



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**MELHORIA DA EFICIÊNCIA EM PROCESSOS PRODUTIVOS DE  
MONTAGEM DE SUSPENSÕES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES**

**FABIANO SOUZA TONUCCI**

**Florianópolis  
Novembro, 2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**MELHORIA DA EFICIÊNCIA EM PROCESSOS PRODUTIVOS DE  
MONTAGEM DE SUSPENSÕES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES**

**FABIANO SOUZA TONUCCI**

**Florianópolis  
Novembro de 2008**

**FABIANO SOUZA TONUCCI**

**MELHORIA DA EFICIÊNCIA EM PROCESSOS PRODUTIVOS DE  
SUSPENSÕES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES**

Este Trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Mestre Profissional em Engenharia Civil, na área de Infra-Estrutura e Gerência Viária, com ênfase em Transportes e aprovado em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

.....  
Prof. Glicério Trichês, Dr.  
Coordenador do Programa de Pós Graduação

**Banca Examinadora:**

.....  
Prof<sup>ª</sup>. Mirian Buss Gonçalves, Dr<sup>a</sup>.  
Orientadora, UFSC

.....  
Prof. Jucilei Cordini, Dr.  
UFSC

.....  
Prof<sup>ª</sup>. Anete Alberton, Dr<sup>a</sup>.  
UNIVALI

.....  
Prof. Sidnei Vieira Marinho, Dr.  
UNIVALI

Dedico este trabalho à minha família, em especial à minha esposa Flávia pelo incentivo, apoio, estímulo e compreensão com minha ausência mesmo fisicamente presente, a meu filho Fabiano, minha inspiração diária e fonte de energia; a meus pais Sinval e Terezinha pelo apoio incondicional e por tudo que representam para mim; a meu irmão Fred e minha irmã Fabrine que mesmo de longe estão sempre presentes em minha vida, amo muito todos vocês.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço sempre e em primeiro lugar a Deus, pelo dom da vida e todas coisas boas que nela estão presentes.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mirian Buss Gonçalves, por sua grande orientação, valiosa colaboração e exemplo de profissionalismo, a Universidade Federal de Santa Catarina por toda estrutura colocada à disposição da produção de conhecimento.

Ao ICE por todo o suporte e apoio, em especial à Senhora Silvana Rizzioli.

A todos profissionais com os quais trabalhei e aprendi muito na Magneti Marelli Cofap.

Aos colegas que participaram de mais esta jornada, em especial ao amigo Ricardo Marques Braga pela grande parceria.

E por fim a todos que de alguma forma contribuíram para mais essa vitória, o meu muito obrigado.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	14
INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Apresentação do Tema.....	14
1.2 Descrição do Problema.....	15
1.3 Objetivos.....	15
1.3.1 Objetivo geral.....	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 Justificativa.....	16
1.5 Restrições da Pesquisa.....	17
1.6 Estrutura do trabalho.....	17
CAPÍTULO 2.....	18
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1 Manufatura enxuta ( <i>Lean Manufacturing</i> ).....	18
2.1.1 Histórico da manufatura enxuta.....	18
2.1.2 Principais conceitos e definições.....	20
2.1.3 Os conceitos.....	21
2.1.4 O pensamento enxuto e seus princípios.....	21
2.1.5 Sistema de produção enxuta (manufatura enxuta).....	22
2.1.6 Produção enxuta.....	22
2.1.7 Produção em massa e a produção enxuta.....	22
2.1.8 Os tipos de processos de produção.....	23
2.1.9 Produção em fluxo contínuo.....	23
2.2 O fluxo de valor.....	24
2.2.1 Valor para o Cliente.....	24
2.2.2 A cadeia de valor.....	25
2.2.3 Fluxo de valor.....	26
2.2.4 Produção puxada.....	28
2.2.5 Busca da perfeição.....	28
2.2.6 Mapeamento do fluxo de valor.....	28
2.2.7 Fluxos de material e informação.....	29
2.2.8 O que torna um fluxo de valor enxuto.....	29
2.2.9 Características de um fluxo enxuto de valor.....	30

2.3	Classificação dos desperdícios da produção .....	30
2.3.1	Desperdício de superprodução .....	31
2.3.2	Desperdício de espera .....	31
2.3.3	Desperdício de transporte e movimentação .....	31
2.3.4	Desperdício de processamento.....	31
2.3.5	Desperdício de movimento .....	32
2.3.6	Desperdício de produzir itens/produtos defeituosos.....	32
2.3.7	Desperdícios de estoques .....	32
2.4	Responsabilidades da administração .....	33
2.4.1	A implementação do empreendimento enxuto ( <i>Lean Enterprise</i> ).....	33
2.4.2	Efeitos sobre os recursos humanos e a organização .....	34
2.5	Ferramentas básica para implantação do <i>Lean Manufacturing</i> .....	34
2.5.1	<i>KAIZEN</i> – a melhoria contínua.....	34
2.5.2	Ferramenta: 5S .....	35
2.5.3	Ferramenta: PDCA .....	36
2.5.4	TPM - manutenção produtiva total .....	37
2.6	Estudo do trabalho .....	41
2.6.1	As razões do estudo do trabalho .....	41
2.6.2	Cadência e paradas no processo produtivo .....	43
2.6.3	Estudo dos tempos e métodos.....	44
CAPÍTULO 3.....		50
BASES METODOLÓGICAS PARA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA .....		50
3.1	Panorama científico do <i>Lean Manufacturing</i> .....	50
3.2	A importância de buscar alternativas.....	52
3.2.1	Busca do menor esforço.....	52
3.2.2	Busca da menor distância .....	52
3.2.3	Busca do menor tempo de produção.....	52
CAPÍTULO 4.....		54
ESTUDO DE CASO .....		54
4.1	Introdução .....	54
4.2	A corporação.....	58
4.2.1	A Magneti Marelli Cofap no mundo.....	58
4.2.2	Ambiente específico da unidade: “A Produção” .....	58

4.2.3	Seleção (identificação) da peça em cujo processo produtivo será implementado o <i>Lean</i> : “conjunto de freios suspensão dianteira produzidos em células de montagem .....	61
4.3	Identificação do processo produtivo a ser abordado .....	63
4.3.1	Fluxo produtivo do conjunto de freio .....	63
4.3.2	Descrição das principais operações do processo produtivo do Conjunto de freio.....	64
4.3.3	Análise das condições (produção x qualidade) das máquinas envolvidas no processo, antes da implementação das ferramentas do <i>Lean</i> .....	66
4.4	Aplicação da metodologia no caso prático .....	66
4.5	Avaliação dos resultados obtidos.....	68
CAPÍTULO 5.....		70
CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....		70
5.1	Conclusões.....	70
5.2	Sugestões para trabalhos futuros.....	71
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	72



**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – O valor para o cliente .....	24
Figura 2 – A lacuna no tempo de avanço .....	25
Figura 3 – A cadeia de valor.....	26
Figura 4 – O Ciclo PDCA.....	37
Figura 5 – A Suspensão Dianteira .....	59
Figura 6 – O conjunto de Freio.....	61
Figura 7 – Componentes do Conjunto de Freio.....	62
Figura 8 – <i>Layout</i> (Antes da identificação dos pontos de Melhorias) .....	64
Figura 9 – <i>Layout</i> (após a identificação dos pontos de melhorias).....	67

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Tempos de produção por operação antes da implantação das melhorias .....	66
Tabela 2 – Tempos de produção por operação após a implantação das melhorias .....	68
Tabela 3 – Tempos de produção por operação, apresentação dos resultados obtidos .....	68

## GLOSSÁRIO

<b><i>Check list</i></b>	Lista de verificação
<b>Contentores</b>	Recipiente de armazenagem de produtos
<b>Dinamômetros</b>	Instrumento medidor de força aplicada em um dos seus extremos
<b>Dosímetros</b>	Instrumento medidor de ruído
<b><i>Feedback</i></b>	Comentários e informações sobre algo que já foi feito
<b><i>Flow racks</i></b>	Prateleiras de estoques ao lado das linhas
<b>Higrômetros</b>	Instrumento medidor de umidade presente nos gases, mais especificamente na atmosfera
<b>Iluminômetros</b>	Instrumento medidor de iluminação de superfície
<b><i>Just in Time (JIT)</i></b>	Abastecimento de material prima no momento certo com o objetivo de avaliação
<b><i>Kaizen</i></b>	kai = mudança e zen = bom, ou seja, mudança para melhor
<b><i>Kanban</i></b>	Método de fabricação orientado para a produção em série, o desenvolvimento deste método é creditado à <i>Toyota Motor Company</i>
<b><i>Layout</i></b>	Esquema de ferramentas ou desenho de localização de uma máquina
<b><i>Lead Time</i></b>	Tempo associado ao período entre o início e término da atividade produtiva
<b><i>Lean Enterprise</i></b>	Empreendimento enxuto
<b><i>Lean Manufacturing</i></b>	Manufatura Enxuta
<b><i>Mix produtivo</i></b>	Conjuntos dos tipos de produtos produzidos.
<b><i>Pallets</i></b>	Plataforma móvel usada para armazenar e transportar bens num armazém
<b><i>Set up</i></b>	Preparação de máquina
<b>Sonômetros</b>	Instrumento medidor de ruído
<b>Tempos <i>standard</i></b>	Tempo inicial ou original
<b>TMC</b>	Tempos e Métodos Coligados
<b><i>Total Quality Control (TQC)</i></b>	Controle total de Qualidade

<b><i>Total Productive Maintenance</i></b>	Manutenção Produtiva Total
<b><i>Toyota Production System</i></b>	Sistema Toyota de Produção
<b><i>Warenkorb</i></b>	Termo técnico logístico utilizado na indústria

## RESUMO

TONUCCI, F. S. **Melhoria da Eficiência em Processos Produtivos de Suspensões de Veículos Automotores.** Florianópolis, 2008, 74 p. Dissertação Mestrado Profissionalizante em Engenharia Civil, área de Infra-estrutura e Gerência Viária, com ênfase em Transportes. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina.

A indústria de uma maneira geral está cada vez mais comprometida com a redução de custos de produção para atingir seus objetivos de competitividade, sustentabilidade e crescimento no mercado. Atualmente o *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta é um sistema, ou seja, um conjunto de conceitos e ferramentas, que pode ser usado para atingir esses objetivos. O *Lean Manufacturing* é uma filosofia de trabalho que torna possível a redução dos custos operacionais de uma fábrica, com o foco na eliminação dos desperdícios de produção e com uma particularidade: que é a de fazê-lo sem onerar o processo produtivo. A indústria automobilística é o berço do *Lean Manufacturing* e nada mais pertinente do que sua aplicação em um processo produtivo desta indústria. Esta dissertação aborda conceitos e ferramentas do *Lean*, bem como a sua aplicabilidade em uma indústria automobilística instalada no Brasil. O estudo, aqui apresentado, foi desenvolvido com base em um processo específico de manufatura que é a montagem de um conjunto de peças que compõem as suspensões dianteiras de veículos automotores. Este estudo foi desenvolvido e implementado nas instalações da Magneti Marelli Cofap, uma empresa do grupo Fiat que é responsável pela fabricação das suspensões dos veículos desta Marca. O estudo demonstrou os ganhos após implantação do sistema, tanto com a redução de custos operacionais quanto com o aumento da produtividade do processo produtivo proposto. Ele evidenciou ainda que, para a implantação do *Lean* ser bem sucedida em um processo produtivo, é necessário um envolvimento de todos dentro da corporação, inclusive e principalmente da alta direção da empresa.

**Palavras chave:** *Lean Manufacturing*, desperdícios, processos produtivos.

## ABSTRACT

TONUCCI, F. S. **Improving the efficiency of production processes in suspensions of Motor Vehicles**. Florianopolis, 2008, 74 p. Dissertation, Professional Masters in Civil Engineering, area of Infrastructure Management and Road, with emphasis on transport. Graduate Program in Civil Engineering, UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina.

Nowadays the industries in general are looking for production costs reduction targeting bigger revenues and more competitively in the market. Nowadays Lean Manufacturing is one of the systems that is being used to achieve these targets. Lean manufacturing is a work philosophy that can reduce the operational costs of a plant by eliminating the production wastes without encumbering the process. The auto industry is the Lean Manufacturing cradle therefore it is really relevant to use it in one of this industry process. The present study uses and applies Lean concepts and tools in one auto industry plant in Brazil. It is based in one specific manufacturing process, which is the assembling all the parts of an automobile front suspension. This study was developed and implemented at Magneti Marelli Cofap, a Fiat group company, which produces the suspension for all Fiat cars in Brazil. It demonstrated the gains after the system implementation regarding operational costs reduction as well as the productivity increase in the chosen production process. It also showed that it is necessary the involvement and commitment of all employees, including the senior management group for the Lean Manufacturing implementation in a plant to be successful. demonstrates the gains after the system implementation regarding operational costs reduction as well as the productivity increase in the chosen production process.

**Key words:** *Lean manufacturing*, waste, production processes.

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

#### 1.1 Apresentação do Tema

A área de estudo da Logística é muito ampla e diversificada, o que possibilita ao pesquisador uma gama enorme de temáticas de estudo. Atualmente a Logística é percebida como uma área de grande potencial para obtenção de vantagem competitiva e melhoria dos resultados das empresas.

Um mercado cada vez mais competitivo e menos resiliente a falhas e desperdícios vem sendo uma característica do nosso tempo. A partir do início da década de 50 com o nascimento de um pensamento de Manufatura Enxuta ou *Lean Manufacturing* na Toyota teve início uma nova era na indústria mundial. O Sistema Toyota de Produção nasceu em decorrência de uma necessidade do mercado da época, principalmente devido ao período pós Guerra que o Japão atravessava. Naquele momento nascia uma mentalidade que se tornou estritamente necessária a qualquer atividade industrial que tem por objetivos o crescimento e que em pouco mais de 50 anos levou a montadora de automóveis Toyota ao posto de maior montadora do mundo, com faturamento de cifras astronômicas superando a gigante montadora norte americana General Motors. Este fato se tornou um objeto de estudo de vários pesquisadores, pois, seus resultados foram assustadores com características muito interessantes como: rapidez nos resultados e baixo investimento relativo, dentre outros.

O objetivo é estudar uma área específica do *Lean Manufacturing* que está voltada para o lado da Manufatura em si, ou seja, a preocupação será de tratar os processos de fabricação e suas variáveis bem como otimizar a fabricação em suas células de produção, se preocupando com cada processo produtivo e tratando cada um como sendo particular pois o é. Este estudo teve como foco os processos de fabricação de Suspensões de veículos automotores, especificamente o processo produtivo de Conjunto de Freios de Suspensões dianteiras dos veículos da Marca Fiat produzidos em células de Produção.

A escolha deste tema é devida ao potencial de redução dos desperdícios nos processos produtivos que a Indústria brasileira ainda proporciona. Este fato não é diferente no estudo de caso proposto neste trabalho, que é o processo de fabricação da Magneti Marelli Cofap,

empresa responsável pela fabricação das suspensões dos veículos Fiat e também fornecedora de autopeças de suspensão de veículos de diversas marcas nacionais e importadas. Por se tratar de um trabalho desenvolvido através de um estudo de caso ligado à indústria o objetivo é contribuir com a comunidade acadêmica.

## **1.2 Descrição do Problema**

A competitividade no mercado automobilístico vem obrigando as montadoras de automóveis a cada vez mais canalizarem seus esforços para a redução de seus custos de fabricação, pois, como é sabido hoje, na maioria dos casos, o fator que determina este mercado é o custo benefício que o cliente tem ao adquirir um veículo. Aparece então uma palavra chave, custo, e a redução deste custo do produto final tem um grande nicho nos processos de fabricação. A partir deste pensamento observa-se que os desperdícios nestes processos são o objeto de estudo, e a redução destes desperdícios é o desafio e objetivo deste trabalho.

Utilizando uma nova mentalidade de trabalho, estabelecendo vínculos multidisciplinares, tentando associar sempre a realidade de uma fábrica tão dinâmica como é uma montadora de automóveis ao conhecimento técnico científico é a nossa meta. Este trabalho será desenvolvido a partir do seguinte questionamento:

Em quais situações podemos trabalhar para melhorarmos ou mantermos altos níveis de produtividade, com a preocupação em reduzir desperdícios e consequentemente otimizar os processos produtivos a partir da utilização do *Lean Manufacturing*?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo geral**

Aplicar a metodologia *Lean Manufacturing* (TPS - *Toyota Production System*), na identificação e aperfeiçoamento dos pontos que necessitam de melhorias, para alcançar maiores níveis de eficiência nos processos de fabricação de suspensões de veículos automotores, especificamente os conjuntos de freios de suspensões dianteiras produzidos em células de produção.



### 1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar os pontos a serem aperfeiçoados para obtenção de reduções de custos de produção nos processos de fabricação dos conjuntos de freios de suspensões dianteiras;
- Analisar as reduções possíveis nos tempos e esforços de fabricação. Verificar a possibilidade de utilização das ferramentas crono-análise e TMC (Tempos e Métodos de Coligação);
- Apontar possíveis melhorias para um fluxo otimizado do produto dentro dos processos de fabricação dos conjuntos de freios de suspensões dianteiras;
- Classificar os desperdícios no processo de fabricação dos conjuntos de freios de suspensões dianteiras.

