



**Universidade Federal de Santa Catarina**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil**  
**Mestrado Profissionalizante em Engenharia Civil, área de**  
**Infraestrutura e Gerência Viária, com ênfase em Transportes.**  
**Departamento de Engenharia Civil**

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DO  
*LEAN MANUFACTURING* E TÉCNICAS DE GESTÃO DE ESTOQUE NOS  
PRINCIPAIS PROCESSOS ENVOLVIDOS NUMA LINHA DE USINAGEM**

**CÉSAR ROCHA**

**Florianópolis**

**Maio, 2008**

**Universidade Federal de Santa Catarina**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil**

Esta Dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Engenharia Civil, na área de Infraestrutura e Gerência Viária, com ênfase em Transportes.

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DO  
*LEAN MANUFACTURING* E TÉCNICAS DE GESTÃO DE ESTOQUE NOS  
PRINCIPAIS PROCESSOS ENVOLVIDOS NUMA LINHA DE USINAGEM**

**CÉSAR ROCHA**

**Florianópolis**  
**Maio, 2008**

**César Rocha**

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DO  
*LEAN MANUFACTURING* E TÉCNICAS DE GESTÃO DE ESTOQUE NOS  
PRINCIPAIS PROCESSOS ENVOLVIDOS NUMA LINHA DE USINAGEM**

Esta Dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Engenharia Civil, na área de Infraestrutura e Gerência Viária, com ênfase em Transportes.

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

**Banca Examinadora:**

.....  
Profa. Mirian Buss Gonçalves, Doutora.  
Orientadora, UFSC

.....  
Profa. Silene Seibel, Doutora.  
UDESC

.....  
Prof. Antonio Edesio Jungles, Doutor.  
ECV-UFSC

.....  
Prof. João Carlos Souza, Doutor  
UFSC

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família e, em especial à minha esposa Terezinha Brito Rocha tão compreensiva e resignada com a minha ausência mesmo eu estando presente, aos meus filhos Paulo, Sandro e Ricardo que sempre se empenharam em me incentivar. Não poderia esquecer as minhas queridas netinhas Natalie e Aninha que mesmo nos visitando de vez em quando, abdiqueei as suas preciosas companhias em domingos ensolarados para dedicar aos estudos do “*Lean*”.

## **AGRADECIMENTOS**

À Profa. Dra. Mirian Buss Gonçalves, por sua amizade e pela orientação brilhante, segura e amistosa, sempre solícita e muito paciente, fatores fundamentais para a concretização deste trabalho.

Aos professores, membros da banca examinadora, pela valiosa colaboração e enriquecimento deste trabalho.

À senhora Silvana Rizzioli, grande amiga de todos e admirável exemplo de superação de obstáculos, sempre sorrindo e evidenciando as virtudes das pessoas.

À Profa. Dra. Silene Seibel, pela sua amizade e estímulo ao aperfeiçoamento constante do “binômio” prática-teoria.

Ao Eng° Túlio Machado Nogueira, Diretor de Manufatura da FIAT POWERTRAIN TECHNOLOGIES na MERCOSUL, pela amizade e estímulo contínuo ao desenvolvimento pessoal e profissional de seus colaboradores.

Ao Eng° Marcelo Reis, “Plant Manager” da FIAT POWERTRAIN TECHNOLOGIES em Sete Lagoas, pela amizade e a valiosa colaboração à realização desta dissertação.

Ao Eng° José Vieira Sobrinho, Gerente de Manufatura da FIAT POWERTRAIN TECHNOLOGIES, pela colaboração e receptividade à realização desta dissertação.

Ao corpo docente da UFSC, e funcionários do ICE, do programa de Mestrado em Transportes que de alguma maneira ajudaram na realização do curso.

Aos amigos, Eng° Geraldo Barra e Eng° José Pagano pela sincera amizade e apoio nas horas certas.

A FIAT AUTOMÓVEIS e FIAT POWERTRAIN TECHNOLOGIES, empresas em que trabalhei 32 anos e desenvolvi o trabalho.

## SUMÁRIO

LISTAS DE FIGURAS .....	08
LISTAS DE QUADROS.....	10
GLOSSÁRIO .....	11
RESUMO.....	15
ABSTRACT .....	16
CAPITULO 1 – INTRODUÇÃO .....	17
1.1 Natureza do problema .....	19
1.2 Objetivo geral do trabalho.....	19
1.2.1 Objetivos específicos do trabalho .....	20
1.3 Resultados esperados.....	20
1.4 Relevância do estudo .....	20
1.5 Delimitação do estudo .....	21
1.6 Metodologia da pesquisa.....	22
1.6.1 Metodologia utilizada.....	22
1.6.2 Aplicação da metodologia.....	23
1.7 Estrutura do trabalho .....	23
CAPÍTULO 2 – REVISAO BIBLIOGRÁFICA: CONCEITOS DE MANUFATURA ENXUTA E TÉCNICAS SOBRE GESTÃO DE ESTOQUES, “SISTEMA HIBRIDO” .....	25
2.1 Evolução dos conceitos de manufatura enxuta .....	25
2.1.1 O pensamento enxuto e seus princípios .....	30
2.1.2 A base do pensamento enxuto .....	31
2.1.3 A cadeia de valor.....	31
2.1.4 Os desperdícios básicos dos processos produtivos .....	31
2.1.5 Implementação do <i>Lean Manufacturing</i> .....	33
2.2 Técnicas sobre gestão de estoques .....	35
2.2.1 Produção puxada e empurrada .....	35
2.2.2 Produto BTO e MTS .....	35
2.2.3 Prós e contras na manutenção do estoque .....	37
2.2.3.1 Razões contra os estoques .....	37
2.2.3.2 Razões a favor dos estoques .....	38
2.2.4 Tipos de estoques .....	39

2.2.5	Estoques de segurança .....	39
2.2.6	Quanto manter em estoque de segurança quando existem incertezas na demanda e no <i>Lead Time</i> .....	41
2.2.6.1	Em diferentes livros e artigos de logística, a fórmula do estoque de segurança pode aparecer de duas maneiras .....	42
2.2.6.2	Aplicabilidade da fórmula do estoque de segurança no estudo de caso....	43
CAPÍTULO 3 – FERRAMENTAS DO “LEAN MANUFACTURING” PARA REDUÇÃO DO ESTOQUE .....		44
3.1	KAIZEN – o melhoramento contínuo .....	44
3.2	TPM – Manutenção Produtiva Total .....	47
3.2.1	As perdas nos processos produtivos.....	47
3.2.2	Origem do TPM .....	49
3.2.3	O que é TPM? .....	49
3.2.4	Objetivo básico do TPM.....	49
3.2.5	Propósitos do TPM .....	50
3.3	Ferramenta: PDCA .....	51
3.3.1	Etapas do PDCA .....	52
3.4	Ferramenta: 5W e 1H.....	53
3.5	Ferramenta: 4M (máquina, materiais, método, mão-de-obra) .....	55
3.5.1	Análise das causas do problema utilizando o Diagrama de Causa e efeito	55
3.6	Ferramenta: CEDAC (Diagrama de Causa e Efeito com adição de cartões) .....	56
3.7	Ferramenta: Poka-Yoke.....	58
3.8	Ferramenta: C.E.P. Controle Estatístico do Processo .....	58
3.8.1	Tipos de variações do processo .....	59
3.8.2	Cartas de controle .....	60
3.8.3	Cartas de controle por variáveis .....	60
3.8.4	Os limites da carta de controle por variáveis .....	61
3.8.5	Interpretação dos gráficos .....	62
3.8.5.1	Gráfico do processo sob controle.....	62
3.8.5.2	Gráfico do processo fora de controle .....	62
3.8.6	Controle por atributos .....	63
3.9	Ferramenta: 5S.....	64

CAPÍTULO 4 – A IMPLEMENTAÇÃO DO “ <i>LEAN MANUFACTURING</i> ” NA FPT –	
UM ESTUDO DE CASO: A IMPLEMENTAÇÃO DO <i>LEAN</i> NA USINAGEM DA	
CAIXA DO DIFERENCIAL.....	67
4.1 Introdução.....	68
4.2 Ambiente do trabalho.....	68
4.2.1 Macro ambiente: FPT: Divisão transmissão, Betim .....	68
4.2.2 Ambiente específico da unidade piloto: “A unidade tecnológica elementar 2913” .....	71
4.2.3 Seleção (identificação) da peça à ser implementado do <i>Lean</i> : “A caixa do conjunto diferencial C-513”, passo a passo.....	72
4.3 Identificar as ferramentas que serão utilizadas em cada situação específica .....	74
4.3.1 Fluxo produtivo da Caixa do Diferencial .....	74
4.3.2 Descrição das principais operações do processo da caixa diferencial .....	75
4.3.3 Análise das condições (produção x qualidade) das máquinas envolvidas no processo, antes da implementação das ferramentas do <i>Lean</i> .....	76
4.3.3.1 Implementação das ferramentas Kaizen e 5S.....	78
4.3.3.2 Implementação das ferramentas TPM e CEDAC .....	82
4.3.3.3 Utilização das ferramentas PDAC, 5W e 1H, resolução de um problema real como exemplo didático .....	87
4.3.3.4 Utilização do controle estatístico do processo – CEP .....	90
4.3.3.5 Utilização das técnicas de gestão de estoque, estoque de segurança .....	92
4.3.3.6 Cálculo do estoque de segurança .....	93
4.4 Avaliação dos resultados obtidos .....	97
4.5 Considerações sobre o estudo de caso.....	98
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 99	
5.1 Conclusões.....	99
5.2 Sugestões para trabalhos futuros.....	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	102



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Representação Gráfica da demanda no caso do estoque de segurança (estatística de distribuição monocaudal) .....	40
<b>Figura 2</b> – Ilustração didática para o Estoque de Segurança nas condições de incertezas da demanda e do <i>lead time</i> .....	41
<b>Figura 3</b> – Inovação e <i>Kaizen</i> .....	46
<b>Figura 4</b> – Representação da condição ideal para a condição real da disponibilidade da máquina para a produção.....	48
<b>Figura 5</b> – Exemplo ilustrativo didático das origens das quebras e falhas. ....	48
<b>Figura 6</b> – Exemplo ilustrativo didático dos Oito Pilares do TPM .....	51
<b>Figura 7</b> - Ciclo PDCA. ....	52
<b>Figura 8</b> – Diagrama de Causa e Efeito (Gráfico de Ishikawa).....	56
<b>Figura 9</b> – Quadro da ferramenta CEDAC (Diagrama de Causa e Efeito) .....	57
<b>Figura 10</b> – Representação gráfica de cartas de controle para variáveis.....	61
<b>Figura 11</b> – Representação gráfica do processo sob controle.....	62
<b>Figura 12</b> – Representação gráfica do processo fora do controle. ....	63
<b>Figura 13</b> – A FIAT POWERTRAIN no mundo. ....	68
<b>Figura 14</b> – A FIAT POWERTRAIN no Brasil. ....	69
<b>Figura 15</b> – Transmissão C-513. ....	70
<b>Figura 16</b> – Posição da transmissão no veículo. ....	72
<b>Figura 17</b> – Posição do diferencial na transmissão. ....	72
<b>Figura 18</b> – Componentes do diferencial.....	73
<b>Figura 19</b> – Caixa do diferencial (material – ferro fundido GH60).....	73
<b>Figura 20</b> – Peça bruta da Caixa de Diferencial. ....	75
<b>Figura 21</b> – Peça usinada da Caixa do Diferencial.....	76
<b>Figura 22</b> – Torno MINGANTI: “Antes” do <i>KAIZEN</i> e 5S.....	79
<b>Figura 23</b> – Torno MINGANTI “Após” o <i>KAIZEN</i> e 5S.....	79
<b>Figura 24</b> – <i>Layout</i> antes das implementações das ferramentas. ....	81
<b>Figura 25</b> – <i>Layout</i> com ênfase nas substituições das máquinas.....	81
<b>Figura 26</b> – <i>Layout</i> modificado após implementações das ferramentas.....	81
<b>Figura 27</b> – TPM, 5º pilar Manutenção Autônoma na TMBEVU.....	84
<b>Figura 28</b> – A Nova Op. 50, Transferta COMAU. ....	85
<b>Figura 29</b> – Quadro do CEDAC da Op.30 Máquina TMBEVU.....	86

<b>Figura 30</b> – Detalhe do quadro CEDAC. ....	87
<b>Figura 31</b> – CEP da característica sem a intervenção do time, PROCESSO CAPAZ (com variações).....	90
<b>Figura 32</b> – CEP da característica com a intervenção do time PROCESSO CAPAZ .....	90
<b>Figura 33</b> – Op.30 TMBEVU após as implementações das ferramentas <i>Lean</i> .....	91
<b>Figura 34</b> – Dispositivo com a capacidade até 120 peças para facilitar a mobilidade entre as operações de usinagem e montagem. ....	95
<b>Figura 35</b> – Quadro de Gestão à vista (atual) com a inclusão da logística.....	100
<b>Figura 36</b> – Quadro de Gestão à vista (anterior) sem a inclusão do <i>Lean</i> . ....	101

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Diferenças Básicas entre: Produção Artesanal, Produção em Massa e a Produção Enxuta.....	28
<b>Quadro 2</b> – Comparação entre as estratégias MTS e BTO.....	36
<b>Quadro 3</b> – Probabilidade de não faltar produto em estoque em função de valores selecionados de K.....	40
<b>Quadro 4</b> – Análise do processo de usinagem antes das implementações das ferramentas do <i>Lean</i> . ....	77
<b>Quadro 5</b> – Utilização prática do 5W1H .....	88
<b>Quadro 6</b> – Controle do andamento da produção horária .....	89
<b>Quadro 7</b> – Análise das máquinas da linha de usinagem - Caixa do Diferencial após a implementação das ferramentas do <i>Lean</i> .....	92
<b>Quadro 8</b> – Programa de Produção Diário .....	93
<b>Quadro 9</b> – Lead time da peça na linha de usinagem .....	94
<b>Quadro 10</b> – Aplicação da fórmula .....	95
<b>Quadro 11</b> – Análise comparativa das produções antes e depois de implementadas as ferramentas. ....	96
<b>Quadro 12</b> – Avaliação dos resultados obtidos .....	97

## GLOSSÁRIO

<b>Benchmarking</b>	Visto como um processo positivo e pró-ativo por meio do qual uma empresa examina ou “copia” modelos de outras empresas a fim de melhorar e “economizar” tempo.
<b>Blainstorming</b>	Atividade em grupo em que todos participam dando idéias para resolução de um problema, depois fazem a triagem das melhores consensualmente.
<b>Blochadeiras</b>	Sistema de usinagem por cisalhamento.
<b>Bottlenecks</b>	Máquina ou equipamento que produz menos em um processo produtivo, é a que dita o ritmo de toda a produção.
<b>Bpd (Business Plan Deployment)</b>	Desenvolvimento do Plano de Negócios.
<b>Bto (Buid To Order)</b>	Produzir conforme pedido.
<b>Business Logistics</b>	Logística empresarial.
<b>C-510</b>	Tipo de transmissão que equipam carros grandes que precisam de torque de 21 kgf.
<b>C-513</b>	Tipo de transmissão que equipam carros pequenos que precisam de torque de 17 kgf.
<b>Caixa do Diferencial</b>	A função do conjunto diferencial é transmitir o torque final da transmissão para os semi-eixos e de compensar a diferença de rotação das rodas internas e externas do eixo motriz, durante o contorno de uma curva pelo veículo, para que a roda que se move mais lentamente não seja arrastada pela outra.
<b>Características Qualitativas</b>	São dimensões padronizadas de um produto que precisam ser manufaturadas respeitando determinadas tolerâncias para segurança, conforto, satisfação do cliente e também normas técnicas.
<b>CEDAC</b>	Diagrama de Causas e Efeitos com Adição de Cartões.
<b>Centradoras</b>	Máquinas que usinam extremos de uma cilíndrica fazendo um furo em cada lado.
<b>Centros de Usinagem</b>	Máquinas que fazem várias usinagens simultaneamente.
<b>CEP</b>	Controle Estatístico de Processo.
<b>Chanfradoras</b>	Abre um furo com um diâmetro maior para facilitar a entrada de um parafuso.
<b>Chão de Fábrica</b>	Termo usado para mão-de-obra diretamente ligado à produção, atualmente são também chamados de “colaboradores”.

<b>Click</b>	Programa de sugestões dividido em 5 categorias no qual participam todos os funcionários da empresa e os prêmios pode ser: Financeiro ou materiais como televisores, carros, lap-tops etc..
<b>Collo Della Bottiglia</b>	É “gargalo” na linguagem popular da FPT.
<b>Consultivado</b>	São resultados obtidos até aquele momento.
<b>CP</b>	Capacidade do Processo, controle qualitativo da característica de uma peça num processo produtivo.
<b>CPK</b>	Capacidade Centrada do Processo, controle da distribuição “gaussiana” das características sob CEP.
<b>Dentadora</b>	Usina os dentes de uma engrenagem.
<b>E.S.</b>	Estoque de segurança.
<b>Gerenciar</b>	Gerir, Administrar.
<b>Fiat Auto Production System</b>	Sistema de produção da Fiat automóvel.
<b>Fluxo Produtivo</b>	Processo produtivo, universo das máquinas onde são usinadas as peças.
<b>FPT</b>	FIAT POWERTRAIN TECHNOLOGIES.
<b>Gráfico de Ishikawa ou Espinha de Peixe</b>	A forma disseminada do 4M.
<b>IMC</b>	Sistemas educativos internacionais.
<b>JIPM &amp; IMC</b>	Curso de formação de instrutores de TPM.
<b>JIPM (Japan Institute Of Plant Maintenance)</b>	Instituto japonês de manutenção de fábricas.
<b>Jit (Just In Time).</b>	Abastecimento de material prima no momento certo.
<b>Kaizen</b>	Mudar para melhor.
<b>Kaizen Pontual</b>	Mudar uma situação localizada para melhor.
<b>Kaizen de Fluxo</b>	Sistema que aborda o fluxo de valor de uma família de produtos e se implementam ações que trarão substanciais melhorias neste fluxo.
<b>Kanban</b>	Método de fabricação orientado para a produção em série, o desenvolvimento deste método é creditado à Toyota Motor Company.
<b>Lavadoras</b>	Máquinas que lavam peças depois de usinadas.
<b>Layout</b>	Esquema de ferramentas ou desenho de localização de uma máquina.
<b>Lead Time</b>	<i>Tempo</i> associado ao período entre o início de uma atividade produtiva até o seu termino.

