

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Revisão do Conceito de Produção Enxuta e das Ferramentas
adotadas no *Lean Manufacturing***

Leandro Pimentel do Prado Silva

TCC-EP-56-2012

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Revisão do Conceito de Produção Enxuta e das Ferramentas
adotadas no *Lean Manufacturing***

Leandro Pimentel do Prado Silva

TCC-EP-56-2012

Trabalho de Conclusão de curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador(a): Prof.^(a): Msc. Francielle Cristina Fenerich

**Maringá - Paraná
2012**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter saúde e força pra concluir mais esta grande etapa de minha vida. Sou grato pela família maravilhosa que tenho e pelos grandes amigos, com os quais posso contar a todo o momento.

Agradeço também os gestores com quem trabalhei, pois me transmitiram muito conhecimento acadêmico e prático; os professores que tive ao longo da graduação e principalmente os que fazem parte do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá.

Por fim, agradeço a professora Francielle, orientadora deste trabalho, pelo cuidado, orientação e sugestões fornecidas ao longo deste ano.

RESUMO

Nas últimas décadas, o setor industrial tem enfrentado forte concorrência, e por isso as organizações estão buscando cada vez mais excelência produtiva. Não basta apenas deter capital e bons maquinários para continuar crescendo e disputando liderança de mercado, as empresas devem investir em métodos eficientes de gestão, tanto no que diz respeito a produção, quanto ao que se refere a liderança no chão de fábrica em relação aos colaboradores, que constituem a equipe de trabalho. Este trabalho aborda alguns conceitos importantes para gestores e demais pessoas que ocupam cargo de liderança de produção: como o pensamento *Lean*, Produção Enxuta e o Sistema Toyota de Produção, além de explicar as principais ferramentas utilizadas para se conquistar e manter a tão almejada excelência produtiva e eliminação de desperdícios. Desta maneira, este estudo descreve técnicas de se implantar a melhoria contínua, o trabalho padronizado, mecanismos a prova de erros, produção puxada pelo mercado, sistemas de manutenções eficazes, otimização de operações produtivas, atividades para redução do tempo de preparação de máquinas, o controle visual através de gráficos de desempenho e sensores de limpeza e higiene que melhoram a produtividade e o bem estar dos colaboradores dentro da organização.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*, Produção Enxuta, Toyota.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	vi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	vii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS	2
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
1.4 METODOLOGIA.....	3
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 <i>LEAN MANUFACTURING</i> OU PRODUÇÃO ENXUTA	4
2.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	9
2.3 FERRAMENTAS DO PENSAMENTO <i>LEAN</i>	11
2.3.1 <i>Kanban</i>	11
2.3.2 <i>Mapeamento do Fluxo de Valor</i>	14
2.3.3 <i>5s</i>	17
2.3.3.1 <i>Case 5s</i>	20
2.3.4 <i>Manutenção Produtiva Total (MPT)</i>	21
2.3.4.1 <i>Case TPM</i>	23
2.3.5 <i>Poka-yoke</i>	24
2.3.5.1 <i>Case Poka-yoke</i>	25
2.3.6 <i>Kaizen</i>	25
2.3.6.1 <i>Case Kaizen</i>	26
2.3.7 <i>Trabalho Padronizado</i>	27
2.3.8 <i>Redução de Setup</i>	28
2.3.9 <i>Gestão Visual</i>	30
3. DISCUSSÃO	32
3.1 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PRODUÇÃO TRADICIONAL E PRODUÇÃO ENXUTA	32
3.2 ANÁLISE DAS FERRAMENTAS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i>	34
3.2.1 <i>Kanban</i>	34
3.2.2 <i>Mapeamento do Fluxo de Valor</i>	35
3.2.3 <i>5s</i>	35
3.2.4 <i>Manutenção Produtiva Total (MPT)</i>	36
3.2.5 <i>Poka-yoke</i>	37
3.2.6 <i>Kaizen</i>	37
3.2.7 <i>Trabalho Padronizado</i>	38
3.2.8 <i>Redução de Setup</i>	39
3.2.9 <i>Gestão Visual</i>	40
4. CONCLUSÃO	41
5. REFERÊNCIAS	43

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - CARTÃO <i>KANBAN</i> DE PRODUÇÃO	12
FIGURA 2 - CARTÃO <i>KANBAN</i> DE MOVIMENTAÇÃO	13
FIGURA 3 - CIRCULAÇÃO DOS CARTÕES <i>KANBAN</i>	13
FIGURA 4 - MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (ADAPTADO DE ALMEIDA, 2008).....	16
FIGURA 5 - ASPECTOS CONFLITANTES ENTRE PRODUÇÃO TRADICIONAL E PRODUÇÃO ENXUTA (ADAPTADO DE MARTINS E LAUGENI, 2005).....	32
QUADRO 1 – ABORDAGEM DOS SENSOS	18
QUADRO 2 - RESPONSABILIDADES DAS EQUIPES DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO, NO ENFOQUE DA TPM	22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAPES	Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
COMUT	Programa de Comutação Bibliográfica
JIT	<i>Just in time</i>
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
WIP	<i>Work in process</i>
TPM	<i>Total productive maintenance</i>
MPT	Manutenção produtiva total
ATO	<i>Assembly to order</i>
ETO	<i>Engineering to order</i>
MTO	<i>Make to order</i>
MTS	<i>Make to stock</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
TAQ	Trabalhar até quebrar
OEE	<i>Overall equipment effectiveness</i>
MTBF	<i>Mean time between failures</i>
MTTR	<i>Mean time to repair</i>
IT	Instrução de trabalho
OP	Ordem de produção

PDCA	<i>Plan, do, check and act</i>
TP	Trabalho padronizado
TRF	Troca rápida de ferramenta
CP	Cartão de produção
CM	Cartão de movimentação
TI	Tecnologia da Informação

1. INTRODUÇÃO

Em uma época de crescente avanço tecnológico industrial e redução das fronteiras geográficas, devido o aumento da globalização, as empresa produtoras e prestadoras de serviços que quiserem manter-se em crescimento, em meio a um cenário de mercado global extremamente competitivo, devem implantar práticas cada vez mais flexíveis, que exijam menos recursos, e gerem resultados mais eficientes e de maiores níveis de qualidade.

Retomando o passado, percebe-se que com a primeira Revolução Industrial na Inglaterra, no século XVIII, e com o surgimento da máquina a vapor, a produção deixou de ser totalmente artesanal e passou a ser realizada em pequenas unidades fabris. Esta alteração na maneira de se produzir permitiu o início da divisão de tarefas, assim a fabricação de um bem não estava mais atrelada a apenas um indivíduo, como antigamente estava ao artesão (SANTOS, 2003).

Já no início do século XX, a evolução da produção mundial caracterizou-se pela produção industrial em larga escala, principalmente no setor automobilístico dos Estados Unidos. O novo conceito da época era fabricar produtos padronizados, em processos com tempos perfeitamente cronometrados e com a divisão e especialização de tarefas (SANTOS, 2003).

A partir dos anos 70, um novo conceito de gestão passou a ser conhecido no setor industrial, denominado sistema Toyota de produção, cujos princípios são: eliminação de desperdícios e qualidade na fabricação. O primeiro conceito baseia-se em fabricar utilizando o máximo de economia de recursos, conceito conhecido como *Lean Production* ou *Lean Manufacturing*. Já a fabricação com qualidade refere-se à produção de bens com o mínimo de defeitos possíveis, ou zero defeito (MAXIMIANO, 2009).

Verifica-se então que a produção de bens e serviços sempre passou por evoluções, e o aumento da competitividade dos setores secundários e terciários mundial indica que estes avanços continuarão a existir mais intensamente nos próximos anos. Por este motivo, a necessidade de se produzir de maneira enxuta é uma das razões que justifica as empresas adotarem sistemas gerenciais capazes de monitorar a produção, de modo a identificar e eliminar desperdícios e atividades que não agregam valor. Além disso, otimizar a produção significa aumentar o ganho que advém da venda dos produtos, diminuir estoques e despesas operacionais, conceitos que devem ser introduzidos à cultura organizacional, afim de que todos os colaboradores envolvidos direta e indiretamente na cadeia produtiva tenham este conhecimento.

Por estas razões, a proposta principal deste trabalho consiste em se fazer uma revisão bibliográfica do conceito de produção enxuta e de algumas ferramentas existentes, necessárias para a aplicação do pensamento enxuto ou *Lean Manufacturing*.

1.1 Justificativa

O presente trabalho será realizado para que gestores industriais, e pessoas envolvidas nos diferentes processos produtivos de bens e serviços possam ter um conhecimento teórico e uma fonte de busca de informações a respeito do gerenciamento enxuto da produção e das ferramentas práticas aplicadas no *Lean Manufacturing*, em operações relacionadas à produção de bens e prestação de serviços. Além de contribuir como um material didático de ensino para toda a sociedade acadêmica.

1.2 Definição e delimitação do problema

A falta de conhecimento em gestão tem levado organizações à ineficiência produtiva e em alguns casos até a falência, pois nem sempre os gargalos estão relacionados à incapacidade das máquinas e equipamentos.

A finalidade desta pesquisa é trazer a tona o conceito de produção enxuta, e a escolha de ferramentas aplicáveis para a gestão de produção com o mínimo de desperdícios e o conceito de zero defeito.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Este trabalho busca conceituar e informar o pensamento conhecido na literatura como *Lean Manufacturing*, bem como sua importância.

1.3.2 Objetivos específicos

A pesquisa realizada neste trabalho permitirá:

- Compreender Produção Enxuta;

- Conhecer as ferramentas de aplicação;
- Promover análise comparativa entre as ferramentas;

1.4 Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido a partir de uma pesquisa de natureza teórica, desta forma possibilitará a compreensão de conceitos e técnicas aplicáveis para a determinação e resolução de problemas reais. A abordagem foi qualitativa, ou seja, foram abordados diferentes temas, cujo objetivo não foi traduzi-los para parâmetros numéricos mensuráveis. O conceito teórico dos assuntos tratados foi valorizado e não se fez uso de ferramentas matemáticas e/ou estatísticas. Em relação ao objetivo, a pesquisa é descritiva. O objetivo foi descrever e levantar o conhecimento já presente na literatura a respeito do tema.

Os procedimentos técnicos envolvidos na pesquisa são bibliográficos, extraídos de livros e trabalhos científicos.

Os passos para a realização do trabalho foram:

- Revisão bibliográfica dos conceitos relacionados;
- Levantamento de ferramentas aplicáveis;
- Descrição prática das ferramentas;
- Contextualização do *Lean Production*;
- Contribuição ao leitor;

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 *Lean Manufacturing* ou Produção Enxuta

O *Lean Manufacturing*, por ter como princípio produzir mais com cada vez menos recursos, também é chamado de produção enxuta, segundo Womack e Jones (1990 apud WERKEMA, 2006).

Werkema (2006) também definiu o *Lean* como uma iniciativa aplicada nas empresas que busca aumentar a velocidade dos processos e eliminar o que não agrega valor ao cliente, ou seja, minimizar os desperdícios. Segundo ela, o termo *Lean Operations* ou *Lean Enterprise* também pode ser utilizado para se referir ao pensamento enxuto, pois este é um conceito aplicável a todo tipo de trabalho.

A origem deste sistema de produção está diretamente relacionada a um executivo chamado Taiich Ohno e seus trabalhos na montadora automobilística Toyota na década de 50. Estes estudos ficaram conhecidos como Sistema Toyota de Produção ou *Just in Time*, seus enfoques principais eram a identificação e posteriormente eliminação dos desperdícios, com o intuito de redução de custos e aumento na velocidade e qualidade da entrega dos produtos (MAXIMIANO, 2009).

