturing processes. However, the technique is still not widespread in small companies in Brazil, in which 61% declare experience problems of skilled labor (CNI, 2013). For this reason, the objective of this work was to study the application of the MFV in the production process of a small company in the field of paints and chemical solvents. In general, it was possible to differentiate the activities that add value to the product in the factory floor of the others, as well as to map the waste, excess inventory, overproduction, improper handling and waiting times in the line. In order to reduce these losses, a future state map was designed using Lean Manufacturing techniques such as pull production, kanban, reduction of setup times, batch size reduction and lead time reduction. Therefore, after a 75% reduction in the lead time of the company studied, it was concluded that the application of the VSF is an innovative way for small and medium-sized companies to become more competitive in the Brazilian market.

Key-words: MFV. Value stream map. Lean production. Toyota Production System.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - O MODELO “4 Ps” DO MODELO TOYOTA	5
FIGURA 2 - OS PILARES DO TPM.....	8
FIGURA 3 - EXEMPLO DE POKA YOKE EM UM CHIP DE CELULAR.....	9
FIGURA 4 - EXEMPLO DE UM KANBAN USADO PELA TOYOTA.....	10
FIGURA 5 - ETAPAS INICIAIS DO MFV	12
FIGURA 6 - MATRIZ COM AS ETAPAS DE MONTAGEM E EQUIPAMENTOS.....	13
FIGURA 7 - ÍCONES DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR.....	15
FIGURA 8 - MFV ATUAL DE UMA ESTAMPARIA.....	16
FIGURA 9 - HEIJUNKA Box.....	17
FIGURA 10 - CURVA TÍPICA ABC.....	20
FIGURA 11 – DIAGRAMAÇÃO DA PESQUISA.....	23
FIGURA 12 - CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DO PORTE DA EMPRESA.....	28
FIGURA 13 - CURVA ABC PARA OS PRINCIPAIS PRODUTOS DA EMPRESA ESTUDADA.....	31
FIGURA 14 - LINHA DE ENVASE E REATOR	34
FIGURA 15 - ESTOQUE DE LATAS VAZIAS.....	35
FIGURA 16 - MÁQUINA DE IMPRESSÃO DE LATAS (A); GAIOLA DE LATAS (B).....	36
FIGURA 17 - MFV ATUAL DO ESTUDO DE CASO.	37
FIGURA 18 -TEMPOS DE CICLO ATUAIS DA EMPRESA ESTUDADA.....	39
FIGURA 19 -TEMPO DISPONÍVEL OPERACIONAL DA SITUAÇÃO ATUAL.	40
FIGURA 20 -MFV DO ESTADO FUTURO.	43

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - MATRIZ DE PRODUTOS E PROCESSOS DA EMPRESA ESTUDADA PARA PRODUTOS CLASSE A E B.....	32
TABELA 2 - DEMANDA DE VOLUME POR TIPO DE EMBALAGENS	37
TABELA 3 - COMPARATIVO ENTRE O MAPA ATUAL X MAPA FUTURO.....	44

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1- FERRAMENTAS DO LEAN E SEUS PRINCIPAIS OBJETIVOS.	7
QUADRO 2 - ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. JUSTIFICATIVA	1
1.2. OBJETIVO	3
2. REVISÃO BILIOGRÁFICA	4
2.1. OS CONCEITOS DE PRODUÇÃO ENXUTA	4
2.2. AS FERRAMENTAS ENXUTAS	6
2.3. MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR	11
2.4. CURVA ABC	19
3. METODOLOGIA	22
3.1. APRESENTAÇÃO DOS MÉTODOS DE PESQUISA.....	22
3.2. MÉTODO DE PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	24
3.3. METODOLOGIA DE PESQUISA-AÇÃO	25
3.4. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	26
3.5. PANORAMA DO SETOR DE TINTAS E SOLVENTES	27
3.6. DEFINIÇÃO DE PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS PME	28
3.7. DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA	29
4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	31
4.1. ESCOLHA DA FAMÍLIA DE PRODUTOS.....	31
4.2. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR ATUAL.....	33
4.3. MAPA DE VALOR DO ESTADO FUTURO	38
5. CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS	46

1. INTRODUÇÃO

1.1. Justificativa

Em pleno século XXI, ainda é baixa a quantidade das empresas brasileiras que dominam e aplicam os conceitos de produção enxuta (Lean Production) em suas rotinas. O conceito de Lean Production surgiu no Japão em 1950, após a II guerra mundial, em um cenário complexo onde o modelo vencedor de produção em massa, concebido pela Ford Motor Company, e tido como referência em produtividade na época, não atendia a nova realidade dos clientes.

Segundo Womack et al. (1992) o mercado japonês era fragmentado e exigia produtos com alta confiabilidade feitos em tempos de ciclo menores e com orçamentos reduzidos. Taiichi Ono, engenheiro da Toyota, mudou o enfoque da produção em massa buscando a eliminação dos desperdícios, pois enxergou que estoques elevados resultam em custos maiores de produção comparados com a produção de lotes menores.

No Sistema Toyota de Produção (STP) uma série de técnicas foram concebidas para aumentar a produtividade das linhas e eliminar desperdícios na cadeia de valor, dentre elas: fluxo contínuo, produção puxada, Just in Time (JIT), redução do tempo de setups, Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), redução de desperdícios, trabalho padronizado, eventos de melhoria contínua (Kaizen), prevenção de falhas (Poka Yoke) e etc. (SCHONBERGER, 1982); (SHINGO, 1996); (OHNO, 1997); (WOMACK E JONES, 1998); (DENNIS, 2002); (ROTHER E SHOOK, 2003); (LIKER, 2004) e (LIKER, 2009).

Embora as ferramentas de Lean sejam conhecidas em grandes empresas multinacionais, ainda é restrito o número de pequenas e médias empresas brasileiras (PMEs) que aplicam a filosofia de Lean Production (LP) em suas rotinas. Alguns fatores envolvendo o baixo conhecimento das ferramentas, pouco comprometimento da liderança e falta de clareza nos objetivos são barreiras que dificultam a implantação do Lean (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2013).

A forte participação das PMEs na economia brasileira justifica a importância de se estudar e desenvolver ferramentas que se apliquem a realidade dessas empresas. Em 2014 foi

constatado, em um estudo conduzido pelo SEBRAE, que pequenas e médias empresas somaram um percentual de 99,1% do número total de empresas na indústria de transformação e adicionaram, em média, 47% de valor ao Produto interno Bruto (PIB) entre os anos de 2009 a 2011.

De acordo com Lima e Zawislak (2003) não é usual as PMEs refletirem sobre melhorias devido à escassez de recursos como tempo, pessoas e investimentos. Prova disto foi verificada em uma pesquisa da Confederação Nacional da Indústria – CNI realizada em 2013, onde 65% das empresas relataram dificuldades de se encontrar mão de obra qualificada no Brasil (CNI, 2013).

Dentre as diversas técnicas disponíveis na produção enxuta, vale destacar a ferramenta proposta por Rother e Shook (2003) denominada de Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), pois é uma técnica que permite uma rápida identificação de desperdícios no processo através de um mapa de fluxo de materiais e informações de um processo produtivo.

Uma vez que, o MFV é uma técnica descomplicada, de fácil acesso e que não necessita de grandes recursos, este trabalho visa aplicar o Mapeamento de Fluxo de Valor a realidade de uma PME de forma a apoiar na compreensão da situação atual da empresa, no que diz respeito aos excessos e desperdícios e, a partir disso, propor um estado futuro que elimine essas perdas.

1.2.Objetivo

O objetivo do presente trabalho é aplicar a técnica do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), uma ferramenta da produção enxuta, na linha de produção de uma empresa de pequeno porte, do ramo de tintas e solventes químicos, de forma a auxiliar na identificação de desperdícios e lacunas de produtividade, como também na visualização de uma situação futura que reduza o lead time total do processo.

2. REVISÃO BILIOGRÁFICA

2.1.Os conceitos de Produção Enxuta

A produção enxuta teve sua origem na empresa japonesa de carros Toyota, no final da década de 1950, época que o mercado japonês possuía uma demanda limitada e era muito fragmentado exigindo maior flexibilidade, baixo custo e confiabilidade dos produtos. Neste contexto, o engenheiro chefe da Toyota, Eiji Toyoda fez uma visita ao complexo de River Rouge da Ford para aprender sobre o sistema de produção em massa da Ford Motor Company e trazer os conceitos posteriormente para a Toyota City. Todavia, o modelo de produção em massa já não mais atendia à realidade japonesa, pois o mercado local era bem menor que o mercado americano e necessitava de maior diversidade de modelos a custos reduzidos sem comprometer a qualidade. Foi a partir de uma série de experiências que surgiram, com o administrador da Toyota Taiichi Ohno, um conjunto de técnicas inéditas para aperfeiçoar a produção e reduzir as mudas (perdas) que depois deu início ao Sistema Toyota de Produção (STP).

Os autores Womack e Jones (1992) sintetizam no clássico, A Máquina Que Mudou o Mundo, as principais vantagens da produção enxuta (Lean Manufacturing) com relação a produção em massa:

1. Maior produtividade (número de carros produzidos por horas de trabalho);
2. Menor lead time para montagem dos carros;
3. Quantidade de defeitos significativamente menor;
4. Redução no estoque de peças (média);
5. Menor espaço requerido para montagem;
6. Menores custos de produção;
7. Menor tempo no desenvolvimento de novos produtos;
8. Maior capacidade de absorver novos produtos sem comprometer a produtividade;

O STP é pautado em um conjunto de ferramentas, conceitos e técnicas enxutas que só funcionam se os princípios do Modelo Toyota forem bem compreendidos e aplicados dentro da organização. Na busca do verdadeiro estado enxuto é preciso que desde liderança aos colaboradores de chão de fábrica incorporem a cultura de melhoria contínua. De acordo, com Liker (2004) muitas empresas esbarram na integração dos 4 princípios do Modelo Toyota (Figura 1), pois preocupam-se só na aplicação das ferramentas enxutas no processo e esquece dos outros princípios como o desenvolvimento de líderes internos e basear as decisões administrativas baseadas em uma filosofia de longo prazo.

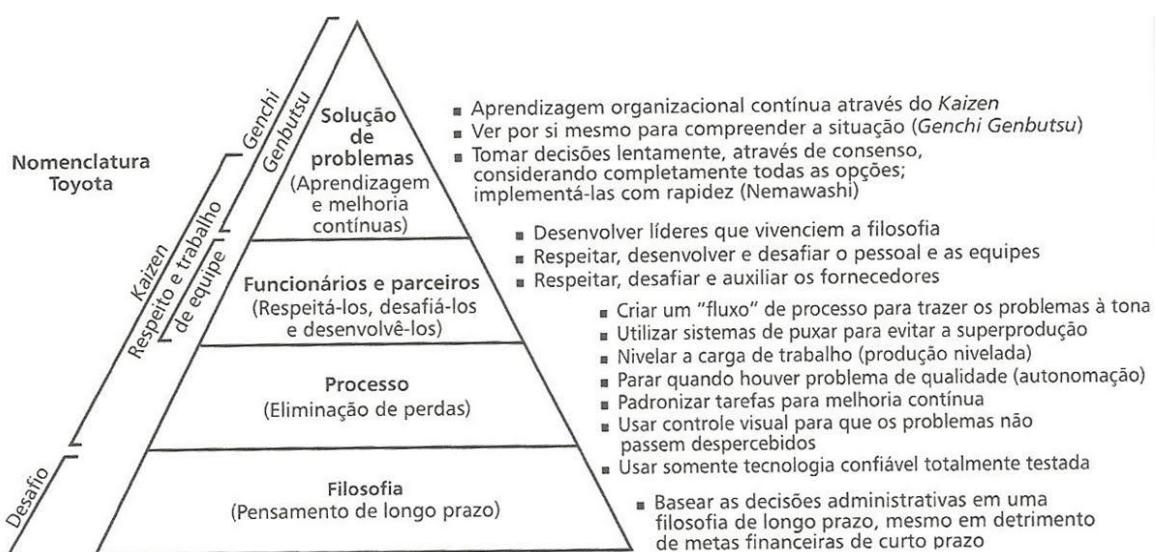


Figura 1 - O Modelo “4 Ps” do Modelo Toyota.