<b>Lean Manufacturing (L.M.)</b>	Manufatura Enxuta (M.E).
<b>LSE</b>	Limite Superior de Engenharia.
<b>LIE</b>	Limite Inferior de Engenharia.
<b>LSC</b>	Limite Superior de Controle.
<b>LIC</b>	Limite Inferior de Controle.
<b>M.E.</b>	Manufatura Enxuta.
<b>Mandrilhadoras</b>	Máquinas que usinam (principalmente) furos com extrema precisão.
<b>Manutenção Autônoma</b>	Manutenção feita pelo usuário da máquina.
<b>Máquina Gargalo</b>	Máquina que produz menos em um processo produtivo.
<b>Maquinário Flexível</b>	Fazem produtos com características diferentes (dimensões, formatos).
<b>Mix de Produção</b>	Conjuntos dos tipos de carros produzidos.
<b>MTO (Make To Stock)</b>	Produzir para o estoque.
<b>Muda</b>	Palavra japonesa que significa desperdício o qual é definido como uma atividade humana que absorve recursos, mas não gera valor agregado.
<b>Multiquificados</b>	Mão-de-obra “coringa”, eclética, treinados em várias máquinas.
<b>Operação de Usinagem</b>	Conjunto de máquinas ou equipamentos ou só uma máquina que faz o mesmo trabalho.
<b>Pdca</b>	Ciclo para controle de processos (planejar, fazer, controlar e agir).
<b>Poka –Yoke</b>	Dispositivo a prova de erros destinados a evitar a ocorrência de defeitos em processos de fabricação e /ou na utilização de produtos.
<b>PLH</b>	Produção Líquida Horária.
<b>Post-it</b>	Papel autocolante normalmente usado para lembretes.
<b>Powertrain (UOT)</b>	Unidade Operativa de Transmissões da FPT.
<b>Raspadoras</b>	Processo de acabamento das superfícies dos dentes da engrenagem.

<b>Retíficas</b>	Máquinas que fazem acabamentos de alta precisão em superfícies.
<b>Roladoras</b>	Processo de esmagamento mecânico nos vértices da peça, tornando-o de forma arredondada para ser mais resistente à esforços.
<b>Saving</b>	Economia obtida por algum trabalho implantado na empresa.
<b>Semanas Temáticas</b>	Semanas previamente escolhidas pela direção da fábrica onde se faz um mutirão para angariar resultados sobre algum tópico.
<b>STP</b>	Sistema Toyota de Produção.
<b>Supply Chain Management</b>	Gerenciamento da cadeia de suprimentos.
<b>Times Multifuncionais</b>	Times com funcionários de várias especialidades.
<b>Tornos</b>	Máquinas que usinam arredondando os vértices de uma peça.
<b>TPM (<i>Total Productive Maintenance</i>)</b>	Manutenção total na produção.
<b>TQC (Total Quality Control)</b>	Controle total da qualidade
<b>Transfer</b>	Máquina com várias atividades operatrizes.
<b>Transferta</b>	Máquina com várias atividades operatrizes.
<b>Transmissão</b>	Caixa de cambio usada nos veículos para troca das marchas.
<b>U.T.E 2913</b>	Unidade Tecnológica Elementar, equipe definida pelo organograma da empresa com o n° 29-13.
<b>Update</b>	Atualizado
<b>Upgrade</b>	Desenvolvido, revitalizado.
<b>Usinagem</b>	Compreende todo processo mecânico onde a peça é o resultado de um processo de remoção de material.
<b>WCM (<i>World Class Manufacturing</i>)</b>	Manufatura de Classe Mundial.
<b>4m</b>	Também é chamado de Diagrama de Causa e Efeito.

## RESUMO

ROCHA, César. **Avaliação do impacto da implementação de ferramentas do *Lean Manufacturing* e técnicas de gestão de estoque nos principais processos envolvidos numa linha de usinagem.** Florianópolis, 2008, 104 p. Dissertação Mestrado Profissionalizante em Engenharia Civil, área de Infraestrutura e Gerência Viária, com ênfase em Transportes. Programa de Pós - Graduação em Engenharia Civil, UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

O *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta se constitui em reduzir o tempo entre a solicitação do cliente e o início da manufatura deste pedido, utiliza-se principalmente a eliminação dos desperdícios sem agregar gastos no processo produtivo. Esta dissertação explica através dos conceitos e das utilizações de algumas ferramentas do *Lean* e técnicas de gerenciamento de estoque, a avaliação dos impactos após a implementação da Manufatura Enxuta em um processo produtivo de usinagem, na indústria automobilística. Torna-se óbvio após a leitura deste trabalho que para uma implementação bem sucedida é necessário o envolvimento de toda direção da empresa. As campanhas de caça aos desperdícios são primordiais para motivar todos os funcionários, principalmente os envolvidos no processo. Este trabalho evidencia os resultados positivos para os funcionários, pelos conhecimentos adquiridos das novas ferramentas de trabalho e principalmente para a empresa, por ver o seu pessoal crescer profissionalmente e por ótimos resultados obtidos financeiramente devido as surpreendentes reduções de gastos e melhoramentos da qualidade (imprescindível para sobrevivência atualmente). Este aumento de produtividade já se vê nos primeiros passos em direção às fases do *Lean* na Fiat Powertrain Technologies, empresa automobilística tradicional e que tem apoio total de seus funcionários em todos os desafios como o WCM (Manufatura de Classe Mundial), que conceitualmente engloba a Manufatura Enxuta.

**Palavras-chave:** *Lean*, desperdícios e Caixa Diferencial.



## ABSTRACT

**ROCHA, Cesar. Evaluation of *Lean Manufacturing* tools and stock management techniques implementation in machining line processes.** Florianópolis, 2008, 104 p. Masters Degree Dissertation in Civil Engineering with emphasis in Transportation - Infrastructure and Road Management Area. Pos - Graduation Program - Engenharia Civil, UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

*Lean Manufacturing* is a systematic approach to identifying and eliminating waste through continuous improvement by flowing the product at the demand of the customer. This Work presents the *Lean Manufacturing* tools and stock management techniques utilized in a machining process of the automotive industry and it is aimed to evaluate the impact of the *Lean* practices and principles implementation. It serves to demonstrate that a successful implementation requires the total support and involvement of the company management team. The waste elimination campaigns are essential to motivate all employees, mainly those directly involved in the process. This study places emphasis on the benefits provided to the employees regarding the acquired knowledge on new methods and practices as well as to the company, favored with the labor force professional development and the enhanced financial performance achieved with the amazing reduction of waste and improvement in product quality (essential for survival in the actual business environment). Productivity improvements have already been detected in the introductory stage of the *Lean* phases in "*Fiat Powertrain Technologies*", a traditional automotive manufacturer that is prepared to face new challenges as the "*WCM*" (World Class Manufacturing) which includes the *Lean Manufacturing* principles and practices.

**Key words:** *Lean*, waste and differential box.

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Com o atual processo de globalização, a competitividade entre as montadoras de veículos no mercado nacional e internacional se tornou mais acirrada, exigindo o maior aproveitamento da capacidade de produção com redução dos custos e melhoria da qualidade no tripé: Homens, Máquinas e Métodos.

O grande desafio das montadoras é a sobrevivência que aliada com a competitividade, agilidade tecnológica fazem surgir novas técnicas gerenciais, que buscam se manterem em um cenário de constantes mudanças, desenvolvendo sistemas gerenciais eficazes para os novos parâmetros pré-estabelecidos pelo mercado.

A força destas mudanças afetou os diversos segmentos da indústria nacional, dentre os quais a indústria automotiva. Uma das resultantes deste processo tem sido a ênfase na busca por reduções de custos, um dos fatores de manutenção da competitividade.

O acirramento deste quadro se deu à medida que novas montadoras de veículos se instalaram no País, mais notadamente a partir de 1999, com a chegada da Renault, Peugeot, Toyota, Honda, entre outras.

Uma empresa competitiva, segundo Martins & Laugeni (1999), é aquela que consegue concorrer com outros fabricantes de um produto ou serviço em um determinado mercado e podem utilizar como uma das estratégias competitivas a gestão dos prazos de entrega. “Quanto menor o prazo de entrega de um produto ou serviço, tanto menores serão os estoques intermediários” (MARTINS; LAUGENI, 1999).

Desta forma, um dos fenômenos mais pronunciados dos últimos anos tem sido a tendência das empresas reduzirem seus estoques. As empresas que o fizeram obtiveram vantagens em termos de maior flexibilidade e tempo de resposta aos seus clientes.

Segundo Slack (1997), “flexibilidade é a maneira pela qual uma operação mantém e melhora seu desempenho, apesar do impacto e das turbulências de um ambiente incerto”.

Flexibilidade pode ser o foco da batalha competitiva do futuro. Oferecer respostas rápidas e flexíveis frente às oscilações das demandas nas montadoras

tornou-se também o grande desafio da FIAT POWERTRAIN TECHNOLOGIES – FPT, cujo papel é garantir o fornecimento dos motores e transmissões utilizados pela Fiat Automóveis S.A. na fabricação de seus veículos.

Com o processo de globalização, os mercados mundiais para as montadoras de veículos se tornaram ainda mais competitivos, exigindo a redução de custos e melhores níveis de produtividade e qualidade, entre outras necessidades. Tudo isto, sem prejuízo a saúde e a segurança dos trabalhadores.

A globalização da economia e o surgimento rápido e contínuo de novas Tecnologias impõem-se como forma de mobilizar as organizações para a obtenção do grau máximo de competitividade, modernidade e qualidade, de modo a assegurarem sua sobrevivência e o seu crescimento.

Sabe-se que produzir com melhor qualidade significa gerir a produtividade, o que resultaria em menos desperdícios nos processos produtivos e menos retrabalho dos produtos manufaturados e por fim, menos custos.

Em sintonia com o descrito acima, a FPT vem desenvolvendo um sistema denominado WCM (*Word Class Manufacturing* ou Manufatura de Classe Mundial) que tem por objetivo tornar as empresas do grupo mais competitivas.

O WCM, comunizado na corporação FPT, constitui-se em um conjunto de atividades que tem como finalidade o aumento da capacidade de respostas às mudanças externas por meio da potencialização do processo produtivo e da mão-de-obra empregada. Tal sistema revela-se em um verdadeiro empreendimento de gestão inovadora e guarda identidade com os princípios da Manufatura Enxuta ou *Lean Manufacturing*- (L. M), ferramentas utilizadas para o aumento da produtividade, da qualidade e severa redução dos desperdícios, evidentes nestas mudanças.

Contudo, a implementação do L.M., nas unidades industriais distintas, ou seja, com níveis diferenciados de recursos produtivos disponíveis (máquinas, tecnologias e mão-de-obra), faz com que sua adoção pode tornar-se um processo complexo e dispendioso. Porém, necessário à sobrevivência em um mercado competitivo onde os concorrentes não param de crescer, adotando metodologias sofisticadas tanto para implantação como para controle dos indicadores de: Qualidade, Produtividade, Custos, Desenvolvimento Pessoal, Vetores Energéticos, Segurança, Meio Ambiente e Logística.

A FPT para se manter líder no mercado automobilístico está implantando o L.M. cujas ferramentas e suas devidas aplicações se contextualiza no capítulo 3.

## 1.1 Natureza do Problema

A FIAT POWERTRAIN é uma unidade industrial do Grupo FIAT AUTOMÓVEIS localizada em Betim, e foi uma das primeiras do Grupo a ser instalada no País.

O parque de máquinas operatrizes da Unidade Produtiva das Transmissões, principalmente na área de usinagem da Caixa do Diferencial tipo C-513, não era relativamente novo e em função disto precisava melhorar os níveis de qualidade e produtividade desejados pela empresa. Tornava impraticável a gestão de estoques no mesmo nível das novas montadoras concorrentes instaladas no Brasil onde adotavam o sistema *Lean Manufacturing*.

Com este panorama, não há como deixar de pensar num futuro próximo, nas dificuldades da empresa em manter o seu produto em um mercado com concorrência tão acirrada. Daí a importância da adoção de um modelo de produção mais eficiente e que possa garantir, não somente a sobrevivência, mas o crescimento do produto no mercado através da melhoria dos níveis qualitativos e da produtividade. Observou-se também que os indicadores de competitividade desta área, Qualidade e Produtividade poderiam ser melhorados a níveis desejados para atingir os objetivos traçados no BPD (*Business Plan Deployment*).

Concluiu-se, ser necessário uma mudança comportamental dos envolvidos, que será obtida com a implementação de algumas ferramentas do L.M., capacitando às máquinas “necessárias”, na eliminação dos gargalos e melhoria da qualidade no processo de usinagem, forçosamente estas ações reduzirá os estoques intermediários, além de melhorar o nível cultural, aumentando o comprometimento dos colaboradores à nova realidade.

## 1.2 Objetivo Geral do Trabalho

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o impacto da implementação de ferramentas do *Lean Manufacturing* e Técnicas de Gestão de Estoques nos principais processos envolvidos em uma linha de usinagem e disseminar

conhecimentos aplicados à melhoria do processo produtivo.

### **1.2.1 Objetivos específicos do trabalho**

A partir do objetivo geral proposto, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

1. Apresentar a evolução dos conceitos de manufatura enxuta e as principais técnicas de gestão de estoques.
2. Conhecer as principais ferramentas utilizadas na filosofia *Lean Manufacturing*.
3. Selecionar 1 peça para o desenvolvimento de 1 projeto piloto e analisar todo o processo da linha de usinagem.
4. Identificar as ferramentas que serão utilizadas em cada situação específica.
5. Implementar o Projeto piloto.
6. Avaliar os resultados obtidos.

### **1.3 Resultados Esperados**

1. Redução do estoque no processo produtivo.
2. Mudança comportamental dos operadores envolvidos no processo.

### **1.4 Relevância do Estudo**

O tema desenvolvido tem importância tanto pelo aspecto acadêmico como também pelo empresarial.

Sob o enfoque acadêmico, o desenvolvimento de estudos relacionados à aplicação da Manufatura Enxuta, tem de um modo geral, grande influência sobre a produção bibliográfica colocada atualmente no mercado, abordando e difundindo não somente pelo conteúdo do campo teórico e prático como também pelo interesse

que os profissionais e simpatizantes das diversas áreas de manufaturas tem demonstrado pelo assunto.

A importância atribuída a este estudo foi pela necessidade da Implementação do Sistema de Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*) na FPT, e quase não existem para este setor industrial, trabalhos publicados que sejam efetivamente relacionados à adequação e aplicabilidade dos métodos *Lean*.

A indústria automobilística é caracterizada por uma produção altamente diferenciada, de volume relativamente alto, e por ser de produção em série e de alta repetitividade, é necessário permear todo o conhecimento e aplicações das melhores práticas que devem ser adotadas para a implementação deste Sistema de Manufatura.

Sob o aspecto empresarial, a avaliação contribuirá para tornar a empresa mais competitiva, pois o Sistema L.M. deverá estimular o desempenho dos meios de produção em função da influência positiva nos parâmetros de produtividade, qualidade e custos.

Esperamos que este estudo mostre também que a aplicação do *Lean Manufacturing* em unidades industriais consideradas antigas (unidade de transmissões) possa resultar em ganhos significativos contribuindo para a manutenção da organização na liderança do mercado devido à melhoria de sua competitividade associada ao “*update*” da manufatura.

## **1.5 Delimitação do Estudo**

O presente estudo pretende avaliar os resultados da aplicabilidade de algumas ferramentas do L.M. em uma linha de produção para usinagem da Caixa do Diferencial da transmissão do tipo C 513 para os carros FIAT na planta industrial de Betim – Minas Gerais.

Por este motivo, os resultados observados devem ter sua análise restrita ao ambiente industrial estudado.

## **1.6 Metodologia da Pesquisa**

De acordo com Silva (2001), pesquisar significa procurar respostas para indagações propostas. Thiollent (1997) define pesquisa ação com uma pesquisa de base empírica e é realizada em estreita associação com uma ação ou até mesmo uma resolução de algum problema em comum, onde o pesquisador e os membros participantes da situação estão envolvidos de modo a cooperar ou participar das decisões tomadas.

Para Gil (2002), o planejamento da pesquisa ação tem diferenças em relação a outros tipos de pesquisa, pela flexibilidade necessária, mas, sobretudo pelo envolvimento da ação do pesquisador e dos grupos interessados. Para Silva, os métodos estatísticos não são necessários. O pesquisador é o instrumento-chave, pois o ambiente natural é a fonte direta para a coleta de dados. Os principais pontos de abordagem do problema são os processos e os seus significados.

### **1.6.1 Metodologia utilizada**

Com o objetivo de utilizar o conhecimento acadêmico para identificar e propor melhorias no processo produtivo da empresa, o autor utilizou a pesquisa ação, partindo de um problema concreto e buscando alternativas para solucioná-lo. A pesquisa ação tem seu planejamento flexível, possibilitando a consideração de vários aspectos em relação ao fato estudado. Estas pesquisas utilizam a pesquisa bibliográfica, entrevistas não estruturadas com pessoas que tiveram experiências práticas na solução de problemas semelhantes, análise de exemplos de solução de problemas utilizando metodologias que estimulem a compreensão do fato analisado. (GIL, 2002). O levantamento de dados primários no fluxo produtivo e piso de fábrica se basearam na consulta aos bancos de registros dos indicadores de desempenho operacional da empresa, para permitir análise histórica de desempenho e análise dos efeitos de melhoria esperados.