Atualmente, o conceito de Produção Enxuta pode ser entendido como uma maneira de se produzir que evite não apenas os desperdícios, mas também as causas que contribuem para a sua existência dentro de uma organização. Maximiano (2009) destaca que os desperdícios podem ser agrupados em sete classificações distintas:

- Espera: o tempo em que um lote fica parado na linha esperando *setup*, que um operador fica ocioso em seu posto operativo aguardando matéria-prima ou uma ordem de produção, entre outros, constituem tempo de espera. Neste instante a empresa vivencia um desperdício, pois em detrimento de um recurso, os demais disponíveis são prejudicados por não poderem dar continuidade no trabalho.
- Estoque: o acúmulo desnecessário de produtos acabados ou em processo, matérias-primas e insumos é conhecido como estoque. Os estoques constituem capital parado, que poderia estar sendo investido em alguma atividade rentável para a organização, além de serem responsáveis pela necessidade de espaços físicos adicionais que consequentemente geram aumento das despesas.

- Transporte: todo *layout* não funcional, transporte parcial de caixas e peças e utilização de veículos transportadores com capacidade muito maior do que a utilizada constituem desperdícios de transporte.
- Movimento Humano: cada passo que um colaborador dá a mais do que o necessário assim como toda a movimentação física que excede a necessidade da produção e do bem estar físico são formas de desperdício de movimento humano, que eleva o *lead time* de produção e por isso reduz a eficiência produtiva.
- Operações desnecessárias no processo de manufatura: as operações não essenciais em um processo produtivo apenas aumentam os custos do produto, principalmente por elevarem o intervalo de tempo entre o processamento do pedido até a entrega do produto final.
- Tempo perdido em concerto ou refugo: quando uma máquina ou um colaborador precisam pausar sua rotina de trabalho para realizarem um concerto ou retrabalho, ou ainda quando estes produzem uma peça não conforme e que por isso será refugada, a empresa utiliza seus recursos (homem ou máquina) para uma atividade não programada, que não agrega valor ao produto e que por estas razões não deveria existir.
- Produção além do volume necessário, ou antes, do momento necessário: recebe esta classificação de desperdício toda a produção que foi produzida sem necessidade (sejam os produtos com uma quantidade maior do que a planejada, ou antes, do período previsto). A organização é prejudicada com isto, pois ela terá custos extras para estocar ou precisará disponibilizar a produção ao mercado a preços mais baixos, além de gerar atrasos na produção e entrega dos produtos planejados, já que utilizou seus recursos e insumos para produzir essas unidades sem necessidade.

Maximiano (2009) também ressalta que existem três maneiras de eliminar os desperdícios, elas são: racionalização da força de trabalho, *just in time* e produção flexível.

A racionalização do trabalho consiste em uma maneira de não se trabalhar isoladamente e sim em equipe, num local de trabalho com *layout* celular e profissionais polivalentes. A substituição de um supervisor pela figura do líder é essencial, pois o líder coordena e trabalha junto com o grupo, muitas vezes é ele quem executa a função de algum colaborador que não foi ao trabalho em determinado dia (MAXIMIANO, 2009).

O método *just in time* (cuja a tradução para o português pode ser compreendida como no momento exato, ou na hora certa) busca diminuir ao máximo o tempo gasto na fabricação dos

produtos e a quantidade de produtos ou material em estoque. O objetivo é sincronizar a produção contínua com a necessidade demandada, para isto estabelecem-se fortes alianças na cadeia de suprimentos, principalmente com os fornecedores de matéria-prima. Nesse método, os operadores se relacionam ainda com um cartão conhecido como *kanban*. O operador de um processo se dirige até o colaborador da operação anterior, retira as peças que já estão prontas e acompanhadas de um cartão, e deixa com seu colega de trabalho, um novo cartão vazio (MAXIMIANO, 2009).

A produção flexível está relacionada à eficiente fabricação de pequenos lotes feitos sob encomenda, à utilização de uma máquina ou processo fabril para a geração de peças diferentes, troca rápida de moldes, ferramentas e equipamentos (MAXIMIANO, 2009).

De acordo com Werkema (2006) o pensamento *Lean* no ambiente organizacional possui os princípios descritos a seguir:

- Especificação do valor: é de extrema importância que se defina a necessidade do cliente, o que ele atribui como valor ao produto. O processo de fabricação deve atender a estes quesitos e o lucro deve ser repassado na venda através da melhoria contínua do processo.
- Identificação do fluxo de valor: este princípio consiste em analisar a cadeia produtiva, separando os processos em três categorias distintas: processos que agregam valor; processos que não agregam valor, mas que são importantes para a manutenção da qualidade e do processo, e por fim, processos que não agregam valor e por isso devem ser eliminados.
- Fluxos contínuos: estar mais bem preparado para a produção contínua, ser mais flexível para atender os clientes, e não depender de processos departamentalizados contribuem para que organizações apliquem agilidade no fluxo produtivo.
- Produção puxada: com uma produção flexível de fluxos contínuos, a empresa não mais fabrica bens de maneira desordenada, impondo seus produtos ao mercado através de políticas de promoções e/ou elevada queda nos preços. A produção só é iniciada a partir da requisição do consumidor, e “puxar” a produção contribui para a redução dos estoques e valorização comercial do produto.
- Busca da perfeição: é de total importância que todos os envolvidos direta ou indiretamente na produção busquem sempre a melhoria contínua, traçando como alvo um modelo ideal. A busca desse aperfeiçoamento deve ser um dos objetivos

primordiais dos colaboradores de toda a hierarquia da planta organizacional, fornecedores e equipe de vendas.

De maneira semelhante Womack e Jones (2004) retratam em sua obra que o desperdício está sempre presente ao nosso redor, representado pelas mais diversas formas, principalmente dentro de organizações. O desperdício pode ser a quantidade de produtos em estoque além do necessário, operações de produção que poderiam ser eliminadas, funcionários ociosos durante todo o dia ou parte do horário de trabalho devido uma operação anterior que ainda não foi finalizada, espaços físicos mal aproveitados, dentre outros motivos. Por outro lado, os autores afirmam que “existe um poderoso antídoto ao desperdício: o pensamento enxuto”, e em suma o pensamento enxuto aplicado à realidade das empresas é responsável por especificar valor, organizar de forma sequencial as ações que geram valor, realizá-las continuamente quando solicitadas e de forma cada vez mais eficaz, para eles, é a maneira de se fazer mais com cada vez menos esforço humano, menos equipamento, menos espaço e menos tempo.

A seguir serão apresentados os mesmos princípios do *Lean* descritos por Werkema (2006), mas agora sobre a interpretação de Womack e Jones (2004) para o pensamento enxuto. A especificação do valor deve ser o ponto de partida para o pensamento enxuto. É o cliente final que define o valor para cada bem ou serviço específico. De maneira geral os clientes desejam que os produtos sejam projetados visando atender suas necessidades locais, entregues conforme especificado e imediatamente após o pedido. Por outro lado a organização deve atender a estes requisitos de necessidade do cliente, viabilizando com as necessidades imediatas e requisitos de seus funcionários internos e fornecedores de insumos. Um conceito errado de valor é ajustar o preço dos produtos ou fazer acréscimos de elementos supérfluos, e manter a produção dos produtos, ao invés de repensar e implantar a definição estabelecida pelo cliente, pois “oferecer o bem ou o serviço errado de forma certa é desperdício” (WOMACK E JONES, 2004).

Fluxo de valor, segundo Womack e Jones (2004), são as ações essenciais que fazem um produto passar pelas três tarefas gerenciais de qualquer tipo de negócio. Essas tarefas são: solução de problemas (tarefa que abrange da concepção até lançamento do produto); gerenciamento da informação (tarefa que segue um cronograma que vai do recebimento do pedido até a entrega) e transformação física (que vai da matéria-prima até o produto acabado nas mãos do cliente). A análise deste princípio, Fluxo de Valor, revela a existência de três tipos de etapas envolvidas na produção:

- Etapas que criam valor e por isso devem ser mantidas;

- Etapas que não criam valor, mas que são inevitáveis ao processo produtivo e por esta razão também devem ser mantidas;
- Etapas adicionais que não agregam valor e podem ser evitadas, pois são causadoras de desperdícios;

É importante que se defina, dentro da organização, uma reunião contínua com representantes de todas as etapas envolvidas, para criar o “canal do fluxo de valor total”, esse mecanismo é conhecido internacionalmente como empreendimento enxuto ou *Lean Enterprise*.

Além disto, vale ressaltar que com o aumento da terceirização e da redução da produção interna, o *Lean Enterprise* deve ser aplicado juntamente com todas as partes interessadas e não apenas internamente para uma organização de maneira desintegrada (WOMACK E JONES, 2004).

O terceiro princípio (fluxo) é responsável por fazer com que as etapas que criam valor fluam. Ele deve ser implantado após a especificação do valor e da eliminação das operações que não agregam valor na empresa enxuta (mapeamento do fluxo de valor). O natural nas organizações é que as atividades sejam realizadas e gerenciadas dentro de um departamento, agrupadas em lotes, de acordo com as suas funções. Entretanto, a ideia central deste princípio é salientar que as tarefas realizadas em lotes culminam em um tempo de espera e conseqüentemente formação de filas durante os processos. Uma alternativa para este conflito é estabelecer uma sequência produtiva mais eficiente, produção contínua (ou fluxo contínuo), de modo que nem todos os produtos de determinada ordem de produção ou cartão *kanban* precisem ser feitos para só depois passarem para a próxima operação. A grande dificuldade de se trabalhar com fluxo contínuo é que este modelo é contra intuitivo à maioria das pessoas, por elas acreditarem que a não departamentalização e definição de lotes ocasiona na falta de controle e na não utilização máxima dos recursos (WOMACK E JONES, 2004).

A implantação do princípio da produção puxada, quarto princípio do pensamento enxuto, acarreta na redução do tempo necessário entre o processamento do pedido de venda e a entrega do produto final aos clientes. Ao invés da produção ser realizada em grandes lotes e os produtos serem dispostos ao mercado em grande quantidade, este conceito tem como premissa, iniciar a produção apenas a partir da requisição do cliente. Ou seja, inicia-se a produção apenas com o pedido de venda. Em conjunto com o princípio anterior (fluxo), a produção puxada propicia três grandes reduções de tempo: o tempo para projetar/engenharia os produtos, tempo para processar pedidos e tempo para produção física dos produtos. Além disso, quando o mercado ou a demanda “puxa” a produção, os estoques são reduzidos

(portanto menos capital da organização está parado) e a flexibilidade em ajustar a produção perante rápidas mudanças de mercado são maiores. Com tudo isto, verifica-se ainda que a demanda de mercado tende a ser mais estável, já que os clientes possuem garantia de que as empresas poderão atendê-los rapidamente quando solicitadas e ainda redução nas promoções e diminuição nos preços de vendas para combater o excesso de produtos não vendidos (WOMACK E JONES, 2004).

O princípio da perfeição é o último a ser aplicado no pensamento enxuto. A partir da especificação do valor, da identificação do fluxo de valor, da criação de medidas que façam com que a produção flua e da permissibilidade de que a produção seja puxada pelos clientes, percebe-se que a organização está oferecendo um produto que se aproxima cada vez mais com o que o cliente realmente deseja e se torna mais clara a percepção dos envolvidos na produção quanto à possibilidade de se reduzir os esforços, tempos, espaço necessário, custos e erros. Ao mesmo tempo, os *feedbacks* das melhorias implantadas são mais rápidos, os gestores podem recompensar os colaboradores envolvidos nelas, e de certa forma, a motivação pessoal de cada funcionário é aumentada (WOMACK E JONES, 2004).