Fonte: LIKER (2004, p.28).

De forma semelhante, Womack e Jones (1998), cita os princípios do pensamento enxuto que são: identificação da cadeia de valor, o fluxo, produção puxada e busca incansável pela perfeição, além de técnicas enxutas como o trabalho padronizado, adequação do ritmo de trabalho, controle visual, programação puxada e fluxo contínuo.

No Sistema Toyota de Produção (STP) é constante a busca por desperdícios que não estão evidentes, uma vez que já estão incorporados na rotina de trabalho. Essas perdas de processo ou *muda* (em japonês), não contribuem para o valor percebido pelo cliente e são mais comuns que se imagina na cadeia de valor.

De acordo com Womack e Jones (1998) a cadeia de valor pode ser dividida em três principais categorias: atividades que realmente criam valor pois são percebidas no produto pelo

cliente, atividades que não criam valor, mas são necessárias para o sistema de desenvolvimento do produto (atendimento de pedidos ou produção) e, por isso, não podem ser eliminadas e, por fim, as ações que não criam valor percebido pelo cliente (essas devem ser eliminadas).

Para Shingo (1996), as atividades que agregam valor são aquelas que transformam a matéria prima modificando sua forma ou qualidade, tais como montagem de partes, soldagem e pintura. As atividades que não agregam valor reduzem a eficiência do processo, dentre elas: movimentações desnecessárias, retrabalhos e reparos de peças ou equipamentos. O número de atividades que não agregam valor pode chegar a 60% em um ambiente de manufatura (HINES E TAYLOR, 2000).

Dentro do contexto da filosofia de produção enxuta, surge o esforço não só para identificar as atividades que não agregam valor ao produto, como também eliminá-las dos processos produtivos. De acordo com Liker (2004), existem oito grandes tipos de desperdícios que podem ser encontrados em empresas não enxutas:

1. Superprodução: produção de itens para qual não há demanda;
2. Espera: tempo sem trabalho onde os operadores apenas observam a máquina, ou estão atrasados, por falta de material;
3. Transporte ou movimentação desnecessários de estoques por longas distâncias;
4. Superprocessamento ou processamento incorreto por ineficiências de projeto, equipamentos, manuseio e etc.;
5. Excesso de estoque;
6. Movimentação desnecessária dos funcionários;
7. Produção de peças defeituosas ou correção;
8. Desperdício da criatividade dos funcionários;

2.2. As Ferramentas Enxutas

O STP traz para as empresas uma ampla gama de ferramentas que auxiliam na aplicação da filosofia enxuta em situações práticas. Grande parte das técnicas surgiram na década de 60 com o “pai” da produção enxuta, Taiichi Ohno e foram aperfeiçoadas conforme a

experiência que cada empresa foi adquirindo ao longo dos anos. O Quadro 1, enumera as principais ferramentas atuais do Lean e seus objetivos.

Quadro 1- Ferramentas do Lean e seus principais objetivos.

Ferramenta ou Metodologia	Objetivo
"5 Por quês"	Determinar a causa raiz de um problema
Just in Time	Producir sem excessos de estoque
Mapeamento do Fluxo de Valor - MFV	Eliminar desperdícios
Poka-Yoke	Impedir a ocorrência de erros de fabricação
Kanban	Controle do ritmo de produção
Troca Rápida de Ferramentas - TRF	Redução do tempo de setup
Kaizen	Melhorar algum processo/procedimento
TPM	Aumentar a disponibilidade de equipamentos
"5S"	Organizar um ambiente de trabalho
Gestão visual	Monitorar e controlar desvios
Trabalho padronizado	Melhorar a qualidade do produto
Heijunka (nívelamento)	Responder melhor as oscilações de demanda

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os programas de “5S” surgiram em fábricas japonesas com o intuito de melhorar o fluxo de trabalho da manufatura. Na filosofia do “5S” diz que primeiramente deve-se separar somente o que for necessário e descartar o que não for (Seiri), organizar e identificar peças e ferramentas para facilitar a sua utilização (Seiton), manter sempre o ambiente limpo e padronizar as tarefas e procedimentos (Seiketsu) e, por fim, estar disciplinado para manter o ambiente de trabalho em processo constante de melhoria (Shitsuke).

No sistema enxuto, só é possível trabalhar em fluxo contínuo (sem estoques intermediários) se as máquinas forem confiáveis, ou seja, quebrarem pouco, defeitos próximos ao zero e, assim, evitarem interrupções não programadas na linha. No modelo Toyota, trabalha-se como o conceito de Manutenção Produtiva Total (TPM) onde os próprios operadores do chão de fábrica aprendem a limpar, inspecionar, identificar problemas e manter os equipamentos funcionando adequadamente. Segundo Liker (2004), para o sucesso deste modelo é necessário investir e capacitar a mão de obra que atuará na identificação das perdas.

O TPM está estruturado em 8 pilares focados em técnicas de manutenção preventiva e manutenção pró ativa visando melhorar a eficiência operacional de um equipamento.

Conforme mostra a Figura 2 a base do TPM é o programa 5S visto que é necessário um ambiente limpo e organizado para atingir bons indicadores de desempenho de um ou mais equipamentos.



Figura 2 - Os pilares do TPM.

Fonte: Adaptado de LEAN PRODUCTION (2016).

Em diversas situações, recomenda-se utilizar a metodologia dos “5 Porquês” ou 5W1H (em inglês) introduzida por Taiichi Ohno, que consiste em perguntar cinco vezes “por que” a fim de identificar as causas reais da perda. O 5W1H significa fazer as seguintes perguntas diante da situação problema: Quem, O quê, Quando, Onde, Por que e Como. O método de se perguntar 5 vezes os “Porquês” impede que a investigação seja terminada antes de ser identificar de fato a causa raiz do problema (SHINGO, 1996).

Não só achar a causa raiz dos problemas é importante, mas também encontrar maneiras de se evitar a ocorrência de erros ou defeitos durante a fabricação de um produto. O dispositivo utilizado em Lean Manufacturing para impedir a ocorrência de defeitos é chamado de Poka-yoke. A técnica pode ser aplicada de duas formas conforme a frequência em que se ocorre a situação de descontrole (geração de defeitos):

- **Poka-yoke de controle:** O processo paralisa até que o defeito seja corrigido;
- **Poka-yoke de advertência:** Na ocorrência de um defeito, um alerta sonoro ou visual é emitido sem parar o processo.

Além de reduzir a geração de defeitos, o Poka-yoke libera os operadores da necessidade de atenção o tempo todo com a posição das peças, montagem e etc., permitindo

que eles se concentrem nas atividades que realmente importam e demandam atenção (SHINGO, 1996). A Figura 3 apresenta um chip de celular onde foi utilizado o conceito do Poka-yoke, note que o formato do desenho da peça evita que ela seja inserida na posição incorreta.



Figura 3 - Exemplo de Poka Yoke em um chip de celular.

Fonte: GOOGLE IMAGENS (2016).

Ainda, se o objetivo é aumentar a disponibilidade de uma linha, pode-se utilizar os princípios da troca rápida de ferramentas (TRF) que trata de um conjunto de métodos para reduzir o tempo de setups dos equipamentos. O setup pode ser classificado como interno, quando as operações podem ser feitas somente quando a máquina não estiver funcionando, ou de setup externo quando as operações são executadas durante o funcionamento da máquina. A principal técnica do TRF é transformar os tempos de setup interno em externos e com isso reduzir os tempos para menos de 5% dos tempos iniciais (SHINGO, 1996).

Juntamente com as técnicas do Lean surgem os sistemas de controle visual, que são dispositivos de comunicação usados no ambiente de trabalho para dizer às pessoas como o trabalho deve ser executado e se há algum desvio de padrão na linha, garantindo a execução rápida e adequada de operações e de processos (LIKER, 2004). A comunicação visual pode ser feita através de quadros, relatórios, computadores e etc.

No Sistema Toyota de Produção um exemplo de controle visual muito utilizado é o sistema kanban que funciona a partir de cartões com informações do produto, quantidades a serem produzidas (kanban de produção) ou instruções sobre o transporte e armazenagem (kanban de movimentação) (Figura 4). O sistema de kanban foi inspirado no sistema de supermercados onde o material é reposto nas prateleiras somente após a venda, logo permite se trabalhar com estoques reduzidos. Além do mais, esse sistema facilita a aplicação do conceito de Just-in-Time (JIT) para que a cadeia de valor funcione de maneira contínua, ou seja, só é produzido o que for necessário e na quantidade necessária.

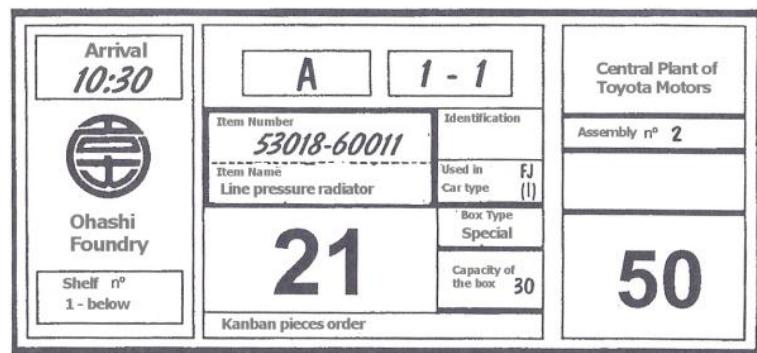


Figura 4 - Exemplo de um kanban usado pela Toyota.

Fonte: OHNO (1997, p.46).

2.3.Mapeamento de Fluxo de Valor

O mapeamento do fluxo de valor (MFV) é uma ferramenta essencial para aplicação dos conceitos enxutos nas empresas, Rother e Shook (2003) apontam os por quês o MFV é primordial para a aplicação do Lean:

1. Ajuda na visualização a interação dos processos individuais (montagem, solda e etc.), ou seja, você pode enxergar o fluxo;
2. Ajuda na identificação as fontes de desperdícios no fluxo de valor;
3. Apresenta linguagem de fácil compreensão para tratar dos processos de manufatura;
4. Junta conceitos e técnicas enxutas;
5. Funciona como referência para um plano de implantação enxuta;
6. Permite visualizar a relação entre o fluxo de informação e fluxo de material;
7. É uma ferramenta qualitativa que ajuda a enxergar como a unidade deveria ser operada para gerar valor.

No entendimento de Liker (2004) mapear o fluxo de valor, acompanhando o fluxo do material ou informação ao longo do processo, é o primeiro passo para o pensamento enxuto.

Além de o MFV ser uma ferramenta que ajuda a enxergar o fluxo com a visão do estado mais enxuto possível, a técnica serve como uma ferramenta de comunicação, de planejamento de negócios e para gerenciar o processo de mudança dentro da empresa (ROTHER E SHOOK, 2003).