Em uma pesquisa ação não há uma seqüência definida para seguir, mas de acordo com Thiollent (1997), quatro grandes etapas são freqüentes:

1. Fase exploratória: os envolvidos na pesquisa ação começam a enxergar os problemas e definir as ações futuras;

2. Fase de pesquisa aprofundada: os problemas são analisados mais detalhadamente com apoio de coleta de dados, para solucioná-los posteriormente;
3. Fase da ação: define-se os objetivos, a partir das ações concretas aprovadas por todos os integrantes do processo;
4. Fase da avaliação: para corrigir os passos de acordo com a necessidade de alcançar os objetivos estipulados, sintetizar os conhecimentos desenvolvidos e aplicados durante o processo de pesquisa ação.

### **1.6.2 Aplicação da metodologia**

Fase exploratória: formou-se um grupo interfuncional para colher dados referentes aos equipamentos e as máquinas do fluxo produtivo com suas devidas capacidades de produção por hora (PLH) e a identificação das metodologias a serem implantadas nas máquinas nas próximas fases.

Fase de pesquisa aprofundada: baseado nos dados coletados e estudados pelo grupo, os pontos de melhoria são listados, apresentados e discutidos com o grupo, cujo objetivo será eliminar a condição de gargalo da máquina com menor produção líquida horária (PLH). Um plano de ação para a efetivação destas melhorias foi elaborado;

Fase da ação: com as melhorias a serem implantadas e discutidas entre o grupo, estas devem ser colocadas em prática, e os ganhos planejados devem ser verificados na prática. Procedimentos de coleta de dados, apontamentos e cálculos necessários são realizados. Paralelamente, os operadores são requalificados nas novas metodologias para consolidar os métodos desenvolvidos e dar sustentabilidade aos resultados alcançados;

Fase da avaliação: demonstram-se os ganhos alcançados de forma sustentável com as melhorias implantadas e padronizam o método melhorado.

## **1.7 Estrutura do Trabalho**

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



O primeiro capítulo, referente à introdução, expõe a natureza do problema tratado, e são apresentados em linhas gerais os assuntos abordados, o objetivo do trabalho, e a considerada relevância do estudo.

O capítulo dois aborda conceitos e técnicas sobre Manufatura Enxuta e Gestão de Estoques. Neste capítulo constrói-se o embasamento teórico dos assuntos relacionados ao desenvolvimento do trabalho onde são evidenciados os conceitos de qualidade e da produção enxuta bem como os fundamentos do sistema de melhoria contínua.

Já o capítulo subsequente aborda com maiores detalhes as ferramentas usadas para o desenvolvimento e implantação da M.E. no processo produtivo da “Caixa do Diferencial”.

O quarto capítulo apresenta o contexto industrial e o “case” abrangendo os processos de manufatura envolvidos na dissertação, descrevendo a Fábrica da FIAT POWERTRAIN em Betim, com o seu ambiente de trabalho local onde o estudo foi planejado e implantado.

O quinto capítulo apresenta as conclusões e recomendações e, finalmente, serão apresentadas as referências bibliográficas.

## **CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: CONCEITOS DE MANUFATURA ENXUTA E TÉCNICAS SOBRE GESTÃO DE ESTOQUES (SISTEMA HÍBRIDO)**

A revisão da bibliografia foi efetuada principalmente através de artigos publicados “recentemente” em revistas especializadas. Foram também adotados livros dedicados aos assuntos de Gestão de Produção Automobilística, Gestão de Estoques, Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, Logística Aplicada a Suprimentos e Distribuição Física.

Serviram também como fonte de consulta notas de aulas sobre Gestão do Processo de suprimentos e de Parcerias, Gerenciamento de Estoques, Gestão Integrada de Marketing e Logística, Logística na Cadeia de Suprimentos, e também dissertações sobre assuntos correlatos. Por se tratar de um tema que aborda combinação técnica e gestional entre Produção Enxuta ou “*Lean Manufacturing*” e o segmento industrial de Produção nas Indústrias automobilísticas têm-se que uma grande parcela de informações relevantes para elaboração deste trabalho. Várias consultas foram provenientes de “sites especializados de universidades, do “*Lean Institute*”, de institutos de pesquisa, existentes na *internet*, além das publicações recentes disponibilizadas de outras fontes”.

O grande desafio das montadoras é a sobrevivência que aliada com a competitividade, agilidade tecnológica fazem surgir novas técnicas gerenciais, que buscam se manterem em um cenário de constantes mudanças, desenvolvendo sistemas gerenciais eficazes para os novos parâmetros pré-estabelecidos pelo mercado.

### **2.1 A Evolução dos Conceitos de Manufatura Enxuta**

De acordo com Womack e Jones, apud Drucker (1992), a indústria automobilística é conhecida como a “indústria das indústrias”. A indústria automobilística responde por significativa parcela de faturamento do setor industrial global. Várias pessoas possuem um veículo, algumas até mais de um, sendo que o automóvel, ônibus ou caminhão estão cercados de forte significância no cotidiano

dos indivíduos. Sendo, portanto o significado da indústria automobilística mais forte para a sociedade do que possamos perceber.

A maneira como hoje se produz em escala industrial foi somente no século passado alterada para melhor por duas vezes pelas inovações do setor automotivo, sendo que a maneira como produzimos além de definir como trabalhamos, pode determinar em certa medida como pensamos, compramos e vivemos.

Logo depois do fim da Primeira Guerra Mundial, Alfred Sloan, da General Motors, e Henry Ford realizaram a migração do modo artesanal da manufatura (fortemente utilizado nas organizações européias), para o sistema de produção em massa, sendo, portanto este o fator que mais contribuiu para os Estados Unidos dominarem a economia mundial neste período do pós-guerra.

A segunda revolução no modelo de fabricação foi impulsionada por Eiji Toyoda e Taichi Ohno da empresa japonesa Toyota com o desenvolvimento do sistema/conceito de Produção Enxuta, sendo que este modelo de produção foi adotado pelas demais (não todas) companhias japonesas o que proporcionou o avanço da economia nipônica.

Várias organizações em todo o mundo se esforçam para seguir a mesma via, mas o caminho apresenta vários obstáculos.

Inicialmente as companhias que dominavam o sistema de produção enxuta estavam sediadas em um único país, devido à expansão para outros mercados da América do Norte e Europa Ocidental, foram surgindo resistências progressivas aos aportes de capitais estrangeiros e divergências comerciais.

Várias companhias do ocidente estão com o entendimento da produção enxuta, sendo que em uma delas a implementação se encontra em um estágio mais avançado.

A ressalva é que introduzir a metodologia da produção enxuta de uma forma que venha a sobrepor o sistema de produção em massa pode acarretar intensos problemas e transtornos, exceto nos casos em que a própria sobrevivência da empresa esteja em risco, o progresso alcançado fica bem abaixo da situação tida como ideal. A General Motors – GM é o maior exemplo.

Sendo ela a maior empresa industrial da Terra, e a maior expoente da produção em massa, sistema que ajudou a fundar e difundir, agora em plena época da produção enxuta, passa por descomunais dificuldades com todo o tipo de excessos: gerentes, trabalhadores e plantas de manufatura.

A GM por não ter vivenciado uma crise aguda onde a sobrevivência da organização dependesse da completa mudança da estratégia e do gerenciamento dos processos, não se modificou com a profundidade necessária, a exemplo da Ford na década de 80.

Este trabalho é um empenho para proporcionar um suporte metodológico na transição da produção em massa para produção enxuta.

Tendo o foco na indústria automotiva, se explicará com conceitos simples, porém sólidos no que consiste a produção enxuta, qual a sua origem, funcionamento e o caminho para esta filosofia de gestão industrial permear todo o mundo industrial, a fim de proporcionar benefícios para todos.

A questão é:

Por que é tão vital o fabricante de todos os continentes migrarem de várias décadas de produção em massa para a produção enxuta?

Resposta:

Na medida em que a produção enxuta se expanda para além dos limites da cadeia de suprimentos automotiva, e alcance todas as demais atividades industriais, a própria sociedade será transformada através do impacto benéfico na natureza do trabalho, opções para os clientes e no futuro das organizações, resultando no próprio crescimento econômico da nação.

O que é a produção enxuta?

A forma mais adequada é através da comparação, produção enxuta com os dois outros métodos de produção desenvolvidos pelo ser humano como mostra o QUADRO 1, ou seja, a produção artesanal e a produção em massa.

A produção artesanal utiliza mão-de-obra de trabalhadores qualificados e com o uso de ferramental manual, porém flexíveis para construir o pedido personalizado que o cliente deseja: um produto por vez. Encomenda de móveis, decoração e os caríssimos carros esportivos são os exemplos atuais.

Todos se pudessem optariam por bens produzidos pelo método artesanal, o que impede é custo elevado, a exemplo dos carros do início do século XX.

Esta é a principal razão do desenvolvimento da indústria em massa no século passado.

A indústria em massa se vale de profissionais capacitados para planejar e desenvolver seus produtos, que serão manufaturados por operários pouco qualificados, com o uso de máquinas de alto custo e focadas em tarefas específicas.

Quadro 1 – Diferenças Básicas entre: Produção Artesanal, Produção em Massa e a Produção Enxuta.

	<b>Produção Artesanal</b>	<b>Produção em massa</b>	<b>Produção enxuta</b>
<b>Funcionário</b>	Alta qualificação	Baixa qualificação	Qualificado e Multifuncional
<b>Máquinas</b>	Pequenas e Universais	"Transfer" e Especializadas	Multifuncionais e Flexíveis
<b>Métodos</b>	Sem padronização	Padronização rígida	Padronização flexível
<b>Qualidade</b>	O melhor que puder	Objetivos tolerantes	Zero defeitos
<b>Produção</b>	Uma peça por vez	Grandes volumes	Programa conforme solicitação do cliente

Fonte: Autor

Estas máquinas fornecem produtos padronizados em grandes volumes. Devido o maquinário caro e com limitação de versatilidade, a indústria em massa acrescenta vários suprimentos adicionais e trabalhos adicionais a fim de garantir a continuidade da produção. A adoção de um novo produto é muito cara, o que leva o produtor em massa manter os tipos padronizados em produção durante o maior ciclo de vida útil que se possa sustentar.

Tendo como resultado produtos a custo mais baixo, porém sem grande variedade para os clientes, já para os trabalhadores gera uma rotina de serviços iguais e monótonos.

A produção enxuta, ao contrário, mescla as vantagens das produções artesanais e em massa, cortando os altos custos da artesanal e a falta de flexibilidade da produção em massa.

Sendo assim a produção enxuta emprega grupos de profissionais multiquificados em todos os níveis da organização, usa maquinário flexível e automatizado, como resultado produz grandes volumes de produtos com vasta variedade.

O termo produção enxuta conforme Krafcik, (1988).

Triumph of the *Lean* production system. Sloan Management Review, Autumn p. 41-52. "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, “enxuta” por usar quantidades menores em comparação com a produção em massa: menor 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. (Reduz o volume dos estoques na fábrica, produção com menos defeitos e maior variedade)”. KRAFCIK, J. F.; (1988).

Os objetivos finais constituem a diferença mais marcante entre a produção em massa e a produção enxuta. 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 produto defeituoso, 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.

O maior dos profissionais (inclusive os denominados operários de linha) verá seu trabalho bem mais interessante, na medida em que a produção enxuta vai se espalhando (difundindo) e a produtividade dos processos envolvidos aumenta. O trabalhador obtém maior autonomia sobre seu trabalho, porém o nível de estresse aumenta, pois ele é o responsável direto pela qualidade do seu trabalho, a preocupação com erros que possam gerar prejuízos é maior.

A produção enxuta muda o significado das carreiras profissionais. No Ocidente, estamos habituados a vislumbrar as carreiras, como uma contínua progressão para níveis sempre ascendentes de habilidades e conhecimento tecnológico, em particular numa área de especialização restrita e sendo responsável por grande número de subordinados, funções como diretor de manufatura, supervisor de engenharia etc.

A hierarquia rígida perde espaço com a produção enxuta, pois esta exige que se adquira maiores qualificações, aplicando-as liberalmente nos trabalhos em equipe. A questão paradoxal está na condição de quanto maior a habilidade de trabalhar em equipe menor a capacidade de o profissional ser um empreendedor autônomo.

Muitos funcionários podem ficar desapontados por não enxergarem mais uma linha definida de atividades e desenvolvimento vertical das carreiras, como nos

moldes tradicionais.

As companhias devem oferecer uma contínua variedade de desafios para que os empregados prosperem em tal ambiente.

### 2.1.1 O pensamento enxuto e seus princípios

Na opinião de Plenert (1990), a conceituação dessa filosofia de produção evoluiu através de três estágios. Inicialmente foi entendido como um conjunto de ferramentas tal quais os Círculos da Qualidade. Depois como uma metodologia de manufatura e, então, como uma filosofia geral de gerenciamento referida em muitos casos, como por exemplo, no *WORD CLASS MANUFACTURING* na FPT.

A evolução do conceito impõe-se tanto pelas características da nova abordagem como pela inovação baseada na engenharia. A aplicação prática desta nova filosofia iniciou-se e foi difundida sem qualquer base científica formal, por exemplo: “*benchmarking*” em outras fábricas, estudos de *cases* e consultorias têm sido os meios de transferência desta tecnológica. A nova filosofia de produção é conhecida como “Produção Enxuta” ou “*Lean Manufacturing*” cuja estruturação adotada por Taiichi Ohno denominou-se como “Sistema Toyota de Produção”. Contudo, várias são as definições da filosofia do “*Lean Manufacturing*” conforme apresentado a seguir:

a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a idéia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade necessária BTO “*Buid To Order*” (OHNO, 1997).

A busca de uma tecnologia de manufatura que utilize um processo produtivo menor e uma quantidade racionalizada de mão-de-obra para produzir bens sem defeitos com o “*Lead Time*” menor, com o mínimo de estoques intermediários, entendendo como desperdício todo e qualquer elemento que não contribua para o atendimento da qualidade, preço ou prazo requerido pelo cliente. Eliminar todos os desperdícios através de programas especiais viabilizados pela empresa nas áreas de: produção, administração, engenharias de produtos e processos, gestão de materiais diretos e logísticos como outros departamentos da companhia. (SHINOHARA, 1988).

Fazer e controlar a necessidade de mão-de-obra direta que agrega valor ao produto manufaturado, e adotar um sistema de eliminação de defeitos imediatamente acionado a cada problema identificado, capaz de detectar a sua causa raiz. (WOMACK,1992).

### **2.1.2 A base do pensamento enxuto**

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 (um bem ou um serviço e, muitas vezes, ambos simultaneamente) que atenda às necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico (WOMACK,1998).

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 (JONES, 2001 e WOMACK,1998).

### **2.1.3 A cadeia de valor**

É o conjunto de todas as ações específicas, necessárias para se levar um produto específico a passar pelas três tarefas gerenciais mais críticas em qualquer negócio: a tarefa de solução de problemas, que vai da concepção até o lançamento do produto, a tarefa de gerenciamento da informação que vai do recebimento do pedido até a entrega, a tarefa manufatureira, que vai da matéria-prima ao produto acabado nas mãos do cliente.

### **2.1.4 Os desperdícios básicos dos processos produtivos**

Conforme o executivo da Toyota, Ohno (1997), os sete tipos de “muda” que é uma palavra japonesa que significa desperdício o qual é definido como uma atividade humana que absorve recursos, mas não gera valor agregado.

Ohno (1997), fundador do STP (Sistema Toyota de Produção), se expressa de modo mais sucinto:

o que estamos fazendo é observar a linha de tempo desde o momento em que o cliente nos faz um pedido até o ponto em que recebemos o pagamento. E estamos reduzindo essa linha de tempo, removendo as perdas que não agregam valor. (OHNO, 1997)

Shigeo (1996) trabalhou no sentido de divulgar os 7 tipos de desperdícios, identificando quais seriam os caminhos mais viáveis para eliminá-los.

1. Desperdício de estoque: é o dinheiro “parado” no sistema produtivo. Pode



ser a “tranqüilidade” da fábrica, quaisquer peças, sub-montadas ou veículos completos ou incompletos que estejam apenas estocados ou aguardando entre operações.

2. Desperdício do retrabalho: refere-se aos desperdícios gerados pelos problemas da má qualidade do processo produtivo. Produtos defeituosos implicam em desperdícios de materiais, mão-de-obra, uso de equipamentos, além da movimentação e armazenagem de materiais defeituosos.
3. Desperdício de superprodução: produzir mais do que o necessário, cria um leque de outros desperdícios como: área de estoque, deterioração, custos de energia, manutenção de equipamentos, obsolescência.
4. Desperdício de espera: é o material que está esperando para ser processado, formando filas que visem garantir alto índice de utilização do equipamento.

O Sistema de Manufatura Enxuta “*Lean Manufacturing*” enfatiza o fluxo de materiais (coordenado com o fluxo de informações) e não aos índices de utilização dos equipamentos, os quais somente devem trabalhar caso haja necessidade.

O “*Lean Manufacturing*” também coloca ênfase no homem e não na máquina. O homem não pode estar ocioso, mas a máquina pode esperar para ser utilizada.

