

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**Implementação da Manufatura Enxuta em
uma Empresa do Setor Automotivo, Aplicando
de Forma Integrada Suas Principais
Ferramentas.**

Autor: Fausto Ferreira dos Santos Neto
Orientador: Prof. Dr. Paulo Corrêa Lima

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO**

**Implementação da Manufatura Enxuta em
uma Empresa do Setor Automotivo, Aplicando
de Forma Integrada Suas Principais
Ferramentas.**

Autor: Fausto Ferreira dos Santos Neto
Orientador: Prof. Dr. Paulo Lima

Curso: Engenharia Mecânica-Mestrado Profissional
Área de Concentração: Gestão Estratégica de Manufatura

Trabalho Final de Mestrado Profissional apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Mestre Profissional em Engenharia Mecânica/ Gestão Estratégica de Manufatura.

Campinas, 2006.
SP – Brasil

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

Sa59i Santos Neto, Fausto Ferreira dos
Implementação da manufatura enxuta em uma
empresa do setor automotivo, aplicando de forma
integrada suas principais ferramentas / Fausto Ferreira
dos Santos Neto. --Campinas, SP: [s.n.], 2006.

Orientador: Paulo Corrêa Lima.
Dissertação (mestrado profissional) - Universidade
Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia
Mecânica.

1. Fluxo de valor. 2. Planejamento de produção. 3.
Reengenharia (Administração). 4. Just-in-time. 5.
Produtividade industrial. I. Lima, Paulo Corrêa. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Mecânica. III. Título.

Titulo em Inglês: Implementation of lean manufacturing in an automotive
industry, applying of the integration your principal tools lean.

Palavras-chave em Inglês: Manufacturing, Value stream mapping, Standardized
work, Continuous flow, Pull system.

Área de concentração: Gestão Estratégica de Manufatura

Titulação: Mestre em Engenharia Mecânica

Banca examinadora: Miquel Juan Basic e Dário Alliprandini.

Data da defesa: 24/02/2006

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Mecânica

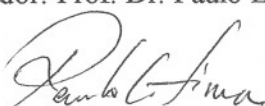
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO

Trabalho Final de Mestrado Profissional

Implementação da Manufatura Enxuta
em uma Empresa do Setor Automotivo,
Aplicando de Forma Integrada Suas
Principais Ferramentas.

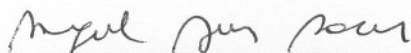
Autor: Fausto Ferreira dos Santos Neto

Orientador: Prof. Dr. Paulo Lima



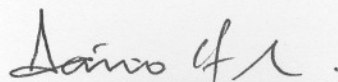
Prof. Dr. Paulo Corrêa Lima, Presidente.

Faculdade de Engenharia Mecânica – Universidade Estadual de Campinas



Prof. Dr. Miquel Juan Bacic

Faculdade de Engenharia Mecânica – Universidade Estadual de Campinas



Prof. Dr. Dário Alliprandini

Departamento de Engenharia Produção – Universidade Federal de São Carlos

Campinas, 24 de Fevereiro de 2006.

Dedicatória

Dedico a minha turma de Mestrado e também aos meus companheiros de Empresa que sempre me ajudaram no estudo e na implementação da Manufatura Enxuta em nossa unidade.

A minha família pela compreensão das intermináveis horas de pesquisa e de trabalho.

Aos Professores do Mestrado Profissional da Unicamp em especial ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Lima pela dedicação e paciência.

Agradecimentos

Este trabalho não poderia ser terminado sem a ajuda de diversas pessoas às quais presto minha homenagem:

Aos meus pais pelo incentivo em todos os momentos da minha vida.

Ao meu orientador, que me mostrou os caminhos a serem seguidos.

A todos os professores e colegas do departamento, que ajudaram de forma direta e indireta na conclusão deste trabalho.

A minha família.

*“A mente que se abre a uma nova
idéia jamais voltara a ser do
seu tamanho original”*

Albert Einstein

Resumo

SANTOS NETO, Fausto Ferreira dos, *Implementação da Manufatura Enxuta em uma Empresa do Setor Automotivo, Aplicando de Forma Integrada Suas Principais Ferramentas*, Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2001. 100 p. Dissertação (Mestrado Profissional).

Atualmente, numa economia globalizada, a sobrevivência das Empresas depende de suas habilidades e flexibilidades de inovar e efetuar melhorias contínuas. Como resultado, as Empresas vem buscando incessantemente novas ferramentas de gerenciamento, que as direcionem para uma maior competitividade através da qualidade e produtividade. Este trabalho sugere um método para implementação de um Sistema de Manufatura Enxuta, numa empresa automobilística instalada no Brasil, que permita níveis mundiais de performance. Neste trabalho é feita uma revisão bibliográfica que engloba uma abordagem histórica do assunto e uma apresentação dos conceitos nos quais a Manufatura Enxuta está estruturado, além de ser apresentado um caso prático de implementação e abordagem gerencial, relatando seus estágios e os resultados obtidos. O que foi extremamente relevante é que esta implementação alcançou excelentes resultados, que foram obtidos sem investimentos em pessoal ou maquinários, mas apenas na no estudo e na implementação das ferramentas de manufatura enxuta Por fim, é feita uma análise relacionada a essa abordagem.

Palavras Chave

- Manufatura Enxuta, Mapa de Fluxo de Valor, Trabalho Padrão, Fluxo Contínuo, Sistema de Puxar.

Abstract

SANTOS NETO, Fausto Ferreira dos, *Implementation of Lean Manufacturing in an Automotive Industry, Applying of the Integration your Principal Tools*, Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2001. 100 p. Dissertação (Mestrado Profissional).

Nowadays, in the global economy, organizations survival depends on their capacity and flexibility to do continuous improvements, which take them to harder competitively through quality and productivity. This work suggest a method for implementation, a Lean Manufacturing System, in an automobilist company installed in Brazil, that allow the company to reach a best industrial performance. This job is a bibliographic revision that includes historic assumptions and presentation of concepts regarding lean manufacturing structure besides practice presentation and manager approach relating phases and results achieved. What was extremely relevant is that this implementation reached excellent results, which were obtained without investments in personal or machine, but only in the study or relocation of lay out and implementation of lean manufacturing tools. And the end it's done related analyses of total approach.

Key Words

- Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Standardized Work, Continuous Flow, Pull System.

Sumário

<i>Lista de Figuras</i>	<i>XII</i>
<i>Lista de Tabelas.....</i>	<i>XV</i>
<i>Nomenclatura.....</i>	<i>XVI</i>
<i>Capítulo 1 Introdução.....</i>	<i>1</i>
<i>1.1 - Objetivos.....</i>	<i>2</i>
<i>1.2 - Conteúdo do Trabalho.....</i>	<i>2</i>
<i>Capítulo 2 Revisão Bibliográfica.....</i>	<i>4</i>
<i>2.1- Contexto histórico</i>	<i>4</i>
<i>2.2- Ferramentas da Manufatura Enxuta.....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.1- 5S.....</i>	<i>7</i>
<i>2.2.1.1- SEIRI - Senso de Utilização:</i>	<i>7</i>
<i>2.2.1.2- SEITON - Senso de Ordenação:.....</i>	<i>8</i>
<i>2.2.1.3- SEISOU – Senso de Limpeza:.....</i>	<i>10</i>
<i>2.2.1.4- SEIKETSU – Senso de Saúde:</i>	<i>10</i>
<i>2.2.1.5- SHITSUKE – Senso de Autodisciplina:</i>	<i>12</i>
<i>2.2.2- Manutenção Produtiva Total.....</i>	<i>13</i>
<i>2.2.2.1- Manutenção Preventiva.....</i>	<i>14</i>
<i>2.2.2.2- Manutenção Preditiva</i>	<i>15</i>
<i>2.2.2.3- Manutenção Autônoma.....</i>	<i>15</i>
<i>2.2.3- Troca Rápida de Ferramenta</i>	<i>16</i>
<i>2.2.4- Sistemas à Prova de Erros</i>	<i>17</i>

2.2.5- Fluxo Contínuo.....	18
2.2.6- O Sistema Puxado.....	20
2.2.7- O Trabalho Padrão	21
2.2.8- O Mapeamento do Fluxo de Valor	22
2.3- Comentários sobre o capítulo	23
Capítulo 3 A Empresa e a Caracterização do Problema	24
3.1 – A Empresa.....	24
3.2- Balanced Score Card.....	28
3.3- Caracterização do Problema	29
3.3.1- Situação Inicial.....	29
3.3.2- O Fluxo de Informações	30
3.3.3 Informações do Cliente	31
3.3.4- Informações para os Fornecedores.....	32
3.3.5- A Demanda do Cliente (Comportamento).....	33
3.3.6- Programação da Produção	35
3.3.7- O Fluxo de Materiais.....	35
3.3.8- O Fluxo Interno	35
3.3.9- Os Fornecedores	38
3.3.10- O Operador Logístico.....	41
3.3.11- Indicadores de Desempenho.....	42
Capítulo 4 O Modelo de Implementação.....	44
4.1- Sistema Eaton de Manufatura Enxuta e a Utilização das Ferramentas	45
4.1.1- VSM (Value Stream Mapping - Mapeamento do Fluxo de Valor)	47
4.1.2- 5S.....	48
4.1.3- Trabalho Padrão	48
4.1.4- Manutenção Produtiva Total (TPM).....	49
4.1.5- Sistema a Prova de Erros	50
4.1.6- Redução do Tempo de Preparação de Máquina	51
4.1.7- Fluxo Contínuo.....	51
4.1.8- Sistema de Puxar	52

4.2- Guia do Sistema de Manufatura Enxuta (Eaton Lean System Guide): Radar Lean	53
Capítulo 5 A Implementação	55
5.1- Considerações	55
5.2- Mapeamento do Fluxo de Valor	56
5.3- 5S	59
5.4- Trabalho Padrão	60
5.5- TPM	63
5.6- Sistema a Prova de Erros	65
5.7- Redução de Tempo de Preparação de Máquina	66
5.8- Fluxo Contínuo	67
5.9- Sistema de Puxar	68
Capítulo 6 Os Resultados Obtidos	71
6.1- Evolução de Vendas	72
6.2- Participação no Mercado	73
6.3- Inventário	73
6.4- Entrega no Tempo Correto	74
6.5- Entrega no Prazo < 48 horas	75
6.6- Evolução da Redução do Refugo PPM (Partes por Milhão)	76
6.7- Evolução do Custo de Não Conformidade em Relação a Vendas	76
6.8- Evolução da Produtividade em Vendas Por Hora Trabalhada	77
6.9- Evolução das Notas da Manufatura Enxuta	78
Capítulo 7 Conclusão	79
Capítulo 8 Referências Bibliográficas	82
Anexo	85

Lista de Figuras

Figura 1 - Senso de Utilização - Etapa Inicial.....	8
Figura 2 - Casa da Toyota	14
Figura 3 - Leiaute funcional	19
Figura 4 – Semicélulas	19
Figura 5 - Célula.....	20
Figura 6 – Produtos Fabricados.....	27
Figura 7 – Mapa de Fluxo de Informações e Materiais.....	30
Figura 8 – Fluxo de Informações	31
Figura 9 – Efeito Chicote	33
Figura 10 – Demanda Semana a Semanado Mercado de Reposição	34
Figura 11 – Representação do Fluxo Necessário	36
Figura 12 – Carrinhos de Peças entre as Operações.....	37
Figura 13 – Foto de Caixa de Peças entre as Operações	37
Figura 14 – Logística de Entrega (Ano 2001).....	42
Figura 15 – Indicadores de Desempenho da Fabrica	42

Figura 16 – Indicadores de Desempenho da Fabrica	43
Figura 17 - Radar da Pontuação do Sistema Eaton de Manufatura Enxuta	54
Figura 18 – Mapeamento do Fluxo de Valor	57
Figura 19 – Mapeamento do Estado Futuro	57
Figura 20 – Cronograma de Implementação	58
Figura 21 – Premiação do Programa 5S.....	60
Figura 22 – Carta de Trabalho Padrão	61
Figura 23 – Balanceamento dos Operadores.....	62
Figura 24 – Evolução do OEE da Célula durante o ano de 2004.....	63
Figura 25 - Check List diário da Manutenção Autônoma.....	64
Figura 26 – Controle das Características Críticas	65
Figura 27– Evolução na Redução do tempo de Setup.....	67
Figura 28 - Leiaute do Fluxo de Materiais	69
Figura 29 - Planilha de Kanban com Fornecedor.....	70
Figura 30 – Evolução das Vendas da Empresa de 2000 a 2005.....	72
Figura 31 - Evolução da Participação do Mercado de Caminhões	73
Figura 32 - Evolução da Redução do Inventario em Dias.....	74
Figura 33 - Evolução da Entrega no Prazo Correto	75
Figura 34 - Evolução da Entrega no Prazo Menor que 48 Horas.....	75
Figura 35 - Evolução da Redução do Refugo PPM (Parte Por Milhão)	76

Figura 36 - Evolução do custo de não conformidade em relação a Vendas.....	77
Figura 37 - Evolução da Produtividade em Vendas por Hora Trabalhada.....	77
Figura 38 - Evolução das Notas da Manufatura Enxuta.....	78
Figura 39 - Radar Atualizado da Ultima Pontuação (2005).....	81

Lista de Tabelas

Tabela 1 – ABC de Itens Importados	40
Tabela 2- Planilha de Calculo do Kanban de entrega para o Aftermarkt.....	69
Tabela 3– Evolução das notas do Lean de 2001 a 2005 por Ferramentas	71
Tabela 4- Evolução dos Indicadores de 2000 a 2005	72

Nomenclatura

5S: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke

BSC: Balanced Score Card

CAD: Computer Aided Design

CAE: Computer Aided Engineering

CAM: Computer Aided Manufacturing

CNC: Computer Numeric Control

EBS: Eaton Business System

ELS: Eaton Lean System

ELC: Eaton Lean Council

JIT: Just-in-Time

KCC: Key Characteristic Control

MFV: Mapeamento do Fluxo de Valor

MKC: Manufacturing Key Control

MRP: Materials Requirement Planning

PCP: Planejamento e Controle de Produção

OEE: Overall Equipment Efficiency

OEM: Original Equipment Manufacture

OTED: One Touch Exchange of Dies

TPM: Total Productive Maintenance

TPS: Toyota Production System

VSM: Value Stream Mapping

SEME: Sistema Eaton de Manufatura Enxuta

WIP: Work In Process

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo mostramos como se deu início a Manufatura Enxuta, os objetivos do trabalho e o conteúdo do mesmo.

Competir é necessário e a evolução de diversas metodologias gerenciais que buscam a melhor maneira de fazê-lo pode ser observada ao longo da história. Nos dias atuais, uma empresa competitiva deve ser melhor que as concorrentes no que se refere a custo, qualidade. No Sistema Toyota a busca da competitividade tem-se dado através da flexibilidade, tempo de resposta agilidade ou confiabilidade. Ohno (1997) afirma que a identificação do desperdício é o caminho para a melhoria contínua do sistema.

Segundo Taiichi Ohno, desperdício é qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor. Assim sendo, identificar valor e combater metodicamente as atividades que não criam valor (desperdícios) se faz necessário àqueles que buscam ser competitivos. O Pensamento Enxuto, base do “Manufatura Enxuta”, é uma forma de enxergar o processo de produção com enfoque na eliminação de desperdícios (Womack e Jones, 1998). O Pensamento Enxuto é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz. A proposta é de se fazer cada vez mais com menos: menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço, e ao mesmo tempo, estar cada vez mais próximo do que os clientes desejam (Womack e Jones, 1998).

Além disso, o pensamento enxuto torna-se uma forma de transformar os desperdícios em valor, considerando que o valor somente pode ser definido pelo cliente final. Tais desperdícios (ou *muda*, em japonês), foram identificados por Taiichi Ohno, um dos executivos da Toyota mais preocupados em combatê-los e eliminá-los (Ohno 1997). Segundo Ohno, os desperdícios podem ser classificados entre: espera, superprodução, processamento desnecessário, transporte, movimentação, defeitos e inventário.

Para combater e eliminar os desperdícios podem ser identificadas algumas ferramentas da Manufatura Enxuta, reconhecidamente eficazes em fazê-lo.

Conhecer melhor cada uma das ferramentas e incorporar os conceitos da Manufatura Enxuta não só como um programa gerencial, mas sim como uma filosofia de vida. Apresentar os conceitos, mostrar um trabalho de implementação e conseqüentes resultados: é neste contexto que este trabalho se desenvolverá.

1.1 - Objetivos

O presente trabalho tem o intuito de atingir os seguintes objetivos:

Apresentar uma prática gerencial utilizada para garantir a melhoria contínua dos resultados através da aplicação das ferramentas da Manufatura Enxuta;

Descrever o trabalho de implementação das ferramentas em um caso prático;

Avaliar a validade da metodologia gerencial, que busca disseminar a filosofia da Manufatura Enxuta e promover mudança cultural, através de avaliações periódicas relacionadas à aplicação das ferramentas da Manufatura Enxuta. Como forma de melhorar seus resultados.

Este trabalho foi feito seguindo o guia ELS (*Eaton Lean System*) mais o BSC (*Balanced Score Card*).

1.2 - Conteúdo do Trabalho

No capítulo 2: É realizada uma Revisão da literatura a respeito de Manufatura Enxuta, assim como as tecnologias relacionadas a ela.

No capítulo 3: Mostra-se o Histórico da Empresa bem como seu ramo de atuação, produtos que ela fornece e o problema para implantação das 8 ferramentas da Manufatura Enxuta seguindo os critérios do ELS.

No capítulo 4: Faz-se uma introdução sobre o Sistema Eaton de Manufatura Enxuta. Demonstra-se que mesmo a Empresa utilizando-se de alguns conceitos de Manufatura Enxuta estava muito aquém do estado ideal que seria monitorado pela implementação do sistema de avaliação e corporativo (Sistema Eaton de Manufatura Enxuta).

Finalmente no capítulo 5: Mostra-se a implementação em cada ferramenta e seus desdobramentos.

No capítulo 6: Demonstra-se que realmente a aplicação do SEME (Sistema Eaton de Manufatura Enxuta) obteve realmente melhores resultados em várias áreas de atuação ligadas à manufatura e com as métricas do *Balanced Score Card*.

No capítulo 7: Fica evidente o ganho da Empresa com a implementação da Manufatura Enxuta.

Após uma abordagem do surgimento da Manufatura Enxuta os objetivos deste trabalho e de seu conteúdo. Vamos ao próximo capítulo realizar a revisão bibliográfica sobre o aparecimento do *Lean* e suas ferramentas.

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

Neste capítulo abordaremos O Sistema Toyota de Produção, ou Manufatura Enxuta, será apresentado de forma a mostrar em que contexto surgiu e quais são os princípios que fazem dele um grande diferencial competitivo para o sucesso das empresas. O interesse pelo *TPS* tornou-se mais crescente após a publicação do livro por Womack *et al* (1992) do livro “A Maquina que Mudou o Mundo” transformando-se em excelente consulta na industria automobilística.

2.1- Contexto histórico

Logo após o fim da segunda grande guerra, os japoneses iniciaram a produção de carros de passeio. A princípio, desejavam utilizar métodos da produção em massa, que haviam sido estudados por diversos administradores japoneses nos Estados Unidos. No entanto, a tentativa de produzir automóveis em larga escala esbarrou numa série de problemas: o mercado japonês era limitado e demandava diversos modelos diferentes de automóveis, sendo que para cada modelo não havia escala para produção em massa. A força de trabalho nativa do Japão se organizou formando sindicatos fortes que exigiam maiores garantias de emprego, conseguindo restringir bastante os direitos das empresas de demitir empregados, o que ocorre com frequência na produção em massa. Além disso, a economia do país, devastada pela guerra, não dispunha de recursos para realizar os altos investimentos necessários para a implantação do modelo de produção em massa. Devido a essas dificuldades, a Toyota, inicialmente, e a Nissan, posteriormente, criaram novos métodos de produção e administração, conseguindo, simultaneamente, produzir modelos em pequena escala e diminuindo os custos. O conjunto desses métodos foi denominado Sistema Toyota de Produção e suas principais características são

(ALTSHULLER, 1986; CUSUMANO, 1989; HAY, 1988; SCHONBERGER, 1984; WOMACK, 1992; WOOD, 1991):

- A força de trabalho passa a ser remunerada de acordo com o tempo de serviço e parte do salário é transformada em bônus vinculado à rentabilidade da companhia. Além disso, passa a existir um vínculo permanente entre empregado e empresa, pois o trabalhador passa a ter a garantia de emprego permanente e, em contrapartida, tem a remuneração reduzida em épocas de baixa rentabilidade da empresa;

- A linha de produção passa a funcionar em função da demanda real do mercado e não mais em função de previsões de mercado feitas por departamentos internos. Assim, só são produzidos os modelos para os quais há demanda.

- Os novos métodos de produção permitem grande flexibilidade da linha de montagem com reduzidos tempos de ajuste de máquinas e trocas de ferramentas.

- Os estoques são reduzidos praticamente a zero e os fornecedores passam a produzir e entregar na linha de montagem pequenos lotes de peças.

- O número de peças compradas de terceiros aumenta ao mesmo tempo em que o número de fornecedores diminui. A relação entre montadora e fornecedores passa a ser de parceria e em longo prazo.

- Os funcionários são conscientizados através de programas de treinamento e passam a buscar sempre a melhor qualidade, o que permite a diminuição do número de trabalhadores indiretos como supervisores e inspetores de qualidade e, ainda, elevar muito o nível de qualidade dos produtos, reduzindo os índices de refugos, de reclamações e de retrabalho.

- As engenharias de fábrica e de manufatura são incorporadas pela engenharia de produtos fazendo com que ferramentas, máquinas e processos de fabricação possam ser definidos e projetados em paralelo ao projeto do veículo, reduzindo o tempo total de projeto e desenvolvimento de um novo veículo;

- O objetivo principal da Produção Enxuta é o de atender às necessidades dos consumidores. Para isso, foram montados enormes bancos de dados sobre os consumidores

japoneses e americanos, seus lares e suas preferências de compras. Estas ferramentas não são usadas somente para controlar o processo, mas também para monitorá-lo, analisá-lo e otimizá-lo, podendo ser aplicadas para todas as características, máquinas, testes, calibradores e processos que possuem impacto na qualidade do produto ou na satisfação do cliente, seja ele interno ou externo.

2.2- Ferramentas da Manufatura Enxuta

A base da Manufatura Enxuta é o pensamento enxuto. O pensamento enxuto é uma forma de enxergar o processo de produção com enfoque na eliminação de desperdícios, além de ser uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz. Assim, é possível se fazer cada vez mais com menos: menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço, estando cada vez mais próximo do que os clientes desejam (Womack & Jones, 1998).

Além disso, o pensamento enxuto torna-se uma forma de transformar os desperdícios em valor, considerando que o valor somente pode ser definido pelo cliente final. Tais desperdícios (ou muda, em japonês), foram identificados por Taiichi Ohno, um dos executivos da Toyota mais preocupados em combatê-los e eliminá-los (Ohno, 1997).

As atividades na cadeia de valor podem ser classificadas em: atividades que agregam valor, atividades necessárias e desperdício no processo.

Atividades que agregam valor são aquelas que transformam matéria-prima e informações em peças ou produtos, pelos quais o cliente está disposto a pagar. Atividades necessárias são aquelas que precisam ser feitas, mas que não agregam valor. Desperdícios no processo são atividades que consomem recursos ou matérias-primas, mas não contribuem diretamente para o produto.

Ohno identificou sete desperdícios no processo: espera, superprodução, transporte, defeitos, inventário, movimentação e processamento desnecessário (Ohno, 1997).

Para combater os desperdícios, a manufatura enxuta é sustentada por 7 ferramentas de ação: 5S, Manutenção Produtiva Total (TPM), Redução de Setup, Fluxo Contínuo, Sistema de

Puxar (Kanban), Trabalho Padrão e Sistema à Prova de Erro (Poka Yoke). O sistema ainda conta uma ferramenta de Planejamento, que é o Mapeamento do Fluxo de Valor (Value Stream Map) (ELS-3.0, 2004).

A seguir, cada uma das ferramentas é explicada de forma detalhada.

2.2.1- 5S

A metodologia 5S é um conjunto de princípios e atividades que contribui para manter o alto desempenho em qualquer ambiente de trabalho. É um apoio essencial para a manufatura enxuta e para qualquer iniciativa de melhoria contínua.

A metodologia 5S surgiu formalmente no meio empresarial japonês no início da década de 50, com objetivo de melhorar as condições de trabalho das pessoas.

Esta ferramenta é composta de cinco palavras em japonês, que se iniciam com a letra “S” e que no Brasil foram procedidas pela palavra senso.

O 5S é uma metodologia fácil, de simples entendimento, onde as pessoas aprendem praticando. Ao mesmo tempo, é profundo, pois envolve transformações e desenvolvimento no ambiente físico e social da organização.

O objetivo principal da implantação da metodologia 5S é o aperfeiçoamento do comportamento das pessoas, envolvendo uma mudança de hábitos e atitudes, visando a melhora da qualidade de vida dos indivíduos.(ELS versão 3.0, 2004).

2.2.1.1- SEIRI - Senso de Utilização:

Fundamenta-se em manter no local de trabalho apenas o que você realmente precisa e usa, na quantidade certa; ou seja, utilizar os recursos disponíveis, com bom senso e equilíbrio, evitando ociosidades e carências. Baseando-se na classificação, seleção de utensílios, materiais e equipamentos adequados para cada trabalho ou atividade. Da análise de tudo que esta no local de trabalho, é preciso separar o necessário do que é desnecessário, verificando a utilidade de cada item, perguntando: AGREGA VALOR? É comum as organizações criarem frases curtas e claras para expressar esse conceito, eis algumas frases típicas utilizadas em cartazes.

- Mantenha somente o necessário no local de trabalho;
- Selecione somente o que você precisa;
- Combata o desperdício.

No sentido mais amplo, o senso de utilização abrange ainda outras dimensões. Assim, ter senso de utilização é preservar consigo apenas os sentimentos valiosos como a amizade, sinceridade, companheirismo, compreensão, descartando aqueles sentimentos negativos e criando atitudes positivas para fortalecer e ampliar a convivência, apenas com sentimentos valiosos. Os benefícios do senso de utilização são bastante perceptíveis como a liberação de espaços, reciclagem de recursos escassos, remanejamento de pessoas que não estejam sendo bem utilizadas; combate ao excesso de burocracia e diminuição de custos. A aplicação deste senso pode seguir o fluxograma da figura (Silva, 1992) adiante:

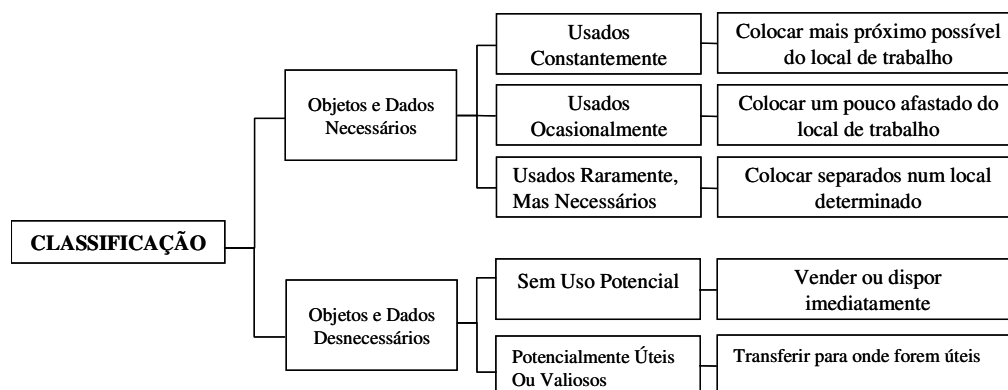


Figura 1 - Senso de Utilização - Etapa Inicial

Senso de Utilização: Uma vez feita à classificação, o critério de organização passa a ser a frequência de uso, o que denota os princípios do Senso de Ordenação.