O desenvolvimento do mapeamento de fluxo de valor inicialmente segue as etapas apresentadas na Figura 5.

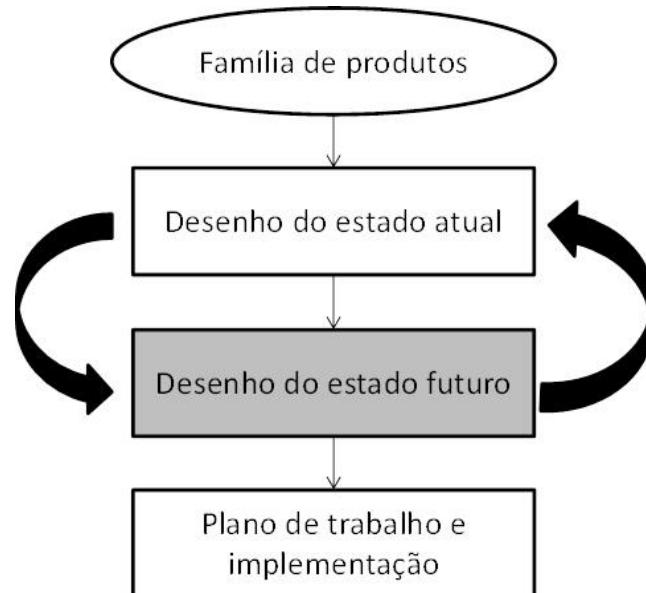


Figura 5 - Etapas iniciais do MFV.

Fonte: ROTHER E SHOOK (2003, p.9)

O processo se inicia com a escolha de uma família de produtos, pois seria inviável do ponto de vista de tempo e recursos mapear todos os produtos da empresa. Uma saída para reduzir os esforços é agrupar os produtos em famílias em uma matriz (vide Figura 6) através da semelhança entre os processos de fabricação, dessa forma, pode-se trabalhar com essa família no desenvolvimento do MFV.

		Etapas de Montagem & Equipamentos							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUTOS	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Uma Família de Produtos

Figura 6 - Matriz com as etapas de montagem e equipamentos.

Fonte: ROTHER E SHOOK (2003, p.6).

Após a escolha da família de produtos, o próximo passo é o desenho do estado atual da empresa que começa no chão de fábrica, ou no nível “porta a porta” da planta. O mapeamento se inicia interpretando as demandas dos clientes passam por todos os processos básicos de fabricação até chegar aos fornecedores de matéria prima (fronteiras do mapa). Também é levado em conta no mapa o fluxo de informações (ordens de produção, pedidos, previsões e etc.), assim é possível ver o fluxo completo da fábrica.

Segundo Rother e Shook (2003), iniciar o mapeamento pela a demanda dos clientes (área crítica) evita o risco de melhorar um fluxo de valor que não gera valor percebido para o consumidor. Ainda os autores apontam dicas importantes para serem utilizadas durante a construção do mapa:

1. Sempre coletar as informações do estado atual enquanto caminhar junto aos fluxos reais de material e informação;
2. Começar com uma rápida caminhada por todo o fluxo de valor “porta a porta”, depois volte e reúna as informações de cada um dos processos;
3. Comece pela expedição final e em seguida nos processos anteriores;
4. Vá até onde processo acontece e entenda e cronometre pessoalmente o tempo da atividade ao invés de se basear em indicadores.
5. Mapeie você mesmo o fluxo completo de valor para uma maior compreensão;

6. Sempre desenhe a mão e a lápis para permitir um melhor entendimento do fluxo de informação e material.

É importante dar atenção para a qualidade das informações coletadas, visto que, o mapa futuro será desenhado a partir das informações do mapa atual.

Para facilitar o entendimento no desenho do mapa são utilizados ícones, como as caixas de processo, que podem representar as estações de trabalho além de trazer dados típicos da atividade. O fluxo de material, fluxo de informações e ícones gerais são representados por ícones e símbolos na construção do MFV, alguns deles estão representados na Figura 7 e esquematizados na Figura 8.

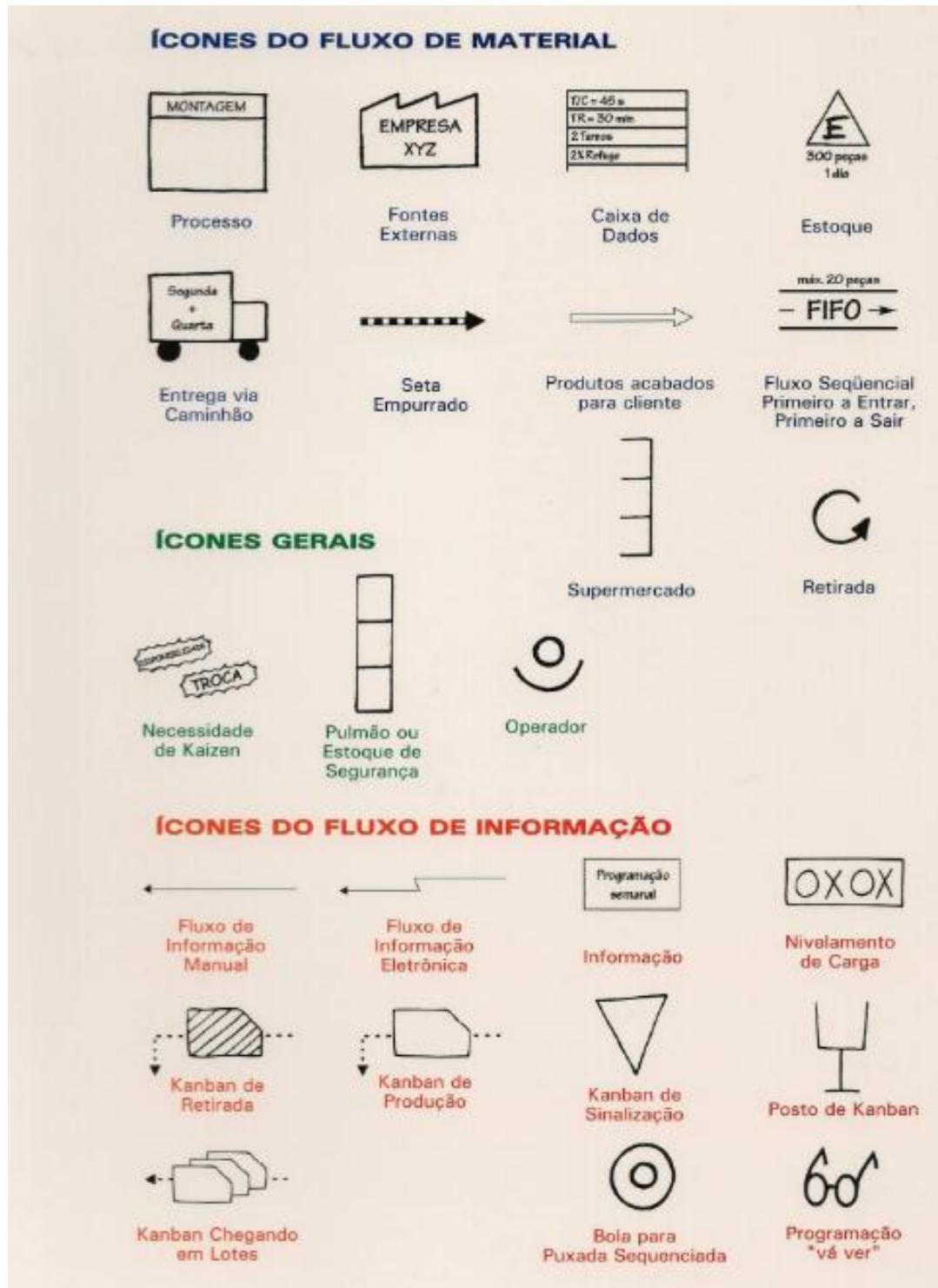


Figura 7 - Ícones do Mapeamento do Fluxo de Valor.

Fonte: ROTHER E SHOOK (2003, Apêndice C).

Um exemplo de MFV para uma estamparia pode ser visto na Figura 8:

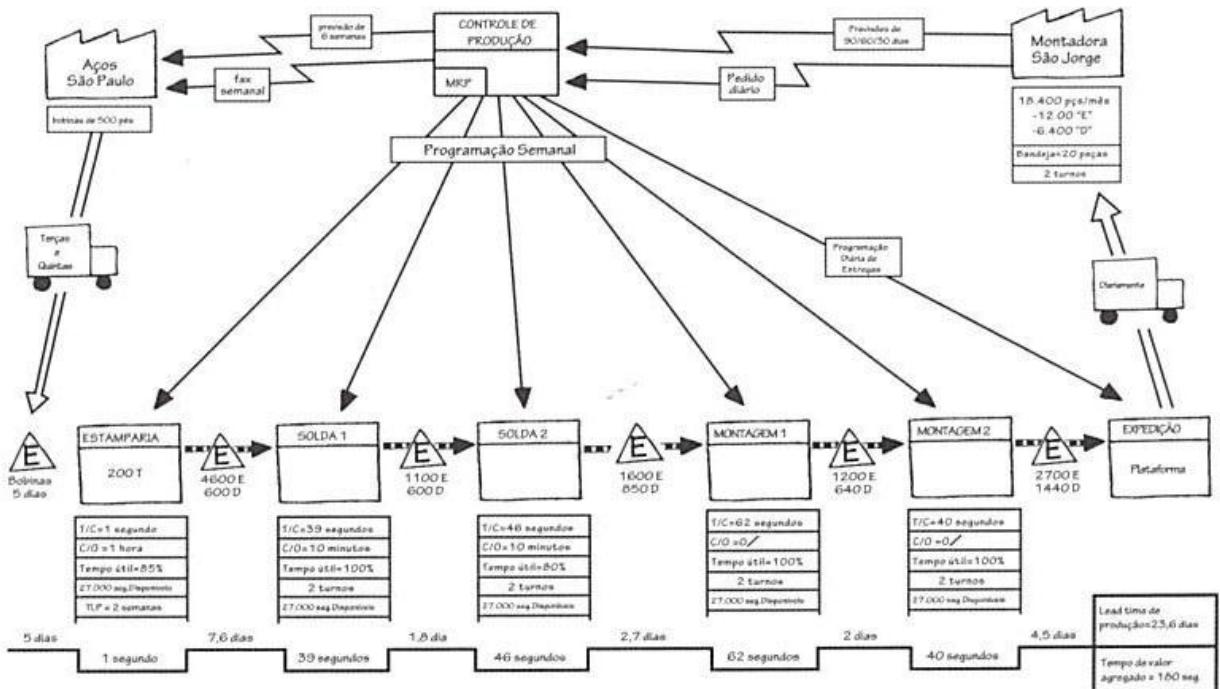


Figura 8 - MFV atual de uma estamparia.

Fonte: ROTHER E SHOOK (2003, p.33).

Como se pode perceber na Figura 8, o fluxo de material é desenhado da esquerda para a direita, na parte de baixo do mapa, na sequência das etapas dos processos e não segue necessariamente o layout físico da planta. Ao passo que, o fluxo de informação é desenhado da direita para a esquerda na parte superior do mapa.

Algumas métricas de Lean são representadas no MFV (ROTHER E SHOOK, 2003):

Tempo de ciclo (T/C): É a frequência com que uma peça ou produto é completada em um processo.