5. Desperdício de processamento: quando existem defeitos ou limitações técnicas nos equipamentos. O processo pára ou se desenvolve de maneira ineficaz e por isto eventualmente algumas operações extras são adicionadas no ciclo produtivo para atender uma condição que não é requerida.
6. Desperdício de movimentação de materiais: são os desperdícios presentes nas mais variadas operações do processo produtivo. O sistema do “*Lean Manufacturing*” procura a economia e consistência nos movimentos através do estudo de métodos e tempos de trabalho, se apoiando nas reduções de custos, porém é preciso o aprimoramento do processo produtivo para evitar a automatização e robotização dos desperdícios.
7. Desperdício de movimentação do operador: acontece pela diferença entre trabalho e movimento. É a ação de quem realiza algum tipo de seleção ou a procura de peças

Segundo Womack (1998), nos almoxarifados, sobre a bancada de trabalho, qualquer movimento de um membro de time ou máquina o qual não agrega valor, agregou a 8º perda.

8. Desperdício do tempo de espera: quando o operário permanece ocioso, assistindo uma máquina em operação. Ou quando o processo precedente não entrega seu produto na quantidade, qualidade e tempo certo; nenhuma atividade ou operação sendo executada; “nada sendo feito”.

Verifica-se, porém nas atividades fabris, que a 8ª perda (Desperdício do tempo de espera) citada Womack (1998) pode ser também entendida como a 7ª perda (Desperdício de movimentação do operador).

Assim, no sistema de Produção Enxuta tudo o que não agrega valor ao produto, visto sob os olhos do cliente, é desperdício. Todo desperdício apenas adiciona custo e tempo. Todo desperdício é o sintoma e não a causa do problema (OHNO, 1997).

### **2.1.5 Implementação do *Lean Manufacturing***

Atualmente existe um grande número de empresas que estão implementando o *Lean Manufacturing* e isto gera uma grande bagagem devido a uma reciprocidade compartilhada dos meandros desta nova metodologia, provocando a absorção de lições importantes.

Como cada segmento de empresas tem seus problemas e suas necessidades diferentes, requer uma estratégia particular, pois seus processos são distintos. Não há um “caminho das pedras” único nem uma solução mágica, mas sim muitas dúvidas, principalmente sobre onde começar a implementação.

Sabe-se que bons resultados iniciais motivam, entusiasma e estimulam as empresas e isto faz com que muitas implementações comecem com *KAIZEN* (Melhoramentos) pontuais quase sempre em atividades de manufatura.

A princípio, a sinergia entre os times multifuncionais no “chão de fábrica” faz com que haja um ganho a curto prazo para o ambiente de trabalho principalmente com novas sugestões para melhoramento de processo, produto e comportamental.

É importante começar identificando qual é a real necessidade de um processo (Capacidade? Estoques? Atendimento? Etc..) para que se possa definir a ferramenta certa para a necessidade certa. Quanto maior for a assertividade no início maior será

o impulso para a implementação.

Sabe-se que as ferramentas do *Lean* para a produção automobilística são bastante conhecidas e testadas, o que facilita o início no “chão de fábrica”, mas antes é necessário fazer uma análise dos problemas de estabilidade entre: materiais, máquinas, mão-de-obra, e métodos.

Uma empresa com um problema crônico de falta de matéria prima, excesso de quebra de equipamentos nos processos produtivos e/ou paradas destes equipamentos por falta de robustez ou repetibilidade das características qualitativas dos produtos, tem sérias dificuldades de implementação do *Lean* pela deficiência na continuidade do fluxo produtivo. Pois, para a todos os momentos para consertar a máquina ou colocar as características dentro das tolerâncias prescritas a desenho, então é necessário resolver estes problemas antes de implementar o *Lean*. Após a resolução destes problemas técnicos do processo produtivo, é necessário homogeneizar o nível de conhecimento dos operadores envolvidos para facilitar a absorção das ferramentas que serão adotadas, é preciso partir com uma padronização básica e estável para homens e máquinas.

O desenvolvimento de pessoas é essencial, com um novo conjunto de habilidades, mudanças comportamentais, qualificações e experiências. O papel da liderança é fundamental, não se devendo negligenciar a importância de obter o conhecimento necessário. O foco inicial deve ser nas metas e objetivos e depois nos métodos e ferramentas.

Os benefícios típicos da implementação *Lean*:

1. Homogeneização cultural dos operadores de produção.
2. Redução de estoques.
3. Melhorias na qualidade dos produtos.
4. Redução dos *leads times*.
5. Aumento da satisfação dos clientes.

No item 2.1.5 foram mostradas definições e conceitos que envolvem a base do pensamento enxuto, cadeia de valor e principalmente os 7 tipos de desperdícios básicos citados por (Ohno,1997). É necessário, porém que se fundamente o Estoque de Segurança dentre os demais tipos de estoques, devido a sua complexidade de cálculo e porque o mesmo será o elo entre as ferramentas do *Lean* e as Técnicas de Gestão de Estoque.

## 2.2 Técnicas sobre gestão de estoques

De acordo com o Ferro (2007),

uma empresa com um problema crônico de falta de materiais ou com quebras nos equipamentos não pode e não deve iniciar a implementação *Lean*. A resolução destas questões vem antes. Talvez seja mais relevante tratar da movimentação interna de materiais e logística (interna, externa, almoxarifado) no caso de falta crônica de materiais ou iniciar um programa de manutenção para as máquinas e equipamentos que estão quebrando muito e atrapalhando o fluxo. Ou ainda, a empresa pode precisar gerir melhor a força de trabalho com instruções claras, resolver a falta de mão-de-obra qualificada e/ou métodos inadequados que podem estar atrapalhando a produtividade e a qualidade. (FERRO, 2007).

Fundamentado no conceito acima, de que “máquinas e equipamentos com excesso de manutenção corretiva devido a quebras e/ou paradas do processo produtivo para correções das tolerâncias qualitativas do produto” se abordará a seguir, **a necessidade em se dimensionar para o processo produtivo o estoque de segurança.**

### 2.2.1 Produção puxada e empurrada

Conforme Gestettner e Kuhn (1996) dividem genericamente os sistemas de controle de produção em sistemas de “puxar” e “empurrar” a produção. Para estes autores, em sistemas do tipo “empurrar”, a produção é iniciada a partir de um programa de produção oriundo de uma central de planejamento que faz uso de previsões do mercado. **A produção neste caso é operacionalizada antes da ocorrência da demanda**, pois de outra maneira os bens não poderiam ser entregues dentro do prazo. Portanto, o lead times dos processos produtivos tem de ser conhecidos ou aproximados.

Em um sistema de “puxar”, **a operacionalização da produção começa quando a demanda acontece de fato**. A produção é disparada por um sistema de controle descentralizado. Para evitar longos tempos de espera, peças e produtos acabados devem ser estocados nos chamados buffers ou pulmões.

## 2.2.2 Análise comparativa entre os produtos BTO e MTS

Vigna e Weinstock (1997) relatam que:

os produtos BTO (Build to order) são aqueles em que o processo produtivo inicia-se somente mediante um pedido firme de produção. Os produtos MTS (Make to Stock) são fabricados para estoque, sem que haja, necessariamente um pedido firme por parte do cliente. Normalmente os itens de consumo esporádico e intermitente são classificados como BTO e os de consumo e fluxo mais freqüentes podem ser considerados como MTS. (VIGNA e WEINSTOCK, 1997).

O problema em torno desse tema está no fato de que nem sempre a classificação dos produtos é tão simples, conforme mostra o QUADRO 2. Os produtos têm valores diferentes entre si e nem sempre produtos de consumo intermitente são menos expressivos do que produtos de consumo freqüente. Além disso, os sistemas BTO e MTS terão de conviver juntos, utilizando os mesmos recursos produtivos.

Quadro 2 – Comparação entre as estratégias MTS e BTO

Referência	MTS	BTO
<b>Marketing</b>	Sistema empurrado: venda a partir do estoque	Sistema puxado: Produção após pedido do cliente
<b>Produção</b>	Focada na estabilidade da programação	Foco no pedido do cliente e na flexibilidade da cadeia de suprimento
<b>Logística</b>	Abordagem em massa sem diferenciação	Rápida, confiável e customizada
<b>Estoques de Produtos Acabados</b>	Alto nível de estoque	Baixo, basicamente os estoques de varejo
<b>Gerenciamento das Incertezas</b>	Amortecido com estoques de produtos acabados	Amortecido com estoques de matéria prima e gerenciamento de informações

Fonte: Elaborada pelo autor

Conforme Ballou (2004), “estoques são acumulações de materiais em processo e produtos acabados que surgem em numerosos pontos do canal da produção e logística das empresas”.

Porém, como se podem verificar nas indústrias automobilísticas, os estoques conforme definição acima, é posicionada: nos fornecedores como estoques

estratégicos, visto que os mesmos atendem vários clientes os quais utilizam as mesmas autopeças (produtos acabados) em seu parque automobilístico, são considerados também os “viajantes” vias: férrea, rodovia, marítima e aérea. Quando a matéria prima chega à fábrica, é posicionada em almoxarifados, pátios antes de ser manufaturada, e em seguida é processada, neste fluxo produtivo de transformação da matéria prima a produto acabado e dependendo da característica do processo produtivo (empurrado ou puxado) se notará estoques posicionados em todo o processo e dependendo das estratégias adotadas pela empresa em questão o posicionamento dos mesmos serão MTS ou BTO.

Ainda conforme Ballou (2004) “o custo de manutenção desses estoques pode representar de 20% a 40% do seu valor por ano.” Com este enfoque devem-se administrar muito bem os estoques, sendo assim este capítulo aborda sobre o gerenciamento do estoque necessário em virtude das paradas das máquinas e equipamentos do fluxo produtivo para manutenção e correções das medidas e suas tolerâncias qualitativas nos produtos manufaturados.

### **2.2.3 Prós e contras na manutenção do estoque**

São vários os motivos que justificam a manutenção dos estoques posicionados em vários pontos de um fluxo de suprimentos, porém mesmo assim este comportamento gerencial vem sendo muito criticado.

Devem-se examinar quais são os motivos que levam uma empresa a manter um estoque em seu fluxo e como poderia reduzi-lo.

#### **2.2.3.1 Razões contra os estoques**

Conforme Ballou, (2006) argumenta “gerenciar é mais fácil quando se tem a segurança dos estoques. É muito mais fácil defender-se de críticas pela manutenção de estoques em excesso do que ser apanhado, uma vez que seja com o estoque esgotado”.

A crítica é principalmente fundamentada quando se tem um alto custo de manutenção do estoque, baseado na justificativa que é um custo de oportunidade, e este comportamento gestional é criticado baseando-se em várias argumentações como um capital circulante cujo dinheiro teria mais utilização se destinado em

aumento da produtividade, melhoria da qualidade dos produtos produzidos, racionalização dos processos etc...

Verifica-se também que um excesso de estoque (estoque não planejado) esconde problemas de qualidade, ineficácia de equipamentos, ausência de planejamento e gestão.

Quando principalmente o problema de qualidade se manifesta, se pensa na redução do estoque a fim de proteger o capital investido. Com estoques, os elos do fluxo são isolados perdendo a característica da continuidade evitando o planejamento e gestão do processo devido à falta de oportunidades para tomada de decisões que certamente existiria caso o processo continuasse integrado.

### **2.2.3.2 Razões a favor dos estoques**

Conforme Ballou, (2006) "argumenta que as razões para manutenção de estoques estão nos serviços aos clientes e na economia de custos indiretamente resultantes".

As considerações de tais comportamentos a favor do estoque:

- Melhorar o serviço ao cliente, pois satisfaria a alta expectativa deste, devido ao nível de disponibilidade dos produtos principalmente quando o mix é elevado, pois esta disponibilidade de estoque poderia inclusive aumentar os níveis de vendas com a variação do mercado.
- Reposição de "*part number*" do parque automobilístico em todo o território nacional, pois quando não se encontram as peças de reposição nas oficinas de manutenção da frota geralmente vem do fabricante que deveria ter uma segunda linha de estoque em seus depósitos regionais e esta rápida disponibilidade chama-se Satisfação dos Clientes.
- Redução de custos pelas ofertas do mercado, como por exemplo, comprar toneladas de aço por um preço de ocasião, aumentaria o estoque de matéria prima, porém com um retorno financeiro futuro a compra antecipada às vezes é amplamente justificada.
- As inconstâncias nos prazos dos meios de transportes causam milhões de prejuízos às indústrias automobilísticas principalmente quando se trata de importação, sendo assim usualmente se justifica manter um estoque de segurança.

## 2.2.4 Tipos de estoques

Conforme Ballou, (2004) existem cinco tipos de estoques:

- 1- “Em trânsito”
- 2- “Fins de especulação”
- 3- “Regulador”
- 4- **“Variabilidade na demanda (estoque de segurança)”**
- 5- “Obsoleto.”

## 2.2.5 Estoque de segurança

Como se aprofundará mais nos próximos capítulos sobre este tipo de estoque, é justificável que haja maiores informações a respeito deste tema.

Estoque de Segurança ou Pulmão é uma quantidade extra ao estoque normal, necessário para suprir as condições das variações dos programas de produção como também atrasos da matéria prima para produção, cujas naturezas aleatórias das **variabilidades tanto do “lead time” como também do programa de produção** é levado em consideração como procedimentos estatísticos conforme Fig.1, para o cálculo do estoque de segurança. O tamanho do E.S. depende das duas variáveis acima citadas e do nível de serviço (coeficiente de segurança para não faltar peças para o cliente) cujos valores são dados no QUADRO 3, por isto é necessária muita precisão a fim de reduzir os níveis de E.S.

Sabe-se que quando não existem variações tanto no programa de produção, “lead time” do processo como também nos prazos de entrega de materiais não é necessário ter o E.S.



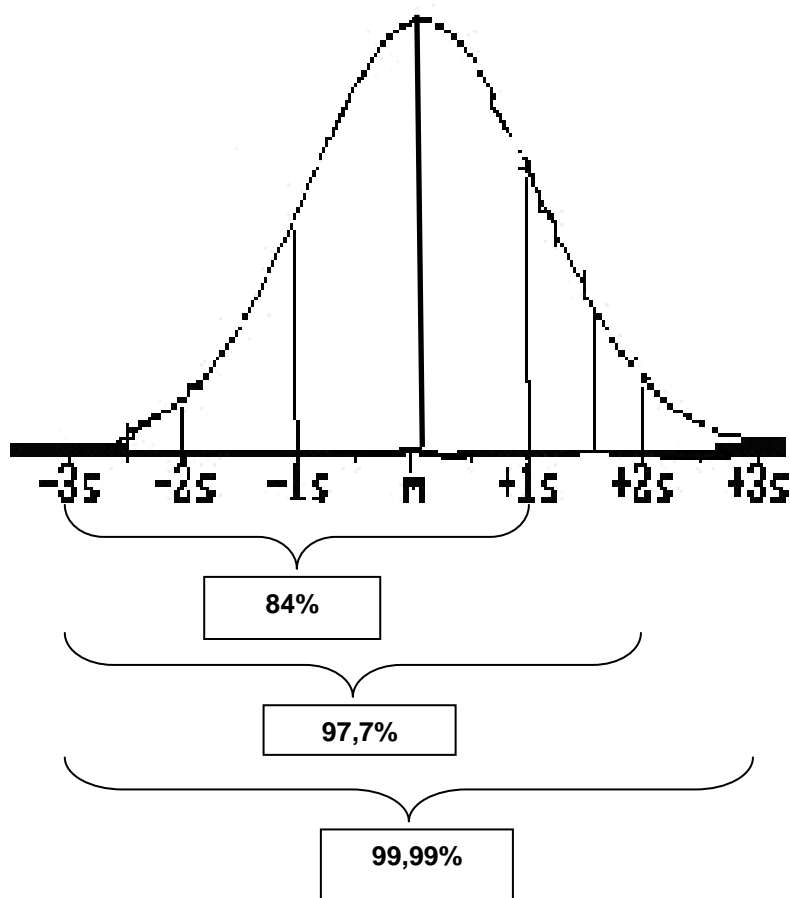


Figura 1 – Representação Gráfica da demanda no caso do estoque de segurança (estatística de distribuição monocaudal)

Fonte: Material da aula de Gestão Integrada de Marketing e Logística (18 de Junho de 2007)

Quadro 3 – Probabilidade de não faltar produto em estoque em função de valores selecionados de K

<b>Nível Serviço</b> (% de períodos sem ruptura de estoque)	<b>K</b> Nº desvios padrões
50%	0,00
60%	0,25
70%	0,53
80%	0,84
85%	1,04
90%	1,28
95%	1,65
98%	2,06
<b>99%</b>	<b>2,33</b>
99,99	3,62

Fonte: WANKE, 2003.

## 2.2.6 Quanto Manter em Estoques de Segurança Quando Existem Incertezas na Demanda e no *Lead Time*

De acordo Buss (2007), os problemas mais comuns que geram a necessidade de estoques de segurança são: erros de previsão de demanda; atrasos no ressuprimento; produção abaixo do esperado.

De acordo Luna (2007), o estoque de segurança é o estoque mantido com o propósito de atender a uma demanda que excede a quantidade prevista para um determinado período. Ele existe por que: as previsões de demanda são inexatas e há incertezas relacionadas ao suprimento.

Baseado no consenso das autoras acima citadas e de acordo com a proposta da redução do estoque na área piloto (Caixa do Diferencial), cuja variabilidade atinge tanto o programa de produção como também o *lead time* do processo produtivo, verifica-se a necessidade de algumas ilustrações didáticas como na Fig. 2.