Em suma, tem se verificado ao longo dos anos, segundo Womack e Jones (2004), que as organizações que converteram seus sistemas de produção clássicos (baseados em lotes e filas) em fluxos contínuos estão duplicando a produtividade da mão de obra ao longo do sistema total, reduzindo em 90% o tempo de *throughput* (tempo entre a transformação da matéria prima e a entrega do produto final) e também em 90% a quantia de estoques ou *work in process* (produtos em processo), diminuindo em 50% os erros e a sucata que chegam ao cliente final, bem como os acidentes de trabalho. Além disso, o tempo de lançamento de um novo produto cai pela metade e torna-se possível “oferecer uma variedade maior de produtos, dentro de famílias de produtos, a um custo adicional muito modesto”.

2.2 Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção foi desenvolvido por Taiichi Ohno, e consiste num método que vem proporcionando há décadas revoluções nos mais diversos segmentos industriais, referentes à maneira de se produzir e gerenciar a produção. Este sistema iniciou-se na montadora japonesa automobilística Toyota com a identificação da necessidade de estabelecer um modelo caracterizado pela produção de diferentes tipos de carros, em pequenas quantidades e baixos custos. Pois até então o modelo ideal de produção, o automobilístico

americano, era reduzir os custos de manufatura a partir da produção em massa de um grande número de carros de modelos padronizados. Além disso, Ohno verificou que na era de crescimento elevado (antes da crise do petróleo em 1973) o custo de produção diminuía de forma expressiva em proporção ao aumento da quantidade produzida, cultura ainda vigente na mente de muitos gestores. Porém desde 1974, o mundo vivencia a chamada era de crescimento lento, na qual a produção de quantas peças for possível, mesmo sem necessidade, num dado período de tempo não é prática ao fluxo do processo, além de gerar todo tipo de desperdício: de matéria-prima, energia e mão de obra (OHNO, 1997).

Segundo Ohno (1997), após o Japão perder a Segunda Guerra Mundial em 1945, o presidente da Toyota, Toyoda Kiichiro lançou uma necessidade única de sobrevivência: superar a produção americana em um prazo máximo de três anos. Essa missão era realmente muito difícil, além do mais, havia um agravante, estimava-se que a produtividade americana era nove vezes maior do que a japonesa. Assim Toyoda deduziu que deveria haver algum desperdício no processo produtivo japonês para tamanha disparidade, e então adotou algumas medidas que marcaram o surgimento do modelo Toyota de produção que conhecemos:

- Fornecer ao processo subsequente apenas o que ele necessitar, na quantidade e no momento exato;
- Acoplar dispositivos a prova de erros nas máquinas, evitando a produção de elementos defeituosos, isso é possível através de paradas de máquinas caso haja alguma não conformidade no processo ou na matéria-prima;
- Estabelecer parcerias e alianças para que os fornecedores pudessem fornecer peças de forma nivelada a necessidade de produção da Toyota. Não bastava, por exemplo, fornecer “x” peças ao mês, porém apenas na segunda quinzena. Discutiram-se temas referentes “a cooperação do fornecedor em termos de mão-de-obra, materiais e dinheiro”.
- Transição do operador unifuncional para multifuncional. Os colaboradores foram treinados e passaram a ser polivalentes, aumentando a eficiência da produção em até três vezes. A não existência de diferentes sindicatos por tipo de tarefas no Japão, ao contrário dos Estados Unidos e Europa, permitiu aos japoneses capacitar seus funcionários para controlarem tornos, furadeiras e fresadoras simultaneamente. Além disso, caso fosse necessário soldar algum material, essa tarefa poderia ser feita pelo

próprio operador do centro de usinagem, por exemplo, evitando deslocamentos para o setor de soldagem.

2.3 Ferramentas do Pensamento *Lean*

Nos últimos anos, diversas empresas têm buscado implantar o *Lean Manufacturing*, entretanto, a consolidação desse novo conceito na maneira de se produzir só é conquistada quando se desenvolve, na cultura da empresa, o pensamento enxuto ou *Lean Thinking*. Para isto, a utilização das seguintes ferramentas é essencial durante este processo (WERKEMA, 2006):

- *Kanban*;
- Mapeamento do Fluxo de Valor;
- 5s;
- Manutenção Produtiva Total (MPT);
- *Poka-Yoke*;
- *Kaizen*;
- Trabalho Padronizado;
- Redução de *Setup*;
- Gestão Visual;

2.3.1 *Kanban*

Quando o assunto é JIT e produção enxuta, pode-se dizer que é o sistema *kanban* o método responsável pela autorização da movimentação e produção de materiais. Este termo, traduzido da língua japonesa, significa cartão marcador usado para controlar ordens de trabalhos em processos sequenciais (MARTINS E LAUGENI, 2005).

Segundo Martins e Laugeni (2005), a ferramenta *kanban* é, portanto, “um controle físico que consiste em cartões e contêineres” ou caixas de armazenamento de peças. De acordo com suas particularidades, os cartões *kanban* podem ser do tipo CP ou CM: cartões de produção ou movimentação, respectivamente. São estes cartões que autorizam a produção e identificam as peças em todos os contêineres. Já o material utilizado para a confecção dos mesmos varia entre organizações, sendo os mais comuns: papel, plástico e até mesmo metal.

De acordo com Ohno (1997) o método de operações do sistema Toyota de produção *kanban* possui as seguintes funções:

- Fornecer informações sobre apanhar e transportar: itens são movimentados sempre conforme a quantidade especificada nos cartões, sendo que um processo subsequente os apanha da etapa anterior.
- Fornecer informações sobre a produção: de maneira que o primeiro processo produza itens com quantidade e sequência também descritas no cartão *kanban*.
- Impedir a superprodução e o transporte excessivo: de maneira que nenhum produto seja fabricado ou transportado em caixas sem a presença de um cartão *kanban*.
- Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias: de maneira a substituir papéis e requisições de produção (escritas e orais), afixando sempre um *kanban* às mercadorias.
- Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz: de maneira que produtos defeituosos não são enviados para processos seguintes, fiscalização da conformidade das peças realizada na própria operação.
- Revelar os problemas existentes e manter o controle de estoques: à medida que se produz apenas o que é requisitado, aumenta-se a sensibilidade em relação aos problemas.

As figuras 1 e 2 a seguir abordam exemplos genéricos de cartões *kanbans* convencionais:

CARTÃO DE PRODUÇÃO (CP)	
Código da peça: 3XYM	CP nº 3 de 8
Nome da peça: <i>Eixo principal</i>	
Posto de trabalho: 3J	
Capacidade do contêiner: 20 unidades	
Materiais necessários:	
<ul style="list-style-type: none"> • Barra de aço - Código: XYW3A • Localização - Prateleira: C3-P17-L9 	

Figura 1 - Cartão *kanban* de produção

Fonte: Martins e Laugení (2005).

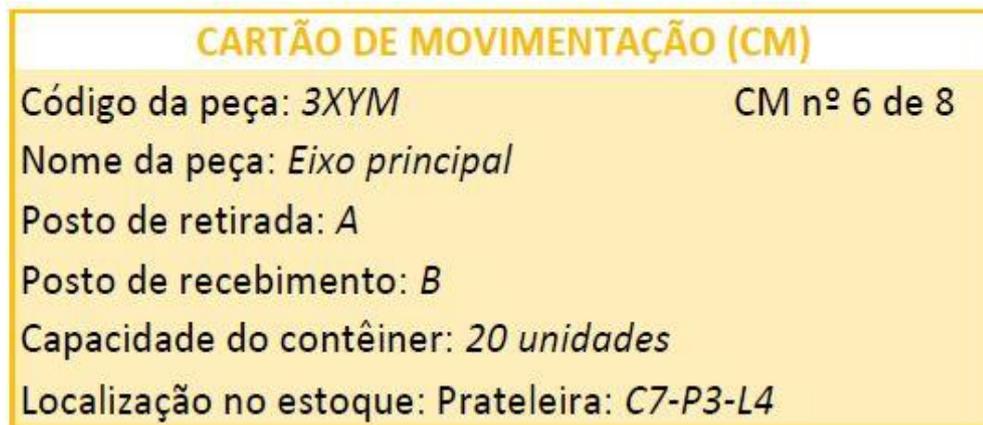


Figura 2 - Cartão *kanban* de movimentação

Fonte: Martins e Laugeni (2005).

Estes exemplos de cartões ressaltam algumas informações para a identificação das peças produzidas. Uma observação importante é em relação à quantidade estipulada no cartão que deve ser igual à capacidade dos contêineres. O dimensionamento deste valor é baseado no formato e peso das peças.

A circulação dos cartões *kanbans* e do sistema produtivo quando esta ferramenta é aplicada funciona da seguinte maneira, de acordo com a figura 3:

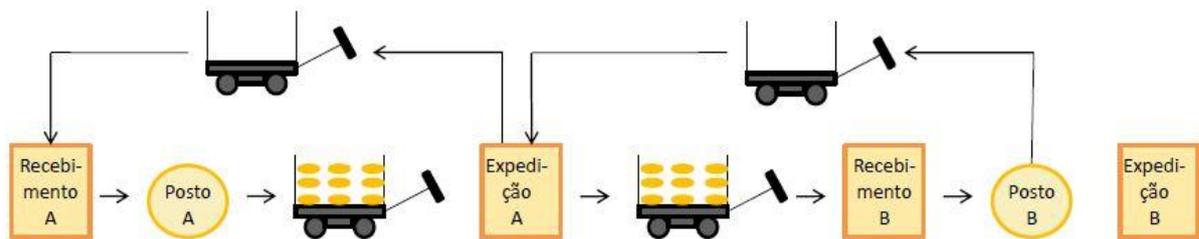


Figura 3 - Circulação dos cartões *kanban*

Fonte: Martins e Laugeni (2005).

Analisando a figura 3, pode-se descrever como a circulação ocorrerá:

- Toda vez que o operador B ver um contêiner vazio pegará o CM deste contêiner;
- Irá se dirigir até a expedição do posto anterior (neste caso do posto A), levando consigo o contêiner vazio e seu respectivo CM;
- Chegando a expedição, deixará o contêiner vazio e pegará um contêiner cheio. Retirá então o CP que este contêiner cheio contém e colocará nele o CM;
- Levará para o quadro específico o cartão CP, indicando que o colaborador do posto A já pode iniciar a produção de mais um contêiner;

- Para fechar o ciclo, o operador B levará para seu posto de trabalho o contêiner cheio e iniciará seu trabalho;

O sistema *kanban* possui como aspecto significativo uma natureza visual, pois o acúmulo de contêineres vazios indica problemas em determinada operação ou posto operativo, assim como grande quantidade de contêineres cheios indicam que a linha está parada (MARTINS E LAUGENI, 2005).

2.3.2 Mapeamento do Fluxo de Valor

Segundo Nazareno (apud Rother e Shook, 1998), para a aplicação do mapeamento do fluxo de valor é recomendado que cada indústria defina dentro de seu *mix* de produtos aqueles que irão pertencer a uma mesma família de produtos, de maneira que nenhum produto fique sem ser agrupado em uma “família”. Cada indústria pode utilizar critérios próprios para agrupar seus diferentes produtos, porém academicamente, existem alguns critérios recomendados para tal atividade, eles estão descritos abaixo de acordo com seu grau de importância:

- O primeiro critério é a similaridade de processos. Orienta-se que a análise das operações e dos processos produtivos sejam priorizados no momento da definição das famílias de produtos. De maneira geral, produtos que pertencem a uma mesma linha de produção são agrupados em uma mesma família, pois possuem similaridade nos processos e compartilham as mesmas máquinas e equipamentos durante seu processo produtivo.
- O modelo peculiar de produção de cada produto quando associado ao seu volume e frequência de demanda também são critérios importantes para o agrupamento de produtos. Um produto que é produzido para abastecer o estoque, por exemplo, possui particularidades diferentes de um produto que é manufaturado apenas quando existe uma necessidade de fabricação, ou ainda de um produto que é projetado sob medida ou especificação (seja ele um bem material ou qualquer tipo de serviço). Lembrando que estes modelos de produção são divididos em quatro grandes grupos principais: ATO: *Assembly to order*, ETO: *Engineering to order*, MTO: *Make to order*, MTS: *Make to stock*.
- O tempo que um produto leva para ficar pronto, a partir do processamento de seu pedido constitui no chamado tempo de ciclo. Este tempo deve ser levado em consideração para o agrupamento dos produtos nas suas respectivas famílias.