2.2.1.2- SEITON - Senso de Ordenação:

A ordenação facilita a utilização, diminuindo o tempo de busca. A proximidade entre os dois sentidos é tal que não há uma linha divisória clara entre eles sendo que, no Japão, geralmente se faz referência ao Seiri/Seiton como constituindo um conceito unitário. A comunicação desse senso dentro das organizações é feita com algumas frases do tipo:

- Mantenha cada coisa no seu lugar;
- Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar;
- Deixe tudo à vista;
- Encontre em trinta segundos.

É preciso definir o arranjo físico da área de trabalho, padronizando nomes, guardando objetos semelhantes no mesmo lugar e usando rótulos e cores vivas para identificação, é necessário padronizar e criar referências visuais para que essa prática se torne um hábito, marcando o lugar exato de cada coisa, de forma inconfundível.

O que é usado constantemente deve ter fácil acesso, o que é usado ocasionalmente pode ser armazenado em arquivos e o que tem rara utilidade em depósitos (almoxarifados).

Na dimensão mais ampla, ter senso de ordenação é distribuir adequadamente o seu tempo dedicado ao trabalho, ao lazer, à família, aos amigos. É ainda não misturar suas preferências profissionais com as pessoais, ter postura coerente, serenidade nas suas decisões, valorizar e elogiar os atos bons, incentivar as pessoas e não somente criticá-las.

Alguns dos benefícios da prática desse senso são as economias de tempo; diminuição do cansaço físico por movimentação desnecessária; melhoria do fluxo de pessoas e materiais; rapidez na movimentação e resgate de pessoas em caso de emergência; diminuição do estresse por buscas mal sucedidas.

A prática desse senso pode ser realizada através da melhoria do layout de forma a facilitar o fluxo de atividades e pessoas; da identificação de todos os locais e recursos de forma bem visível; da disposição de todos os itens de acordo com a frequência de uso, por exemplo: colocar ao alcance da mão o que se usa toda hora, colocar próximo ao local de trabalho o que se usa todo dia; padronizar os termos importantes de uso comum na organização; usar rótulos e cores vivas para identificar os itens; guardar os objetos semelhantes no mesmo local; expor visualmente todos os pontos críticos (locais perigosos partes das máquinas que exigem atenção especial); e, finalmente, cuidar para que haja comunicação fácil e rápida.

2.2.1.3- SEISOU – Senso de Limpeza:

Ter senso de limpeza é eliminar a sujeira ou objetos estranhos para manter limpo o ambiente (parede, armário, teto, gaveta, estante, piso, etc), bem como manter dados e informações atualizados para garantir a correta tomada de decisões.

O mais importante neste conceito não é o ato de limpar, mas o ato de não sujar. Isso significa, que além de limpar é preciso identificar a fonte de sujeira e as respectivas causas, de modo a evitar que isto ocorra. É preciso dizer não a todo tipo de poluição, seja esta sonora, visual ou ambiental. Algumas frases típicas usadas para divulgar a idéia são:

- Jogue limpo;
- Mais importante do que limpar é não sujar;
- Ser limpo é estar limpo;
- Limpeza é educação.

No conceito amplo, ter senso de limpeza é procurar ser honesto ao expressar, ser transparente, sem segundas intenções com os amigos, com a família, com os subordinados, com os vizinhos, etc. Alguns dos benefícios da limpeza são os sentimentos de bem-estar nos empregados, sentimento de excelência transmitidos aos clientes; prevenção de acidentes, além da manutenção dos equipamentos. Desta maneira, para aplicar esse senso é possível realizar a definição de responsáveis por áreas e criando tabelas de rodízio; estabelecimento de horário definido para que todos façam suas limpezas durante períodos de cinco minutos; treinamento para os operadores para que sejam capazes de conhecer o equipamento que usam e estabelecer periodicidade para inspeções detalhadas durante a limpeza; distribuição ampla de recipientes de coleta de lixo e ainda, elaboração de listas de verificação dos pontos que mereçam atenção especial durante inspeção dos equipamentos.

2.2.1.4- SEIKETSU – Senso de Saúde:

No 5S, o senso de saúde refere-se ao estado atingido com a prática dos três S's anteriores, acrescidos de providências rotineiras e habituais em termos de higiene, segurança no trabalho e

saúde pessoal. Ter senso de saúde significa criar condições favoráveis à saúde física e mental, garantir um ambiente não agressivo e livre de agentes poluentes, manter boas condições sanitárias nas áreas comuns (lavatórios, banheiros, cozinha, restaurante, etc), zelar pela higiene pessoal, e cuidar para que as informações e comunicados sejam claros, de fácil leitura e compreensão. Significa ainda ter comportamento ético, promover um ambiente saudável nas relações interpessoais, sejam sociais, familiares ou profissionais, cultivando um clima de respeito mútuo, nas diversas relações. Algumas frases para transmitir a idéia poderiam ser:

- Mantenha um ambiente agradável e seguro;
- Esteja atento às condições de segurança e de saúde;
- Trabalhe seguro;
- Mantenha-se saudável.

Enquanto a prática dos três primeiros sentidos traz efeitos imediatos, o mesmo não ocorre com o senso de saúde, pois os seus resultados não são prontamente observáveis. Ao praticar os três sentidos, iniciou-se, de fato, a prática do senso de saúde. Portanto, não se deve ser ansioso pelos resultados desse senso. Excesso de materiais, má ordem e sujeira são reconhecidamente, causa de acidentes no trabalho e estresse. Combater essas causas já significa uma grande iniciativa para conservar a vida da empresa e dos empregados em boas condições.

Os benefícios relativos ao senso de saúde são evidentes por si mesmos, já que o objetivo é preservar a vida pelo seu valor intrínseco e, obviamente, para que o empregado possa transformar a sua energia física e mental em bens e serviços.

Para que seja possível implementar esse senso é necessário trabalhar pra manter e melhorar os sentidos de utilização, ordenação e limpeza; mapear e eliminar as situações inseguras; manter excelentes condições de higiene (banheiros, restaurantes); difundir material educativo sobre saúde em geral; incentivar a prática de esportes; e, por fim, estimular clima de confiança, amizade e solidariedade.

2.2.1.5- SHITSUKE – Senso de Autodisciplina:

Segundo Silva (1992), se fosse possível desenvolver nas pessoas apenas o senso de autodisciplina, não seria necessário fazer qualquer referência ao desenvolvimento dos outros sentidos, pois a pessoa autodisciplinada toma a iniciativa para fazer o que deve ser feito. Entretanto, a própria tecnologia de desenvolvimento da autodisciplina passa pela prática dos sentidos anteriores.

Ter senso de autodisciplina é desenvolver o ato de observar e seguir normas, regras, procedimentos, atividades, atender especificações, sejam elas escritas ou informais. Este hábito é resultado do exercício da força mental, moral e física.

Poderia ainda ser traduzido como desenvolver o “querer de fato”, “ter vontade de”, “se predispor a”. Ter este senso de autodisciplina é educar-se para a criatividade, e traçar metas e se dedicar ao máximo a fim de cumpri-las.

É preciso melhorar a comunicação em geral e mostrar interesse pelo melhoramento contínuo.

Ter senso de autodisciplina significa ainda, desenvolver o autocontrole, aprender sempre, ser justo e honesto, ter paciência, ser persistente na busca de seus sonhos, anseios e aspirações, respeitar o espaço e as vontades alheias.

Para divulgação, algumas comumente frases usadas são:

- Tome a iniciativa;
- Cumpra os padrões técnicos e éticos da organização;
- Pense por si mesmo;
- Pratique os 5S's;
- Melhore sempre.

O estímulo à autodisciplina pode ser conseguido com o compartilhamento de missão, visão e princípios fundamentais; educando-se para a criatividade; com uso de padrões simples; melhoria da comunicação em geral; atribuindo responsabilidades e dando autoridade; criando um clima de confiança, amizade e solidariedade; lançando desafios compatíveis com as habilidades; tendo paciência e perseverança na educação e treinamento.

2.2.2 Manutenção Produtiva Total

Em um sistema enxuto de produção a disponibilidade de máquina é fator de fundamental importância para a redução ou eliminação dos desperdícios presentes no fluxo de valor. Associado à disponibilidade das máquinas, podemos citar os desperdícios da espera, do estoque, qualidade e superprodução. Todos são decorrentes, de uma forma ou de outra, da falta de disponibilidade das máquinas. Assim, os sistemas de manutenção dos equipamentos ganham importância fundamental para a implementação com sucesso do Sistema Toyota de Produção em qualquer tipo de fábrica. Tanto é assim, que a Manutenção Produtiva Total é um dos elementos da base da casa do Sistema Toyota de Produção (Monden 1994), como mostra na figura 2.

As máquinas e equipamentos de uma instalação industrial sofrem um desgaste natural com o seu uso. Por isso é muito comum que as máquinas, depois de algum tempo de funcionamento, apresentem defeitos e falhas. E este tipo de ocorrência ocasiona a parada inesperada na operação, repercutindo de forma negativa na programação e controle da produção, já que para evitar maiores problemas de atendimento aos clientes, são criados estoques pulmão em posições onde eles não seriam necessários caso a máquina não apresentasse falhas inesperadas.

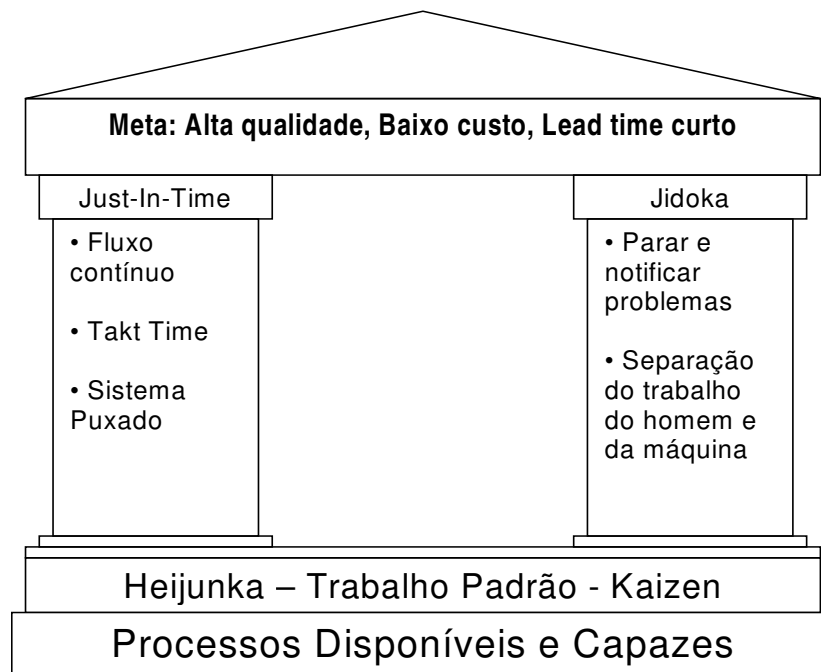


Figura 2 - Casa da Toyota

O que a TPM tenta fazer é que este tipo de parada, inesperada, não mais aconteça. Ou então, que aconteça com menor frequência. Para isso, o método padrão de manutenção, a manutenção corretiva, perde força. E ganham força os métodos de manutenção preventiva, manutenção preditiva e autônoma descrita a seguir:

2.2.2.1- Manutenção Preventiva

É o tipo de manutenção que ocorre antes mesmo de o problema ocorrer. Baseado no histórico de apresentação de falhas do equipamento, define-se a vida útil de alguns componentes, e estes são trocados antes mesmo de falhar. Deste modo, a equipe da fábrica pode se programar para fazer a parada para a troca do componente que está se aproximando do limite de sua vida útil. O problema deste tipo de estratégia é que os gastos com peças e componentes de reposição das máquinas são sempre maiores que os gastos do sistema de manutenção corretiva. Como os elementos são trocados antes de haver a falha, corre-se o risco de trocar um componente que ainda teria uma vida útil longa. Este método de manutenção previne contra as paradas inesperadas.

É aquela efetuada segundo critérios predefinidos com o intuito de diminuir a probabilidade de falha ou degradação de um produto ou equipamento que não podem ser detectadas antecipadamente ou se for imposta pelas exigências da produção ou segurança. A obedece a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo (Pinto, Xavier, 1998).

2.2.2.2- Manutenção Preditiva

Diferentemente da manutenção preventiva, esta estratégia de manutenção não recorre a dados históricos da vida do elemento, e sim a indícios físicos de que a vida útil dele chegou ao fim. Isso é possível com a utilização de estudos mais aprofundados de cada um dos elementos de desgaste das máquinas. Existem várias maneiras de controlar elementos de máquinas e prever quando a vida útil chegou ao fim. O controle de vibrações, de temperatura, e de ruído estão entre os mais comumente utilizados. A grande vantagem deste método para o método de manutenção preventiva é que as peças e elementos de desgaste são trocados somente quando existe a real necessidade. A vida útil da peça é mais bem aproveitada, e os custos com manutenção tendem a cair no longo prazo. A desvantagem é que os sistemas de controle geralmente custam mais caro que as peças de reposição que eles estão controlando. Os benefícios em curto prazo não compensam.

Efetuada somente quando um produto ou equipamento está precisando. Para isso, são realizadas medições a fim de avaliar as suas condições de operação e compará-las com os valores mínimos conhecidos, no qual, se estiver abaixo, falhas potenciais podem acontecer. O controle preditivo de manutenção permite determinar o melhor momento de executar a manutenção preventiva num equipamento, ou seja, o ponto a partir do qual a probabilidade do equipamento falhar assume valores indesejáveis (Tavares, 1996).

2.2.2.3 Manutenção Autônoma

O sistema de manutenção autônoma é realizado pelo próprio operador da máquina, que se torna o principal responsável pelo seu bom funcionamento (Kardec & Ribeiro, 2002). Listas de verificação de pontos críticos das máquinas são elaboradas, e a frequência com que esses itens devem ser inspecionados é definida e colocada junto às máquinas. Os operadores então verificam,

no início da jornada de trabalho, cada um dos itens da lista de verificação. Caso encontrem algum problema mais sério, a equipe de manutenção é acionada. Pequenos problemas são responsabilidade do próprio operador da máquina, que deve estar treinado para resolvê-los. Estudos comprovam que grande parte dos problemas de máquinas são causados por falta de lubrificação, ou lubrificação incorreta. Assim sendo, o primeiro passo de grande parte dos programas de manutenção autônoma é a elaboração de procedimentos de lubrificação e de controle do lubrificante. A grande vantagem deste tipo de estratégia de manutenção é o seu baixo custo e o seu elevado nível de benefício.

2.2.3- Troca Rápida de Ferramenta

A troca rápida de ferramenta é um outro item da base da casa do TPS, e embora não compartilhe o primeiro nível junto com o 5S e o TPM, é tão importante quanto os dois últimos para o combate ao desperdício presente no fluxo de valor.

A troca rápida de ferramenta é uma ferramenta que ganhou muita importância logo no início do processo de combate ao desperdício, iniciado depois da Segunda Guerra Mundial na Toyota. O sistema de troca rápida foi desenvolvido e implementado com muito sucesso na empresa japonesa por Shingo (1985), e é elemento chave para reduzir o tamanho dos lotes de produção, criar células de produção e aumentar produtividade. É ferramenta indispensável para as indústrias que, não podendo criar linhas de produção dedicadas a um único produto, necessitam compartilhar o mesmo recurso para diversas linhas de produtos diferentes.

Shingo (1985) propõe que as atividades de troca de ferramentas possam ser divididas em:

Atividades Internas: São todas as atividades componentes da troca de ferramentas que devem ser realizadas obrigatoriamente com a máquina fora de funcionamento. Como exemplo temos a troca das castanhas de um torno.

Atividades Externas: São todas as atividades componentes da troca de ferramentas que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento. Como exemplo temos a busca das castanhas do torno no armário de ferramentas da máquina.

Shingo (1985) também propõe uma metodologia para a redução do tempo de troca de ferramenta, que é, de forma simplificada, o seguinte:

Separação das Atividades Internas e Externas: Todas as atividades devem ser separadas de acordo com a possibilidade de serem realizadas com a máquina parada ou com a máquina em funcionamento. Atividades que exigem máquina parada são classificadas como internas. Atividades que não exigem máquina parada são classificadas como externas.

Redução do Tempo das Atividades Externas: As atividades externas podem ser realizadas com a máquina em funcionamento, portanto não há a necessidade do operador parar o trabalho para realizar esse tipo de operação. Uma outra pessoa pode auxiliar o operador da máquina neste momento. Enquanto as atividades externas estão sendo executadas pelo auxiliar, a máquina continua produzindo.

Transformação de Atividades Internas em Externas: Sempre que possível tentar transformar atividades internas em externas para que o tempo de trabalho da máquina seja maximizado, e o tempo de parada para o processo de troca de ferramenta seja minimizado.

Redução do Tempo das Atividades Internas: Depois de cumpridas todas as etapas anteriores, os esforços devem ser direcionados para a redução do tempo das atividades internas. Esta fase costuma ser a mais custosa, e em muitos casos ela não chega a ser implementada. A relação de custo benefício não favorece esta fase.

Seguindo esta metodologia, Shingo (1985) diz que a maioria das trocas de ferramentas pode ser realizada em menos de dez minutos. É o que foi batizado de ‘Troca de Ferramenta em 1 Dígito’ (*SMED, Single Minute Exchange of Dies*).

2.2.4- Sistemas à Prova de Erros

Os sistemas à prova de erros são mais conhecidos pelo seu nome em japonês “Poka Yoke”. Em geral são dispositivos simples e de baixo custo para utilização na linha de produção, durante o processo de fabricação, Shingo (1986).

A grande vantagem deste tipo de sistema é que cem por cento das peças são inspecionadas, sendo que isto já está embutido no processo (não é uma operação extra de

inspeção), e nenhuma peça com defeito passa à operação posterior. Com isso não se corre o risco de um erro causado logo na primeira etapa do processo seja descoberto apenas na montagem final, quando então todo o lote já estará comprometido.

2.2.5- Fluxo Contínuo

O fluxo contínuo significa produzir uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de um estágio do processo para o processo seguinte sem nenhuma parada e muitos outros desperdícios entre eles (Rother & Shook, 1998), tais como estoques intermediários, espera, superprodução, qualidade, movimentação e transporte.

O fluxo de materiais dentro da planta é geralmente determinado pela forma como as máquinas estão arranjadas e dispostas no chão de fábrica. E este tipo de arranjo das máquinas, chamado também de leiaute, é o principal fator de definição do fluxo de materiais, e por isso é necessário apresentar cada um deles nesta seção. São eles:

Funcional: Neste tipo de arranjo, as máquinas estão dispostas e agrupadas de acordo com sua função. Geralmente, cada uma das máquinas possui uma caçamba com peças esperando para serem trabalhadas, e outra caçamba com peças que já foram processadas. O fluxo de produção do produto não é sempre necessariamente o mesmo. E freqüentemente acontece que uma determinada operação pode ser realizada em qualquer das máquinas que formam o grupo funcional. Assim, muitas vezes temos que dois lotes do mesmo produto percorrem caminhos diferentes dentro da fábrica. Nota-se também, muitas vezes, que cada uma das máquinas possui um operador dedicado. Os conceitos de automação ainda não estão desenvolvidos. Este tipo de leiaute otimiza a ocupação das máquinas, gera mais estoques intermediários, aumenta o tempo de atravessamento, gera mais transporte e também maiores perdas por qualidade devido ao tamanho do lote. (Como mostra na figura 3)

Semi-Células: Este é o tipo de arranjo que precede a formação de células de produção. As máquinas não mais estão agrupadas de acordo com sua função, mas sim de acordo com a necessidade do produto, ou da família de produtos. Ainda continuam existindo os estoques intermediários, embora sejam reduzidos se comparados aos estoques produzidos pelo leiaute funcional. Da mesma forma o tempo de atravessamento e os problemas de qualidade também são

reduzidos, mas de forma não muito significativa. Temos ainda a necessidade de um operador dedicado a operar uma única máquina. (Como mostra na figura 4)

Células: As células de produção são arranjos que permitem a minimização do transporte de peças, de movimentação do operador e de problemas de qualidade. O arranjo é muito parecido com as semicélulas, mas os estoques intermediários deixam de existir, e as máquinas ficam mais próximas uma das outras. Geralmente é utilizada a formação em “U”, que minimiza a área física e a movimentação. Um único operador cuida de duas ou mais máquinas. O foco deixa de ser a otimização da máquina e passa a ser a otimização do homem. (Como mostra na figura 5)

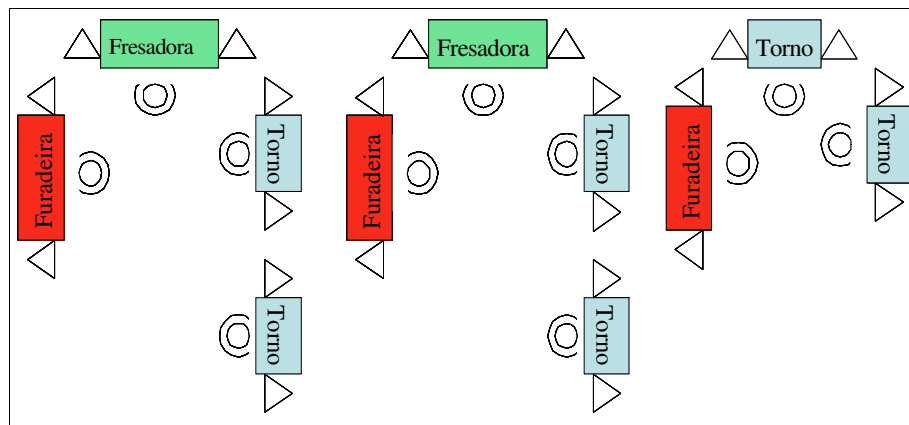


Figura 3 - Leiaute funcional

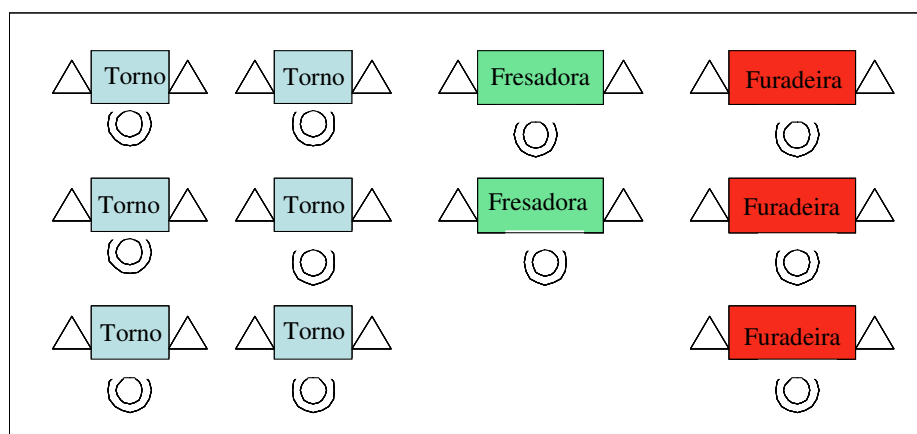


Figura 4 – Semicélulas

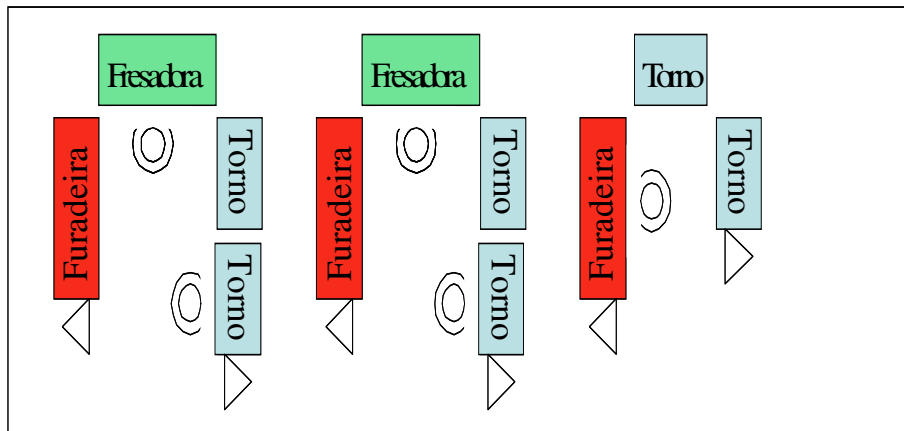


Figura 5 - Células

A linha de produção criada por Ford foi a primeira grande experiência da indústria com relação ao fluxo contínuo. O tempo necessário para que o minério de ferro se transformasse em aço, fosse conformado, montado, pintado e entregue em forma de automóvel em algum distribuidor Ford era de aproximadamente 4 dias.

A pergunta que imediatamente aparece é: “Porque atualmente a Ford não consegue produzir um carro em menos de 4 dias, se ela já o fazia há mais de 70 anos atrás?”. E a resposta é: Há setenta anos a Ford produzia apenas um modelo de carro, em uma única cor, sem opcionais.

De acordo com Rother e Shook (1998), fluxo contínuo significa produzir uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de um estágio do processo para o processo seguinte, sem nenhuma parada entre eles.

2.2.6- O Sistema Puxado

O sistema puxado é a ferramenta de maior exposição do TPS. Conhecido também pela palavra japonesa Kanban, o sistema puxado virou sinônimo de Manufatura Enxuta (Shingo 1985). Embora localizado no pilar do JIT, o sistema puxado necessita de base bem sólida, constituída através de outras ferramentas como mostrado na figura 2. A casa da Toyota.

São duas as formas principais de programação da produção:

Produção Empurrada: Otimiza a utilização da máquina. A teoria mais utilizada para controlar um sistema de produção empurrada é a Teoria das Restrições, TOC (Theory of Constraints). Criada e desenvolvida por Eliyahu Goldratt, (1990), a TOC controla e administra o chão de fábrica baseada nos gargalos do sistema produtivo. Os gargalos são, em geral, as máquinas mais lentas do processo de produção e que, por isso mesmo, não podem parar de produzir. Segundo Goldratt (1990), os tempos perdidos nos gargalos não se recuperam mais, e por isso eles devem receber atenção especial. Usualmente são criados estoques pulmão antes das máquinas gargalo para que elas não parem de produzir pela falta de peças provenientes dos processos anteriores em decorrência de quaisquer problemas. A utilização das máquinas é maximizada, mas o estoque em processo é grande. O sistema empurrado além de utilizar recursos financeiros elevados para manutenção dos estoques pulmão, também torna a programação da produção complicada e demorada demais.

Produção Puxada: Este sistema foi criado como alternativa para a redução dos desperdícios nas fábricas do Japão após a Segunda Guerra Mundial. O sistema de produção puxada utiliza os Kanbans para gerenciar visualmente a produção, facilitando em muito o trabalho de programação da fábrica. Além disso, o sistema também permite que a linha de produção trabalhe com os menores níveis possíveis de estoque, otimizando assim os recursos destinados à sua manutenção.

