



**FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC**  
**PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E TECNOLOGIA**  
**INDUSTRIAL**

**MESTRADO PROFISSIONAL**

**DURVAL PINHEIRO JUNIOR**

**MAPEAMENTO DA CADEIA DE VALOR PARA IDENTIFICAÇÃO DE**  
**OPORTUNIDADES DE REDUÇÃO DE CUSTO NO PROCESSO DE**  
**MONTAGEM DE VEÍCULOS DE PASSEIO**

Salvador

2010

**DURVAL PINHEIRO JUNIOR**

**MAPEAMENTO DA CADEIA DE VALOR PARA IDENTIFICAÇÃO DE  
OPORTUNIDADES DE REDUÇÃO DE CUSTO NO PROCESSO DE  
MONTAGEM DE VEÍCULOS DE PASSEIO**

Dissertação de mestrado profissional apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Industrial, Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos

Salvador  
2010

Ficha catalográfica

elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec

S581

Pinheiro Junior, Durval  
Mapeamento da Cadeia de Valor para identificação de oportunidades de redução de custo no processo de montagem de veículos de passeio: BA/ Durval Pinheiro Junior. -Salvador, 2010.  
44f.;il.; color.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos  
Co-orientador: Prof. Dr. Renelson Sampaio  
Dissertação (pos-graduação) – Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec,  
2010.

1. Distribuição. 2. Suprimento de alimento. 3. Transporte. 4. Recebimento de materiais. 5. Desempenho logístico. 6. Loja de varejo. 7. Estoque padrão. I. Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC. II. Fontes, Maria Rita Assunção. II. Donato, Vitorio. IV. Titulo.

CDD 658.78

DURVAL PINHEIRO JUNIOR

MAPEAMENTO DA CADEIA DE VALOR PARA IDENTIFICAÇÃO  
DE OPORTUNIDADES DE REDUÇÃO DE CUSTO NO  
PROCESSO DE MONTAGEM DE VEÍCULOS DE PASSEIO

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial, Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec.

Aprovada em 4 de fevereiro de 2010.

**Banca Examinadora**

Orientador: Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos  
Doutor em Administração pela Universidade de São Paulo, Brasil  
Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Membro externo da Banca: Prof. Dr. Adriano Leal Bruni  
Doutor em Administração pela Universidade de São Paulo, Brasil  
UFBA – Universidade Federal da Bahia

Membro interno da Banca: Prof. Dr. Renelson Sampaio  
Doutor (Ph. D.) em Economia da Inovação Tecnológica pela Universidade de Sussex,  
Inglaterra  
Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Dedico este trabalho a  
meus pais, minha irmã, minha esposa e meus amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores e coordenadores do Curso de Mestrado do SENAI CIMATEC, Dr. Cristiano Vasconcellos, Dr. Renelson Sampaio, Dr. Francisco Uchoa e Dr. Sandro Cabral.

Ao professor Jose Roberto Ferro, presidente do Lean Institute Brasil, que primeiro nos apresentou a ferramenta Value Stream Mapping, VSM, durante o projeto Amazon, que originou a Planta Ford Camaçari na Bahia e seus produtos.

Aos gerentes da Montagem Final da Planta Ford Camaçari, Gilberto Albuquerque, Gustavo Biani e Martim Silva, que acreditaram no potencial da ferramenta VSM, dedicando seu tempo e recursos para esta aplicação.

Ao gerente do departamento de Total Value Management (Gerenciamento Total do Valor), Sr. Wolf Girsas, que tanto confiou e apoiou nosso time de trabalho durante o workshop de VSM.

Finalmente, agradeço também ao consultor Marcio Abraham, diretor presidente da SETEC Consulting Group, que muito nos ensinou durante as atividades práticas do workshop de VSM.

## RESUMO

Esta dissertação de mestrado trata da aplicação da ferramenta da Manufatura Enxuta conhecida como VSM – Value Stream Mapping (Mapeamento da Cadeia de Valor) para promover redução do custo operacional de um processo de montagem de veículos de passeio. Tem como objetivo desenvolver um modelo de aplicação específico da referida ferramenta para processos alta complexidade, isto é, produtos formados por muitas peças de forma a ser adotado em conjunto com a gestão corporativa de redução de custos da Ford Motor Company Brasil Ltda. Foi construído, após análise das melhores oportunidades de redução de custo no processo, obtendo como resultado indicações de possibilidades de melhorias pontuais no processo mapeado durante o estudo de caso, tais como aumento da eficiência global das máquinas, redução da complexidade de peças no produto, eliminação de falhas de montagem e redução de desperdício de materiais. Finalmente o modelo de aplicação específico do VSM proposto por este trabalho apresenta também possibilidade de aplicação em processos de fabricação de autopeças.

**Palavras chave:** Mapeamento da Cadeia de Valor. Produtividade. Custo operacional. Manufatura Enxuta. Variáveis de entrada. Indicadores de processo / resultado.

## ABSTRACT

This study is about the application of the tool VSM (Value Stream Mapping) to the assembling process of small vehicles, aiming to cost reduction. The objective of the study is to develop a specific application model to be used in association with Ford Motor Company cost reduction management group known as TVM (Total Value Management) office. The method is to develop the value stream mapping on a process chosen by mean of a technical evaluation criteria prioritizes the items to be mapped in terms of cost reduction. As result it was developed a way to map specific productivity on process regarding overall equipment efficiency, parts per vehicle reduction, wrong assembly elimination and avoid material lost. Finally the specific VSM module shows very efficient to be used to looking for waste elimination opportunities on small vehicles manufacturing and also can be used on auto part maker.

**Keywords:** Specific application module. Value Stream Mapping. Productivity. Operational cost. Lean Manufacturing. Input variables. Process indicators / results.



## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1	Matriz de Relevância para definição da peça de controle para o VSM	42
------------	--------------------------------------------------------------------	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Ícones padronizados para criação do VSM	24
Figura 2.2	Regiões do VSM	24
Figura 2.3	Mapa do Estado Atual de um processo de fabricação de faróis hipotético	25
Figura 2.4	Mapa do Estado Atual com as oportunidades de melhoria identificadas com nuvens	27
Figura 2.5	Mapa do Estado Futuro após implementação das oportunidades de melhoria	28
Figura 2.6	A gestão da rede de suprimentos preocupa-se com o fluxo de materiais e informações que passa pela empresa	29
Figura 2.7	Ilhas isoladas	30
Figura 2.8	Fluxo contínuo	31
Figura 2.9	Demonstração do significado de takt time	31
Figura 2.10	Sistema puxado com base em supermercado	33
Figura 2.11	Exemplo de retirada sincronizada de Kanban	34
Figura 2.12	Aplicação do Seis Sigma a processos mapeados pelo VSM	35
Figura 2.13	Combinação do Lean Manufacture com Seis Sigma para os resultados	36
Figura 3.1	Delineamento do projeto de pesquisa	40
Figura 3.2	Modelo de aplicação específico do VSM proposto pelo projeto	43
Figura 3.3	Fluxo do processo a ser mapeado desde o armazem de peças, passando pela área de Montagem Final até o departamento de Qualidade Assegurada	47
Figura 3.4	Mapa do Estado Atual para o sistema de freio do veículo no processo de Montagem Final	48
Figura 3.5	Mapa Atual com "nuvens de Kaizen" identificando oportunidades de redução e eliminação de desperdícios	50

Figura 3.6	Critério para análise de custo benefício	51
Figura 3.7	Mapa do Estado Futuro para o sistema de freio do veículo no processo de Montagem Final	52

## LISTAS DE SIGLAS

FPS	Ford Production System (Sistema Ford de Produção)
FTPM	Ford Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total da Ford)
JIT	Just-in-time
KPIV	Key Process Input Variables (Variáveis Chave de Entrada do Processo)
KPOV	Key Process Output Variables (Variáveis Chave de Saída do Processo)
ME	Manufatura Enxuta
STP	Sistema Toyota de Produção
TVM	Total Value Management
VSM	Value Stream Mapping
WIP	Work In Process

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1	Definição do problema	14
1.2	Objetivo	14
1.3	Motivação	15
1.4	Importância da pesquisa	15
1.5	Organização da dissertação	16
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEORICA</b>	<b>17</b>
2.1	A produção industrial, a manufatura enxuta e a ferramenta VSM	17
2.2	Value Stream Mapping, VSM, Mapeamento da Cadeia de Valor	19
2.2.1	Visão de alguns autores	19
2.2.2	O que é valor	20
2.2.3	Benefícios do VSM	21
2.2.4	Desenvolvimento do VSM	23
2.3	Métodos e ferramentas para melhorias do processo mapeado	29
2.3.1	A busca pelo fluxo contínuo	29
2.3.2	Produção Puxada por Kanban	32
2.3.3	Seis Sigma e Lean Manufacture (Produção Enxuta)	34
2.3.4	As “Sete Grandes Perdas do Processo” na Ford	38
<b>3</b>	<b>TRABALHO EXPERIMENTAL E DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA</b>	<b>40</b>
3.1	Modelo proposto	42
3.2	Aplicação do modelo proposto no workshop	44
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>54</b>
4.1	Conclusões	55
4.2	Limitações	55
4.3	Atividades futuras de pesquisa	56
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>57</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O VSM – Value Stream Mapping (Mapeamento da Cadeia de Valor) é uma ferramenta da Manufatura Enxuta hoje amplamente difundida pelo Lean Institute.

O VSM tem o objetivo de identificar, num processo de manufatura, oportunidades de eliminação de desperdícios e desenvolvimento de fluxo contínuo ao longo da cadeia de suprimento, por meio de um mapa único, que propicia a visão global de um processo.

O Mapeamento da Cadeia de Valor basicamente consiste em desenvolver um desenho global do processo, com uma boa representação visual do fluxo de valor do processo inteiro.

O mapeamento mostra também como é o fluxo de informações e materiais necessários para produzir bens e serviços para os clientes e propicia um processo de análise para melhorar o sistema, identificando e eliminando os desperdícios (ROTHER; SHOOK, 1999).

Para entender-se o conceito de valor empregado no VSM, considere-se que, uma vez definido o custo-alvo para um produto específico, esse custo se torna a lente para examinar cada etapa da cadeia de valor daquele produto, a qual se estende desde o desenvolvimento do produto, passando pelo registro de pedidos e pelos estágios de produção. O exame persistente de cada atividade ao longo da cadeia de valor – ou seja, o questionamento sobre as atividades que realmente criam valor para o cliente – torna-se o segredo para a concretização de um custo-alvo competitivo (WOMACK, 1998).

Após a aplicação do VSM, outras ferramentas de gestão industrial poderão ser empregadas para a otimização do processo tais como, Métodos de Análise e Solução de Problemas (MASP), Seis Sigma, Manutenção Produtiva Total e Fornecimento Just in Time.

A literatura disponível sobre VSM sempre aborda um único produto como referência, para ser acompanhado, ao longo da cadeia de suprimento, isto é, desde o seu estado de matéria-prima, passando por todo o processo de fabricação até sua entrega ao cliente final. Trata-se, neste caso, de produtos simples, na maior parte das vezes compostos por uma única peça ou componente. Neste trabalho, entretanto, a ferramenta foi utilizada para um

produto de alta complexidade (automóvel), sendo aplicada em um dos seus sub-sistemas.

### **1.1 Definição do problema**

O foco do problema deste trabalho repousa na busca por uma forma de aplicar efetivamente a ferramenta Value Stream Mapping, VSM - proposta pela metodologia da Manufatura Enxuta - na gestão corporativa de redução de custos operacionais de uma empresa montadora de veículos de passeio. Para este trabalho, o problema de pesquisa foi explicitado da seguinte forma:

A ferramenta VSM possibilita reduções de custos operacionais em processos de uma empresa montadora de veículos de passeio?

### **1.2 Objetivo**

Este trabalho tem como objetivo geral propor um modelo de gestão baseado na ferramenta VSM, para a redução dos custos operacionais do processo de montagem de veículos de passeio na planta da Ford Camaçari (BA).

Quatro são os objetivos específicos deste trabalho:

- a) Identificar as oportunidades de redução de custo operacional no processo de montagem de veículos;
- b) Identificar as variáveis de entrada e os indicadores dos estágios do processo passíveis de redução de custos;
- c) Elaborar um modelo específico de VSM para aplicação no processo estudado, com a finalidade de reduzir custos; e
- d) Propiciar que esse modelo de aplicação específico do VSM para produtos de alta complexidade (produtos formados por muitas peças) possa ser aplicado nas demais áreas e plantas da Ford Motor Company.

### **1.3 Motivação**

O processo de Montagem Final dos veículos de passeio produzidos na planta Ford de Camaçari, Bahia, Brasil, foi escolhido para o presente estudo pelas seguintes razões:

- a) Experiência do pesquisador discente, que trabalha na área desde Mar/2001;
- b) Participação da área de Montagem Final em 4% do refugo de componentes (peças) no processo de manufatura dos automóveis da planta;
- c) Participação da área em 20% do consumo de materiais industriais (materiais que suportam a produção e não acompanham o produto final) no processo de manufatura da planta;
- d) Participação da área em 50% do custo do frete de peças do Sudeste do País para planta Ford Camaçari.

### **1.4 Importância da pesquisa**

O presente estudo busca explorar o potencial de aplicação da ferramenta de Manufatura Enxuta “Value Stream Mapping”, em termos de contribuição para a empresa e sociedade, desenvolvendo um modelo de aplicação da ferramenta para processos de montagem de alta complexidade, como é o caso de automóveis, eletrodomésticos, computadores, telefones celulares, etc.

Veículos de passeio possuem aproximadamente 1000 peças ou módulos. Para serem montados, o armazém de peças tem que gerenciar o fluxo e estoque de todas as peças e módulos requeridos. No caso da planta de Camaçari, setenta por cento dos principais problemas de qualidade são gerados por cento e cinquenta diferentes operações de trabalho. Este é um motivo que torna a aplicação do VSM a um processo de montagem de produtos de alta complexidade, como é o caso dos veículos de passeio, de grande



relevância para a empresa, pois supostamente auxilia a identificar os desperdícios ao longo da cadeia de valor e suas causas.