Aconselha-se que produtos fabricados em uma mesma linha de produção, mas que por ventura tenham tempos de ciclos diferentes, devam ser alocados em famílias de produtos distintas. Isto porque para a fabricação dos mesmos, irá se dimensionar diferentes tipos e quantidades de matérias primas (e demais insumos) bem como métodos de controle.

Posteriormente os mapas de fluxo de valor serão gerados para cada família de produto identificada, pois seus produtos compartilham um fluxo de valor comum. Primeiramente aconselha-se montar um mapa com a situação atual da empresa e promover discussões e melhorias, feito isto, deve-se criar o modelo de mapa de fluxo de valor ideal, com o intuito de propor mudanças apenas após uma observação global (NAZARENO, 2003).

Segundo Rother e Shook (1998), o fluxo de valor pode ser definido com a seguinte frase “Toda ação, agregando valor ou não, necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto: (1) o fluxo de produção desde a matéria-prima até os braços do consumidor, e (2) o fluxo do projeto do produto, da concepção ao lançamento”.

Já a base dos princípios do mapeamento do fluxo de valor no fluxo do processo produtivo são a identificação e eliminação dos desperdícios, como por exemplo, os elevados tempos de espera e a grande quantidade de inventários desnecessários entre postos operativos (NAZARENO, 2003).

Segundo Nazareno (2003), o mapeamento do fluxo de valor permite a visualização do fluxo e não apenas dos processos individuais, com isto pode-se: identificar as fontes dos desperdícios, tratar os processos de produção com uma linguagem comum, tornar as visões sobre os fluxos discutíveis, integrar conceitos e técnicas enxutas (evitando a implantação de técnicas isoladas) e formar um plano de ação relacionando o fluxo de informação com o fluxo de material.

De acordo com Almeida (2008) o mapeamento do fluxo de valor deve ser realizado para cada operação presente nas três tarefas gerenciais envolvidas direta ou indiretamente na cadeia produtiva. Essas tarefas são: (1) Engenharia e desenvolvimento do produto; (2) Gerenciamento da informação, que vai do recebimento do pedido até a entrega do produto final e (3) Transformação física, transformação da matéria-prima em produto final.

A seguir a figura 4 ilustra a esquemática de processos genéricos, vivenciado pelas indústrias dos mais diversos segmentos, para definição do fluxo de informações e materiais.

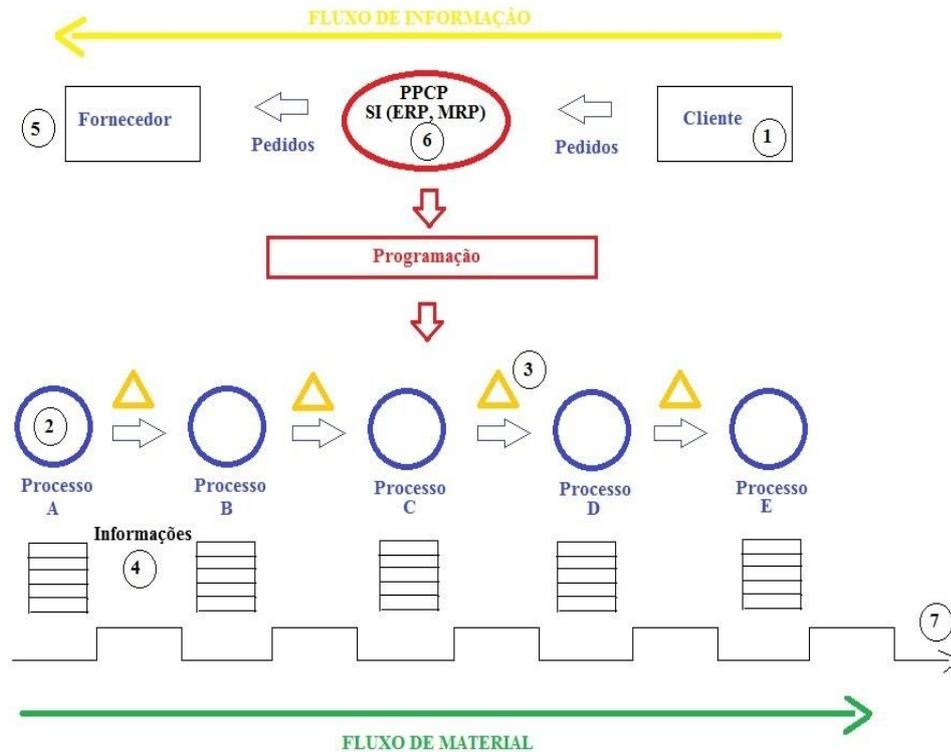


Figura 4 - Mapeamento do fluxo de valor (adaptado de Almeida, 2008)

De acordo com a figura 4, convém ressaltar que esse mapeamento proposto foca-se no fluxo de produção e por isso ele compreende as atividades envolvidas entre o momento que a informação de pedido entra na empresa até a produção do produto acabado, não abrangendo aqui as atividades de engenharia e desenvolvimento do produto.

Algumas informações trazidas pelo modelo proposto na figura acima são:

- 1) Visão do cliente: permite analisar a demanda da empresa, a frequência das entregas, o cálculo dos lotes mínimos de produção e demais informações relativas às necessidades dos clientes.
- 2) Visão dos processos: fornece a observação de todos os processos que agregam valor a produção para um *mix* de produtos pertencentes a uma mesma família. Além de mapear atividades que não agregam valor e processos que culminam em desperdícios, como por exemplo, processos de retrabalho.
- 3) Visão dos estoques: simbolizado por uma figura triangular, a visão de estoques tem extrema importância sobre as informações de quantidade estocada, forma de estocagem e em relação a como o material é transferido para o próximo processo produtivo.

- 4) Visão dos dados do processo: Em baixo do desenho de cada processo, existe uma caixa de dados para serem colocados alguns itens que a empresa julgar necessário. Os principais dados utilizados são: tempo de ciclo (intervalo de produção entre duas peças ou produtos consecutivos), tempo de troca (tempo de preparação do processo para início de fabricação de um novo lote), disponibilidade (porcentagem que a máquina está disponível para produção), dedicação (aquele processo é exclusivo somente para aquele fluxo de valor?) e porcentagem de retrabalho (relação de peças defeituosas comparadas a quantia total de peças produzidas).
- 5) Visão do fornecedor: representa os dados a respeito do fluxo de materiais que entram na fábrica. Entre estes dados estão a forma de transporte e a frequência das entregas.
- 6) Visão do fluxo de informação associado ao fluxo de materiais: esta visão relata como a fábrica é programada em cada processo particular e como ocorrem e por quais meios a informação interna e externa é veiculada.
- 7) Visão do *lead-time*: ou do tempo de produção propriamente dito, para se implantar uma filosofia enxuta é preciso ter baixos índices de atraso, eliminar desperdícios, entregar produtos a baixos custos, isto é conseguido com a redução do *lead-time* do fluxo de valor.

2.3.3 5s

Esta ferramenta vem sendo empregada por diversas organizações em torno de todo o planeta como uma alternativa eficaz para manter a chamada “casa em ordem”, ou em inglês -sua língua original- *Housekeeping*.

Segundo Martins e Laugeni (2005), a aplicação do 5s consiste na utilização de cinco senso japoneses que buscam desenvolver através de hábitos de higiene e organização: melhoria na produtividade, redução de custos, diminuição de acidentes, aumento da autoestima dos funcionários, da qualidade no ambiente de trabalho e no espírito de união entre os colaboradores, tornando-os menos individualistas e mais prestativos.

A seguir será apresentado o quadro 1 com a abordagem dos sentidos do 5s:

Quadro 1 – Abordagem dos sentidos

Senso	Descrição	Abordagem
<i>Seiri</i>	Senso de Utilização	Separar o necessário do desnecessário
<i>Seiton</i>	Senso de Organização	Um lugar para cada coisa, cada coisa em seu lugar
<i>Seiso</i>	Senso de Limpeza	Manter o local de trabalho limpo
<i>Seiketsu</i>	Senso de Higiene e Padronização	Ordem e limpeza nas áreas comuns, não adotar improvisações
<i>Shitsuke</i>	Senso de Disciplina	Desenvolver o hábito do descarte, ordem, limpeza e higiene

Baseado na obra de Martins e Laugení (2005), pode-se entender o mecanismo desta ferramenta, compreendendo a seguir os 5 sentidos:

- *Seiri*: também conhecido como senso da utilização, é responsável pela chamada “liberação de áreas”. A prática deste primeiro senso é separar todos os itens físicos de uma organização em dois grandes grupos: necessários e desnecessários, e consequentemente “livrar-se” dos itens desnecessários, já que são eles que geram os estoques (aumentando os custos fixos da empresa e a quantidade de capital parado), atrapalham o *layout* produtivo em relação a movimentação do transporte e dos colaboradores e exigem muitas vezes mais dispositivos de armazenamento (como armários e prateleiras), sem real necessidade.
- *Seiton*: ou senso da organização. Este senso vai além da separação, seu detalhamento classificatório é responsável por “acondicionar” todos os itens de acordo com sua utilização (que pode ser alta, frequente ou baixa) e organizar também a destinação dos objetos desnecessários (sucata, doações, leilões e etc). É necessário estabelecer um critério para que seja possível a rápida localização, retirada e guarda de cada objeto, para isto costuma-se colocar em espaços mais acessíveis os itens mais utilizados e identificar cada espaço com etiquetas que retratam o que deve ser guardado em local, da forma mais objetiva possível.
- *Seiso*: a boa limpeza dos escritórios e chão de fábrica permite melhor aparência dos postos operativos, contribui para a redução de sujeiras nos uniformes dos colaboradores, ordens de produção, planos de processo e demais documentos, além de

reduzir drasticamente o número de acidentes e quebra de máquinas e equipamentos. É prática deste senso, manter não só o chão limpo, mas também o conjunto de máquinas (interna e externamente), bancadas, ferramentas e paredes. Pede-se aos colaboradores que não pendurem objetos pessoais e fotos nas paredes e nos painéis das máquinas e aconselha-se que haja sempre um responsável ou mais para gerar gráficos e tabelas, mostrando as melhorias conquistadas com essas atividades.

- *Seiketsu*: o quarto senso a ser aplicado, *Seiketsu*, abrange dois temas: higiene e padronização. Em relação ao primeiro tema, este senso busca desenvolver uma cultura nos colaboradores, em que eles tenham a mesma postura de organização e limpeza desenvolvidas nos sentidos anteriores ao utilizarem também as áreas comuns da organização (pátios, corredores, salas de reunião, banheiros entre outras). O segundo tema deste senso tem o objetivo de documentar procedimentos e definições. Procedimentos que descrevem como serão realizadas a separação, organização e limpeza (três primeiros sentidos) e definições importantes para padronização de móveis, sinalização, cores de caixas e contentores, entre outros que cada empresa julgar necessário.
- *Shitsuke*: o quinto e último senso é o mais desafiador, é o senso da disciplina. Não basta apenas implantar os sentidos. É fácil obter a adesão de todos quando se aplica uma ferramenta que traz resultados rápidos e visíveis, como o 5s. Porém, com o passar do tempo, a equipe de trabalho se acomoda e muitas vezes começa a não se engajar com tanto entusiasmo nas tarefas. Este senso é o senso de compromisso de cada colaborador em relação ao uso de uniforme, identificação e equipamento de segurança, a manutenção dos procedimentos de organização, limpeza e higiene e o espírito de equipe.