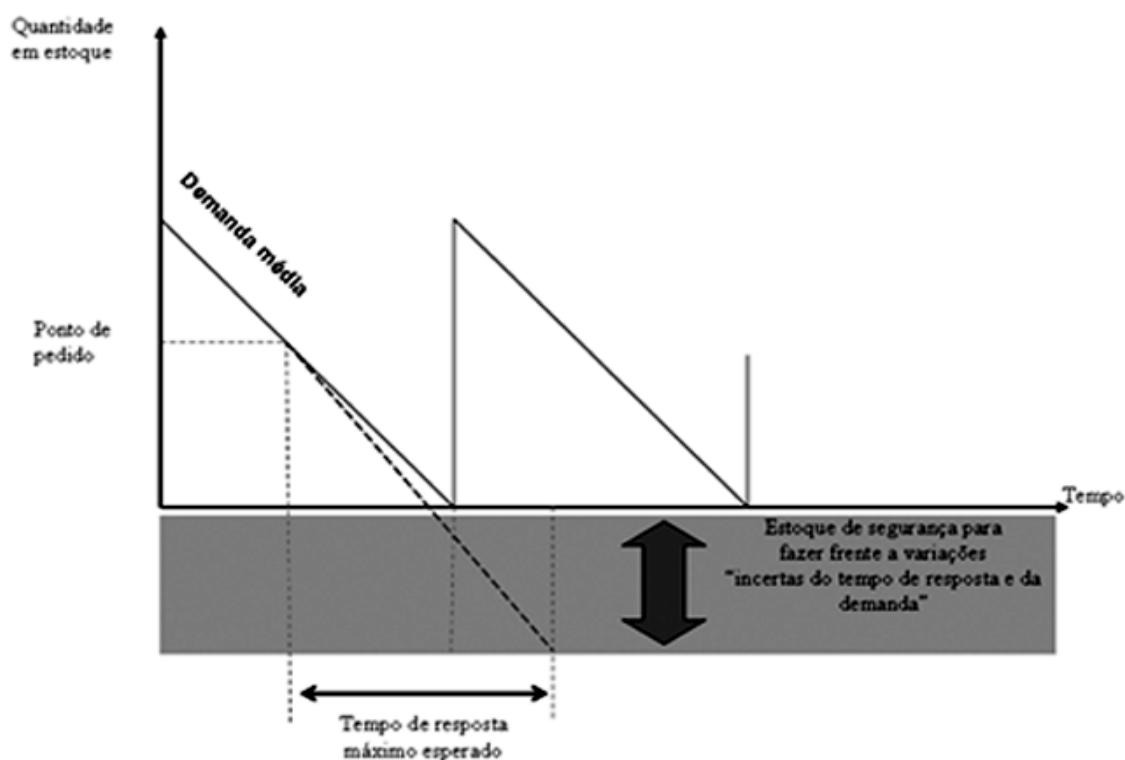


Figura 2 – Ilustração didática para o Estoque de Segurança nas condições de incertezas da demanda e do *lead time*.

Fonte: WANKE, 2003.

### 2.2.6.1 Em diferentes livros e artigos sobre logística, a fórmula do estoque de segurança pode aparecer de duas maneiras distintas

1ª) Wanker (2003, p. 107), nos diz que “se **não há** compensação da demanda, (a produção que perde em um dia, não se recupera no outro dia, ou melhor, não se compensa a produção perdida) de cada período ao longo do tempo de resposta usa-se”:

$$ES = K \times \sqrt{(TR \times Sd)^2 + (D \times Str)^2 + (Sd \times Str)^2}$$

Onde nas fórmulas:

**K** = Fator de Segurança

**D** = Demanda (Programa de Produção)

**SD** = Desvio Padrão do Programa de Produção

**TR** = Lead Time do Processo Produtivo (tempo de ressuprimento)

**STR** = Desvio Padrão do Lead Time do Processo Produtivo ou do tempo de ressuprimento.

Conforme Corrêa et al. (2001, p. 67),

ou

2ª) Bowersox e Closs (2001, p. 249), em ambas as fórmulas, K é a quantidade de Desvios Padrões que mede o nível de serviço, conforme apresentado no QUADRO 3.

Se **há** compensação da demanda de cada período ao longo do tempo resposta usa-se:

$$ES = K \times \sqrt{TR \times SD^2 + D^2 \times STR^2}$$

Onde o significado dos termos é o mesmo da 1ª fórmula.

O perfil da Área Piloto a ser adotada, se enquadra na primeira fórmula visto que **não há** compensação da demanda de cada período ao longo do tempo de resposta, sendo assim, será mais coerente à aplicabilidade desta fórmula para o cálculo do E.S.

### 2.2.6.2 Aplicabilidade da Fórmula do Estoque de Segurança no estudo de caso

$$\text{Estoque de Segurança} = K \times \sqrt{(TR \times SD)^2 + (D \times STR)^2 + (SD \times STR)^2}$$

Nas Fórmulas:

**K** = Fator de Segurança

**D** = Programa de Produção

**SD** = Desvio Padrão do Programa de Produção

**TR** = Lead Time do Processo Produtivo

**STR** = Desvio Padrão do Lead Time do Processo Produtivo

**NOTA:** É importante que ao utilizar a fórmula deve-se ter o cuidado para utilizar o mesmo período básico (horas, dia, semana, mês etc..) para todas as variáveis.

Neste capítulo foram mostrados definições e conceitos que envolvem o *Lean* e técnicas sobre gestão de estoques (sistema híbrido).

No próximo capítulo serão apresentadas e detalhadas as ferramentas para implementação do *Lean* nos processos produtivos e no quarto capítulo existirá a possibilidade em verificar as aplicações das fórmulas acima citadas.

## CAPÍTULO 3 – FERRAMENTAS DO “*LEAN MANUFACTURING*” PARA REDUÇÃO DO ESTOQUE

Neste capítulo apresentam-se as ferramentas propostas para a implantação do L.M. e redução do estoque no processo produtivo da Caixa do Diferencial do Tipo C-513 que é a área piloto em estudo.

Os resultados obtidos serão úteis na excelência do processo produtivo em questão, no qual foram empregadas várias ferramentas do L.M., como:

### 3.1 *KAIZEN* – o melhoramento contínuo

Conforme Imai (1996), “a expressão *KAIZEN*, seja a mudança da situação atual ou no “status quo” de processo, analisando-o e rapidamente implementando melhorias que se traduzam em benefícios concretos”. A palavra *KAIZEN* pode ser compreendida como *KAI* – mudança e *ZEN* – bom, ou seja, mudança para melhor.

Após a segunda grande guerra, a maioria das empresas japonesas teve que começar ou recomeçar do zero suas atividades. A cada dia um conjunto de novos desafios se antepunha ao processo. O *Kaizen* neste ambiente se tornou um mecanismo de sobrevivência.

O *Kaizen* está em um *status* de melhoria contínua o qual pode ser representado pelo ciclo PDCA (Planejar – Fazer – Verificar – Agir). O PDCA pode ser compreendido como uma ação contínua onde nunca se está satisfeito com a situação atual. Este ciclo é muito difundido principalmente nas resoluções de problemas e neste caso pode-se entender como ação corretiva, porém na FPT usa-se principalmente como uma ação preventiva como: Planejar significa estabelecer um objetivo para otimizá-lo e fazer planos de ações para atingi-lo. Fazer significa implantar o plano. Verificar significa comprovar se a implantação alcançou a melhoria objetivada. Agir significa fazer e padronizar os novos procedimentos. Uma apresentação com maiores detalhes será feita na seção 3.3, utilização da Ferramenta PDCA.

Esta característica de “melhoramento contínuo” permeia vários sistemas

como: TPM (*Total Productive Maintenance*), JIT (*Just In Time*), TQC (*Total quality Control*), CEP (Controle Estatístico de Processo) etc.

De acordo com o *Lean Institute* (2005), podemos pensar em dois tipos fundamentais de *Kaizen*:

- *Kaizen* Pontual ou de processo.
- *Kaizen* de fluxo ou do sistema.

O *Kaizen* pontual ou de processo é focalizado em melhorias específicas, tais como programa de sugestões geralmente desenvolvidos nas empresas com objetivo de melhoramento em:

- Qualidade, podendo ser dos produtos, processos produtivos, máquinas, dispositivos etc.
- Custos, que envolve todo o ambiente fabril com a finalidade de reduções e eliminações dos desperdícios.
- Segurança e Meio Ambiente, envolve as condições inseguras e atos inseguros com o objetivo de anulá-los.
- Desenvolvimento de Pessoal, geralmente as idéias de melhorias abrangem cursos de aperfeiçoamento, treinamentos e benefícios para a comunidade da empresa em questão.
- Produtividade, geralmente estas sugestões abrangem os processos produtivos a fim de aumentar a produção horária, eliminação de meios produtivos prejudiciais ao meio ambiente como também considerados como condições inseguras à mão-de-obra direta à produção.

O *Kaizen* de fluxo ou do sistema aborda o fluxo de valor de uma família de produtos e se implementam ações que trarão substanciais melhorias neste fluxo. Como se sabe, a implantação do *Kaizen* de Fluxo ou do Sistema tende a demandar uma série de *Kaizens* pontuais, como implantação de células para garantir o fluxo contínuo, aumento na disponibilidade, melhorias na qualidade, redução nos tempos de troca, unificação do mix para o processo etc. Contudo, estes *Kaizens* pontuais devem ser puxados pela necessidade de se atingir a condição proposta.

Como pode se ver o *Kaizen* traz em sua essência mecanismos lógicos e motivacionais de aplicação, ele pode ser aplicado de forma específica ou genérica em qualquer organização, tendo estas empresas, estratégias definidas ou não quanto à gestão da inovação e mecanismos de acesso à tecnologia.

A combinação de uma estratégia do *Kaizen* junto a uma estratégia de

inovação tecnológica pode ser um interessante sistema de agilização da implantação e aprimoramento da inovação dentro do processo produtivo. A inovação deve vir de todos ou um “time interfuncional” (funcionários de vários setores), pois só se o desenvolvimento da idéia tiver participação das áreas produtivas, comerciais, gestão de materiais e outras áreas importantes haverá êxito.

Conforme Imai (1996) descreve na Fig. 3, sempre que uma inovação é realizada, ela deve ser acompanhada por uma série de esforços de *Kaizen* para mantê-la e melhorá-la.

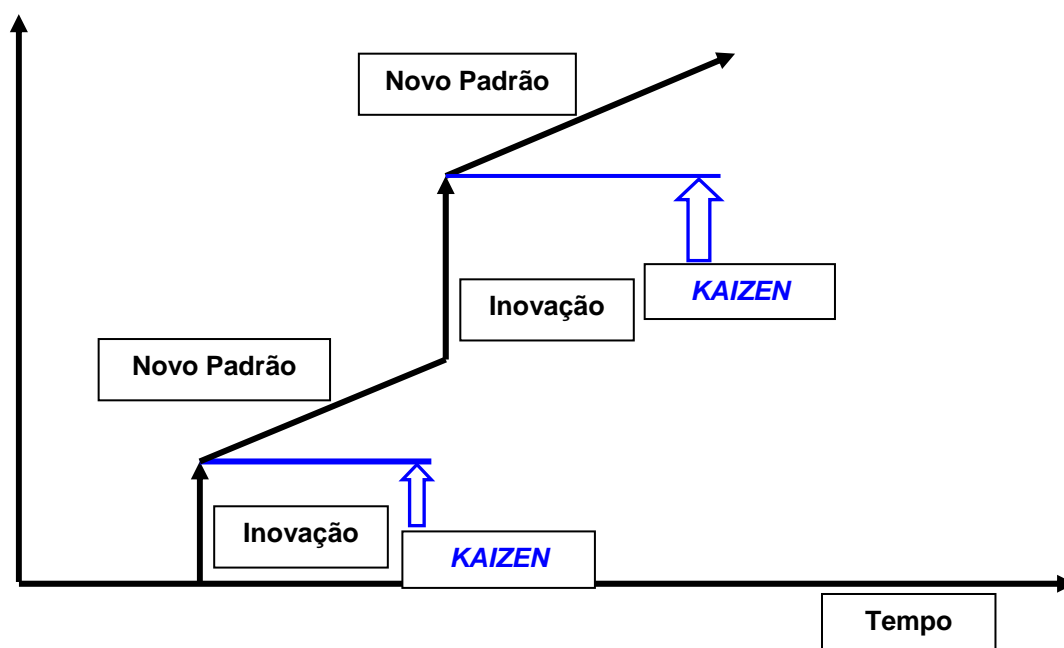


Figura 3 – Inovação e *Kaizen*.  
Fonte: IMAI (1996, p. 23)

O Sistema de produção Toyota é conhecido pela aplicação do princípio do *Kaizen*, conforme relata Scharff (2007),

para o *Kaizen*, é sempre possível fazer melhor, nenhum dia deve passar sem que alguma melhoria tenha sido implantada, seja ela na estrutura da empresa ou no indivíduo. Sua metodologia traz resultados concretos, tanto qualitativamente, quanto quantitativamente, em um curto espaço de tempo e a um baixo custo (que, conseqüentemente, aumenta a lucratividade), apoiados na sinergia gerada por uma equipe reunida para alcançar metas estabelecidas pela direção da empresa. (SCHARFF, 2007)

O processo *Kaizen*, é analogicamente relatado por Tahan (2002, p. 43/49),

onde um pobre alfaiate compra um livro com o segredo de um tesouro. Para descobrir o segredo, ele tem que decifrar todos os idiomas escritos no livro.

Ao estudar e aprender estes idiomas começam a surgir oportunidades, e ele lentamente (de forma segura) começa a prosperar. Depois, é preciso decifrar os cálculos matemáticos do livro. É obrigado a continuar estudando e se desenvolvendo, e a sua prosperidade aumenta. No final da história, não existe tesouro algum - na busca do segredo, a pessoa se desenvolveu tanto que ela mesma passa a ser o tesouro. O processo de melhoria não deve acabar nunca, e os tesouros são conquistados com saber e trabalho. Por isso, a viagem é mais importante que o destino. (TAHAN, 2002, p. 43/49)

### **3.2 TPM - Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance*)**

Conforme Chinone (2006), “o maior desafio de qualquer empresa, seja qual for sua dimensão, é reduzir seus custos para que possa sobreviver na acirrada concorrência do mercado mundial”.

Este mesmo mercado é quem define o preço do produto e a sobrevivência da empresa, portanto a única forma de se manter é acabar com os desperdícios reduzindo as perdas em todos os setores (demonstrado no capítulo anterior), para obter lucros e margens compensatórias.

A manutenção Produtiva Total (TPM), cujo maior objetivo é a redução dos custos de manutenção dos equipamentos, máquinas operatrizes e outros sistemas geradores de algum produto, é adotada principalmente nas indústrias como uma ferramenta importante para o crescimento do seu processo produtivo.

#### **3.2.1 As perdas nos processos produtivos**

Antes de iniciar a conceituação do TPM, propriamente dita, é necessário definir o que é perda e quais são as categorias de perdas que existem conforme mostra a Fig. 4. Pode-se definir a perda, como sendo o desvio entre a condição ideal e a real.



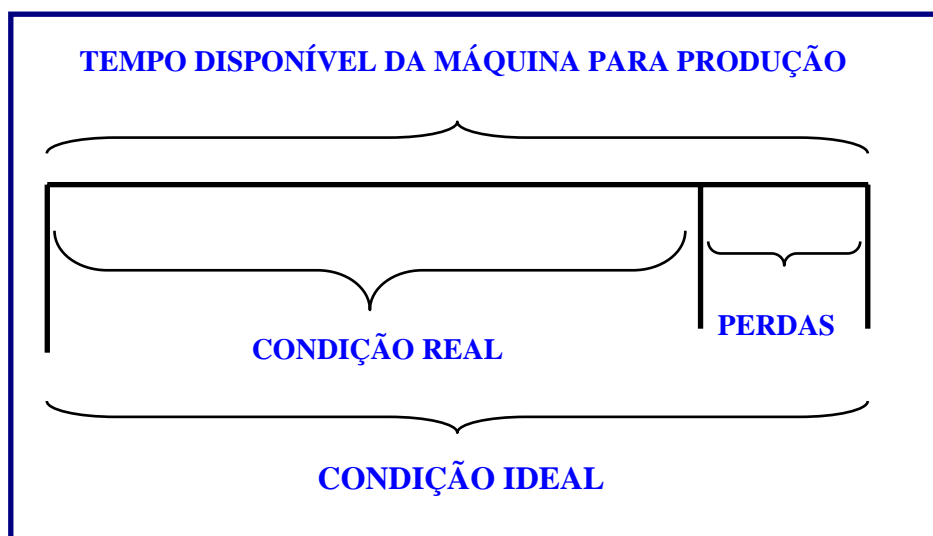


Figura 4 – Representação da condição ideal para a condição real da disponibilidade da máquina para a produção.

Fonte: Autor.

Na Fig. 5, podemos ver quais são os tipos de perdas comuns em máquinas operatrizes.