### 1.4 Justificativa

A justificativa deste trabalho está na oportunidade de contribuir prática e cientificamente com a comunidade acadêmica no campo de melhorias dos processos produtivos dos conjuntos de freio de suspensões dianteiras, uma vez que encontram-se no meio acadêmico ferramentas científicas muito pouco exploradas pela indústria como um todo. Existem no mercado vários autores (exemplo: Fujimoto, Krafcik, Liker, Meier, Shook, Womack, entre outros), que veem se aperfeiçoando e traçando modelos e metodologias para a aplicabilidade da manufatura enxuta, porém, a interface desta riqueza de informações com a prática deixa muito a desejar. A vivência cotidiana na prática dos processos de fabricação na indústria e na academia levam a essa conclusão. Este fato justifica o motivo e incentivo para tratar deste assunto. A relação prática e teoria neste caso precisa ser revista de forma que possa ser melhorada.

Devido ao exposto, e pelo fato de o pesquisador ter desempenhado atividades para a Magneti Marelli Cofap durante o período de 1999 a 2007, essa foi a empresa escolhida como objeto de estudo deste trabalho.

## 1.5 Restrições da Pesquisa

Este trabalho não irá tratar da cadeia de suprimentos como um todo, mas apenas de um processo de fabricação específico que é o processo de fabricação de suspensões de veículos automotores, pontualmente o conjunto de freios de suspensões dianteiras produzidos em células de produção, desta forma alguns assuntos ligados à Filosofia *Lean Manufacturing* não serão tratados neste trabalho. Não existirá aqui a preocupação em tratar os processos antecedentes nem subsequentes ao processo produtivo em foco.

Apesar de ao longo do trabalho tratarmos do assunto estoque, não serão abordados os tópicos de cálculo de estoque de segurança nem o seu dimensionamento.

## 1.6 Estrutura do trabalho

Esta dissertação estrutura-se em seis capítulos, assim distribuídos:

O primeiro capítulo, referente à introdução, apresenta o tema, a descrição do problema e os assuntos abordados; apresenta ainda a justificativa do trabalho bem como suas restrições.

O capítulo dois traz uma abordagem teórica sobre os assuntos da pesquisa: a manufatura enxuta, o fluxo do valor, a classificação dos desperdícios de produção, a responsabilidades da administração e o estudo do trabalho. Neste capítulo é apresentado o embasamento teórico dos assuntos relacionados ao desenvolvimento do trabalho, onde são evidenciados conceitos já consolidados.

Já o capítulo subsequente aborda com mais detalhes as alternativas propostas pelo autor para atingir os objetivos deste trabalho.

O quarto capítulo apresenta o contexto industrial e o estudo de caso do processo de manufatura proposto neste trabalho, descrevendo o ambiente de trabalho onde a abordagem desta dissertação foi desenvolvida, bem como algumas considerações do autor.

O quinto capítulo apresenta as conclusões e sugestão do autor para trabalhos futuros.

As referências bibliográficas utilizadas pelo autor finalizam o trabalho.

## CAPÍTULO 2

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será realizada a revisão da bibliografia utilizada como base para a elaboração deste trabalho, onde será feito um vínculo entre esta revisão e o tema proposto nesta dissertação. Dentre estes assuntos serão destacados: a manufatura enxuta, o fluxo do valor, a classificação dos desperdícios de produção, a responsabilidade da administração e o estudo do trabalho.

#### 2.1 Manufatura enxuta (*Lean Manufacturing*)

##### 2.1.1 Histórico da manufatura enxuta

De acordo com o Lean Institute Brasil (2008), o *Lean Manufacturing* surgiu na Toyota no Japão pós-Segunda Guerra Mundial. Seu criador foi *Taiichi Ohno*, engenheiro da Toyota e seus precursores: *Sakichi Toyoda*, fundador do Grupo Toyoda em 1902; *Kiichiro Toyoda*, filho de *Sakichi Toyoda*, que encabeçou as operações de manufatura de automóveis entre 1936 e 1950 e *Eiji Toyoda*. “No início muitas empresas enxergavam apenas a área de produção. Hoje preferimos definir por *Lean Enterprise ou Lean Business System*, ou seja, a filosofia Toyota aplicada a todas as dimensões dos negócios de uma organização”

No livro *A máquina que mudou o mundo (The Machine that Changed the World)* de (Womack, Jones e Ross, 2004), o termo *Lean* foi originalmente utilizado. Neste trabalho ficaram evidentes as vantagens do desempenho do sistema Toyota de produção que traziam enormes diferenças em produtividade, qualidade, desenvolvimento de produtos dentre outras e explicava, em grande medida, o sucesso da indústria japonesa.

Segundo estudo do MIT – *Massachusetts Institute of Technology* (1992), a indústria automobilística, denominada por Peter Drucker de “*a indústria das indústrias, é muito mais importante do que parece*”. Duas vezes no século passado ela alterou nossas noções de como produzir bens. Após a Primeira Guerra Mundial, *Alfred Sloan e Henry Ford* conduziram a fabricação mundial de séculos de produção artesanal para a produção em massa. Após a Segunda Guerra Mundial, a Toyota japonesa foi pioneira no conceito da produção enxuta. O

salto japonês para sua atual proeminência econômica logo se seguiu, na medida em que outras companhias e indústrias japonesas copiaram este notável sistema. A abordagem enxuta no trato com o cliente difere-se significativamente, em sua concepção, da abordagem dos produtores em massa.

De acordo com Womack e Jones (1998), o primeiro sistema de produção na indústria manufatureira, o sistema de produção em massa, disseminou-se da indústria automotiva ou automobilística para outras indústrias e se tornou padrão incontestado em todo o mundo como sendo a melhor maneira de conduzir assuntos empresariais e comerciais. Enquanto o "*método americano*" era considerado um sucesso irrestrito nos mercados mundiais nos anos 50, uma empresa automobilística japonesa, lutando para recuperar-se da II Guerra Mundial, experimentava uma nova abordagem em termos de sistema de produção – cujas práticas operacionais eram tão diferentes daquelas da produção em massa, quanto esta era dos primeiros métodos artesanais de produção, denominado de Produção Enxuta.

Conforme Liker e Méier (2007), os primórdios do pensamento enxuto nasceram no final do século XIX com *Sakichi Toyoda*, vendo a dificuldade de sua mãe e avó na manufatura de tecelagens, tentando automatizar o sistema produtivo de sua família, porém sem perder a qualidade, pois achava que as tecelãs ficavam muito tempo presas a máquina. Em 1929 com seu invento sendo consolidado (máquinas de tecelagem automáticas), enviou seu filho *Kiichiro*, para a Inglaterra negociar a venda dos direitos de patente com a Platt Brothers, os grandes fabricantes de equipamentos para ficção e tecelagem. Seu filho negociou um preço de 100.000 libras e, em 1930, usou esse capital para iniciar a construção da *Toyota Motor Corporation*.

Segundo Fujimoto (1999), 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 objetivava a eliminação de desperdícios. Para conseguir implantar suas teorias, técnicas como produção em pequenos lotes, redução de *set up*, redução de estoques, alto foco na qualidade, dentre outras, eram utilizadas. Essa nova abordagem passou a ser conhecida como Sistema Toyota de Produção em manufatura enxuta. Cabe salientar que, apesar de muitas vezes ser tratada como uma nova teoria de sistema de produção, seus princípios já haviam sido utilizados por outros autores como *Deming, Taylor e Skinner*.

O princípio básico da produção enxuta é associar as técnicas gerenciais às máquinas cada vez mais sofisticadas, para se produzir mais com menos recursos materiais e mão de

obra. Trata-se de uma produção bem diferente da produção artesanal, quanto da produção em massa. Na produção artesanal, trabalhadores altamente qualificados fazem um produto quase que sob encomenda, ou seja, fabricam de acordo com o que o cliente quer comprar. Na produção em massa, profissionais especializados projetam produtos que são fabricados por trabalhadores não qualificados ou semi-qualificados operando equipamentos caros e de finalidades específicas. Estes produzem produtos padronizados em grandes quantidades. Neste tipo de produção, a maquinaria é tão cara que o tempo ocioso precisa ser evitado a todo custo. Como resultado, a gerência acrescenta uma reserva na forma de estoque extra e de trabalhadores para garantir a disponibilidade de insumos ou para que o fluxo de produção não seja desacelerado. Finalmente, o alto custo do investimento em máquinas impede a sua rápida adaptação para a fabricação de novos produtos. O consumidor beneficia-se de preços baixos em prejuízo da variedade. A produção enxuta, ao contrário, além de combinar a vantagem da produção artesanal e de massa, evita o alto custo da primeira e a inflexibilidade da última.

Para alcançar esses objetivos de produção, a gerência reúne equipes de trabalhadores com várias habilidades em cada nível da organização, para trabalharem ao lado de máquinas automatizadas, produzindo grandes quantidades de bens com variedades de escolha. A produção é enxuta porque utiliza menos insumos em geral, se comparada com a produção em massa – metade do esforço humano na fábrica, metade do espaço físico, metade do investimento em equipamentos.

### **2.1.2 Principais conceitos e definições**

Na sua origem, de acordo com Ballou (1987), a logística serviu ao planejamento das ações militares com atividades relativas ao suprimento, transporte e movimentação de materiais. Grandes esforços foram exercidos durante a 2ª Guerra Mundial para enfrentar as mudanças e oscilações ocorridas na época. A mudança deste conceito para o meio empresarial não foi tão difícil uma vez que as semelhanças nas atividades eram constantes, tais como o abastecimento de materiais, depósitos e centros de consolidação, gestão de estoques, transportes dentre outros. Desta forma para avançar nas discussões acerca dos conceitos logístico (Christopher, 1997), sugere uma definição que contempla a importância das atividades logísticas nas organizações.

A missão do gerenciamento logístico é planejar e coordenar todas as atividades necessárias para alcançar níveis desejáveis dos serviços e qualidade ao custo mais baixo possível. A logística deve ser vista como o elo de ligação entre o mercado e a

atividade operacional da empresa. O raio de ação da logística estende-se sobre toda a organização do gerenciamento de matérias-primas até a entrega do produto final. (CHRISTOPHER, 1997, p. 73).

### 2.1.3 Os conceitos

O termo produção enxuta conforme Krafcik, (1988, p. 57), em sua Obra; *Triumph of the lean production system. Sloan Management Review*.

Não há como tratar do assunto *Lean Production* sem mencionar o principal esforço de pesquisa mundial que tratou deste tema, realizado em meados dos anos 80 pelo IMVP – International Motor vehicle program do MIT - Massachusetts Institute of Technology “enxuta” por usar quantidades menores em comparação com a produção em massa: menos do esforço dos operários na fábrica, menos espaço para a manufatura, menos investimento no ferramental e menos horas no planejamento e desenvolvimento dos novos produtos. (KRAFCIK, 1988, p. 57)

### 2.1.4 O pensamento enxuto e seus princípios

De acordo com Liker e Méier (2007), o pensamento enxuto pode trazer benefícios para a área produtiva e eliminação de algumas etapas desnecessárias ao processo, tais como: excesso de volumes produzidos, esperas excessivas, transporte ou movimentação desnecessária, processamento incorreto, excesso de estoque, defeitos e desperdício da criatividade dos funcionários. Estas perdas podem ser evitadas pela utilização adequada de algumas ferramentas do sistema, como já mencionadas anteriormente, sendo algumas destas o *Just-in-time (JIT)* e *Kanban*.

Para Slack (2002), este novo paradigma de produção enxuta significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que é necessário, para que não se transformem em estoque, e para que seus clientes não tenham que esperar. Já de acordo com Liker e Méier (2007), tal paradigma consiste em um conjunto de princípio, ferramentas e técnicas que permitem que a empresa produza e entregue produtos em pequenas quantidades, com *lead times* curtos, para atender às necessidades específicas do cliente. A palavra *Kanban*, de origem japonesa, significa cartão ou sinal, ou seja, indica para o operador quando o material deve ser reposto para que a linha de produção não pare.

### **2.1.5 Sistema de produção enxuta (manufatura enxuta)**

Para o Lean Institute Brasil (2008), o Sistema de Produção Enxuta é uma filosofia operacional ou um sistema de negócios, uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz, ou seja, fazer cada vez mais com cada vez menos (menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço) e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam no tempo certo. Também é uma forma de tornar o trabalho mais satisfatório, oferecendo feedback imediato sobre os esforços para transformar desperdício em valor. É uma forma de criar novos trabalhos em vez de simplesmente destruir empregos em nome da eficiência. Mas trabalho que efetivamente agregam valor. Eliminam-se desperdícios e não empregos.

### **2.1.6 Produção enxuta**

Segundo Shook (2000), muitas empresas do mundo ocidental vem apresentando resultados satisfatórios no papel estratégico da manufatura, na otimização do processo produtivo e redução de seus custos. Por este motivo grande parte de suas empresas tem se empenhado na implementação de processos de transformação de acordo com as técnicas da filosofia de produção enxuta o *Lean Production*, tendo como uma das principais iniciativas a sistematização e adaptação das técnicas japonesas de produção. Para se reduzir ao máximo os desperdícios no processo produtivo, diminuir o tempo de preparo de máquinas os *set-up's*, otimizar o abastecimento de linhas e reduzir ao máximo o estoque de materiais em processo, o paradigma da produção enxuta lança mão de algumas técnicas e ferramentas de trabalho, tais como o *layout* celular, o *Kanban*, o mapeamento do fluxo de valor, *just-in-time (JIT)* dentre outras. Ainda sob a perspectiva da produção enxuta assiste-se ao crescimento da utilização massificada das ferramentas *JIT e Kanban*.

### **2.1.7 Produção em massa e a produção enxuta**

Ainda segundo o Lean Institute Brasil (2008), a diferença mais marcante entre a produção em massa e a produção enxuta é que na produção em massa as metas são limitadas,

são estabelecidos alvos que aceitam uma quantidade razoável de defeitos, um nível máximo de estoques e uma variedade limitada de produtos; a melhoria é vista como uma despesa por demais dispendiosa, ou não seria capaz de ser acompanhada pelos trabalhadores.

Na filosofia da produção enxuta a busca pela perfeição é parte da rotina: corte constantes nos custos, zero produtos defeituosos, zerar os estoques e uma grande variedade de novos produtos. Mesmo não tendo sido alcançada em sua totalidade por nenhuma organização enxuta esta é meta que cada produtor enxuto persegue.

### **2.1.8 Os tipos de processos de produção**

Conforme Shook (2000) o *Warenkorb* surgiu em empresas do ramo automobilístico, atendendo a uma necessidade na área de fluxo de materiais, logística e engenharia de manufatura. Trata-se de uma ferramenta que, assim como as outras da produção enxuta, concentra-se mais nas questões relativas à redução do *lead time* dos sistemas produtivos.

O presente estudo busca identificar as principais características da implantação do *Warenkorb* em um setor de montagem de uma empresa montadora de automóveis vis-a-vis as técnicas usuais tais como o *JIT* e *Kanban*.

Segundo Tubino (2006), Existem várias formas de classificar os sistemas de produção. Serão apresentadas a seguir três dessas formas mais conhecidas: a classificação pelo “*grau de padronização dos produtos*”, pelo “*tipo de operações que sofrem os produtos*” e “*pela natureza do produto*”. A classificação dos sistemas produtivos tem por finalidade facilitar o entendimento das características inerentes a cada sistema de produção e sua relação com a complexidade das atividades de planejamento e controle desses sistemas.

### **2.19 Produção em fluxo contínuo**

“Falar do processo de implantação da manufatura enxuta nas empresas industriais é algo de suma importância, pois trata-se de um fator crítico de sucesso para as empresas que atuam em mercados globais e altamente competitivo” (WOMACK e JONES, 1994).

Segundo Liker e Meier (2007), algumas empresas podem não encontrar êxito ao implantarem o processo de produção enxuta, sendo comuns as interrupções no processo de implantação, sem saber como prosseguir, bem como sustentar os resultados obtidos. Ainda na concepção de Womack e Jones (1998), problemas com a implantação deste sistema de



produção estão focadas nas limitações das práticas, métodos e ferramentas no ambiente interno da empresa.

## 2.2 O fluxo de valor

### 2.2.1 Valor para o Cliente

Para Christopher (1997), o Valor para o cliente é criado quando as percepções dos benefícios recebidos em uma transação superam os custos totais de propriedade. A mesma idéia pode ser expressa na seguinte relação:

$$\text{Valor para o cliente} = \text{Percepções de benefícios} / \text{Custo total de propriedade}$$

O custo total de propriedade engloba, além dos preços, custos com estoque, manutenção, processamento, baixa de estoque, etc.

A figura 1 mostra a relação entre o valor percebido pelo cliente e os custos totais de propriedade não percebidos pelo mesmo, e como não poderia ser diferente o cliente quer pagar apenas por aquilo que percebe, como os custos de um produto não são percebidos é necessário que sejam reduzidos para que o repasse destes custos ao cliente seja o menor possível.