O modelo gerado por este projeto poderá ser usado por outras áreas e plantas da Ford. Espera-se, ainda, que o estudo de caso desta dissertação identifique oportunidades para redução dos níveis de estoques de peças no processo selecionado, com conseqüente redução da ocupação de área no armazém, redução do índice de refugo de peças e redução do índice de reparo no processo de manufatura selecionado.

### **1.5 Organização da dissertação**

O presente trabalho é composto por este primeiro capítulo, seguido de mais três capítulos.

No segundo capítulo é feita a fundamentação teórica sobre o tema, contextualizando-se a ferramenta VSM no âmbito da Manufatura Enxuta. As ferramentas normalmente utilizadas para a otimização do processo após o seu mapeamento pelo VSM estão também revistas no referido capítulo.

O terceiro capítulo abordará o estudo de caso e seus procedimentos metodológicos para aplicação do modelo específico do VSM proposto. Para tanto, será seguida a metodologia prevista pela ferramenta VSM, que consiste basicamente do mapeamento do processo no seu estado atual, seguido da apresentação de um mapa de otimização do referido processo. E, por último, o quarto capítulo traz as conclusões do estudo.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo são apresentadas idéias de autores que já pesquisaram sobre o tema em que se insere o problema de pesquisa. Primeiramente, a ferramenta VSM será posicionada no contexto da Manufatura Enxuta e a seguir serão apresentados alguns métodos e ferramentas que asseguram a otimização dos processos mapeados, servindo de “pilares” para aplicação do VSM. Esta revisão bibliográfica foi organizada para dar fundamentação teórica ao mapeamento do fluxo de valor e à aplicação subsequente de instrumentos gerenciais de otimização do processo mapeado. Com isto, espera-se encontrar o aporte teórico que dá suporte à proposta de modelo de aplicação específico do VSM para produtos de alta complexidade (produto com muitos componentes/peças), como os veículos de passeio.

### **2.1 A produção industrial, a manufatura enxuta e a ferramenta VSM**

Um processo de manufatura ou função de produção, como denominado por Slack, Chambers e Johnston (2007), representa, na organização, a reunião de recursos destinados à produção de seus bens e serviços. Qualquer organização possui uma função de produção, porque produz algum tipo de bem e/ou serviço, embora, nem todos os tipos de organização necessariamente denominem a função produção por este nome (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2007).

A função de produção é central para a organização porque produz os bens e serviços, que são a razão de sua existência, mas não é a única nem, necessariamente, a mais importante. É, entretanto, umas das três funções centrais da empresa industrial, juntamente com a função de marketing e a função de desenvolvimento de produto (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2007).

Para melhor entendimento da ferramenta de Manufatura Enxuta VSM, primeiramente considera-se importante compreender o Pensamento Enxuto, pensamento esse que Womack e Jones (1998, p. 4) descreveram como sendo formado por cinco princípios: “[...] determinar precisamente o valor por produto específico, identificar a cadeia de valor para cada produto, fazer o valor fluir

sem interrupções, deixar que o cliente “puxe” o valor do produto e, por último, buscar a perfeição”.

A Manufatura Enxuta, também conhecida como Sistema Toyota de Produção (STP), teve início na década de 1950, no Japão, mais especificamente na Toyota. De acordo com Womack et al. (1992), foram Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da Toyota, que perceberam que a manufatura em massa não funcionaria no Japão e, então, adotaram uma nova abordagem para a produção, a qual estava fundamentada na eliminação de desperdícios. Para conseguir esse objetivo, técnicas como produção em pequenos lotes, redução de set up, redução de estoques, foco na qualidade, dentre outras, começaram a ser utilizadas. Essa nova abordagem passou a ser conhecida como Sistema Toyota de Produção. Apesar do STP muitas vezes ser entendido como algo novo, na verdade, muitos de seus princípios são baseados em trabalhos de pioneiros como Taylor, Deming e Skinner (JAMES-MOORE; GIBBONS, 1997).

Atualmente coexistem várias definições para a Manufatura Enxuta (ME). Womack e Jones (1998), por exemplo, definem ME como uma abordagem que busca uma forma mais eficiente de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa com seus clientes, a cadeia de fornecedores, o desenvolvimento de produtos e as operações de produção, segundo a qual é possível fazer cada vez mais com menos (menos equipamento, menos esforço humano, menos tempo, etc.). Segundo Shah e Ward (2003), a abordagem da ME engloba ampla variedade de práticas gerenciais, incluindo o fornecimento *just in time*, os sistemas de qualidade e a manufatura celular, entre outras. Ainda de acordo com estes autores, o ponto fundamental da ME é que essas práticas devem trabalhar de maneira sinérgica, de modo a criar um sistema de alta qualidade, que fabrica produtos no ritmo que o cliente deseja, sem desperdícios (GODINHO FILHO; FERNANDES, 2004).

Godinho Filho (2004) apresenta a ME como um paradigma estratégico de Gestão da Manufatura, definindo-a como um modelo estratégico e integrado de gestão, direcionado a certas situações de mercado, que propõe auxiliar a empresa a alcançar seus objetivos de desempenho em qualidade e produtividade, a partir de uma série de princípios (idéias, fundamentos, regras que norteiam a empresa) e elementos capacitadores (ferramentas, tecnologias e metodologias utilizadas) (GODINHO FILHO; FERNANDES, 2004).

## 2.2 Value Stream Mapping, VSM, Mapeamento da Cadeia de Valor

### 2.2.1. Visão de alguns autores

O uso da ferramenta de Manufatura Enxuta conhecida como VSM (Value Stream Mapping) tem se estendido por muitas empresas manufatureiras dos EUA, México e Brasil. Adotada pelo Lean Institute americano, essa ferramenta de trabalho tem contribuído para o aprimoramento da gestão de projetos e processos. A obra de Rother e Shook (1999), traduzida para o português sob o título *Aprendendo a Enxergar*, pelo Lean Institute Brasil, presidido pelo professor Jose Roberto Ferro, estudioso da indústria automotiva e da Manufatura Enxuta, contribuiu para a difusão dos conhecimentos sobre VSM no país.

O Mapeamento da Cadeia de Valor é um método que cria uma única figura de todo um processo, desde o pedido do cliente, passando por todas as etapas de produção, indo até a cadeia de suprimento. Tem por objetivo descrever todo o fluxo de material e informação do processo, identificando as operações e ações que agregam e que não agregam valor ao produto final.

Womack (1998, p. 28) ressalta a importância da especificação do valor e da eliminação de desperdício para a definição do preço de um produto, ao citar que “a tarefa mais importante na especificação do valor, depois de definido o produto, é determinar o custo-alvo com base no volume de recursos e no esforço necessário para fabricar um produto com determinadas especificações e capacidades, quando todo desperdício visível no momento for eliminado do processo”. Esta seria a razão para a diminuição do desperdício e a criação de valor.

O Mapeamento da Cadeia de Valor basicamente consiste em desenvolver um desenho de alto nível, representação extremamente visual do fluxo de valor de uma empresa inteira para uma determinada família de produtos. Mostra também como é o fluxo de informações e materiais necessários para produzir bens e serviços para os clientes e propicia um processo de análise para melhorar o sistema, identificando e eliminando os desperdícios (ROTHER; SHOOK, 1999).

Womack e Jones (1998) afirmam que ter perspectiva de valor significa ter uma percepção mais ampla do quadro, e não só dos processos individuais, enxergar e melhorar o todo e não só otimizar a parte.

No entanto, alertando para o uso objetivo da ferramenta VSM, Ferro (2004) diz que:

“Mapear todos os fluxos de uma organização pode ser um exercício relevante. Muitos ficam apaixonados pela ferramenta e a aplicam amplamente, mapeando tudo. Mas muito mais importante e, em verdade, a única coisa que importa, é a ação concreta na implementação dos estados futuros definidos. Como os recursos são limitados, inclusive o tempo dos responsáveis pelo mapeamento, mapear por mapear não é uma estratégia válida.”

Segundo Porter (1998), a cadeia de valor vai ao encontro dos anseios de uma gestão eficaz, onde cada empresa se configura como tão somente uma parte de uma cadeia de valor macro, na qual se insere. Nesta leitura, uma empresa em particular se dilui no contexto global das organizações em ambiente plural, que reproduz uma cadeia global das atividades geradoras de valor da qual ela é parte integrante, e cuja abrangência e significado dependem da forma como esta possa estar sendo gerida.

Mapeamento da cadeia de valor, para Sharma e Anand (2003), serve para identificar oportunidades na área de qualidade e também em outras áreas críticas, mas principalmente focando a questão do tempo, em que, através da elaboração de um novo mapa da cadeia de valor do estado futuro, se consiga incorporar mudanças de processo, redução de atividades que não agregam valor e redução dos tempos de preparação de máquinas.

### **2.2.2. O que é Valor**

O cliente é o objetivo perene da organização privada, posto que lhe confere a sustentabilidade. Os bens ao serem produzidos obtêm um valor de mercado resultado de todo o esforço para produzi-lo acrescido do lucro, valor este que denominaríamos preço ou “valor de prateleira”. Porém o valor que realmente importa é o valor na percepção do cliente, pois segundo Shultz et al. (1994, p. 25) “para o consumidor, a percepção é a verdade. A percepção pode não estar correta, mas é o que ele conhece, e o

que ele conhece é tudo o que ele precisa conhecer”. O preço do produto ou serviço se traduz no custo para o cliente, sendo, via de regra, imposto pela concorrência do mercado, daí que, ao pagar um preço padronizado, ele irá preferir um bem que tenha maior valor agregado (HERRERA, 2007).

Assim, quanto maior é a agregação de valor nos processos, mais os produtos e serviços da organização se diferenciam ante seus concorrentes na percepção do cliente (HERRERA, 2007).

### **2.2.3. Benefícios do VSM**

Para Rother e Shook (1999), o mapeamento da cadeia de valor é uma ferramenta essencial, pois:

- a) Ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais. Pode-se enxergar o fluxo;
- b) Ajuda a identificar mais do que as perdas. Mapear ajuda a identificar as fontes de perdas na cadeia de valor;
- c) Fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura;
- d) Torna as decisões visíveis sobre o fluxo, de modo que possam ser discutidas;
- e) Unifica conceitos e técnicas enxutas, o que ajuda a evitar a implementação isolada de técnicas;
- f) Forma a base de um plano de implementação. Os mapas da cadeia de valor tornam-se referência para implementação da Manufatura Enxuta;
- g) Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material;
- h) O mapa da cadeia de valor é uma ferramenta qualitativa que descreve como a unidade produtiva deveria operar e o que será feito para criar o fluxo.

Uma advertência feita por Liker e Meier (2007) sobre o emprego da ferramenta VSM merece ser transcrita, para evitar que, inadvertidamente, possa-se imaginar que sua aplicação é superficial e não exige grande esforço:

Quando Rother e Shook (1999) escreveram *Learning to See*, eles perceberam que havia um perigo em levar o livro para o público. O temor era que parecesse um livro de receitas, como se tornado o sistema de Manufatura Enxuta fácil de aprender. A realidade, porém, é muito mais complexa. Existe um motivo para que, na Toyota, se passem anos na planta trabalhando em projetos de melhoria antes de se atingir o status de novato no Sistema Toyota de Produção. Há muito que aprender, e só se pode aprender fazendo. O mapeamento faz com que pessoas sintam que estão fazendo algo enxuto, mas é simplesmente um desenho. Levando uma analogia anterior ainda mais longe, se lhe for fornecida uma planta, isso não significa que se possa construir a casa. Há muitas habilidades em jogo (LIKER; MEIER, 2007, p. 63).

Mais adiante, os referidos autores afirmam que o mapeamento do fluxo de valor oferece um panorama de como colocar as peças do quebra-cabeça no lugar, para se obter um fluxo de valor estendido. Quando é feito o aprimoramento pontual específico (kaizen), é possível reduzir, por exemplo, o tempo de troca de ferramentas em determinado momento, formar uma célula em uma outra situação, estabelecer dispositivos à prova de erros por toda a planta e terminar com pequenas áreas de melhoria. Mas o “big bang” surge com o estabelecimento de um sistema em que o material flui suavemente entre processos com base no ‘takt-time’ – a taxa de demanda do cliente. As operações devem ser sincronizadas como uma orquestra sinfônica (LIKER; MEIER, 2007).

Ainda segundo aqueles autores, a criação de processos enxutos exige uma abordagem metodológica do tipo “passo a passo”. O primeiro passo, anterior ao estabelecimento do fluxo ideal unitário de peça, é a criação de um processo estável capaz de atender às necessidades do cliente. A criação de fluxo e subsequente conexão de operações forçam os problemas a vir à tona, sendo que qualquer anormalidade será revelada. É imperativo que todas as operações atinjam um nível básico de capacidade sistemática antes do estabelecimento do fluxo. Se o fluxo é tentado antes dessa estruturação básica, o resultado pode ser catastrófico. Não se aconselha a perfeição como alvo, já que a melhoria deve continuar após o estabelecimento de um bom fluxo. Depois que a operação tiver atingido esse nível, um segundo processo é estabilizado, e então os dois processos são “estendidos” ou “ligados”, tornados dependentes um do outro. Isto continua até que todas as operações no fluxo de

valor estejam estendidas e que o fluxo com mínimas interrupções seja contínuo da primeira à última operação (LIKER; MEIER, 2007).

#### **2.2.4. Desenvolvendo o VSM**

Durante o desenvolvimento do Mapeamento da Cadeia de Valor pelo time multifuncional responsável por tal tarefa, oportunidades de eliminação de desperdícios no processo deverão ser identificadas, gerando dessa forma o Mapa do Estado Atual. O Mapa do Estado Futuro, por sua vez, deverá conter as melhorias do processo resultantes das oportunidades de eliminação de desperdício identificadas no Mapa do Estado Atual.