Tempo de agregação de valor (TAV): Tempo dos elementos de trabalho que transformam um produto de uma maneira que o cliente está disposto a pagar.

Disponibilidade: tempo total disponível por turno menos os minutos de descanso, reuniões e tempo de limpeza.

Tempo de troca (TR): tempo para mudar a produção de um tipo de produto para outro.

Pitch: unidade básica de uma família de produto para programação da produção.

Lead time (L/T): tempo que uma peça leva para mover-se ao longo de todo um processo ou fluxo de valor, do começo até o fim.

Takt time: é a frequência com que você deve produzir uma peça ou produto, baseado no ritmo das vendas, para atender a demanda dos clientes. É dado pela razão entre o tempo disponível de trabalho por turno pela demanda do cliente por turno (Equação 1):

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

Heijunka box: Quadro utilizado para o nivelamento do mix de produtos e carga de produção. Geralmente é formado por uma fileira de escaninhos com cartões kanban para cada intervalo pitch (baseado no takt time) e uma fileira de escaninhos para o kanban de cada tipo de produto (Figura 9).

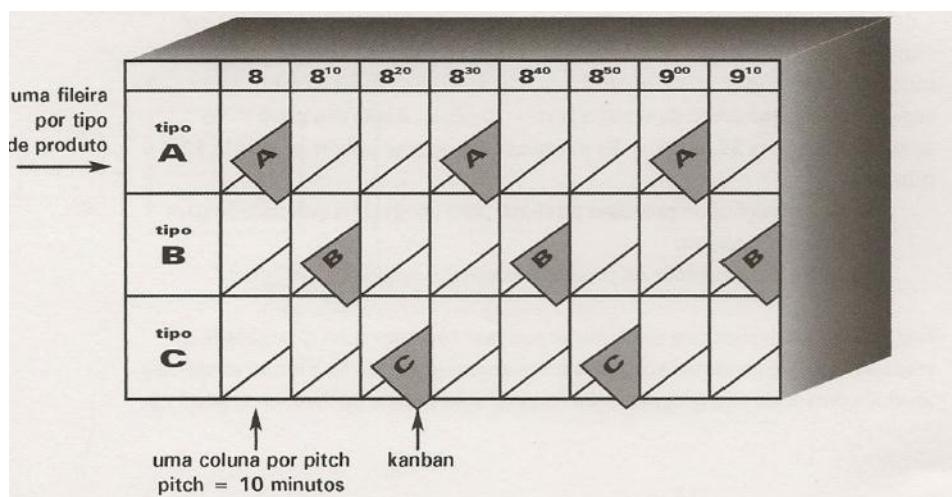


Figura 9 - Heijunka Box.

Fonte: ROTHER E SHOOK (2003, p.52).

O mapeamento do fluxo de valor permite enxergar os desperdícios além do óbvio e encontrar soluções que aperfeiçoem o todo evitando melhorias locais. De acordo com Rother e

Shook (2003), a fonte mais preocupante dos desperdícios é a superprodução, pois é a causa dos demais tipos, como retrabalhos, estoques altos, aumento do lead time, horas extras, custos desnecessários entre outros.

Para Shingo (1996), a superprodução pode ser de duas formas, quantitativa quando é feito mais produto do que o necessário ou antecipada quanto o produto é feito antes que ele seja necessário.

De forma a tornar o fluxo de valor mais enxuto é preciso construir um processo para fazer conforme o ritmo de que o próximo processo necessita. A ferramenta utilizada para atender tal objetivo é o mapa do estado futuro onde os processos são desenhados de forma puxada de modo a eliminar os excessos de produção e demais desperdícios conduzindo o processo para o estado de fluxo contínuo. Além disso, a ferramenta funciona como um plano para ajudar na implantação de técnicas de Lean empresa.

Para auxiliar na construção do mapa do estado futuro, Rother e Shook (2003) destacam 8 questões chaves:

1. Produzir de acordo com o takt time;
2. Desenvolver um fluxo contínuo onde for possível;
3. Use supermercados para controlar a produção onde o fluxo contínuo não se estende aos processos fluxo acima;
4. Tentar enviar a programação do cliente somente para um processo de produção (processo puxador);
5. Distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente no decorrer do tempo no processo puxador (nívelar mix);
6. Nívelar o volume de produção;
7. Procurar fazer “toda peça todo dia” nos processos de fabricação anteriores ao processo puxador;
8. Implantar melhorias nos equipamentos e procedimentos necessárias.

2.4.Curva ABC

A curva ABC, também conhecido como o princípio do 80-20, tem como base o teorema do economista italiano Vilfredo Pareto que em 1897 conduziu um estudo sobre a distribuição de renda e riqueza entre a população e constatou que apenas uma pequena parcela da empresa, 20%, concentrava 80% da riqueza.

Ao longo dos anos, o princípio de Pareto foi aplicado em diversas ocasiões dentro de organizações pois ajuda a classificar quais são os produtos, clientes ou fornecedores que são realmente importantes para o resultado da companhia (POZO, 2002); (DIAS, 2011).

Em uma curva típica ABC são considerados como itens classe A aqueles de maior importância pois correspondem, em média, a apenas 20% dos itens avaliados e representam em torno de 80% do percentual total da variável em estudo (estoque, faturamento, custo e etc.). Os itens classe B são itens de importância intermediária e representam até 30% dos itens avaliados e a 15% do percentual total. Por último, os itens de menor importância, mas com grande volume e quantidades, pois correspondem a 50% dos itens e apenas a 5% do percentual total, são classificados como itens classe C (POZO, 2002).

A Figura 10 ilustra um exemplo de curva ABC com base no percentual acumulado do valor de consumo anual.

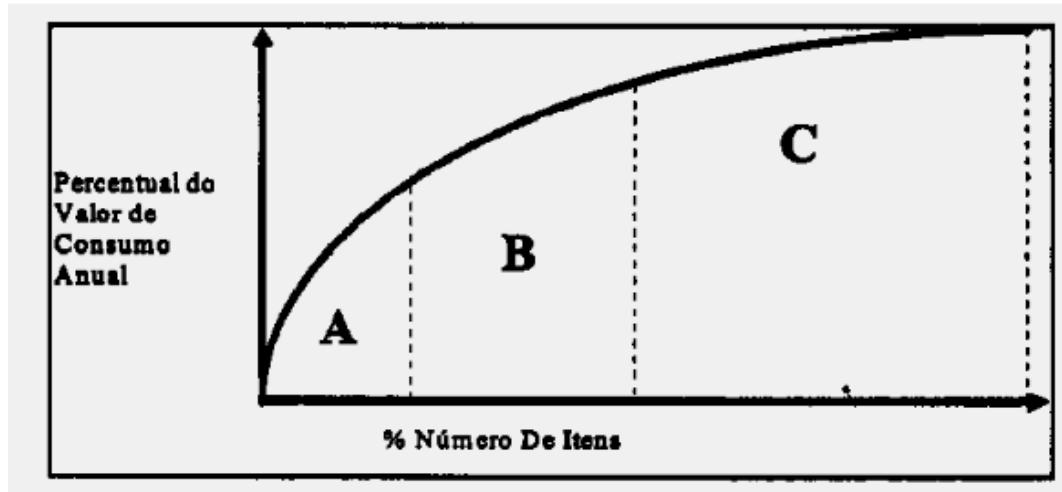


Figura 10 - Curva típica ABC

Fonte: PEREIRA (2009).

Segundo Viana (2002) a construção de uma curva ABC é feita em três principais etapas: elaboração da tabela mestra, construção do gráfico e interpretar no gráfico cada faixa de classe a partir dos percentuais e quantidades.

Adicionalmente, Gonçalves (2010) mostra que os recursos de TI, como planilhas eletrônicas ou softwares de sistemas de gestão, são ferramentas que facilitam a construção de curvas ABC.

De acordo Martins e Alt (2002) os produtos também podem ser classificados em ABC conforme sua criticidade na cadeia de produção e fornecimento,

os itens podem ser classificados em três classes também na criticidade, cuja classe A refere-se aos itens que a falta provoca a interrupção da produção dos bens e serviços e a substituição é difícil e sem fornecedor alternativo, a classe B refere-se aos itens cuja falta não provoca efeitos na produção de bens e serviços no curto prazo, e que, os demais itens se classificam como C.

Para Moreira (2009), uma das aplicações da técnica ABC é feita na separação de estoques de uma empresa em três grandes grupos (A, B e C) de acordo com a demanda anual. Essa metodologia de segregação em classes permite focar nos itens que realmente precisam de um tratamento diferenciado.

Além dessas opções, o conceito de curva ABC abrange quaisquer situações onde é preciso priorizar atividades, conforme enuncia Viana (2002),

método cujo fundamento é aplicável a quaisquer situações em que seja possível estabelecer prioridades, como uma tarefa a cumprir mais importante que outra, uma obrigação mais significativa que outra, de modo que a soma de algumas partes dessas tarefas ou obrigações de importância elevada representa, provavelmente, uma enorme parcela das obrigações totais.

3. METODOLOGIA

3.1. Apresentação dos métodos de pesquisa.

Uma pesquisa tem por objetivo reunir o maior número de informações e fatos que ajudem a compreender um determinado problema.

Silva e Menezes (2005) define pesquisa como:

“... um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos. A pesquisa é realizada quando se tem um problema e não se têm informações para solucioná-lo.”

De acordo com Gil (2002) alguns elementos estão frequentes em um projeto de pesquisa, começando pela formulação do problema e de hipóteses, planejamento da execução, coleta de dados e, por fim, a análise dos dados obtidos. Um resumo deste fluxo pode ser esquematizado conforme o diagrama de pesquisa da Figura 11:

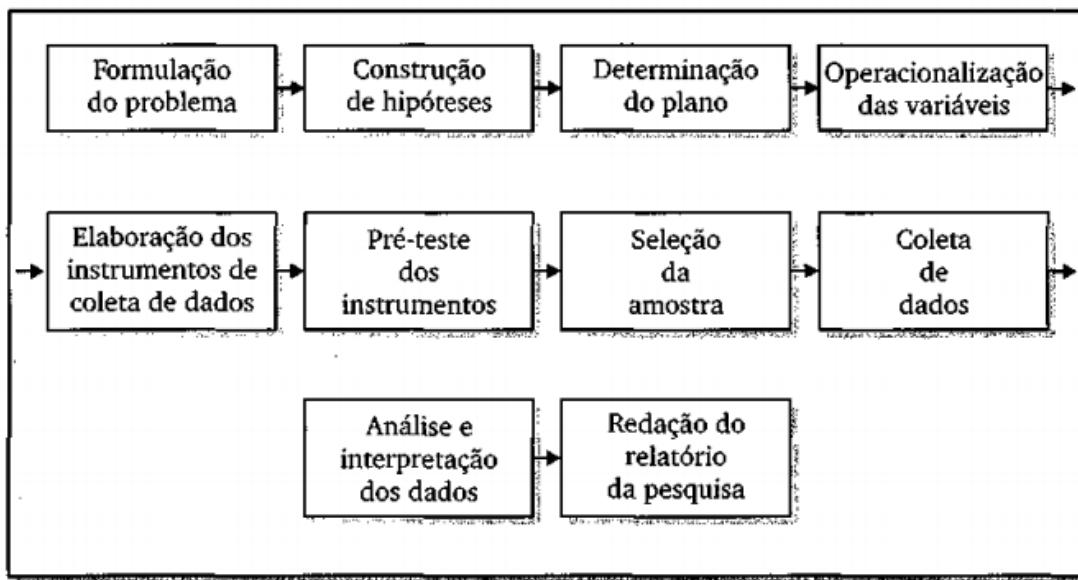


Figura 11 – Diagramação da Pesquisa.