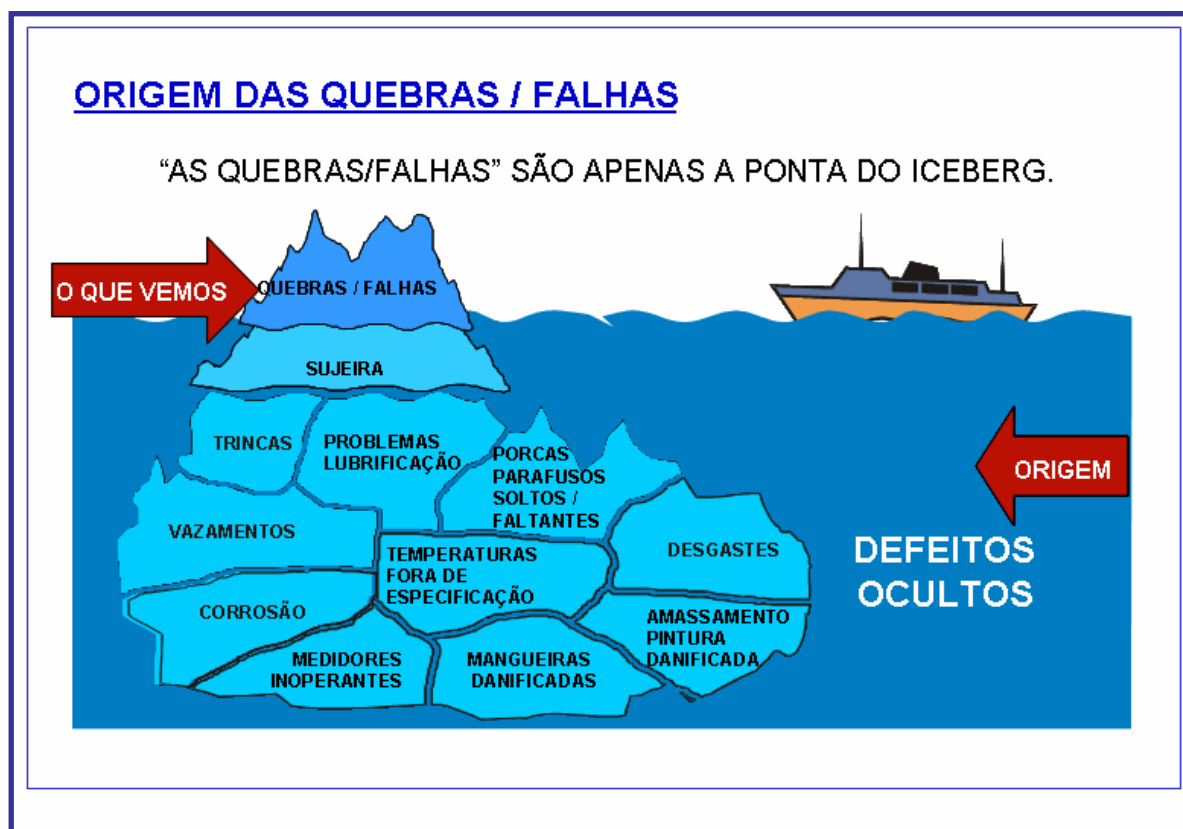


Figura 5 – Exemplo ilustrativo didático das origens das quebras e falhas.

Fonte: material literário da Fiat Powertrain Technologies, 2006.

### 3.2.2 Origem do TPM

De acordo com Chinone (2006),

o TPM teve a sua origem na década de 60, nos Estados Unidos, sendo que a Europa e o Japão estavam ainda em fase de reconstrução no pós-guerra e a matéria prima era bastante barata e abundante. Os Estados Unidos sem concorrentes e vendendo tudo o que produziam não se interessou pelo TPM. (CHINONE, 2006)

Na década dos anos 70, o Japão tendo se reconstruído necessitava exportar, no entanto, a baixa qualidade dos seus produtos impossibilitava a concorrência com os Estados Unidos e com a Europa. Foi quando os Japoneses descobriram o TQC, já existente nos Estados Unidos. Aplicaram o TQC (Controle da Qualidade Total), mas, não conseguiram todos os resultados esperados, porque os equipamentos devidos a defeitos e quebras, não conseguiram garantir a qualidade dos seus produtos. O TQC é incluir qualidade no produto, atuando no processo. Os Japoneses constataram que era preciso incluir qualidade nos equipamentos. Assim nasceu o TPM (*Total Productive Maintenance*), cujo objetivo é dispor de um equipamento que seja totalmente seguro, que não apresenta defeitos e não produza produtos defeituosos.

### 3.2.3 O que é o TPM?

De acordo com Chinone (2006),

O TPM é um método de gestão que identifica e elimina as perdas existentes nos processos produtivos, administrativo e logístico, maximiza a utilização do ativo empresarial e garante a geração de produtos de alta qualidade a custos competitivos. Além disso, desenvolve conhecimentos capazes de reeducar as pessoas para ações de prevenção e de melhoria contínua, garantindo o aumento da confiabilidade dos equipamentos e da capacidade dos processos, sem investimentos adicionais. Atuando também, na cadeia de suprimentos e na gestão de materiais, reduz o tempo de resposta, aumenta a satisfação do cliente e fortalece a posição da empresa no mercado. (CHINONE, 2006)

### 3.2.4 Objetivo básico do TPM

O TPM visa a eliminação das causas das quebras e dos defeitos, o aumento

da eficácia dos equipamentos com a participação de todos os funcionários. É baseado no comportamento humano, aumentando a disponibilidade dos equipamentos, fácil operação e fácil manutenção dos equipamentos, contribuindo com o aumento da produtividade e total qualidade dos produtos.

O TPM proporciona também o aumento da vida útil dos equipamentos, reduzindo os custos com manutenção. Proporciona um ambiente de trabalho mais saudável, mais limpo, mais organizado e mais seguro.

Em resumo é: Quebra zero, Perda zero, Acidente zero e Poluição zero.

### **3.2.5 Propósitos do TPM**

Construir mecanismos para prevenir as diversas perdas no próprio local de trabalho tendo como objetivo o ciclo de vida útil do sistema de produção. Abrange todos os departamentos: manutenção, operação, transportes e outras áreas. Engenharia de projetos, engenharia de planejamento, estoques e armazenagem, compras, finanças e contabilidade. O TPM apresenta uma estrutura de oito pilares conforme Fig. 6 que dão sustentação para toda sua implantação e manutenção.

A base do sistema é o conhecimento e o envolvimento das pessoas, sem as quais, por melhor que seja a fase de planejamento, o sistema não funcionará. Estes pilares são definidos como:

1. Melhorias Específicas.
2. Saúde, Segurança e Meio Ambiente.
3. Manutenção da Qualidade.
4. Manutenção Planejada.
5. Manutenção Autônoma.
6. Controle Inicial.
7. TPM em áreas Administrativas.
8. Educação e Treinamento.

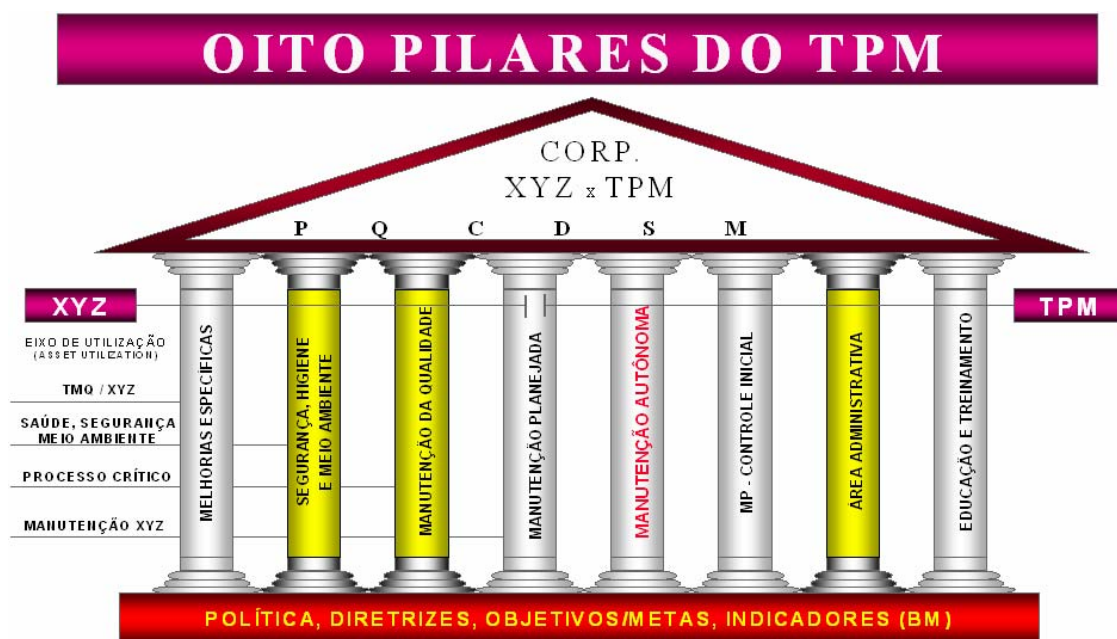


Figura 6 – Exemplo ilustrativo didático dos Oito Pilares do TPM  
 Fonte: material literário da Fiat Powertrain Technologies, 2006.

### 3.3 Ferramenta: PDCA

Conforme Deming, (1990),

“O ciclo PDCA para controle de processos”. Todo gerenciamento do processo consta em estabelecer a manutenção nas melhorias dos padrões montados na organização, que servem como referências para o seu gerenciamento. No nosso caso, introduzir o gerenciamento do processo significa implementar o gerenciamento repetitivo via PDCA. (DEMING, 2007).

O ciclo PDCA foi desenvolvido por Shewart na década de 20, mas começou a ser conhecido como ciclo de Deming em 1950, por ter sido amplamente difundido por este. É uma técnica simples que visa o controle do processo, podendo ser usado de forma contínua para o gerenciamento das atividades de uma organização. O método conhecido como P.D.C.A. (Plan, Do, Check, Action) é aplicado com o objetivo de promover melhorias no processo de qualquer natureza e principalmente para manter os resultados obtidos. O ciclo P.D.C.A. é um método gerencial para tomada de decisão com a finalidade de garantir o alcance e a manutenção dos

objetivos para a sobrevivência e desenvolvimento das organizações. Conforme conceitos de Ishikawa (1986) e Campos (1996), o método P.D.C.A. contém quatro etapas bem definidas conforme Fig. 7.

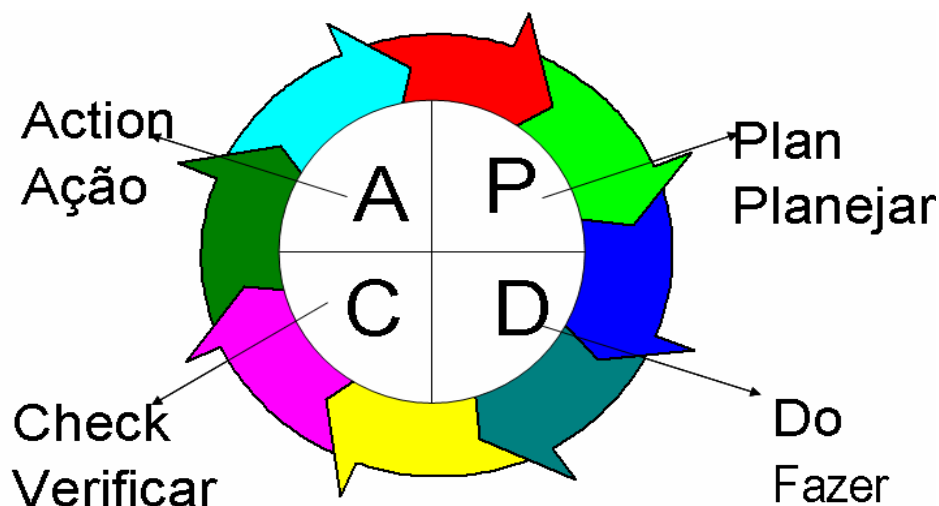


Figura 7 - Ciclo PDCA.  
Fonte – Adaptada de DEMING, W. E. (1990)

### 3.3.1 Etapas do PDCA

Para Deming (1990), o PDCA deve seguir conforme demonstrado abaixo:

#### **Passo 1 – Planejar**

Este passo é estabelecido com bases nas diretrizes da empresa.

- a) Estabelecer os objetivos, sobre os itens de controles;
- b) Estabelecer o caminho para atingi-los;
- c) Decidir quais os métodos a serem usados para consegui-los.

Após definidas estas metas e os objetivos, devem-se estabelecer uma metodologia adequada para atingir os resultados.

#### **Passo 2 – Executar o plano**

Neste passo pode ser abordado em três pontos importantes:

- a) Treinar no trabalho o método a ser empregado;
- b) Executar o método;
- c) Coletar os dados para verificação do processo.

Neste passo devem ser executadas as tarefas exatamente como estão

previstas nos planos.

### **Passo 3 – Verificar os resultados**

Neste passo, verifica-se o processo e avaliam-se os resultados obtidos:

- a) Verificar se o trabalho está sendo realizado de acordo com o padrão;
- b) Verificar se os valores medidos variaram, e comparar os resultados com o padrão;
- c) Verificar se os itens de controle correspondem com os valores dos objetivos.

### **Passo 4 – Fazer ações corretivamente**

Tomar ações baseadas nos resultados apresentados no passo 3.

- a) Se o trabalho desviar do padrão, tomar ações para corrigir estes;
- b) Se um resultado estiver fora do padrão, investigar as causas e tomar ações para prevenir e corrigi-lo;
- c) Melhorar o sistema de trabalho, método e fazer a abrangência em outros equipamentos ou máquinas.

Portanto esta etapa assume um papel importante no processo, onde se prevê duas possibilidades:

- A meta é atingida – neste caso é só seguir o plano proposto como padrão.
- A meta não é atingida – adota-se então a ferramenta 5W1H para resolução dos eventuais problemas.

## **3.4 Ferramenta: 5W e 1H**

De acordo com Ishikawa, (1974), “é um instrumento de análise lógica, utilizado nas técnicas de melhoramento da qualidade, com o escopo de assegurar na análise de um problema”.

Uma visão completa de todos os aspectos fundamentais: WHO (quem), WHAT (o que), WHERE (onde), WHEN (quando), WHY (porque), HOW (como).

Como se aplica:

As cinco perguntas servem para entender de maneira mais aprofundada a

situação da empresa, todas as vezes que se tem a necessidade de novos estímulos e através delas os problemas chaves são focalizados.

Estas perguntas podem ser utilizadas e articuladas em mais níveis, com base no grau de detalhamento e profundidade que se deseja obter.

#### **QUEM?**

- Quem está fazendo?
- Quem deveria fazê-lo?

#### **O QUE?**

- O que deve ser feito?
- O que mais deveria ser feito?

#### **PORQUE?**

- Porque aquela pessoa o está fazendo?
- Porque fazê-lo ali?

#### **ONDE?**

- Onde se está fazendo?
- Onde deveria ser feito?

#### **QUANDO?**

- Quando deveria ser feito?
- Quando poderia ser feito então?

#### **COMO?**

- Como se está fazendo?
- Como deveria ser feito?

Além das melhorias qualitativas nos processos e produtos, para que estas atinjam o cliente final, segundo visão de Deming (1990) é necessário o comprometimento de todos, principalmente da alta administração da empresa, porém isto não significa sucesso ou garantia do melhoramento contínuo.

Além do comprometimento da alta gerência é necessário o treinamento e formação da mão-de-obra empenhada no circuito.

### **3.5 Ferramenta: 4M (Máquina, Materiais, Método, Mão-de-Obra)**

Conforme descreve o manual de WCM (*World Class Manufacturing*) do Grupo Fiat,

é um instrumento que serve para analisar um fenômeno elaborando a lista dos possíveis fatores (causas) que estão na origem daquele fenômeno (efeito) e sucessivamente para organizar em categorias os fatores listados, cuja finalidade é representar o conceito de relação e casualidade. (GRUPO FIAT, WCM, MANUAL)

A forma disseminada do 4M é o Gráfico de Ishikawa ou a Espinha de Peixe. Sua difusão é devida à intrínseca capacidade de fazer convergir o grupo de trabalho a estratificação dos fatores em categorias de maior amplitude.

Ishikawa (1986) classificou as causas de um problema da seguinte maneira: Método, Materiais, Mão-de-Obra, Máquinas.

Às vezes se adiciona também o Ambiente, Fatores Gestionais e Marketing.

O 4M também é chamado de Diagrama de Causa e Efeito, é um instrumento de forte agregação para um grupo de trabalho interfuncional e é usado em todas as fases do ciclo PDCA a seguir:

- Na fase de Diagnóstico: para gerar as possíveis teorias sobre as causas de um problema.
- Na fase de Decisão: para gerar as possíveis soluções como também avaliar os seus riscos.
- Na fase de Planejamento: para prever potenciais problemas.

#### **3.5.1 Análise das causas do problema utilizando o Diagrama de Causa e Efeito**

Os passos que conduzem ao preenchimento do diagrama conforme Fig. 8 são:

- Definir e desenhar o efeito encontrado, o problema estudado, o objetivo pré-fixado.



- Usar o *Brainstorming* para listar todas as possíveis causas na origem do efeito.
- Identificar as categorias/famílias de fatores, elementos e causas que podem contribuir para determinar o efeito considerado.
- Identificar as sub-causas (causas das causas) que podem contribuir para determinar o efeito.
- Continuar a busca dos componentes nas seqüências causa-efeito, até alcançar as causas na origem do problema.
- Controlar cuidadosamente a validade das seqüências causa-efeito conforme a mesma abordagem.

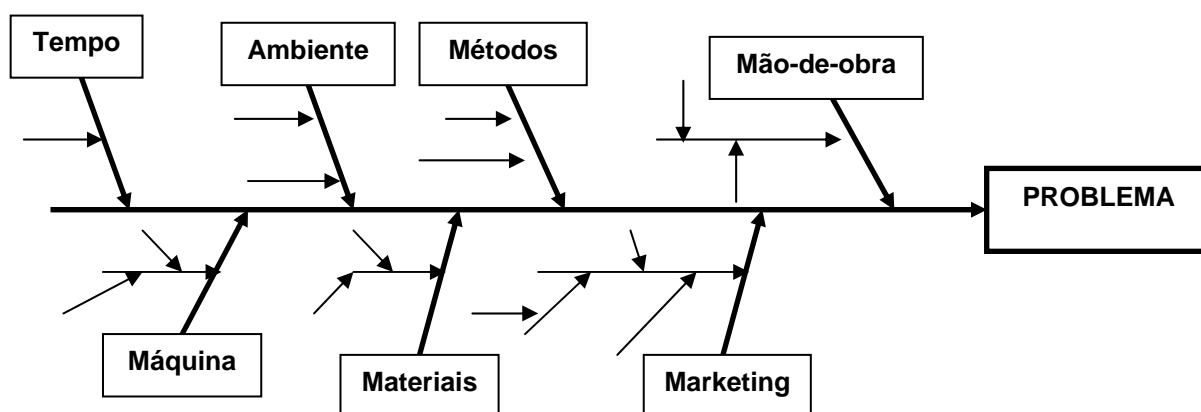


Figura 8 – Diagrama de Causa e Efeito (Gráfico de Ishikawa)  
 Fonte: Adaptado de Ishikawa (1986)

### 3.6 Ferramenta: CEDAC (Diagrama de Causa e Efeito com Adição de Cartões)

Conforme material FPT (1997)

o CEDAC é utilizado como ferramenta para resolução de problemas da seguinte maneira:

- Organizar todas as possíveis causas de um determinado problema.
- Direcionar possíveis ações para solução dos problemas.
- Permitir a gestão da solução do problema através de um cronograma.
- Permitir o melhoramento contínuo do processo.
- Promover a participação de todos na solução dos problemas.
- Melhorar a participação no programa de sugestões. (FPT, 1997)

A Fig. 9 mostra como se utiliza o Quadro do CEDAC (Diagrama de Causa e Efeito) nas empresas, onde em cada item: Máquina, Medição, Mão-de-Obra, Material, Método e Meio Ambiente, são colocadas as idéias para solução, e, na ponta do gráfico coloca-se o problema que se quer resolver com a participação dos funcionários envolvidos.