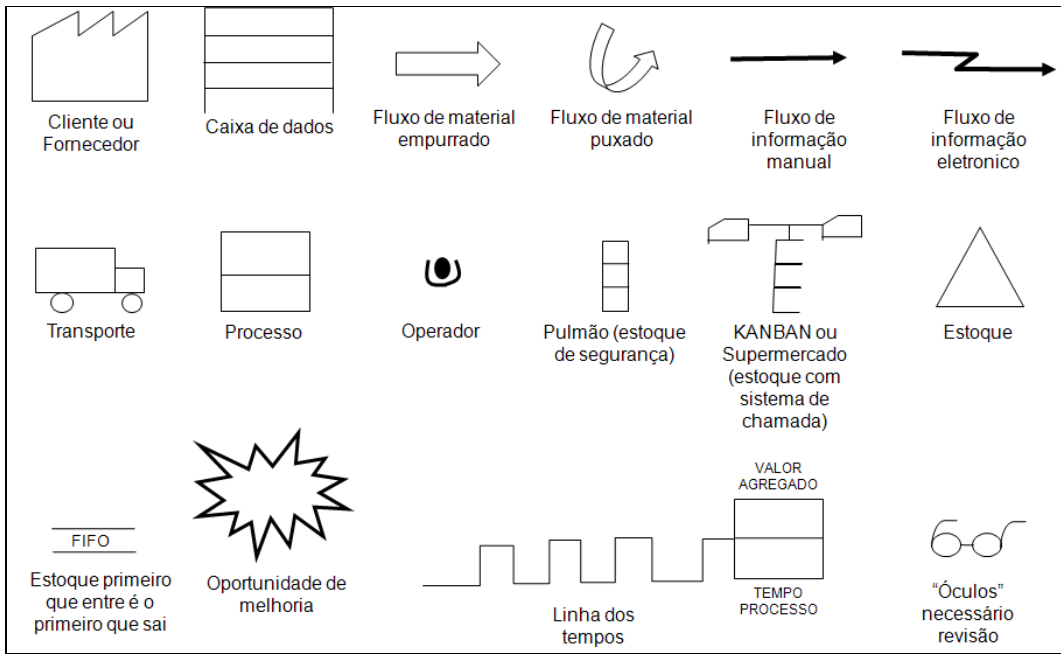
Tais melhorias promovem a maximização do valor agregado do processo, por intermédio de reduções de tempo e outras melhorias baseadas em processos de classe mundial.

Quatro distintas etapas são destacadas para serem seguidas no método de aplicação do Mapeamento da Cadeia de Valor, sendo elas:

- a) Definição do produto ou família de produtos a serem mapeados;
- b) Criar o Mapa do Estado Atual do processo;
- c) Criar o Mapa do Estado Futuro do processo;
- d) Desenvolver um Plano de Ação para atingir o Estado Futuro do processo por meio das modificações do Estado Atual do processo.

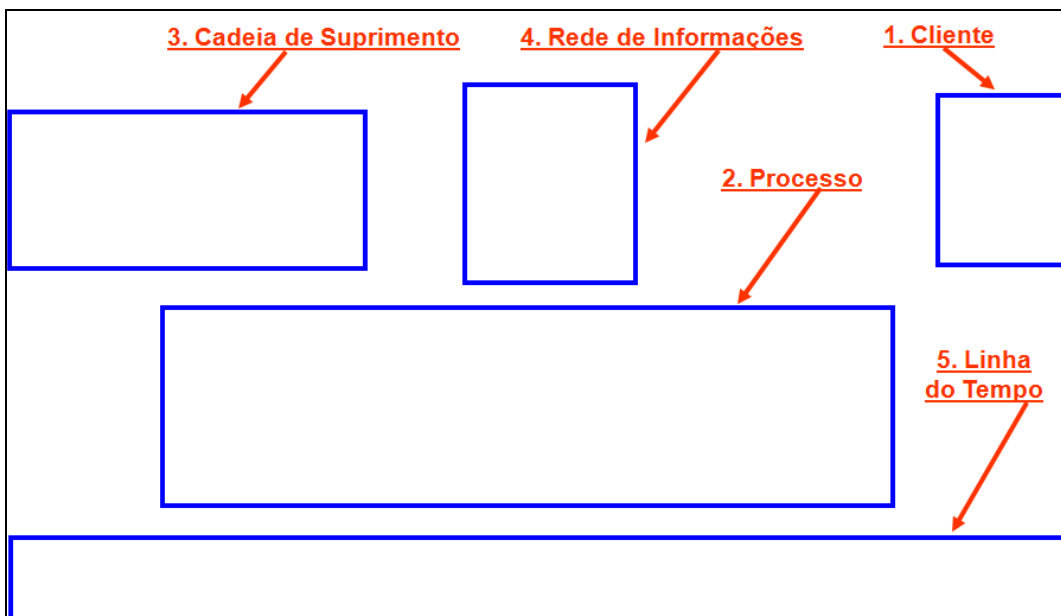
A exemplo de outros mapas, trata-se de uma ferramenta de comunicação de informações, e com o Mapeamento da Cadeia de Valor não é diferente. Para possibilitar a padronização e comunicação da ferramenta de trabalho, ícones padronizados são utilizados para representação gráfica do mapeamento, conforme demonstrado na figura 2.1 a seguir.





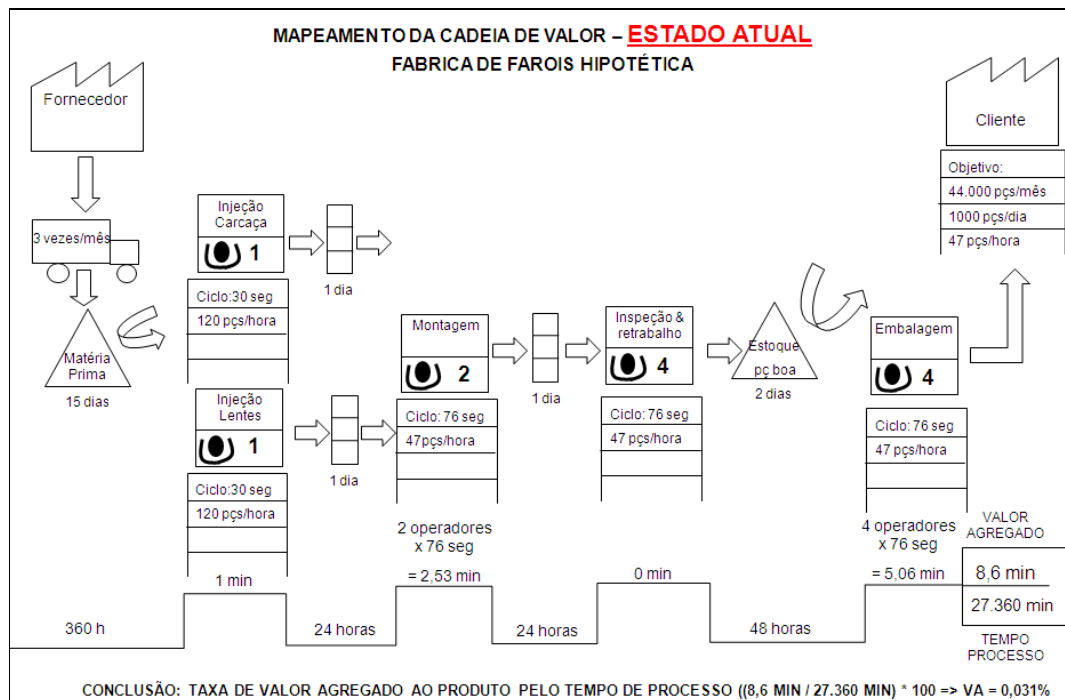
**Figura 2.1 - Ícones padronizados para criação do VSM (AUTORIA PRÓPRIA)**

O mapa gerado pela metodologia VSM é composto basicamente por cinco regiões, conforme ilustra a figura 2.2.



**Figura 2.2 – Regiões do VSM (AUTORIA PRÓPRIA)**

Um melhor entendimento do método VSM pode ser obtido com os exemplos das figuras 2.3, 2.4 e 2.5, que representam, respectivamente, o Mapa do Estado Atual, o Mapa do Estado Atual com as oportunidades de melhoria identificadas e o Mapa do Estado Futuro de um processo em uma hipotética fábrica de faróis, com as oportunidades de melhoria identificadas no primeiro e aplicadas neste último.



**Figura 2.3 - Mapa do Estado Atual de um processo de fabricação de faróis hipotético (AUTORIA PRÓPRIA)**

Elaborado o Mapa do Estado Atual do processo, o time multifuncional deve analisá-lo em busca das oportunidades de eliminação de desperdício e/ou outras melhorias.

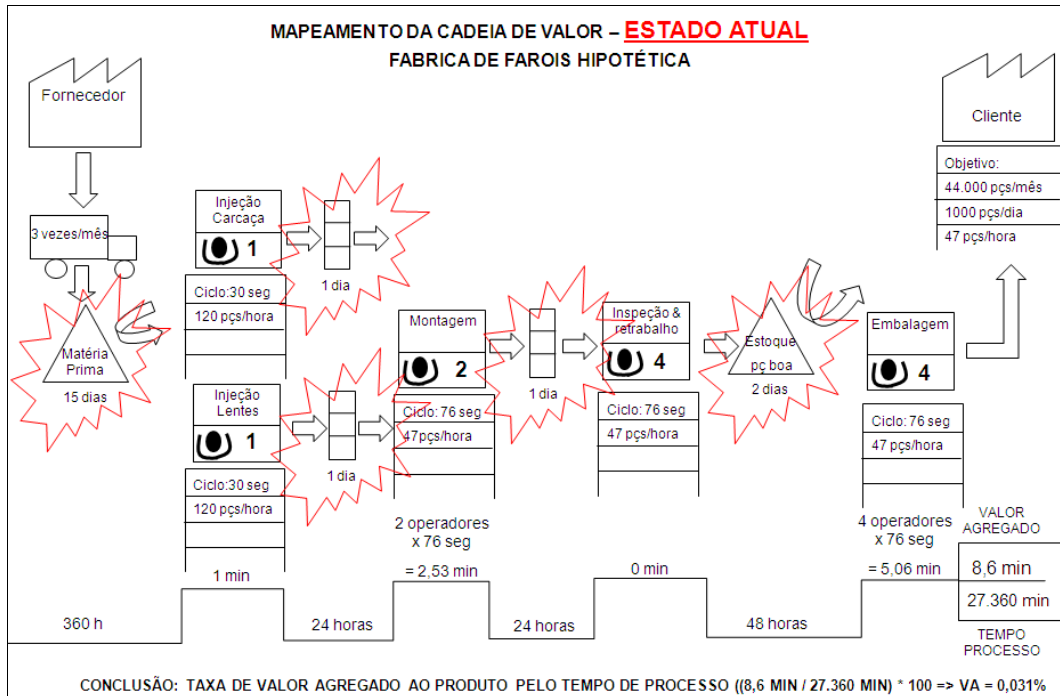
Primeiramente, referido Mapa ressalta dois indicadores fundamentais da ferramenta de trabalho, situados na região inferior direita do mapa, quais sejam, o tempo de valor agregado e tempo de processo. O tempo de valor agregado refere-se ao tempo que o processo de manufatura efetivamente gastou transformando o produto de forma sensível ao cliente, enquanto o

tempo de processo é o tempo total desde a estocagem da matéria-prima até a entrega do produto ao cliente.

O Mapa do Estado Atual demonstra que o processo de manufatura em questão agrega 8,6 minutos de valor a cada produto terminado. Esse é o valor que, na definição de James Womack, o cliente final do produto realmente aprecia. O referido produto terminado consumiu 27.360 minutos, desde seu estado inicial como matéria-prima até o seu estado final, terminado, passando por todos os processos demonstrados e também por todos os estoques intermediários desse processo de manufatura. A razão entre o tempo de valor agregado (8,6 minutos) e o tempo total de processo (27.360 minutos) é a taxa de valor agregado pelo processo ao produto, ou seja, 0,031% (figura 2.3).

Esses dois indicadores fundamentais (valor agregado e tempo de processo) podem ser considerados como indicadores de resultado, ou saída, do processo em questão. O processo gera internamente outros indicadores que, por sua vez, influenciam no resultado desses dois indicadores fundamentais. Como exemplo, tem-se o nível de estoque de matéria prima, que pode ser medido por tempo e/ou também por espaço ocupado. Há, ainda, o índice de rejeição da produção, que por sua vez aumenta o estoque de produtos acabados e, conseqüentemente, o tempo de processo, e muitos outros indicadores que podem auxiliar o time a identificar oportunidades de desenvolver um Estado Futuro com maior tempo de valor agregado e menor tempo de processo. A razão entre os indicadores fundamentais mencionados induz à interpretação de que produzir um produto com valor agregado mais perceptível ao cliente num menor tempo de processo remete a uma maior produtividade do processo analisado e essa interpretação, por sua vez, é a essência do trabalho com o uso do VSM.

A figura 2.4, a seguir, mostra alguns exemplos de oportunidades de melhoria identificadas pelo time multifuncional no Mapa do Estado Atual da hipotética fábrica de faróis, utilizando o ícone padrão para esse fim.