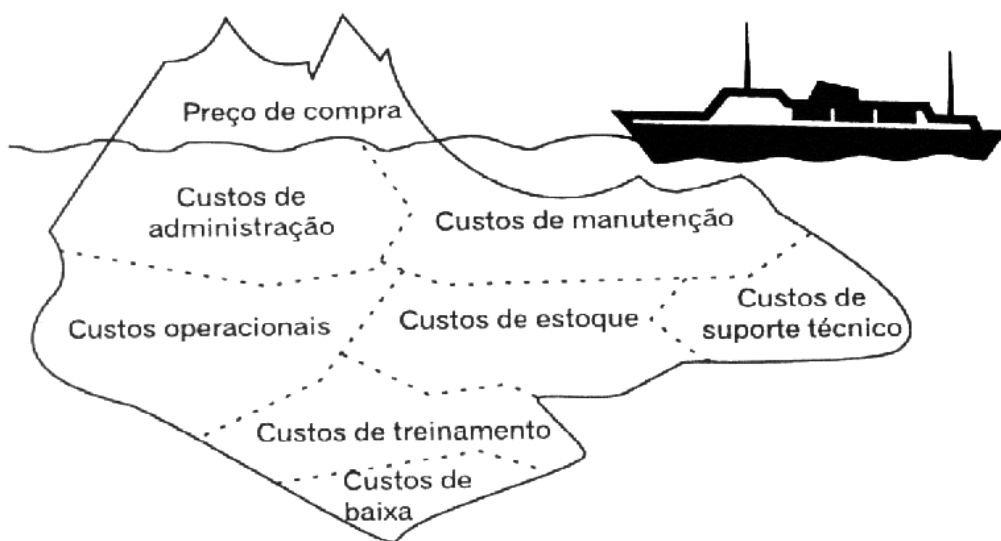
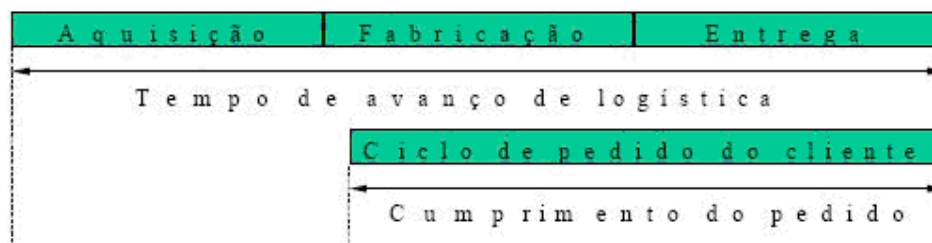


Figura 1 – O valor para o cliente  
Fonte: Christopher, 1997.

A meta da estratégia de logística e de marketing deve ser maximizar essa relação, tomando como referência a dos concorrentes. Pode-se dizer que a logística é quase única em sua capacidade de causar impacto. Para o fornecedor, o desafio é identificar métodos exclusivos de fornecer esse valor intensificado – métodos que os concorrentes achem difícil imitar e, por isso, ofereçam uma base concreta para a vantagem competitiva. Uma clara medida de valor é determinada pelo impacto que o fornecedor exerce sobre a rentabilidade de seus clientes, ou seja, se por suas ações uma empresa aumentar a capacidade dos clientes de vender mais e/ou reduzir seus custos de propriedade, então o valor para o cliente foi criado.

Uma das razões pelas quais os canais logísticos tendem a ser mais longos do que o justificado pelo tempo real de manufatura e transporte é o tempo consumido no que chamamos de atividades que não agregam valor este raciocínio esta ilustrado na figura 2. Se houvesse um meio de reduzir o tempo gasto com estas atividades, ou até mesmo se fossem eliminadas, não se notaria redução no valor do ponto de vista do cliente.



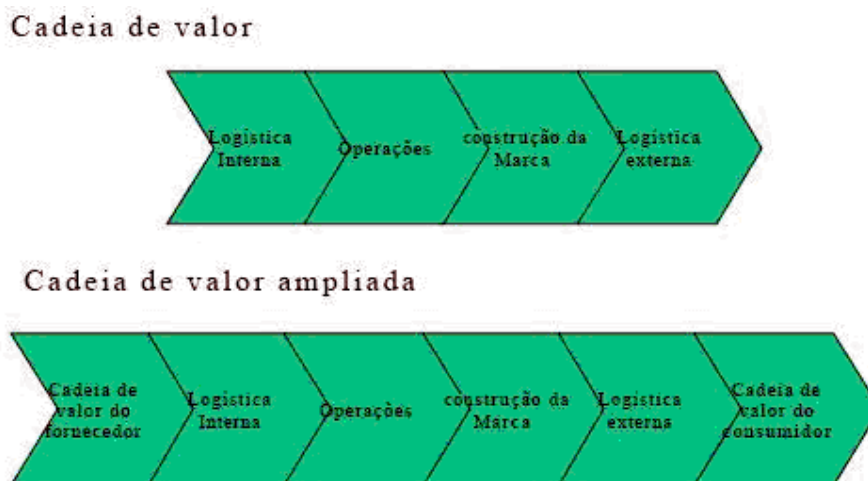
**Figura 2 – A lacuna no tempo de avanço**  
**Fonte: Christopher, 1997**

O verdadeiro enfoque da reengenharia do processo de logística é encontrar meios de reduzir os componentes de tempo que não agregam valor ao canal de suprimentos. Evidentemente, algumas implicações de custo terão de ser consideradas, porém, mais do que nunca, acelerar os processos realmente conduz a uma significativa redução nos custos e no sistema total de estoque.

### 2.2.2 A cadeia de valor

A cadeia de valor para Christopher (1997), representa todas as atividades que acontecem dentro da empresa com a finalidade de criar valor para os clientes. Na visão clássica da organização, poderíamos descrever compras, produção, marketing e distribuição

como as etapas básicas do processo de criação de valor, retratadas na figura 3.



**Figura 3 – A cadeia de valor**  
**Fonte: Christopher 1997.**

Por definição, todas as atividades de uma cadeia de valor são potencial e estrategicamente relevantes, uma vez que, se o desempenho de um concorrente é sempre melhor que o nosso, em qualquer das atividades que criam valor na cadeia, somos vulneráveis.

### 2.2.3 Fluxo de valor

De acordo com a abordagem da manufatura enxuta, foi introduzida por Shook e Rother (2000), uma ferramenta de gestão chamada de mapeamento do fluxo de valor que objetiva a construção de cenários de manufatura.

O mapeamento do fluxo de valor é o simples processo de observação direta dos fluxos de informação e de materiais conforme eles ocorrem, resumindo-os visualmente e vislumbrando um estado futuro com um melhor desempenho (WOMACK e JONES, 1998). Ela utiliza um conjunto de regras que leva em consideração tanto o fluxo de materiais como o fluxo de informações, desde o início do processo com a obtenção da matéria-prima até a entrega do produto ao cliente. Como as empresas estão buscando trabalhar na concepção de produção enxuta baseado no sistema Toyota de produção, a aplicação desta ferramenta de mapeamento do fluxo de valor é fundamental, uma vez que, ela visa à eliminação do

desperdício, otimizando o fluxo de processo e informações no processo de manufatura. Esta ferramenta objetiva obter uma visualização clara dos processos de produção da empresa e de alguns de seus desperdícios, bem como diretrizes eficazes de análise que auxiliem no projeto de otimização do fluxo e eliminação de desperdícios.

O princípio de utilização do mapeamento do fluxo de valor baseia-se na identificação e eliminação dos desperdícios encontrados ao longo do fluxo produtivo, como por exemplo, os tempos de espera elevados entre a realização de uma atividade e outra. O mapeamento do fluxo de valor ainda tem a vantagem de ser relativamente fácil de aplicar e de baixo custo, na medida em que se utiliza para o mapeamento somente lápis e papel, pois se trata de quatro etapas básicas para sua implantação que, segundo (SHOOK e ROTHER, 2000), são:

- selecionar uma família de produtos;
- mapear a situação atual;
- mapear situação futura; e
- estabelecer o plano de melhorias.

Estas técnicas quando seguidas nesta sequência contribuem para que a empresa possa enxergar de forma sistemática as perdas que ocorrem nos processos o que facilita a intervenção imediata e focada para eliminação dos problemas. Os autores consideram que o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta essencial para a gestão das empresas, pois:

- ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais. Ajuda a enxergar o fluxo;
- ajuda a identificar mais do que os desperdícios. Mapear ajuda a identificar as fontes do desperdício;
- fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura;
- torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que você possa discuti-las;
- integra conceitos e técnicas enxutas, evitando a implementação de algumas técnicas isoladamente;
- forma a base para um plano de implementação, identificando a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material;
- desta forma, a busca constante das empresas por competitividade tem levado a redução de desperdícios e ganhos significativos nos processos. Para que isso seja possível, é cada vez maior a utilização dos conceitos e ferramentas do sistema de produção enxuta na gestão empresarial. Entre as ferramentas utilizadas, o mapa do

fluxo de valor tem alcançado destaque no diagnóstico e eliminação de desperdícios, por simplificar o processo de representação e análise dos sistemas produtivos.

#### **2.2.4 Produção puxada**

De acordo com Smalley (2004), “*não era uma mudança total no sistema de abastecimento de peças e não era aplicável para todas as áreas de produção*”. Smalley disse ainda que o sistema, chamado “*set pallet system*” (SPS) no Japão, funcionou melhor em linhas automatizadas do que nas células. A nova abordagem removeu as prateleiras de estoques ao lado das linhas, frequentemente chamadas de “*flow racks*”, de modo que os operadores não andavam mais das suas estações de trabalho para pegar peças. Ao invés disso, sinais eletrônicos avisam os movimentadores de materiais qual peça escolher das caixas separadas da linha. Eles escolhem e colocam a peças em *pallets* que vão junto com os conjuntos a serem montados.

#### **2.2.5 Busca da perfeição**

Segundo Liker e Meier (2007), a perfeição é o último passo da mentalidade enxuta, deve ser o objetivo constante de todos envolvidos nos fluxos de valor. A busca do aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal deve nortear todos os esforços da empresa.

#### **2.2.6 Mapeamento do fluxo de valor**

O Lean Institute Brasil (2008), define que mapear todos os fluxos de valor 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.

O mapeamento do fluxo de valor é apenas um meio de melhorar o desempenho de sua organização, o que é, afinal, o verdadeiro fim.

Portanto deve-se:

- focalizar esforços nos fluxos de valor que exigem melhoria substancial sob uma perspectiva ampla, que tenha como núcleo o objetivo do negócio;
- entender claramente a situação atual - não só os problemas (sintomas), mas também porque eles ocorrem;
- definir metas de melhoria para as famílias de produtos escolhidas; exemplo: para algumas, a prioridade pode ser reduzir os custos com menos retrabalho, maior ocupação das máquinas, para outras, ganhar espaço físico para viabilizar uma ampliação ou reduzir lead time para aumentar a capacidade de resposta às variações do mercado; o ideal é definir indicadores e metas numéricas desde o começo. Uma alternativa pode ser definir objetivos qualitativos, que posteriormente podem ser quantificados;
- definir e buscar o consenso sobre um estado futuro que possa ser alcançado em um período de 6 meses a um ano, com poucos investimentos;
- definir e implementar um plano de ação com claras responsabilidades, tarefas e metas a serem atingidas;
- uma vez implementado o estado futuro, recomeça o mapeamento, pois estados futuros implementados tornam-se estados atuais. Essa deve ser a dinâmica da melhoria contínua.

### **2.2.7 Fluxos de material e informação**

De acordo com o Lean Institute Brasil (2008) o mapeamento do fluxo de valor é um método de análise fundamental para se atingir os objetivos do *Lean*. Através da identificação do fluxo de materiais e de informações de todas as etapas do produto/serviço, é possível identificar grandes focos de desperdício, sugerir novas alternativas (estado futuro) e um plano de ação com as etapas que deverão ser cumpridas para se chegar à situação ideal.

### **2.2.8 O que torna um fluxo de valor enxuto**

Lean Institute Brasil (2008), o mapeamento de fluxo de valor não pode ser delegado. A responsabilidade pelo mapeamento e, portanto, pela definição e implementação do estado futuro deve ser da alta administração: é preciso que ela se envolva diretamente, caminhe

pessoalmente pelos fluxos de valor e apóie explicitamente. Isso é garantia da relevância do estado futuro e que a alta administração estará familiarizada com a nova linguagem, conhecerá bem o estado atual e cobrará a implementação do estado futuro.

Deixar a responsabilidade dos mapas ao pessoal técnico, engenheiros de processo ou mesmo responsáveis pela coordenação *Lean* é assumir riscos desnecessários de que, por mais interessante que possam ser as melhorias propostas, a implementação fique comprometida. E ainda, a priorização das ações e a determinação das medidas de ganhos, sem o envolvimento da alta administração, podem ser imprecisas, tornando as propostas muito menos interessantes do que poderiam ou deveriam ser.

O mapeamento do fluxo de valor é diferente dos tradicionais mapas de processos, geralmente, os mapas de processos focalizam processos individuais e não fluxos de materiais e informações relacionadas a famílias de produtos. A visão de estado futuro é definida com base em perspectivas muitas vezes óbvias de melhorias a serem feitas, sem levar em conta os princípios *Lean*, capazes de gerar fluxos de valor cada vez mais enxutos.

### **2.2.9 Características de um fluxo enxuto de valor**

Para Womack (1998), o ponto essencial para o pensamento enxuto é o valor assim como o cliente final o reconhece, e só é significativo quando expresso em termos de um produto específico, seja um bem ou um serviço e na grande parte das vezes ambos simultaneamente, que atenda às necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico.

Em suma, especificar o valor com precisão é o primeiro passo essencial no pensamento enxuto. Oferecer o bem ou o serviço errado da forma certa é desperdício.

## **2.3 Classificação dos desperdícios da produção**

Para Liker e Meier (2007), os desperdícios de produção podem ser classificados em sete tópicos como descrito nos itens de 2.3.1 a 2.3.7

### **2.3.1 Desperdício de superprodução**

É o desperdício de se produzir antecipadamente à demanda, a também chamada “produção empurrada” para o caso de os produtos serem requisitados no futuro. A produção antecipada gera problemas e restrições do processo produtivo: tempos longos de preparação de máquinas, grandes distâncias a percorrer com o material, falta de coordenação entre demanda e a produção gerando grandes lotes, como consequência inevitável. O sistema de manufatura enxuta prega a produção somente do que é necessário.

### **2.3.2 Desperdício de espera**

É o material que está esperando para ser processado, formando filas que visem garantir altas taxas de utilização dos equipamentos. O sistema de manufatura enxuta enfatiza o fluxo de materiais (coordenado com o fluxo de informações) e não as taxas de utilização dos equipamentos, os quais somente devem trabalhar se houver necessidade. A manufatura enxuta também coloca ênfase no homem e não na máquina. O homem não pode estar ocioso, mas a máquina pode esperar para ser utilizada. Aqui será trabalhada a otimização do trabalho humano com as metodologias crono-análise e TMC - Tempos e Métodos Coligados.

### **2.3.3 Desperdício de transporte e movimentação**

O transporte de materiais e a movimentação de pessoas são atividades que não agregam valor ao produto e são necessários devido às restrições do processo e das instalações, as quais impõem grandes distâncias a serem percorridas pelo material ao longo do processamento. O sistema de manufatura enxuta mostra que estas atividades são desperdícios de tempo e recursos que devem ser eliminados pela redução dos estoques a praticamente zero e por um arranjo físico adequado que minimize as distâncias a serem percorridas, tanto por pessoas quanto por materiais. Utilização de *Layout's* mais eficientes.

### **2.3.4 Desperdício de processamento**

É o desperdício inerente a um processo não otimizado, ou seja, a existência de etapas ou funções do processo que não agregam valor ao produto. A manufatura enxuta questiona e



investiga qualquer elemento que adicione custo e não valor ao produto. - Por que determinado componente deve ser fabricado? -Qual a sua função no produto? - Por que esta etapa do processo é necessária?

### **2.3.5 Desperdício de movimento**

São os desperdícios presentes nas mais variadas operações do processo produtivo. O sistema de manufatura enxuta procura a economia e consistência nos movimentos através do estudo de métodos e tempos do trabalho, se apoiando em soluções simples e de baixo custo. É preciso, em primeiro lugar, aprimorar-se os movimentos para, somente então, mecanizar e automatizar, pois, caso contrário, corre-se o risco de automatizar o desperdício.

### **2.3.6 Desperdício de produzir itens/produtos defeituosos**

São os desperdícios gerados pelos problemas da qualidade. Produtos defeituosos implicam em desperdício de materiais, mão-de-obra, uso de equipamentos, além da movimentação e armazenagem de materiais defeituosos. O sistema de manufatura enxuta aperfeiçoa o processo produtivo de maneira tal que previna a ocorrência de defeitos, para que se possa eliminar as operações de inspeção. A manufatura enxuta procura sempre otimizar os processos já estabilizados, reduzindo continuamente a possibilidade da geração de defeitos. O retrabalho é um dos grandes vilões em um processo de manufatura enxuta.

### **2.3.7 Desperdícios de estoques**

No sistema de produção tradicional os estoques têm sido utilizados para evitar discontinuidades do processo produtivo, frente aos problemas de produção. Além da ocupação desnecessária de valioso espaço físico que poderia estar sendo utilizado como espaço realmente produtivo e do volume de recursos humanos e burocráticos mobilizados para seu controle e sua manutenção, o estoque ainda contribui para:

- ocultar problemas da qualidade, pois o estoque gera independência entre os estágios do processo produtivo, rompendo o fluxo do processo como um todo;
- ocultar os problemas de quebra de máquina, permitindo a manutenção do fluxo contínuo de produção, mesmo com quebra de máquina, o que estimula

grandemente a atitude de postergação da correção dos problemas e a degradação da própria manutenção, bem como de seus resultados;

- aumentar os problemas de preparação de máquina (*set up's*), uma vez que os lotes grandes compensam e trazem embutidos em seus custos tanto a ineficiência quanto os altos custos de preparação das máquinas.

## **2.4 Responsabilidades da administração**

O envolvimento da alta gerência da corporação é de vital importância para implementação de uma nova filosofia de trabalho, no caso da implantação da filosofia *Lean* é denominada *Lean Enterprise*.