Fonte: GIL (2002, p.21)

Ainda, Gil (2002) mostra que existem três grandes grupos de pesquisa de acordo com seus objetivos principais. O primeiro tipo é a pesquisa exploratória que tem por objetivo tornar o problema mais familiar e usualmente é feita por meio de pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Em seguida vem à pesquisa descritiva que visa principalmente à descrição de características de uma determinada população ou fenômeno e geralmente são realizados na forma de levantamentos. Por fim, tem-se o modelo de pesquisa explicativa que tem por objetivo identificar os fatores que determinam ou explicam a ocorrência de um determinado fenômeno e comumente são feitas pesquisas experimentais ou ex-post facto. Além de classificar as pesquisas em três grupos, existem elementos específicos para operacionalizar o delineamento da pesquisa e coleta de dados. O delineamento, que pode ser definido como planejamento amplo da pesquisa, pode ser feito pela consulta a outros materiais (pesquisa bibliográfica e documental) ou através da coleta de dados de pessoas, experimentos ou de forma empírica (pesquisa experimental, pesquisa ex-post facto, levantamento, estudo de campo, pesquisa-ação e estudo de caso).

Neste trabalho foram adotadas metodologias de pesquisa da pesquisa bibliográfica e pesquisa-ação que serão melhor exploradas a seguir.

3.2. Método de Pesquisa bibliográfica

O ponto de partida para este presente trabalho foi o da pesquisa bibliográfica que pode ser compreendida por um processo que passa por diversas etapas, dentre elas (GIL, 2002):

1. Escolha do tema;
2. Levantamento bibliográfico preliminar;
3. Formulação do problema;
4. Elaboração do plano provisório de assunto;
5. Busca das fontes;
6. Leitura do material;
7. Fichamento;
8. Organização lógica do assunto;
9. Redação do texto.

A primeira etapa é o da escolha do tema que está relacionado a área de interesse da pesquisa. É preciso evitar nesta fase a escolha de temas gerais onde nos quais podem deixar a pesquisa muito longa ou inconclusiva.

Após a escolha de um tema é recomendado realizar um estudo exploratório para estar mais familiarizado com o assunto além de ajudar na delimitação da situação do problema. Um bom levantamento bibliográfico preliminar ajuda na etapa seguinte de formulação do problema visto que, a reflexão diante dos assuntos levantados trará uma definição da problemática mais clara e assertiva.

O próximo passo, após formular o problema, é a da elaboração do plano provisório do assunto que consiste na organização sistemática das diversas partes que compõem o objeto de estudo (GIL, 2002). Em outras palavras o plano é formado por uma série de tópicos, alguns já detalhados, que se pretende dá ênfase durante o andamento da pesquisa.

Em sequência do levantamento bibliográfico e formulação do problema, começa a busca das fontes bibliográficas necessárias para a construção do trabalho de pesquisa. Gil (2002) recomenda nesta etapa a consulta de especialista ou pesquisadores da mesma área afim para ajudar na seleção de bons materiais. Em adição pode-se também consultar obras de

referência, teses e dissertações, periódicos científicos, anais de eventos e etc., por meio de bibliotecas de universidades ou através de sistemas de busca em base de dados via internet.

A partir de um bom material bibliográfico reunido para a consulta, começa a etapa de leitura de todo este material a fim de selecionar os principais pontos de interesse ao trabalho. Segundo Gil (2002) os principais objetivos da leitura são:

- Identificar as informações e dados do material impresso;
- Estabelecer relações entre as informações e dados obtidos como o problema proposto;
- Analisar a consistência das informações e dados apresentados pelos autores.

E conforme se desenvolve a leitura é recomendado registrar os pontos de destaque da leitura em anotações (“fichamento”) para depois serem consultados na hora de redigir o texto. Organizar as informações em ordem lógica facilita o processo de organizar as ideias e evita o desperdício de tempo procurando os registros. A última etapa da pesquisa bibliográfica é o da redação do relatório contendo as informações já abordadas nas etapas anteriores.

3.3. Metodologia de Pesquisa-Ação

Outra metodologia de pesquisa é a pesquisa-ação, que pode ser definida como Thiollent (1986):

“...um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em uma estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.”

Para Tripp (2005), a pesquisa-ação é forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisas bem conceituadas para melhorar as situações vivenciadas na prática.

O delineamento da pesquisa-ação é bastante flexível e não segue uma ordem cronológica exata, assim podem-se elencar alguns grupos de atividades:

- Fase exploratória;
- Formulação do problema;
- Construção de hipóteses;
- Realização do seminário;
- Seleção da amostra;
- Coleta de dados;
- Análise e interpretação dos dados;
- Elaboração do plano de ação;
- Divulgação dos resultados.

Uma vez que o pesquisador estará envolvido de modo cooperativo para promover soluções inovadoras, atrelando a teoria com a prática, este trabalho será pautado nesta metodologia. Para atender os objetivos, de aplicar uma ferramenta em um ambiente fabril, a pesquisa será feita em dois procedimentos que acontecerão de forma simultânea durante todo o trabalho: pesquisa bibliográfica e pesquisa-ação.

3.4. Apresentação do estudo de caso

O objeto deste estudo de caso é uma empresa familiar de médio porte fundada em 1993 e localizada no município de Pederneiras, São Paulo. A empresa em estudo é hoje uma das principais empresas nacionais no segmento de Thinner e Solventes. No ano de 2015 o faturamento total ficou em torno de 20 milhões somando as duas unidades da empresa (matriz e recuperadora de tambores).

Na unidade matriz da empresa são produzidos em média 9.000 litros/dia entre produtos como solventes para limpeza, solventes para pintura, removedores, impermeabilizantes e etc.

Em 2016 foi inaugurada uma nova unidade com o objetivo de recuperar 8000 litros/dia de solvente contaminado. A utilização do logística reversa, através da recuperação de solventes que antes eram descartados, representa um importante passo para o crescimento orgânico da empresa.

3.5.Panorama do setor de tintas e solventes

O mercado nacional de tintas, solventes e vernizes é de grande importância no Brasil e hoje já ocupa a sexta posição de mercado no mundo. Em 2015, o faturamento do setor ficou em US\$ 3,054 bilhões com um volume produzido em torno de 1,3 bilhões de litros (ABRAFATI, 2016). Ainda o setor concentra as suas atividades em 3 importantes segmentos: imobiliário, automotivo e indústria de manufatura, sendo que o setor imobiliário representa 80% do volume consumido.

Embora o setor vinha crescendo próximo do PIB até 2014, nos últimos anos o mercado retraiu -5,6% devido as instabilidades políticas, altas taxas de juros, câmbio elevado e o mercado de construção estagnado. Tudo isso afetou diretamente empresas do mercado doméstico, principalmente as de pequeno e médio porte. Logo, as empresas que desejam passar pelo momento de “crise” e retomar o crescimento nos próximos anos precisam ser mais eficientes e inovadoras em seus processos, por isso, será aplicado a técnica do MFV em uma empresa deste setor e avaliada a sua eficácia.

3.6. Definição de Pequenas e Médias Empresas (PMEs)

As pequenas e médias empresas (PMEs), podem ser classificadas por meio de dois critérios: número de pessoas ocupadas ou pela receita auferida (SEBRAE, 2014). No presente estudo foi utilizado o primeiro critério, ou seja, pelo número de pessoas ocupadas na indústria. Conforme se observa na Figura 12, as empresas com um número de pessoas ocupadas na faixa de 20 a 99 são classificadas como de pequeno porte, na faixa de 100 a 499 são consideradas de médio porte e, por fim, as de grande porte acima de 500 pessoas.

PORTE	ATIVIDADES ECONÔMICAS	
	SERVIÇOS E COMÉRCIO	INDÚSTRIA
MICROEMPRESA	ATÉ 09 PESSOAS OCUPADAS	ATÉ 19 PESSOAS OCUPADAS
PEQUENA EMPRESA	DE 10 A 49 PESSOAS OCUPADAS	DE 20 A 99 PESSOAS OCUPADAS
MÉDIA EMPRESA	DE 50 A 99 PESSAS OCUPADAS	DE 100 A 499 PESSOAS OCUPADAS
GRANDE EMPRESA	ACIMA DE 100 PESSOAS	ACIMA DE 500 PESSOAS

Figura 12 - Critérios para classificação do porte da empresa.

Fonte: SEBRAE, (2014 p.23).

O estudo de caso foi conduzido em uma indústria que possui, em seu quadro de colaboradores, aproximadamente 30 pessoas. Logo, utilizando o critério de número de pessoas ocupadas a empresa se enquadra na categoria de empresa de pequeno porte.

3.7.Desenvolvimento da proposta

O estudo se desenvolveu em conjunto com os líderes de produção, comercial, expedição e suprimentos da empresa. O trabalho passou por diversas etapas totalizando 5 meses conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - Etapas de desenvolvimento do trabalho.

Etapas	Duração
Introdução ao trabalho	2 semanas
Evolução do referencial teórico	2 meses
Primeira visita de apresentação	1 dia
1ª Reunião de acompanhamento	1dia
1ª Coleta de dados	1 semana
2ª Reunião de acompanhamento	1 dia
2ª Coleta de dados	3 dias
3ª Reunião de acompanhamento	1 dia
Construção dos MFV	3 semanas
Discussão dos resultados	1 mês
Reunião de fechamento	1 dia
Finalização e apresentação para os envolvidos	1 semana

Primeiramente foram feitas algumas visitas na fábrica para conhecimento do processo e familiarização com as pessoas envolvidas no projeto. Na primeira visita foi feita apenas uma apresentação do projeto de trabalho a diretoria da empresa e também para o conhecimento das instalações da empresa. Nas próximas visitas foram coletados os dados no chão de fábrica utilizando-se um cronômetro e um caderno de anotações. Em grande parte do tempo, o supervisor de produção acompanhou as visitas para esclarecimento de dúvidas. No final de cada dia eram feitos fechamentos com os envolvidos da empresa para comentar sobre os principais pontos de destaque observados ao longo do jornada.

De posse de todos os dados da empresa necessários para a construção dos mapas, iniciaram-se as etapas de definição da família de produtos, construção do mapa de valor da

situação atual e o desenho da situação futura da empresa. Essas etapas que serão melhor detalhadas nas próximas seções deste trabalho.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Escolha da família de produtos

Logo na primeira visita a empresa percebeu-se a grande complexidade de previsão de demanda e controle de produção devido ao amplo portfólio de produtos da empresa. Ao todo, a empresa fabrica mais de 50 tipos de produtos para distintos setores (industrial, limpeza, gráfico, imobiliário e etc.). Além disso, cada produto pode ser embalado em até 6 configurações de embalagens: 900 ml, 1 litro, 5 litros, 18 litros, 200 litros (tambor) e 1000 litros (container) totalizando aproximadamente 200 produtos.

Para ajudar na priorização dos produtos foi construída uma curva ABC para todos os itens com base no volume de vendas mensal em litros (Figura 13).