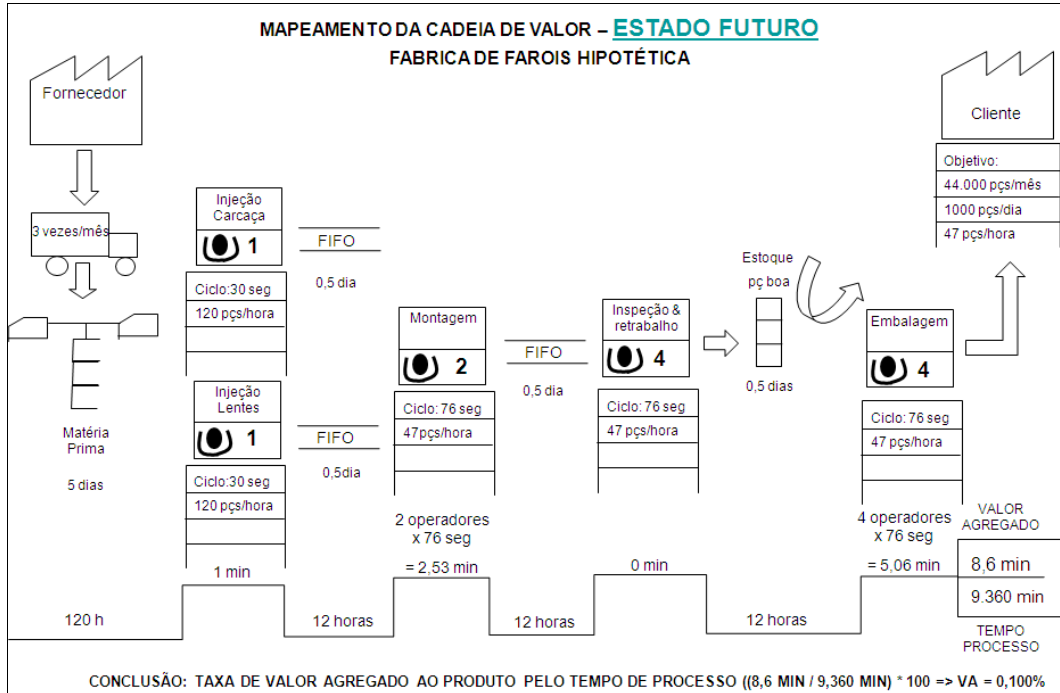


**Figura 2.4 - Mapa do Estado Atual com as oportunidades de melhoria identificadas com nuvens (AUTORIA PRÓPRIA)**

Identificadas as oportunidades de melhoria no mapa do Estado Atual, cabe ao time de trabalho desenvolver e implementar as ações que levarão ao Estado Futuro otimizado.

No exemplo em questão (Figura 2.4), algumas boas ações dizem respeito à implementação de um sistema de chamada de matéria prima com limite superior de estoque, de cinco dias, ao invés dos 15 dias apresentados no Mapa do Estado Atual. Outra boa prática seria a adoção de sistema de transportadores entre os processos de injeção e montagem e entre a montagem e a inspeção, transportadores esses que permitirão a adoção do sistema FIFO (First In First Out), onde a primeira peça que entra é também a primeira peça que sai do transportador, contribuindo assim para a implementação de fluxo de peça unitário no processo e, conseqüentemente, reduzindo o estoque de peças em processo. Por último, ações de melhoria da qualidade, como o uso de dispositivos à prova de erro para elevar o índice de qualidade e, como conseqüência, reduzir o estoque de peças acabadas em 75%.

A figura 2.5 ilustra o impacto das idéias de melhoria de processo, citadas no parágrafo anterior, no Mapa do Estado Futuro e, em consequência, o impacto nos indicadores fundamentais do VSM.



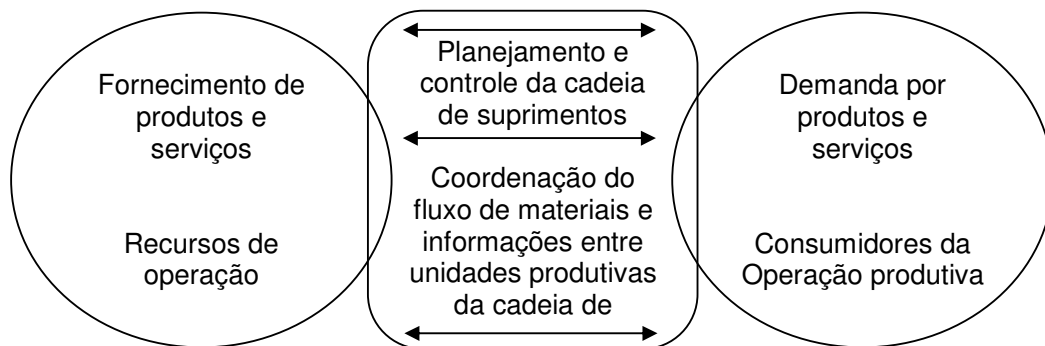
**Figura 2.5 - Mapa do Estado Futuro após implementação das oportunidades de melhoria (AUTORIA PRÓPRIA)**

Conforme se pode observar, comparando o Mapa do Estado Atual com o Mapa do Estado Futuro, o tempo de valor agregado, que era de 8,6 minutos, se manteve. Todavia, com as otimizações de processo identificadas e implementadas, o tempo de processo foi reduzido de 27.360 minutos (valor atual) para 9.360 minutos (valor futuro). Conseqüentemente, a taxa de valor agregado pelo processo ao produto aumentou de 0,031% para 0,100%, isto é, aumentou cerca de três vezes. Além das melhorias nos indicadores fundamentais do VSM, muitos outros benefícios podem ser identificados, como a redução do nível de estoque, que por sua vez gera diminuição do capital imobilizado, e também a redução da área ocupada pelo estoque, assim como muitos outros fatores de manufatura que os especialistas de cada processo podem obter.

## 2.3 Métodos e ferramentas para melhorias do processo mapeado

### 2.3.1 A busca pelo fluxo contínuo

O ambiente que delimita o fluxo de materiais e informações que passa através da empresa, desde a atividade de compras de matérias primas, passando pela produção, indo até os clientes é chamado de rede ou cadeia de suprimentos imediata (ver esquema da Figura 2.6). A gestão desse fluxo é denominada gestão da cadeia de suprimentos (SLACK, 2007).



**Figura 2.6 - A gestão da rede de suprimentos preocupa-se com o fluxo de materiais e informações que passa pela empresa (SLACK, 2007)**

Adotar uma abordagem holística na gestão de uma cadeia inteira de suprimentos abre muitas oportunidades para análises e melhorias. Por exemplo, em uma cadeia de suprimentos para produtos com pequenas margens de lucro, prevenir a acumulação de estoque pode ser um ponto crítico. Nessas circunstâncias, é importante assegurar-se de que os produtos movimentam-se rapidamente na cadeia, em vez de acumular-se na forma de estoque. Analisar toda a cadeia para descobrir onde a maior parte dos atrasos ocorre permite que o gerente da cadeia de suprimentos focalize a atenção naqueles “gargalos” dos negócios, de modo a encurtar o tempo de processamento. Geralmente, analisar toda a cadeia de suprimentos pode aumentar a eficiência, o que permite a manutenção de estoques somente onde é necessário, identificando gargalos, balanceando capacidade e coordenando um fluxo suave de materiais (SLACK, 2007).

Fluxo contínuo em uma cadeia de suprimentos exige a eliminação ou redução de *lead times* de produção e fornecimento. A implementação do fluxo contínuo na cadeia de agregação de valor normalmente requer a reorganização e rearranjo do layout fabril, convertendo tradicionais layouts funcionais, onde as máquinas e recursos são agrupados de acordo com seus processos, para células de manufatura compostas dos diversos processos necessários à fabricação de determinada família de produtos (GHINATO, 2000).

Em seu estágio de máximo aperfeiçoamento, fluxo contínuo significa produzir uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de um estágio do processo para o seguinte, sem nenhuma parada entre eles. Rother e Shook (1999) enfatizam que o fluxo contínuo é o modo mais eficiente de produzir, e todos os esforços devem ser feitos para implementá-lo. Nas figuras 2.7 e 2.8 os autores procuram ilustrar a vantagem de um fluxo contínuo – fluxo enxuto de valor, sem formação de estoques – em relação ao sistema convencional que empurra a produção, formando inventário de materiais ao longo do processo produtivo.

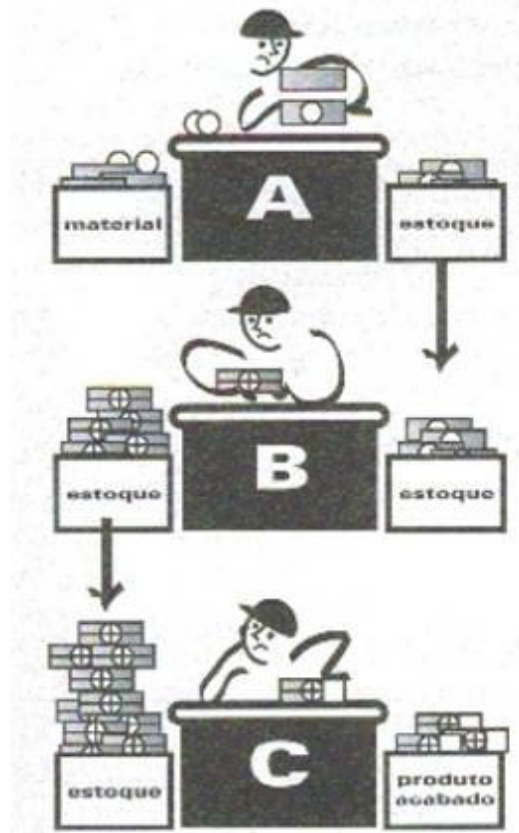
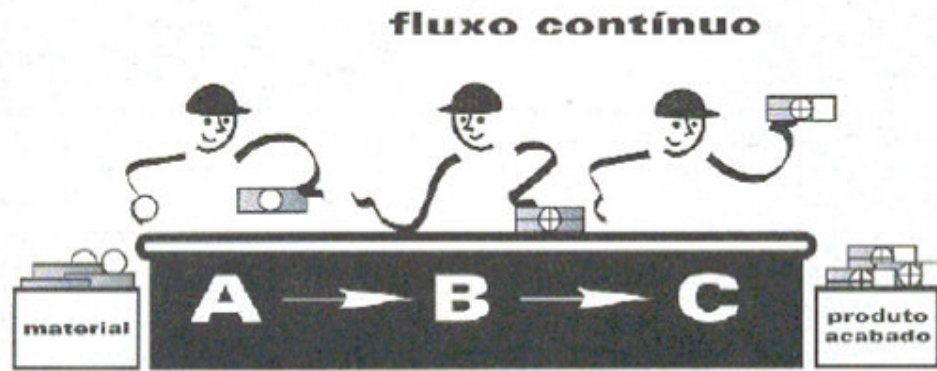


Figura 2.7 - Ilhas isoladas (ROTHER; SHOOK, 1999)



**Figura 2.8 - Fluxo Contínuo (ROTHER; SHOOK, 1999)**

Para o estabelecimento de um fluxo contínuo, a frequência com que se deve produzir uma peça ou produto, baseada no ritmo das vendas e no atendimento à demanda dos clientes, é um parâmetro de grande relevância. Esta frequência é conhecida como *takt time*. O *takt time* é calculado dividindo-se o tempo disponível de trabalho (em segundos) por turno pelo volume da demanda do cliente (em unidades) por turno (ROTHER; SHOOK, 1999). A Figura 2.9 mostra um exemplo de cálculo de *takt time*.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo de trabalho disponível por turno}}{\text{Demanda do cliente por turno}}$$

**Exemplo:**  $\frac{27.000 \text{ segundos}}{455 \text{ peças}} = 59 \text{ segundos}$

Significa:

- Os clientes estão comprando este produto na razão de um a cada 59 segundos.
- Define uma meta para o volume de fabricação de um produto e seus componentes.

**Figura 2.9 - Demonstração do significado de takt time (ROTHER; SHOOK, 1999)**

A partir do *takt time*, o tempo para completar a produção de uma peça pode ser determinado em cada processo e para cada peça. Produzir abaixo do



*takt time* (mais rápido que o necessário) causa excesso de produção, ou seja, resulta em maior quantidade que a necessária. Isto causa desperdício de recurso humano e movimentação desnecessária, gera estoques e, conseqüentemente, custos desnecessários de armazenagem e imobilização financeira. Por outro lado, produzir acima do *takt time* (mais lento que o necessário) pode causar falta de produto para o cliente. (ROTHER; SHOOK, 1999).

### **2.3.2 Produção Puxada por Kanban**

A produção puxada é o método de trabalho que tenta instrumentalizar o fluxo contínuo de produção e distribuição. É evidente que a produção e distribuição puxadas do produto devem ser feitas de acordo com o consumo real do cliente, e não de acordo com uma mera previsão de consumo. Isto porque, na maioria das vezes, estas duas grandezas não são iguais, o que pode acarretar excesso de produção (inventário) ou falta de produto disponível para o cliente.

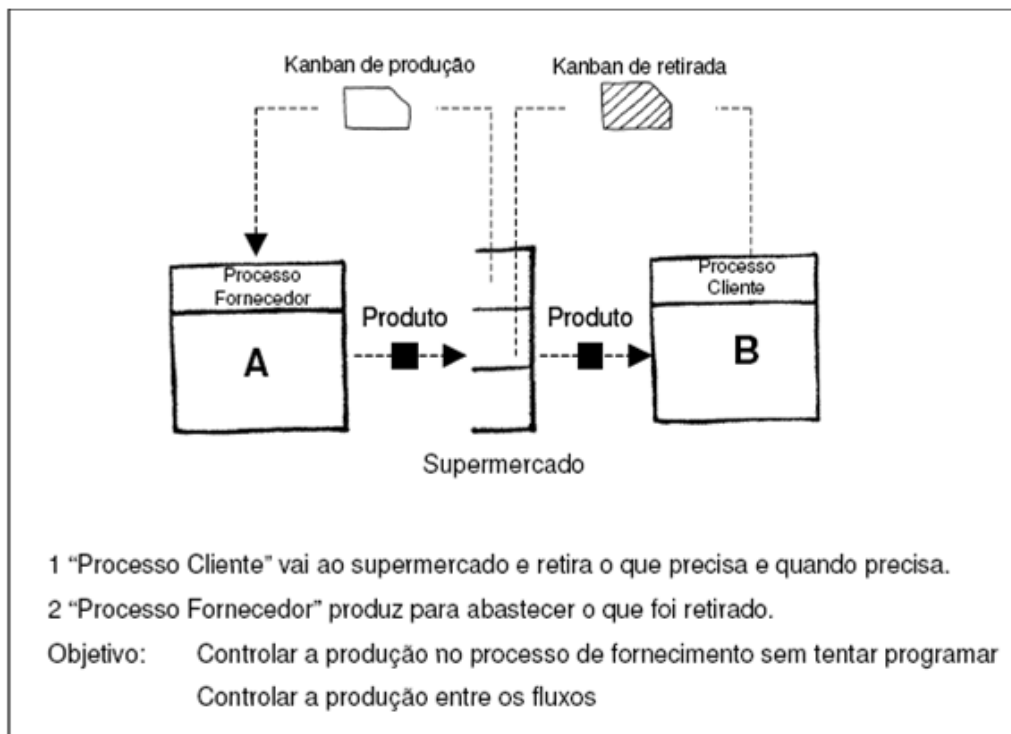
Na Toyota, a produção puxada foi implementada com o uso de um sistema de acionamento visual simples conhecido como Kanban, que Shingo (1996) compara com o fluxo de materiais em um supermercado: “[...] ao invés de utilizar um sistema de reabastecimento estimado, o estabelecimento repõe somente o que foi vendido, reduzindo, dessa forma, os estoques”. Assim, o “processo cliente” vai ao supermercado e retira o que precisa e quando precisa e, com um sinal (kanban) indicativo de que o lote foi retirado, o “processo fornecedor” volta a produzir para reabastecer o que foi retirado.