O 5s ou *Housekeeping*, portanto, não é uma ferramenta que exige alta tecnologia para implantação, pelo contrário, ela é muito simples e pode ser implantada em indústrias dos mais variados segmentos, em escritórios, instituições de ensino, comércios entre muitos outros estabelecimentos. A mudança cultural e o comprometimento disciplinar são a chave do sucesso. “A limpeza, ordem, organização por si só, não garantem a qualidade e produtividade, mas sua falta certamente garante a falta de qualidade e a baixa produtividade” (MARTINS E LAUGENI, 2005).

2.3.3.1 Case 5s

Gavioli *et al.* (2009) descreve um estudo de caso da aplicação da ferramenta 5s em uma indústria de eletrodomésticos.

A empresa em questão possui atualmente quatro unidades fabris, todas certificadas pela Norma ISSO 9001. Durante uma auditoria para avaliação e implantação de Certificação ISO 14001 e Filosofia TPM, constatou-se que os materiais produtivos e administrativos estavam sendo armazenados de forma desorganizada, fato que dificultava a rápida localização e posterior guarda dos mesmos.

Em virtude disto, a alta administração da empresa começou a buscar ferramentas que atendessem ao problema, e escolheu o 5s, pelo fato deste mecanismo não se restringir apenas a questão dos estoques e poder desenvolver uma “sinergia” eficaz a toda a organização.

Foi no ano de 2003, que a empresa pesquisou no mercado casos de sucesso de implantação do 5s, bem como profissionais qualificados para fornecerem os treinamentos. Em seguida, selecionou alguns de seus colaboradores para receberem esses treinamentos e multiplicarem o conhecimento.

Após um ano de treinamento dos colaboradores terceirizados e dos 2500 funcionários internos a empresa implantou o Dia da Limpeza (ou dia D), onde cada colaborador dedicou três horas de sua jornada de trabalho para a implantação dos primeiros 3S's.

No dia seguinte, já percebia-se uma mudança satisfatória completa na empresa em relação a organização de espaços e limpeza. Os estoques ficaram mais organizados (identificados com etiquetas e sinalizados com placas), os corredores ficaram mais livres para movimentação e “cada coisa” já tinha seu lugar específico.

Outra grande vantagem foi que itens que não apresentavam utilização ou que tinham baixo giro passaram a ser identificados com maior facilidade e por isso começaram a ser reutilizados ou descartados, facilitando assim a realização de inventários e controles operacionais diários, através da redução do tempo de execução.

Ainda hoje, a empresa realiza auditorias mensais de verificação da ferramenta 5s, a fim de garantir a sua aplicabilidade. Os gestores perceberam ainda que a implantação desta ferramenta proporcionou entre muitos benefícios:

A racionalização dos recursos, bons estímulos a participação colaborativa dos funcionários, excelência na reorganização do ambiente de trabalho, e acima de tudo, preparou adequadamente a organização para implantação do Sistema de Qualidade baseado nas Normas ISO 9000 e 14000 (GAVIOLI *ET AL.*, 2009).

2.3.4 Manutenção Produtiva Total (MPT)

Segundo Slack *et al.* (1996), o conjunto de operações executadas por uma organização para tentar evitar as falhas e proteger suas instalações físicas é denominado manutenção. Antigamente, conheciam-se apenas três tipos diferentes de manutenção (SLACK ET AL., 1996):

- **Manutenção corretiva:** apenas após a ocorrência da falha, realiza-se o trabalho de manutenção. Esse tipo de manutenção também é conhecido como TAQ (abreviação de trabalhar até quebrar). Na maioria dos casos, verifica-se esta forma de manutenção em procedimentos cujas falhas não são frequentes e caso ocorram não provocam sérios danos. Como por exemplo: a troca de uma lâmpada em uma célula de produção genérica, substituições de telefones quebrados e etc.
- **Manutenção preventiva:** são ações desenvolvidas que visam reduzir as probabilidades de ocorrência de falhas por manutenção. Ela é caracterizada pela prática de atividades como limpeza, lubrificação, substituição e verificação das instalações em intervalos de tempo pré-planejados. Sobretudo é aplicada principalmente para a prevenção de falhas que possam culminar em ocorrências graves. Um exemplo de manutenção preventiva pode ser os processos de verificação, limpeza e calibração dos motores de um avião convencional de passageiros, ou simplesmente a troca do óleo do motor de um automóvel de passeio.
- **Manutenção preditiva:** utiliza instrumentos de medição para analisar equipamentos e/ou dispositivos, verificando assim, se é necessário agir de modo a evitar a incidência de falhas. Costuma-se medir neste tipo de manutenção: vibração, temperatura, composição, dimensões, qualidade do produto entre outros aspectos.

Porém, atualmente, tem-se buscado não apenas uma forma de se fazer manutenção. Os gestores ligados à produção estão buscando uma nova filosofia gerencial, conhecida como MPT (Manutenção Produtiva Total) ou TPM (*Total Productive Maintenance*), desenvolvida no Japão, na década de 1960. Essa filosofia busca principalmente atingir uma situação muito difícil, no entanto possível, de zero falha ou zero quebra, ou seja, que nenhum equipamento venha quebrar em operação (MARTINS E LAUGENI, 2005).

De acordo com Slack *et al.* (1996), para a implantação da TPM em uma organização é necessária a adoção de cinco metas essenciais:

- Melhorar a eficácia dos equipamentos: examinar como as máquinas contribuem com o bom andamento da produção, tendo o controle de todas as perdas que ocorrem (por tempo parado, por velocidade e defeitos) é a única maneira de se conhecer de fato o nível de eficiência produtiva.
- Realizar manutenção autônoma: permitir que os operadores de máquinas assumam algumas tarefas simples, diárias ou semanais, contribui para que a equipe de manutenção esteja disponível para atividades complexas e que irão melhorar o desempenho do setor. Exemplo: um parafuso que afrouxa durante o processo, um rolamento que precisa ser engraxado pode muito bem ser reparado pelo próprio operador de máquina (uma vez que ele tenha sido treinado por um manutentor).
- Planejar a manutenção: é importante que se tenha um planejamento elaborado com todas as atividades de manutenção, e os responsáveis pela execução das mesmas, conforme o modelo genérico a seguir, porém para cada empresa deve detalhar suas tarefas particulares e o nome dos colaboradores responsáveis por cada uma delas.

Quadro 2 - Responsabilidades das equipes de manutenção e operação, no enfoque da TPM

Equipe de Manutenção	Equipe Operacional
Desenvolver ações preventivas	Assumir o domínio das instalações
Desenvolver manutenção corretiva	Assumir o cuidado com as instalações
Treinar operadores	Operar máquinas e equipamentos corretamente
Planejar a prática de manutenção	Realizar a manutenção preventiva de rotina
Planejar a solução de problemas	Realizar a manutenção preditiva de rotina
Avaliar a prática operacional	Detectar a ocorrência de problemas

Fonte: Slack *et al.* (1996).

- Treinar os colaboradores nas habilidades de manutenção: de acordo com a figura anterior, cada colaborador deve ser continuamente treinado pra que possa efetuar com êxito as atividades de manutenção cabíveis a ele, seja ele pertencente ao setor de manutenção ou operação.
- Gerir os equipamentos: está é uma meta da prevenção de manutenção (PM) que busca rastrear todos os problemas possíveis bem como suas causas primárias. Afim de que

seja possível, quantificar cada incidência e conseqüentemente traçar um plano de ação pra eliminá-las de fato.

Aplicar a ferramenta TPM sem o auxílio de sistemas informatizados é possível, porém torna-se um processo muito trabalhoso, devido o elevado controle de metas e suas planilhas manuais que necessitam ser criadas. A vantagem de se trabalhar com softwares específicos ou integrados é que os gestores podem visualizar *online* indicadores importantes como OEE (Eficiência Global dos Equipamentos), MTBF (Tempo médio entre falhas) e MTTR (tempo médio para reparos), além de identificar a causa raiz de uma falha ou de uma parada de linha, por exemplo, sem precisar se deslocar até o chão de fábrica ou perguntar aos responsáveis.

2.3.4.1 Case TPM

Oliveira *et al.* (2009) descreve um estudo de caso referente a implantação da ferramenta TPM em uma indústria alimentícia, precisamente em uma linha piloto que produz bombons de chocolate com *wafer*.

A princípio a equipe do projeto realizou treinamentos dos conceitos de TPM para a diretoria e os encarregados da organização, dando início ao projeto. Num segundo momento, reuniram-se os colaboradores dos três turnos da linha piloto (equipe de produção e manutenção) em um ambiente externo a indústria, para que o treinamento também fosse passado a eles e todos iniciassem um processo de interação pessoal.

Em seguida, foram gerados alguns documentos importantes com o auxílio dos manutentores: *check lists* de inspeção, fichas de ocorrências, planos de manutenção preventiva e autônoma e etiquetas em duas cores (uma para ação dos operadores e outra para os manutentores). Determinou-se que as etiquetas deveriam ser preenchidas sempre de duas em duas, uma para ser colocada na máquina e outra para ser anexada a ficha de ocorrências. As etiquetas deveriam ser preenchidas pelos operadores para todas as máquinas paradas, colocando em seus campos informações como, por exemplo, motivo de quebra da máquina e data de verificação. Se elas fossem vermelhas isso indicaria que a equipe de manutenção seria responsável pelos reparos, caso fosse azul seria a própria equipe de produção.

Foram realizados treinamentos de manutenção preventiva (montagem, desmontagem e limpeza de máquinas) e manutenção autônoma (trocas de filtros, parafusos, vedações e etc). Esses treinamentos foram realizados em duas etapas: teórica (em salas específicas com telões e projetores) e prática (*on the job*) com acompanhamento dos próprios integrantes da manutenção que haviam formulado os materiais e treinamentos técnicos.

As IT's (ou Instruções de trabalhos) contendo as informações principais dos treinamentos práticos foram criadas e disponibilizadas em pedestais específicos ao longo da linha de produção, para que fosse possível consulta sempre em casos de dúvidas.

Como resultados obtidos verificou-se um aumento significativo na disponibilidade dos recursos (passando de 71,20% para 85%), redução expressiva na quantidade de produtos defeituosos e melhor interação entre os colaboradores dos setores envolvidos.

2.3.5 *Poka-yoke*

A tradução do termo *Poka-yoke* significa a prova de erros. Esta ferramenta vem sendo aplicada na indústria moderna como uma alternativa de se conseguir o zero defeito na produção, já que por mais que engenheiros e técnicos projetem máquinas e processos inovadores, é desconhecido na maioria das vezes o conjunto de todos os mecanismos eventuais que poderão trazer falhas ao processo (MARTINS E LAUGENI, 2005).

Shingo (1996) define *poka-yoke* como um método de detectar erros ou defeitos que pode ser usado para satisfazer uma ou mais funções da inspeção. Para este autor, a inspeção é o objetivo e a ferramenta é o método.

Martins e Laugeni (2005) afirmam, em sua obra, que a configuração atual dos soquetes do cpu de um microcomputador convencional possuem preocupações do método *poka-yoke*, pois pelo fato dos soquetes apresentarem formatos e encaixes diferentes, é impossível haver erro na ligação dos cabos.

Já Shingo (1996) exemplifica um *poka-yoke* como um gabarito confeccionado para rejeitar peças produzidas fora dos padrões definidos (inspeção sucessiva).