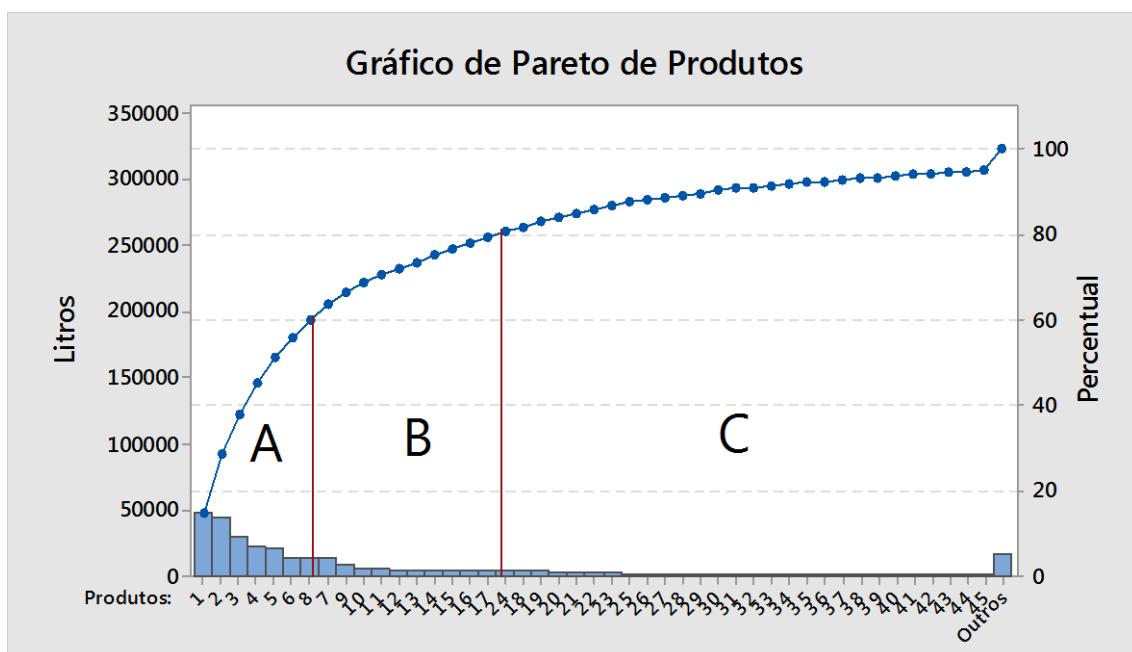


Figura 13 - Curva ABC para os principais produtos da empresa estudada.

Conforme pode-se observar na Figura 13, são considerados produtos classe A os 8 primeiros itens, que correspondem a um pouco mais que 60% do volume total de vendas, devido a sua importância para a empresa. Os 16 produtos seguintes, que correspondem a cerca de 80% do volume acumulado de vendas, foram considerados produtos classe B. Os demais produtos, que somam uma grande quantidade de itens, mas com menor representatividade nas vendas, foram considerados produtos classes C.

Após classificar os produtos em A, B e C construiu-se uma matriz de produtos e processos para somente para os produtos de classe A e B (Tabela 1).

Tabela 1 - Matriz de produtos e processos da empresa estudada para produtos classe A e B.

Produtos	Volume (%)	Pareto (%)	Classe	Processo		
				Impressão	Reator	Envase
THINNER 216	14,9%	14,9%	A	X	X	X
THINNER 280	14,0%	28,8%	A	X	X	X
ÁGUA RÁS	9,2%	38,0%	A	X	X	X
ALCOOL 151	7,1%	45,2%	A		X	
THINNER 125	6,3%	51,4%	A	X	X	X
THINNER 155	4,3%	55,7%	A	X	X	X
ALCOOL 145	4,0%	59,7%	A		X	
QUEROSENE	4,3%	63,9%	A	X	X	X
THINNER 216 EXTRA	2,8%	66,7%	A	X	X	X
NOVA MISTURA	2,1%	68,8%	B		X	
THINNER 148	1,7%	70,5%	B	X	X	X
ÁLCOOL 182	1,5%	72,1%	B		X	
XILENO	1,5%	73,6%	B		X	
THINNER 216 EXTRA	1,5%	75,1%	B	X	X	X
THINNER 120	1,4%	76,6%	B	X	X	X
THINNER 280 R	1,4%	78,0%	B	X	X	X
THINNER 237	1,4%	79,4%	B	X	X	X
THINNER 116	1,2%	80,6%	B	X	X	X

A Tabela 1 mostra que grande parte dos produtos classe A e B, que somam em torno de 80% do volume faturado no mês, passam por três processos em comum: impressão, reação e envase. Em vista disso, foi selecionada a família de produtos que passam por esses três processos e são envasados nos seguintes volumes: 900 ml, 1 L, 5 L e 18 L.

4.2. Mapeamento do fluxo de valor atual

A construção do mapa de valor atual da empresa iniciou-se com uma visita ao setor de expedição da fábrica para entender como são feitos os pedidos e entregas. Os produtos acabados são armazenados em estantes de aço por tipo de produto, sendo que a mercadoria fica, em média, 15 dias parada no estoque.

Os itens acabados são carregados diariamente em caminhões do tipo baú da própria empresa também por colaboradores internos. Ainda, no mesmo caminhão é feito um mix de diversos tipos de produtos e embalagens como caixas, pallets, tambores ou containers conforme a logística de entrega determina. Por consequência, o mesmo transporte é utilizado para atender diversos tipos de clientes da empresa ao longo do dia.

Na sequência visitou-se os processos de fabricação dos solventes químicos, onde foram concentrados os esforços para uma coleta fidedigna dos dados.

A de fabricação dos solventes começa em um reator químico de agitação mecânica, onde são adicionados os reagentes químicos em proporções estequiométricas predefinidas para cada tipo de produto. Cada reagente é armazenado em tanques localizados na área externa da planta para atendimento de normas de segurança da empresa. Dessa forma, o processo de bombeamento de todos os reagentes necessários para fabricação de um produto leva, em média, 30 min até completar o volume de 4.000 litros. Após o bombeamento, é necessário a homogeneização dos reagentes que dura em torno de 5 min, sendo que, após a mistura, é preciso de mais 25 min para transferir todo o produto do reator até dois tanques pulmão, com capacidade de 2.000 litros, para depois ser utilizado no envase.

O reator químico e o processo de envase estão posicionados em locais próximos na planta conforme ilustra a Figura 14.



Figura 14 - Linha de Envase e Reator.

O envase dos produtos é feito em três etapas básicas: primeiro o produto é bombeado, por mangueiras e bicos, de modo a preencher as latas vazias. Em seguida, com o auxílio de um pistão, são posicionadas tampas nas latas para evitar o vazamento durante o manuseio. Por último, as latas cheias são dispostas em caixas de papelão e lacradas. A linha pode envasar latas de diversos volumes (900 ml, 1L, 5 L e 18L). Porém, conforme os volumes envasados são alterados para cada tipo de embalagem, o número de recursos e o tempo de setup também variam. Dentre todos os tipos de embalagem avaliados, o processo que demanda o maior número de recursos é o de envase de latas de 900 ml, pois a quantidade de latas processadas na linha por minuto aumenta consideravelmente comparada com as outras configurações. Em média, são envasadas 32 latas de 900 ml por minuto com 3 pessoas dedicadas. O equipamento de envase tem poucas quebras e pode-se dizer que a confiabilidade do equipamento está em torno de 95%. Visto que, a linha de envase de 900 ml é o ponto de restrição da fábrica em estudo, escolheu-se essa linha para representação no MFV

Após o envase, as caixas são armazenadas em pallets de até 35 posições e depois levadas para o estoque de produto acabado.

Durante a visita ao depósito de materiais, que está localizado em um barracão anexo da empresa, observou-se um enorme volume de latas (vide Figura 15).



Figura 15 - Estoque de latas vazias.

Segundo o responsável pela área, o estoque é mantido elevado devido ao lote mínimo de compra negociado com o fornecedor. Além do mais, o fornecedor atual pede no mínimo 30 dias para atender uma solicitação de compra.

No mesmo espaço físico onde estão guardadas as latas, encontra-se a linha de impressão de latas. Basicamente, o processo de impressão consiste em posicionar as latas em uma esteira automática que possui um sistema que imprime o código do produto e informações sobre o lote de fabricação (Figura 16-a).

Vale dizer que, este processo é utilizado somente para as latas de 900 ml, 1 L e 5 L. As latas impressas são armazenadas em gaiolas com capacidade para até 630 latas de 900 ml ou 329 latas de 5 L (Figura 16-b). As gaiolas são transportadas por uma empilhadeira até o processo de envase.



Figura 16 - Máquina de impressão de latas (a); Gaiola de latas (b).

O fluxo de informações também foi considerado para a construção do MFV atual da empresa.

Diariamente, a fábrica recebe pedidos dos clientes via e-mail, telefone ou através vendedores externos. A partir dessas informações e quantidades em estoque, o departamento de controle de produção (PCP) faz a programação diária e envia ordens para a produção e expedição. As informações sobre os níveis de estoque de matéria prima também são enviadas pelo PCP ao departamento de suprimentos que entra em contato com o fornecedor para negociar os próximos pedidos.

Com base em dados dos últimos 6 meses de vendas e produção foi calculada a demanda média de litros para cada tipo de embalagem. O somatório da demanda diária (considerando 20 dias úteis de produção), de todas as embalagens, é de 9.125 litros, dos quais 3.975 litros correspondem a embalagens de 900 ml, 2.750 litros são de embalagens de 5 L e 2.400 litros são de embalagens de 18L, conforme mostra a Tabela 2:

Tabela 2 - Demanda de volume por tipo de embalagens.

Embalagem	Volume Mensal	Unidades Mensal	Volume/dia	Unidades/dia
900 ml	79.500	84.056	3.975	4.203
5L	55.000	11.000	2.750	550
18L	48.000	2.667	2.400	133
Total	182.500	97.722	9.125	4.886

Posto isso e sabendo que a empresa opera com apenas um turno de 8 horas com uma parada de 1h e 30 min para almoço, o tempo disponível para trabalho por turno é de 6h e 30 min ou 23.400 segundos. Todavia, a produção perde algum tempo com movimentações, preparação, telefones, reuniões e etc.; logo, o tempo disponível operacional é de 20.000s.

De posse de todas as informações foi possível elaborar o Mapa de Fluxo de Valor atual da empresa estudada, conforme a Figura 17.