No sistema puxado, um processo tem uma maneira de dar a ordem exata de produção ao processo anterior, sem tentar prever a demanda posterior nem programar o processo anterior. Puxar é um método para controlar a produção entre dois fluxos (ROTHER; SHOOK, 1999).

Na definição do Léxico Lean (2008), Kanban é um dispositivo sinalizador que autoriza e dá instruções para a produção ou para a retirada de itens em um sistema puxado. Em japonês o termo significa “sinal”.

Shingo (1996) diz que o sistema foi inspirado no sistema de um supermercado, estabelecimento que apresenta as seguintes características operacionais:

- a) Os consumidores escolhem diretamente as mercadorias e compram as suas favoritas;
- b) O trabalho dos empregados é menor, pois os próprios consumidores levam suas compras às caixas registradoras;
- c) Ao invés de utilizar um sistema de reabastecimento estimado, o estabelecimento repõe somente o que foi efetivamente vendido, reduzindo, dessa forma, os estoques;
- d) Os itens a e b permitem baixar os preços; as vendas sobem e os lucros crescem.



**Figura 2.10 - Sistema puxado com base em supermercado (ROTHER; SHOOK, 1999)**

Na indústria, o sistema funciona com dois cartões: o cartão de produção dispara a produção de um pequeno lote de peças de determinado tipo, em determinado centro de produção da fábrica. O Kanban de retirada autoriza a

movimentação do material pela fábrica, do centro de produção para o centro consumidor. As figuras 2.10 e 2.11 ilustram o sistema.

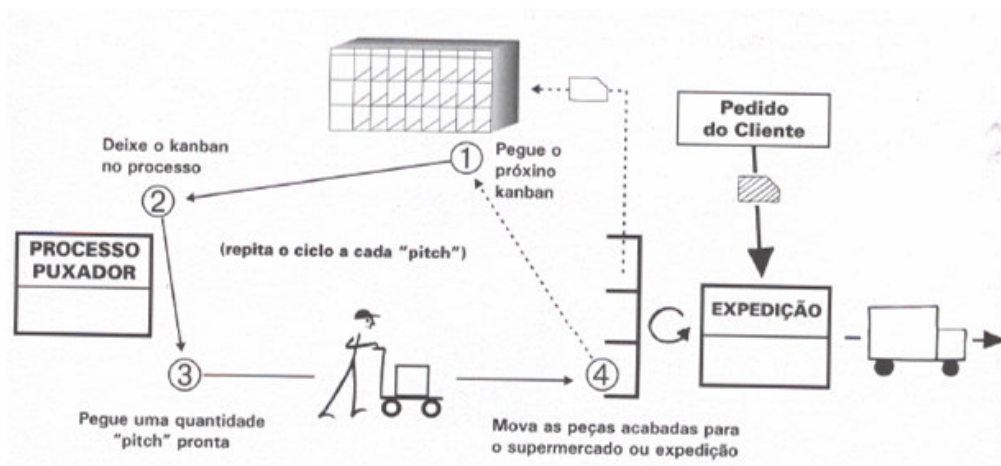


Figura 2.11 - Exemplo de retirada sincronizada de Kanban (ROTHER; SHOOK, 1999)

### 2.3.3 Seis Sigma e *Lean Manufacture* (Produção Enxuta)

A empresa de consultoria, “Tática Lean Consulting” destaca as vantagens da aplicação do Seis Sigma a processos mapeados pelo VSM. Começando pelo Mapeamento da Cadeia de Valor, analisa-se como os produtos ou serviços são gerados dentro da empresa, com o intuito de identificar os desperdícios na criação do valor para os clientes. Só depois dessa orientação é que se inicia a introdução do Fluxo Contínuo, da Produção Puxada e a implementação das diversas Ferramentas de *Lean Manufacture* (Produção Enxuta).

A metodologia Seis Sigma, conforme preconizada pela citada empresa de consultoria, introduz a sequência de abordagem do problema conhecida como DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Improve (Melhorar), Controlar) onde:

- a) Definir: Identifica o processo que tem que ser melhorado e o problema a ser resolvido segundo a voz do cliente. Processos alvo são os chamados de *CTQ – Critical To Quality* (Crítico para Qualidade);

- b) Medir: Determina os indicadores e/ou variáveis chave do processo e/ou produto a serem medidos;
- c) Analisar: Identifica as correlações estatísticas entre *KPIV* – *Key Process Input Variables* (Variáveis Chave de Entrada do Processo) e *KPOV* – *Key Process Output Variables* (Variáveis Chave de Saída do Processo);
- d) Improve (Melhorar): Determina a condição otimizada das *KPIV*, de forma a melhorar o desempenho das *KPOV*, atingindo a satisfação do cliente de acordo com o critério *CTQ*;
- e) Controlar: Determina método e frequência de controle das *KPIV* e *KPOV* de forma a assegurar o desempenho do processo conforme especificado.

A prática de trabalho da “Taktica Lean Consulting” está sumarizada no esquema da Figura 2.12, que ilustra a abordagem DMAIC para melhoria de um processo mapeado pela ferramenta VSM, com o objetivo de reduzir a variabilidade do processo por intermédio da metodologia Seis Sigma.

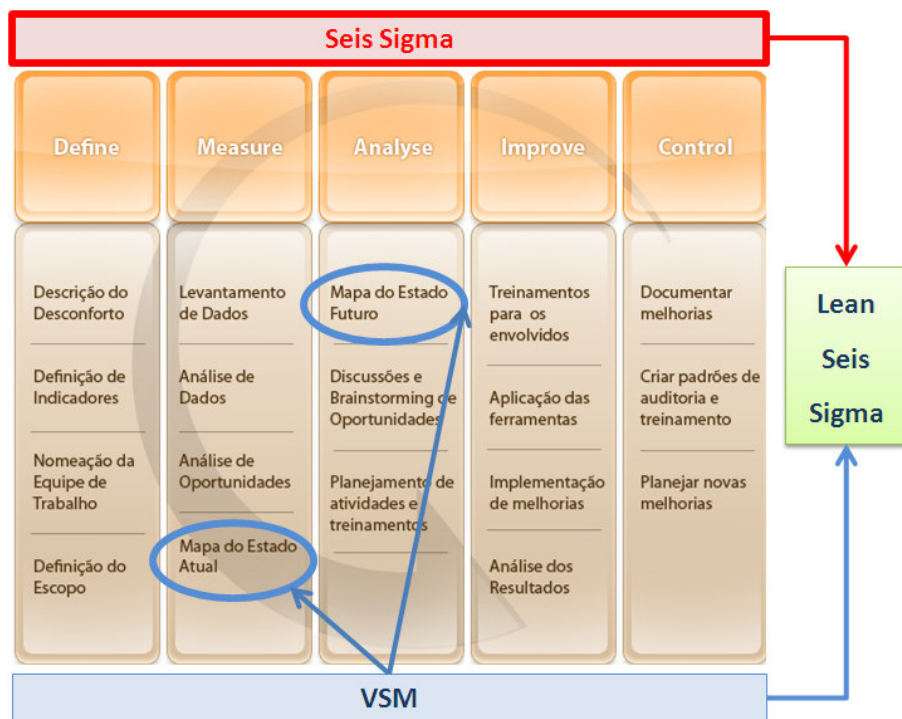


Figura 2.12 - Aplicação do Seis Sigma a processos mapeados pelo VSM (TAKTICA LEAN CONSULTING, 2009)

O Seis Sigma e o *Lean Manufacture* são metodologias que podem ser simultaneamente empregadas para promover melhorias em um processo mapeado pela ferramenta VSM. Aplicando-se o Seis Sigma em ambientes de serviços, tais como os de logística de fornecimento e distribuição, pode-se verificar que os resultados favoráveis são bem surpreendentes, devido à enorme oportunidade inexplorada (TBM CONSULTING GROUP, 2008). Dados empíricos mostram que os custos de serviços estão inflacionados por desperdícios da ordem de 30% a 80%, ou seja, os processos de serviços estão infestados de atividades que não adicionam qualquer valor do ponto de vista do cliente.

A combinação da redução de desperdícios (*Lean Manufacture*) com o Seis Sigma permite a redução do custo da complexidade do processo, pois o *Lean Manufacture*, isoladamente, não consegue colocar um processo sob controle estatístico (redução da variabilidade e dos defeitos), enquanto o Seis Sigma não enfoca prioritariamente a redução do tempo do processo, conforme ilustrado na Figura 2.13.



Figura 2.13 -- Combinação do Lean Manufacture com Seis Sigma para os resultados (TBM CONSULTING GROUP, 2008)

Aplicando-se simultaneamente as duas iniciativas, obtemos uma redução drástica dos tempos de atividade juntamente com a redução da variabilidade (defeitos), atingindo-se um benefício maior nos custos do que se fosse aplicado isoladamente o *Lean Manufacture* e, depois, o Seis Sigma.

A empresa de consultoria “TBD Consulting Group” sugere algumas oportunidades de aplicação conjunta das duas referidas metodologias, constituindo a prática que aquela empresa denomina de “Lean Seis Sigma”. A prática tem obtido resultados significativos particularmente em processos de serviços, mas têm sido, também, identificadas oportunidades de sua aplicação em processos de manufatura.

Segundo a TBD Consulting Group, as três maiores razões-chaves pelas quais funções de serviços precisam aplicar “Lean Seis Sigma” são:

- a) Processos de serviços são geralmente lentos e dispendiosos. Mais da metade do custo em aplicações de serviços é desperdício não-adicionador de valor.
- b) Lentidão devido a “inventário em processo” (*WIP – Work In Process*), resultado de complexidade desnecessária no oferecimento do produto ou serviço. O *WIP* poderia ser identificado por relatórios empilhados sobre uma mesa, e-mails em uma caixa de entrada eletrônica, ou pedidos de vendas esperando em um banco de dados. Este tempo de espera representa tipicamente 90% do tempo do processo. Na indústria, o *WIP* são estoques intermediários.
- c) Em qualquer processo lento, 80% dos atrasos seriam causados por menos de 20% das atividades. Só é preciso encontrar como melhorar a velocidade destes 20% do processo para obter uma redução de 80% do tempo de ciclo e elevar drasticamente para perto de 100% as entregas pontuais.

Sintomas para aplicação do “Lean Seis Sigma” seriam:

- a) Corre-se atrás de informações para concluir uma tarefa;
- b) Processos necessitam de vários níveis de aprovação;
- c) Interrupções constantes quando se está em uma atividade;

- d) Pessoas ocupadas na elaboração de diversos relatórios;
- e) Realizam-se trabalhos em lotes (batches);
- f) Existem trabalhos fragmentados.

#### **2.3.4 As “Sete Grandes Perdas do Processo” na Ford**

As “Sete Grandes Perdas do Processo” é uma ferramenta interna adotada pela Ford Motor Company, no âmbito do FPS (*Ford Production System* – Sistema Ford de Produção) que tenta contribuir efetivamente para a identificação dos desperdícios, permitindo eliminar as causas do problema, mantendo os melhores padrões de qualidade de serviços e garantindo custos reduzidos.

Para entender “desperdício”, temos que compreender o que isso significa na adição de valor aos produtos enquanto eles estão sendo manufaturados. Atividades que agregam valor são aquelas que adicionam algo - identificável pelo cliente - ao produto, e o cliente está disposto a pagar por produtos de qualidade, com valor agregado. Qualquer atividade que não adicione o que o cliente deseja, pode ser considerada uma atividade que não agrega valor, portanto, é um desperdício. Por exemplo, no ciclo de uma prensa, ao estampar a peça, adiciona-se valor, porém, o transporte da peça entre prensas não adiciona valor. Excesso de movimentação de materiais é um exemplo de desperdício que pode ser reduzido ou eliminado.

O FPS define desperdício como qualquer atividade que consome tempo, recursos ou espaço, mas que não adiciona valor sensível aos olhos do cliente. Assim, defeitos, esperas, excesso de movimentação, processamento em demasia, inventário de estoques e ineficiência são desperdícios. Eliminando qualquer um desses itens, já se terá aumento da satisfação do cliente, lucratividade e segurança no trabalho. Zero desperdício de todas as formas é o objetivo primário do FPS.