### **2.4.1 A implementação do empreendimento enxuto (*Lean Enterprise*)**

Segundo Christopher (1997), não se deve ficar deslumbrado com os níveis de estoque e as possibilidades de reduzi-los, é muito comum as pessoas ficarem desapontadas, e ao mesmo tempo fascinadas, quando encontram elevados níveis de estoques, quer seja de matérias-primas, produtos em trânsito ou acabados, em seus fluxos de valor. A transformação pura e simples desses números em valores financeiros ajuda a vislumbrar ganhos significativos imediatos e aparentemente fáceis de conquistar. Mensurar os níveis de estoque ajuda a medir o *Lead Time*, indicador muito importante, mas os acúmulos de estoque nos trazem uma mensagem "invisível", pois apontam onde o fluxo é interrompido, nossa tarefa é entender porque isto acontece e identificar o que pode ser feito para melhorar o fluxo da matéria-prima ao produto acabado.

A escolha da altitude certa é primordial, olhar de muito longe significa não ser capaz de enxergar precisamente o estado atual e não ter visão de futuro, olhar de muito perto implica enxergar apenas melhorias pontuais e não sistêmicas. Entender o estado atual é mais difícil do que pode parecer. Uma primeira abordagem pode não conter muitos detalhes dos processos individuais, e nem é esse o objetivo inicial, uma breve caminhada ao longo do fluxo de valor permite vislumbrar, em linhas bastante gerais, apenas uma primeira visão do estado atual.

Shook e Rother (2000), demonstram que elaborar planos de ação, não de estudos, e monitorar sua implementação diariamente é fundamental, e a participação da alta direção em deixar claro a prioridade da implantação do estado futuro desenhado, suas expectativas de

prazos para implementação e recursos (principalmente humanos) que devem ser alocados é muito importante. Sem essa determinação, corre-se o risco de planos de ação com atividades de meses, do tipo "estudar a possibilidade de tal mudança...", onde seriam possíveis atividades de semanas como "implementar tal mudança...". Uma vez elaborado o plano de ação, sua execução deve ser monitorada diariamente, removendo os obstáculos um a um conforme surgirem, e podem surgir, imobilizando o time, se a determinação de mudar não estiver bastante sólida.

Ao compartilhar estas percepções não se tem a ilusão de estar dando uma "receita de implementação infalível", mas sim a certeza de que a difusão das lições aprendidas, a partir de muitos casos de aplicação e observação, possa ser úteis a todos aqueles que pretendem fazer do mapeamento do fluxo de valor uma ferramenta capaz de apoiar a efetiva transformação em suas empresas.

#### **2.4.2 Efeitos sobre os recursos humanos e a organização**

Segundo Suzaki (1993), a melhoria das operações de manufatura, possibilita que o trabalho seja realizado com um menor custo operacional, mais rápido, mais seguro e com melhores índices de qualidade. Neste detalhado "manual de operação" com diversas aplicações passo a passo, ainda segundo o autor novas opções de recursos produtivos e humanos que podem ajudar a indústria a ser competitivo em preços, qualidade e entrega de produtos.

Para Slack (2002) a valorização da mão de obra é primordial para uma corporação, essa valorização passa pelo apoio e incentivo ao funcionário, e um dos pontos de grande relevância é o treinamento, que irá refletir em melhores índices de qualidade de produtos e produtividade da empresa.

### **2.5 Ferramentas básica para implantação do *Lean Manufacturing***

#### **2.5.1 *KAIZEN* – a melhoria contínua**

Conforme Liker e Meier (2007), a palavra *Kaizen* pode ser compreendida como *kai* – mudança e *zen* – bom, ou seja, mudança para melhor. Uma definição da expressão *Kaizen* seja a mudança da situação atual, analisando-o e rapidamente implementando melhorias que se

traduzam em benefícios concretos.

Após a Segunda Grande Guerra, a indústria japonesa foi obrigada a começar do “zero”. Ciente das grandes dificuldades que enfrentavam O *Kaizen* tornou se uma ferramenta essencial. O trabalho da indústria japonesa partiu de dois pontos distintos: o *Kaizen* Pontual e o *Kaizen* de sistema.

O primeiro é focalizado em melhorias específicas, onde o funcionário da empresa que trabalha ligado diretamente com o produto sugere melhorias no processo produtivo, e essas melhorias podem ser de qualidade, custos no processo produtivo, segurança do trabalho, aperfeiçoamento pessoal, produtividade, dentre outras. O segundo trabalha o fluxo produtivo como um todo buscando ações abrangentes visando à melhoria em todo processo produtivo.

Pode se perceber que o *Kaizen* traz em sua essência mecanismos lógicos e motivacionais de aplicação, ele pode ser aplicado de forma específica ou genérica em qualquer organização, o *Lean Manufacturing* é conhecido pela sua aplicação do princípio do *Kaizen*.

### **2.5.2 Ferramenta: 5S**

Conforme Nakata (1985), os 5S foram mencionados pela primeira vez por volta de 1950, com a criação da base para o aumento da produtividade, chamada TQC (*Total Quality Control*), por Kaoru Ishikawa.

O 5S é uma filosofia de vida que é ensinada no Japão ainda na escola de base ou seja ainda na infância, que perdura por toda a vida estudantil e depois acompanha o homem na sua fase adulta quando na execução do seu trabalho dentro das organizações. Portanto o 5S não é um programa temporário, com início, meio e fim.

O 5S sustenta e apoia o projeto de qualidade utilizado pelas empresas japonesas e começam pelo desenvolvimento de novos hábitos, inicialmente centrados em aspectos físicos, como é o caso dos sensores de: utilização, ordenação e limpeza. Proseguir com determinação no trabalho de manutenção desses hábitos e evoluir para o desenvolvimento do senso de saúde, a seguir criar um clima adequado à utilização da inteligência, recursos emocionais e poder para agir, num processo de melhoria contínua. O gerenciamento só poderá ser feito por líderes centrados no conhecimento, e num ambiente de reciprocidade.

É possível eliminar o desperdício, tudo o que gera custo extra em cinco fases, com base no método "5S". Foi um dos fatores para a recuperação de empresas japonesas e a base

para a implantação da Qualidade Total naquele país.

Os 5 conceitos são:

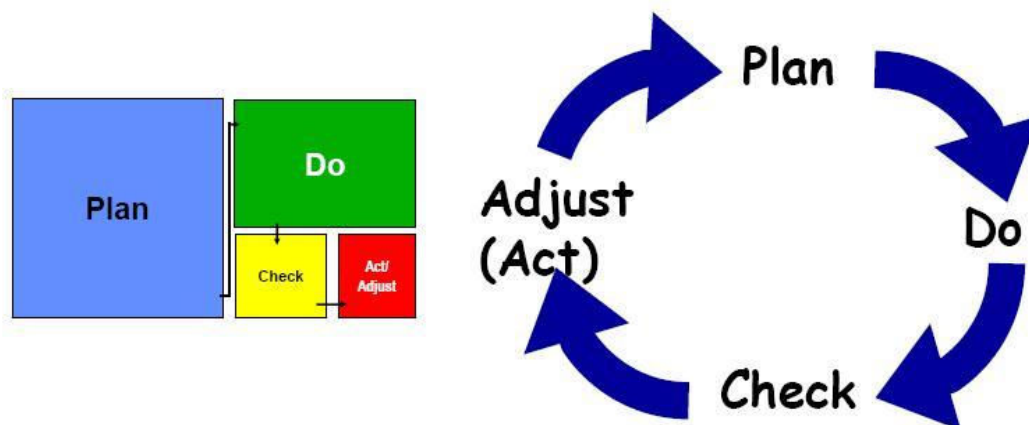
- 1° S - SEIRI – Senso de utilização (**Simplificação**): separar o útil do inútil, eliminando o desnecessário.
- 2° S - SEITON – Senso de ordenação (**ordem**): identificar e arrumar tudo, para que qualquer pessoa possa localizar facilmente.
- 3° S - SEISO – Senso de **limpeza**: manter um ambiente sempre limpo, eliminando as causas da sujeira e aprendendo a não sujar.
- 4° S - SEIKETSU – Senso de **saúde e higiene**: manter um ambiente de trabalho sempre favorável a saúde e higiene.
- 5° S - SHITSUKE – Senso de autodisciplina (**disciplina**): fazer dessas atitudes, ou seja, da metodologia, um hábito, transformando os 5S's num modo de vida

### 2.5.3 Ferramenta: PDCA

Conforme Deming (1990), o ciclo PDCA, ciclo de Shewhart ou ciclo de Deming, foi introduzido no Japão após a guerra, idealizado por Shewhart, na década de 20, e divulgado por Deming, em 1950, quem efetivamente o aplicou. O ciclo de Deming tem por princípio tornar mais claros e ágeis os processos envolvidos na execução da gestão, como, por exemplo, na gestão da qualidade, dividindo-a em quatro principais passos.

O PDCA é aplicado principalmente nas normas de sistemas de gestão e pode ser utilizado em qualquer empresa de forma a garantir o sucesso nos negócios, independentemente da área ou departamento.

O ciclo começa pelo planejamento, em seguida a ação ou conjunto de ações planejadas são executadas, checa-se o que foi feito, se estava de acordo com o planejado, constantemente e repetidamente (ciclicamente) e toma-se uma ação para eliminar ou ao menos mitigar defeitos no produto ou na execução. A figura 4 demonstra este ciclo.



**Figura 4 – O Ciclo PDCA**  
 Fonte: Lean Institute, artigo David LaHote, 2005.

Os passos do PDCA são 4 conforme ilustrado na figura 4 e desenvolvidos na seguinte sequência:

- *Plan* (planejamento): estabelecer missão, visão, objetivos (metas), procedimentos e processos (metodologias) necessários para atingir os resultados.
- *Do* (execução): realizar, executar as atividades.
- *Check* (verificação): monitorar e avaliar periodicamente os resultados, avaliar processos e resultados, confrontando-os com o planejado, objetivos, especificações e estado desejado, consolidando as informações, eventualmente confeccionando relatórios.
- *Act* (ação): agir de acordo com o avaliado e de acordo com os relatórios, eventualmente determinar e confeccionar novos planos de ação, de forma a melhorar a qualidade, eficiência e eficácia, aprimorando a execução e corrigindo eventuais falhas.

#### **2.5.4 TPM - manutenção produtiva total**

Para Smalley (2006), a manutenção produtiva total – TPM – é uma das principais ferramentas para os setores de manufatura, um fator fundamental para o aumento da disponibilidade das máquinas, e um passo vital para conectar as máquinas visando criar um fluxo melhor. Muitas fábricas, entretanto, não conseguiram alcançar todo o potencial dessa ferramenta e ao invés disso, capturaram apenas parte dos benefícios.

A essência do TPM foi desenvolvida na Denso, um fornecedor automotivo de primeira camada do grupo de fornecedores da Toyota, durante as décadas de 60 e 70 no Japão. A idéia central do programa é a completa eliminação de tudo que faz parte das chamadas “seis principais perdas nas máquinas”: quebras, tempos de *set up*, perdas de ciclo, paradas curtas, sucata e retrabalho, e perda por instabilidade no início do turno.

Enquanto o pensamento Lean tenta eliminar desperdícios em relação à mão-de-obra, máquinas, materiais e métodos, o TPM mergulha fundo na área específica de perdas na produção relacionadas ao componente ‘máquina’.

Cada letra da sigla TPM não tem um significado óbvio, porém muito importante. “Total” implica em uma visão abrangente de todas as atividades relacionadas à manutenção do equipamento e no impacto que cada uma tem na disponibilidade. “Produtiva” relaciona-se ao objetivo final de um sistema de produção eficiente, e não meramente de uma manutenção eficiente, como é, frequentemente, erroneamente considerado. “Manutenção” significa a idéia que direciona o programa a garantir processos confiáveis e produção contínua, disponibilidade operacional há muito tempo é reconhecida como de suma importância em muitas indústrias de processos intensivos.

Existem dois fatores relacionados ao TPM que se pode tomar como base:

Primeiro, o TPM é uma pré-condição básica para que muitos elementos da produção Lean possam prosperar.

Segundo, os benefícios financeiros. Os mais famosos elementos da produção *Lean* tendem a ser os conceitos de fluxo: trabalho padronizado e produção puxada. Entretanto, um simples exame deste método demonstra que todos assumem que existe disponibilidade suficiente das máquinas antes de qualquer coisa. Para muitas indústrias que estão buscando uma transformação *Lean*, esta hipótese não é uma realidade. Muitas empresas lutam para conseguir disponibilidade suficiente, com média entre 60% a 70%, nas melhores situações, durante um turno de produção normal. É importante notar que, de uma perspectiva histórica, durante as décadas de 60 e 70, enquanto a produção *Lean* estava sendo aperfeiçoada na Toyota, um tempo e atenção significativos foram dedicados ao desenvolvimento tanto em processos robustos de qualidade quanto de sistemas de manutenção. Na maior parte da literatura atual da Toyota, esses itens são comumente relacionados às pré-condições para os elementos *Lean*, tais como fluxo ou trabalho padronizado. Em termos simples, aqueles que estão tendo dificuldades para realizar a transformação *Lean* deveriam dar um passo para trás e notar que a causa raiz da incapacidade de fazer fluir ou produzir 100% do tempo origina-se

nos problemas relacionados a estas pré-condições não-triviais. Além disso, há um significativo benefício financeiro assim como operacional para uma empresa que implementa o TPM com sucesso.

Smalley (2006) fala que existem pontos chaves que a Toyota vem enfatizando na implementação do TPM nas últimas décadas. Esses pontos são essenciais para o sucesso a longo prazo do programa:

“Um enfoque do ciclo de vida total” reconhece que, assim como com as pessoas, os equipamentos necessitam de níveis diferentes de recursos e tipos de atenção durante o ciclo de vida. O início de produção é o momento em que os problemas ocorrem com maior frequência, e um tempo significativo é gasto tentando-se resolver os problemas das máquinas e aprendendo como consertar e manter os processos. A Toyota inicia esse processo de aprendizagem antes mesmo do equipamento chegar ao chão de fábrica, através de extensivo desenvolvimento prévio dos processos, mantendo o que funciona bem e aperfeiçoando os pontos fracos no design da máquina. Após a instalação das máquinas e o início de produção, a Toyota emprega diferentes técnicas de manutenção para manter a eficiência da produção. Como último recurso, a manutenção por quebra é utilizada no que esta falhando, até que a causa raiz seja completamente identificada e o problema possa ser impedido de ocorrer novamente. Durante a maior parte do tempo do ciclo de vida do equipamento, frequências ou métodos de manutenção preventiva baseados em condição são utilizados para impedirem os problemas antes que eles ocorram. Os intervalos da manutenção preventiva e o seu conteúdo são ajustados conforme se aumenta a experiência sobre o comportamento do equipamento ao longo do ciclo de vida. A manutenção diária é praticada pelo operador do equipamento e envolve tarefas tais como verificar o nível de lubrificação, limpar a máquina diariamente, observar as condições das ferramentas e informar caso detecte-se condições anormais da máquina. Geralmente, essa última ação fornece uma informação vital para o sistema de manutenção preventiva.

Ocasionalmente, ocorrem problemas de confiabilidade do equipamento que necessitam de tempo e atenção do fabricante do equipamento ou de especialistas para serem resolvidos. Nesses casos, recorre-se à manutenção corretiva e melhorias fundamentais no design do processo são implementadas. A Toyota chama isso de “*Kaizen* de máquina” (ao contrário do *Kaizen* do movimento ou método de trabalho) e considera-o uma importante atividade de melhoria de processo.

Finalmente, todos os processos são estudados ao longo de todo o ciclo de vida para



que seja possível ver onde tempo, peças de reposição e dinheiro estão sendo consumidos. Quando um novo equipamento for requisitado, uma lista de melhorias necessárias é feita para o fornecedor para ser analisada em conjunto de acordo com as atividades de manutenção preventiva.

A busca total da eficiência da produção relaciona-se com o objetivo de eliminação de todas as perdas de produção associadas com qualquer parte do equipamento. Diferentes situações e tipos de equipamentos precisam de diferentes atividades de melhorias. Por exemplo, durante os anos de 1950, a principal fonte de perdas na produção no departamento de estamparia era o processo de troca de uma matriz por outra. Frequentemente, esta troca de matriz necessitava de um a dois turnos para ser realizada. Num período de aproximadamente 10 anos, através de estudos do processo de troca de ferramentas e identificando os desperdícios no processo, as equipes foram capazes de diminuir todo o tempo perdido na troca para alguns minutos apenas. Em alguns casos, a troca de ferramentas pode ser realizada agora em segundos.

Hoje, em outros processos, tais como linhas de usinagem, a perda no equipamento é predominantemente ocasionada pelo tempo perdido com a quebra da máquina ou com pequenas paradas, frequentemente são difíceis de serem identificadas. Analisando os dados colhidos durante anos na Toyota, fica evidente o simples fato que até um terço do tempo indisponível dos equipamentos é causado por falhas em um simples limite ou em um sensor de proximidade. Claro que a ênfase do programa está voltada para a eliminação da causa do problema; entretanto, em alguns casos, as raízes dos problemas não foram completamente erradicadas. Para acabar com essa queda do tempo de produção, prioriza-se o reparo rápido desse tipo de problema e a “manutenção de um minuto” (menos de 10 minutos de produção perdidos) é colocada em prática. De forma similar, o tipo de ambiente de produção que você trabalha e o tipo de perda que você vem enfrentando devem guiar suas ações de melhoria.

O aspecto da “participação total” do TPM é frequentemente exposto por consultores e indicado em artigos como uma ação do grupo, onde uma única parte do equipamento é limpa e vistoriada de cima abaixo para aumentar o seu tempo de uso disponível. Os projetos são nobres e são excelentes atividades de aprendizagem. Entretanto, não devem ser confundidos como a maneira fundamental de implementar a participação. O estilo Toyota de participação baseia-se em todos saberem exatamente seus papéis e responsabilidades, executá-las no dia a dia. Por exemplo, com respeito às áreas com equipamentos de uso intensivo, os operadores têm uma lista de verificação (*check list*) bem definida e um conjunto de atividades simples de

manutenção que podem ser monitoradas ou executadas durante o turno. As anormalidades são registradas e comunicadas à manutenção para serem reparadas.