Esta ferramenta da produção enxuta pode ser usada na correção de erros de processos produtivos através de duas maneiras distintas (SHINGO, 1996):

- Método de Advertência: é aquele que utiliza recursos como alarme sonoro e visual, de modo a alertar o trabalhador com luzes acesas ou campainhas que soam.
- Método de Controle: método que pára a linha de produção ou a máquina até a condição causadora do defeito ser corrigida.

Diferente do segundo método, quando se trabalha com o método de advertência, o processo - mesmo gerando defeitos- mantém-se em atividade, caso os colaboradores não atendam os avisos. É importante, portanto, avaliar o custo benefício de cada um dos métodos descritos acima quando se desejar implantar o *poka-yoke* em uma organização, fatores como a

frequência das incidências de erros, gravidade das falhas e o nível de autonomia concedida aos funcionários são sempre levados em conta (SHINGO, 1996).

2.3.5.1 Case Poka-yoke

Shingo (1996) analisa um estudo de caso referente a aplicação de *poka-yoke* na empresa Arakawa Shatai, fabricante de carrocerias de automóveis e fornecedor da Toyota.

Nesta empresa, alguns modelos de chapas de revestimentos internos de portas são revestidos em couros e para isto são acoplados cerca de 20 fixadores. Frequentemente, produziam-se produtos defeituosos, com fixadores a menos, fato que levava a gerência a pedir mais atenção aos colaboradores, reduzindo as taxas de defeitos momentaneamente apenas. Resolveu-se então implantar um *poka-yoke* de advertência, instalando sensores na prensa do processo seguinte ao processo de adição dos fixadores, esses sensores detectavam em 100% dos produtos ausências de pelo menos um fixador, fato que alarmava o operador a não dar início na operação e retornar o produto ao processo anterior. Com isto a taxa de rejeição da produção de produtos acabados caiu à zero.

2.3.6 Kaizen

Foi Masaaki Insai o homem que implantou a ferramenta *kaizen* na administração organizacional pela primeira vez, em 1986. O termo *kaizen* se origina de dois outros termos: KAI (que significa modificar) e ZEN (que quer dizer para melhor), desta forma essa ferramenta pode ser traduzida como melhoria contínua. Ela, atualmente, está sendo aplicada não apenas em indústrias e locais de trabalho em geral, mas também na vida social de muitos indivíduos (MARTINS E LAUGENI, 2005).

Assim como a grande maioria das ferramentas aplicáveis às indústrias e existentes até o momento, o *kaizen* não pode ser aplicado por um indivíduo isolado. Para a implantação desta ferramenta é necessário à formação de pequenos grupos de colaboradores, já que *kaizen* significa trabalhar em equipe com o intuito de discutir problemas específicos, coletar e analisar dados para a tomada das melhores decisões possíveis e documentação das melhores práticas e processos produtivos (LIKER, 2005).

De acordo com Liker (2005) a ideia de melhoria contínua do *kaizen* é colocada em prática nas organizações, muitas vezes, através do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check and Act*) proposto por Deming.

Segundo Martins e Laugeni (2005) frequentemente muitos colaboradores são indagados com pensamentos próprios ou até mesmo questionamentos de outros que tentam direcioná-los para o comodismo, em uma vertente contrária ao *kaizen*. Isto acontece, por exemplo, quando um colaborador pensa em uma melhoria, porém alguém o confronta prematuramente dizendo que na prática tal ideia não obterá sucesso, ou ainda, que ele não deveria estar perdendo tempo com aquilo, pois recebe seu salário apenas para produzir. Em meio a estas situações, o indivíduo afetado se vê em uma situação conflitante e desestimuladora, por isso é que elas devem ser combatidas a todo custo nos diferentes tipos de organizações.

Focar-se na melhoria contínua é estar atrelado principalmente na eliminação dos desperdícios. Por esta razão é que a filosofia *kaizen* pode ser aplicada em áreas de desenvolvimento de novos projetos; planejamento de produção, finanças e de marketing e ainda na cadeia produtiva propriamente dita (através do desenvolvimento de ações que reduzam significativamente os desperdícios de material, mão de obra e horas máquinas, sem deixar de promover, sobretudo, melhores condições ergonômicas no chão de fábrica) (MARTINS E LAUGENI, 2005).

2.3.6.1 Case Kaizen

Jugend (2006) retrata um estudo de caso, que apesar de não conter apuração de resultados quantitativos, demonstra uma maneira padrão muito eficaz para se implantar o *kaizen* como uma ferramenta de rotina organizacional.

A empresa em questão é uma unidade de uma indústria multinacional do setor de autopeças, fornecedora direta da montadora americana *General Motors*, que possui 470 colaboradores e está instalada no interior do estado São Paulo.

A rotina *kaizen* desta empresa é cíclica e possui duração de cinco dias de trabalho. O gerente industrial e o coordenador de melhorias escolhem semanalmente um tema ou situação problemática, e um grupo de colaboradores previamente escolhido faz o levantamento e executa as melhorias contínuas através das 4 fases do ciclo PDCA (Planejamento, Execução, Verificação e Ação).

Neste estudo de caso, a meta levantada foi reduzir em 50% o tempo de parada de duas máquinas e com isso aumentar a produtividade de uma linha de produção.

Na fase de planejamento a equipe buscou levantar todos os possíveis problemas das máquinas e associar com os componentes responsáveis por cada efeito, criando assim um diagrama de causa e efeito. Através do levantamento das frequências dos defeitos e do tempo de

permanência dos mesmos, gerou-se também um gráfico de Pareto. Com estes dois indicadores, a equipe *kaizen* gerou então um plano de ações específicas.

Na segunda fase do ciclo, cada integrante do grupo ficou responsável por uma atividade ou mais, documentada no plano de ações. Entre as atividades descritas e executadas nesta fase, as principais eram a troca de componentes e materiais, usados nas máquinas, provenientes de fornecedores externos e mudança em procedimentos operacionais padrões.

A terceira fase, de verificação, foi realizada após as duas primeiras fases iniciais. Nesta etapa, a equipe envolvida, juntamente com o gerente industrial e com o coordenador, checou os resultados obtidos com as melhorias modificadas na fase anterior e deliberaram que estes eram satisfatórios. Entretanto, dois colaboradores da equipe ficaram responsáveis por acompanhar as máquinas durante um mês, a fim de garantir que a meta fosse alcançada.

A fase de ação ficou para ser executada após o mês de acompanhamento das máquinas. Porém já se definiu que caso a melhoria estipulada não fosse alcançada, irá se retomar novamente o processo, a partir da fase de planejamento e da implantação de novas melhorias. Por outro lado, se os resultados mostrarem que as metas foram alcançadas, o *kaizen* ainda não chegou ao fim, é necessário documentar e padronizar o novo procedimento para que num futuro não muito distante, seja possível realizar novas melhorias nessas mesmas máquinas (como garante a ferramenta).

2.3.7 Trabalho Padronizado

De acordo com Benetti *et al.* (2007) o trabalho padronizado ou TP possui origens muito remotas, desde o início do século passado, o modelo taylorista-fordista utiliza este conceito em suas medidas de tempos e movimentos, nos processos industriais. Porém, com o passar dos anos, o trabalho padronizado evoluiu e hoje é caracterizado como uma ferramenta fundamental da produção enxuta.

Para Kishida *et al.* (2006) o TP é uma ferramenta do *Lean Manufacturing* que trabalha para otimizar o movimento e o trabalho do operador, minimizando os desperdícios. Na grande maioria das implantações, esta ferramenta é aplicada em processos repetitivos, já que se tem menor variabilidade nos processos. Em suma, aplicar o trabalho padronizado é identificar e estabelecer os procedimentos mais precisos para cada uma das operações da produção.

Segundo Monden (apud Benetti, 2007) para a implantação do trabalho padronizado é preciso conhecer três elementos fundamentais:

- Tempo *takt*: esse tempo é baseado na quantidade demandada de produto, e consiste no tempo máximo que uma unidade do produto deve levar para ser produzida.
- Sequência do trabalho ou rotina padrão: compreende o conjunto de atividades executadas por um colaborador no decorrer de uma operação. Toda boa definição da sequência de trabalho permite repetições consistentes dos ciclos produtivos ao longo do tempo. Além disso, a prática de rotina padrão de operações contribui para que os colaboradores não executem aleatoriamente as atividades de um processo, fato que reduz a variabilidade dos tempos de ciclo e garante que cada produto seja manufaturado dentro do seu tempo *takt*, garantindo assim o cumprimento da demanda e os prazos de entrega.
- Estoque padrão em processo: pode ser definido como a quantidade mínima de peças necessárias para garantir que a produção esteja sob um fluxo constante de fabricação.

Em síntese, o TP propicia, através do trabalho dos operários isento de movimentos desnecessários, a obtenção da alta produtividade, o balanceamento de linha entre todos os processos em termos de tempo de produção (*takt time*) e garante que cada operário manipule somente a quantidade mínima de material em um processo, evitando desperdícios e perdas (MONDEN, 1998).

2.3.8 Redução de *Setup*

De acordo com Slack *et al.* (2002) o tempo de *setup* consiste no intervalo de tempo decorrido num processo produtivo entre um lote de peças e a primeira peça boa produzida do próximo lote. Os tempos de *setups* podem ser reduzidos em todas as fábricas dos mais variados segmentos. Um desafio difícil, porém necessário para tal feito, é avaliar as tarefas que podem contribuir para a redução do desperdício de tempo e propor mudanças de práticas compatíveis à rotina do dia a dia da indústria.

O simples fato de alocarmos cada ferramenta ou equipamento de forma organizada próximo ao local de uso permite que os operadores de determinado processo realizem suas atividades com maior rapidez, reduzindo o tempo necessário para a busca dos mesmos (SLACK *ET AL.*, 2002).

A preparação de insumos momentos antes de sua utilização nos processos também contribui para a redução do tempo de *setup*. Isto é observado, por exemplo, quando as embalagens de bobinas são removidas, tintas são homogeneizadas e formulações de produtos químicos são

feitas com antecedência ao momento real necessário em que serão utilizados na linha de produção.

Porém esta ferramenta não precisa estar diretamente aplicada a práticas industriais. Hoje a fórmula 1 é considerada um esporte cuja modalidade passou por uma tremenda redução de *setup*, já que o abastecimento do carro e a troca simultânea dos quatro pneus possuem um fator determinante no desempenho do veículo, do piloto e de toda a equipe, e são realizados em poucos segundos (SLACK *ET AL.*, 2002).

Para Shingo (1996) o desenvolvimento de mecanismos que garantam a TRF (troca rápida de ferramentas) são as melhores formas de se conquistar a redução do *setup*, e é de acordo com este conceito que Slack *et al.* (2002) defende a redução de *setup* através da conversão de *setup* interno em *setup* externo, ou seja, o trabalho que era executado enquanto a máquina estava parada passa a ser realizado agora enquanto a máquina está em operação. De acordo com esta segunda obra, existem três métodos essenciais para implantar esse tipo de transformação:

- Adoção de ferramentas pré-montadas: com este novo conceito, acopla-se a máquina apenas uma unidade completa. O conceito tradicional era confeccionar uma ferramenta subdividida em várias partes, e estas partes eram fixadas individualmente nas máquinas, formando assim a ferramenta, porém isso implica em grande perda de tempo pelo fato da máquina permanecer parada.
- Montar as diferentes ferramentas ou matrizes em um dispositivo padrão: isso garante maior simplicidade e redução de dúvidas dos processos de montagem por parte dos colaboradores, além de também permitir que o *setup* seja uma operação rápida, simples e padronizada.
- Fácil carga e descarga de ferramentas e matrizes: com a utilização de mesas de superfície de esferas, esteiras de roletes, pontes hidráulicas e demais “dispositivos inteligentes” de movimentação de materiais, é possível simplificar, dar agilidade, proporcionar segurança no trabalho dos colaboradores durante os *setups*

Para concluir, a troca rápida de ferramentas possibilita a redução dos desperdícios através da eliminação das perdas geradas pela superprodução. Como já visto neste trabalho, a produção em pequenos lotes é uma estratégia precisa para eliminar estoques de produtos acabados, que acarretam em capital parado e aumento dos custos de armazenamento (SHINGO, 1996).