Conforme apostila corporativa de práticas de trabalho do FPS, sete são as grandes perdas de um processo de manufatura:

- a) Processar em excesso;
- b) Movimentação desnecessária;

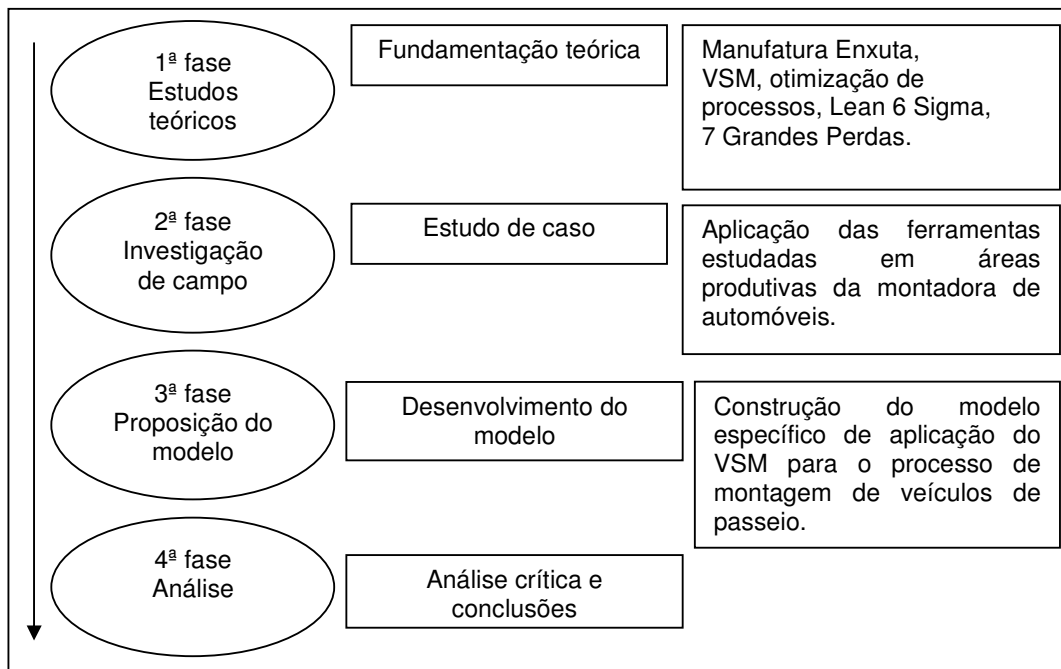
- c) Máquina e/ou equipamento em espera;
- d) Superprodução;
- e) Inventário;
- f) Ineficiência;
- g) Defeitos;

Estas sete possibilidades de perdas orientarão a busca por oportunidades de eliminação de desperdícios por ocasião do mapeamento da cadeia de valor do processo de montagem de veículos de passeio descrito no estudo de caso apresentado na seção seguinte deste trabalho.



### 3. TRABALHO EXPERIMENTAL E DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A figura 3.1 mostra o esquema do delineamento do projeto de pesquisa adotado neste trabalho.



**Figura 3.1 - Delineamento do projeto de pesquisa**

A primeira fase do projeto de pesquisa está apresentada no capítulo 2 (Fundamentação Teórica) desta dissertação.

A realização da segunda fase (capítulo 3) do referido projeto consiste na elaboração do estudo de caso, com aplicação das ferramentas estudadas, aos processos produtivos da Ford em Camaçari. Uma das dificuldades para a utilização da ferramenta VSM em um processo de alta complexidade (produto com elevado número de peças e muitos estágios operacionais), como é o caso do processo de montagem de veículos, diz respeito à questão do quê mapear.

Na aplicação da ferramenta VSM no processo de montagem da Planta de Camaçari sempre se elegeu como peça de referência a carroceria do veículo, fluindo pelo processo de montagem desde a área de Pintura até a área da Qualidade Assegurada. Essa, escolha, porém, pouco revelava a respeito do inventário em processo (WIP), ao longo das linhas de montagem, formado por peças e componentes do veículo. Todavia, quando voltamos nossa atenção

para mapear prioritariamente o inventário de peças ao longo das linhas de montagem, nos deparamos com a dúvida sobre que peça ou que família de peças priorizar, uma vez que o mapeamento simultâneo de aproximadamente mil peças, não seria executável.

O instrumento criado para definir a priorização da peça ou módulo de controle a ser mapeada(o) no processo de manufatura em questão foi batizado como “matriz de relevância”, a qual permite reunir as seguintes informações (Quadro 3.1):

A região superior das colunas, identificada como “primeiro passo”, apresenta o nome das variáveis de entrada e indicadores de processo que os especialistas da área julgam ter maior significância no custo operacional do processo a ser mapeado e seus respectivos pesos (2, 3 ou 4).

As linhas à esquerda do Quadro 3.1 (“segundo passo”) apresentam os nomes das peças ou módulos cujas variáveis de entrada ou indicadores de processo apresentam maior peso sobre o custo operacional, conforme indicação já feita pelos especialistas da área.

No “terceiro passo”, as células centrais da Matriz de Relevância recebem as notas 1, 3 ou 9, atribuídas às variáveis ou indicadores das peças ou módulos relacionados, de acordo com os respectivos impactos em desperdícios, obedecendo à classificação feita pelos especialistas da área, em correlação com as “Sete Grandes Perdas do Processo”. Assim, quanto maior a nota atribuída, maior o impacto sobre o desperdício encontrado para a variável ou indicador da peça em questão.

Finalmente, na região direita do Quadro 3.1 (“quarto passo”) apresenta-se o resultado da multiplicação dos pesos pelas notas e, de posse dos valores ponderados, obtém-se a peça de maior relevância para o estudo, em correlação com os desperdícios apontados pelas “Sete Grandes Perdas do Processo”, apontadas pela Ford Motor Company. Essa peça atuará como peça de controle durante o mapeamento da cadeia de valor, isto é, será a peça escolhida para o mapeamento desde o seu estágio de matéria-prima até a conclusão do produto final, no estado em que será entregue ao cliente final.

Variável de entrada/ Indicador de processo	<b>1º passo:</b> Preencher aqui com os nomes das variáveis de entrada ou indicadores de processo com maior significância no custo operacional do processo que sera mapeado.					
Peso (2 ou 3 ou 4)						
	Pontos de significância (1 ou 3 ou 9)	Pontos de significância (1 ou 3 ou 9)	Pontos de significância (1 ou 3 ou 9)	Pontos de significância (1 ou 3 ou 9)	Pontos de significância (1 ou 3 ou 9)	Resultado final: somatório das multiplicações dos pesos pelos pontos
Peças ou módulos	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	<b>2º passo:</b> Preencher aqui com as peças ou módulos envolvidas com a variável de entrada / indicador de processo de maior peso.					
	<b>3º passo:</b> Preencher aqui com os pontos 1 ou 3 ou 9 para as peças ou módulos classificados pelos especialistas do processo conforme Brainstorming e correlação com as Sete Grandes Perdas do Processo, sendo quão maior o ponto adotado tal qual for a correlação com o desperdício encontrado.					
						<b>4º passo:</b> A peça ou módulo que obter o maior valor sera a referência p/ o VSM

**Quadro 3.1 - Matriz de Relevância para priorização da peça de controle para o VSM**

**3.1 Modelo proposto**

O modelo de aplicação específico do VSM proposto por este projeto foi apresentado durante o workshop que ocorreu na área de Montagem Final da Planta Ford de Camaçari, no período de 18/Mai/2009 a 22/Mai/2009, consistindo na terceira fase do projeto de pesquisa.

Esse modelo de aplicação específico do VSM pode ser dividido em três etapas para sua melhor compreensão, assim como demonstrado na figura 3.2, com linhas pontilhadas.

Sendo a primeira etapa para definição da peça ou família de controle a ser mapeado ao longo da cadeia de valor, com a utilização da Matriz de Relevância, a segunda etapa o desenvolvimento do Mapa do Estado Atual e aplicação das demais ferramentas de otimização do processo de manufatura para identificação das oportunidades de melhoria para o desenvolvimento do Mapa do Estado Futuro e por último, a etapa final para assegurar a efetividade das ações de otimização e melhoria do processo.

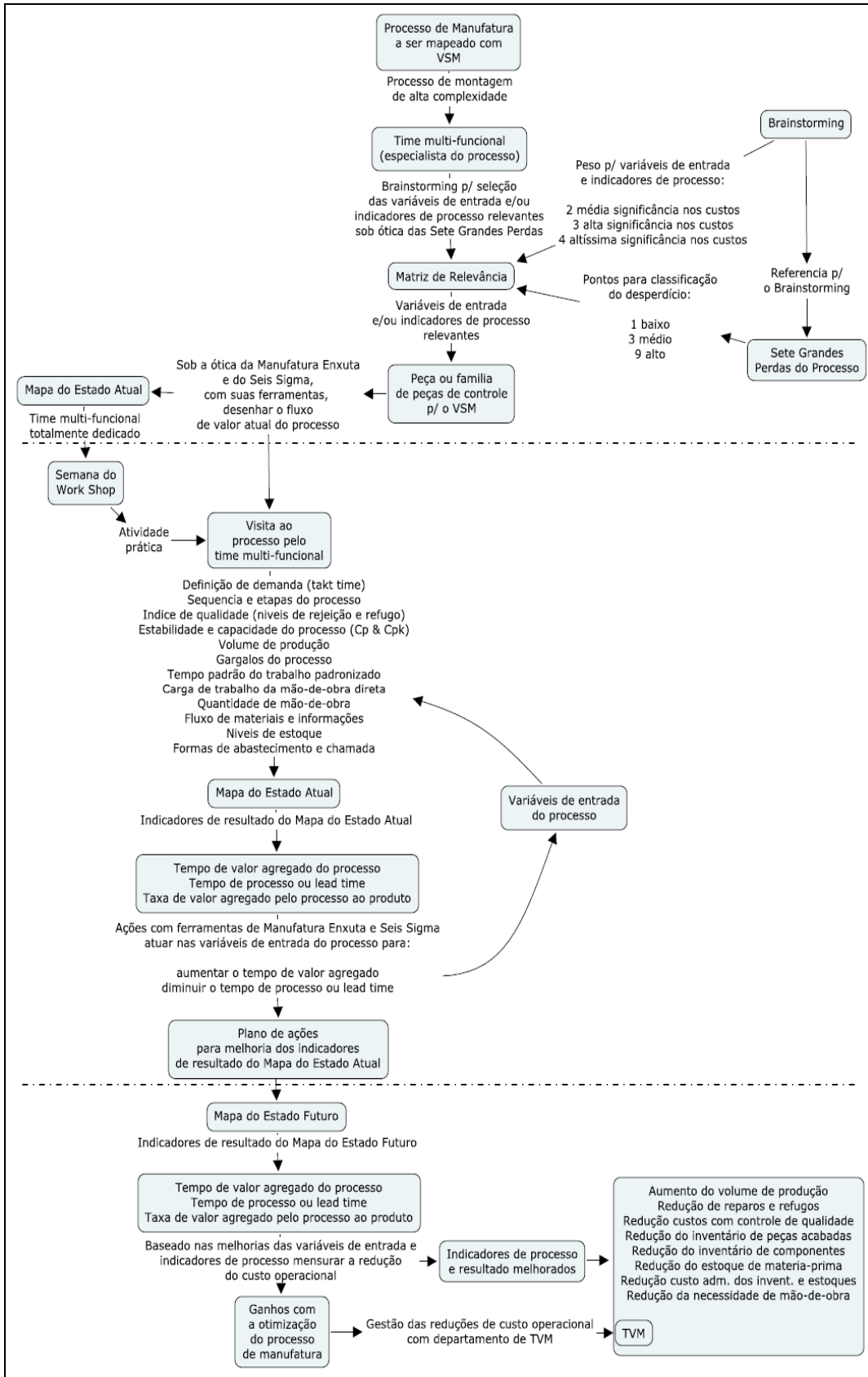


Figura 3.2 - Modelo de aplicação específico do VSM proposto pelo projeto

### 3.2 Aplicação do modelo proposto no workshop

A primeira etapa de aplicação do modelo específico do VSM para produtos de alta complexidade compreende o planejamento do mapeamento da cadeia de valor, onde foram realizadas as seguintes atividades:

- a) Formação de um time composto por especialistas de todas as áreas envolvidas no mapeamento da cadeia de valor;
- b) Definição das variáveis de entrada e indicadores de processo que irão compor a matriz de relevância para elencar as prioridades de mapeamento;
- c) Seleção do produto, família de produto ou sistema do veículo a ser mapeado durante o processo.

Para a formação do time de trabalho, foram convocados especialistas de logística, compras, redução de custos, engenharia de produto, engenharia de processo, manufatura e um consultor especialista em VSM e também em Manufatura Enxuta, para atuar como facilitador.

Com o time formado, a tarefa posterior foi consultar os especialistas do processo e listar, por meio de um *brainstorming* com foco nos desperdícios elencados pelas Sete Grandes Perdas do Processo, quais variáveis de entrada do processo e indicadores de processo de suas áreas eles julgavam possível identificar. Neste primeiro momento, optou-se por focalizar em redução ou eliminação de desperdícios do processo a ser escolhido.

Dessa forma, os especialistas em processo listaram as seguintes variáveis de entrada e indicadores de processo, os quais eles julgavam apresentar as melhores oportunidades de identificação de desperdícios e que possuíam também a maior significância em termos de custos operacionais para suas áreas:

- a) Custo de frete;
- b) Ocupação de área no armazém para manter o estoque adequado, de forma a não faltar peças na linha de montagem;

- c) Tempo de movimentação da rota de abastecimento das peças do armazém para a linha de montagem;
- d) Custo de refugo (scrap) decorrente de falhas de montagem;
- e) Geração de defeitos durante o processo de montagem e/ou durante os testes de qualidade assegurada; e
- f) Custo da peça ou módulo.

Uma vez elencadas as variáveis de entrada do processo e os indicadores considerados pelos especialistas como relevantes para identificação das oportunidades de eliminação de desperdícios, o passo seguinte foi utilizar a matriz de relevância proposta pelo modelo teórico deste projeto, para priorizar a peça ou módulo, que seria utilizada para execução do mapeamento de cadeia de valor no processo de montagem, desde o armazém de peças da Planta até a entrega do veículo montado para os testes finais no departamento de Qualidade Assegurada.