Os técnicos da manutenção atendem aos problemas de quebra quando necessário e constantemente procuram por meios pelos quais possam tanto usar medidas preventivas para evitar que os problemas ocorram ou estabelecer algum tipo de atividade de manutenção preventiva. A engenharia auxilia a manutenção na área de melhoria dos equipamentos quando há a necessidade de análises especiais ou coordenação com os fornecedores do equipamento.

Por último, o importante para o sucesso da Toyota na manutenção é a noção de “enfoque sistêmico total”. Como uma corrente composta de múltiplos elos, o sistema será tão forte quanto o elo mais fraco da corrente. O constante empenho e atenção da gerência são necessários na melhoria dos aspectos descritos no ciclo de vida do equipamento, na busca da eficiência e na participação de todos de acordo com as responsabilidades de cada um. Um enfoque sistêmico total também significa relacionar e melhorar eficientemente todas as atividades de suporte, tais como treinamento e desenvolvimento de colaboradores, gerenciamento de documentos e peças de reposição, coleta e análise de dados da manutenção, e feedback para os fornecedores dos equipamentos.

A Toyota Motor Corporation desenvolveu seu próprio e singular estilo de ações TPM durante os últimos trinta anos, que são críticas tanto em termos de apoiar o sistema *Lean* de produção quanto em conseguir resultados excepcionais de manutenção industrial.

## **2.6 Estudo do trabalho**

### **2.6.1 As razões do estudo do trabalho**

Conforme Pronaci (2003), as principais razões por que o estudo do trabalho constitui uma ferramenta bastante útil às organizações são:

- O estudo do trabalho permite aumentar a produtividade de uma indústria ou serviço pela reorganização do trabalho, método que implica normalmente pouco ou nenhum investimento.
- É sistemático. Pode-se, pois, estar certo que nenhum fator que influencie na eficácia de uma operação é desprezado na análise dos antigos métodos ou no aperfeiçoamento dos novos métodos e que todos os dados referentes à operação são conhecidos e reunidos.

- É o método conhecido mais exato de fixação das normas de rendimento, sobre as quais assenta toda a planificação e todo o controle eficaz da produção.
- A economia que o estudo do trabalho permite realizar é imediata e contínua, enquanto as operações forem efetuadas na sua forma melhorada.
- É uma ferramenta de aplicação universal. Pode ser utilizada com êxito em todas as organizações onde se efetue um trabalho manual e onde funcione uma instalação, não só em oficinas, mas também em escritórios, armazéns, laboratórios, restaurantes e até mesmo nas explorações agrícolas.
- É um dos meios de inquérito mais penetrantes de que as organizações dispõem. É portanto, um instrumento excelente para abordar a ineficácia de uma organização porque, aplicando-se a solução de um dado problema, por-se-ão gradualmente em evidência as falhas de todas as outras funções que lhe estão ligadas.

O estudo do trabalho traz à luz o comportamento de cada um. Por isso deve ser tratado com habilidade e prudência. Ninguém gosta de ser "posto em causa" e, se o técnico de estudo do trabalho não conduz com muito tato as suas relações com os intervenientes, corre o risco de atrair a animosidade de todos os colaboradores, o que o impedirá de executar o seu trabalho convenientemente. Alguns empresários esquecem por vezes que os seus colaboradores são pessoas como eles, capazes dos mesmos sentimentos, ainda que nem sempre os possam exprimir abertamente. Também o desconhecido os inquieta e, se julgam ver nele uma ameaça à segurança do seu posto de trabalho ou à sua dignidade, ou resistem abertamente ou então a sua resistência assumirá a forma de uma não cooperação mais ou menos dissimulada. Para que o estudo do trabalho possa contribuir seriamente para o melhoramento da produtividade, as relações entre a mão-de-obra e a gerência devem ser de confiança plena antes de pensar em aplicá-lo, ou seja, os trabalhadores devem estar convencidos da sinceridade das intenções de todo o processo; caso contrário, eles verão no estudo do trabalho um outro "truque" destinado a fazê-los trabalhar mais sem que daí tirem qualquer benefício pessoal.

Por fim, para que o estudo do trabalho tenha um êxito confirmado é indispensável que toda a hierarquia da empresa começando pelo topo, lhe dêem o seu apoio e suporte. Sendo assim, o primeiro grupo de pessoas às quais é necessário explicar o objetivo e as técnicas do Estudo do Trabalho é ao grupo dos quadros e chefias.

## 2.6.2 Cadência e paradas no processo produtivo

Para Pronaci (2003), uma correta definição dos métodos de trabalho e fixação dos tempos para a execução para cada operação ou atividade, embora seja uma preocupação de todos os dias, não será com certeza a única tarefa ou responsabilidade com que uma chefia se depara no seu dia-a-dia. Como gestores de homens e de processos, é indispensável que as chefias adotem critérios objetivos que permitam selecionar e hierarquizar, em função da sua criatividade, os problemas que constantemente surgem.

Como exemplo, tem-se uma determinada fábrica que trabalha 8 horas por dia e que tem uma produção diária de 300 carros.

A sua cadência horária é:

$$300 / (\text{horas de trabalho}), \text{ ou seja, } 300/8 = 37,5 \text{ carros por hora}$$

A sua cadência por minuto é:

$$300 / (\text{minutos trabalhados} = \text{número horas} \times 60 \text{ minutos}), \text{ ou seja, } 300 / (8 \times 60) \\ = 300 / 480 = 0,625 \text{ carros por minuto.}$$

A cadência é um dos valores calculados a partir dos indicadores de quantidade de produção, embora muitas vezes o inverso também seja verdade, ou seja, podemos calcular a produção de uma máquina a partir das cadências dos produtos que se prevê produzir nessa máquina num determinado período de tempo. A cadência de produção é um dado, muitas vezes, fornecido pelos fabricantes de equipamentos.

O indicador de cadência é particularmente útil quando temos um problema, pelo menos aparente, de falta de balanceamento (desequilíbrio) de uma linha de produção, isto é, quando o trabalho se acumula, sistematicamente, numa determinada fase de fabricação. Paradas por avaria de equipamento definem-se como o tempo que decorre entre o momento em que um equipamento é imobilizado devido a uma disfunção e o momento em que o equipamento é dado como disponível para operar, depois de realizados os testes de aptidão correspondentes. Paradas por avaria de ferramenta e paradas para manutenção programada definem-se como o tempo que decorre entre o momento em que um equipamento é imobilizado devido a uma avaria na ferramenta e o momento em que o equipamento é dado

como disponível para operar, depois de substituída e testada a ferramenta montada como substituição.

Definem-se como o tempo que decorre entre o momento em que um equipamento é imobilizado para realização de uma intervenção de manutenção programada e o momento em que o equipamento é dado como disponível para operar.

Paradas para limpezas e manutenção de 1º nível correspondem ao tempo concedido para a realização de limpezas e operações de manutenção a cargo do operador.

Paradas por mudanças de fabricação correspondem ao tempo de parada para mudança de tipo de produto. Incluem os tempos de parada da máquina para a mudança, regulagem e testes. A forma mais correta de efetuar o levantamento destes tempos é proceder a um levantamento das diferentes paradas e calcular o seu peso no tempo total de trabalho, recorrendo à fórmula:

$$\frac{\text{Soma das paradas}}{\text{Tempo de trabalhado}}$$

São critérios que também devem ser considerados:

- Produtos rejeitados por falta de qualidade, que são registrados a partir de defeitos por falhas e não conformidades.
- Retrabalho (*Rework*) que compreende todas as operações realizadas para recuperação das falhas e não conformidades detectadas, seja pela qualidade, seja em regime de autocontrole realizado pelo próprio operador.
- Operações sem agregar valor ao produto compreendem todas as operações realizadas que não acrescentem valor ao produto, ou seja, todas as operações que não alteram ou transformam o produto.

### 2.6.3 Estudo dos tempos e métodos

Pronaci (2003), define o estudo de tempos, que passaremos a designar por ET, como sendo uma técnica de medida do trabalho que permite registrar os tempos e os fatores de atividade para os elementos de uma dada operação ou tarefa, executada em determinadas condições, e analisar os dados recolhidos, a fim de se obter o tempo necessário para executar esta tarefa a um nível de rendimento bem definido.

O estudo de tempos pode ser utilizado para a determinação de tempos *standard* para

operações ou tarefas já sistematizadas ou como ferramenta de apoio ao estudo de métodos como apoio à análise (fator medição).

O estudo dos tempos e métodos de trabalho tem como primeira fase a escolha do trabalho a estudar, existe sempre uma razão para que se efetue um ET.

Segue alguns exemplos destas razões:

- novo trabalho que nunca foi executado anteriormente (novo produto, nova peça, nova operação, nova série de atividades, nova tecnologia, etc.);
- uma mudança de método que exige a fixação de um novo tempo de referência;
- cálculo da necessidade de mão-de-obra;
- o cálculo de custos de produção;
- planificação de plantas fabris;
- programação e balanceamento de cargas;
- um trabalhador ou um representante do pessoal queixa-se do pouco tempo previsto para uma operação;
- uma operação constitui um “estrangulamento” ou “gargalo” que bloqueia as operações seguintes e, por exemplo, devido à acumulação de trabalho em atraso, retarda as operações precedentes;
- uma modificação na política salarial, pela adoção, por exemplo, de um sistema de prêmios de produtividade.

Pronaci (2003) como exemplos de ET, enquanto ferramenta a utilizar num estudo dos métodos, podemos citar:

- para quantificar as tarefas ou operações utilizadas;
- quando se deseja comparar a eficácia de dois métodos propostos;
- quando uma instalação aparenta ter um fraco rendimento ou cujos tempos improdutivos parecem exagerados;
- quando o custo de um dado trabalho parece excessivo.

Para os estudos de tempos é necessário dispor de um mínimo de material de base para uso de campo (PRONACI, 2003), a saber:

- um cronómetro;
- uma máquina de filmar e um gravador vídeo;
- uma prancheta de cronometragem;
- folhas de observação.

Em certas indústrias, em que as condições ambientais são críticas, há, por vezes, a necessidade de conhecê-las com certo *rigor*. Poderão, então, ser necessários termômetros, higrômetros, sonômetros, dosímetros, iluminômetros e dinamômetros.

Pronaci (2003), normalmente, para o estudo dos tempos são utilizados dois modelos de cronômetros: o cronômetro com retorno a zero e partida automática e o cronômetro vulgar de leitura contínua. Podemos encontrar cronômetros com diversos tipos de graduações, sendo mais comuns os graduados em quintos de segundo, em centésimos de minuto e em décimos milésimos de hora, fazendo o ponteiro grande uma volta num centésimo de hora.

O julgamento da atividade é a fase seguinte do estudo de tempos e consiste na avaliação da velocidade efetiva de trabalho do executante e compará-la com uma atividade de referência. A esta avaliação chama-se “Julgamento de Atividade”. Trata-se de um julgamento, com maior ou menor grau de natureza subjetiva, que se baseia no conceito que o observador tem de ritmo normal, habitualmente designado por *Atividade de Referência (AR)* ou *Atividade Normal*.

A AR pode ser definida como o ritmo de trabalho de um executante médio, bem qualificado e treinado, trabalhando sob a liderança de quadros qualificados, mas sem o estímulo de uma remuneração ao rendimento (PRONACI, 2003).

Este ritmo de atividade deve ser tal que possa ser mantido dia após dia sem fadiga, quer física, quer mental, sendo caracterizado por exigir do indivíduo, não mais que um esforço razoável e regular.

Nas atividades de referência e rendimento normal, o julgamento da atividade do operador consiste numa comparação mental, ou julgamento das velocidades com que diferentes pessoas são capazes de realizar um determinado trabalho.

A dificuldade provém, em geral, de não existirem padrões de tempo estabelecidos para a multiplicidade de tarefas elementares, que fazem parte dos postos de trabalho e circunstâncias particulares de cada empresa. Por isso, na generalidade dos casos, cada empresa terá que definir os seus próprios níveis de atividade normal, a fim de poder efetuar o julgamento da atividade dos seus executantes.

Ainda conforme Pronaci (2003) a metodologia de base a seguir para se executar um estudo de métodos assenta na realização de quatro atividades, que deverão ser cumpridas com rigor para que o resultado final seja fíável e se evite a perda de oportunidades de melhoria resultantes de uma má aplicação. As quatro fases são:

- observação;

- coleta /registro de dados e informações;
- análise crítica;
- proposta de novos métodos ou oportunidades de melhoria.

Pronaci (2003) enfatiza que a coleta dos dados deverá ser realizada o mais perto possível da fonte, devendo recorrer-se ao tratamento e sistematização da observação através da utilização de folhas de registro de observações, diversos tipos de gráficos ou sinóticos, que melhor se encaixam em cada situação dos quais se destacam:

- gráficos de processo;
- esquemas de movimentação e deslocação;
- *layout's* do posto de trabalho.

O registro da informação poderá incluir a medição dos tempos requeridos para a execução de cada operação e/ou tarefa, de modo a permitir a quantificação:

- dos tempos produtivos e não produtivos;
- da ocupação dos meios;
- da velocidade de execução;
- da quantificação ou medição;

Toda essa sistemática funciona como uma ferramenta essencial para a realização da análise crítica e para uma futura sistematização do método alternativo.

Pronaci (2003) reforça que não devemos esquecer-nos que, após ou em simultâneo, com o registro do levantamento e divisão do trabalho em elementos de trabalho, dever-se-á proceder à determinação dos tempos correspondentes, como fator determinante para a realização de uma análise crítica.

No caso de se pretender apenas identificar a forma como uma determinada operação é realizada, poderemos efetuar uma medição grosseira dos tempos envolvidos na realização de cada uma das etapas, recorrendo a um cronômetro, ou através da contabilização do tempo no vídeo (caso se tenha realizado uma filmagem como base para a análise do método). Os tempos assim recolhidos não são representativos, mas constituirão uma boa base de análise para o peso que cada etapa tem na realização de uma determinada operação. Após a recolha e esquematização dos dados e quantificação dos tempos, passamos à fase da análise.

Pronaci (2003) argumenta que depois de estabelecido o método de trabalho utilizado, deve-se realizar a análise, à luz dos critérios de estudo dos métodos. Este trabalho deve ser feito é pelas chefias diretas, de modo a permitir uma uniformização tanto da terminologia



utilizada como dos critérios de classificação das operações, e deverá incluir toda a informação necessária, nomeadamente:

- uma descrição das diferentes tarefas (nesta fase deve-se utilizar a terminologia da empresa) indicando o tipo de: operação; transporte; inspeção; espera; armazenagem;
- a duração de cada tarefa;
- classificação das tarefas:
- tarefa essencial: tem que se realizar para cumprir o objetivo;
- tarefa redundante: quando o objetivo da operação se repete, por exemplo, lubrificar duas vezes um determinado componente;
- tarefa simultânea: quando mais do que uma operação é realizada no mesmo momento;
- tarefa em paralelo: quando duas operações, não diretamente relacionadas, são realizadas ao mesmo tempo;
- tarefa sem valor acrescentado: por exemplo, transportar, limpar a ferramenta, sem necessidade técnica durante um processo de mudança de ferramentas.

Durante a análise crítica do método devemos, para cada tarefa identificada, caracterizá-la de acordo com a seguinte informação:

- tipo: operação; transporte; inspeção; espera; armazenagem;
- pequena descrição;
- quem realiza (se existir mais que um operador);
- onde é executada (equipamento, célula ou linha);
- ferramentas ou dispositivos utilizados;
- tempo gasto;
- distâncias percorridas;
- classificação: essencial, redundante, simultânea, em paralelo e sem valor acrescentado;
- ocorrências verificadas durante o levantamento e medição de tempos.

Pronaci (2003) desta recolha, resultará um método de trabalho com a classificação das tarefas (essenciais, redundantes, simultâneas, em paralelo e operações sem valor acrescentado), podendo-se fazer, nesta altura, uma primeira estimativa de potenciais ganhos obtidos com a eliminação das tarefas redundantes e sem valor acrescentado. Deverão, ainda,

ser considerados todos os dados referentes à análise do método de trabalho utilizado, nomeadamente:

- causas das ocorrências assinaladas durante a realização de cada tarefa;
- distâncias percorridas nas movimentações; de modo a esboçar um novo método de trabalho mais eficiente e/ou as possibilidades de alterações ao equipamento, de modo a reduzir tempos e a eliminar operações.

Como possibilidades de melhoria mais frequentes podem-se realçar:

- alteração da sequência de realização das tarefas;
- introdução de dispositivos/ferramentas que reduzam tempos;
- identificação de tarefas desnecessárias;
- alargamento de funções do operador (operar mais equipamentos, ou realizar tarefas paralelas ou simultâneas);
- redistribuição das tarefas pelos operadores.

No próximo capítulo será realizada uma análise dos pontos abordados nesta Fundamentação Teórica identificando sua aplicabilidade na Indústria, com isso serão desenvolvidas as Bases Metodológicas para a solução do problema proposto.

## CAPÍTULO 3

### BASES METODOLÓGICAS PARA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

Em concordância ao objetivo deste trabalho de aplicar a metodologia *Lean Manufacturing* (TPS - *Toyota Production System*), na identificação e aperfeiçoamento dos pontos que necessitam de melhorias, para alcançar maiores níveis de eficiência nos processos de fabricação de suspensões de veículos automotores, especificamente os conjuntos de freios de suspensões dianteiras produzidos em células de produção, realiza-se no presente capítulo uma análise crítica dos conceitos e abordagens mais relevantes para a construção do embasamento teórico necessário a composição da referida metodologia.