2.3.9 Gestão Visual

A gestão visual é outra importante ferramenta associada à implantação do sistema *Lean*. É ela quem proporciona a percepção do que realmente aconteceu e está acontecendo no chão-de-fábrica, sem que seja necessário ligar computadores, analisar relatórios ou indagar outros colaboradores. O principal objetivo da gestão visual é transmitir informações com imparcialidade, para que todos possam ter a mesma compreensão e focar as ações em melhorias do processo. Geralmente os quadros de gestão visual trazem informações como quantidade de trabalhos fora do padrão, níveis de estoque, índices de entregas fora do prazo, ocorrência de acidentes, eficiência produtiva, porcentagem da meta atingida até o momento, incidência de quebras de máquinas, entre outras informações que cada organização julgar necessário. O interessante é que os veículos de transmissão dessas informações sejam fixados em suas respectivas áreas de controle. Como por exemplo: o parâmetro de entregas fora do prazo no setor de transportes/logística, porcentagem atingida até o momento na própria produção e assim por diante (*LEAN INSTITUTE BRASIL, 2009*).

A gestão visual começou a ser implantada primeiramente em painéis e murais, através da publicação de gráficos e tabelas que ilustravam evoluções de desempenho ao longo do tempo. Porém, hoje, ela evoluiu ainda mais e não se restringe apenas a este artefato. Verifica-se em diversas empresas a utilização de gestão visual com *Andon's*, que são luzes acopladas às máquinas, às linhas de produção, setores e etc. Essas luzes podem ser acesas automaticamente ou manualmente, sempre que houver a incidência de uma alguma situação não planejada: como paradas, sobrecargas de produção, ausência de colaborador no posto operativo, falta de matéria prima entre outros. O intuito deste alerta é sinalizar líderes, supervisores e até mesmo a alta gerência para que possam solucionar o problema prontamente e proporcionarem o retorno das atividades o mais rápido possível (*LEAN INSTITUTE BRASIL, 2009*).

Segundo *Lean Institute Brasil (2009)*, outro recurso disponível no mercado são os *Cockpit's*. Esse recurso é implantado com a utilização de grandes monitores ou televisores espalhados pela organização. De forma digital, eles transmitem para a fábrica as informações que antes eram publicadas em papéis (nos murais e painéis). Com isto, garante-se que elas não sejam facilmente removidas ou perdidas, contribuindo também para que sejam atualizadas com maior rapidez, caso haja uma estrutura de TI apta para isto.

Observação: a ferramenta *kanban*, também pode ser classificada como uma prática de gestão à vista, pelo fato de seu quadro de cartões e contêineres de peças permitirem verificar visualmente sucessos ou problemas na produção (*LEAN INSTITUTE BRASIL*, 2009).

3. DISCUSSÃO

3.1 Análise comparativa entre Produção Tradicional e Produção Enxuta

Com as considerações descritas neste trabalho, analisando os estudos de caso propostos e compreendendo as maiores diferenças entre os sistemas de produção convencional e enxuto, a seguir apresentam-se uma figura comparativa e observações que diferem esses sistemas.

Nota-se que o sinal em vermelho representa uma situação na qual determinado aspecto está deficiente no sistema de produção. Já o sinal verde representa que as atitudes academicamente compatíveis com as boas práticas organizacionais, em relação à maneira de se produzir, estão sendo empregadas para o aspecto abordado.

Aspecto	Produção Tradicional	Produção Enxuta
Fortes parcerias na cadeia de suprimentos		
Produção puxada		
Cumprimento do sequenciamento da produção		
Tempos padrões		
Padronização operações		
Controle defeitos		
Análise de desperdícios		
Inspeção ao longo do processo		
Utilização de manutenções preventivas		

Figura 5 - Aspectos conflitantes entre Produção Tradicional e Produção Enxuta (adaptado de Martins e Laugeni, 2005)

O estabelecimento de fortes parcerias na cadeia de suprimentos permite a organização não só fidelizar seus clientes, mas também promover o bom relacionamento com os fornecedores. Diferente de se ter apenas políticas de cotação e análise de preços, quando se estabelece uma relação harmoniosa na cadeia de suprimentos, tem-se garantia do cumprimento de prazos, possibilidade de compras a prazo, matérias-primas de melhor qualidade e sem riscos a avarias entre outros benefícios.

Com as parcerias bem estabelecidas, outro benefício que o sistema de produção enxuta proporciona é a produção puxada, ou seja, a manufatura de itens já requisitados pelo cliente.

Com isto, diminuem-se os gastos, pois o tempo entre a produção e entrega ao cliente é o mínimo necessário do processo.

Quando se cumpre o sequenciamento da produção, a preocupação está muito mais além do fato dos funcionários e máquinas estarem produzindo e não estáticos. A visão gerencial sob a ótica deste aspecto é dar prioridade a produção de itens que possuem urgência ou prazos de conclusão menores. Muitas vezes esses prazos já foram até repassados ao cliente que os espera.

Conhecer os tempos padrões permite sequenciamentos da produção compatíveis com a realidade, análise do custo unitário dos produtos e dimensionamento da utilização de recursos (sejam eles: homem ou máquina).

Ao se documentar um roteiro de processos de forma a padronizar as operações e os procedimentos de produção eleva-se a probabilidade de se produzir sem defeitos, consegue-se estimar capacidades produtivas e a formação de preços, além é claro de permitir que colaboradores menos experientes possam realizar as atividades normalmente executadas pelos mais antigos.

Muitas empresas encaram a inspeção da qualidade de forma errônea, como a última etapa do processo produtivo. Uma vez que se inspecionem produtos ao longo da linha de produção ou do processo produtivo consegue-se identificar dentre os itens produzidos, aqueles que apresentam não conformidades e que por isto serão descartados ou retrabalhados. Diminui-se assim, a execução desnecessária de processos subsequentes a produtos que não deveriam recebê-los por não estarem dentro das especificações padrões. Torna-se interessante com a prática destes procedimentos, tomar os dados coletados e projetarem-nos em uma planilha para análise dos defeitos mais incidentes, sendo possível com isto, traçar um planejamento estratégico para a solução destes diferentes tipos de defeitos.

Todo desperdício não mensurado entra nos custos fixos ou variáveis de produção. Levando-se em conta este fato e a necessidade de otimização dos lucros, conhecer a quantidade real de tempo, matéria prima, esforço homem e máquina e outros *inputs* necessários para que a produção seja executada, permitirá ao gestor cobrar melhores resultados de sua equipe e motivá-la ao longo dos avanços de produtividade atingidos.

Em suma, dentre os principais benefícios do sistema de produção enxuto em relação ao tradicional, estão àqueles trazidos pela adoção de manutenções preventivas e que englobam a redução do número de quebras por desgastes de máquinas, falta de lubrificação, aperto de

parafusos e etc. Estas quebras, na maioria das vezes, comprometem peças ou dispositivos mecânicos mais complexos e de maior dispêndio de tempo e capital para concerto.

3.2 **Análise das ferramentas do *Lean Manufacturing***

A seguir será realizada uma abordagem de quatro critérios comparativos entre as ferramentas descritas neste trabalho. Serão discutidos assuntos como custos de investimento, necessidade de mão de obra, factibilidade e dificuldades de aplicação durante a implantação e manutenção das ferramentas, de forma a orientar melhor os gestores no processo de decisão da(s) primeiras ferramentas a serem implantadas no modelo de produção de suas organizações.

3.2.1 ***Kanban***

Custo de investimento: os custos para se investir na implantação desta ferramenta estão relacionados a confecção de quadros/murais para depósito dos cartões, aos cartões *kanban* propriamente ditos, as caixas ou contêineres de peças e ao dimensionamento e treinamento de implantação.

Necessidade de mão de obra: deverão haver colaboradores específicos para, em primeira instância, dimensionarem a quantidade dos lotes e o número de cartões para cada produto, de acordo com o giro da demanda de produtos. Em um segundo momento, a empresa terá que deter uma equipe especializada para treinamento dos colaboradores da produção e acompanhamento inicial das primeiras atividades.

Factibilidade: a partir de um bom treinamento e da implantação efetiva desta ferramenta, o processo de produção puxada através dos cartões *kanban* se torna algo natural, onde até mesmos os colaboradores recém-inseridos aprendem rapidamente seu funcionamento na prática do processo.

Dificuldades: As principais dificuldades enfrentadas com o uso desta ferramenta são a disposição dos cartões e peças na caixa/contêiner correto (poderá acontecer do operador querer utilizar uma caixa qualquer que esteja de acesso mais fácil); a devolução dos cartões utilizados no quadro e no momento correto; falta de autonomia ou matéria prima para o colaborador fazer unidades a mais caso tenha refugado alguma peça, já que sempre terá de mandar para o processo seguinte uma quantia equivalente a especificada no cartão (MARTINS E LAUGENI, 2005; OHNO, 1997).

3.2.2 Mapeamento do Fluxo de Valor

Custo de investimento: os custos para se investir na implantação desta ferramenta estão relacionados diretamente com a disponibilidade de gestores internos e/ou consultores analisarem os procedimentos globais da empresa: desenvolvimento de produtos, processamento de informações e etapas de transformação física (produção); e planejarem novas estratégias que reduzam ou eliminem as atividades que não agregam valor e causam algum tipo de desperdício. Entretanto, de maneira geral, verifica-se que os investimentos são rapidamente retornados à organização através de economias provindas da otimização dos processos.

Necessidade de mão de obra: como já descrito, a mão de obra estratégica geralmente é composta por gestores internos (engenheiros, economistas, administradores e etc) e/ou consultores externos. Já a execução dos novos procedimentos e padrões estabelecidos é mantida pelos colaboradores da produção e escritório, já que são os responsáveis operacionais pelas áreas que receberam as melhorias (sejam elas fábrica, desenvolvimento de produtos, TI, entre outras).

Factibilidade: esta ferramenta exige um nível de percepção muito elevado e demanda conhecimento detalhado e específico de cada processo. Por não se tratar de um consenso comum como os cinco sentidos, via de regra, não é a primeira ferramenta a ser implantada.

Dificuldades: as dificuldades enfrentadas estão principalmente relacionadas à identificação das famílias de produtos (quando o *mix* destes é muito extenso) e em relação a identificação e otimização dos processos que não agregam valor aos produtos, particulares de cada empresa (ROTHER E SHOOK, 1998; ALMEIDA, 2008; NAZARENO, 2003).

3.2.3 5s

Custo de investimento: para aplicação dos 5 sentidos, os custos de investimento se referem, de maneira geral, ao material individual e de caráter explicativo, bem como ao treinamento de conscientização de todos os colaboradores da fábrica.

Necessidade de mão de obra: na fase de implantação, deverá haver um grupo de colaboradores que transmitirá os treinamentos aos demais funcionários (esse grupo poderá ser interno ou formado por consultores terceirizados). Mesmo quando terceirizado, deve-se levar em conta as horas que a equipe produtiva da empresa interromperá suas atividades na fábrica para receberem os treinamentos. Na fase de manutenção, todos estarão envolvidos sempre, e

cabará ao tipo de segmento de atuação da empresa e aos gestores definirão como serão as atividades de organização e limpeza por exemplo. Sendo que algumas organizações reservam poucos minutos de cada dia de trabalho e outras algumas horas, mas poucos dias do mês.

Factibilidade: em relação à factibilidade de implantação do 5s, esta ferramenta apresenta conceitos universais e bem simples de bom senso, disciplina, organização, limpeza e etc. Além disso, o dia-a-dia do 5s não envolve tecnologias modernas e conhecimentos técnicos específicos.