Como já foi mencionado nesta seção, a matriz de relevância é uma tabela de pontuação ponderada (pesos-notas), em que cada variável ou indicador recebeu um peso em função do seu impacto sobre os custos, e cada peça ou módulo recebeu uma nota de avaliação correspondente à oportunidade que a mesma apresenta para a redução ou eliminação de custos com desperdícios. A construção da matriz para o estudo de caso específico deste trabalho está explicada a seguir:

- a) Primeiramente, as variáveis de entrada e indicadores de processo receberam os seguintes pesos: 2 para médio impacto no custo operacional; 3 para alto impacto; e 4 para altíssimo impacto. A tabela 3.1 ilustra a atribuição dos pesos às referidas variáveis (frete, área, tempo, scrap, defeitos, custo);
- b) As notas de avaliação da oportunidade de redução ou eliminação de custos com desperdícios de cada peça ou módulo foram atribuídas pelo seguinte critério: 1 para baixa oportunidade; 3 para média oportunidade; e 9 para alta oportunidade. A tabela 3.2 mostra a matriz de relevância totalmente preenchida pelos especialistas do processo.

PEÇA	FORNECEDOR	FRETE	DECON (M2)	T MOVIMENTACAO	SCRAP	NOK	CUSTO PEÇA	TOTAL
PESO		3	4	3	2	2	2	

**Tabela 3.1 - Peso de cada variável de entrada e indicador de processo no custo operacional**

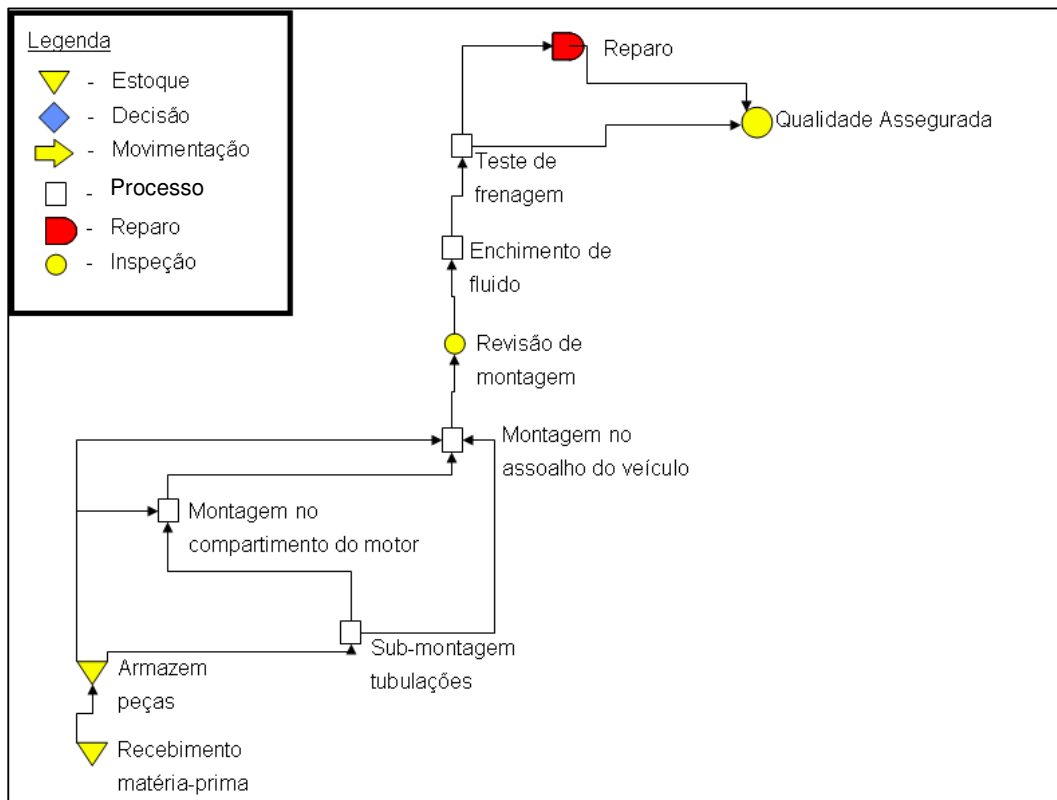
PEÇA	FORNECEDOR	FRETE	DECON (M2)	T MOVIMENTACAO	SCRAP	NOK	CUSTO PEÇA	TOTAL
PESO		3	4	3	2	2	2	
HIDROVACUO	CONTITEVES	3	9	9	3	3	9	102
CINTO DE SEGURANCA	AUTOLIV	3	3	9	9	9	9	102
RADIO	VISTEON	3	9	9	1	1	9	94
DESUMIDIFICADOR	VISTEON	3	9	9	1	1	3	82
COLA PU VIDRO	DOW	3	9	1	9	3	3	78
MODULO PCM	VISTEON, BO	3	3	1	9	9	9	78
PEDALEIRA	KSR	1	9	9	1	1	3	76
STEP BAR	AUTOMETAL	3	9	1	1	3	9	74
HEAT SHIELD (CHAPA DEFLETORA)		3	9	3	3	3	1	68
LANTERNA	SIAN	1	3	3	9	9	3	66
RESERVATORIO DE PARTIDA	ELDORADO	3	9	1	3	3	3	66
CAIXA + FILTROS DE AR	VISTEON	3	9	1	1	1	3	58
COXIM DO MOTOR	TELEBORG	3	3	9	1	1	3	58
COLA PU TETO	DOW	3	3	1	9	3	1	50
MOTOR DO LIMPADOR	VALEO	3	3	3	3	3	3	48
EMBLEMAS	AUTOMETAL	3	3	1	3	3	1	38
BRACO DO LIMPADOR	VALEO	3	3	1	1	1	1	30

**Tabela 3.2 - Matriz de Relevância totalmente preenchida pelos especialistas do processo**

Como pode ser observado, na tabela 3.2, a peça “hidrovácuo” foi eleita como prioritária para o mapeamento da cadeia de valor na área de Montagem Final, pois obteve o maior valor de significância pelo critério adotado pela matriz de relevância, sendo então a peça de controle que foi acompanhada na cadeia de valor desde o ponto escolhido como inicial - o armazém de peças, até o ponto escolhido como final - a entrega dos veículos montados para o departamento de Qualidade Assegurada.

Definida a peça de controle, o time multifuncional responsável pela execução do mapeamento da cadeia de valor no processo de Montagem Final optou por mapear não apenas a peça “hidrovácuo”, mas todo o sistema de freio do veículo, de forma a maximizar as chances de identificação de desperdícios no processo.

Primeiramente o time desenhou o fluxo do processo para garantir o mesmo nível de conhecimento por toda a equipe. A figura 3.3 ilustra esse fluxo.



**Figura 3.3 – Fluxo do processo a ser mapeado desde o armazem de peças, passando pela área de Montagem Final até o departamento de Qualidade Assegurada**

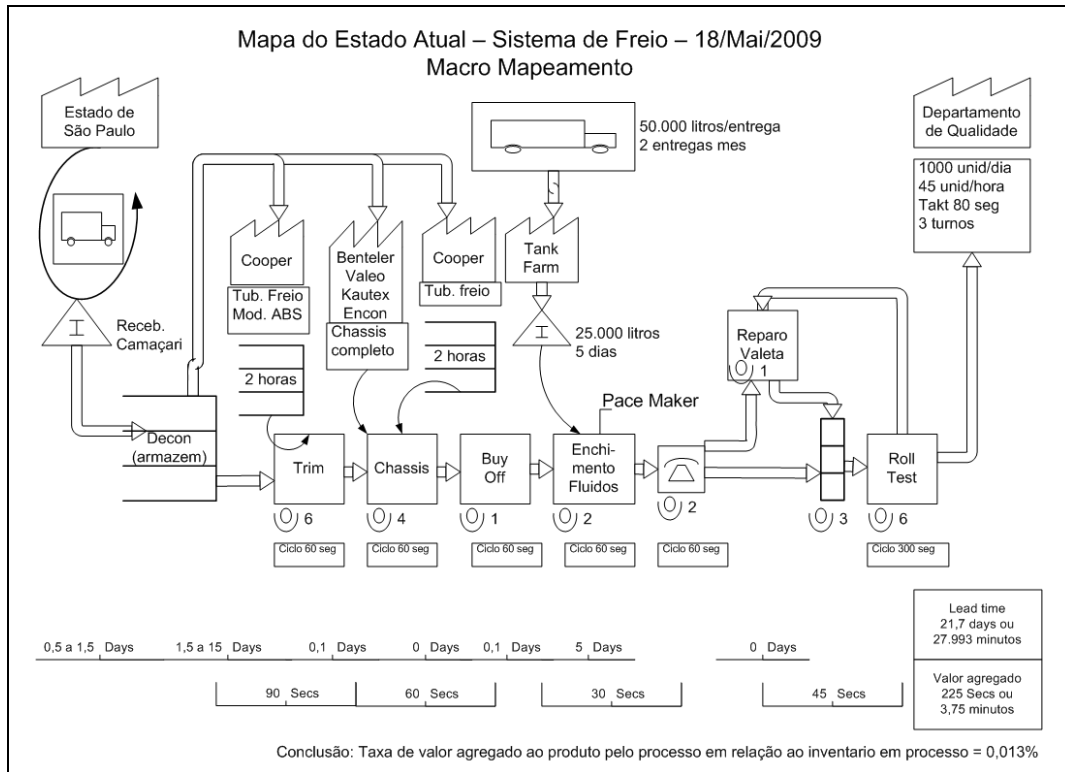
Uma vez que toda a equipe envolvida estava ciente das etapas e principais características do processo de montagem do sistema de freio, iniciou-se a atividade prática de mapeamento da cadeia de valor, do final para o início do processo, partindo-se da entrega dos veículos montados para os testes finais no departamento de Qualidade, e retornando-se até o início do processo de montagem, logo após receberem-se as carrocerias pintadas. Manteve-se, permanentemente, o cuidado de tomar nota das principais características do processo de manufatura e seus indicadores e resultados.

Após visita *in loco* ao processo, e coleta dos dados, a equipe retornou ao seu “quartel general”, e, fazendo-se uso de “post-it” na cor amarela, foram acrescentados ao fluxo do processo esquematizado em folhas de papel afixadas nas paredes da sala de reuniões, importantes dados de processo,



que, interpretados, guiavam os especialistas do processo na identificação das oportunidades de redução e eliminação de desperdícios.

Com suficientes dados em mãos, a equipe de trabalho pôde efetivamente desenhar o Mapa do Estado Atual, conforme figura 3.4 a seguir.



**Figura 3.4 - Mapa do Estado Atual para o sistema de freio do veículo no processo de Montagem Final**

A taxa de valor agregado pelo processo ao produto é determinada pela seguinte equação:

$$\text{Taxa Valor Agregado} = (\text{Tempo Valor Agregado} / \text{Lead Time}) \times 100$$

Sendo:

Tempo Valor Agregado – somatório dos tempos dos elementos de trabalho de operações produtivas onde efetivamente o processo agregou ao produto algum valor ou transformou o produto de forma perceptível pelo cliente final;

Lead Time - somatório dos tempos de espera, paradas, transportes e movimentações ao longo do processo, quando não são realizadas operações agregadoras de valor.

O Mapa do Estado Atual do sistema de freio apresentou uma taxa de valor agregado correspondente a 0,013%. Como se observa na Figura 3.4, o lead time desde a área de recebimento de matéria-prima até a entrega dos veículos ao departamento de Qualidade Assegurada correspondeu a 21,7 dias (27.993 minutos). Por sua vez, o tempo de valor agregado correspondeu a apenas 3,75 minutos, um tempo extremamente pequeno comparado ao lead time.

A grande importância desse fundamental indicador de resultado da ferramenta VSM - a taxa de valor agregado - está em determinar o marco zero do Mapa do Estado Atual e, assim, motivar o time de trabalho a buscar otimizações no processo de manufatura e eliminações de desperdícios que propiciem uma taxa de valor agregado maior no Mapa do Estado Futuro.

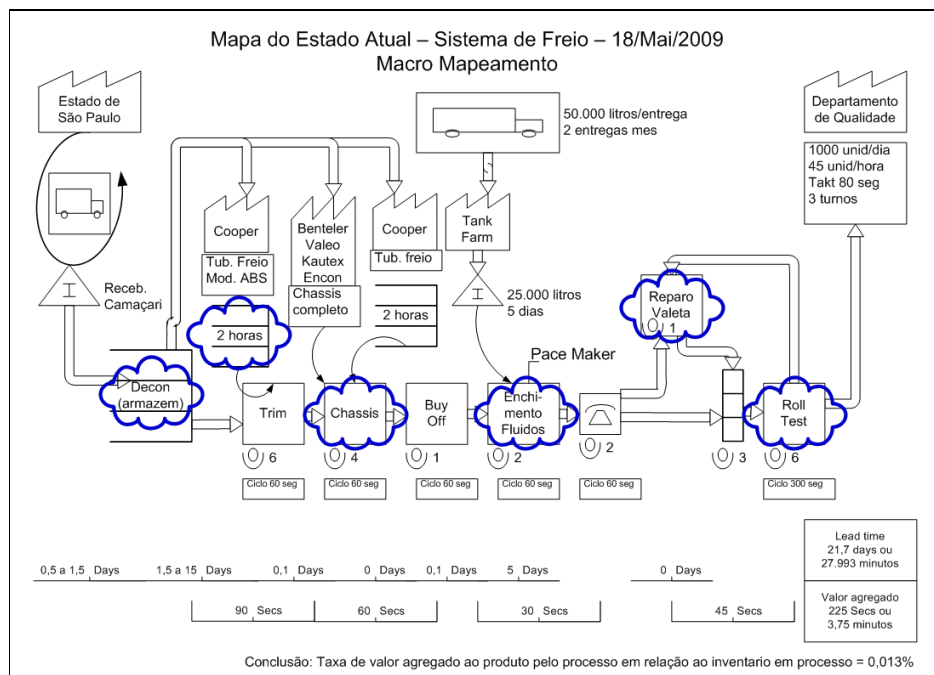
Buscando melhorias e eliminação de desperdícios, o time de trabalho listou nove oportunidades:

- a) Elevação da Eficiência Global (OEE) das máquinas de teste de rolagem, de modo a deixar uma em *stand-by*, reduzindo, assim, o consumo de mão-de-obra e otimizando a manutenção preventiva;
- b) Aumentar a capacidade de produção individual das máquinas de teste de rolagem com a criação de um “pulmão” de processo;
- c) Utilização de um único tubo flexível de embreagem para 4 diferentes modelos de veículo;
- d) Pequenas modificações no assoalho externo da carroceria para facilitar a montagem dos tubos de freio;
- e) Aplicação de projeto Seis Sigma para eliminação de falhas detectadas durante o teste de vácuo do sistema de freio;
- f) Revisão dos parâmetros das máquinas de enchimento, para eliminar excesso de fluido de freio durante o abastecimento (economia de 2% de fluido);

- g) Otimizar a utilização de embalagens que atendem a linha de montagem, para redução das viagens das rotas de abastecimento;
- h) Adequar estoques no armazém compatíveis com os objetivos de máximos dias de estoque estabelecidos pela Logística da Planta;
- i) Implementar processo de abastecimento da linha de montagem, sequenciado para algumas tubulações do sistema de freio, reduzindo a ocupação de área na estação de trabalho e, conseqüentemente, o tempo de caminhada do operador durante a operação, tempo esse que, como se sabe, não agrega valor ao produto final.