Monden apresenta, no seu livro Sistema Toyota de Produção (1983), uma série de equações para cálculo de quantidade de cartões. Estes cálculos são utilizados pela Toyota para o dimensionamento de seus supermercados.

2.2.7- O Trabalho Padrão

Os padrões de trabalho começaram a ser estudado mais seriamente por volta de 1850. Taylor (1970), apresenta os benefícios do estudo aprofundado do padrão de trabalho dos operários da época em relação aos ganhos de produtividade. E estes ganhos estavam intimamente ligados à capacidade física dos operadores, na adequação do posto de trabalho à condição física dos operadores (ergonomia), e na organização do ambiente de trabalho, Taylor.

Os japoneses padronizaram as operações de suas fábricas de maneira similar à que Taylor havia proposto mais de 50 anos antes, organizando o ambiente de trabalho, atendendo a requisitos de ergonomia e desenvolvendo e padronizando métodos de trabalho. Assim os japoneses ganharam produtividade, da mesma forma que Taylor havia feito anos antes nas fábricas dos Estados Unidos.

Atualmente o nível de detalhamento das operações para a elaboração do padrão de trabalho não é tão grande quanto Taylor propunha. Colabora para isso o fato de as fábricas não possuírem tantas operações manuais quanto havia naquele tempo. Além disso, o sistema de produção não permite que os operadores sejam especialistas em uma única operação. Com a elevação dos níveis de automação e o desenvolvimento das máquinas e equipamentos, os operadores realizam menos tarefas em maior quantidade de máquinas. Assim, a necessidade de detalhamento profundo da operação, e dos movimentos dos operadores mais especificamente, tornou-se menos relevante.

Por outro lado, o fato de um único operador operar várias máquinas simultaneamente e de geralmente haverem dois ou mais operadores controlando a mesma linha de produção fez com que a importância da padronização das atividades, muito mais que a padronização dos movimentos, ganhasse importância para o aumento da produtividade do sistema.

O desenvolvimento do padrão de trabalho tornou-se ferramenta de produtividade e melhoria no TPS. Assim, é este um dos pontos avaliados no Sistema de Produção Enxuta da empresa estudada.

A Toyota criou um conceito que é essencial para o nivelamento da produção e de como produzir em função da demanda de seu cliente. Este cálculo é chamado de Tempo Takt (Shingo, 1996), onde se divide o tempo disponível de um período pela demanda relativa ao mesmo período.

2.2.8- O Mapeamento do Fluxo de Valor

Mapear a cadeia de fluxo de valor, seguir todos os passos, que agreguem ou não valor, desde a matéria-prima até o produto acabado, representando os fluxos de material e de informação (Rother e Shook, 1998).

O Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) é uma ferramenta que tem por objetivo descrever operações, fluxos e processos de forma padronizada e universal, para que qualquer pessoa possa entender o fluxo de valor mesmo sem conhecer os processos e as operações da empresa.

Segundo Rother e Shook (1998), o *VSM* é utilizado para que o fluxo de valor possa ser enxergado e entendido como um todo. Não basta conhecer o processo, é preciso entender como os processos se relacionam, e como o sistema trabalha para atender as necessidades dos clientes. O *MFV* permite obter uma visão sistêmica do fluxo de valor, e conseqüentemente temos uma visão mais clara de onde estão localizados os desperdícios.

A ferramenta utiliza ícones padrão como forma de representação gráfica e de comunicação universal. Por representarem uma idéia completa, os ícones são uma excelente forma de comunicação entre os diferentes níveis de uma empresa, permitindo que todos, independentemente do nível educacional, possam entender e descrever o fluxo de valor de maneira rápida e eficiente.

2.3- Comentários sobre o capítulo

Neste capítulo abordamos o Sistema Toyota de Produção e as ferramentas de Manufatura Enxuta, no próximo capítulo abordaremos a Empresa a sua história e o estudo do seu problema.

Capítulo 3

A Empresa e a Caracterização do Problema

3.1 – A Empresa

Neste capítulo é apresentada Eaton LTDA. é sucessora de Equipamentos Clark LTDA., que era a única subsidiária em operação da Capco Automotive Products Corporation. Capco foi adquirida pela Eaton Corporation em Abril de 1996 e no mesmo ano a operação Eaton de Santo André foi incorporada pela Eaton LTDA., localizada em Valinhos, no Estado de São Paulo, Brasil. A Eaton Corporation foi fundada em 1911, e está sediada em Cleveland, Ohio, Estados Unidos, estando presente hoje, em 28 países, com 180 unidades de manufatura. Eaton Corporation é composta por cinco divisões que produzem uma grande variedade de produtos como: transmissões para caminhões, componentes para motores, equipamentos hidráulicos, distribuição e controle de energia, componente eletrônicos e uma ampla variedade de controles.

A Clark surgiu no Brasil em 1959, mas sua história começou a ser reescrita em 1996, quando passou a fazer parte da corporação Eaton.

Dentro deste contexto, a empresa estudada faz parte da divisão para Caminhões e tem duas unidades no Brasil: Valinhos, que foi estabelecida há mais de 40 anos e a nova unidade de Mogi Mirim, que é uma moderna fábrica, concebida dentro dos mais altos padrões de qualidade e tecnologia, tendo iniciado suas atividades efetivamente no ano de 1999.

Em Valinhos Eaton Ltda. – Divisão de Transmissões ocupa uma área de 346 mil metros quadrados, com cerca de 90 mil metros quadrados de área construída e conta com mais de dois e mil e quatrocentos funcionários.

Já as instalações da Eaton Ltda de Mogi Mirim – Divisão Transmissões e Embreagens ocupam uma área de 200 mil metros quadrados, com cerca de 19 mil metros quadrados de área construída e conta com mais de 850 funcionários.

Dentro dessa planta, a Divisão de Embreagens, pertence ao grupo de componentes para caminhões, ocupa uma área de 1.500 metros quadrados, assumindo todos os procedimentos ambientais aplicados às suas instalações.

No segmento automobilístico, a empresa possui uma variada linha de produtos, mas o enfoque principal está relacionado à fabricação de transmissões da mais alta qualidade bem como as respectivas peças para serviço de pós-venda. Seus produtos são comercializados principalmente no Mercosul e Estados Unidos. A companhia projeta, desenvolve, fabrica e vende transmissões mecânicas para automóveis e caminhões pequenos e leves. A companhia também fabrica e vende transmissões mecânicas para caminhões médios e pesados, veículos fora-de-estrada, transmissões para tratores agrícolas 4 x 4 e transmissões para equipamentos industriais e de construção, produzindo a partir dos projetos dos clientes.

A mais nova fábrica de Mogi Mirim está dividida em três unidades sendo estas componentes para transmissões corsa e celta, componentes para transmissões de caminhões Mercedes e Embreagens para caminhões médios e pesados Ford, Volkswagen e Volvo.

Além disso, a companhia mantém uma rede de contatos dentro da indústria automobilística e trabalha com seus clientes em todas as etapas da produção, incluindo projeto, desenvolvimento de componentes, garantia de qualidade, fabricação e entrega e ainda, a companhia tem uma forte e bem estabelecida reputação junto a seus clientes como fornecedora de produtos de alta qualidade a preços competitivos, pela pontualidade das entregas e pela confiabilidade dos serviços. Seus bem estabelecidos programas de garantia de qualidade têm sido reconhecidos através de muitos prêmios, incluindo-se diversos Certificados de Mérito da General Motors do Brasil, Classe a V.W, Volvo e Q1 da Ford. A imagem tem sido reforçada pelas certificações ISO 9001 e TS 16949 – 2002 e também a OHSAS 18001, ISO 14001.

A demanda de Transmissões mecânicas e Embreagens são geradas por dois segmentos de compradores, isto é, os fabricantes de veículos (OEMs) e os distribuidores de peças de serviço.

Investimentos significativos foram feitos nos últimos anos, e continuam sendo feitos no presente, para modernizar a fábrica com máquinas de tecnologia de ponta, tais como: centros flexíveis de usinagem Grob para fundidos, máquinas geradoras de dentes de controle numérico (CNC) Liebherr, tornos Mori Seiki, cortadoras de engrenagem Lorenz, acabadoras de dentes Gleason-Hurth, além de máquinas para torneamento duro combinadas com brunidoras, tornos com fusos duplos e máquinas de solda por feixes de elétrons.

Vale destacar que, a companhia também opera uma forjaria que lhe permite produzir aproximadamente 70% dos forjados com a tecnologia “near net shape” (quase acabado), reduzindo assim o desperdício de materiais e os tempos de fabricação. Na forjaria, a lista das máquinas mais importantes inclui prensas hidráulicas para forjamento frio, morno e quente e recaladoras de seis a quatro polegadas.

A maioria das matrizes é feita internamente, em máquinas de alta tecnologia tais como a máquinas de eletroerosão AGIE, coordenada SIP e Centro de Usinagem HASS, que também são usadas para o desenvolvimento de protótipos. A companhia dispõe também de uma completa unidade de tratamento térmico, uma das maiores do gênero da América do Sul. As salas de medições contam com máquinas de medição tridimensionais CNC – Zeiss e DEA. Além disso, estão disponíveis máquinas CNC para medição de engrenagem Hoefler.

Uma rede de microcomputadores opera com aplicativos CAE/CAD/CAM baseados nos princípios de engenharia simultânea. Isto tem permitido que a companhia desenvolva novos produtos em períodos de tempo significativamente curtos.

A filosofia da companhia ressalta o desenvolvimento de seus empregados, a preocupação com o meio ambiente e a qualidade de seus produtos. Assim a Eaton Ltda é reconhecida no mercado, sendo uma das melhores na fabricação de transmissões médias e pesadas a nível mundial.

A história da Divisão Embreagens no Brasil teve início por volta de 1996, quando a Eaton comprou a Divisão Embreagens da Dana Corporation, situada na cidade de Gravataí, RS. A Eaton assumiu a operação no Rio Grande do Sul já em 1996, e em 1998 começou a transferência da fábrica para dentro da unidade de Mogi Mirim, onde está instalada até hoje.

A empresa na qual será feito o estudo fornece embreagens e garfos de acionamento tanto para montadoras como para o mercado *Aftermarket* de caminhões leves, médios e pesados. Seus produtos incluem embreagens duplas ou simples, de mola diafragma ou helicoidal, com revestimento de disco tanto orgânico como cerâmico e garfos de acionamento (com ou sem roletes). Além desses produtos que chegam ao consumidor final, existe a produção de subconjuntos (cubos para os discos e caixa de mancal para os platôs).

As principais tecnologias utilizadas durante os processos de manufatura são usinagem de ferro fundido e montagem de componentes. Os processos de manufatura incluem: tornear, furar, rosquear, fresar, brochar, prensar e balancear.

As máquinas estão distribuídas em células de acordo com a similaridade entre os produtos. O fluxo dentro das células é contínuo. Dentro da corporação da qual faz parte (EATON), a unidade de embreagens localizada em Mogi Mirim, SP, é a que possui a melhor avaliação em relação a todas as outras unidades espalhadas pelo mundo no que se refere à Manufatura Enxuta.

A figura 6 mostra os produtos produzidos pela Eaton Divisão de Embreagens no Brasil.



Figura 6 – Produtos Fabricados

3.2- Balanced Score Card

As métricas e os indicadores do BSC têm relação direta com os objetivos e metas da empresa, e por esse motivo tem uma relação direta com os objetivos estratégicos da empresa, eles são considerados eficazes para direcionar os projetos de melhoria de atividades e de recursos.

Desta forma, quando os ótimos resultados são obtidos nos indicadores operacionais, o reflexo nos indicadores estratégicos da organização é imediato, fazendo do BSC a ferramenta para o controle e acompanhamento do projeto e do retorno frente aos recursos financeiros, operacionais e humanos investidos no desenvolvimento das melhorias.

Os indicadores do BSC estão voltados a quatro diferentes perspectivas do negócio (Kardec & Ribeiro, 2002), embora, segundo Kaplan & Norton (2002), elas devam ser uma referência, e não necessariamente uma regra fixa. Nada garante que estas quatro perspectivas básicas serão suficientes ou necessárias. Há casos de companhias que utilizaram apenas 3 das perspectivas, e há casos que foram utilizadas mais de 5. As quatro básicas são as seguintes:

- Financeira
- Mercado
- Processos Internos
- Aprendizado e Inovação

Não será focado qualquer destas quatro perspectivas em especial, pois foram selecionados apenas os indicadores que sofrem influência direta dos trabalhos de melhoria no chão de fábrica, independente do “grupo” ao qual pertençam.

Mas ainda que seja uma excelente ferramenta para acompanhamento e controle do projeto, o BSC se mostra um tanto falho em relação à definição e, principalmente, à prospecção de novas oportunidades de melhoria.

Para cobrir esta lacuna, o Mapeamento de Fluxo de Valor foi inserido na metodologia como o terceiro pilar, complementando a abrangência do ELS e do BSC.

3.3- Caracterização do Problema

No ano de 2001 a fábrica de Embreagens de Mogi Mirim, embora possuísse alguns conceitos de Manufatura Enxuta implementados, estava muito abaixo do ideal no que se refere à prática de forma madura da maneira enxuta de pensar e de agir. Isso se refletia negativamente de duas maneiras; a) na avaliação perante a Corporação quanto à aplicação das ferramentas de Manufatura Enxuta; e b) nos indicadores gerenciais de desempenho.

Antes de ser feita uma avaliação da correlação existente entre os dois problemas citados, cada um será abordado separadamente.

3.3.1- Situação Inicial

Tendo sido apresentada a metodologia adotada pela empresa para avaliar o desempenho das unidades de negócio em relação à aplicação das ferramentas de Manufatura Enxuta, esta seção irá apresentar de forma resumida a situação em que se encontrava a fábrica de embreagens, utilizando-se a ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor.

Serão abordados os fluxos de informação e materiais respectivamente, e ao final serão apresentados à metodologia de avaliação do projeto de manufatura enxuta, e os indicadores de desempenho utilizados para o acompanhamento e avaliação dos trabalhos.

O mapeamento do fluxo de valor de uma empresa pode ser realizado em diferentes níveis (Rother e Shook, 1998). São eles:

- Nível do Processo
- Planta Única (Nível Porta a Porta)
- Múltiplas Plantas
- Várias Empresas

Neste instante utilizamos o chamado nível '*porta a porta*'. Neste nível de mapeamento é possível enxergar o fluxo de valor de uma planta de forma geral e sem nos atermos muito aos detalhes de processo.

O mapeamento do estado atual é composto por duas partes: O fluxo de informações e o fluxo de materiais (Rother e Shook, 1998).

O fluxo de informações é desenhado na parte de cima do mapa, e mostra as informações fluindo do cliente para o fornecedor sempre da direita para a esquerda.

De forma oposta temos o fluxo de materiais que flui sempre na parte de baixo do mapa, da esquerda para a direita. Figura 7 (Rother & Shook).



Figura 7 – Mapa de Fluxo de Informações e Materiais

3.3.2- O Fluxo de Informações

Rother e Shook (1998) propõem que o cliente (ou processo cliente) deve estar sempre no canto superior direito do mapa de fluxo de valor, e que o mapeamento deve ser sempre realizado partindo inicialmente dele, o cliente, até o fornecedor.

Esta é uma estratégia utilizada para que durante todo o processo de mapeamento, o agente da mudança esteja entendendo o processo produtivo, e seu desempenho, em relação ao atendimento das necessidades do cliente. Mas esta estratégia comumente surte mais efeitos quando aplicada ao fluxo de materiais.

Por ser uma indústria fornecedora do primeiro nível de diversas montadoras, por ter uma quantidade pequena de modelos diferentes de produtos e por não produzir embreagens sob encomenda, a complexidade do fluxo de informações é bem reduzida.

Temos então o seguinte fluxo de informações (adaptado ROTHER & SHOOK) acontecendo na fábrica:

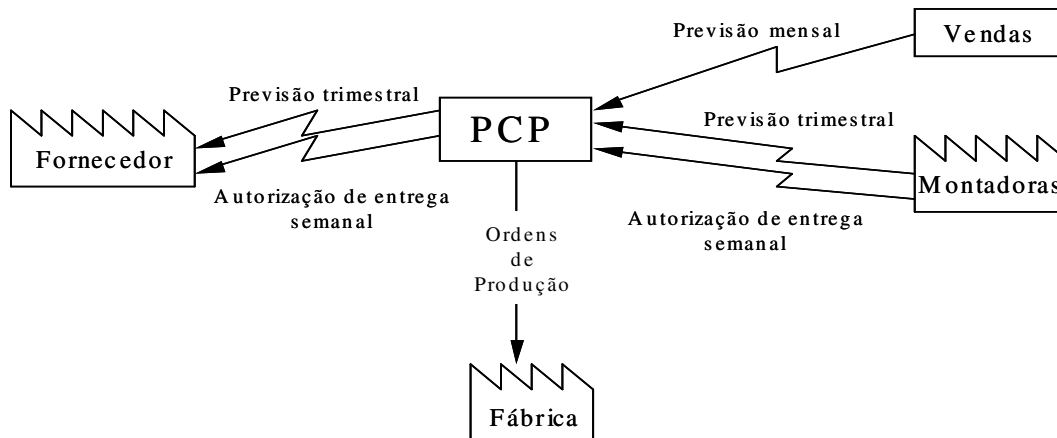


Figura 8 – Fluxo de Informações

3.3.3 Informações do Cliente

São três as informações sobre os clientes recebidas pela fábrica:

- *Previsão de demanda:* O cliente, baseado em análises de mercado e de vendas, elabora um documento com a quantidade de peças que ele espera consumir nos próximos 3 meses. Este documento é atualizado e enviado mensalmente ao fornecedor para que este possa gerenciar seu sistema produtivo da melhor forma possível para atender ao cliente.

- *Autorização de entrega:* É um documento que autoriza o fornecedor a enviar ao cliente uma certa quantidade de peças. Essa quantidade pode ser a prevista em '*Previsão de demanda*' ou não. Em nosso caso, frequentemente, a quantidade de peças discriminada em '*Autorização de entrega*' era a mesma da prevista em '*Previsão de vendas*'.

- *Previsão de vendas na reposição*: É um documento elaborado mensalmente pelo departamento de vendas da empresa onde, baseada no histórico de vendas passada e no comportamento atual do mercado, é feita uma previsão de vendas na reposição para o mês corrente. Este documento é enviado à fábrica no início do mês ou, eventualmente, alguns dias antes do final do mês.

No início do processo de mudança, a fábrica ainda baseava toda a sua programação de produção nas previsões de demanda das montadoras e na previsão de demanda do mercado de reposição. Mas dois problemas se apresentavam:

- Algumas vezes o programa da montadora sofria uma alteração, para mais ou para menos, de última hora. A '*Autorização de entrega*' não confirmava a '*Previsão de demanda*'.

- A '*Previsão de demanda da reposição*' geralmente indicava um número muito diferente em relação às vendas reais no mercado de reposição daquele mês. Neste caso também acontecia o erro tanto a mais quanto a menos do previsto.

Como consequência, programação e controle da produção era comumente comprometida, e o atendimento dos pedidos dos clientes no tempo estabelecido se tornava inviável.

3.3.4- Informações para os Fornecedores

A fábrica recebia previsões de demanda do mercado para realizar sua programação de produção e gerar a necessidade de compra de materiais. Assim também ocorria com os fornecedores. A cada três meses era repassada a eles uma previsão de demanda. A cada semana havia uma autorização de entrega.

Os mesmos problemas que a fábrica possuía quanto à falta de precisão das previsões, os fornecedores possuíam também. Mas de forma mais acentuada. Em geral, os fornecedores do início da cadeia de suprimentos sentem de forma mais significativa às variações de demanda que ocorrem no fim da cadeia. Este fenômeno é chamado de '*Efeito chicote*' da cadeia de suprimentos (Lee *et al.*, 1997), e já foi amplamente estudado.

Abaixo temos um exemplo do efeito chicote (Lee *et al.*) em uma pequena cadeia de suprimentos:

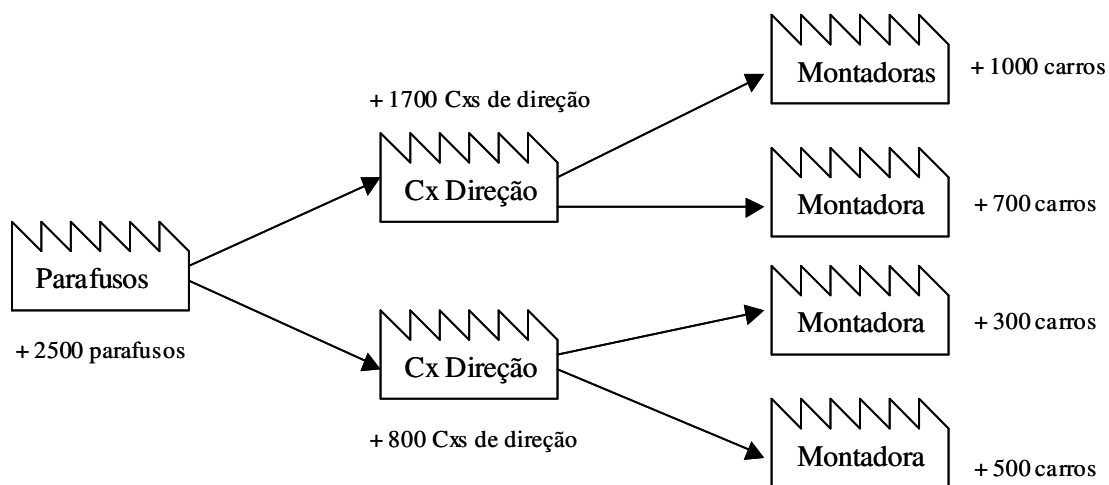


Figura 9 – Efeito Chicote

Temos então que para uma variação máxima de 1000 carros na montadora, o fabricante de caixas de direção sente uma variação de 1700 peças, e o fornecedor de parafusos para as caixas de direção sente uma variação de 2500 peças.

Ou seja, se a fábrica da Eaton já sentia muita dificuldade com reprogramações de última hora, os fornecedores dela sentiam ainda mais dificuldade de atender aos pedidos. Isso se refletiria no desempenho de entrega aos clientes finais, e em maior quantidade de estoque de segurança ao longo da cadeia de suprimentos.

3.3.5- A Demanda do Cliente (Comportamento)

Podemos classificar em dois tipos os clientes que a Eaton possui:

- Montadoras
- Mercado de reposição

O primeiro fazia pedido constante, e suas previsões se confirmavam com frequência. O segundo representava um problema para a fábrica por causa das previsões erradas. Além da dificuldade de se tentar montar previsões sobre a demanda mensal do mercado de reposição, a

distribuição desta demanda durante o mês também se revelou um problema. Temos a seguir a distribuição da demanda semana a semana dos últimos quatros meses do ano de 2002, figura 10.

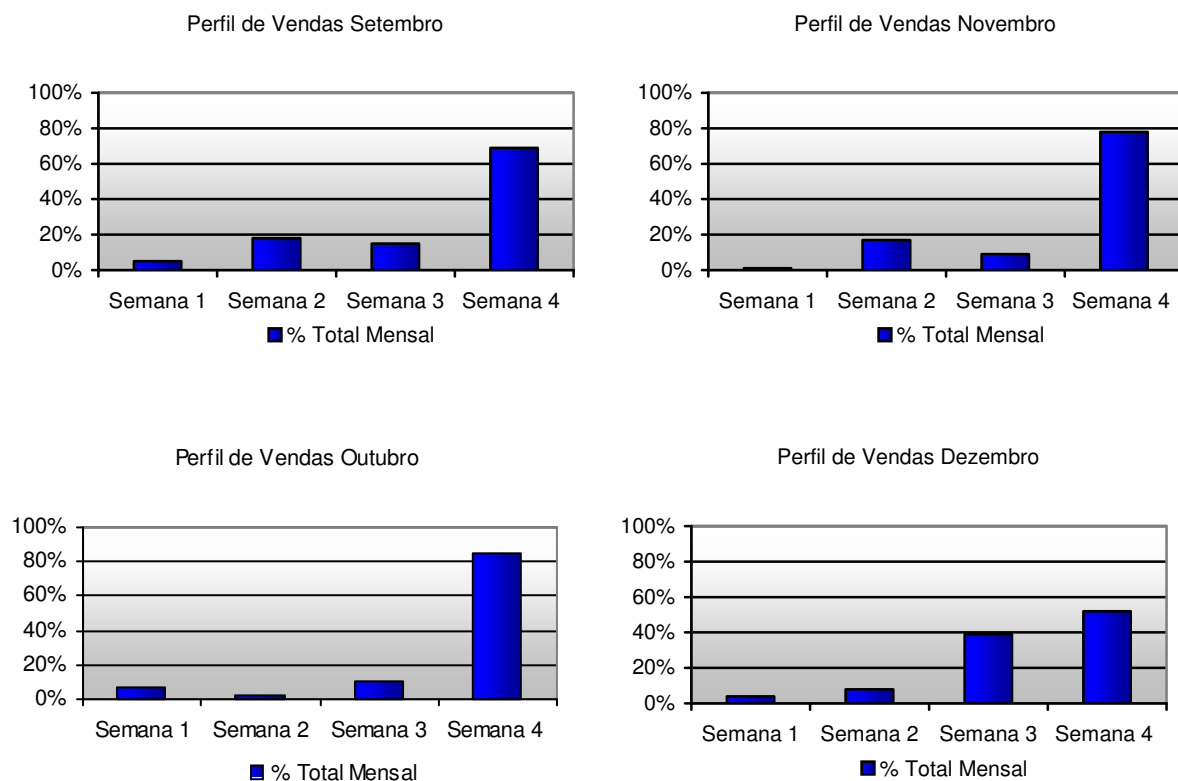


Figura 10 – Demanda Semana a Semana Mercado de Reposição

Vemos claramente que grande parte da demanda mensal se concentra na última semana do mês. Este fato tem implicação fundamental quanto ao montante de estoque necessário ao bom funcionamento da fábrica e ao atendimento aos clientes. Isso porque a fábrica possuía capacidade instalada suficiente para produção de cerca de 35 por cento da demanda média mensal. Pelos gráficos podemos ver que em todos os exemplos a demanda concentrada na última semana foi maior que a capacidade da fábrica de 35%. Sendo assim, a fábrica era obrigada a produzir além da demanda real durante as duas ou três primeiras semanas do mês, estocando este excesso de produção com a perspectiva de conseguir vendê-lo durante a última semana do mês. Dois grandes problemas se apresentavam nesta condição: o primeiro diz respeito ao capital investido em estoque durante grande parte do mês para a fábrica poder atender aos clientes durante o período de maior concentração de pedidos, a última semana. O segundo grande problema é que

trabalhando desta maneira a fábrica não conseguiria nunca atender aos pedidos dos clientes sem que houvesse sobras de produtos acabados no fim do mês (superprodução), podendo ainda sobrar produtos de um determinado modelo e faltar de um outro, o que era ainda pior.

3.3.6- Programação da Produção

A fábrica trabalhava com o método de produção para abastecimento de estoque, e por isso a programação da produção era feita de acordo com as previsões de venda passadas pelas montadoras e pelos distribuidores. As informações recebidas sobre a previsão de vendas abasteciam o ‘Planejamento Mestre de Recursos’ que automaticamente gerava necessidades de compra baseado também nos estoques de matéria prima da empresa.

Embora o carregamento das máquinas fosse realizado manualmente pelo líder de produção, este recebia do sistema de controle as ordens de produção e as datas previstas para entrega do lote do produto.