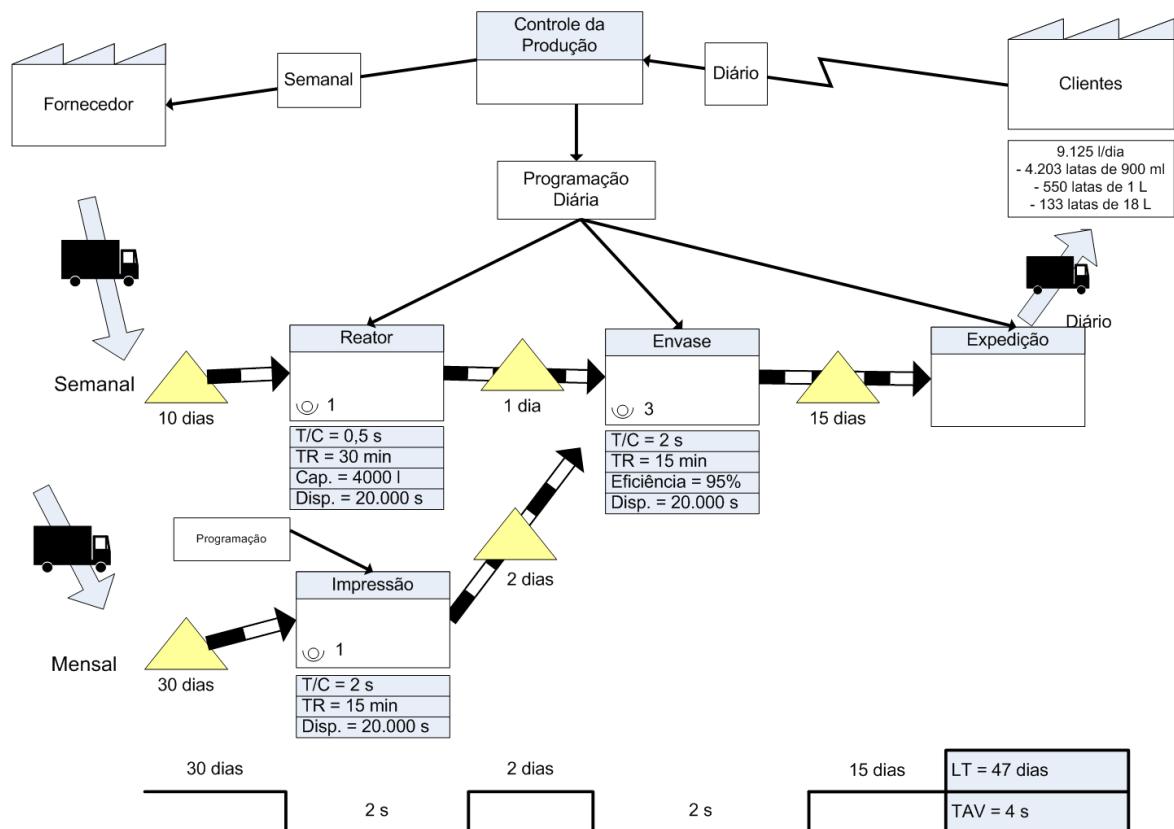


Figura 17 - MFV Atual do estudo de caso.

No mapa atual da empresa (Figura 17) encontram-se os 7 grandes desperdícios normalmente existentes em processos empurrados. Ao percorrer o mapa é possível notar que existem estoques intermediários em processo resultando em um Lead Time total de 52 dias (considerado elevado pelo tipo de negócio). Os estoques em excesso são resultados de uma superprodução no reator que não está sincronizada com o ritmo de vendas, ou seja, são produzidas bateladas de alto volume tanto para produtos classe A como para produtos classe C, que tem menor saída. Não obstante, a empresa trabalha com um estoque excessivo de latas vazias, pois, além de possuir um portfólio amplo, depende de só um fornecedor com lead time alto.

O mapa também ajuda a visualizar algumas movimentações desnecessárias como a da gaiola de latas impressas que pode ser evitada, visto que se perde muito tempo no manuseio e transporte até a linha de envase. Além disso, no caso de falhas (latas defeituosas ou impressões incorretas) demora-se para identificar o erro já que trabalha-se com estoque de 2 dias.

Consequentemente, nota-se que o tempo gasto com a agregação de valor na produção dos solventes químicos é muito pouco comparado com o tempo total que o produto leva para percorrer toda a linha de produção.

4.3. Mapa de valor do estado futuro

Com o objetivo de eliminar as principais fontes de desperdício e enxergar as oportunidades de melhoria elaborou-se o mapa do estado futuro da empresa.

O primeiro passo para a confecção do mapa foi o cálculo do takt time da empresa para se ter a referência de qual o ritmo que cada processo deveria estar produzindo para atender o ritmo de vendas. O número foi calculado a partir da Equação 1 e dados da Tabela 2:

$$\text{Takt time operacional} = \frac{20.000}{9.125} = 2,2 \text{ s}$$

O número de 2,2s representa que a empresa precisa produzir um litro de produto a cada 2,2 segundos no processo puxador para que atender a demanda dos clientes.

A partir do takt time calculado e com os tempos de ciclos de cada processo que foram mapeados na fase inicial, construiu-se um “gráfico de balanceamento do operador” com o tempo de ciclo de cada atividade como indicado na Figura 18.

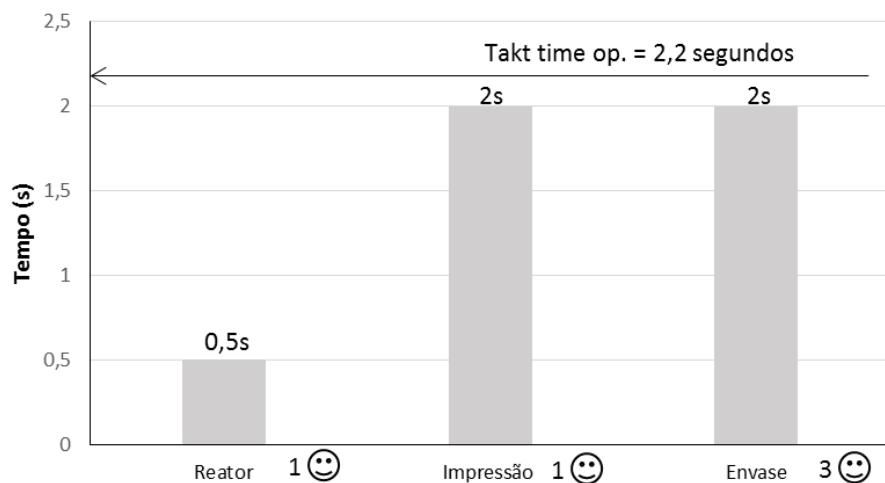


Figura 18 -Tempos de ciclo atuais da empresa estudada.

Ao examinar a Figura 18 nota-se que os três processos estão com o tempo de ciclo abaixo do takt time, embora o tempo de ciclo do reator é muito rápido para poder abastecer outras famílias de produtos. Por outro lado, os tempos de ciclo das linhas de impressão e envase estão próximos do takt time e demonstra que o número de recursos está bem平衡ando para a demanda atual. Ainda, somando-se o conteúdo de trabalho dos processos de impressão e envase e dividindo pelo takt time de 2,2s chega-se ao valor de 3,6 operadores necessários para o conteúdo total de trabalho. Desse modo, é possível trabalhar com uma célula de impressão e envase em fluxo contínuo utilizando os 4 operadores disponíveis.

Em seguida, com base no ritmo da demanda e horas disponíveis, plotou-se um gráfico com o tempo de operação e o tempo disponível para trocas no dia (Figura 19).

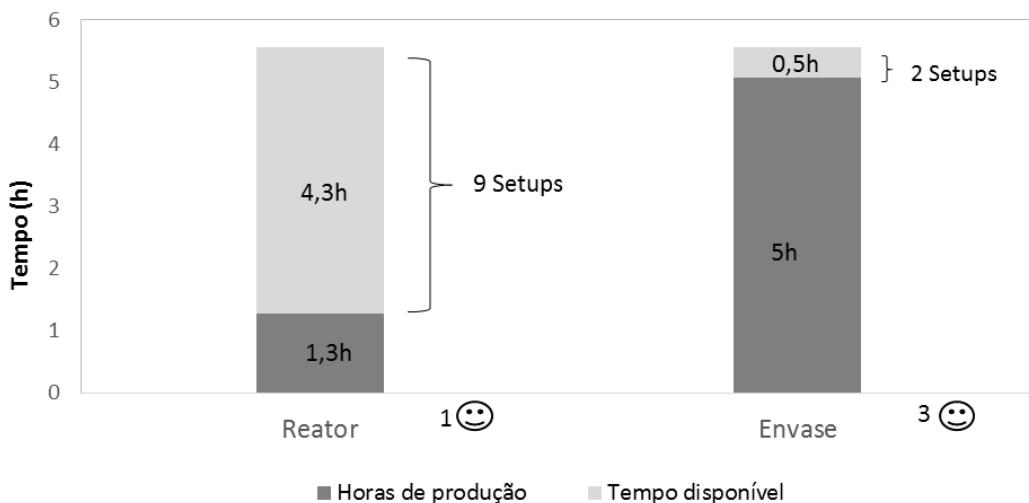


Figura 19 -Tempo disponível operacional da situação atual.

Pela Figura 19 observa-se que para atender a demanda diária de 9.125 litros são necessárias 1,3 h no reator e 5 h na linha de envase a partir dos tempos de ciclo mapeados. Isso mostra que não só a linha de envase é o gargalo do processo, como também restam somente 30 min disponíveis para realizar um máximo de 2 setups (considerando o tempo de troca atual de 15 min). Nessa condição o tamanho do lote inicial é de 4.500 litros.

De forma a aplicar os princípios da produção enxuta, que recomenda a produção de lotes menores e de “todo produto todo dia”, poderão ser feitos eventos kaizen de forma a reduzir o tempo de troca para abaixo de 10 min além de proporcionar treinamentos aos funcionários para reduzir o tempo de ciclo de 2 segundos para 1,8 segundos. A partir dessas mudanças será possível fazer até 6 setups por dia, logo, o tamanho de lote o tamanho de lote poderá ser reduzido para 1.500 litros.

Ainda na linha de envase, o processo pode ser melhorado com a implantação do controle total de produção (TPM) para atingir o 100% de eficiência no equipamento. No período do estudo, constatou-se que a equipe era composta por colaboradores mais experientes e outros com menor tempo de empresa. Nesse caso, a incorporação do TPM na rotina da empresa ajudará a uniformizar os procedimentos e manter a máquina sempre disponível mesmo que os especialistas não estiverem presentes, já que os operadores estarão treinados nos procedimentos de rotina e aptos a atuar em caso de falhas corriqueiras.

No caso do reator químico verificou-se que o tempo de setup é alto devido a limitações de infraestrutura como a disponibilidade de somente uma linha de alimentação e a distância física de alguns reagentes do local de preparação. Portanto, partindo de um melhor sequenciamento dos insumos que entram no reator e com pequenos investimentos na linha de bombeamento, é razoável pensar que o tempo de setup poderá cair para menos de 20 min permitindo executar mais de 12 setups por dia nesse processo. Essa melhoria é importante para a empresa em estudo pois reduz também o tamanho de lote de outras famílias de produtos como tambores ou containers.

Inclusive o MFV atual ainda mostrou que não há necessidade de se trabalhar com dois tanques pulmão de 2.000 litros entre o reator e a linha de envase visto que os lotes serão reduzidos para 1.500 litros. Dessa maneira, apenas a introdução de um “first in first out” (FIFO) de capacidade de 2.000 litros cumprirá bem a função de amortecer as oscilações entre os dois processos produtivos.

De forma semelhante, os estoques de produto acabado poderão ser minimizados a partir da utilização de três medidas enxutas: redução de tamanho de lote, nivelamento de produção (Heijunka) e a utilização de supermercados.

A redução do tamanho de lote já foi comentada anteriormente e será alcançada com a ajuda dos eventos kaizen que serão focados na redução de tempos de troca e ciclo da linha de envase. Adicionalmente, poderá ser inserido no processo puxador um quadro para nivelamento de carga (Heijunka Box) para distribuir o mix de produtos de forma mais uniforme e compassada. Considerando todos os produtos que passam pela linha de envase, é possível alternar a produção de produtos classe A, B e C no decorrer no dia aumentando a frequência dos itens classe A e B.

A redução dos tamanhos de lotes adicionado ao nivelamento do mix de produto no processo puxador resultará na redução nas quantidades de estoques no fluxo de valor, que reflete diretamente na redução do lead time da produção.