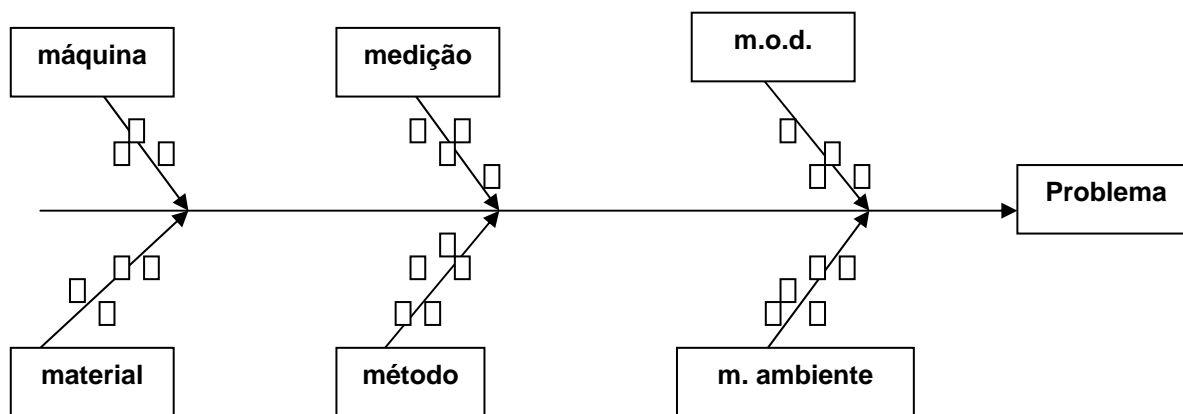


Figura 9 – Quadro da ferramenta CEDAC (Diagrama de Causa e Efeito)  
Fonte: adaptado de Ishikawa (1986)

O quadro do CEDAC fica “aberto” durante 4 meses, e após este período, o time interfuncional da unidade produtiva em questão, faz uma triagem das idéias para solução do problema, priorizando aquelas que conforme curva abc possa reduzir ou eliminar o problema utilizando a ferramenta 5W1H (seção 3.4).

Após catalogar todas as idéias “aproveitáveis”, o quadro CEDAC é aberto em outra máquina ou posto de trabalho que tenha problema, dependendo da gravidade ou necessidade da unidade produtiva.

A ferramenta CEDAC usa-se quando existem causas e soluções desconhecidas ou quando há necessidade de envolvimento de mão-de-obra.

A vantagem da ferramenta CEDAC é o comprometimento das pessoas envolvidas com o problema, surgimento de idéias originais, privilegia a todos indiferente do nível, permite a melhoria contínua (*KAIZEN*) e valoriza o funcionário.

### 3.7 Ferramenta: *Poka-Yoke*

Segundo Shigeo (1996), “o *Poka-Yoke* é uma técnica de prevenção para evitar possíveis erros humanos na realização de qualquer atividade produtiva”.

É bom que as soluções adotadas sejam as mais simples possíveis e de custo reduzido, definidas desde o início de um projeto do posto de trabalho, dos equipamentos e, sobretudo, do produto.

Por trás do *Poka-Yoke* tem a convicção de que não é aceitável produzir uma peça defeituosa e que a qualidade a custo zero se obtém impedindo que aconteçam os defeitos, e nunca os recuperando.

O *Poka-Yoke* é utilizado para impedir que aconteçam os erros ou para tornar o erro evidente no momento em que acontece, através da utilização de dispositivos apropriados.

Os 8 princípios para aplicar o *Poka Yoke*:

1. Construir a qualidade nos processos.
2. Todos os defeitos e os erros por distração podem ser eliminados.
3. Parar de errar e fazer as coisas na forma correta.
4. Não procurar desculpas, pensar como evitar erros.
5. 60% de esperança de sucesso é suficiente.
6. Erros e defeitos podem ser reduzidos a zero quando todos colaboram para eliminá-los.
7. Fazer dez testes é melhor que fazer um.
8. Encontre a causa real do problema, usando o método 5W1H.

### 3.8 C.E.P. – Controle Estatístico do Processo

Conforme Shewhart, (1986), “foi nos laboratórios Bell, na década de 20, nos Estados Unidos, ele, o primeiro a estabelecer a distinção entre variação controlada e não controlada, devido respectivamente as suas causas comuns e especiais”. Com isso nasceu um instrumento simples e eficaz, para separação das duas, a “Carta de Controle”.

Em 1950, Deming, criador do “Método Deming de Controle Estatístico da Qualidade”, iniciou seu trabalho no Japão quando as empresas sofriam as conseqüências da II Guerra Mundial.

Definição do CEP:

- Controle – manter algo dentro dos limites ou fazer algo se comportar de forma adequada;
- Estatístico – obter conclusões com base em dados e números;
- Processo – Combinação necessária entre homem, máquinas, materiais e meio ambiente para produzir um produto qualquer.

O objetivo principal do CEP é a busca da prevenção ao invés da detecção de defeitos ou problemas no processo, evitando uma seleção final.

Outros objetivos:

- Reduzir as perdas e retrabalhos;
- Tornar e manter capazes os processos incapazes;
- Identificar as causas dos problemas e organizar as ações corretivas;
- Obter a estabilidade do processo;
- Melhorar a qualidade do pessoal;
- Garantir a qualidade do produto final;
- Fornecer uma base mais racional do que emocional na tomada das decisões;
- Eliminar o medo na troca de informações

### 3.8.1 Tipos de variações do processo

- **Aleatórias:** são também chamadas de comuns ou normais, elas existem quando as variações ocorrem ao acaso e, individualmente, tem pouca influência no processo. Um processo com presença apenas de causas comuns estará sempre sob controle, podendo estar não capaz.  
Ex: má iluminação, material inadequado, equipamento obsoleto.
- **Causais:** são também chamadas de especiais, elas existem quando as variações ocorrem em grandes proporções, alterando a normalidade do processo. A presença de causas especiais no processo fará com que ele fique fora de controle.  
Ex: quebra ou desgaste de ferramentas, mistura de matéria prima, óleo

refrigerante sujo, operador não treinado em CEP.

### **3.8.2 Cartas de controle**

São instrumentos que distinguem a variação controlada (causas comuns) da não controlada (causas especiais). Diversos tipos de cartas de controle foram desenvolvidas tanto para analisar atributos quanto variáveis, entretanto todas estas cartas apresentam duas funções primárias:

- Para julgar e mostrar se um processo tem sido operado sob controle estatístico e para assinalar a presença de causas especiais de variação para as devidas ações corretivas.
- Para manter o estado de controle estatístico entendendo-se os limites de controle como base para decisões imediatas.

Para o uso de cartas de controle seguem-se as seguintes fases fundamentais: Coleta, Controle e Capacidade.

As cartas de controle estabelecem uma linguagem comum para as comunicações no desempenho do processo para distinguir as causas especiais das causas comuns. Dão indicação segura se os problemas devem ser corrigidos no local entre dois ou três grupos responsáveis pela operação deste processo, entre a linha de operação (time tecnológico) e a atividade de apoio (manutenção, controle de produção, engenharia de processo e qualidade) ou se requerem ação gerencial.

### **3.8.3 Cartas de controle por variáveis**

A Carta de Controle para variável conforme a Fig. 10, aplicada quando a informação ou característica de controle está relacionada com leituras extraídas do processo como: Temperatura, teor de carbono, alcalinidade, espessura, diâmetro, etc.

As finalidades são: Indicar os problemas que podem ser corrigidos no local ou que requer ações gerenciais; fornecer dados para análise do comportamento do nosso processo; ajudar as pessoas a trabalharem melhor; tornar as ações para correção mais racionais do que emocionais.

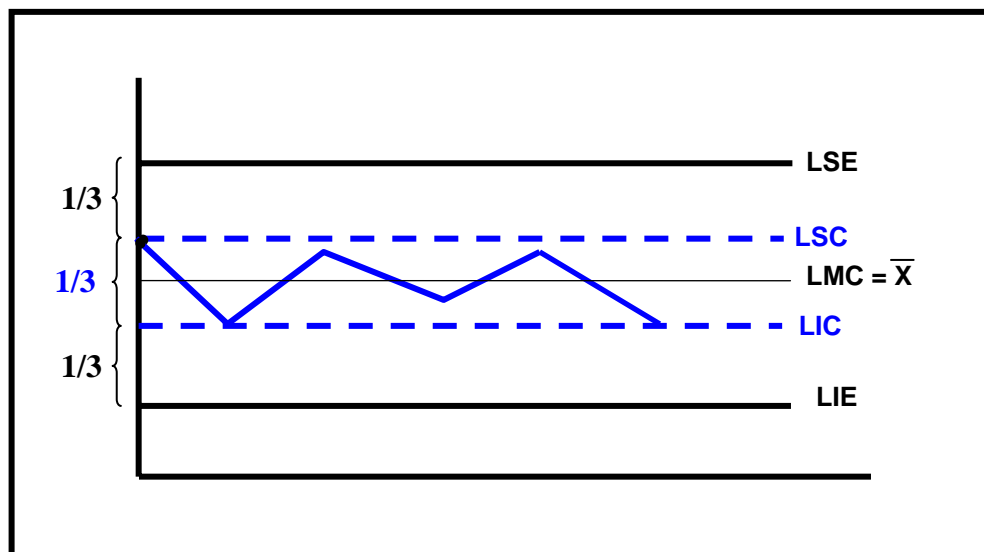


Figura 10 – Representação gráfica de cartas de controle para variáveis.  
Fonte: material literário utilizado para treinamento da FPT.

- LSC – Limite Superior de Controle
- LMC – Limite Médio de Controle
- LIC - Limite Inferior de Controle

#### 3.8.4 Os limites da carta de controle por variáveis

Os limites da carta de controle são:

- De especificação: são tolerâncias permitidas em desenho, as quais são fornecidas pelo Departamento de Engenharia.
- Limites de Controle: são obtidos a partir dos dados coletados no processo. Indicam se o mesmo está sob controle estatístico, e, se apresenta apenas variação aleatória.

Usa-se para monitoramento do processo, o Diário de Bordo (administrativo ou produtivo) que é uma ferramenta tão importante quanto à carta de controle, pois é nele que se registra toda e qualquer modificação que ocorre no processo como matéria prima, mão-de-obra, meio ambiente, equipamentos e métodos.

O correto preenchimento tem como finalidade facilitar o entendimento das possíveis causas que possam ocorrer durante o trabalho.

Nele devem ser lançadas todas as causas de paradas que possam ocorrer no equipamento (meio de trabalho), seja por indicação da carta na evolução gráfica, por iniciativa de operador e ou de terceiros.

O usuário direto, que é o operador, tem que anotar todas as causas de paradas e ou alterações no Diário de Bordo, assim como as correções efetuadas para o processo voltar à normalidade.

### 3.8.5 Interpretação dos gráficos

Podem-se ter vários tipos de gráficos em um mesmo processo dependendo do seu comportamento e por isto, é necessário que o usuário saiba interpretá-lo para que tome as devidas providências no processo (caso necessário).

Geralmente nas indústrias automobilísticas os funcionários são treinados tanto para calcular, como para interpretar os gráficos.

#### 3.8.5.1 Gráfico do processo sob controle

De acordo com a Fig. 11, o processo estará sob controle quando todos os pontos estiverem em torno da linha média, dois terços dos pontos plotados estiverem contidos em um terço central dos limites de controle.

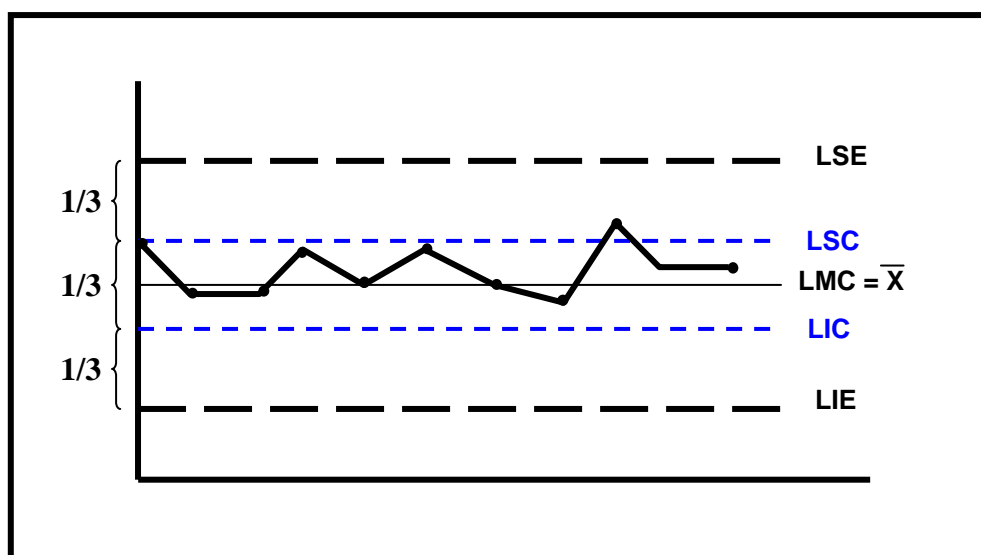


Figura 11 – Representação gráfica do processo sob controle.  
Fonte: material literário utilizado para treinamento da FPT.

#### 3.8.5.2 Gráfico do processo fora de controle

Conforme Fig.12, quando os pontos estiverem acima ou abaixo dos limites de controle, correções devem ser efetuadas e as peças produzidas devem ser

selecionadas 100%.

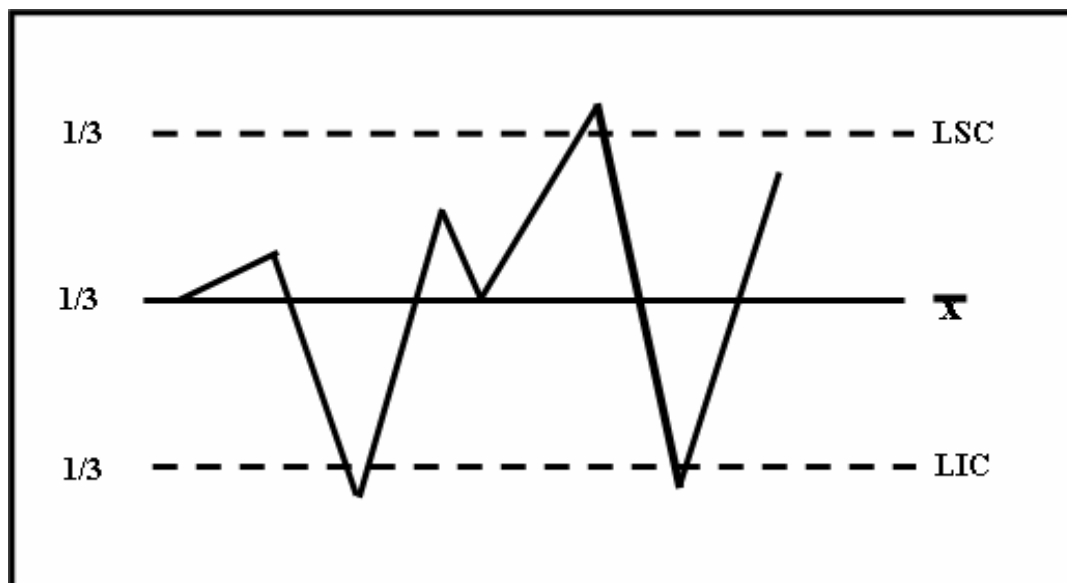


Figura 12 – Representação gráfica do processo fora do controle.  
Fonte: Material literário utilizado para treinamento da FPT.

Tal situação pode ocorrer quando:

- Operador Fora de Controle (sem treinamento).
- Extrapola a vida útil da ferramenta.
- Faz controle intermediário.
- Não limpa o local de acoplamento da ferramenta.
- Altera o tempo das máquinas.
- Não comunica os problemas da máquina aos responsáveis deixando-os acumular.
- Não faz o “azeramento” do calibre corretamente.
- Esquece do controle visual.
- Não faz as anotações das intervenções no Diário de Bordo.

### 3.8.6 Controle por atributos

É utilizada onde não temos aparelhos que nos forneçam valores dimensionais.

As situações que assim ocorrerem, são chamadas atributivas, ou seja, atribuímos um padrão de aceitabilidade ao produto, e os classificamos como bom ou ruim para seqüência da operação.



É importante que esse padrão seja estabelecido em comum acordo entre o cliente e o fornecedor, para que não haja distorções conceituais e, por via de consequência, análises confusas pelos operadores de produção.