3.3.7- O Fluxo de Materiais

O fluxo de materiais pode ter sua abrangência definida de acordo com nosso objeto de estudo. Podemos estudar o processo desde a extração do minério de ferro até a entrega do automóvel para o consumidor dentro da concessionária. Ou podemos estudar apenas o fluxo desde a empresa de mineração até a siderúrgica.

Em nosso caso vamos estudar o fluxo de materiais desde os fornecedores de primeiro nível da empresa até os clientes de primeiro nível da planta. Como clientes de primeiro nível temos as montadoras de caminhões e os distribuidores de peças de reposição.

Vamos iniciar o entendimento do fluxo de materiais separadamente. Primeiramente demonstraremos o fluxo interno da planta. Depois o relacionamento com os fornecedores e por último o relacionamento com os clientes.

3.3.8- O Fluxo Interno

Inicialmente, o fluxo de materiais era de difícil entendimento. A fábrica possuía 8 células (células A, B, C, D, E, F, G, H) com N equipamentos, dispostos como mostra a Figura nº 11. Das

8 células, 4 eram realizando trabalhos de usinagem e as outras 4 realizando trabalhos de montagem. Tínhamos então:

- Célula A: usinagem de garfos
- Célula B: usinagem de carcaças e chapas intermediárias
- Célula C: usinagem de platô
- Célula D: montagem do disco da embreagem
- Célula E: usinagem de subconjuntos e peças pequenas
- Célula F, G e H: montagem de embreagens.

As linhas vermelhas representam o fluxo necessário, ou projetado, de produção das células de usinagem e montagem de disco. As linhas azuis representam o fluxo necessário, ou projetado, das linhas de montagem de embreagens.

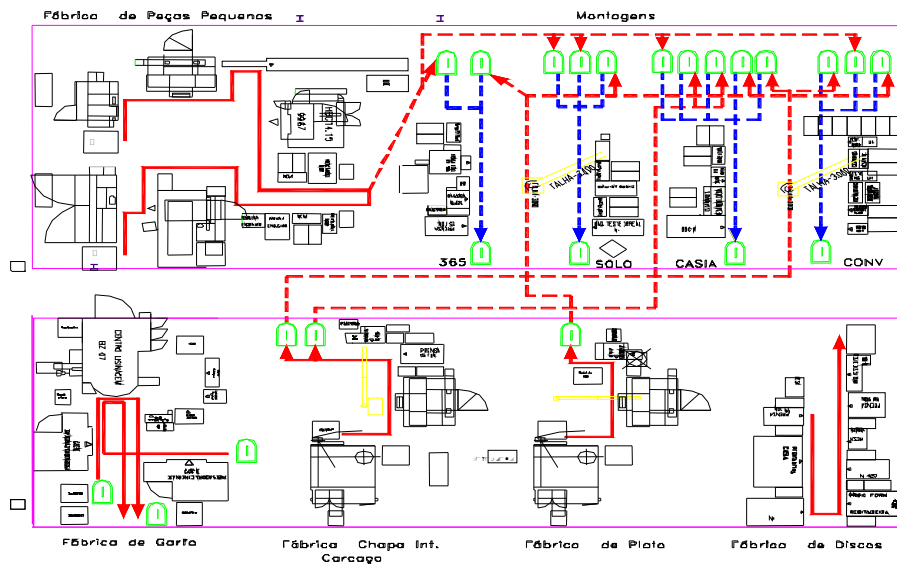


Figura 11 – Representação do Fluxo Necessário



Figura 12 – Carrinhos de Peças entre as Operações



Figura 13 – Foto de Caixa de Peças entre as Operações

As inicialmente chamadas células não funcionavam segundo o conceito apresentado por Rother e Shook, (1998). A disposição das máquinas na fábrica lembrava um leiaute celular, mas o fluxo não era unitário. Existiam caçambas de peças de entrada e de saída em cada uma das máquinas das células de usinagem, e nas células de montagem existiam carrinhos com várias peças entre as estações de trabalho, como mostrado nas figuras 12 e 13.

Vemos que o leiaute permitia o fluxo, sem a necessidade de estoques intermediários entre as máquinas e estações de trabalho, mas não era isso que acontecia no chão de fábrica. A fábrica havia sido anteriormente projetada para trabalhar com o conceito de células e fluxo unitário, mas estava naquele momento trabalhando com o chamado conceito de semicélulas, com estoques de peças entre cada uma das estações de trabalho.

Por trabalhar dessa maneira a fábrica possuía estoques intermediários muito elevados, e a movimentação de caçambas e estrados pela fábrica era intensa. Além disso, o tempo de permanência das peças dentro da fábrica era muito elevado, comprometendo o número de giros de estoque por ano da empresa.

A justificativa para que a fábrica não tivesse conseguido migrar do conceito de semicélulas para o conceito de células era a alta quantidade de paradas para manutenção que as máquinas exigiam, neste momento, a manutenção das máquinas, principalmente dos centros de usinagem e máquinas de controle numérico, eram realmente críticos. O tempo médio entre falhas era muito reduzido e o tempo médio para reparo era muito elevado. O fluxo de materiais era sempre muito comprometido por causa destes problemas em manutenção. Por isso, depois de cada operação crítica do ponto de vista de disponibilidade de máquina (geralmente centros de usinagem) havia um estoque pulmão para garantir a operação subsequente em caso de falha.

3.3.9- Os Fornecedores

O relacionamento da empresa com seus fornecedores era baseado principalmente em informações de sistema e de previsões. As informações chegavam a Eaton, que por sua vez realizava a programação da fábrica e gerava, via sistema, uma programação de compras. Baseado nesta programação de compras os fornecedores se programavam para entregar material na data prevista e na quantidade estipulada.

Quanto à frequência de entregas, não havia uma diretriz clara para cada fornecedor. O setor de compras tentava estipular, quase empiricamente, que produtos de maior valor deveriam ser entregues à fábrica com maior frequência durante o mês, reduzindo assim o tempo de permanência nos estoques da fábrica. Produtos de menor valor poderiam ter uma frequência de entregas mais reduzida.

A maior parte dos itens (cerca de 90%) utilizados na produção das embreagens era de procedência nacional, e chegavam à fábrica por via rodoviária. Mas mesmo com um elevado índice de nacionalização, os itens importados representavam parcela significativa do custo final do produto. Em parte porque estes itens possuíam cotação em dólar americano, e durante o ano de 2002 o valor da moeda norte-americana flutuou em torno de R\$ 2,92 (site: <http://www.receita.fazenda.gov.br>), fato que contribuiu significativamente para o aumento do custo de inventário da fábrica. Em parte porque muito dos itens que eram importados não possuíam similares nacionais, eram de alto valor agregado e estavam entre os itens mais caros utilizados na embreagem.

Em relação à procedência dos itens importados, eram em sua totalidade vindos da Europa ou dos Estados Unidos. E o modal utilizado foi sempre o navio, salvo casos de extrema urgência em que o transporte era feito por avião.

Neste caso, quando o produto era embarcado em seu país de origem, ele já pertencia a Eaton do Brasil. Por causa disso, os estoques de produtos importados eram muito grandes. Além de possuir um valor comparativamente maior que os produtos nacionais por causa da desvalorização da moeda local frente à moeda de referência utilizada na transação, os produtos importados ainda ficavam algumas semanas estocados dentro do navio. O estoque em trânsito dos produtos de procedência nacional eram desprezíveis. Já os estoques em trânsito dos produtos importados eram significativamente grandes. Ainda mais considerando-se seu valor monetário.

Comparação de Itens Comprados X Demanda					
Código	Descrição	Clasf.	Imp.	Lote Min	Demanda
130C30	Mola Membrana 365mm	A	X	300	4000
130C29	Mola Membrana	A	X	300	1200
97-482-6	Rolamento Do Garfo	A	X		6200
97-482-5	Rolamento Do Garfo	A	X		5300
277C393	Mola De Disco Amarela	B	X		12000
125370	Conjunto Mola Do Disco	A	X	9000	8000
277C482	Mola Externa De Disco (7+1)	A	X		7040
277C465	Mola De Disco (Int)	B	X		7040
167C79	Chapa Do Disco	A	X		224
114C535HS	Revestimento Cerâmico	A	X		600
114C534HN	Revestimento Cerâmico	A	X		600
114C521HN	Revestimento Cerâmico	A	X		592
114C522HS	Revestimento Cerâmico	A	X		592
114C514HN	Revestimento Cerâmico	A	X		256
114C515HS	Revestimento Cerâmico	A	X		256
167C524	Chapa Do Disco	A	X		96
166C795	Cubo Traseiro	A	X		64
166C789	Cubo Dianteiro	A	X		64
127760	Freio De Embreagem	A	X		50
167C523	Chapa De Disco (Com Free Tr)	A	X		48
257C48	Bucha	A	X		240
167C519	Chapa Do Disco	A	X		48
199C15	Rebite De Aço	B	X		1500
192C8	Retentor Da Haste	B	X		240
200C163	Arruela	C	X		
213C97	Anel Espassador	A	X		
236C80	Anel Elástico	A	X		
236C85	Anel Elástico	A	X		
114C543HS	Revestimento Cerâmico	A	X		
200C167	Mola Ondulada 430mm	A	X		
236C81	Anel Elástico	A	X		
161C24	Mola Ondulada 430mm	A	X		
125479	Retentor De Engate Rápido	A	X		
124C134	Rolamento De Pista 430mm	A	X		

Tabela 1 – ABC de Itens Importados

3.3.10- O Operador Logístico

Como já dito anteriormente, a divisão embreagens da Eaton possui dois tipos principais de clientes: as montadoras e o mercado de reposição. Em geral as montadoras possuem suas próprias transportadoras que recolhem a mercadoria nos fornecedores ou em pontos de consolidação de carga. Esse tipo de operação era realizada uma vez por semana, salvo casos de emergência ou aumento imprevisto da demanda, quando então a fábrica entregava mais vezes durante a semana.

O processo de fornecimento para as montadoras era bem simples, e todos conheciam o seu funcionamento. A mesma coisa não acontecia com o processo de fornecimento para o mercado de reposição, pois todo o processo de transporte, consolidação de carga e distribuição era realizado por um operador logístico situado na cidade de Campinas.

O operador logístico foi, inicialmente, contratado para fornecer serviços de armazenagem, controle de estoques e expedição para a Eaton divisão transmissões, situada em Valinhos. A divisão transmissões produz uma quantidade muito grande de itens diferentes, e o mercado de reposição de transmissões, diferentemente do mercado de reposição de embreagens, pode consumir grande parte dos itens de uma transmissão de forma separada. Ou seja, cada anel, cada engrenagem, cada elemento pertencente à transmissão deve estar disponível separadamente para o mercado de reposição. Isso não acontece com embreagens. O conjunto da embreagem é muito robusto, e quando eventualmente algum item apresenta falha, toda a embreagem é trocada.

Por causa desta necessidade de gerenciar uma grande quantidade de itens de reposição e pela falta de espaço físico para abrigar as operações, a Eaton Transmissões terceirizou estas atividades. Mas a Eaton Embreagens, embora tivesse menos problemas com os itens de reposição, possuía uma enorme dificuldade quanto ao armazenamento de materiais dentro da fábrica. Com o crescimento da demanda, a fábrica ficou pequena, e não havia mais espaço para abrigar peças. A fábrica de embreagens passou então a utilizar também os serviços do mesmo operador logístico da fábrica de transmissões. O Fluxo de materiais após a produção pode ser descrito como mostra a figura 14.

Nota-se que os processos dentro do operador logístico ainda não estavam muito detalhados, e não eram de todo conhecidos.

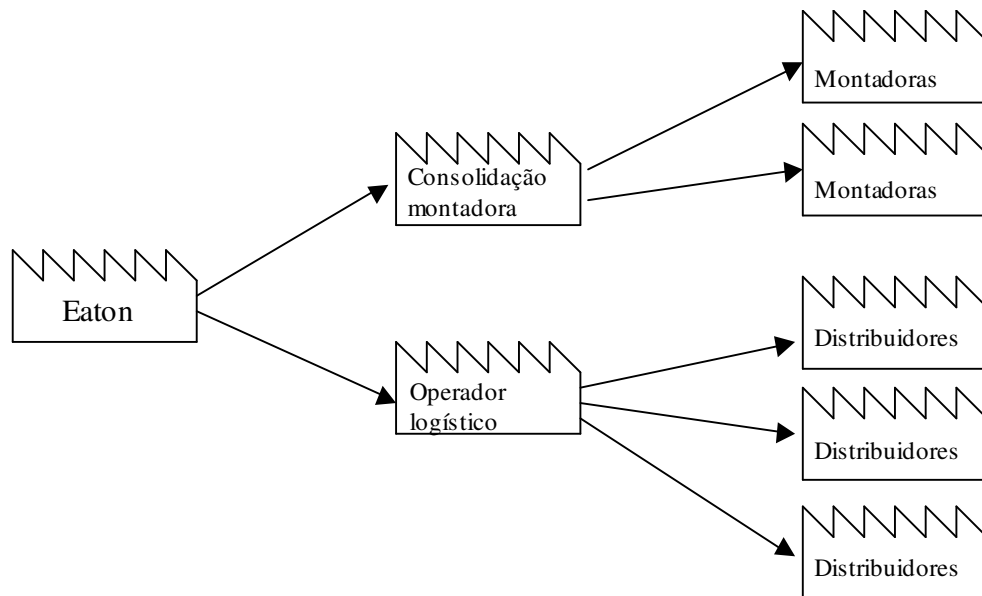


Figura 14 – Logística de Entrega (Ano 2001)

3.3.11- Indicadores de Desempenho

A empresa possui alguns indicadores de desempenho utilizados como parte da avaliação dos funcionários, são também a base para o *Balanced Score Card*, (Kaplan e Norton 1997), a partir do qual são definidos os planos de participação nos resultados de todos os funcionários da planta. Apresentaremos alguns indicadores, e a média acumulada nos anos de 2000 e 2001.

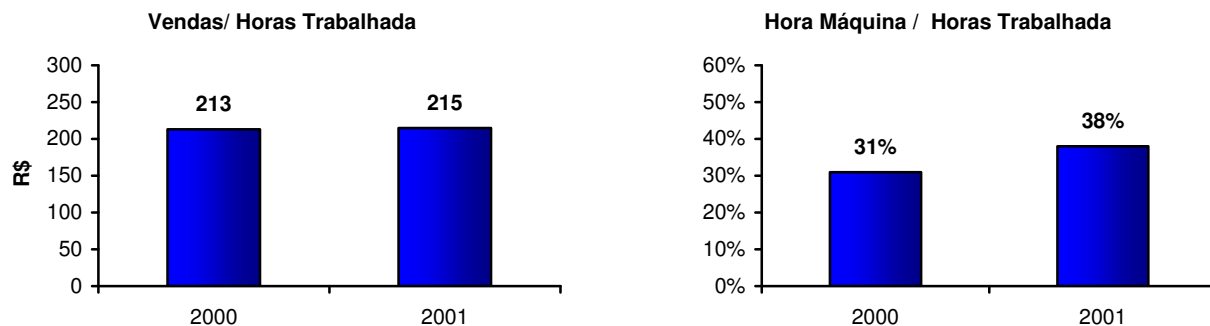


Figura 15 – Indicadores de Desempenho da Fabrica

Os dois primeiros indicadores, '*Vendas / Hora Trabalhada*' e '*Hora Máquina / Hora Trabalhada*', são muito utilizados na indústria automotiva principalmente, como indicadores de produtividade. O primeiro indica de forma clara quanto cada hora de trabalho direto se reverte em faturamento. O segundo relaciona as horas de trabalho da máquina com as horas de trabalho do homem. Em um projeto de manufatura enxuta em que existe a formação de células de produção, este indicador é comumente utilizado para demonstrar a melhora de produtividade quando os processos ganham autonomia e os operadores passam a operar mais de uma máquina.

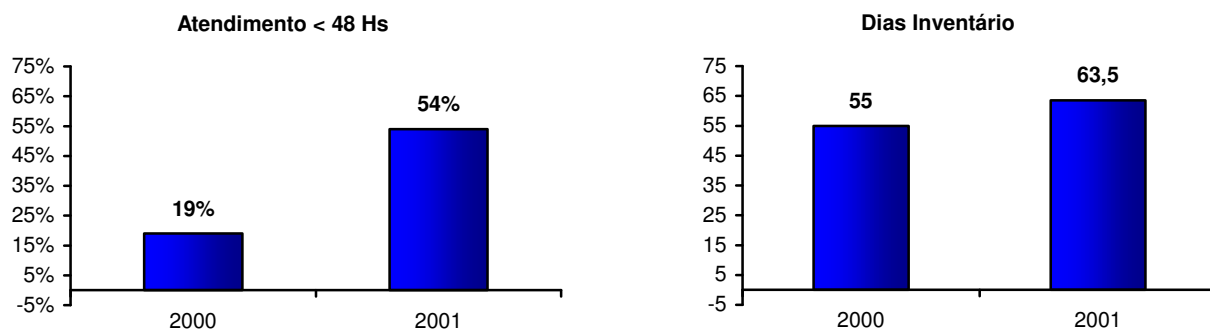


Figura 16 – Indicadores de Desempenho da Fábrica

O indicador de atendimento ao cliente do mercado de reposição em menos de 48 horas e o indicador de dias de inventário são complementares. Existe uma tendência natural de associarmos a melhora do tempo de resposta da fábrica ao aumento de estoques de produtos acabados. No caso da fábrica de embreagens, especificamente, podemos ver claramente que a melhora no atendimento aos clientes do mercado de reposição veio acompanhada diretamente do aumento dos níveis de estoque. Isso mostra que a empresa, embora estivesse atendendo melhor seus clientes, não havia obtido este resultado somente com uma maior agilidade da fábrica. O melhor atendimento havia sido conseguido graças ao aumento dos estoques.

Neste capítulo abordamos a história da Eaton, seu problema para o desenvolvimento e implementação da Manufatura Enxuta em sua unidade de Mogi Mirim vamos, no próximo capítulo, descrever sobre o modelo de implementação utilizado.

Capítulo 4

O Modelo de Implementação:

As 8 ferramentas. Aqui são descritas as 8 ferramentas e seus checklists.

A implementação Sistema Eaton de Manufatura Enxuta que tem como base o TPS, foca a eliminação do desperdício de todos os processos de negócio (tanto administrativos quanto fabris). Assim a filosofia Lean, que é uma filosofia de negócio que diminui continuamente o tempo entre o pedido do cliente e a expedição do produto, elimina tudo que onera o custo da produção e o prazo de entrega para os clientes. A implementação do Lean não é somente um projeto ou um programa, mas sim uma maneira de pensar que deve se tornar uma maneira de viver, para que toda empresa se torne Enxuta.

Avaliações iniciais

Na ocasião da primeira avaliação (2001), foi feita uma análise junto a gerência engenharia e produção e com essa análise foi dado uma nota para cada ferramenta do Sistema de Manufatura Enxuta da Eaton, na média, a nota para cada uma das oito ferramentas foi de 1,4.

Sistema de Avaliação

A primeira abordagem descrita é relacionada ao problema de desempenho da fábrica na avaliação corporativa em relação à aplicação das ferramentas de Manufatura Enxuta. Será descrito o sistema implementado para o desenvolvimento da Manufatura Enxuta das unidades de negócio da Eaton (Sistema de Manufatura Enxuta – ELS em anexo), mostrando também a situação em que a fábrica de Embreagens de Mogi Mirim se encontrava na primeira avaliação realizada. Posteriormente, serão mostrados os indicadores de desempenho que a fábrica possuía nessa mesma época.

4.1- Sistema Eaton de Manufatura Enxuta e a Utilização das Ferramentas

Como corporação, a Eaton tem procurado ao longo dos anos aprimorar seu modelo de gestão de negócios (*Eaton Business System* - EBS) de forma a manter-se competitiva no mercado mundial dos setores em que atua. A Eaton vinha utilizando e incentivando, de maneira informal, suas plantas a adotar conceitos de produção enxuta como estratégia de manufatura para aumentar a competitividade e lucratividade de suas unidades. De maneira mais formal, há anos a empresa investe também na formação de *Green Belts* e *Black Belts* que desenvolvem e implementam projetos de '*Seis Sigmas*', com o mesmo intuito de aumentar a competitividade e a lucratividade da empresa.

Todas as divisões são submetidas periodicamente a avaliações referentes ao desempenho de gestão dos negócios. Para direcionar e padronizar seus negócios, a corporação formalizou os requisitos que as unidades devem atender para se alinharem aos objetivos globais da empresa. Atuar de acordo com os princípios de Manufatura Enxuta foi uma das diretrizes adotadas pela corporação. Esta formalização foi realizada pelo Instituto de Qualidade da Eaton na forma de um guia de implementação e é ao mesmo tempo um método de avaliação em relação às ferramentas de manufatura enxuta para todas as plantas ao redor do mundo. Desde 1996 existe um guia para o Sistema Eaton de Manufatura Enxuta (ELS), e as unidades do mundo todo são avaliadas em relação ao uso das ferramentas de Manufatura Enxuta descritas no guia. Dessa forma, Sistema Eaton de Manufatura Enxuta tem como objetivo formalizar e instituir definitivamente os conceitos de produção enxuta como obrigatórios em todas as plantas da empresa no mundo.

O Conselho de Manufatura Enxuta Eaton Lean Concil (ELC) orienta a implementação do Sistema Eaton de Manufatura Enxuta por toda a Eaton. O conselho é patrocinado pelo vice-presidente sênior, presidido pelo vice-presidente de qualidade da corporação e excelência operacional, e composto de representantes seniores de cada grupo de operação. O Instituto de Qualidade Eaton tem a responsabilidade de manter e prover treinamento nas ferramentas do Sistema Eaton de Manufatura Enxuta em toda a companhia.

O objetivo do guia é avaliar metodologicamente o fluxo de valor de acordo com as ferramentas de Manufatura Enxuta.

O guia trata das oito principais ferramentas da manufatura enxuta, e apresenta uma lista de verificação para cada uma delas, descrevendo-as da forma mais básica à forma mais avançada. Quando a planta estiver no estágio inicial de implementação da ferramenta, ou não a possui, ela recebe nota 1. Quando possui a forma mais avançada, recebe nota 5. Assim, cada uma das plantas pode avaliar sua situação de desenvolvimento em cada uma das ferramentas e pode também se comparar às outras unidades do mundo.

Para o fim do ano de 2001, todas as plantas da divisão de componentes para caminhões deveriam estar com médias acima de 2,0 nas oito ferramentas avaliadas pelo sistema. Para o segundo semestre do ano seguinte esta média já deveria ser de pelo menos 3,0. As avaliações tornaram-se semestrais, e hoje fazem parte da pontuação para concorrer ao prêmio anual da companhia, chamado '*Eaton Business Award*'.

A primeira versão deste guia é datada de 1996, mas, no entanto, a subsidiária brasileira da empresa localizada em Valinhos já utiliza, implementa e desenvolve alguns conceitos de produção enxuta, como, por exemplo, células de produção e Kanban, há mais de duas décadas. É então uma das plantas pioneiras da Eaton mundial a utilizar conceitos e Sistemas de Manufatura Enxuta.

As primeiras versões produzidas refletiam claramente a dificuldade pela qual a Eaton passava na tentativa de desenvolver um trabalho que pudesse ser referência de implementação e avaliação nas mais diferentes unidades de negócios que a empresa possui, que vão desde sistemas de transmissão de potência de automóveis leves até componentes para a indústria aeroespacial.

Atualmente o Sistema Eaton de Manufatura Enxuta está em sua versão 3.0, e conta com as 8 ferramentas de suporte à manufatura enxuta que guiam uma empresa em direção a melhoria contínua:

- 5S
- MPT (Manutenção Produtiva Total)
- Redução do Tempo de Preparação de Máquina
- Sistemas à Prova de Erros

- Fluxo Contínuo
- Produção Puxada
- Trabalho Padrão
- Mapeamento do Fluxo de Valor

As ferramentas que suportam o Sistema Eaton de Manufatura Enxuta são avaliadas segundo os critérios do guia ELS.

A forma como a implementação de cada ferramenta é orientada pode ser mais bem compreendida através de uma apresentação resumida de cada critério para cada ferramenta. Como anteriormente explicado, a pontuação para cada ferramenta varia desde 1 ponto (atendimento fraco aos critérios) até 5 pontos (atendimento total aos critérios).

4.1.1- VSM (Value Stream Mapping - Mapeamento do Fluxo de Valor)

O Guia descreve o Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) como “uma ferramenta visual que mostra em forma de diagrama o fluxo de produtos, de material e de informação desde o pedido do cliente até a entrega do produto final”. As necessidades básicas, de acordo com o guia, são: “um Mapa de Estado Atual, um Mapa de Estado Futuro, um Plano de Implementação e Indicadores para medir e comunicar (divulgar) o progresso da unidade” (Guia ELS). Ainda segundo o guia, “o objetivo principal é utilizar o Mapa do Estado Atual para definir e identificar oportunidades de melhoria com o processo, documentar o objetivo do Estado Futuro e criar um Plano de Implementação / Métricas detalhadas para alcançar o objetivo” (Guia ELS).

Para obter a pontuação mínima (1 ponto), a planta deve estar desenvolvendo um Mapeamento do Fluxo de Valor Geral. Para obter a excelência durante a avaliação (5 pontos), a planta deve possuir um Mapa do Estado Futuro Completo para cada uma das famílias de produto e processos de negócio identificados como foco para melhoria, além de mostrar maturidade em relação ao uso dessa ferramenta e de sua melhoria (Guia ELS anexo pg. 88).

4.1.2- 5S

O 5S é descrito como “a base da Manufatura Enxuta e um alicerce para se obter um local de trabalho que enfoque: (1) Eliminar o desperdício, (2) Organizar, (3) Limpar, (4) Padronizar e (5) Manter o Padrão. Essa abordagem passo a passo ajuda a eliminar itens desnecessários, sujeira e desordem no local de trabalho, e organizar tudo baseado no princípio de “um lugar para cada coisa, cada coisa em seu lugar”. A implementação do 5S beneficia tanto escritórios como o chão de fábrica. Sendo assim, o 5S pode ser implementado em uma pequena área em volta da máquina, em todo um departamento ou por toda a fábrica. Ao avaliar uma instalação (fábrica ou departamento), foque a extensão do desdobramento”. (Guia ELS)

Para obter 1 ponto na avaliação é preciso mostrar que o programa 5S começou com um plano de implementação documentado. Para a pontuação máxima (5 pontos) é preciso mostrar que: a “Manutenção do Padrão foi completada na fábrica inteira” (Guia ELS); que “a gerência garante que as atividades 5S são um hábito de todos e que os padrões são seguidos, através de envolvimento pessoal e avaliação de todos”. (Guia ELS); que os “padrões 5S fazem parte do trabalho diário e estão relacionadas com outras iniciativas relevantes (Ferramentas ELS, segurança, etc.)”. (Guia ELS); e que “um processo sistemático está em prática para avaliar e melhorar esses padrões continuamente”. (Guia ELS anexo pg. 90)

4.1.3- Trabalho Padrão

De acordo com o Guia “Trabalho Padrão é a combinação ótima de operadores, máquinas e materiais que garantem que uma tarefa seja realizada da mesma maneira todas às vezes, com o mínimo de desperdício e no ritmo do mercado (Tempo Takt) (Rother & Shook, 1998). Na maioria dos casos, há mais de uma maneira de realizar uma tarefa, e uma pode ser mais eficiente do que outra. Um grupo de pessoas aptas (operadores, facilitadores, engenheiros) desenvolve e documenta o trabalho padrão da maneira mais eficiente depois de avaliar todas as maneiras diferentes de realizar a mesma tarefa. O objetivo do Trabalho Padrão é garantir que a produtividade do operador e a utilização do equipamento estejam simultaneamente otimizadas além de garantir a diminuição do inventário. Usando cinco formulários diferentes, este objetivo é alcançado estabelecendo relações entre o Takt e o tempo de ciclo, balanceando o volume de trabalho entre todos os operadores e equipamentos de uma célula, estabelecendo quantidades

apropriadas para o Sistema de Puxar. O Trabalho Padrão deve definir quem, o que, quando, onde e quanto (Tempo Takt) da célula de trabalho.