Observe-se que, por questões de confidencialidade, a fim de preservar o conhecimento e as estratégias competitivas da empresa, as oportunidades de melhoria identificadas no Mapa do Estado Atual, descritas acima, estão sendo apresentadas de forma genérica, sem os dados e valores técnicos.

A figura 3.5 apresenta o mesmo Mapa do Estado Atual do mapeamento do sistema de freio com as “nuvens de Kaizen”, ilustrando as regiões do processo de manufatura com as oportunidades de redução e eliminação de desperdícios, listadas pela equipe de trabalho.



**Figura 3.5 - Mapa Atual com "nuvens de Kaizen" identificando oportunidades de redução e eliminação de desperdícios**

As nove oportunidades de redução e eliminação de desperdícios, listadas anteriormente, que se tornaram tarefas do plano de ações, proveniente do Mapa Atual, estavam concentradas em seis regiões, ou sub-processos, do processo global mapeado.

Foi utilizado o critério de alto retorno ou baixo retorno associado à fácil implementação, ou difícil implementação, conforme mostra a figura 3.6 a seguir, para verificar a relação custo-benefício de cada oportunidade de melhoria e/ou eliminação de desperdício identificada com o Mapa do Estado Atual.

A figura 3.6 ilustra também alguns níveis de aceitação que foram impostos pelo departamento de TVM (Total Value Management – Gerenciamento Total do Valor) como metas ao time multifuncional que trabalhava neste mapeamento da cadeia de valor. Uma ação classificada como de “fácil implementação” seria aquela que consumisse menos de 6 meses para ser implementada. Por outro lado, ações de “alto retorno” seriam aquelas cujo retorno financeiro fosse superior a R\$ 30.000,00 por ano ou R\$ 0,15 por veículo produzido (nota: volume de produção de 250.000 veículos). O quadrante 1 da Figura 3.6 ilustra ações preferenciais, ou seja, de fácil implementação e alto retorno.

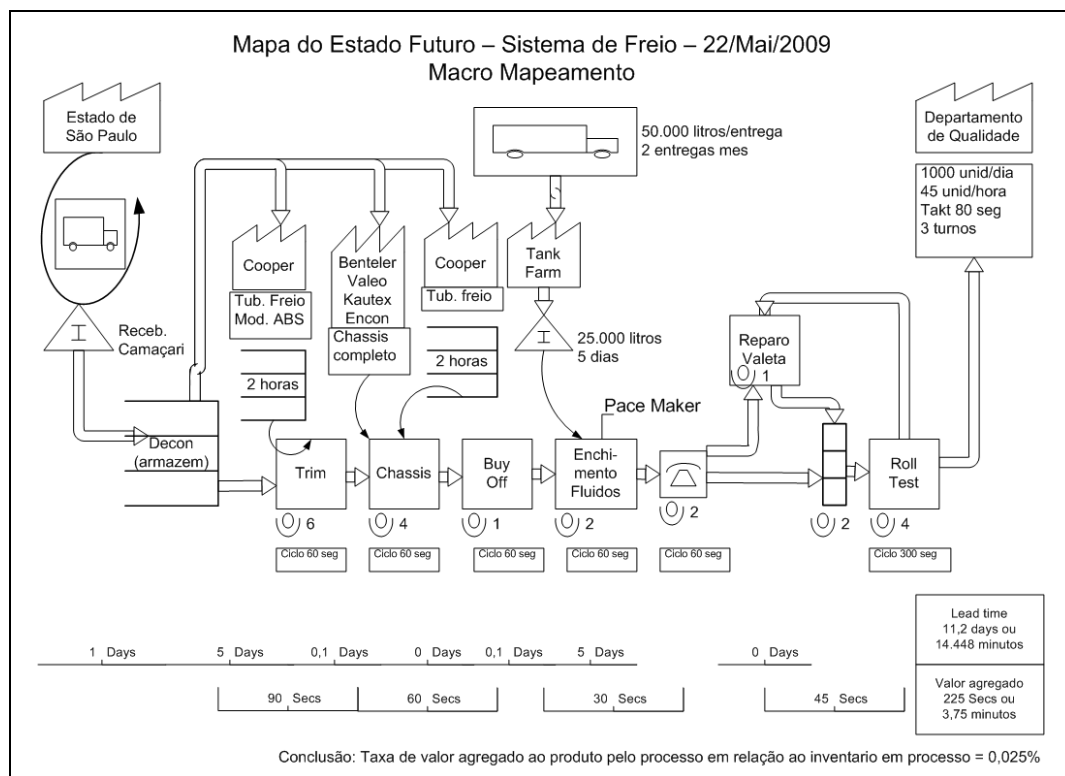
		<u>Classificação</u>		
		Implementação		
		Fácil	Difícil	(mais de 6 meses)
	Alto Retorno	1	2	
até R\$ 0,15				
ou R\$ 30.000	Baixo Retorno	3	4	

**Figura 3.6 - Critério para análise de custo benefício**

Com os procedimentos adotados, foi possível elaborar o plano de ações para implementação do Mapa do Estado Futuro e mensurar as melhorias nos indicadores fundamentais do VSM (taxa de valor agregado, tempo de valor

agregado e lead time), assim como a redução de custo operacional com essas implementações.

A fim de identificar oportunidades de redução do custo operacional e desenvolver um modelo específico de aplicação do VSM que pudesse ser utilizado por outras áreas e outras plantas da Ford, a equipe de trabalho deixou como legado a proposta de Mapa do Estado Futuro do processo, conforme mostra a figura 3.7.



**Figura 3.7 - Mapa do Estado Futuro para o sistema de freio do veículo no processo de Montagem Final**

O Mapa do Estado Futuro proposto para o sistema de freio no processo de montagem de veículos de passeio em questão mostrou uma melhoria no indicador de resultado fundamental do VSM ( taxa de valor agregado) de 0,012 pontos percentuais. Isto pode parecer um tanto insignificante, todavia, trata-se de uma melhoria de 92%, isto é, na busca da Manufatura Enxuta, o Estado Futuro é 92% mais enxuto que o Estado Atual e, quantificando em moeda os níveis de estoque melhorados, a eliminação no desperdício de peças e a redução no consumo de mão-de-obra, é possível validar a hipótese de

Womack (1998) sobre o benefício do VSM na visão do global de um processo de manufatura.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A redução do custo operacional em um processo de manufatura é imperativo, seja para operar junto a outras estratégias ao longo da vida de um produto, seja para mantê-lo competitivo no mercado. A redução do custo operacional possibilita o aumento da lucratividade da organização com o produto cujo processo foi otimizado. Diante disto, faz parte das metas do departamento de Montagem Final dos produtos da Planta Ford Camaçari a contínua redução dos custos operacionais por meio da eliminação dos desperdícios ao longo do processo.

Era conhecida e aplicada a ferramenta VSM para esse fim, todavia, a capacidade de obtenção de resultados estava restrita e era necessário não só expandir a aplicação do VSM para a eliminação de desperdícios identificados ao longo da cadeia de suprimento, mas também trabalhar em conjunto com os especialistas em redução de custos do departamento de TVM (Total Value Management – Gerenciamento Total do Valor). Assim, este trabalho apresenta-se como uma oportunidade de aplicação do modelo específico do VSM, em atividade conjunta com o departamento de TVM para identificação e eliminação de desperdícios no processo de manufatura dos veículos de passeio, propondo “Estados Futuros” dos processos otimizados.

Considera-se que esta é uma oportunidade de testar o modelo desenvolvido no estudo de caso apresentado neste trabalho. A apresentação do modelo no workshop interno da empresa se mostrou bastante funcional. Propiciou-se a definição de uma peça de controle para ser acompanhada ao longo do mapeamento, no caso, o sistema completo de freios do veículo, e obteve-se uma estimativa realista de redução de custos do processo (não revelada em detalhes neste trabalho, por questão de confidencialidade).

## 4.1 Conclusões

O modelo de aplicação específico do VSM é uma novidade na literatura e uma nova ferramenta de gestão industrial que já está sendo usada pelo departamento de TVM da Ford na Planta de Camaçari, no estado da Bahia, para mapear alguns sistemistas (fornecedores de módulos do veículo).

Vale ressaltar que, assim como outras ferramentas de manufatura, o modelo de aplicação específico do VSM não é uma “receita de bolo”, muito menos uma ferramenta mágica que trará uma revolução no processo mapeado. Trata-se, antes, de uma forma disciplinada e lógica de utilizar a especialidade, experiência, conhecimento, criatividade e, principalmente, a motivação dos especialistas em um processo de manufatura, para que, com sinergia, se descreva um processo por meio do Mapa do Estado Atual e, posteriormente, se proponha um processo otimizado com o Mapa do Estado Futuro. Conforme colocado pelo Prof. José Roberto Ferro (2004), após o mapeamento faz-se necessário implementar as melhorias propostas:

Muito mais importante e, em verdade, a única coisa que importa é a ação concreta na implementação dos Estados Futuros definidos. Como os recursos são limitados, inclusive o tempo dos responsáveis pelo mapeamento, mapear por mapear não é uma estratégia válida.

## 4.2 Limitações

Conforme citado neste texto, os ganhos obtidos com o mapeamento da cadeia de valor no processo de montagem de veículos de passeio da Planta Ford Camaçari, na Bahia, não poderão ser reportados nos seus detalhes, para preservar a confidencialidade e estratégia de negócio da planta. Todavia, pode-se afirmar que grande parte das oportunidades de melhoria identificadas no Mapa do Estado Atual foram implementadas e resultaram em ganhos com produtividade de mão-de-obra, redução do consumo de peças de reposição para máquinas e redução do índice de rejeição de veículos por falhas no sistema de freio.



O projeto em questão poderá ser utilizado por outras áreas e plantas da Ford Motor Company.

### **4.3 Atividades futuras de pesquisa**

Duas oportunidades de utilização do modelo de aplicação específico do VSM são bastante tentadoras: primeiramente, processos administrativos na Organização, a exemplo de liberação de verba para novos projetos; a outra, embora ainda distante atualmente, mas não impossível, seria o VSM do processo de logística reversa da montagem de veículos de passeio, ou seja, o processo de desmontagem de veículos de passeio para reciclagem dos seus componentes e redução da disposição de lixo no meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ABDULLAH, F.; RAJGOPAL, J. **Lean manufacturing in the process industry**. Proceedings of the IIE Research Conference. Portland, OR, IIE, Norcross, GA, 2003.

FERRO, J. **A essência da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor**. Disponível em: URL, <http://lean.org.br/pg1.htm>. Edição eletrônica 2004. Acessado em: 16/05/2003.

Ford Production System Institute. **Ford Total Productive Maintenance, The Ford Plant Floor Series**. Dearborn, Michigan: Ford Motor Company, 1998.

GHINATO, P. Nome do capítulo. In: nome do organizador do livro. **Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações**. Ed.: Adiel T.de Almeida e Fernando M. C. Souza. Recife: Editora da UFPE, 2000.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. **Manufatura Enxuta: Uma Revisão que Classifica e Analisa os Trabalhos Apontando Perspectivas de Pesquisas Futuras**. 2004. 190f. 2004. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2004.

JAMES-MOORE, S. M. ; GIBBONS, A. (1997). Is **lean manufacture universally relevant ? An investigate methodology**. International Journal of Operations & Production Management, v. 17, n. 9, p. 899-911, 1997.

LIKER, J.; MEIER, D. **O Modelo Toyota**. 1. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**. 3 ed. São Paulo:Campus,1996.

PORTER, M. **Estratégia competitiva**. 5 ed. São Paulo: Campus, 2005.

PRADO, C. **Proposal of model of development of Lean Production with Visioneering's use**. 137fls. 2006. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2006.

Rother e Shook. **Aprendendo a Enxergar** (Learning to See). São Paulo: Editora Campus, 1999.

SHINGO, S. ***O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção***. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 1996.

**Six Sigma Academy. Six Sigma Training**. Apostila de distribuição interna da Ford (licença), 2001.

SLACK, N. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

TAKTICA, Lean Consulting. Metodologia. Disponível em URL: <http://www.taktica.com.br/site/metodologia/>. Acessado em: 06 Mar. 2009.

TBM Consulting Group. *LeanSigma Manufatura*. Disponível em: URL, <http://www.tbmcg.com/pt/>. Acessado em: 16 Set. 2008.

Wagner Herrera. **Valor Agregado**. Disponível em: URL, [http://www.portaldomarketing.com.br/Artigos/Valor\\_Agregado.htm](http://www.portaldomarketing.com.br/Artigos/Valor_Agregado.htm). Acessado em 17 Fev. 2010.

WOMAK, J.; JONES, D. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1998.