No controle por atributos a presença de um defeito leva a classificar a peça como defeituosa sem levar em consideração a dimensão do defeito.

O controle por atributos é empregado nas seguintes situações:

- Impossibilidade de efetuar medições.
- Processo de medição muito demorado.
- Elevado número de características a controlar.

Atualmente o CEP é um importante instrumento contra as variações de processo, pois trabalha preventivamente ao invés de detecção de defeitos ou problemas evitando seleção no final do processo produtivo.

### **3.9 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 Ishikawa”.

De acordo com Imai (1986), “o 5S é uma metodologia utilizada para melhorar a organização do ambiente de trabalho, graças à mudança de atitude das pessoas ao seguirem os 5S recomendados pelo programa”.

Ainda de acordo Imai (1986), “o 5S pode tornar os processos mais eficientes e melhora o bem estar do trabalhador. Sua principal contribuição é a redução do desperdício de materiais, de tempo e de espaço.”

O princípio ou conceito dos 5S é ensinado no Japão pelos pais aos filhos quando ainda na tenra idade, passando por toda a fase escolar, alcançando sua fase adulta e acompanhando o homem quando na execução do seu trabalho dentro das organizações. Este conceitos sustentam e dão apoio ao projeto de qualidade utilizado pelas empresas japonesas.

Portanto, o 5S não é um programa temporário, com início meio, e fim. Mudar com o programa, implica em última análise, promover o senso de autodisciplina.

Essa mudança deve começar pelo desenvolvimento de novos hábitos, inicialmente centrados em aspectos físicos, como é o caso dos sentidos de: utilização, ordenação e limpeza.

Proseguir com determinação no trabalho de manutenção desses hábitos e evoluir para o desenvolvimento do senso de saúde, em seguida 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.

O maior objetivo do 5S`s é servir como um instrumento de crescimento do ser humano, voltado ao bem estar do indivíduo, da comunidade e das organizações podendo ser aplicado em qualquer circunstância, o nome deste sistema vem de 5 palavras japonesas iniciadas com a letra S:

1. *SEIRI* – Senso de utilização (**simplificação**);
2. *SEITON* – Senso de ordenação (**ordem**);
3. *SEISO* – Senso de **limpeza**;
4. *SEIKETSU* – Senso de **saúde**;
5. *SHITSUKE* – Senso de autodisciplina (**disciplina**).

Praticando o 1º S, *SEIRI*: senso de utilização (simplificação). Este senso significa manter no local de trabalho apenas o que realmente necessita e usa, sendo assim, devem-se pesquisar as condições e a frequência de uso de todos os materiais existentes no posto de trabalho.

Praticando o 2º S, *SEITON*: senso de ordenação, consiste em arrumar os itens de forma funcional, definindo um novo *layout* que possibilite acessar e localizar de forma fácil, materiais, ferramentas e objetos.

Praticando o 3º S, *SEISO*: senso de limpeza, significa retirar a sujeira, fazendo-se uma limpeza fina que possibilite uma pesquisa em busca de identificar as fontes de origem da sujeira, se não for possível eliminá-las deve-se isolá-las. A essência da limpeza é o cuidado e a inspeção, para manter na melhor condição possível os compartimentos e equipamentos.

Praticando 4º S, *SEIKETSU*: senso de saúde, a prática dos 3S`s anteriores promove um forte impacto na organização. O novo ambiente de trabalho gera um clima propício à melhoria da qualidade e produtividade, proporcionando uma maior identificação dos empregados com a empresa. As melhorias implantadas são perpetuadas com a padronização.

Praticar o 5º S, *SHITSUKE*: senso de autodisciplina, disciplina é uma característica pessoal, difícil de se quantificar, por isso talvez este “S” seja o mais difícil para cumprir para algumas pessoas, exige uma postura pró-ativa, comprometida.

Algumas empresas adotam “Semanas Temáticas” para implantação dos 5S`s e mensalmente faz-se uma auditoria para avaliar todos os “cantos” da fábrica, identificando com “S`s” conforme categoria merecida.

Neste capítulo foram mostradas as ferramentas e métodos de aplicação normalmente utilizados pelas empresas na implementação de sistemas *Lean*. No próximo capítulo será apresentado o estudo de caso com a indicação detalhada das ferramentas e métodos de trabalho para atingir os objetivos propostos do projeto.

## CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

### 5.1 Conclusões

A FIAT POWERTRAIN TECHNOLOGIES, seguindo a sua tradição de empresa de “tecnologia de ponta”, pode certamente esperar que o estímulo para melhoria contínua tão bem apregoada pelos princípios do *Kaizen*, continue a nortear os valores comportamentais em busca cada vez mais das eliminações de todos os desperdícios que possam surgir a todos os momentos.

O processo envolvido teve a oportunidade de explorar os conceitos e confirmar a validade da metodologia de implementação de algumas ferramentas do *Lean Manufacturing*, obtendo resultados consistentes e extremamente positivos.

Sob o enfoque acadêmico, o desenvolvimento de estudos relacionados à aplicação da Manufatura Enxuta, tem de um modo geral grande influência sobre a produção bibliográfica que atualmente está surgindo no mercado, abordando e difundindo não somente pelo conteúdo do campo teórico como o prático e também pelo interesse que os profissionais e simpatizantes das diversas áreas tem demonstrado pelo assunto.

Tratando-se de evidenciar as melhorias obtidas resumidamente mostradas no “QUADRO 9 – Avaliação dos resultados obtidos” do capítulo anterior onde: o volume de peças que giravam indiscriminadamente entre as operações do processo produtivo, após a implementação do trabalho, foi reduzido em 87% e posicionado principalmente após as operações que são as restrições do fluxo, a área ocupada pelos equipamentos diminuiu em 13% e houve um ganho na redução do percurso das peças no processo de 89 metros o que representa uma redução de 40%.

Um ganho importante foi nas características qualitativas do produto, este ganho implica na eliminação de peças refugos e para retrabalhar que existiam após a op. 20 New Britain o que automaticamente elimina a possibilidade da necessidade de estoque para balancear com as peças “descartadas”.

O que fez mesmo o time crescer foram os resultados após as implementações dos *Kaizens* e o TPM na TMBEVU, viu-se que a cada hora produzida, ganhava-se 10 peças perfazendo um total mensal de aproximadamente 4400 peças além da situação anterior, o equipamento ganhou robustez e

credibilidade, sem esquecer do ganho incomensurável de cultura e disciplina de todos os envolvidos.

A mobilidade para outras áreas da mão-de-obra reduzida correspondente a 22% foi uma feliz casualidade, pois estes funcionários são os difusores das ferramentas para os seus novos colegas.

O ganho de 34% na redução do *Lead time* foi muito significativo se comparado com os resultados que normalmente se esperam nas melhorias dos processos os quais não se aplicam as ferramentas do *Lean*.

As estratégias e os princípios de manufatura enxuta foram totalmente enraizados na alta direção, a ponto de se colocar no “BPD 2008” a difusão das ferramentas em várias áreas produtivas, onde os seus *layouts* serão organizados conforme conceitos *Lean*, evidenciando no quadro de “Gestão à Vista” mais um tópico a ter muita atenção – “LOGÍSTICA” conforme Fig. 35 e 36 quadro BPD, antes do *Lean*.

Procurou-se também evidenciar neste trabalho o reconhecimento do Sistema *Lean* como uma valiosa e estratégica ferramenta pelo aumento da competitividade da FPT a nível mundial, o que será efetivamente obtido após a disseminação em toda a fábrica do “Pensamento Enxuto”.

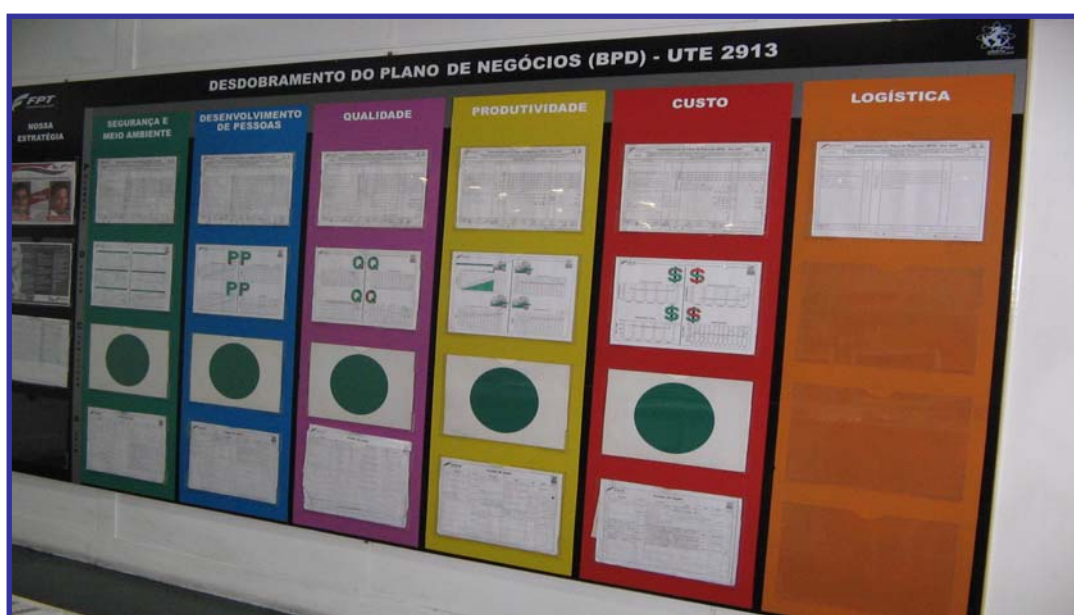


Figura 35 – Quadro de Gestão à vista (atual) com a inclusão logística  
Fonte: Autor.

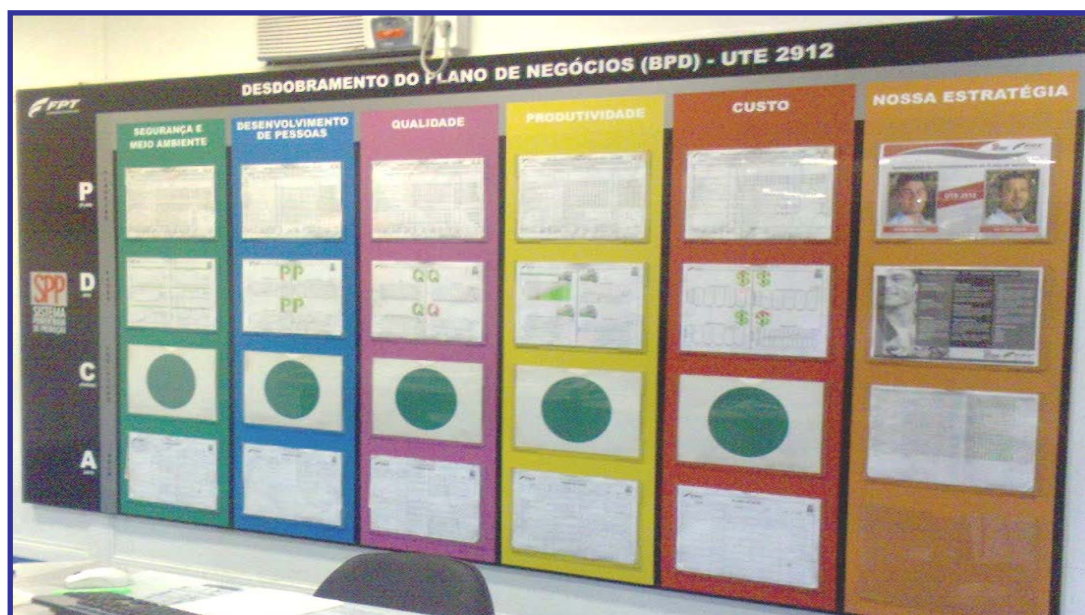


Figura 36 – Quadro de Gestão à vista (anterior) sem a inclusão do *Lean*.  
Fonte: Autor.

## 5.2 Sugestões para trabalhos futuros

Recomenda-se o trabalho à todas as áreas produtivas da organização inclusive à outros sites do grupo, uma vez avaliados os ganhos potenciais com a aplicação das ferramentas *Lean* conforme demonstrado.

Aqui se analisa apenas a parte inicial do processo de manufatura que é a usinagem da caixa do diferencial, existe uma grande chance em ser estendida a sua aplicação inclusive para a linha de montagem da transmissão.

São evidentes os potenciais de ganhos em custos industriais devido à implementação das ferramentas na manufatura com uma reação direta na produtividade de todas as áreas suportes principalmente na logística dos processos que integram o fluxo, no dimensionamento da mão-de-obra direta e o perfil das máquinas e equipamentos a serem adquiridos baseados nos conceitos do “Lean Manufacturing”.

Finalizando, é interessante a realização de novos **trabalhos acadêmicos** para análise e estudo das tendências em termos de **Gestão Avançada de Manufatura**. Poderá surgir, então, a oportunidade de descobrir o que virá a ser a **Sucessora da Manufatura Enxuta**.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLOU, R.H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. Tradução Raul Rubenich, 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 271 p.
- BOWERSOX, D.; CLOSS, D.: **Logística empresarial: o processo de integração do processo de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2001, p.249.
- BUSS, M.: Material da aula de Gerenciamento de Estoques, 21 de Março de 2007, Aprendendo a partir da História. (notas de aula)
- CAMPOS, Vicente F. **Gerenciamento pelas diretrizes**. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, E.E.U.F.M.G., 1996.
- CHINONE, K. TPM – (Total Productive Maintenance) -10º Curso Internacional de Instrutores TPM JIPM & IMC. São Paulo, 2006 (Materiais literários da Fiat Powertrain Technologies).
- CORREA H.: **Planejamento, programação e controle de produção**: base para SAP BAAN4, ORACLE Applications e outros softwares integrados de gestão, São Paulo: Atlas, 2001, p.67.
- CORRÊA, Henrique Luiz. **Administração de produção e operações**: manufatura e serviços; uma abordagem estratégica. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- DEMING, W. E. **Qualidade: A Revolução da Administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.
- FERRO J. R. Pense *Lean* ao Expandir os Seus Conhecimentos. **Lean Institute** 27.07.2007.
- FIAT GROUP – WORLD CLASS MANUFACTURING; “**Métodos e Instrumentos para o Fiat Auto Production System**”. 2006.
- FPT. **Gestão da Qualidade Total, ferramentas da Qualidade**, 1997: Material literário utilizado para treinamento dos funcionários.
- GESTETTNER, S.; KUHN, H. (1996). *Analysis of production control systems kanban and CONWIP*. **International Journal of Production Research**, v.34, n.11, p.3253-3273.
- GIL, A.C.. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- IMAI Masaaki, **A melhoria continua através do Kaizen**. 1996.
- IMAI Masaaki. **Estratégias e técnicas do Kaizen no Piso de Fábrica**. 1996.
- ISHIKAWA, Kaoru. TQC, Total Quality Control: **Estratégia e Administração da Qualidade**. São Paulo: IMC, 1986.

JONES, Daniel T. Seeing the Hole material de apresentação do *Lean Manufacturing* 2001.

NAKATA, Kenji. **5S TECHNIQUE**". Material literário utilizado para treinamento dos funcionários da FPT. 1985.

KRAFCEK, J.F. **Triumph of the Lean production system Sloan Management**. Review 1988.

*Lean Institute*, Edição de Fevereiro de 2005. Impresso.

LUNA, M.: **Gestão Integrada de Marketing e Logística**. 18 de Junho de 2007. (notas de aula)

Manual do WCM (*World Class Manufacturing*) do Grupo Fiat "Métodos e Instrumentos para o Fiat Auto production System".

MARTINS, PETRONIO G; LAUGENI, FERNANDO P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 1999.

OHNO, Taichi. O Sistema Toyota de Produção. **14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**, Porto Alegre: Bookman, 2005, Material literário utilizado para treinamento dos funcionários da FPT.

OHNO, Taichi. O Sistema Toyota de Produção. **Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

Pesquisas no material literário da FIAT Automóveis "Ferramentas da Qualidade" da Gestão da Qualidade Total (out, 1997).

PLENERT, Gerhard J. **Three Differing Concepts of JIT**. Production and inventory management Journal, second Quarter, 1990.

SCHARFF, Steven. **"More than a public service, a worldwide treasure!"**. 2007.

SHEWHART, Walter. **Controle Estatístico de Processo (1986)**. Material literário utilizado para treinamento dos funcionários da FPT.

SHIGEO Shingo. **Poka Yoke**. Material literário utilizado para treinamento dos funcionários da FPT, 1996.

SHINOHARA, Isao. **New Production System: JIT Crossing Industry Boundaries** productivity Press, 1988.

SILVA, E. L., MUSZKAT, E., **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 2001, UFSC/PPGEP/LED.

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura**. São Paulo: Atlas, 1993.

SLACK, N; CHAMBERS, S; HARLAND, C; HARRISON, A; JOHNSTON, R.- **Administração da Produção**". São Paulo: Atlas, 1997.

TAHAN, Malba. **Os melhores contos: "o tesouro de Bresa"**. São Paulo. Ed.



Record., 2002, p. 43-49.

THIOLLENT, M. **A Pesquisa-Ação nas Organizações**. São Paulo: Atlas, 1997 pg.14.

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

VIGNA, C. M.; WEINSTOCK, M., 1997. Estudo de caso sobre Motivações para adoção da estratégia de produção Build to Order. (artigo)

WANKE P.: **Gestão de Estoques da cadeia de Suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2003. (Coleção coppead de Administração) (p.107).

WOMACK, James P.. Jones, Daniel T. **A Mentalidade Enxutas nas Empresas**. 7ª ed., Rio de Janeiro: Campus,1998.

WOMACK,J.P.;JONES, D.T.;ROOS,D.A **Máquina que Mudou o Mundo**. São Paulo: Editora Campus, 1992.