A pontuação mínima exige que o Trabalho Padrão esteja sendo desenvolvido e alguma documentação esteja completa. Para a obtenção da nota máxima é preciso que o Trabalho Padrão esteja “implementado em todas as células e linhas de fluxo para todos os Takts de maior volume ao longo do tempo”. Que todo o fluxo de valor esteja “sendo continuamente otimizado (desperdício eliminado) com a padronização de todas as atividades entre células e inventários”. Devem existir “evidências de que os operadores estão gerando e mantendo o trabalho padrão”. É preciso que Trabalho Padrão tenha sido “desenvolvido para todos os tempos Takt de maior volume ao longo do tempo”. Deve existir um processo sistemático “em prática para avaliar e melhorar esses padrões continuamente”. (Guia ELS anexo pg 92)

4.1.4- Manutenção Produtiva Total (TPM)

“Já que a Manufatura Enxuta requer um fornecimento no tempo certo (Just-in-Time) de todos os componentes e sub-montagens, se o equipamento de produção quebrar ou falhar para produzir na taxa e na qualidade desejada, a linha de produção enxuta pode sofrer as consequências. Para isto, o indicador **Eficiência Geral do Equipamento (OEE)** é usado para medir o desempenho do equipamento. Para ter certeza de que os equipamentos de produção estão desempenhando de acordo com, ou melhor, do que o esperado, eles devem ser submetidos ao TPM. Assim, TPM começa com a atualização da condição do equipamento até que ele chegue a uma condição de equipamento novo, ou melhor, que isso, e desenvolve e implementa procedimentos e listas de verificação para assegurarem a manutenção deste nível de condição de equipamento. Um bom programa de TPM também requer práticas 5S bem implementadas. Quatro dos cinco componentes do TPM são desdobradas durante o processo de Implementação dos Sete Passos do TPM. Estes quatro elementos são: (1) Manutenção Corretiva, (2) Manutenção Autônoma, (3) Manutenção Preventiva e (4) Manutenção Preditiva. O indicador OEE deve mostrar, continuamente, tendências positivas. Equipamentos críticos são definidos pelos mapas do VSM, sob o critério de que o equipamento é “crítico” para a fábrica ou para o processo baseado em razões de serviço, qualidade ou produção “(Guia ELS)”.

Para a pontuação mínima é necessário que a manutenção de rotina seja “feita regularmente e manutenção preventiva seja feita esporadicamente”. Para a obtenção dos 5 pontos pede-se que: “padrões de limpeza e inspeção autônomos estejam desdobrados em toda a fábrica”; OEE seja “usado para o monitoramento periódico do equipamento de produção”, e os resultados sejam “consistentemente mantidos em ótimos níveis para todos os equipamentos críticos e maiores que 50% para os demais equipamentos”; que a abordagem e ferramentas Six Sigma estejam “sendo aplicadas na Manutenção Preventiva”; que um processo sistemático esteja “em prática para avaliar e melhorar os esforços do TPM”; que o OEE dos equipamentos exceda “continuamente as metas definidas pelos VSM’s”; e que os princípios do TPM sejam “aplicados durante a seleção, projeto ou aquisição de novos equipamentos (5 ° componente do TPM – Manutenção Preventiva)” (Guia ELS anexo pg 94).

4.1.5- Sistema a Prova de Erros

Segundo o Guia o “Sistema a Prova de Erros é uma abordagem sistemática para prevenir que produtos com defeitos potenciais deixem a área em que foram produzidos. Durante o processo a Prova de Erros todas as oportunidades para defeitos (características-chave) são identificadas pro-ativamente (antes que os problemas ocorram) e as causas são eliminadas ou meios de inspeção 100% são colocados em prática para prevenir que o erro ocorra ou para detectar produtos defeituosos. Isto vai levar às ações corretivas, tendendo para o objetivo que é ter “Zero Defeito”. “Utilizamos 6 Sigma para medir o desempenho do defeito do produto”.

Para a pontuação mínima pede-se que inspeção ou testes sejam “usados para detectar alguns defeitos potenciais” (Guia ELS). Os 5 pontos são conseguidos caso “um processo sistemático de Eliminação, Prevenção, Detecção e Controle de Perdas, nesta ordem de preferência, é aplicado para todos os erros potenciais, com rendimento final igual ou superior a 5.0 Sigma (99,97%). Sistemas a Prova de Erros são ativamente implementados durante o desenvolvimento de produtos e processos. Um processo sistemático está em prática para avaliar e melhorar as formas implementadas de identificação de erros e os Métodos aplicados de Prevenção de Erros” (Guia ELS anexo pg. 96).

4.1.6- Redução do Tempo de Preparação de Máquina

Segundo o Guia preparação da máquina é o tempo durante o qual cada equipamento está sendo ajustado para o próximo pedido e não está produzindo peças – definido como o tempo entre a última peça boa do lote anterior até a primeira peça boa do novo lote. A Manufatura Enxuta usa pequenas quantidades de inventário controlado, isto significa lotes pequenos e períodos freqüentes. Portanto, reduzir o tempo de preparação se tornou algo muito importante para uma linha de produção ser Enxuta. Redução do tempo de preparação é uma abordagem sistemática usada para reduzir o tempo não-produtivo durante a preparação. O equipamento crítico é definido pelos mapas do VSM sob o critério de que o equipamento é considerado “crítico” à fábrica ou ao processo baseado em razões de serviço, qualidade ou produção. O equipamento crítico para a Redução do tempo de preparação pode ou não ser o mesmo para as outras ferramentas ELS ”Guia ELS”.

A pontuação mínima é obtida caso muitos fatores afetem “o tempo de preparação da máquina porque os processos de preparação não têm sido padronizados e documentados”. (Guia ELS). Para a pontuação máxima pede-se que todas as atividades internas e externas estejam “sendo continuamente otimizadas para todos os equipamentos até que o fluxo de uma peça por vez seja obtido”; que padrões relacionados ao tempo de preparação estejam “difundidos por toda a fábrica e sejam utilizados por todos resultando na habilidade de produzir todos os tipos de peças todos dias, se aplicável ao processo”; que um processo sistemático de melhoria contínua esteja “implementado e ajude a conseguir reduções progressivas no tempo de preparação das máquinas” (Guia ELS anexo pg. 98).

4.1.7- Fluxo Contínuo

No Guia, Fluxo Contínuo é definido “como a movimentação de material de um processo que agrega valor para outro sem perda de tempo de transporte ou armazenagem em pulmões com uma mentalidade de “faça um – mova um”. Num ambiente de fluxo contínuo, a taxa de produção em todo o fluxo do produto é exatamente igual à demanda do cliente (Takt). O ambiente de fluxo contínuo tem otimizado equipamentos, mão-de-obra e espaço entre células de manufatura efetivamente ligadas, tem balanceado a carga de trabalho para todas as estações de trabalho e operadores (para vários Takts). Além disso, o ambiente de fluxo contínuo proporciona

flexibilidade através das células projetadas em U, mão-de-obra multifuncional. Num ambiente de fluxo contínuo deveriam ser documentados todos os detalhes das tarefas além de estarem facilmente visíveis para os operadores. Deve também estar visível um quadro que indique em tempo real a taxa de demanda do cliente e a taxa de produção alcançada” (Guia ELS).

Para a obtenção de 1 Ponto pede-se que material em processo de transformação esteja “sendo controlado e esforços estejam sendo feitos para reduzir a quantidade através da ligação de processos”. Para a pontuação máxima (5 pontos) pede-se que todos os equipamentos possíveis estejam “em células interligadas para permitir fluxo baseado no Mapeamento de Fluxo de Valor”; que cada célula seja “capaz de ajustar o número de operadores baseado no Takt onde aplicável”. que cada operador seja “multifuncional para trabalhar em várias atividades e é também adaptável a novas situações, se necessário”; que o Kanban de controle de material só seja “usado onde o processo não permite um fluxo contínuo (por exemplo, lotes para o processo de tratamento térmico)”. Um processo sistemático deve estar “em prática para avaliar e melhorar continuamente os padrões” (Guia ELS anexo pg. 100).

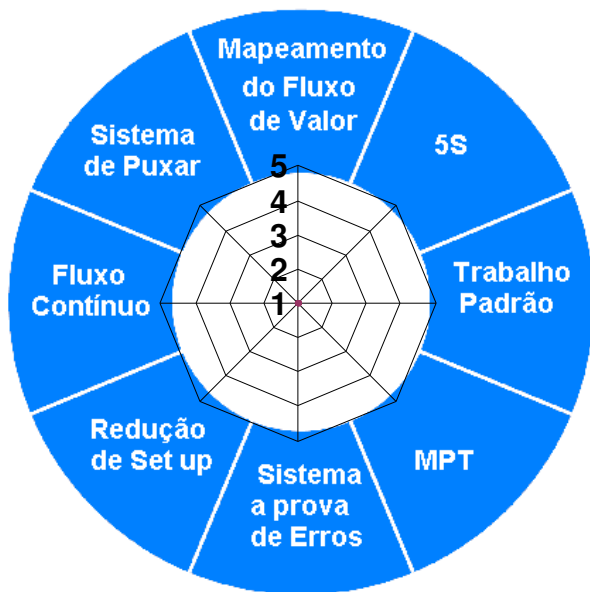
4.1.8- Sistema de Puxar

O Guia descreve o Sistema de Puxar como “um tipo de sistema que inter-relaciona a produção e as instruções de entrega no sentido inverso do fluxo, isto é, nada se produz no estágio anterior a menos que o estágio seguinte dê aviso da necessidade. Uma variedade de métodos visuais simples (Kanban) são usados pelos clientes para avisar o fornecedor anterior para produzir/fornecer no tempo certo (JIT). Um sinal para indicar um pedido do cliente (cliente externo) é dado somente para uma etapa do processo interno, que é chamada de marca-passo (geralmente para o último processo). Um Sistema de Puxar ideal requer um tempo de preparação das máquinas muito baixo, para a produção de lotes pequenos, sem perdas econômicas e a quantidade dos tamanhos de lotes ou do material em processo (WIP) é um bom indicador do nível de implementação. Em um ambiente de Sistema de Puxar, se nenhum sinal fosse recebido do cliente “posterior”, equipamento e operador ficariam inativos. Num ambiente sem o sistema de puxar, peças são produzidas o mais rápido possível e empurradas para o cliente posterior, independentemente de serem necessárias ou não “(Guia ELS)”.

Para a obtenção de 1 ponto, deve existir algum indício de um Sistema de Puxar. Para a pontuação máxima (5 pontos) o movimento do material em todo o fluxo de valor da fábrica deve ser “baseado no Sistema de Puxar relacionado com a demanda real; o movimento de material entre os processos deve ser minimizado e os estoques de WIP devem ser minimizados ou eliminados até a menor quantidade prática de entrega, mas não mais do que um pequeno contentor, caixa ou peça, onde possível; pedidos de clientes devem ser mandados para o” último processo “disparando o Sistema de Puxar dos componentes de toda a cadeia de fluxo de valor; um processo sistemático deve estar em prática para avaliar e melhorar continuamente estes padrões” (Guia ELS anexo pg. 102).

4.2- Guia do Sistema de Manufatura Enxuta (Eaton Lean System Guide): Radar Lean

As unidades de negócio são avaliadas de forma a medir o grau de maturidade na aplicação de cada ferramenta em relação ao que a corporação definiu como meta atual de excelência. Isso significa que cada ferramenta é avaliada separadamente. Apesar disso, existe a consciência de que é preciso haver uma integração entre as ferramentas para que os resultados melhorem de maneira contínua. Para evidenciar a necessidade de integração, o guia apresenta um gráfico onde esse objetivo fica bem claro. As notas obtidas durante as avaliações das ferramentas ficam dispostas de maneira a mostrar os pontos a serem melhorados, bem como são mostrados os pontos fortes. Esse gráfico é chamado de “Radar ELS” e deve ficar a disposição para que qualquer pessoa possa consultá-lo e tomar conhecimento do desempenho da unidade de negócio em relação à aplicação das ferramentas.



Avaliação ELS

<i>Elemento</i>	<i>Pontuação</i>
Mapeamento do Fluxo de Valor	1
5S	1
Trabalho Padrão	1
T. P. M	1
Sist. A Prova de Erros	1
Redução de Set Up	1
Fluxo Contínuo	1
Sistema de Puxar	1
Total	8
Média	1,0

Figura 17 - Radar da Pontuação do Sistema Eaton de Manufatura Enxuta

Vimos neste capítulo o modelo de implementação das ferramentas do Lean na Eaton através de seu Guia do Sistema Eaton de Manufatura Enxuta (Guia ELS anexo pg. 98), no próximo capítulo vamos mostrar os resultados obtidos fruto desta implementação.

Capítulo 5

A Implementação

Feita a análise da situação em que a empresa se encontrava em 2001, foi possível apresentar o trabalho realizado para implementar melhorias em cada uma das ferramentas até 2005.

Partindo da situação inicial descrita no capítulo anterior, os trabalhos desenvolvidos para melhorar cada uma das 8 ferramentas serão descritos. De forma geral, o trabalho de implementação contou com envolvimento de todos os funcionários da empresa, recebendo suporte por parte de uma empresa de consultoria. Foram decisivos os treinamentos realizados.

Estrategicamente, a cada ferramenta foi designado um responsável. Em cada avaliação do ELS, o objetivo global de pontuação geral foi subdividido entre as ferramentas de acordo com as possibilidades reais de implementação.

5.1- Considerações

Para conseguir produzir de forma enxuta, é preciso primeiro especificar valor. O contato com os clientes é mantido através de visitas constantes por parte da engenharia do produto. Além disso, existe uma pesquisa de satisfação realizada anualmente, na qual são identificados tanto pontos positivos como negativos. Assim, as necessidades dos clientes são constantemente avaliadas, para que os produtos da fábrica representem aquilo que é valor. As ferramentas da Manufatura Enxuta são aplicadas para que o valor na forma de produto seja entregue ao cliente conforme seus requisitos de qualidade, atendimento e preço.

O Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta que procura identificar e entender como o valor flui ao longo dos processos, propondo melhorias. Para melhorar o fluxo do valor, as outras ferramentas são aplicadas e assim o valor pode ser puxado pelo cliente de acordo com a necessidade.

Segue descrição de como cada uma das ferramentas foi desenvolvida ao longo desses últimos 4 anos na fábrica de embreagens.

5.2- Mapeamento do Fluxo de Valor

Segundo Womack (1998), após especificado o valor é preciso que seja identificada toda a cadeia por onde ele flui, ou seja, é preciso entender os processos que englobam o fluxo de informações de materiais (Rother & Sook, 1998) é preciso entender os processos. Nessa fase o Mapeamento do Fluxo de Valor. O propósito de desenvolver um Mapeamento do fluxo de Valor. Está no fato de que para eliminar o desperdício é preciso, em primeiro lugar, enxergá-lo. Para isso, é preciso definir valor nas perspectivas do cliente. Assim é possível mapear o fluxo de valor atual e enxergar as atividades que agregam e as que não agregam valor.

Tendo sido identificado um mapa do fluxo de valor, pode-se desenvolver uma visão futura com a eliminação dos desperdícios e focando no fluxo contínuo. A aplicação das ferramentas da manufatura enxuta será guiada pela visão sugerida no estado futuro. Quanto mais sólidos são os conceitos enxutos dentro da organização, melhor será a visão futura e mais rapidamente ela se tornará realidade.

A figura 18 - Mapeamento do Fluxo de Valor realizado em uma das células da fábrica. São mostrados os fluxos de informação e de materiais desde o pedido do cliente até a entrega dos produtos finais. São identificados os tempos de espera através dos triângulos e as oportunidades de melhoria através das explosões.

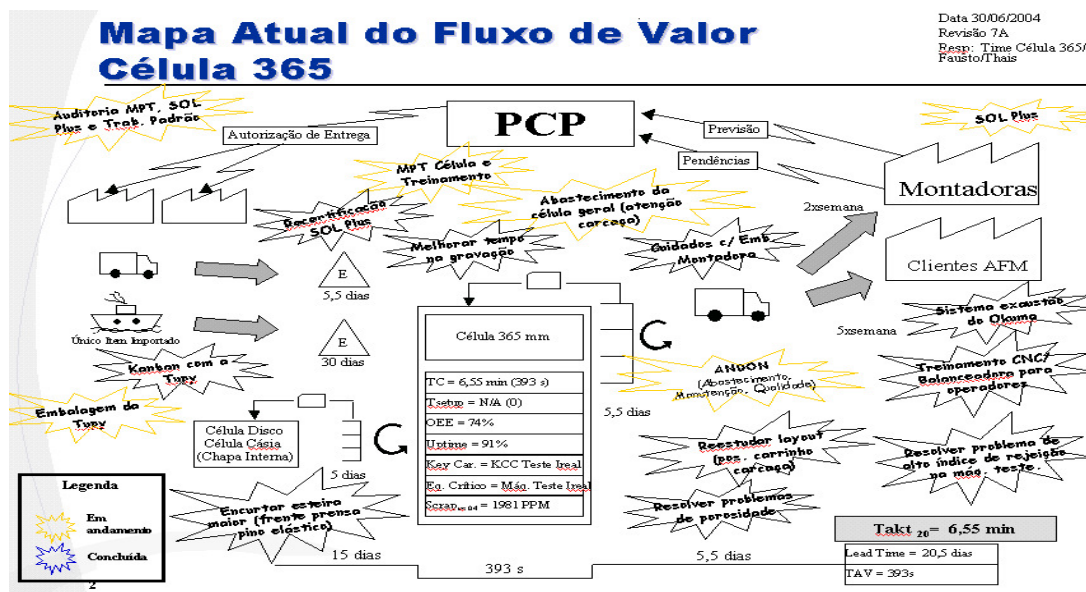


Figura 18 – Mapeamento do Fluxo de Valor

A seguir Figura 19 – Mapeamento do Estado Futuro para uma das células da fábrica. Representa o estado que se pretende alcançar através da implementação das melhorias que diminuam os desperdícios.

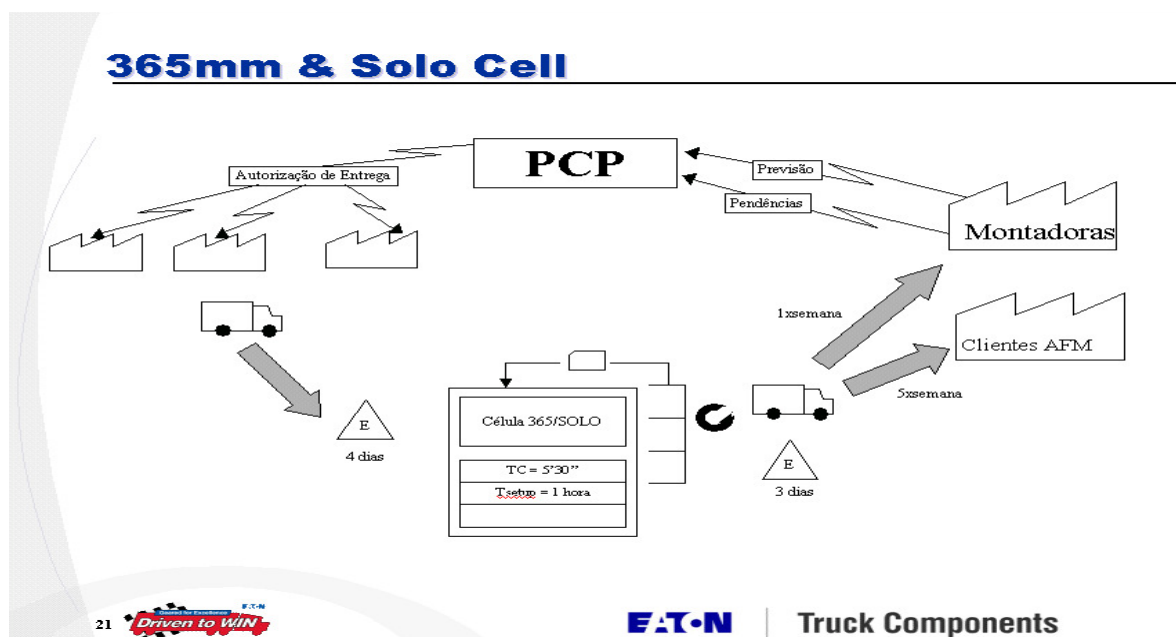


Figura 19 – Mapeamento do Estado Futuro

Abaixo segue o modelo de um cronograma usado para controlar o cumprimento das ações necessárias para alcançar o Estado Futuro.



58

orientando as melhorias a serem implementadas nos processos de manufatura, desenvolvendo de forma incremental a aplicação de cada uma das outras ferramentas.

Conforme orientação do Guia ELS, o mapeamento se estendeu a todos os produtos. Assim, as melhorias na aplicação das ferramentas foram identificadas de forma abrangente e isso é comprovado observando a evolução de cada uma delas.

5.3- 5S

A filosofia 5S prega, de forma resumida, a melhoria do ambiente de trabalho e de hábitos pessoais. O objetivo é melhorar o desempenho das atividades e, portanto está associado à eliminação de todas as formas de desperdício que atrapalham o fluxo do valor.

Para difundir a filosofia 5S, são feitos treinamentos planejados através de cronogramas. Além disso, seus princípios são constantemente disseminados por meio de cartazes, jornais e quadros. De forma mais prática, a cada troca de turno são feitas atividades de limpeza e organização das células, controladas através de *check list*.

Para a absorção da disciplina requerida por essa filosofia, em muito colaborou o fato de os operadores serem jovens e, na maioria dos casos, estarem em seu primeiro emprego. Isso significou maior comprometimento com as tarefas exigidas, sem a existência de pré-conceitos que muitas vezes são observados em trabalhadores acostumados a realizar as tarefas de acordo com suas próprias metodologias desenvolvidas ao longo dos anos de trabalho. Essa observação vale para todas as outras ferramentas.

No início, o trabalho mais pesado foi o de limpeza e organização de ferramentas, instrumentos de medição, dispositivos, etc. O trabalho de manutenção desses princípios é avaliado através de constantes visitas dos gerentes da fábrica às células. De acordo com as recomendações do Guia ELS, os operadores desenvolvem trabalhos visando à eliminação de fontes de sujidades, como vazamento de óleo das máquinas.

Cada célula é avaliada periodicamente em relação aos princípios do 5S e os resultados dessas auditorias estão diretamente relacionados à porcentagem na participação nos lucros a que os operadores têm direito.

Na fábrica, a filosofia 5S é disseminada sob o nome de “Programa Sol Plus”. A figura 21 mostra uma ocasião de premiação aos funcionários devido ao sucesso em uma das auditorias do programa.



Figura 21 – Premiação do Programa 5S

5.4- Trabalho Padrão

O objetivo de realizar o trabalho padrão é de padronizar as atividades, eliminando principalmente os desperdícios de movimentação, espera, defeitos e superprodução. Além disso, a carta de trabalho padrão deixa clara a capacidade produtiva da célula e mostra qual deve ser o ritmo de produção.

Para implementar o trabalho padrão, primeiramente foram tomados os tempos de cada uma das atividades existentes em cada célula. Com esses dados, foram realizados treinamentos junto aos operadores de cada célula onde o objetivo era mostrar como a padronização das atividades pode trazer melhorias na produtividade e assim conseguir o envolvimento e comprometimento dos operadores. Foi transmitido o conceito de Takt Time e explicada a

importância de produzir de acordo com esse tempo. O takt time é definido como tempo disponível dividido pela demanda do cliente e significa o tempo que deve ser gasto para a produção de uma peça. Como será mostrada mais adiante, a demanda é em função do dimensionamento dos cartões do sistema de puxar. A idéia foi desenvolver as cartas de trabalho padrão para diferentes números de operadores por célula e para diferentes Takt Time. Isso para possibilitar a realização de atividades que demandam tempo de trabalho, mas que são necessárias, tais como; treinamentos; atividades de manutenção; auditoria 5S; etc. Assim foram feitos trabalhos padrão para 1, 2 e 3 operadores por célula, analisando-os em relação a Takts de 20 e 18 dias. Assim como exemplo, caso exista a necessidade, pode ser usado um trabalho padrão com 3 operadores em um takt de 18 dias, quando o normal é usar 2 operadores no takt de 20 dias.

O trabalho padrão é reavaliado conforme mudanças de tempos nas atividades das células ou conforme mudança significativa da demanda. O trabalho padrão possibilita melhor planejamento e maior confiabilidade nos dados de capacidade produtiva. De acordo com o manual ELS, esse trabalho foi implementado em todas as células.

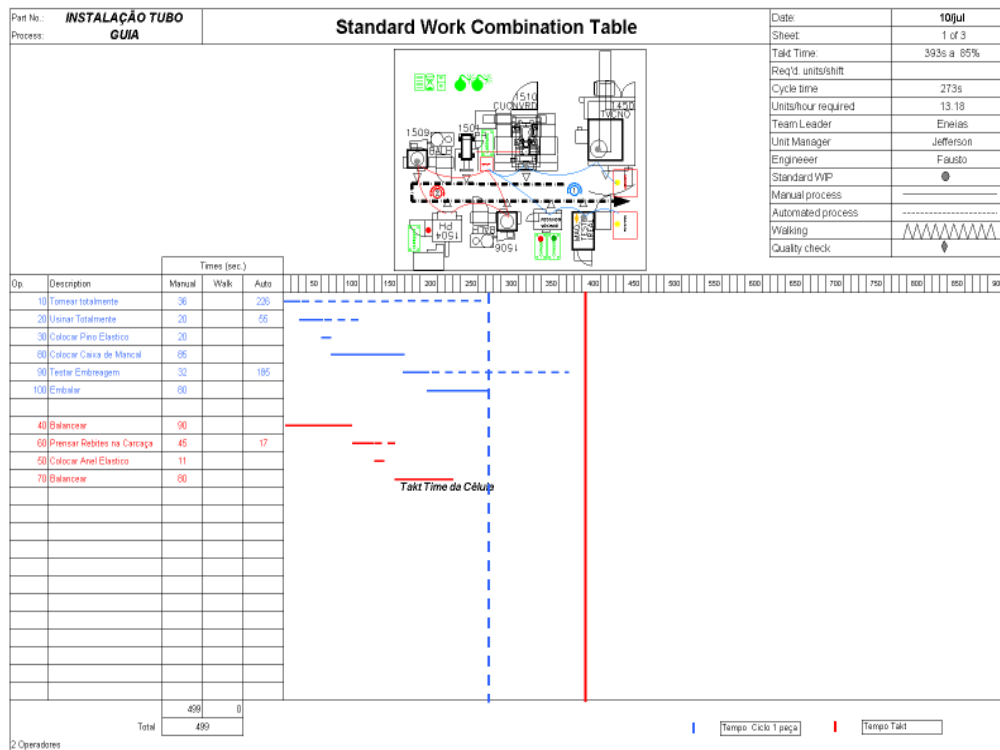


Figura 22 – Carta de Trabalho Padrão

A figura 22 - Carta de trabalho padrão. A linha vertical tracejada vertical representa o tempo de ciclo da célula e a linha vertical contínua representa o tempo takt. As linhas horizontais tracejadas representam tempo de máquina operando e as linhas horizontais contínuas representam tempo de operação manual.