A busca do menor esforço, a busca da menor distância e a busca do menor tempo de produção são os três fatores identificados como de maior relevância no desenvolvimento da metodologia e serão trabalhados através da identificação os pontos a serem aperfeiçoados para obtenção de reduções de custos de produção nos processos de fabricação, análise das reduções possíveis nos tempos e esforços de fabricação, verificação da possibilidades de utilização das ferramentas crono-análise e TMC (Tempos e Métodos de Coligação), apontamento das possíveis melhorias para um fluxo otimizado do produto no processos produtivo e da classificação dos desperdícios.

#### 3.1 Panorama científico do *Lean Manufacturing*

O sistema de manufatura enxuta, ou *Lean Manufacturing*, é um conjunto de atividades que tem como meta o aumento da capacidade de resposta às mudanças e a minimização dos desperdícios na produção, se constituindo num verdadeiro empreendimento de gestão inovadora. Como empreendimento, seus princípios são:

- manter os itens certos nos lugares certos, no tempo certo e na quantidade correta; criar e alimentar relações efetivas dentro da cadeia de valor o que significa dissecar a cadeia produtiva e separar os processos em três tipos:
  - aqueles que efetivamente geram valor;
  - aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade;

- por fim, aqueles que não agregam valor, devendo ser eliminados imediatamente.

Trabalhar voltado à melhoria contínua e buscar a qualidade ótima na primeira unidade entregue. Basicamente utilizam-se as ferramentas do *JIT* e a filosofia do *Kaizen*.

A ênfase deste trabalho será em primazia exaltar as os seguintes princípios:

Análise do valor, diferente do que muitos pensam, não é a empresa e sim o cliente que define o que é valor. Para ele, a necessidade gera o valor e cabe às empresas determinarem qual é essa necessidade, procurar satisfazê-la e cobrar por isso um preço específico para manter a empresa no negócio e aumentar os lucros via melhoria contínua dos processos, reduzindo os custos e melhorando a qualidade.

O próximo passo consiste em identificar o fluxo de valor, apesar de continuamente olharem para sua cadeia produtiva, as empresas continuam a focalizar em reduções de custos não acompanhadas pelo exame da geração de valor, pois olham apenas para números e indicadores, no curto prazo, ignorando os processos reais de fornecedores e revendedores. As empresas devem olhar para todo o processo, desde a criação do produto até a venda final (e por vezes o pós venda).

A seguir, deve-se dar "fluidez" para os processos e atividades que restaram. Isso exige uma mudança na mentalidade das pessoas. Elas têm de deixar de lado a idéia que têm de produção por departamentos como a melhor alternativa. Constituir fluxo contínuo com as etapas restantes é uma tarefa difícil do processo. É também a mais estimulante. O efeito imediato da criação de fluxos contínuos pode ser sentido na redução dos tempos de concepção de produtos, de processamento de pedidos e em estoques. Ter a capacidade de desenvolver, produzir e distribuir rapidamente dá ao produto uma "atualidade": a empresa pode atender a necessidade dos clientes quase que instantaneamente.

Isso permite inverter o fluxo produtivo: as empresas não mais empurram os produtos para o consumidor (desovar estoques). O consumidor passa a "puxar" a produção, eliminando estoques e dando valor ao produto. É a produção puxada. Sempre que não se consegue estabelecer o fluxo contínuo, a alternativa é conectar os processos através dos sistemas puxados.

Perfeição, o último passo da mentalidade enxuta, deve ser o objetivo constante de todos envolvidos nos fluxos de valor. A busca do aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal deve nortear todos os esforços da empresa, em processos transparentes onde todos os membros da cadeia (montadores, fabricantes de diversos níveis, distribuidores e

revendedores) tenham conhecimento profundo do processo como um todo, podendo dialogar e buscar continuamente melhores formas de criar valor.

### **3.2 A importância de buscar alternativas**

Observa-se que todos estes conceitos estão muito bem claros para os gestores de Processos Produtivos, porém a sua aplicação na prática não acontece de forma satisfatória, pois as ações para sua implantação são tomadas de forma muito abrangente, o que dificulta essa implantação. A proposta aqui é de tomar medidas simples, mas que trazem os resultados esperados, trabalhando cada processo produtivo separadamente com suas particularidades, mas buscando sempre colocar em prática nestes processos os conceitos da manufatura enxuta.

#### **3.2.1 Busca do menor esforço**

O estudo do trabalho é um dos principais pilares na busca pelo menor esforço. A otimização do *layout* dos postos de trabalho contribui para essa busca e tem como objetivo principal a redução de movimentações, pode se entender por:

- movimentação de matéria prima;
- movimentação de produtos semi-acabados;
- movimentação de produtos acabados;
- movimentação de Máquinas e ferramentas;
- movimentação excessiva do operário, dentre outras.

#### **3.2.2 Busca da menor distância**

Reduzir distâncias é outra alternativa para redução de desperdícios, pois reduz o tempo de movimentação de materiais, o desgaste tanto de equipamentos e mais importante, o desgaste físico dos operários.

#### **3.2.3 Busca do menor tempo de produção**

A redução dos tempos de produção é uma consequência de vários fatores, falamos de alguns deles como Redução de Esforços e encurtamento de distâncias. Essa redução impacta

diretamente na produtividade das empresas, ou seja, proporciona uma maior produção com uma mesma capacidade instalada, o que torna o custo unitário menor e traz mais competitividade ao produto.

No capítulo a seguir serão aplicados os conceitos apresentados nesta metodologia no estudo de caso que é a proposta desta dissertação.

## **CAPÍTULO 4**

### **ESTUDO DE CASO**

Este capítulo inicialmente traz uma abordagem histórica e contextualizada da industrial automobilística no Brasil e mostra ainda como a Magneti Marelli Cofap está inserida neste cenário. O estudo de caso terá como foco os processos de fabricação de suspensões de veículos automotores, especificamente o processo produtivo de conjunto de freios de suspensões dianteiras dos veículos da marca Fiat produzidos em células de produção, onde foi desenvolvida a metodologia científica para obtenção dos objetivos propostos.

#### **4.1 Introdução**

A indústria automobilística mostra-se extremamente competitiva no mercado brasileiro. Desde as décadas de 60 e 70, onde as principais montadoras deste setor se instalaram no Brasil (a Fiat Automóveis S.A. instalou-se no Brasil no ano de 1976 e a empresa de autopeças deste estudo em 1978) a disputa pelo mercado nacional está cada dia mais acirrada e a conquista de novos clientes e novos mercados faz-se importante item na pauta estratégica destas empresas (ANFAVEA, 2007).

O alinhamento entre as estratégias das empresas e a constante inovação de produtos e processos, dentro de uma abordagem de melhoria contínua, exige que as organizações do ramo automobilístico possuam sistemas eficientes de gerenciamento de idéias e inovação de diferentes fontes.

As empresas utilizam várias abordagens estratégicas e essas precisam ser aperfeiçoadas por meio de um processo articulado e gradual de tentativas e erros. Estratégia é um termo contextual, ou seja, aplicável às mais diversas situações e empresas, que dependendo do momento podem ser descritas como estratégia de plano, de manipulação, de padrão realizado, de posição e de perspectiva (MINTZBERG, AHLSTRAND e LAMPEL, 2000).

A constante disputa entre as empresas do ramo automobilístico por uma fatia maior do mercado nacional, baseada em constante inovação e melhoria contínua, e, além disso, a implantação de novas montadoras no Brasil (Audi, Peugeot, Renault, entre outras) são itens de

importante relevância neste estudo. Neste contexto, as inovações são meios para se obter vantagens competitivas sustentáveis para as empresas (BARBIERI e ÁLVARES, 2004). Este ponto pode ser confirmado quando é feita uma análise dos principais especialistas em estratégia. De acordo com Porter (1989), a empresa que consegue ser singular em algo se diferencia da concorrência, fato que normalmente resulta em desempenho superior. Slywotzsky e Morrison (1998), também confirmam a importância da inovação afirmando que a única maneira de uma empresa permanecer na zona do lucro seria por intermédio da inovação constante.

Barbieri e Álvares (2004) as montadoras têm a necessidade de inovar e buscam estas inovações constantemente, sejam inovações tecnológicas ou organizacionais. Esta insistente busca faz com que haja grandes números de inter-relacionamentos entre organizações e pessoas. Manter um ritmo constante de inovações não é tarefa fácil, uma vez que as inovações se dão mediante processos complexos, pois envolvem diferentes atividades realizadas por diferentes pessoas dentro e fora da empresa, formando redes de relações interpessoais. O sucesso das inovações depende de como essas relações se processam. Na tentativa de fortalecimento da inovação as empresas criam bases sistemáticas de geração de idéias.

A escolha do setor automobilístico como objeto de estudo deve-se à sua importância na economia do país, tendo esse setor empregado mais de 130 mil trabalhadores no ano de 2006 e, no ano de 2007, colocou no mercado interno aproximadamente 1,7 milhão de carros, caminhões, ônibus e máquinas agrícolas (ANFAVEA, 2008).

São 24 montadoras de carros, caminhões, ônibus, tratores e outras máquinas agrícolas - empresas associadas à ANFAVEA - com 45 fábricas nos estados da Bahia, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo (ANFAVEA, 2008).

Em 2005 as exportações geraram US\$ 11,2 bilhões, 33,5% maiores que no ano de 2004. Do total das exportações em 2005, em valores, 81,9% deveram-se ao segmento de automóveis e 18,1%, ao de máquinas agrícolas. Calcula-se que suas 3.650 concessionárias dêem emprego a mais de 170 mil pessoas e que, além dos mais de 1,7 milhões de automóveis e máquinas agrícolas novos, vendam ainda mais de 6 milhões de usados por ano. Desde 1994 as companhias vêm investindo, em média, US\$ 1 bilhão 740 milhões/ano, apoiadas em setor de autopeças cujo faturamento médio dos últimos sete anos, até 2003, alcançou US\$ 13 bilhões 160 milhões, e que investiu média de US\$ 1,8 bilhão/ano (ANFAVEA, 2007).

Mesmo se tratando de um setor robusto, os resultados costumam oscilar a cada mudança econômica nacional e internacional, fato que fica claro ao observar os resultados das



montadoras instaladas no Brasil e confrontá-los com o contexto da indústria automobilística.

Neste sentido, a FIAT Automóveis S.A., por ser uma empresa referência no mercado, que de acordo com os dados da ANFAVEA (2007) foi responsável por 26% dos emplacamentos de automóveis no ano de 2006, é um caso de expressiva relevância. A Magneti Marelli Cofap é uma empresa fabricante de sistemas de suspensão e fornecedor exclusivo desses componentes à Fiat Automóveis S.A.

A Fiat Automóveis S.A. iniciou suas atividades em Minas Gerais em 1969, ganhando a concorrência para fornecimento de tratores ao governo estadual e o direito de montar uma oficina de manutenção. Acabou controlando as instalações industriais da Fábrica de Tratores Demisa, onde o Estado tinha participação (CASTRO, 1995).

Em 1971, Rondon Pacheco assume o Governo de Minas Gerais e tenta trazer para o Estado uma subsidiária do Grupo FIAT, um poderoso império industrial que à época operava em 21 países do mundo. A oposição de outros Estados foi forte, já que as inversões da empresa seriam bastante significativas e benéficas ao Estado escolhido, em termos de arrecadação de tributos, geração de empregos diretos e indiretos e nova dinâmica industrial (CASTRO, 1995).

Em fevereiro de 1973, representantes do Estado de Minas Gerais e da Fiat Automóveis sentaram-se à mesa para negociar o acordo de Comunhão de Interesses, que foi assinado em março do mesmo ano pelo presidente da FIAT. Vários fatores contribuíram para a vinda da FIAT para Minas Gerais como, por exemplo, a proximidade com as indústrias siderúrgicas e a localização estratégica do Estado, assim como sua importância no cenário econômico nacional (CASTRO, 1995). Os fatores preponderantes para a escolha de Minas Gerais foram os relevantes incentivos concedidos pelo Governo estadual que incluíam um terreno de 2.240.000 m<sup>2</sup> a ser quitado em 45 anos sem correção monetária e infra-estrutura para a instalação financiada pela CDI (Companhia de Distrito Industrial). Todos os incentivos concedidos pelo Estado à Fiat Automóveis estão discriminados na Resolução nº 1048 (1973), que entre outros benefícios e os já descritos anteriormente pode-se destacar a construção de conjuntos habitacionais com o intuito de atender o operariado da empresa.

Em julho de 1973, iniciou-se a terraplenagem do terreno e em 09 de julho de 1976, a fábrica foi inaugurada, sendo a única montadora no Estado de Minas Gerais. Nesse mesmo dia, a FIAT iniciava a produção em série do FIAT 147 que, segundo estudos do mercado era o carro ideal para o Brasil. A proposta da FIAT era disponibilizar para o consumidor em veículo moderno, familiar e econômico (CASTRO, 1995).

O final da década de 90 foi marcante para a FIAT. Em 1996 foi lançado o Palio, o carro mundial, sendo que boa parte do projeto tinha sido executado no Brasil e por ter sido destaque de vendas da história da indústria automobilística brasileira; em apenas oito meses do seu lançamento, fechou o ano em 4º lugar (ANFAVEA, 2007).

Atualmente a FIAT figura como líder absoluta de vendas ao mercado nacional, sendo que permanece nesta situação desde 2004. Segundo a (ANFAVEA, 2008) a Fiat Automóveis S.A. é responsável por aproximadamente 26% dos veículos vendidos no Brasil. No início do setor automobilístico brasileiro, o governo brasileiro definiu um conjunto de políticas para a implantação de uma indústria automotiva nacional. Este conjunto de medidas atraiu os maiores produtores internacionais de veículos, que passaram a produzir localmente e não somente montar veículos com peças importadas. Este processo estimulou o crescimento de uma indústria auxiliar, a indústria de autopeças.

A indústria automobilística brasileira, desde sua implantação na década de 60, sempre oscilou entre momentos de alta e baixa produção. Após vários anos de baixo crescimento e constantes perdas, no final dos anos 1990, o Brasil viveu uma onda de industrialização neste setor, com a construção e ampliação de diversas fábricas montadoras de automóveis, cujos investimentos superaram os US\$ 20 bilhões, alterando a base estrutural do setor automotivo. As novas montadoras trouxeram novas tecnologias em suas fábricas e em seus carros (CASTRO, 1995).

A indústria automobilística é considerada uma das alavancas da economia e somente os países cuja produção de autopeças supre a demanda das montadoras, sem que haja a necessidade de importação de peças, são considerados grandes produtores de automóveis (SINDIPEÇAS, 2003). No Brasil, a indústria de autopeças está presente em dez Estados, faturou cerca de US\$ 24,5 bilhões em 2005, o que representa 5% do PIB industrial brasileiro, gerando aproximadamente 197 mil empregos (SINDIPEÇAS, 2006).

A Magneti Marelli Cofap é uma empresa que faz parte de um grande grupo de corporações que manufaturam produtos padronizados, produzidos em série seguindo um projeto. Seus bens, Suspensões Automotivas, são produzidos em alta escala e seus sistemas produtivos podem ser organizados de forma a padronizar mais facilmente os recursos produtivos, que podemos definir basicamente como máquinas, homens e materiais. Os métodos de trabalho e controles, são elaborados para contribuir para melhoria da eficácia do sistema produtivo, com melhor qualidade dos produtos, otimização dos processos de produção, redução de custos e satisfação às expectativas dos clientes, pois estão à disposição

do mercado conforme a versão dos veículos que equipam.

## **4.2 A corporação**

### **4.2.1 A Magneti Marelli Cofap no mundo**

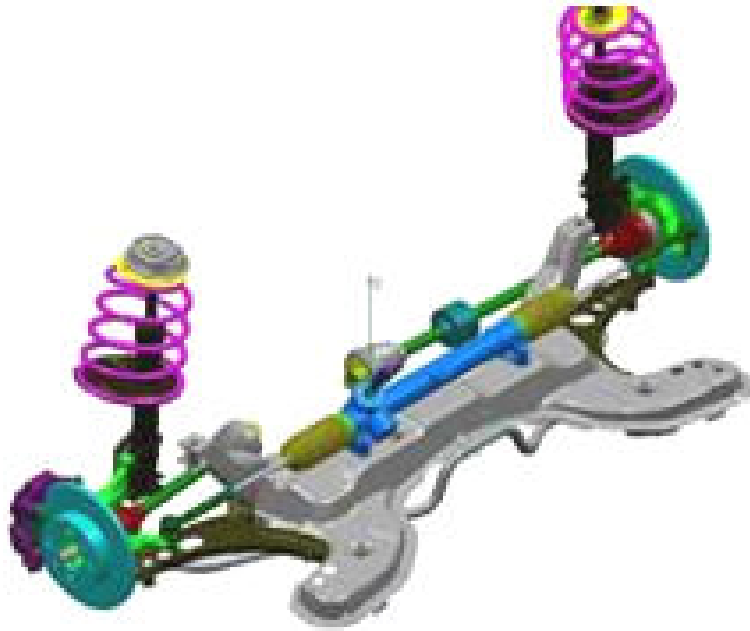
Magneti Marelli Cofap é uma empresa do Grupo Fiat e está presente em 3 continentes, Europa, América do Norte e América do Sul. Sua sede está situada em Turim com filiais em outras localidades italianas, no Brasil em duas unidades localizadas nas cidades de Betim e Sete Lagoas e ainda nos EUA e Polônia.

O processo produtivo de suspensões da Fiat Automóveis é desenvolvido pela Magneti Marelli Cofap. Em nosso estudo de caso vamos nos basear apenas na unidade fabril brasileira localizada dentro do site da fábrica da Fiat Automóveis em Betim Minas Gerais.