Ao olhar a situação atual da empresa chama a atenção a forma complicada com que a informação recebida do cliente é transmitida para cada departamento da empresa. A forma atual de prever a demanda do cliente, além de centralizada, não parece eficaz para atender casos de eventuais oscilações de demanda.

Ao invés de investir em um software MRP, que tenta prever a quantidade de pedidos que serão feitos no dia, pode ser utilizado um sistema puxado de supermercado, que é um dos pilares do Sistema Toyota de Produção.

A responsabilidade diária do supervisor de produção contar os estoques e enviar ordens a cada setor será substituída pela utilização de cartões kanban de movimentação e de produção. Dessa forma, o controle de produção colocará um kanban de retirada no quadro nivelador de carga da expedição correspondente a quantidade de pedidos que precisam ser carregados. Assim, a cada movimentação desses materiais pela expedição, um controlador de materiais retira, a cada pitch de 30 min (produção de 1 pallet de latas), um kanban do quadro e move o pallet até a área de carregamento. Na sequência, o kanban de produção retorna para o processo puxador (reator químico), de forma compassada, para que se produza somente a quantidade necessária repor o item retirado do supermercado. Para facilitar o dimensionamento dos cartões, foi considerado que cada cartão será equivalente a quantidade de 35 caixas (1 pallet).

A utilização do sistema kanban no processo permitirá diminuir o tempo de resposta, ou seja, a empresa terá maior flexibilidade para atender diferentes tipos de mercados. Ademais, esse novo regime de trabalho reduzirá o estoque médio de acabados de 15 dias para 3 dias.

No que diz respeito ao estoque de matéria prima (MP) entende-se que existe um excesso de materiais que, além de ocupar um grande espaço físico, envolve custos de armazenagem. Para diminuir a quantidade de latas vazias armazenadas, sugere-se algumas medidas para reduzir o estoque de MP de 30 dias para 10 dias (67%). Primeiro pode ser dimensionado um supermercado de latas puxado pela linha de envase. A cada 70.000 latas consumidas pelo processo um kanban de sinal notificará o departamento de controle de produção que as latas foram consumidas e será necessário solicitar mais embalagens. Além disso, como os estoques serão pequenos, é fundamental a negociação de lead times menores com os fornecedores de embalagens. Juntamente, seria interessante atuar no desenvolvimento de embalagens em conjunto com os parceiros facilitando o processo de fabricação das latas e lotes menores. Em muitas situações, utilizar o frete de retorno e entrega do tipo “milk run” (coleta planejada) parece uma boa opção para trazer materiais diariamente para a fábrica.

As considerações acima podem ser facilmente visualizadas no MFV do estado futuro, conforme exibido na Figura 20.

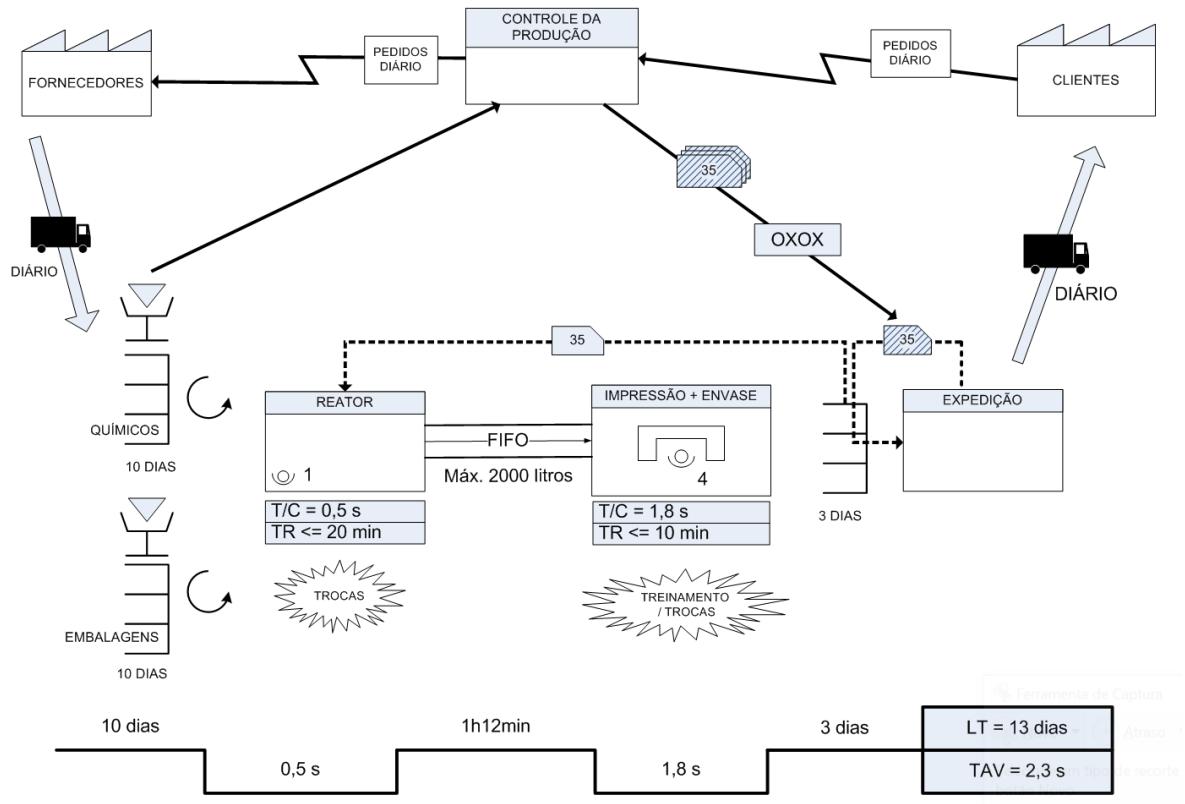


Figura 20 -MFV do estado futuro.

Ao se examinar o MFV do estado futuro (Figura 20) fica fácil de identificar os desperdícios que foram eliminados ao longo da linha a partir da aplicação da ferramenta. Muitas das mudanças mostradas no mapa futuro, embora sejam de simples execução, poderão trazer ganhos significativos e reduzir drasticamente o tempo das atividades que não agregam valor ao produto.

Ainda que, o MFV serve como ponto de partida para mudanças internas, somente o mapa não garante que as ações serão executadas pelos colaboradores da empresa. Por isso, é primordial que seja construído planos de ação e que se explique os ganhos rápidos para as pessoas de forma a garantir que as ações traçadas sejam cumpridas ao longo do tempo.

A Tabela 3 mostra que existem ganhos expressivos quando se compara o mapa do estado atual com o estado futuro:

Tabela 3 - Comparativo entre o mapa atual x mapa futuro.

Situação	Lead time (dias)	Tempo de processamento (s)	Tempo de setup no reator (min)	Tempo de setup no envase (min)	Tamanho de lote (litros)
Mapa atual	52	4	30	15	4.500
Mapa futuro	13	2,3	20	10	1.500
Redução	75%	43%	33%	33%	67%

Comparando-se as duas situações, nota-se uma redução expressiva de 75% no lead time de produção passando de 52 dias para 13 dias. Nessa lógica o processo agora é capaz de atender uma demanda de um cliente 75% mais rápido. Diferentemente da situação atual, o mapa futuro agregou diversos processos (preparo, homogeneização, impressão e envase) em fluxo contínuo. Esse novo estado reflete em processos capazes de responder com agilidade as flutuações de mercado, além de entregar para o mercado um produto mais regular a um custo menor.

5. CONCLUSÕES

O sucesso da aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor em uma empresa química de pequeno porte mostrou que os objetivos iniciais deste trabalho foram plenamente atingidos. O MFV se mostrou uma forma simples e de baixo custo de se detectar desperdícios na produção além do óbvio.

A elaboração do Mapa de Estado Futuro ajudou a enxergar as oportunidades gigantescas de ganhos, sendo a principal delas a redução de 75% no lead time de produção. A redução no tempo de processamento foi consequência do desenvolvimento de fluxo contínuo na produção, que resultaram em:

- Redução de 80% na quantidade de estoque de produto acabado;
- Redução de 50% no estoque de matéria prima;
- Eliminação de movimentações desnecessárias após a criação de uma célula de produção com as operações de impressão e envase;
- Redução no tempo de setup em 33% nas linhas de envase;
- Redução do tamanho de lote em 67%.

Em síntese, este trabalho comprova que o MFV é uma ferramenta de apoio que aproxima as pequenas e médias empresas de conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP), haja vista que reúne uma série de ferramentas enxutas. Além disso, este trabalho verifica que o MFV é aplicável de maneira consistente em PMEs mostrando-se eficaz para a construção de um fluxo completo que minimize as perdas e aumente de performance operacional.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TINTAS - ABRAFATI. **Números do setor.** Disponível em: <http://www.abrafati.com.br/indicadores-do-mercado/numeros-do-setor/>. Acesso em: 20 de ago. 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Publicações,2013.** Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes-e-estatisticas/>. Acesso em: 17 jul. 2016.

DENNIS, P. **Lean Production Simplified:** A Plain Language Guide to the World's Most Powerful Production System, Productivity Press, New York, NY, 2002.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais:** princípios, conceitos e gestão. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atltas, 2002.

GONÇALVES, P. S. **Administração de materiais.** 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

GOOGLE IMAGENS. Disponível em:
<https://www.google.com.br/imghp?hl=en&ei=yjc7WLarLMuqwASgxZPQCw&ved=0EKouCAIoAQ>. Acesso em: 10 out. 2016.

HINES, P.; TAYLOR, D. **Going Lean:** A guide to implementation. Cardiff, Uk: Lean Enterprise Research Center, 2000.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **“Lean Thinking” baseadas no Sistema Toyota de Produção.** 2013. Disponível em: <http://www.lean.org.br/publicacoes-lean.aspx>. Acesso em: 15 jul. 2016.

LEAN PRODUCTION. **TPM (Total Productive Maintenance).** Disponível em: <http://www.leanproduction.com/tpm.html>. Acesso em: 8 out. 2016.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota:** 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Trad. Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2004.

LIKER, J.; HOSEUS, M. **A Cultura Toyota:** a alma do modelo Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2009.

MARTINS, P.G.; ALT. P. R. C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais.** São Paulo: Saraiva, 2002.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção:** além da produção em larga escala; Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA JÚNIOR, N. C.; CUNHA, F.; VIGNOLI, S. **Técnicas de Previsão e Gestão de Estoques,** 2003.

PEREIRA, M. **O uso da curva ABC nas empresas.** Disponível em: <https://web.archive.org/web/20090708041853/http://kplus.cosmo.com.br/materia.asp?co=5&rv=Vivencia>. Acesso em 15 set. 2016.

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais:** uma abordagem logística. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SCHONBERGER, R.J. **Japanese Manufacturing Techniques:** Nine Hidden Lessons in Simplicity., New York, NY, Free Press, 1982.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESA - SEBRAE. **Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira.** 2014. Disponível em:
<http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Estudos%20e%20Pesquisas/Participacao%20das%20micro%20e%20pequenas%20empresas.pdf>. Acesso em 28 de julho de 2016.

SILVA, E. L. S.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4. ed. Florianópolis, UFSC, 2005.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção:** do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação.** 2. ed. São Paulo: Cortez Editora, 1986.

TRIPP, D. **Pesquisa-ação:** uma introdução metodológica. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005 447

VIANA, J. J. **Administração de materiais:** um enfoque prático. São Paulo: Atlas, 2002.

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

WOMACK, J.P., JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas.** Rio de Janeiro: Campus, 1998.