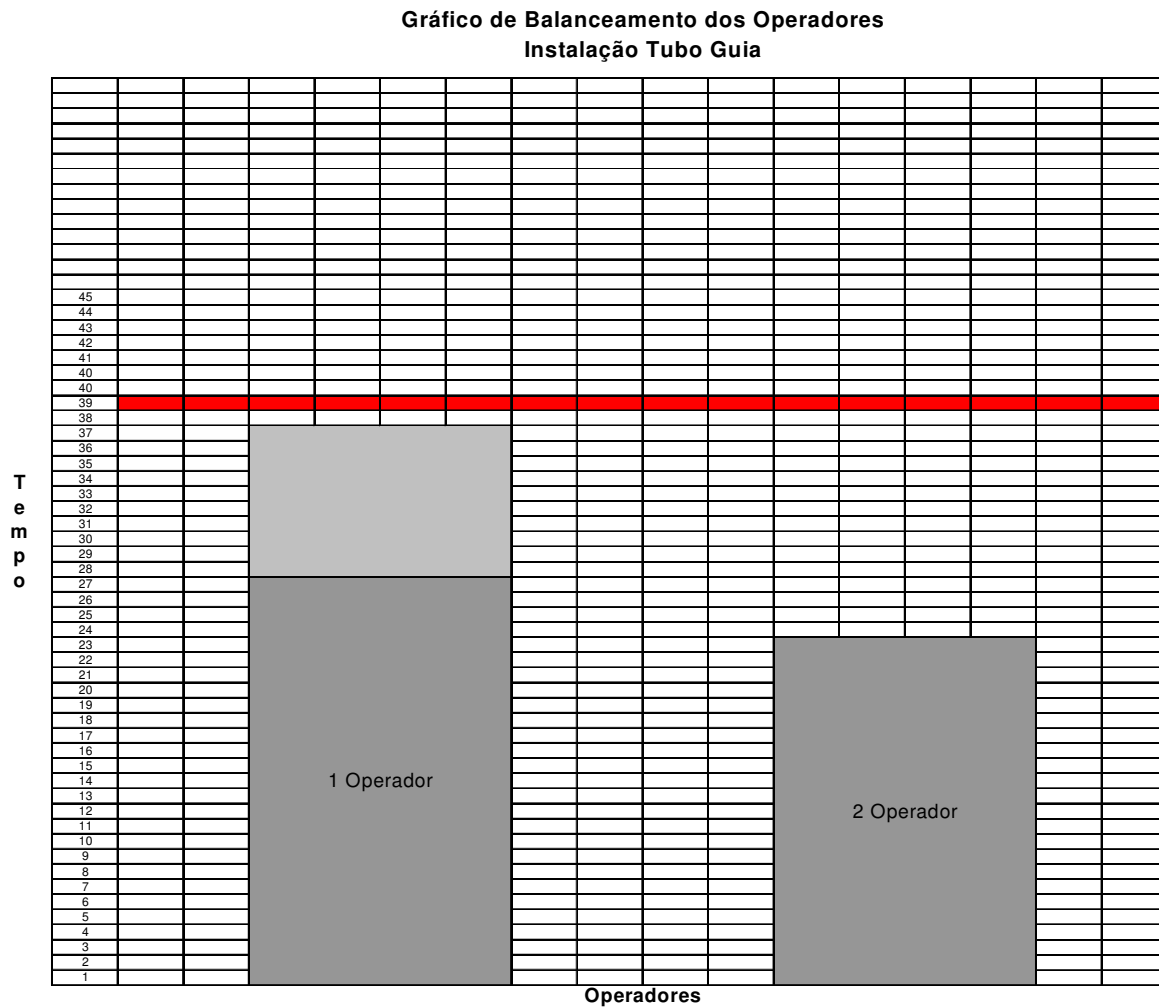


Figura 23 – Balanceamento dos Operadores

Figura 23 – Gráfico de balanceamento dos operadores para uma das células da fábrica. A área mais escura representa tempo de máquina e a área mais clara representa tempo manual. Nesse caso é mostrada a necessidade de dois operadores para atingir o takt (linha horizontal).

5.5- TPM

O trabalho de manutenção bem planejado é fundamental para a criação do fluxo de valor porque procura aumentar a disponibilidade de máquina. Quando o funcionamento das máquinas é muito instável, vários desperdícios são decorrentes. Até mesmo o desperdício de superprodução, uma vez que existe a necessidade de aproveitamento do tempo em que a máquina está disponível, além de ser preciso produzir a mais para garantir a entrega quando a máquina parar. Os outros principais desperdícios associados são: espera, inventário e defeitos.

Para implementar os conceitos da TPM, foi desenvolvido um cronograma usado para planejar as atividades de manutenção preventiva e preditiva. Como as atividades requerem tempo, essa informação deve ser passada ao responsável pelo trabalho padrão que usará essa informação para planejamento, como já foi explicado. As atividades são realizadas em uma célula por mês.

Os dados de manutenção são usados para calcular o OEE de cada célula (disponibilidade X produtividade X defeitos) e o OEE é usado para fazer o cálculo da capacidade. A figura 24 mostra a evolução do OEE ao longo do ano de 2004 em todas as células da unidade de negócio.

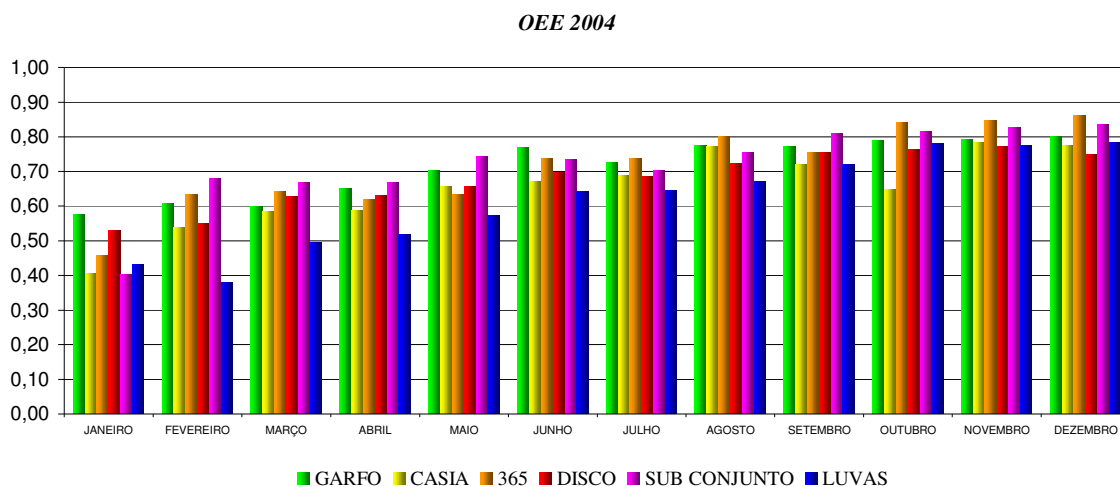


Figura 24 – Evolução do OEE da Célula durante o ano de 2004

Para garantir as atividades de manutenção autônoma, existe um check list que deve ser preenchido pelos operadores das células. Esses check lists são verificados pelos responsáveis pela manutenção, conforme figura 25.

Eaton Embreagens		Check List												
Mês julho-04		Cód. Máquina 1450	Tipo Máquina Torno Vertical Okuma	OPERADOR RESPONSÁVEL Nome: Carlos			Turno: 1º							
Instruções de Preenchimento Itens OK - ✓ Itens não OK - X Caso item não OK, preencher etiqueta TPM, prender uma via na máquina e entregar outra via para Lanzi ou Leonardo				TIPO DE ÓLEO Barramento 68 Hidráulico 68 pneumático 10CST		VOLUME 4 litros 50 litros 0,2 litros	CONCENTRAÇÃO SOLÚVEL							
Legenda: = Manual = Auditivo = Visual = Olfativo MP = Máquina Parada MF = Máquina em Funcionamento														
1		Verificar nível de óleo da unidade hidráulica		MF	Método	Segurança	Freq. Mensal	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
2		Verificar nível do Reservatório de Barramento 68		MF	Método	Segurança	Freq. Diário	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
3		Verificar nível de óleo de lubrificante pneumático		MP	Método	Segurança	Freq. Diário	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
4		Filtro e manômetro		MP	Método	Segurança	Freq. Diário	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
6		Verificar vazamentos		MF	Método	Segurança	Freq. Diário	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
7		Limpeza da máquina		MF	Método	Segurança	Freq. Diário	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
8		Lubrificar pontos de graxa da placa automática		MP	Método	Segurança	Freq. Semanal	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
8		Reservatório de óleo solúvel		MF	Método	Segurança	Freq. Semanal	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
9		Verificar existência de ruídos / aquecimento anormais		MF	Método	Segurança	Freq. Diário	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
		Verificar		MF	Método	Segurança	Freq. Semanal	1º	2º	3º	4º	Lanzi/ Leonardo		

Figura 25 - Check List diário da Manutenção Autônoma

5.6- Sistema a Prova de Erros

O sistema a prova de erros evita o processamento de peças defeituosas, portanto processamento desnecessário. Mais importante ainda, os Poka Yokes podem evitar o envio de peças com algum problema de qualidade aos clientes.

Como para todos os outros desperdícios, os defeitos encadeiam uma série de outros custos. É preciso aumentar a produção para compensar as peças rejeitadas, o que aumenta o inventário e também a espera.

Os poka yokes podem ser originados de 3 maneiras. Ou eles são elaborados devido ao índice NPR do FMEA > 200 ou característica especial de produto, ou são sugeridos pelos operadores que são incentivados a desenvolver melhorias na fábrica através dos grupos GEC que significa Grupo e Excelência Contínua, ou são desenvolvidos depois de 8D realizada para resolver algum problema de campo.

A figura seguinte mostra a evolução ao longo do tempo de controle de características especiais através de dispositivos à prova de erro.

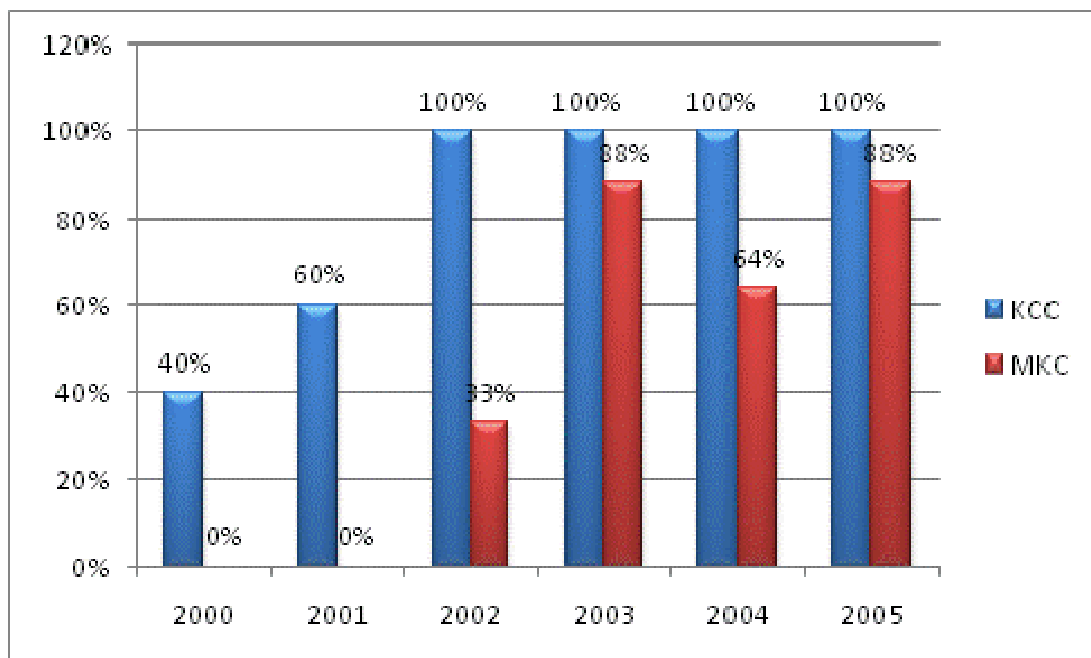


Figura 26 – Controle das Características Críticas

Figura 26 – Representação gráfica da evolução da percentagem de características críticas controladas por dispositivos a prova de erros. As características KCC são críticas de produto e as MKC são críticas de processo.

Caso o dispositivo seja viável, depois de produzido deve ser registrado no sistema de calibração para garantir sua confiabilidade. Os responsáveis pelos dispositivos controlam o número de peças refugadas e essa informação é usada para calcular o OEE que é usado no estudo de capacidade produtiva

5.7- Redução de Tempo de Preparação de Máquina

A Redução do Setup aumenta a disponibilidade do equipamento, aumentando a capacidade total de utilização, melhora o tempo de utilização do operador e ajuda na eliminação do desperdício do capital de investimento. A redução do Setup torna possíveis lotes menores sem a penalidade econômica, reduz o tempo de entrega total, reduz o inventário e a área necessária de estocagem, e reduz as taxas de rejeição.

O trabalho se iniciou através da separação, discussão e classificação das atividades externas e internas, analisando-se quais atividades internas poderiam ser eliminadas ou se tornar externas, ou seja, executadas enquanto a máquina esta produzindo peças boas. Além disso, foram estudadas possíveis mudanças na ordem das atividades, planejando antes, conseguindo ajuda adicional, organizando o local de trabalho, os dispositivos, etc.

Buscou-se a padronização dos dispositivos tornando-os intercambiáveis entre as diferentes peças, possibilitando a produção na mesma máquina ou célula, melhorando o tempo de setup, até mesmo eliminando o tempo de preparação por completo.

Nos locais onde os tempos de preparação não foram eliminados, procurou-se realizar periódicos Kaizen em busca da diminuição do tempo ou a eliminação do mesmo através de métricas estabelecidas e monitoradas, com um trabalho padrão para preparação de máquina. Enquanto em algumas máquinas já se havia conseguido atingir o chamado OTED (*One Touch Exchange of Dies*).

Com esse trabalho, das sete células de produção, em três delas não existe mais tempo de preparação de máquina.

Figura 27- Mostra a evolução na redução do setup das células ao longo da implementação.

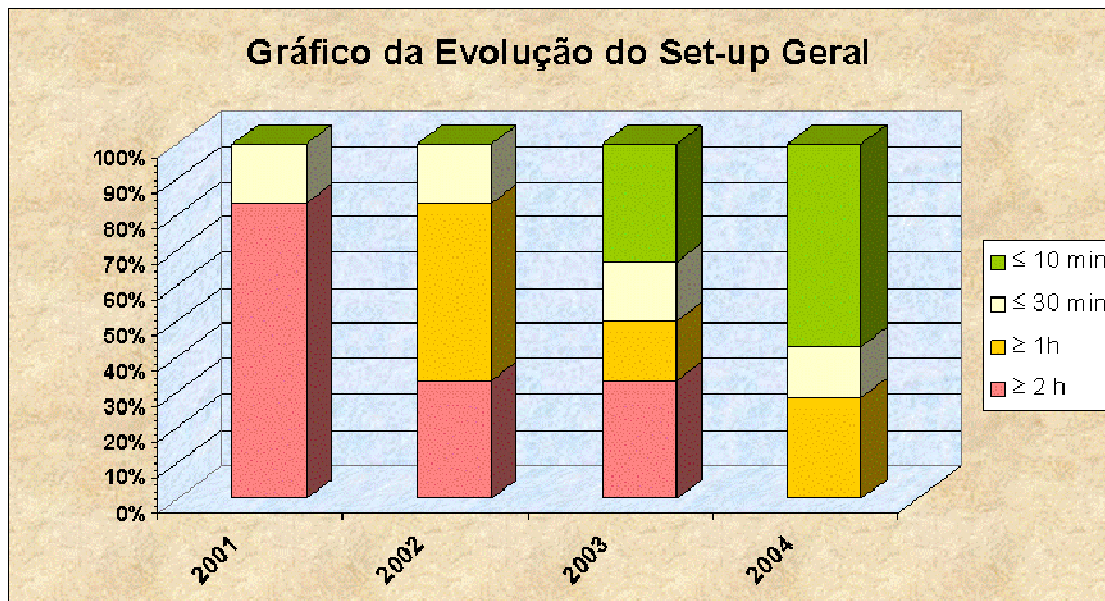


Figura 27 – Evolução na Redução do Set-up.

5.8- Fluxo Contínuo

O trabalho de implementação do fluxo contínuo resultou em uma mudança do leiaute da fábrica e eliminou qualquer tipo de estoque entre as operações de uma mesma célula. As células foram montadas em forma de “U” e as máquinas foram colocadas de forma correspondente à sequência de processamento dos produtos. Assim, entra o material a ser processado em um lado da célula e sai a peça pronta do outro lado.

pequenos ciclos seqüenciados. Estes ciclos seqüenciados são, então, repetidos tantas vezes quanto possível. O volume é nivelado pelo pedido do cliente para a demanda mensal ou semanal transformado em demanda diária ou horária. A variedade de produtos é nivelada de forma que as peças sejam produzidas em pequenos lotes com a maior freqüência possível.

O propósito do trabalho é produzir de acordo com o tempo takt, desenvolver fluxo contínuo (uma peça por vez) onde for possível, usar supermercado para controlar os processo do contra-fluxo onde o fluxo contínuo não for possível, enviar os pedidos (cartões) do cliente a um único processo interno (o “marca passo”), distribuir a produção de acordo com o tempo de produção do processo marca passo (nivelamento), criar um sistema de puxar inicial aumentando o trabalho do processo marca-passo pouco a pouco, desenvolver a habilidade de fazer todas as peças todos os dias (Rother e Shook, 1998).

A tabela 2 mostra uma planilha de cálculo para o dimensionamento dos Kanbans para peças do mercado de reposição. Também foram estabelecidos Kanbans eletrônicos com os fornecedores, conforme figura 29.

Planilha de Cálculo de Kanban - TA 365 mm					
Dias de trabalho	18				
Lead time da Célula	4				
Estoque de Segurança	5				
Tamanho da Embalagem	4				

Part Number	Quantidade Média Mensal	Freq Mensal de Entrega	Tamanho do Lote	Segurança do lead time	Tamanho da Segurança
104101-1	2	4	0,4	0,3	1,5
104101-2	9	4	2,3	2,0	9,0
104101-7	5	4	1,3	1,1	5,0
104101-8	4	4	1,0	0,9	4,0
104102-1	6	4	1,5	1,3	6,0
104102-2	36	4	9,0	8,0	36,0
104102-7	26	4	6,5	5,8	26,0
104102-7Y	8	4	2,0	1,8	8,0

Verde	Amarelo	Vermelho
0,29	0,08	0,38
1,75	0,50	2,25
0,97	0,28	1,25
1,17	0,22	1,00
7,00	0,33	1,50
5,06	2,00	9,00
1,56	1,44	2,00
2,33	0,44	3,00

Tabela 2- Planilha de Cálculo do Kanban entrega para o Aftermark



PLANILHA KANBAN - VALEO

114C501

DISPARO DE ENTREGA

URGENTE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1	2	3	4
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1	2	3	4	5	6	7
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19										
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓										

ESTOQUE 50 pçs

114C560

DISPARO DE ENTREGA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11												
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓												

ESTOQUE 350 pçs

Figura 29 - Planilha de Kanban com Fornecedor

Neste capítulo demonstramos algumas práticas e implementações em cada ferramenta, o próximo capítulo vamos mostrar os resultados obtidos com a implementação do Lean em nossa unidade.

Capítulo 6

Os Resultados Obtidos

Neste capítulo vamos estar mostrando como as ferramentas do Lean Manufacturing ajudaram para o desenvolvimento e aumento nas vendas, vamos mostrar e fazer uma análise sobre os resultados alcançados através da aplicação e desenvolvimento das Ferramentas da Manufatura Enxuta na fábrica. Os resultados serão mostrados e comentados para se mostrar uma evolução dos indicadores de desempenho e nos resultados de negócios da Empresa. Que tiveram uma evolução ao mesmo tempo da implementação da Manufatura Enxuta.

A evolução da manufatura ano a ano ajudou a se tornar uma cultura dentro da empresa o que foi decisivo para a sua manutenção no chão da fábrica como mostra a tabela 3.

ELS Assessment		Score				
Category	Element	2001	2002	2003	2004	2005
	Value Stream Mapping	1	5	4	4	4
	5S	1	4	5	5	4
	Standardized Work	1	2	3	4	4
	T.P.M.	1	2	3	3	4
	Error Proofing	1	4	4	3	5
	Set-Up Reduction	1	2	4	4	4
	Continuous Flow	3	3	5	5	5
	Pull System	2	2	4	5	5
	Total	11	24	32	33	35
	Average	1,4	3,0	4,0	4,1	4,4

Tabela 3 – Evolução das Notas do Lean de 2001 a 2005 por Ferramenta.

Como foi dito anteriormente estes resultados são monitorados pelo *Balanced Score Card* (Kaplan, 1997) da Empresa, alguns destes indicadores fazem parte dos objetivos de todos os funcionários para o pagamento da participação dos lucros e resultados. A tabela 4 mostra a

evolução dos indicadores durante o nosso projeto.

Indicadores	2000	2005	Resultados
<i>Resultado Operacional</i>	14.4%	15.9%	+ 10,0%
<i>Produtividade \$/hr</i>	212.8	401.3	+ 88,6%
<i>Scrap</i>	15,335	1,254	- 92%
<i>ZMPD</i>	815	110	- 86,5%
<i>DOH</i>	57.4	29.3	- 48,9%
<i>Atendimento < 48%</i>	18.5%	80.9%	+ 337,3 %
<i>Vendas Liquidas (R\$)</i>	12.8	41.1	+ 221,1%
<i>Vendas Liquidas (US\$)</i>	7	16.9	+ 141,4 %
<i>Market Share</i>	16%	34%	+ 112,2 %

Tabela 4 – Evolução dos Indicadores de 2000 a 2005.

6.1- Evolução de Vendas

Como podemos ver neste gráfico da figura 30 a evolução em vendas tanto em reais como é muito forte, a um crescimento das vendas no mercado interno de montadoras como no *aftermarkt* bem como um aumento significativo nas exportações, com uma grande expectativa de novos negócios.

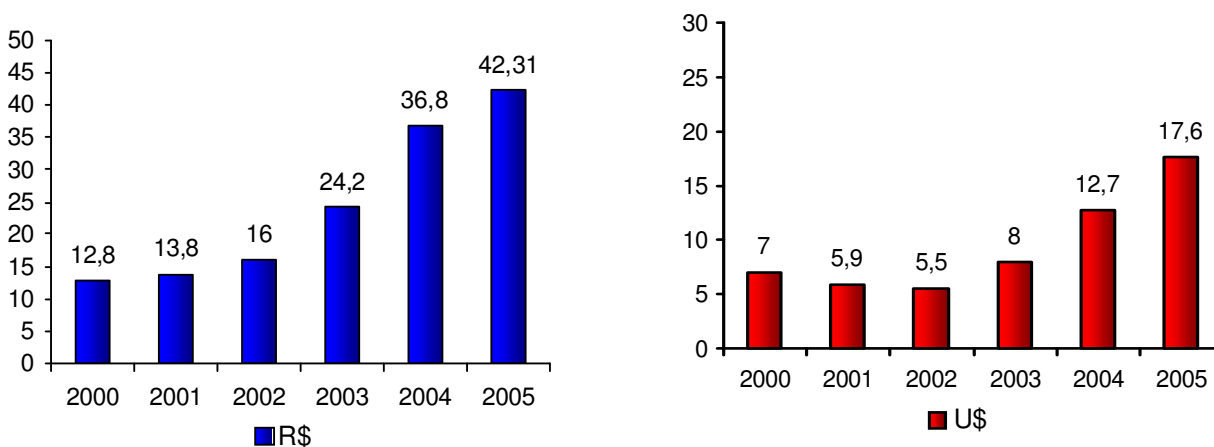


Figura 30 – Evolução das Vendas da Empresa de 2000 a 2005

6.2- Participação no Mercado

O gráfico da figura 31 mostra que quando a unidade de Embreagens foi comprada em 1999 a sua participação no mercado era de 14% e a sua principal concorrente detinha uma fatia de 70%, ao longo da implementação o crescimento significativo passando para os atuais 34,2% com um decréscimo dos dois principais concorrentes.

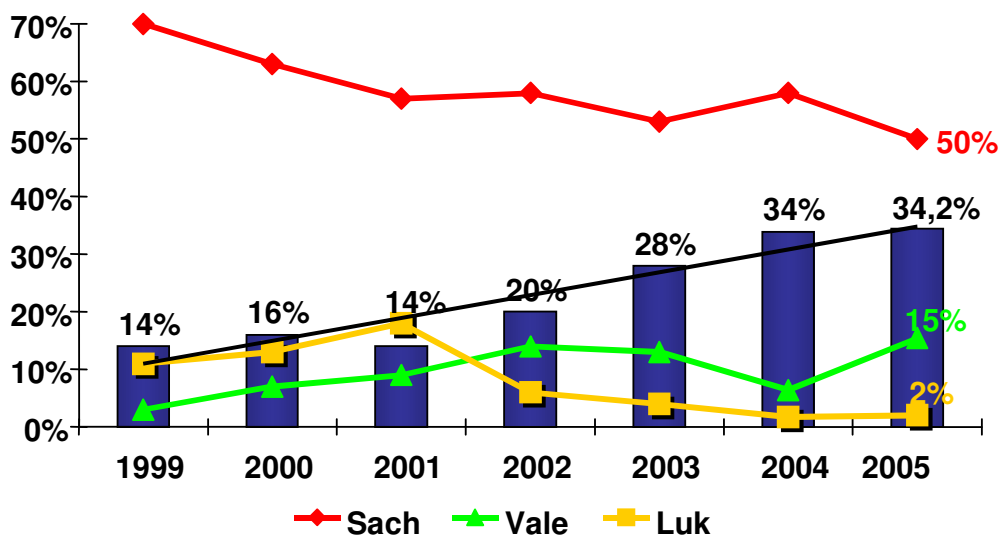


Figura 31 - Evolução da Participação do Mercado de Caminhões.

6.3- Inventário

Como já explicado anteriormente, a empresa possui uma métrica própria para contabilizar seu estoque. Nesta contabilidade entra tanto os estoques de matéria-prima, material em processo e de produtos acabados. A soma do valor desse material é dividida pelo faturamento do mês corrente, formando o índice chamado de *Days on Hand*, que nada mais é que a representação em dias de produção do valor do estoque.

A seguir, a figura 32 mostra a diminuição do inventário na fábrica, consequência direta

das práticas enxutas. Só é possível reduzir o inventário quando o fluxo de materiais é aprimorado, ou seja, quando diminui a necessidade de esconder os problemas através da maior quantidade de material na fábrica. Um fluxo unitário de material, quadros kanbans, supermercados de produtos acabados, implementados para controlar melhor os estoques de matérias primas e produtos acabados, e também da maior confiabilidade das linhas de produção. Ter em estoque somente o necessário para produzir sem grandes inventários dando confiabilidade ao sistema.