A unidade brasileira da Magneti Marelli está em atividade no Brasil desde Janeiro de 1999 e desde então é responsável pela montagem de 100% das suspensões de todos os modelos e versões dos veículos da marca Fiat. Durante estes quase 10 anos foram produzidas mais de 10 milhões de suspensões, um número notável. Durante todo este período os processos de manufatura foram sofrendo um aperfeiçoamento significativo o que é muito natural com o ganho de experiência e aumento da tecnologia envolvida nestes processos; este aperfeiçoamento vem acontecendo também devido a grande preocupação da empresa em melhorar a produtividade, qualidade e competitividade de seus produtos. Existe também a preocupação em colocar em prática ferramentas de melhorias de processo existentes na filosofia *Lean Manufacturing*, porém não existe uma preocupação em implantar de uma maneira global essa filosofia.

### **4.2.2 Ambiente específico da unidade: “A Produção”**

Falando agora especificamente sobre os processos de fabricação podemos dividir este processo em dois grandes grupos o das suspensões dianteiras – a figura 6 ilustra uma suspensão dianteira - e o das suspensões traseiras. Em ambos os grupos temos algumas particularidades como a produção em linhas de montagem e também em células de produção, este fato é muito relevante, pois em cada um destes modelos de produção temos uma filosofia de fabricação muito particular.



**Figura 5 – A Suspensão Dianteira**  
**Fonte: Magneti Marelli**

Nas linhas de montagem temos uma produção onde o operário trabalha com uma movimentação reduzida e a repetição do trabalho é muito acentuada.. Este modelo de produção é mais utilizado em processos produtivos onde o volume de produção é tamanho que o processo não precisa ser interrompido por falta de demanda, permitindo se trabalhar com funcionários posicionados para cada etapa do processo produtivo. Na construção de uma linha de montagem observa-se a preocupação de confeccionar cada posto de trabalho ao longo da linha de forma que o tempo de produção em cada um destes postos, venha a ter o período de fabricação o mais semelhante possível entre si, quando estiverem em funcionamento. Este fato fará com que se obtenha uma maior produtividade com uma melhor utilização de mão de obra, permitindo a possibilidade do balanceamento de linha que é fazer com que cada um dos operários que trabalham neste processo tenham o mesmo grau de saturação de trabalho o que não é simples de se conseguir.

A opção pelo modelo células de produção se dá quando o volume de produção é pequeno e não atinge um patamar que seja interessante optar pelo modelo linha de produção. Outro motivo para a escolha da opção células de produção é quando alguma particularidade do produto exija este modelo. Neste caso o operário desenvolve uma maior diversidade de

atividades, ou seja, o seu trabalho é menos repetitivo e conseqüentemente exige-se uma maior movimentação o que não agrega Valor ao produto, por outro lado necessita de habilidades e conhecimentos diversificados, agregando mais valor ao produto. Este processo também possui suas particularidades e sua escolha depende de algumas variáveis particulares de cada processo de fabricação.

O processo de produção da Magneti Marelli obedece ao modelo de produção puxada, onde somente se produz a partir de uma necessidade apontada antes do início da produção de um item. Isso tem a vantagem de se reduzir o tempo de espera, porém não o elimina devido a questões de transporte.

O desperdício por superprodução, não existe no nosso caso, pois, esta é uma característica apenas de processos onde temos produção empurrada, porém não podíamos deixar de citá-lo.

O desperdício de transporte este sim, se apresenta com uma grande incidência não somente neste estudo, mas na maioria dos processos de fabricação. A movimentação de matéria prima, do produto acabado e dos próprios funcionários envolvidos no processo de fabricação trazem um grande desperdício com transporte. Hoje observa-se que a melhoria dos *layout's* com o objetivo de trazer a matéria prima para mais próximo do posto de trabalho e fazer com que o operário se movimente menos é um ponto que pode ser melhorado. Devido a uma alta complexidade do produto com o qual estamos tratando e um grande mix produtivo dentro de um mesmo processo é observada uma dificuldade de diminuir este tipo de desperdício.

Os conjuntos de freios das suspensões são componentes que estão diretamente ligados à segurança do veículo. Devido a esse motivo a preocupação com a qualidade destes produtos é muito grande e não são permitidas variações nas características de fabricação como o são em outros processos de fabricação. As tolerâncias dos processos são muito pequenas o que não permite variações, com isso tanto a matéria prima quanto os ferramentais têm que estar em conformidade com desenhos e calibrações perfeitas. Este crivo tão estreito faz com que o produto que esteja fora das especificações seja retrabalhado, aí aparece outra forma de desperdício, o retrabalho de produtos defeituosos.

Por fim nesta primeira parte, apresenta-se o desperdício com estoque, este está presente principalmente nos materiais a serem manufaturados, ou seja, estoque de matéria prima, pois por se tratar de um processo de produção puxada não apresenta estoque de produto acabado nem estoque de produtos semi-acabados.

#### 4.2.3 Seleção (identificação) da peça em cujo processo produtivo será implementado o *Lean*: “conjunto de freios suspensão dianteira produzidos em células de montagem

O conjunto de freio figura 6 é um subgrupo do conjunto de suspensão dianteira, que na verdade são dois, um direito e um esquerdo. Estes subgrupos executam a frenagem do veículo nas rodas dianteiras, daí podemos perceber a importância destes componentes em um veículo e a extrema importância de tudo que envolve o seu processo produtivo.

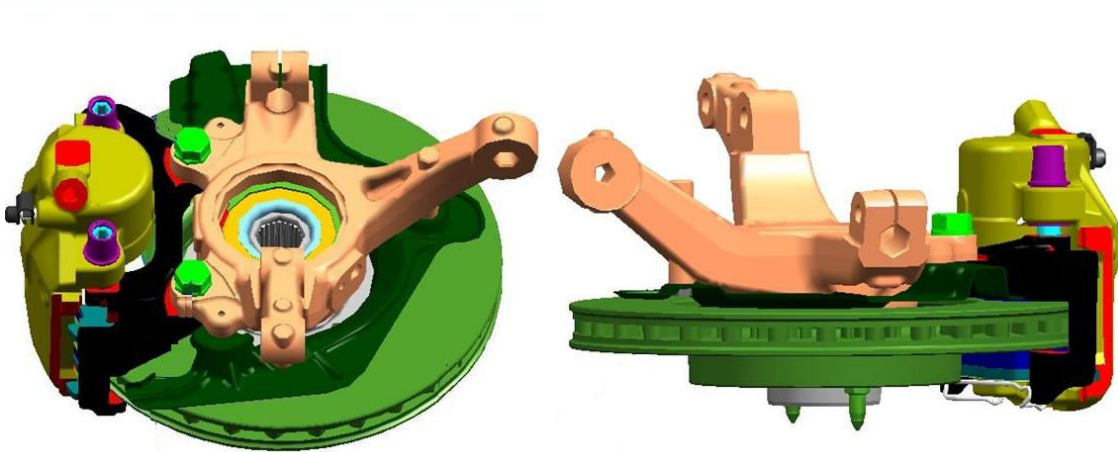
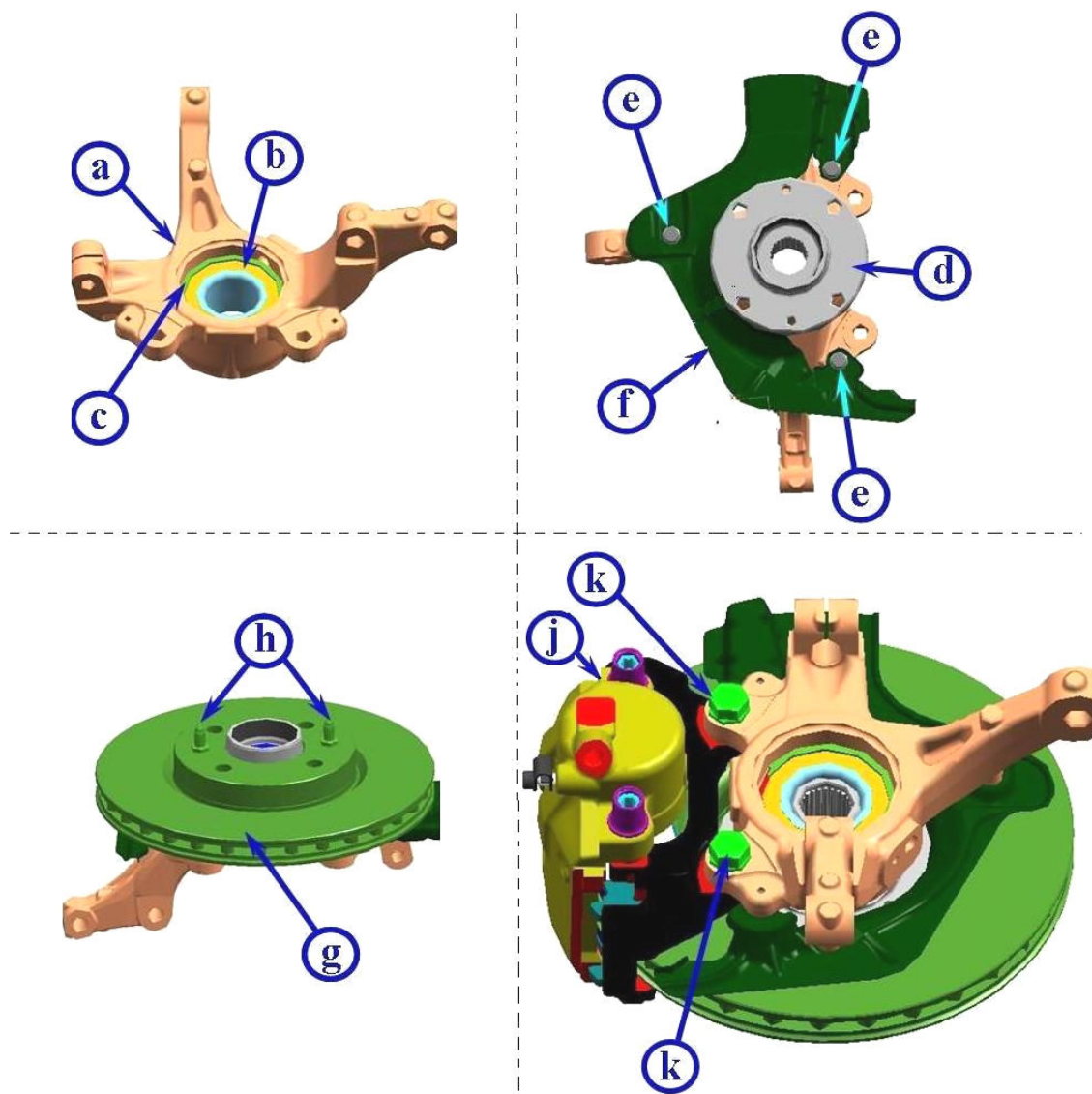


Figura 6 – O conjunto de Freio  
Fonte: Magneti Marelli.

Os conjuntos de freio são compostos em média por 11 componentes, podendo variar de 9 a 12 componentes conforme a versão do veículo que equipam.

A figura 7 ilustra os componentes do conjunto de freio conforme a legenda abaixo.



### Legenda

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| a - Montante do Conjunto de Freio   | b - Rolamento de Roda                       |
| c - Anel trava do Rolamento de Roda | d - Cubo de Roda                            |
| f - Proteção do Disco de freio      | e - Parafusos da Proteção do Disco de freio |
| g- Disco de freio                   | h - Parafusos do Disco de freio             |
| j- Pinça de freio                   | k - Parafusos da Pinça de freio             |

**Figura 7 – Componentes do Conjunto de Freio**  
**Fonte: Magneti Marelli**

### **4.3 Identificação do processo produtivo a ser abordado**

#### **4.3.1 Fluxo produtivo do conjunto de freio**

Para este produto temos o processo produtivo para algumas versões em linhas de montagem e em outras em células de produção. Vamos aqui tratar apenas o processo em células de produção.

Este processo produtivo é composto por 4 máquinas independentes onde em cada uma dessas máquinas são realizadas uma ou mais etapas do processo produtivo, ao final do qual o conjunto de freio sai pronto para ser montado em uma suspensão dianteira.

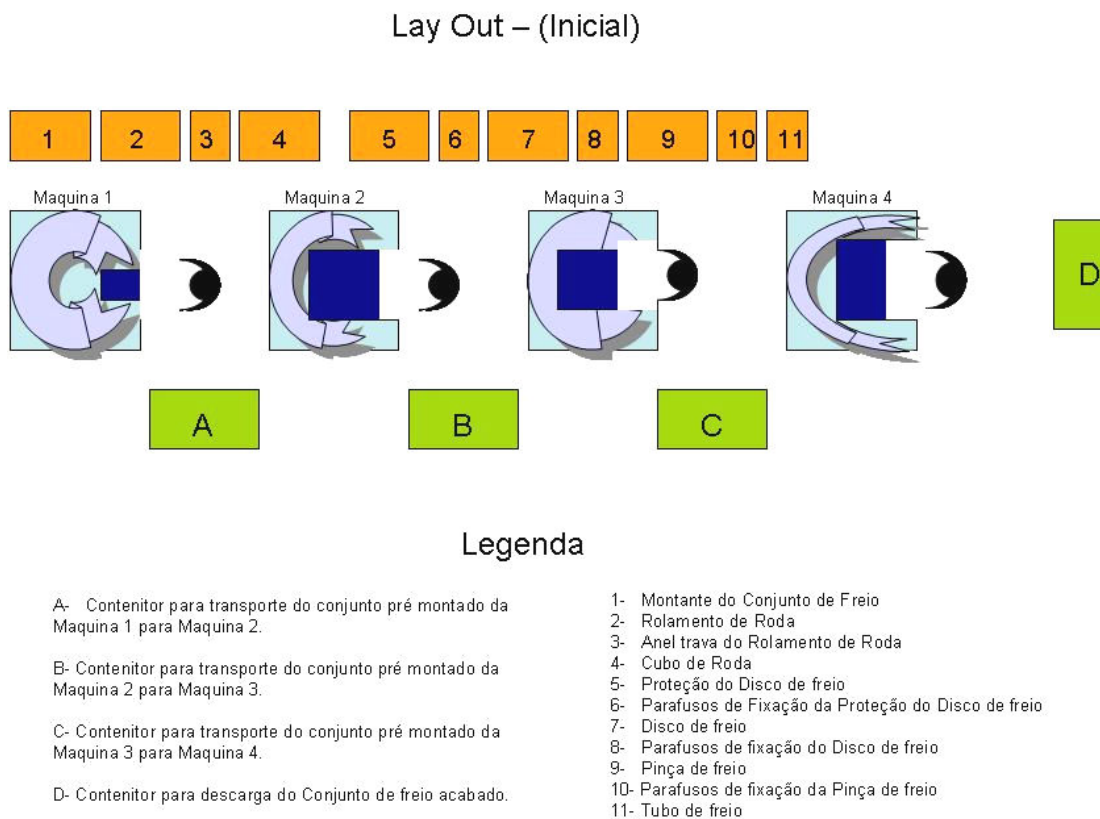
Ao longo deste processo de fabricação temos de 1 a 4 operários trabalhando o que varia de acordo com a demanda de produção.

As peças que no caso são a matéria prima para produção (montagem) ficam acondicionadas em contentores ao lado da célula de produção, no momento da montagem de cada uma dessas peças o operário se desloca até cada um desses contentores e transporta cada uma dessas peças até a máquina onde deverá ser realizada a devida montagem.

Após a realização da montagem em todas as etapas o conjunto de freio acabado é acondicionado em contentor específico e identificado com as especificações de cada produto; vale lembrar que neste processo produtivo existe um mix produtivo, um conjunto de freio difere de outro pelos componentes que o constituem e também pelas calibrações das máquinas ou equipamentos com os quais a montagem é realizada. Esse fluxo está ilustrado na figura 8.



### 4.3.2 Descrição das principais operações do processo produtivo do Conjunto de freio



**Figura 8 – Layout (Antes da identificação dos pontos de Melhorias)**

Fonte: Magneti Marelli

Este processo produtivo é dividido em 9 operações básicas:

- 1 - Montagem do rolamento de rodas ao montante do conjunto freio
- 2- Montagem do anel trava do rolamento de rodas
- 3- Montagem do cubo de rodas ao rolamento
- 4- Montagem da proteção do disco de freios ao montante do conjunto de freio
- 5- Montagem do disco de freio
- 6- Montagem da pinça de freio
- 7- Montagem do tubo de freio à pinça de freio
- 8- Controle de giro livre e oscilação do disco de freio
- 9- Descarga, identificação e acondicionamento no conjunto de freio acabado.

A primeira operação – montagem do rolamento de rodas ao montante do conjunto freio – é realizada na primeira das 4 máquinas do processo produtivo, e é uma operação de prensagem com carga de implantação controlada conforme especificação técnica para cada

produto do mix produtivo. Este controle é feito pela própria máquina conforme comando do operário que a opera.

A segunda operação – montagem do anel trava do rolamento de rodas – também é realizada na primeira máquina do processo produtivo e é uma operação onde é controlado o curso de implantação que é feito de forma automática pela máquina e verificado visualmente pelo seu operador para garantir a perfeita montagem do anel trava do rolamento de rodas.

A terceira operação – montagem do cubo de rodas ao rolamento – da mesma forma que a primeira e a segunda é realizada na primeira máquina do processo produtivo, e como a operação de montagem do rolamento de rodas é uma operação de prensagem com carga de implantação definida conforme especificação técnica para cada produto do *mix* produtivo. Este controle é feito pela própria máquina conforme comando do operário que a opera. Após a realização desta operação este conjunto parcialmente montado é retirado da primeira máquina e posicionado em um contenitor para que seja conduzido ao posto de trabalho da segunda máquina do processo produtivo.