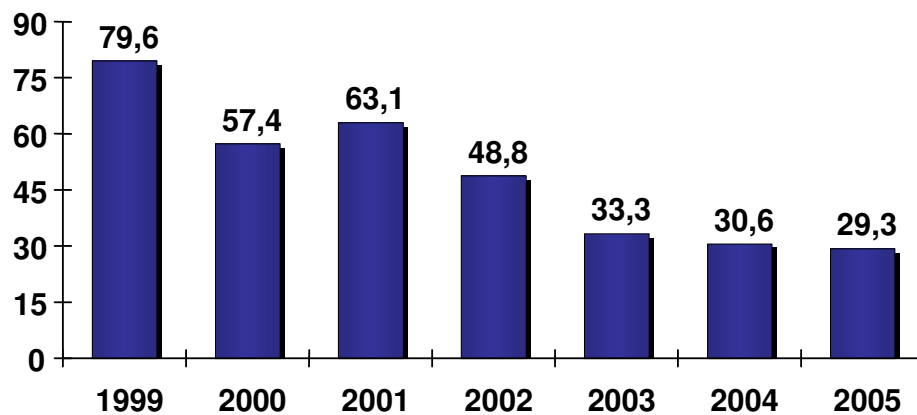


Figura 32 - Evolução da Redução do Inventario em Dias

6.4- Entrega no Tempo Correto

Mesmo com toda a redução do estoque da Empresa, a porcentagem de entregas para a montadora se manteve em um excelente nível de entrega, mas para *aftermarkt* foi possível minimizar as variações devido lotes pequenos fabricados conforme o Kanban e ao supermercado de produtos pronto que permite absorver as variações das vendas neste segmento. O trabalho demonstra que o bom atendimento esta muito mais no processo, do que no tamanho do estoque de produto pronto como se mostra na figura 33.

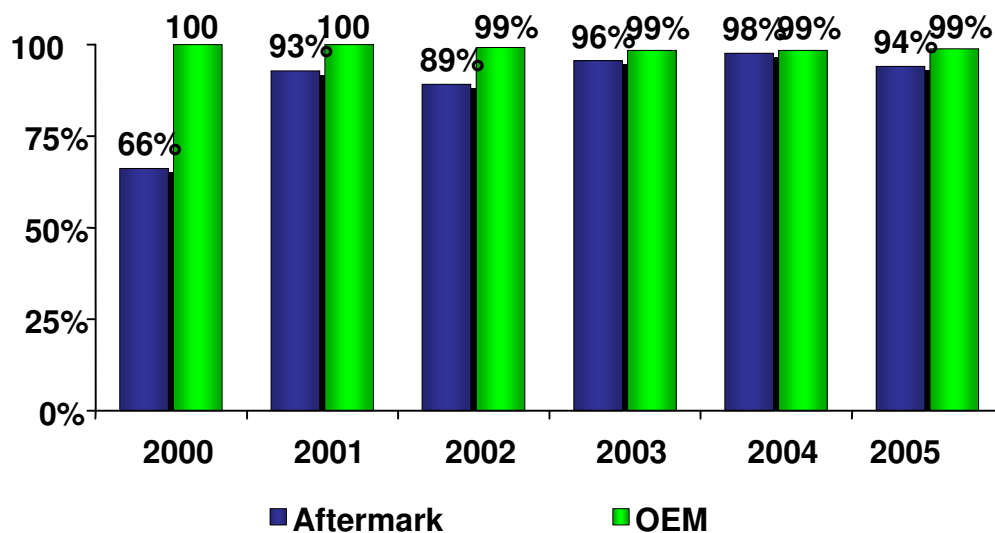


Figura 29 - Evolução da Entrega no Prazo Correto

6.5- Entrega no Prazo < 48 horas

Praticando a Manufatura Enxuta foi possível, mesmo com menos estoques, melhorar o atendimento aos clientes. A figura 34 evidencia esta melhoria, mostrando respectivamente a evolução das entregas no prazo correto e entregas em menos de 48 horas.

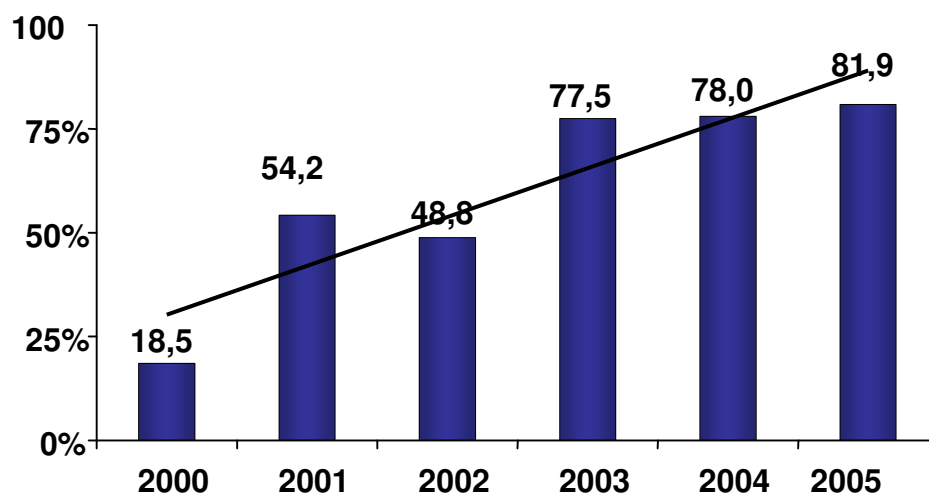


Figura 34 - Evolução da Entrega no Prazo Menor que 48 Horas

6.6- Evolução da Redução do Refugo PPM (Partes por Milhão)

Os gráficos apresentados até o momento mostram melhoria na entrega e participação de mercado, mas isto só é possível com uma melhoria na qualidade a redução do refugo em PPM (Partes Por Milhão), é sem duvida um ganho devido aos Poka Yokes em todas as características críticas tanto em produtos os chamados KCC, bem como nos de processos MKC, a eliminação do estoque entre os processos utilizando fluxo unitário de peça (*One Piece Flow*) que permitiu sem dúvida nenhuma uma excelente redução do refugo como é demonstrado na figura 35.

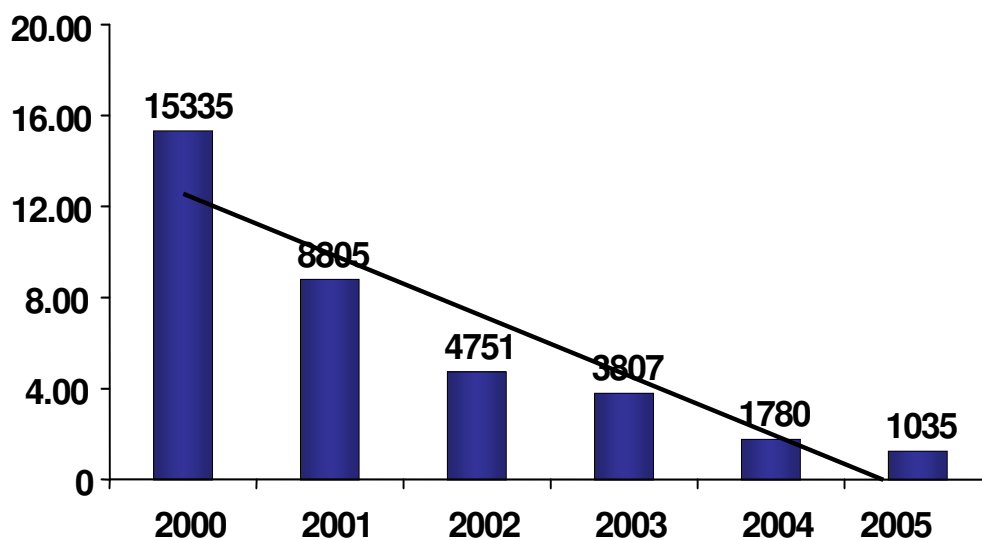


Figura 35 - Evolução da Redução do Refugo PPM (Parte Por Milhão)

6.7- Evolução do Custo de Não Conformidade em Ralação a Vendas

Aqui na figura 36 como na anterior os Poka Yokes e o fluxo unitário de peças aliado ao trabalho padrão dos funcionários treinados, permitem uma melhoria na inspeção final dos produtos fabricados, lembrando que na célula de produção na primeira máquina entra o material fundido, e da ultima máquina da célula é retirado na embalagem final do cliente com um grande envolvimento de todos os trabalhadores daquela célula.

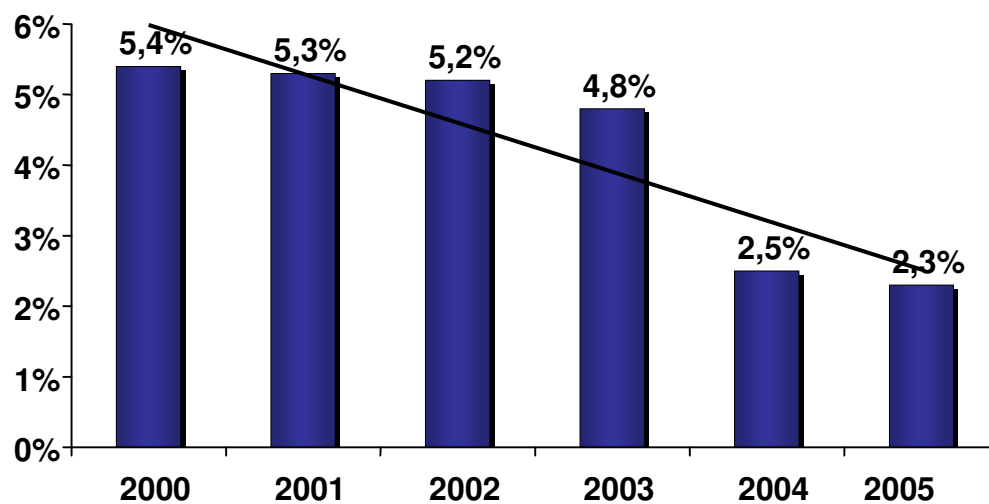


Figura 36 - Evolução do custo de não conformidade em relação a Vendas

6.8- Evolução da Produtividade em Vendas Por Hora Trabalhada

A maior produtividade alcançada com a implementação da Manufatura Enxuta pode ser observada na figura 37. É mostrado um aumento significativo e contínuo de vendas por hora trabalhada, este reflexo se deve principalmente nos esforços da Redução do Tempo de Troca de Ferramenta, Trabalho Padrão, Kanban, Fluxo Contínuo, TPM, Poka Yoke e 5S refletindo na integração de todas as ferramentas de Manufatura administradas pelo Mapeamento de Fluxo de Valor.

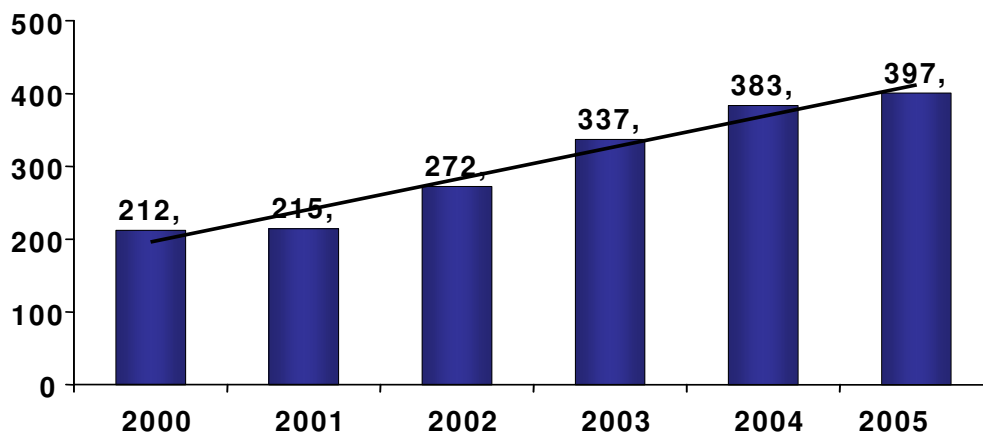


Figura 37 - Evolução da Produtividade em Vendas por Hora Trabalhada

6.9- Evolução das Notas da Manufatura Enxuta

A figura 38 mostra o desempenho de cada uma das ferramentas na última avaliação realizada na Empresa utilizando o Guia do Sistema Eaton de Manufatura Enxuta.

2001: Avaliação Interna

2002 e 2004: Avaliação do Brasil

2003 e 2005 Avaliação Internacional

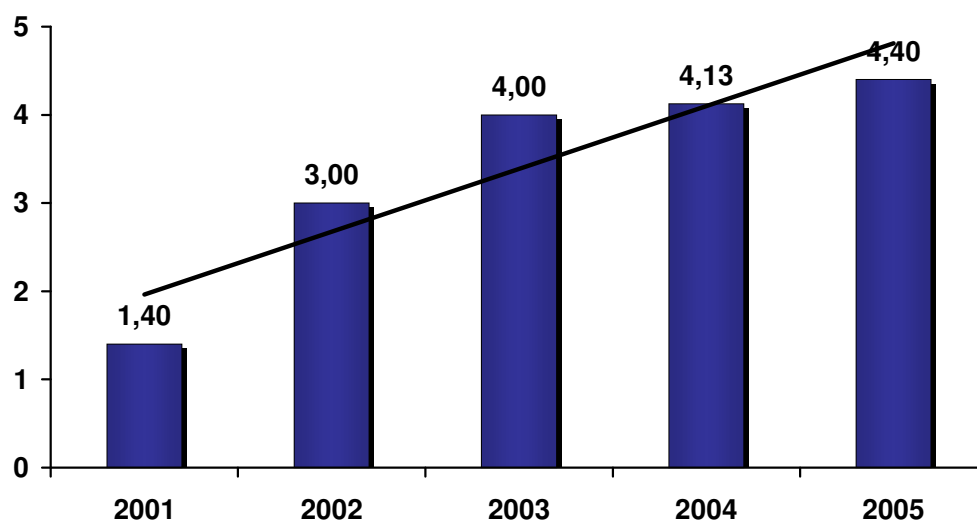


Figura 38 - Evolução das Notas da Manufatura Enxuta

Neste capítulo podemos verificar que a evolução de vários indicadores e a última avaliação realizada na Empresa utilizando o Guia do Sistema Eaton de Manufatura Enxuta, feita por auditores de outras unidades, foi com a maior satisfação e orgulho pelo terceiro ano consecutivo a nossa unidade obteve a maior pontuação em Manufatura Enxuta do Mundo do grupo de caminhões concorrendo com outras unidades Brasil, USA e Europa. No capítulo a seguir a nossa conclusão sobre a implantação da Manufatura Enxuta na Empresa.

Capítulo 7

Conclusão

Visando um desenvolvimento maduro das ferramentas da Manufatura Enxuta em todas as suas unidades de negócio, a empresa procura disseminar os conceitos Manufatura Enxuta através do ELS (Sistema de Manufatura Enxuta Eaton).

As avaliações realizadas em relação ao Guia ELS possuem resultados consistentes nesta planta. Prova disso são as melhorias alcançadas pela planta de Embreagens nos indicadores de desempenho graças ao desenvolvimento em relação à aplicação das ferramentas. Além disso, a Eaton tem conseguido melhorar a aplicação de cada ferramenta no âmbito corporação e difundir os conceitos da manufatura enxuta.

As ferramentas de Manufatura Enxuta ajudam na identificação do valor (através do Mapeamento do Fluxo de Valor), no estabelecimento do fluxo desse valor (através do TPM, Redução do tempo de preparação de montagem, Sistema a prova de erros, Fluxo Contínuo, Trabalho Padrão e 5S) e na entrega do valor no momento em que o cliente necessita (através do Sistema de Puxar). O que se procura com isso é a eliminação dos desperdícios que afetam a competitividade da empresa. As esperadas melhorias nos indicadores de desempenho são visíveis na planta apresentada, o que mostra o quanto é positivo o incentivo ao desenvolvimento das ferramentas.

As revisões periódicas dos mapeamentos de fluxo de valor de cada célula, bem como da fábrica como um todo, guiam a melhoria contínua.

O que o trabalho comprova é que nesta unidade de negócios, seus resultados expressos através de indicadores de desempenho, melhoram significativamente, através da implementação das ferramentas do *Lean*. Com o amadurecimento das ferramentas ao longo das unidades, a tendência é de que todas passem a buscar melhorias na aplicação dos conceitos de Manufatura Enxuta, não apenas para conseguir melhorar a pontuação nas avaliações, mas para tentar produzir com menos custos o que o cliente quer, na qualidade que ele quer e no momento que ele quer.

O nosso objetivo foi de utilizar as ferramentas da Manufatura Enxuta para reduzir estoques de produtos em processo e fazer somente o que o cliente quer quando ele quer e na quantidade que ele quer (Trabalho Padrão, Fluxo Contínuo, Sistema de Puxar, Redução do Setup e TPM), Diminuir os desperdícios (Mapeamento do Fluxo de Valor e 5S), diminuir a rejeição de peças (Sistema a Prova de Erros).

Todas as ferramentas integradas foram determinante para suportar o aumento do mercado participativo, realizando uma grande melhoria nos resultados ao longo da implementação e isto foi conseguido com baixos investimentos, treinamentos estudos, lay out e grupos de melhoria criados para cada ferramenta. Esses grupos tornaram a Manufatura Enxuta uma grande ferramenta de melhoria contínua.

Este modelo de implementação pode ser aproveitado em qualquer segmento fabril. O cartão de visita é sem dúvida ver a peça iniciar o processo de um lado na célula e após o seu fluxo unitário e contínuo (Usinar, balancear, lavar, montar, balancear o residual, montagem final, teste e embalagem), sair no final célula, testada e aprovada, pronta na embalagem final de cada cliente.

A figura 39 com as notas por ferramenta da última avaliação do Sistema Eaton de Manufatura Enxuta média de 4,4.

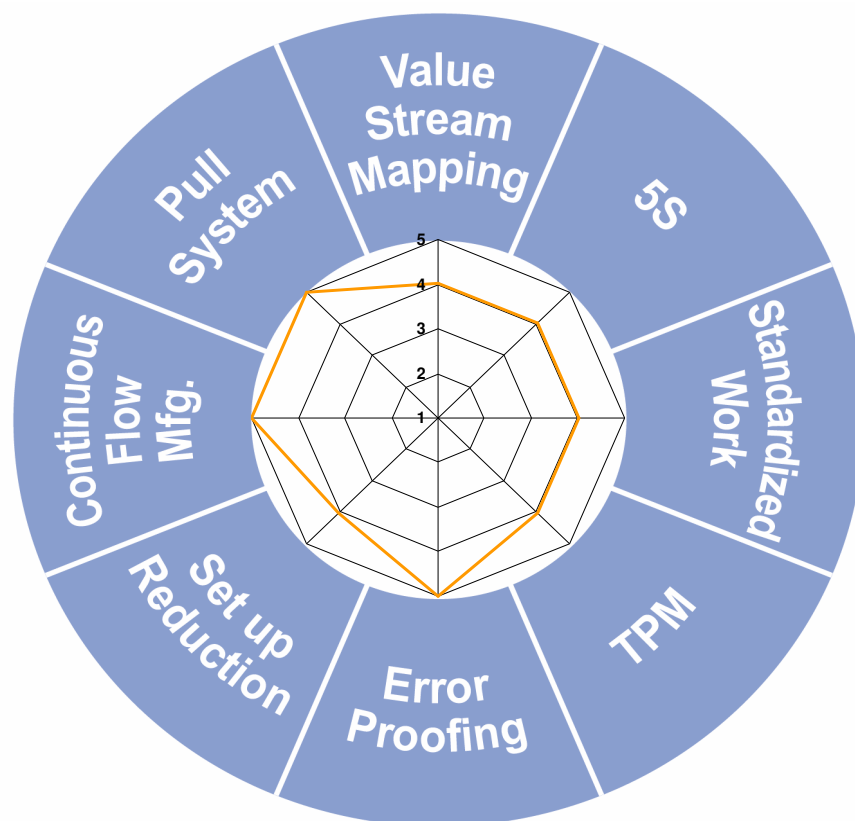


Figura 39 - Radar Atualizado da Última Pontuação (2005)

Capítulo 8

Referências Bibliográficas

Altshuler, Alan. *The future of the automobile: the report of the MIT's International Automobile Program*. Cambridge: MIT Press, 1986.

ELS, *Sistema Eaton de Manufatura Enxuta* versão 3.0, 2004 (Em Anexo).

Cusumano, Michael A. *The Japanese automobile industry*. Cambridge: Harvard University Press, 1989.

Goldratt, E. M., *Theory of Constraints*, North River Press, Inc., 1990

Hay, Edward J. *The Just in Time breakthrough - implementing the new manufacturing*. New York: John Wiley & Sons, 1988.

Kaplan, Robert S., NORTON David P. *A Estratégica em ação - Balanced Scorecard*. São Paulo: Campus, 1997.

Kardec, A, Ribeiro, H., *Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma*. Rio de Janeiro: Qualitymark: ABRAMAN. 2002

Lee, H., Padmanabhan, V., Whang, S., *The Bullwhip Effect in Supply Chains*. Sloan Management Review, vol. 38, n. 3, pp. 93-102, 1997

Moden, Y. *Toyota Production System: Practical Approach to Management*, Industrial Engineering and Management Press, GA: Norcross, 1983.

Monden, Y. *Toyota Production System: an integrated approach to just in time / Yasuhiro*

Monden. London: Chapman and Hall, 1994.

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

Pinto, ^a K.; XAVIER, J.N. *Manutenção: Função Estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

Rother, M & Shook, J.: *learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. The Lean Enterprise Institute, Brookline, EUA, 1998.

Silva, J.M., 5S – *O Ambiente da Qualidade*: Belo Horizonte: Editora FCO, 1992.

Shingo, S. *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Cambridge: Productivity Press, 1985.

Shingo, S. *Zero Quality Control: Source Inspection and Poka Yoke System* Productivity Press. Oregon, May 1986.

Shingo, S. *O sistema de produção com estoque zero - o Sistema Shingo para melhorias contínuas*. Porto Alegre: Bookman, 1996.

Schomberger, Richard J. *Técnicas industriais japonesas*. 3a. ed. São Paulo: Pioneira, 1984.

Taylor F. W., *Princípios Da Administração Científica*. São Paulo: Atlas, 1970.

Tavares, L. A., *Excelência na Manutenção – Estratégias, Otimização e Gerenciamento*. Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda., 1996.

Womack, J. P.; Jones S, D, T.; ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo*. 14 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

Womack, J. P.; Jones S, D, T. *A mentalidade enxuta nas empresas*. 5 bed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

Womack, J. P, Jones S, D., *Lean Consupcion*. Harvard Business Review, March, pp 59-68, 2005

Wood, Stephen. *A administração japonesa*. Revista de Administração. São Paulo, V.26, N.3, jul/set, 1991.

Anexo



Eaton Lean System

Guia de Avaliação 3.0 – Suplemento

I. O que é Lean?

Lean é uma filosofia de negócio que diminui continuamente o tempo entre o pedido do cliente e a expedição do produto, eliminando tudo que onera o custo da produção e o prazo de entrega para os clientes. A implementação do Lean requer que os seguintes tipos de desperdícios sejam sistematicamente identificados, priorizados e eliminados com o uso das ferramentas do Lean apropriadas:

(a) processos desnecessários, (b) inventário, (c) transporte, (d) defeitos, (e) superprodução, (f) movimentação e (g) espera.

A implementação do Lean não é somente um projeto ou programa, mas sim uma maneira de pensar que deve se tornar uma maneira de viver, para que toda a empresa se torne enxuta.

II. O que é o Eaton Lean System (ELS)?

O Eaton Lean System é uma das ferramentas essenciais do Eaton Business System (EBS) que foca a eliminação do desperdício de todos os processos de negócio (tanto administrativos quanto fabris). Ele consiste das seguintes ferramentas:

- Mapeamento do Fluxo de Valor
- Manutenção Produtiva Total
- Fluxo Contínuo
- 5S
- Sistemas a prova de erros
- Sistema de Puxar
- Trabalho Padrão
- Redução de Setup

O Conselho Lean da Eaton (ELC) orienta a implementação do Eaton Lean System por toda a Eaton. O conselho é patrocinado pelo vice-presidente sênior, presidido pelo vice-presidente de qualidade da corporação e excelência operacional, e composto de representantes seniores de cada grupo de operação. O Instituto de Qualidade Eaton tem a responsabilidade de manter e prover treinamento nas ferramentas do Eaton Lean System em toda a companhia.

III. Como usar o Guia de Avaliação ELS – Suplemento?

Este suplemento é uma ferramenta complementar ao Guia de Avaliação ELS e não tem a pretensão de ser usado como um documento autônomo.

O Guia de Avaliação é bastante direto e palatável para o Pensador Lean experiente e para Funcionários Operacionais. No entanto, pode haver outros que não estão tão familiarizados com algumas das terminologias usadas ou com detalhes atrás de um requisito ou critério específico. O suplemento tenta resolver o espaço entre um pensador lean muito experiente e aquele no estágio entre “apenas começando” e bem no meio do caminho “A finalidade do suplemento é”:

Proporcionar a um avaliador ELS alguma compreensão relativa a “coisas para procurar” quando conduzir uma Avaliação ELS.

Auxiliar um site ou fábrica que não é totalmente familiar com o Guia de Avaliação ELS para um modo de entender as atitudes e começar a trabalhar num Plano de Melhoria antes de uma Audição de Certificação Oficial.

O Suplemento é usado para melhor entender o Guia de Avaliação ELS. Tentativas têm sido feitas para proporcionar tanta informação quanto possível sobre um critério, sem chegar a ser um “como fazer”. Exceto pelo Mapeamento do Fluxo de Valor, não havia tentativas feitas para adicionar uma linguagem suplementar para o critério. Este é o estado atual em muitas de nossas fábricas e uma explicação não deve ser necessária. Em alguns casos, sentiu-se que o critério não necessitou de suporte adicional e, portanto, não se elaborou uma linguagem suplementar. Leia o critério do Guia de Avaliação e então, se necessário, leia o Suplemento para melhor entender um pouco da evidência necessária para satisfazer o critério durante uma avaliação formal.

1. Mapeamento do Fluxo de Valor

Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) é uma ferramenta visual que mostra em forma de diagrama o fluxo de produtos, de material e de informação desde o pedido do cliente até a entrega do produto final. As necessidades básicas são: um Mapa de Estado Atual, um Mapa de Estado Futuro, um Plano de Implementação e Indicadores para medir e comunicar (divulgar) o seu progresso. O objetivo principal é utilizar o Mapa do Estado Atual para definir e identificar oportunidades de melhoria com o processo, documentar o objetivo do Estado Futuro e criar um Plano de Implementação / Métricas detalhado para alcançar o objetivo.