A quarta operação – montagem da proteção do disco de freios ao montante do conjunto de freio – é realizada na segunda máquina do processo produtivo e é uma operação de montagem, seguida de aperto dos parafusos de fixação com torque definido conforme especificação técnica para cada produto do mix produtivo, controlado automaticamente pela máquina e conferido pelo operador responsável pela mesma.

A quinta operação – montagem do disco de freio – também é realizada na segunda máquina do processo produtivo e é uma operação de montagem, seguida de aperto dos parafusos de fixação com torque definido conforme especificação técnica para cada produto do mix produtivo, controlado automaticamente pela máquina e conferido pelo operador responsável pela mesma.

A sexta operação – montagem da pinça de freio – é realizada na terceira máquina do processo produtivo e é uma operação de montagem, seguida de aperto dos parafusos de fixação com torque definido conforme especificação técnica para cada produto do mix produtivo, controlado automaticamente pela máquina e conferido pelo operador responsável pela mesma.

A sétima operação – montagem do tubo de freio à pinça de freio – é realizada na quarta máquina do processo produtivo e é uma operação de montagem, seguida de aperto com torque definido conforme especificação técnica para cada produto do *mix* produtivo, controlado automaticamente pela máquina e conferido pelo operador responsável pela mesma.

A oitava operação – controle de giro livre e oscilação do disco de freio – também é realizada na quarta máquina do processo produtivo e é uma operação de controle de resistência à rotação e controle de oscilação máxima definido conforme especificação técnica para cada produto do mix produtivo, controlado automaticamente pela máquina e conferido pelo operador responsável pela mesma.

Na nona e última operação do processo produtivo é feita a identificação, o acondicionamento adequado do produto acabado em recipiente adequado e liberação do mesmo para que seja montado em seu conjunto de suspensão dianteira de destino.

#### **4.3.3 Análise das condições (produção x qualidade) das máquinas envolvidas no processo, antes da implementação das ferramentas do *Lean*.**

Para realização da montagem de um conjunto de freio um operário gastava 10,62 minutos conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1 - Tempos de produção por operação antes da implantação das melhorias

<b>Descrição macro das operações a serem realizadas</b>	<b>Duração da operação em centésimos de minutos</b>
Realização da 1ª Operação	0,94
Realização da 2ª Operação	0,49
Realização da 3ª Operação	0,65
Deslocamento do subconjunto da máquina 1 para máquina 2	0,36
Realização da 4ª Operação	0,54
Realização da 5ª Operação	0,99
Deslocamento do subconjunto da máquina 2 para máquina 3	0,39
Realização da 6ª Operação	2,29
Deslocamento do subconjunto da máquina 3 para máquina 4	0,39
Realização da 7ª Operação	0,93
Realização da 8ª Operação	1,84
Realização da 9ª Operação	0,81
<b>TOTAL</b>	<b>10,62</b>

Fonte: autor

#### **4.4 Aplicação da metodologia no caso prático**

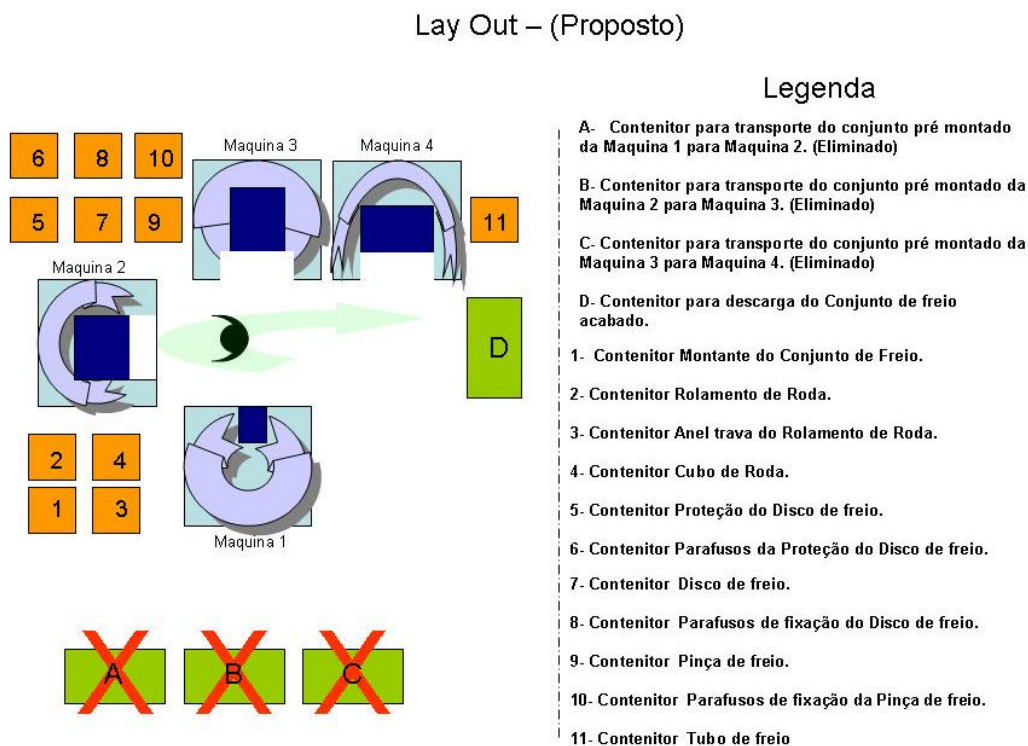
Em consonância com os objetivos geral e específicos deste trabalho foi realizada uma análise criteriosa do processo descrito no item 4.3.2 e sobre este foram propostas algumas ações para que fossem atingidos tais objetivos.

Para atingir o objetivo geral do trabalho foram detectadas algumas operações dentro do

processo produtivo exposto que poderiam ser eliminadas. Com isso automaticamente foram alcançados os objetivos específicos que são: aplicação do *Lean*, redução dos tempos de fabricação, otimização do fluxo contínuo e classificação dos desperdícios com a meta de redução de custos operacionais.

Foram implantadas as metodologias 5S e TPM no processo produtivo proposto, essas foram as primeiras medidas a serem implementadas, pois, os postos de trabalho não apresentavam condições de qualquer ação, devido a falta de organização e também a má conservação do maquinário. Essas medidas proporcionaram a implantação da proposta de mudança de *layout* descrita a seguir.

A partir de uma proposta de mudança de *layout* para uma célula produtiva não mais linear, mas em formato de “U” foram eliminadas três operações no processo produtivo que passou a ter a seguinte configuração, veja figura 9.



**Figura 9 – Layout (após a identificação dos pontos de melhorias)**

**Fonte: Autor**

Conseqüentemente a mudança proposta, acarretou numa redução no tempo de produção do conjunto de freio com um operário conforme pode ser observado na tabela 2.

Tabela 2 – Tempos de produção por operação após a implantação das melhorias

Descrição macro das operações a serem realizadas	Duração da operação em centésimos de minutos
Realização da 1ª Operação	0,94
Realização da 2ª Operação	0,49
Realização da 3ª Operação	0,65
Deslocamento do subconjunto da máquina 1 para máquina 2	<b>0,10</b>
Realização da 4ª Operação	0,54
Realização da 5ª Operação	0,99
Deslocamento do subconjunto da máquina 2 para máquina 3	<b>0,10</b>
Realização da 6ª Operação	2,29
Deslocamento do subconjunto da máquina 3 para máquina 4	<b>0,10</b>
Realização da 7ª Operação	0,93
Realização da 8ª Operação	1,84
Realização da 9ª Operação	0,81
<b>TOTAL</b>	<b>9,78</b>

Fonte: autor

#### 4.5 Avaliação dos resultados obtidos

Após a implantação das melhorias propostas por este trabalho detecta-se que os objetivos foram alcançados, pois, foram observados melhores níveis de eficiência no processo produtivo em questão, utilizando-se alguns pontos da *Mentalidade Lean*.

Conforme pode ser observado na tabela 3, foi obtida uma redução de 8% (oito por cento) nos tempos de produção, o que consequentemente trouxe uma redução direta do mesmo percentual nos custos de mão de obra com o produto e um aumento de 9% (nove por cento) na capacidade produtiva do processo.

Tabela 3 – Tempos de produção por operação, apresentação dos resultados obtidos

Descrição macro das operações a serem realizadas	Tempos (centésimos de minutos)			%Redução
	Layout antigo	Layout proposto	Redução	
Realização da 1ª Operação	0,94	0,94	0,00	0%
Realização da 2ª Operação	0,49	0,49	0,00	0%
Realização da 3ª Operação	0,65	0,65	0,00	0%
Deslocamento do subconjunto da máquina 1 para máquina 2	0,36	0,10	0,26	72%
Realização da 4ª Operação	0,54	0,54	0,00	0%
Realização da 5ª Operação	0,99	0,99	0,00	0%
Deslocamento do subconjunto da máquina 2 para máquina 3	0,39	0,10	0,29	74%
Realização da 6ª Operação	2,29	2,29	0,00	0%
Deslocamento do subconjunto da máquina 3 para máquina 4	0,39	0,10	0,29	74%
Realização da 7ª Operação	0,93	0,93	0,00	0%
Realização da 8ª Operação	1,84	1,84	0,00	0%
Realização da 9ª Operação	0,81	0,81	0,00	0%
<b>TOTAL</b>	<b>10,62</b>	<b>9,78</b>	<b>0,84</b>	<b>8%</b>

Fonte: Autor

A redução alcançada foi realizada a partir de um estudo de tempos e métodos de coligação onde foram identificados potenciais de melhorias para se alcançar uma otimização do fluxo contínuo do produto no processo produtivo.

O objetivo só foi alcançado, porque o problema do desperdício foi identificado e classificado como desperdício de transporte e movimentação, e a partir daí desenvolvida uma solução para o problema.

É necessário ressaltar a importância que tem o embasamento teórico e científico na solução de problemas como o que foi apresentado, pois, esta base dá segurança e sustentabilidade à tomada de decisões, tornando este processo de melhoria mais seguro e sustentável.

Para Pronaci (2003), o estudo do trabalho permite aumentar a produtividade de uma indústria ou serviço pela reorganização do trabalho, método que implica normalmente pouco ou nenhum investimento. A economia que o estudo do trabalho permite realizar é imediata e contínua, enquanto as operações forem efetuadas na sua forma melhorada.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

#### 5.1 Conclusões

NECESSIDADE, essa é a expressão que alavanca os processos de melhorias, e tem obrigado as indústrias, principalmente a indústria automobilística a cada dia buscar novas maneiras de manter seus produtos competitivos no mercado. Durante muito tempo, para comprar um produto, os clientes escolhiam uma determinada marca e se mantinham fiel a ela. Este cenário, porém, mudou e atualmente o que os clientes buscam, quando da compra de um produto, é a melhor relação custo / benefício. Para trabalhar esta nova realidade, o *Lean Manufacturing* se apresenta como uma grande ferramenta, ou melhor, como uma grande oportunidade para melhorar esta relação, atender a nova necessidade dos clientes e, além disso, melhorar a aceitação e aumentar as vendas de um determinado produto.

Na sua grande maioria as soluções encontradas no *Lean Manufacturing* para questões de redução de custos de produção são simples e de baixo custo, o que não quer dizer que sejam fáceis de serem implementadas. A utilização ou implantação do *Lean* em um processo produtivo é uma tarefa árdua e que exige um envolvimento amplo da empresa em todas as suas esferas organizacionais, e uma atitude positiva em rumo à uma Mudança de Mentalidade em prol da busca pela melhoria.

Com essa consciência em prática e assim, transposta a barreira de aceitar a necessidade de mudança, um planejamento para a implantação do *Lean* deve ser feito em consenso com toda equipe. Começa então, uma fase de muito estudo e aperfeiçoamento. Nesta fase deve ser estudada toda a filosofia *Lean* e analisados os pontos onde cada uma de suas ferramentas pode e deve ser implantada, além de envolver e treinar todos os empregados, principalmente aqueles que estarão diretamente envolvidos com o projeto de implantação.

Esta dissertação mostra um exemplo de desenvolvimento e implantação de um sistema *Lean* na montagem de componentes das Suspensões dianteiras dos veículos Fiat produzida pela Magneti Marelli Cofap.

Os principais pontos que levaram a Magneti Marelli Cofap a se interessar pela utilização do sistema *Lean* foram:

- identificação dos pontos com potencial de melhoria;
- entender como as ferramentas existentes no *Lean* poderiam ser usadas para alcançar as melhorias nos pontos identificados;
- otimização dos tempos e métodos de produção; e
- aperfeiçoamento do fluxo contínuo.

Após a implantação da metodologia *Lean Manufacturing*, pode se observar que esses pontos foram identificados e os objetivos traçados, a partir desses pontos, foram alcançados. Os novos dados do processo produtivo, no qual o sistema foi implantado, mostraram que, após a aplicação de algumas ferramentas específicas para a redução dos custos de produção, foi obtida uma redução de aproximadamente 8% nos custos relacionados à mão de obra. Além disso, houve também um aumento significativo da capacidade produtiva do processo estudado.

Pode se, então, concluir que cada vez mais o pensamento enxuto pode e deve ser explorado pela indústria, pois, um mercado cada vez mais competitivo obriga as corporações a buscarem alternativas de redução de custos e aumento de produção nos processos produtivos.

## **5.2 Sugestões para trabalhos futuros**

Um assunto que foi identificado como pouco explorado pela comunidade científica foi o Estudo do Trabalho, principalmente o TMC (Tempos e Métodos de Coligação), está é a sugestão de um tema para ser explorado em novos trabalhos científicos.



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANFAVEA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário estatístico da indústria automobilística brasileira**. São Paulo: ANFAVEA, 2007.

ANFAVEA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Carta da ANFAVEA**. São Paulo: ANFAVEA, 2008.

BALLOU, R. H. **Logística Empresarial: Transportes, Administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1987.

BARBIERI, J. C.; ÁLVARES, A. C. T.: **Geração e administração de idéias: desafios, propostas e um estudo de caso**. Curitiba: **Anais do XXXIII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica**, 2004.

CASTRO, N. A. de. **A Máquina e o Equilibrista: inovações na indústria automobilística brasileira**. São Paulo: Paz e Terra, 1995.

CHRISTOPHER, M.; **Logística e Gerenciamento de Cadeias de Suprimentos – Estratégias para Redução de Custos e Melhoria dos Serviços**. São Paulo: Pioneira, 1997.

DEMING, W. E. **A Revolução da Administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

FERRO, J. R. **Para sair da estagnação e diminuir o atraso tecnológico da indústria automobilística brasileira**. Campinas: Unicamp, 1990.

FUJIMOTO, T. **The Evolution of a Manufacturing System at Toyota**. New York: Oxford University Press, 1999.

KRAFCIK, J. F. **Triumph of the lean production system**. *Sloan Management Review*. Autumn, 1988.

**Lean Institute Brasil**. **Artigo PDCA Formato A3 David Lahote (2005)**. Disponível em: <[www.lean.org.br](http://www.lean.org.br)>. Acessado em: 17 de Maio 2008.

**Lean Institute Brasil**. Disponível em: <[www.lean.org.br](http://www.lean.org.br)>. Acessado em: 17 de Maio 2008.

LIKER, J. K.; MÉIER, D.. **O Modelo Toyota: Manual de aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B. e LAMPEL, J. **Safári de Estratégia: um Roteiro pela Selva do Planejamento Estratégico**. Porto Alegre: Bookman 2000.

**MIT – Massachusetts Institute of Technology Professional Education Programs (1992).** Disponível em: < <http://web.mit.edu/e-club/Archive/> >. Acessado em: 23 de Maio 2008.

NAKATA K. **5S TECHNIQUE**. Rio de Janeiro: Campus, 1985.

PORTER, M. E. **Vantagem competitiva: criando e sustentando em desempenho superior**. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

PRONACI – **Programa Nacional de Qualificação de Chefias Intermédias**. Manual Pedagógico PRONACI 2003. Disponível em: <<http://www.pronaci.pt/>>. Acessado em: 21 de Março 2008.

SHOOK, J.; ROTHER, M. **Aprendendo a Enxergar**. Lean Institute Brasil, 2000. Disponível em: <[www.lean.org.br](http://www.lean.org.br)>. Acessado em: 15 de Março 2008.

SINDIPEÇAS – Sindicato Nacional da Indústria de Componentes Para Veículos Automotores. **Desempenho do setor de autopeças 2006**. São Paulo: ABIPEÇAS/SINDIPEÇAS. Disponível em: <[www.sindipecas.org.br/biblioteca](http://www.sindipecas.org.br/biblioteca)>. Acessado em: 19 de Maio 2007.

SLACK, N. S. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas 2002.

SLYWOTZKY, A. J.; e MORRISON, D. J. **A estratégia focada no lucro: desvendando o segredo da lucratividade**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

SMALLEY A. **TPM no Coração do Lean** - Lean Institute 2006. Disponível em: < [www.lean.org.br](http://www.lean.org.br) >. Acessado em: 28 de Março 2008.

SMALLEY, A. **Criando o Sistema Puxado Nivelado**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2004. Disponível em: < [www.lean.org.br](http://www.lean.org.br) >. Acessado em: 13 de Fevereiro 2008.

SUZAKI, K. **New Shop Floor Management**. New Jersey: Press Free 1993.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas 2006.

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

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; **From lean production to the lean enterprise**. LEI - Lean Enterprise Institute. 1994. Disponível em: < [www.lean.org.br](http://www.lean.org.br) >. Acessado em: 05 de Fevereiro 2008.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus 2004.