Valor	Condições
-------	-----------

- | | |
|----------|--|
| 1 Ponto | ☐ Mapeamento do Fluxo de Valor Geral (Alto Nível) está sendo desenvolvido. |
| 2 Pontos | ☐ Todas as famílias de produtos/linha de produto/processo de negócio foram formalmente identificadas.
☐ Ao menos um Mapa do Estado Atual e um Mapa do Estado Futuro foram desenvolvidos. Os Mapas estão expostos, onde possível, em áreas de fácil acesso aos operadores. |
| 3 Pontos | ☐ Múltiplos Mapas do Estado Atual e Futuro foram desenvolvidos e estão expostos em áreas demarcadas.
☐ Todos os mapas possuem Planos de Implementação documentados, em progresso e expostos onde possível.
☐ Indicadores para medir o progresso foram selecionados e estão em uso. |
| 4 Pontos | ☐ Pelo menos um plano de implementação do Estado Futuro foi finalizado e corresponde agora ao Estado Atual.
☐ Todas as famílias de produtos/linhas de produtos/processos de negócio têm planos de implementação documentados com metas definidas para o Mapa do Estado Futuro. Os Planos de Implementação traduzem em ação itens com monitoramento do status de realização. Resultados e a correspondência entre as metas lean e objetivos da planta estão comunicados de forma simples e de fácil compreensão. |

- 5 Pontos
- ☐ Todas as famílias de produtos/linhas de produtos/processos de negócio identificados como foco para melhoria e listadas nas metas e objetivos lean da fábrica possuem um mapa do Estado Futuro completo
 - ☐ Novos Mapas do Estado Futuro e Planos de Implementação foram desenvolvidos para todas as famílias de produtos/linhas de produtos/processos de negócio que estejam identificadas como áreas de atividade planejada.
 - ☐ Um processo sistemático está em prática para melhorar o sistema atual de identificação de famílias de produtos/linhas de produtos/processos de negócio e de Mapeamento dos Estados Atual e Futuro

Pontuação	
Comentário(s):	

2. 5S

5S é a base do Lean e um alicerce para se obter um enfoque disciplinado do local de trabalho: (1) Eliminar o desperdício, (2) Organizar, (3) Limpar, (4) Padronizar e (5) Manter o Padrão. Essa abordagem passo a passo ajuda a eliminar itens desnecessários, sujeira e desordem no local de trabalho, e organizar tudo baseado no princípio de “um lugar para cada coisa, cada coisa em seu lugar”. A implementação do 5S beneficia tanto escritórios como o chão de fábrica. 5S pode ser implementado em uma pequena área em volta da máquina, em todo um departamento ou por toda a fábrica. Ao avaliar uma instalação (fábrica ou departamento), foque a extensão do desdobramento.

Valor	Condições
-------	-----------

- | | |
|----------|---|
| 1 Ponto | ☐ O programa 5S começou com um plano de implementação documentado. |
| 2 Pontos | <div>☐ As etapas de Eliminação do desperdício e Organização foram completadas em 50% das áreas da fábrica e evidências estão disponíveis para confirmar isso.</div> <div>☐ Está implementado um processo documentado para definição e identificação de itens não-necessários. O processo deve incluir identificação com etiqueta “VERMELHA”, remoção e disposição do equipamento (Uma área de retenção pode ser temporária ou permanente).</div> <div>☐ A localização para todos os itens móveis foi estabelecida e demarcada em 50% da fábrica.</div> <div>☐ Demarcações para áreas de armazenamento de materiais, áreas comuns e zonas de segurança foram efetuadas.</div> <div>☐ Quadros /gavetas sombreadas são utilizados, onde apropriado.</div> <div>☐ Quadros de comunicação visual para toda a fábrica estão em uso e padronizados.</div> |
| 3 Pontos | <div>☐ As etapas de Eliminação do desperdício, Organização e Limpeza foram completadas na fábrica inteira e evidências estão disponíveis para confirmar isso.</div> <div>☐ As causas principais de contaminação que dificultam manter a área limpa foram identificadas e removidas ou contidas e evidência está disponível para confirmar a melhoria.</div> <div>☐ Procedimentos I documentados de limpeza,e checklists, que fazem da inspeção uma operação diária, foram implementados e dispostos na área. Estes procedimentos devem incluir inspeções relevantes no equipamento.</div> <div>☐ Limpeza faz parte das atividades do dia-a-dia.</div> |

- ☐ Quadros de Comunicação Visual são mantidos de uma maneira ordenada e no tempo adequado. Evidência de que os checklists de limpeza são revisados e geram ações corretivas em casos de não-conformidade devem ser apresentadas.

- 4 Pontos ☐ Práticas e rotinas padrões documentadas foram estabelecidas para garantir a repetição sistemática dos 3 primeiros “S”.
- ☐ Formulários e procedimentos foram criados e implementados, tal que auxiliam a auditoria regular dos 3 primeiros “S”

- 5 Pontos ☐ A **Manutenção do Padrão** foi completada na fábrica inteira e evidências estão disponíveis para confirmar isso.
- ☐ Gerência garante que as atividades 5S são um hábito de todos e que os padrões são seguidos, através de envolvimento pessoal e avaliação de todos
- ☐ Padrões 5S fazem parte do trabalho diário e estão relacionadas com outras iniciativas relevantes (Ferramentas ELS, segurança, etc.).
- ☐ Um processo sistemático está em prática para avaliar e melhorar esses padrões continuamente.

Pontuação	
Comentário(s):	

3. Trabalho Padrão

Trabalho Padrão é a combinação ótima de operadores, máquinas e materiais que garante que uma tarefa seja realizada da mesma maneira todas as vezes, com o mínimo de desperdício e no ritmo do mercado (Takt). Na maioria dos casos, há mais de uma maneira de realizar uma tarefa, e uma pode ser mais eficiente do que outra. Um grupo de pessoas aptas (operadores, facilitadores, engenheiros) desenvolve e documenta o trabalho padrão—a maneira mais eficiente - depois de avaliar todas as maneiras diferentes de realizar a mesma tarefa. O objetivo do Trabalho Padrão é garantir que a produtividade do operador e a utilização do equipamento estejam simultaneamente otimizadas além de garantir a diminuição do inventário. Usando 5 formulários diferentes, este objetivo é alcançado estabelecendo relações entre o Takt e o tempo de ciclo, balanceando o volume de trabalho entre todos os operadores e equipamentos de uma célula, estabelecendo quantidades apropriadas para o Sistema de Puxar. O Trabalho Padrão deve definir quem, o que, quando, onde e quanto (Tempo Takt) da célula de trabalho.

Valor	Condições
1 Ponto	☐ O Trabalho Padrão está sendo desenvolvido atualmente e alguma documentação está completa
2 Pontos	☐ Operações comuns são realizadas de uma maneira padronizada, devido ao resultado de esforços individuais de operadores. Isto tipicamente envolve o uso de instruções de trabalho tradicionais. ☐ Layouts de Trabalho Padrão foram implementados em algumas células. ☐ Padrões comuns foram documentados e estão sendo seguidos por todos os operadores. ☐ Alguns tempos de ciclo são menores ou iguais ao Takt ☐ Algum trabalho é balanceado, mas não para o Takt.
3 Pontos	☐ Várias células e linhas de fluxo implementaram o Trabalho Padrão em ao menos uma peça ou família de peças. Trabalho Padrão documentado, Cartas de Balanceamento de Operadores e do Trabalho Padrão estão disponíveis para todos os operadores e expostos nas estações de trabalho. ☐ Trabalho Padrão está sendo desenvolvido para os itens de maior volume ao longo do tempo. ☐ Cartas de Balanceamento do Operador/Máquina foram implementadas nas células críticas, como identificadas nos Mapas de Fluxo de Valor.

- ☐ Várias células estão começando a ajustar o “pitch” para atingir múltiplos modelos conforme seus takt. Takt Time está sendo usado para regular o ritmo de produção com a geração de sinais apropriados de retro-alimentação.

- 4 Pontos
- ☐ Trabalho Padrão está implementado e o Takt é seguido pela maioria das células e das linhas de fluxo
 - ☐ Oportunidades têm sido identificadas para remover desperdícios do fluxo de valor completo, através da padronização do trabalho que afeta as atividades entre células e o inventário
 - ☐ Há evidências de que os operadores estão começando a gerar melhorias no trabalho padrão. Agora o ritmo de produção atinge o Takt, e o Takt é o elemento regulador do ritmo de toda a fábrica.
 - ☐ Todas as áreas estão utilizando quadros visuais de acompanhamento da produção ou outros métodos visuais para monitorar o status da produção durante o dia, quando aplicável.
 - ☐ Há evidências documentadas de que o um sistema para ajustar recurso (homem/máquina/tempo) utiliza o trabalho padrão para balancear as mudanças no Takt

- 5 Pontos
- ☐ Trabalho Padrão está implementado em todas as células e linhas de fluxo para todos os Takts de maior volume ao longo do tempo.
 - ☐ Todo o fluxo de valor está sendo continuamente otimizado (desperdício eliminado) com a padronização de todas as atividades entre células e inventários
 - ☐ Há evidências de que os operadores estão gerando e mantendo o trabalho padrão
 - ☐ Trabalho Padrão foi desenvolvido para todos os tempos Takt de maior volume ao longo do tempo.
 - ☐ Um processo sistemático está em prática para avaliar e melhorar esses padrões continuamente

Pontuação	0
Comentário(s):	

4. Manutenção Produtiva Total (TPM)

Já que o Lean requer um fornecimento Just-in-Time de todos os componentes e sub-montagens, se o equipamento de produção quebrar ou falhar para produzir na taxa e na qualidade desejadas, a linha de produção Lean pode sofrer as consequências. Para isto, o indicador **Eficiência Geral do Equipamento (OEE)** é usado para medir o desempenho do equipamento. Para ter certeza de que os equipamentos de produção estão desempenhando de acordo com, ou melhor, do que o esperado, eles devem ser submetidos ao TPM. TPM começa com a atualização da condição do equipamento até que ele chegue a uma condição de equipamento novo, ou melhor, que isso, e desenvolve e implementa procedimentos e listas de verificação para assegurarem a manutenção deste nível de condição de equipamento. Um bom programa de TPM também requer práticas 5S bem implementadas. Quatro dos cinco componentes do TPM são desdobradas durante o processo de Implementação dos Sete Passos do TPM. Estes quatro elementos são: (1) Manutenção Corretiva, (2) Manutenção Autônoma, (3) Manutenção Preventiva e (4) Manutenção Preditiva. O indicador OEE deve mostrar, continuamente, tendências positivas. Equipamentos críticos são definidos pelos mapas do VSM, sob o critério de que o equipamento é “crítico” para a fábrica ou para o processo baseado em razões de serviço, qualidade ou produção.

Valor	Condições
1 Ponto	☐ Manutenção de rotina é feita regularmente e manutenção preventiva é feita esporadicamente.
2 Pontos	☐ Um programa sistemático de manutenção autônoma (realizado pelo operador) está sendo planejado/desdobrado com foco no equipamento crítico. ☐ A implementação da Manutenção Preventiva “tradicional” está em prática. ☐ OEE está sendo implementado e uma linha de acompanhamento orientativa está sendo estabelecida para equipamentos críticos
3 Pontos	☐ Limpeza e inspeção inicial foram completadas em todos os equipamentos críticos (Passo 1 do TPM). ☐ Padrões de limpeza e inspeção autônoma são desdobrados para todos os equipamentos críticos (Passo 3 do TPM). ☐ A maioria das causas de contaminação e de áreas inacessíveis têm sido eliminadas em todos os equipamentos críticos (Passo 2 do TPM).

- ☐ Está em prática um sistema para garantir que todas as atividades de Manutenção Preventiva sejam realizadas periodicamente.
- ☐ Tendência de melhoria no valor do OEE é evidente para máquinas críticas.

4 Pontos

- ☐ Todas as causas de contaminação e os locais de difícil acesso foram eliminados em todos os equipamentos críticos e em 50% dos equipamentos não-críticos.
- ☐ Treinamentos sobre as funções, controles e sistemas dos equipamentos foram (realizados) para todos os equipamentos críticos (Passo 4 do TPM).
- ☐ Auditorias regulares são realizadas em todos os equipamentos críticos para garantia da realização de esforços autônomos e da programação de preventivas (Passo 5 & 7 do TPM).
- ☐ Todos os equipamentos críticos identificados nos Mapas de Fluxo de Valor mantêm níveis de OEE acima das metas estabelecidas.

5 Pontos

- ☐ Padrões de limpeza e inspeção autônomos estão desdobrados em toda a fábrica
- ☐ OEE é usado para o monitoramento periódico do equipamento de produção, e os resultados são consistentemente mantidos em ótimos níveis para todos os equipamentos críticos e maiores que 50% para os demais equipamentos.
- ☐ Abordagem e ferramentas Six Sigma estão sendo aplicadas na Manutenção Preventiva.
- ☐ Um processo sistemático está em prática para avaliar e melhorar os esforços do TPM. Brados para limpeza e inspeções. O OEE dos equipamentos excede continuamente as metas definidas pelos VSM's.
- ☐ Princípios do TPM são aplicados durante a seleção, projeto ou aquisição de novos equipamentos (5^o componente do TPM – Manutenção Preventiva).

Score	0
Comentário(s):	

5. Sistema a Prova de Erros

O Sistema a Prova de Erros é uma abordagem sistemática para prevenir que produtos com defeitos potenciais deixem a área em que foram produzidos. Durante o processo a Prova de Erros todas as oportunidades para defeitos (características-chave) são identificadas pro-ativamente (antes que os problemas ocorram) e as causas são eliminadas ou meios de inspeção 100% são colocados em prática para prevenir que o erro ocorra ou para detectar produtos defeituosos. Isto vai levar às ações corretivas, tendendo para o objetivo que é ter “Zero Defeito”. Utilizamos 6 Sigma para medir o desempenho do defeito do produto. A tabela a seguir é uma referência rápida para variação dos níveis de Sigma.

Sigma	Porcentagem não-defeituosa	Porcentagem defeituosa	Partes Defeituosas por milhão
2	69.1	30.9	308,537
3	93.32	6.68	66,807
3.5	97.725	2.275	22,750
4	99.379	0.621	6,210
5	99.9767	0.0233	233
6	99.99966	0.00034	3.4

Valor Condições

- 1 Ponto ☐ Inspeção ou testes são usados para detectar alguns defeitos potenciais.
- ☐ A análise das causas raízes dos defeitos é freqüentemente utilizada.
- 2 Pontos ☐ Abordagens sistemáticas (como FMEA de Projetos e Processo) estão sendo desdobradas para identificar os defeitos potenciais que afetam os clientes externos.
- ☐ As causas para muitos dos defeitos identificados são eliminadas, prevenidas ou detectadas e contidas na fonte.
- 3 Pontos ☐ Abordagens sistemáticas (como FMEA de Projetos e Processos) são desdobradas para identificar todos os defeitos potenciais que afetam os clientes externos, e muitos dos defeitos

potenciais que afetam os clientes internos (todas as famílias de produtos/ linhas de produtos/ processos de manufatura e de negócio são contemplados).

- ☐ A maioria das causas de defeitos potenciais que afetam clientes externos foram eliminadas, prevenidas ou detectadas e contidas na fonte, com rendimento final igual ou superior a 3.5 Sigma (97,7%). Um processo para tratar defeitos de produtos está em uso (8D) com validação para monitorar efetividade das soluções.

- 4 Pontos ☐ Abordagem sistemática (como PFMEA de Projetos e Processos para identificar todos os defeitos potenciais. (Clientes externos e internos).
- ☐ A maioria das causas identificadas dos defeitos potenciais foram eliminadas, prevenidas ou detectadas e contidas na fonte, com rendimento final igual ou superior a 4.0 Sigma (99,37%)

- 5 Pontos ☐ Um processo sistemático de Eliminação, Prevenção, Detecção e Controle de Perdas, nesta ordem de preferência, é aplicado para todos os erros potenciais, com rendimento final igual ou superior a 5.0 Sigma (99,97%)
- ☐ Sistemas a Prova de Erros são ativamente implementados durante o desenvolvimento de produtos e processos
- ☐ Um processo sistemático está em prática para avaliar e melhorar as formas implementadas de identificação de erros e os Métodos aplicados de Prevenção de Erros.

Pontuação	0
Comentário(s):	

6. Redução de Setup

Setup é o tempo durante o qual cada equipamento está sendo ajustado para o próximo pedido e não está produzindo peças – definido como o tempo entre a última peça boa do setup anterior até a primeira peça boa do setup atual. Lean usa pequenas quantidades de inventário controlado, isto significa lotes pequenos e períodos freqüentes. Portanto, reduzir o setup se tornou algo muito importante para uma linha de produção ser Lean. Redução de Setup é uma abordagem sistemática usada para reduzir o tempo não-produtivo durante o setup. O equipamento crítico é definido pelos mapas do VSM sob o critério de que o equipamento é considerado “crítico” à fábrica ou ao processo baseado em razões de serviço, qualidade ou produção. O equipamento crítico para a Redução de Setup pode ou não ser o mesmo para as outras ferramentas ELS.

Valor	Condições
-------	-----------

- | | |
|----------|---|
| 1 Ponto | ☐ Muitos fatores afetam o tempo de setup total porque os processos de setup não têm sido padronizados e documentados. |
| 2 Pontos | ☐ Alguns setups são avaliados (por exemplo, analisando fitas de vídeo) e as atividades relacionadas são padronizadas e documentadas e os padrões estão sendo seguidos.
☐ Existe uma métrica identificadora definida para medir o tempo de setup dos equipamentos críticos – identificados no Mapeamento do Fluxo de Valor. |
| 3 Pontos | ☐ A maioria das atividades relacionadas ao Setup estão padronizadas e documentadas e os padrões estão sendo seguidos para equipamentos críticos.
☐ Atividades de setup são sistematicamente avaliadas para todos os equipamentos críticos (por exemplo, analisando fitas de vídeo) e tentativas são feitas para transformar o máximo de atividades internas (realizadas enquanto a máquina está parada durante o setup) em atividades externas de setup (realizados quando a máquina está produzindo peças boas)
☐ Esforços são feitos para reduzir o tempo tomado por atividades internas remanescentes |
| 4 Pontos | ☐ Todas as possíveis atividades relacionadas ao setup estão padronizadas e documentadas, e a maioria dos operadores segue os padrões com indicadores divulgados / monitorados.
☐ As atividades de setup são sistematicamente avaliadas e todas as potenciais atividades internas são transferidas para atividades externas de setup resultando em uma redução do lead time e do inventário além de uma maior flexibilidade. |

- ☐ Todas as atividades internas remanescentes estão sendo constantemente otimizadas.
- ☐ Esforços são feitos para otimizar constantemente as atividades externas e melhores resultados estão sendo obtidos.

5 Pontos

- ☐ Todas as atividades internas e externas estão sendo continuamente otimizadas para todos os equipamentos até que o fluxo de uma peça por vez seja obtido.
- ☐ Padrões relacionados ao setup estão difundidos por toda a fábrica e são usados por todos resultando na habilidade de produzir todos os tipos de peças todos dias, se aplicável ao processo.
- ☐ Um processo sistemático de melhoria contínua está implementado e ajuda a conseguir reduções progressivas no tempo de setup

Pontuação	0
Comentário(s):	

7. Fluxo Contínuo

Fluxo Contínuo é definido como a movimentação de material de um processo que agrega valor para outro sem perda de tempo de transporte ou armazenagem em pulmões com uma mentalidade de “faça um – mova um”. Num ambiente de fluxo contínuo, a taxa de produção em todo o fluxo do produto é exatamente igual à demanda do cliente (Takt). O ambiente de fluxo contínuo tem otimizado equipamentos, mão-de-obra e espaço entre células de manufatura efetivamente ligadas, tem balanceado a carga de trabalho para todas as estações de trabalho e operadores (para vários Takts). Além disso, o ambiente de fluxo contínuo proporciona flexibilidade através das células projetadas em U, mão-de-obra multifuncional. Num ambiente de fluxo contínuo deveriam ser documentados todos os detalhes das tarefas além de estarem facilmente visíveis para os operadores. Deve também estar visível um quadro que indique em tempo real a taxa de demanda do cliente e a taxa de produção alcançada.

Nota: necessário definir “célula” no glossário para abranger o conceito do processo

Valor	Condições
1 Ponto	☐ Work-in-process (WIP) está sendo controlado e esforços estão sendo feitos para reduzir a quantidade através da ligação de processos. ☐ Esforços estão sendo feitos para minimizar a distância entre os processos que estão separados por uma distância que requer extenso e complexo transporte para as peças. ☐ As máquinas estão sendo re-arranjadas para facilitar o fluxo do processo, e não agrupadas por tipo de máquina.
2 Pontos	☐ Algumas células são formadas para melhorar a eficiência dos operadores, e esta reduz efetivamente o transporte de peças ou o WIP controlado. ☐ Existem evidências de que um entendimento claro sobre a demanda do cliente foi incluído na definição do projeto da célula para promover flexibilidade ☐ Há evidência de que os projetos das células são definidos pelos objetivos de melhoria dos Mapeamentos de Fluxos de Valores
3 Pontos	☐ Existem várias células que apresentam fluxo interno “de uma peça” ou “de um lote de transferência” como definido pelo contendor projetado.

- ☐ Algumas células são interligadas para permitir que o produto flua através de todo o seu fluxo de valor.
- ☐ A taxa de produção das células são variáveis com Takts definidos baseados na demanda do cliente

- 4 Pontos
- ☐ A maioria dos equipamentos de produção estão em células baseados nas metas de melhoria do Mapeamento do Fluxo de Valor
 - ☐ A maioria das células estão interligadas a fim de se obter o fluxo contínuo, com o mínimo de WIP controlado entre elas. Sinais de produção são enviados apenas à célula ou operação que define o ritmo de produção.
 - ☐ A taxa de produção vai de encontro ao Takt em todos os casos
 - ☐ Operadores são multifuncionais para as atividades das células e nelas é mostrado visualmente uma matriz de habilidades.

- 5 Pontos
- ☐ Todos os equipamentos possíveis estão em células interligadas para permitir fluxo baseado no Mapeamento de Fluxo de Valor.
 - ☐ Cada célula é capaz de ajustar o número de operadores baseado no Takt onde aplicável
 - ☐ Cada operador é multifuncional para trabalhar em várias atividades e é também adaptável a novas situações, se necessário
 - ☐ Kanban que controla WIP só é usado onde o processo não permite um fluxo contínuo (por exemplo, lotes para o processo de tratamento térmico). Um processo sistemático está em prática para avaliar e melhorar continuamente os padrões

Pontuação	
Comentário(s):	

8. Sistema de Puxar

Sistema de puxar é um tipo de sistema que inter-relaciona a produção e as instruções de entrega no sentido inverso do fluxo, isto é, nada se produz no estágio anterior a menos que o estágio seguinte dê aviso da necessidade. Uma variedade de métodos visuais simples (Kanban) é usado pelos clientes para avisar o fornecedor anterior para produzir/fornecer no tempo certo (JIT). Um sinal para indicar um pedido do cliente (cliente externo) é dado somente para uma etapa do processo interno, que é chamada de marca-passo (geralmente para o último processo). Um sistema de puxar ideal requer um tempo de setup muito baixo, para a produção de lotes pequenos, sem perdas econômicas e a quantidade dos tamanhos de lotes ou do material em processo (WIP) é um bom indicador do nível de implementação do sistema de puxar. Em um ambiente de sistema de puxar, se nenhum sinal fosse recebido do cliente “posterior”, equipamento e operador ficariam inativos. Num ambiente sem o sistema de puxar, peças são produzidas o mais rápido possível e empurradas para o cliente posterior, independentemente de serem necessárias ou não.

Valor	Condições
--------------	------------------

- | | |
|----------|---|
| 1 Ponto | <ul style="list-style-type: none">☐ Existe algum indício de um Sistema de Puxar .☐ Esforços estão sendo feitos para garantir que o inventário não seja armazenado em quantidades aleatórias em diferentes áreas (típico almoxarifado).☐ Processos de manufatura estão deixando de produzir a partir de um típico sistema do tipo MRP/ERP (de empurrar para puxar). |
| 2 Pontos | <ul style="list-style-type: none">☐ Alguns Kanbans de Produção são usados, mas somente para grandes tamanhos de lotes, indo e vindo de supermercados/armazéns. O tamanho de lote máximo é predeterminado pela quantidade do pedido de vendas Alguns processos recebem sinais do processo seguinte para fornecer ou começar/parar a produção. |
| 3 Pontos | <ul style="list-style-type: none">☐ Produtos / peças que requeiram o processamento em lotes e estoques intermediários (supermercados) são produzidos e fornecidos com o uso de sinais de puxar (Kanban)☐ Alguns fornecedores recebem sinais de puxar JIT ou Kanbans que sinalizam o que é necessário☐ Tentativas constantes são feitas para reduzir o tamanho do lote (clientes internos e externos)☐ Uma metodologia documentada está em prática para calcular o tamanho apropriado do Kanban numa base contínua (O tamanho do lote é revisado em relação ao tempo do setup). |

- ☐ Kanbans em processo são usados em vários lugares, o que garante o sistema de puxar entre os processos

4 Pontos

- ☐ As únicas peças que são estocadas em supermercado(s) são aquelas que estão sendo produzidas ou fornecidas em lotes, devido às limitações do equipamento de produção, do fornecedor ou como especificado pelo cliente.
- ☐ A quantidade de peças nos supermercados tem sido sistematicamente minimizada
- ☐ A entrega de peças é bem planejada, em termos de tempo, sequenciamento e quantidades.
- ☐ A movimentação direta da peça minimiza o WIP e o tempo de processo.
- ☐ Todos os fornecedores de materiais classificados como “A” recebem pedidos através de um tipo de sinal JIT Kanban.
- ☐ A maioria dos processos internos ao longo do fluxo de valor inicia sua produção/entrega baseado em sinais de puxar .
- ☐ Recursos apropriados (painéis, luzes, sirenes, etc.) para atrair a atenção de uma possível falta de peças estão instalados para evitar qualquer parada da linha

5 Pontos

- ☐ O movimento do material em todo o fluxo de valor da fábrica é baseado no sistema de puxar relacionado com a demanda real.
- ☐ O movimento de material entre os processos é minimizado e os estoques de WIP são minimizados ou eliminados até a menor quantidade prática de entrega, mas não mais do que um pequeno contentor, caixa ou peça, onde possível.
- ☐ Pedidos de clientes são mandados para o “último processo” disparando o sistema de puxar dos componentes de toda a cadeia de fluxo de valor.
- ☐ Um processo sistemático está em prática para avaliar e melhorar continuamente estes padrões

Pontuação	
Comentário(s):	

Folha Sumário de Avaliação / Kit de Ferramentas do Radar ELS

Local: _____

Avaliador: _____

Data: _____

Válido por: _____

Data: _____

Avaliação para: ☐ Fábrica

☐ Família/Célula de produto



Avaliação ELS

Elemento	Pontuação
Mapeamento do Fluxo de Valor	1
5S	1
Trabalho Padrão	1
T.P.M.	1
Sist. a Prova de Erros	1
Redução de Set up	1
Fluxo Contínuo	1
Sistema de Puxar	1
Total	8
Média	1,0

Controle de Revisão

Nível da Revisão	Data da Revisão	Descrição da Revisão
1.0	7/16/02	Liberação inicial do prazo para a Certificação EBE 2002
2.0	12/3/02	Várias melhorias revisadas e aprovadas envolvidos com o ELS e ELC – Liberação para o ciclo de Certificação EBE 2003
3.0	10/29/03	Atualizado para esclarecimento da avaliação

Consentimento

Grupo	Nome	Data	Assinatura
Truck Components	Alan Poulton		
	Richard Perry		
Fluid Power	Nelda Connors		
	Roger Kremer		
Cutler-Hammer	Rich Holder		
	Tom Vasold		
Automotive Components	Robert Lemanski		
	Michael Thompson		
Corporate	Hira Fotedar		

Eaton Quality Institute

Corporate Quality

26201 Northwestern Hwy.

Southfield, MI 48076

Telephone: (248) 354-7250, Adnet 641-7250

Fax: (248) 354-6889, Adnet 641-6889

Electronic Version of the Assessment can be downloaded from

<http://www.etn.com/home/lean/resources.html>