Dificuldades: As maiores dificuldades enfrentadas são relativas à quebra do paradigma de que os operadores de produção devem apenas produzir e não se envolver com assuntos relativos à limpeza e organização; a habilidade de persuasão dos líderes sobre importância desta ferramenta e a atividade de fiscalização do cumprimento da mesma na organização (MARTINS E LAUGENI, 2005; GAVIOLI *ET AL.*, 2009).

3.2.4 Manutenção Produtiva Total (MPT)

De acordo com Slack *et al.* (1996), Martins e Laugeni (2005) e Oliveira (2009) avalia-se o MPT de acordo os critérios abaixo:

Custo de investimento: os primeiros custos estão atrelados ao levantamento e documentação de identificação das máquinas, ferramentas, componentes e produtos utilizados pela equipe de manutenção. Em seguida, os custos de investimento compreendem o desenvolvimento de fichas de ocorrências, *checklists* para verificações, planos de manutenção, instruções de trabalhos e treinamentos fornecidos pela equipe de manutenção para a equipe operacional.

Necessidade de mão de obra: em relação à mão de obra envolvida na implantação e manutenção desta ferramenta, destacam-se dois grandes grupos: os colaboradores do setor de manutenção e do setor operacional (produção).

Factibilidade: diferentemente da ferramenta anterior, a factibilidade aqui está associada a treinamentos mais complexos que envolvem conhecimentos mais técnicos e específicos. Por esta razão sua implantação é mais criteriosa e não tão simples de ser implantada. Os treinamentos irão abranger assuntos como componentes e funcionamento de máquinas e não consensos universais de bons sentidos.

Dificuldades: é natural que ambos os setores envolvidos não estejam suscetíveis às mudanças. Por isto, deve-se desde o início do trabalho, abordar os benefícios mútuos que esta ferramenta trará. Para a equipe operacional pode-se destacar o melhor cumprimento das metas, com a redução de produtos defeituosos e quebra de máquinas. E em relação à equipe

de manutenção, melhores jornadas de trabalho, em virtude da redução de ocorrências de quebras e divisão de tarefas mais simples com os próprios operadores.

3.2.5 *Poka-yoke*

Em relação à ferramenta *Poka-yoke*, segundo Martins e Laugeni (2005) e Shingo (1996) compreende-se os seguintes critérios:

Custo de investimento: os custos de investimento desta ferramenta estão diretamente relacionados ao nível de automação dos mecanismos a prova de erros que se queira implantar e ao nível de automação dos processos de manufatura que a organização detenha. Por exemplo, pode-se confeccionar um eixo cilíndrico e utilizá-lo para passar em uma arruela, cuja abertura deve ter dimensão mínima semelhante ao diâmetro externo do cilindro e chamar este artifício de *poka-yoke*. Porém, em outra organização, podem-se acoplar balanças *check-weigher* em linhas de empacotamento, integradas ao sistema de informação, que separem todos os pacotes com massa inferior ou superior ao desvio estipulado.

Necessidade de mão de obra: esta ferramenta frequentemente envolve diversos setores. Geralmente o setor de engenharia de processos ou automação desenvolve o projeto a ser implantado, a qualidade e a engenharia do produto verificam se de fato não houveram danos aos produtos produzidos e a produção é quem utiliza, diariamente, os mecanismos desenvolvidos.

Factibilidade: assim como o custo, a simplicidade ou complexidade dos projetos *Poka-yoke* criados estão relacionadas ao nível de complexidade dos dispositivos a prova de erros e falhas.

Dificuldades: ao se tratar de um mecanismo barato e funcional a prova de erros, não existem muitas dificuldades de implantação desta ferramenta. Por outro lado, quando o projeto *Poka-yoke* é altamente tecnológico, a fim de convencer a alta gerência do investimento, deve-se elaborar um bom conteúdo de texto especificando os benefícios trazidos por tal mecanismo e uma projeção do retorno do investimento.

3.2.6 *Kaizen*

Custo de investimento: na maioria dos casos a ferramenta *kaizen* é aplicada nas organizações a baixíssimos custos. Isto porque um líder reuni-se com um grupo de pessoas, discute um tema, onde surgem diversas opiniões e através de um consenso chega-se a melhorias, que por

sua vez são implantadas. Por outro lado, também existem aquelas melhorias que exigem certo nível tecnológico e por isto podem elevar significativamente os investimentos.

Necessidade de mão de obra: a ferramenta *kaizen* pode ser implantada em todos os setores da organização, logo abrangerá diversos tipos de mão de obra. Na maioria dos casos, haverá um grupo de pessoas para pensar no que pode ser melhorado e um grupo de pessoas para implantar de fato as mudanças. Porém, em alguns casos, o mesmo grupo de trabalho é quem executa essas duas funções.

Factibilidade: este critério é muito dependente do nível de melhoria. No geral o *kaizen* possui fácil implantação por envolver, sobretudo, muitas pessoas e um consenso geral.

Dificuldades: as dificuldades enfrentadas são diretamente proporcionais à grandeza de mudança tecnológica e de capacidade processual que determinada melhoria irá trazer, pois assim, maiores serão os custos e especificações durante as etapas necessárias de implantação (MARTINS E LAUGENI, 2005; LIKER, 2005; JUGEND, 2006).

3.2.7 Trabalho Padronizado

Custo de investimento: os custos de investimento desta ferramenta englobam de maneira geral os custos relacionados à engenharia interna da empresa ou contratação de consultores para análise e estabelecimento de projetos que promovam um repensar nos processos de produção atual da empresa. Estes custos estão relacionados diretamente com a reformulação de processos, equipamentos, ferramentas e até mesmo produtos, bem como o treinamento dos colaboradores da produção.

Necessidade de mão de obra: essa ferramenta costuma ser adequada e implantada, em cada organização, pelo setor de engenharia de processos. Isto porque, são os profissionais deste setor que conhecem as operações e sabem os tempos de produção, a capacidade produtiva, demanda de produtos, os processos que podem ser melhorados ou otimizados e etc. Por outro lado, é o setor operacional quem executa diariamente os procedimentos padrões de produção estabelecidos, e a figura de um líder, supervisor ou colaborador da qualidade que acompanha se as especificações processuais estão sendo cumpridas com rigor.

Factibilidade: a factibilidade do trabalho padronizado está associada ao nível de treinamento e convencimento dos colaboradores da produção, pois são eles quem executarão essa ferramenta e de maneira geral costumam apresentar certo nível de resistência à mudanças na rotina do trabalho. Porém, quando bem orientados, conseguem adaptar-se ao trabalho padronizado, e percebem principalmente o ganho de tempo que o TP proporciona.

Dificuldades: além da resistência operacional descrita no item anterior, os três elementos fundamentais do Trabalho Padronizado, dependendo da falta de gestão da empresa, podem acarretar em dificuldades de utilização da ferramenta. Ou seja, desconhecer o tempo máximo que uma unidade de produto demora para ser produzida, a sequência ideal do trabalho (roteiro de operações) e o estoque necessário para garantir que a produção não pare, constituem grandes problemas associados diretamente ao bom uso da ferramenta denominada TP (BENETTI *ET AL.*, 2007; KISHIDA *ET AL.*, 2006; MONDEN, 1998).

3.2.8 Redução de *Setup*

Custo de investimento: os custos gerados por esta ferramenta podem ser oriundos da necessidade de contratação ou readequação de colaboradores para desempenharem novas tarefas em novos postos de trabalho, e provindos também da necessidade de se projetar e produzir ou comprar novos dispositivos e equipamentos padrões.

Necessidade de mão de obra: a redução de *setup* é uma tarefa que exige análise, troca de conhecimento e trabalho em conjunto, por isto, colaboradores da produção, da engenharia de processos e produto, ferramentaria, manutenção e outros setores devem estar envolvidos, a fim de tratarem de assuntos relativos à produção, insumos, processos, máquinas e equipamentos. Em virtude da melhoria a ser implantada, determinados colaboradores irão desenvolver mais ou menos funções. Por exemplo, caso seja decidido que enquanto a máquina estiver em produção, a matéria prima deverá ser abastecida ininterruptamente por colaboradores auxiliares ao operador daquele centro de trabalho, a equipe de produção estará mais envolvida. Por outro lado, quando necessitar confeccionar novas ferramentas e matrizes para serem montadas em um único dispositivo padrão, os engenheiros e trabalhadores da ferramentaria e manutenção serão os mais envolvidos no projeto.

Factibilidade: a simplicidade de utilização desta ferramenta também é muito variável, dependendo de cada projeto. Como nos exemplos descritos no tópico anterior, tem-se: abastecimento de matéria prima caracterizado como muito factível e confecção de novas ferramentas como um projeto de implantação mais complexo.

Dificuldades: de maneira geral, a falta de equipamentos transportadores e colaboradores suficientes para movimentação de insumos, ferramentas e demais itens, bem como um *layout* não funcional contribuem significativamente como empecilhos à utilização da redução do tempo de *setup* (SLACK *ET AL.*, 2002; SHINGO, 1996).

3.2.9 Gestão Visual

De acordo com *Lean Institute* Brasil (2009), pode-se avaliar a Gestão Visual conforme os seguintes critérios:

Custo de investimento: os custos de investimento de implantação e manutenção de uma gestão visual podem ser considerados moderados. Com dados imputados através de computadores, podem ser gerados excelentes gráficos e tabelas de fácil compreensão que quando impressos e fixados em murais causam um grande impacto, pois são visualizados por todos da empresa. Um maior investimento proporciona a oportunidade de aquisição de televisores e monitores para transmissão desses dados. Algumas empresas compram, ainda, licenças de *softwares* específicos para geração de relatórios e gráficos personalizados, acoplam os *Cockpit's* na rede de TI e transmitem indicadores *online*.

Necessidade de mão de obra: geralmente, costuma-se estabelecer, um responsável de cada setor por gerar os dados e disponibilizá-los a toda a empresa nos murais. Com tudo, pode-se também destinar uma única pessoa para este fim, definindo quem enviará os dados a serem publicados a ela ou permitindo que a mesma consiga ter acesso a base de dados da empresa. Ao se trabalhar com gestão visual através de televisores e monitores espalhados pela fábrica, é importante ter envolvido na equipe uma pessoa com bom conhecimento de tecnologia e informática.

Factibilidade: essa ferramenta apresenta excelente factibilidade, do ponto de vista que ao ser implantada, pode-se escolher um *layout* de informações que seja compreendido por todos na organização.

Dificuldades: quanto as principais dificuldades verificadas estão à falta de tempo, dos colaboradores específicos, para divulgarem os dados atuais, por terem outras funções na empresa (ocasionando na publicação de dados muito antigos e que não transmitem a realidade). Já quando, utiliza-se alta tecnologia de TI nessa ferramenta, a ausência de colaboradores com bom conhecimento para gerar os novos relatórios, gráficos e disponibilizá-los, pode representar um risco ao funcionamento da gestão visual.

4. CONCLUSÃO

A pesquisa, realizada neste trabalho, demonstra que a produção enxuta foi responsável por auxiliar o Japão em sua reestruturação durante um curto intervalo de tempo, pouco mais de meio século. Devida sua eficiência, ela continua presente em diversas empresas ao longo do planeta, trazendo eliminação de desperdícios, otimizações, excelências de desempenhos e em relação ao clima organizacional.

Assim como no país oriental citado, palco para o início desse sistema de gestão, o *Lean Manufacturing* está apenas aguardando a adesão e implantação de gestores brasileiros, para que possa trazer resultados indescritíveis.

Este trabalho preocupou-se em descrever nove dentre as ferramentas do LM, de forma que, foram escolhidas as ferramentas julgadas cruciais, sob o ponto de vista do autor. Orienta-se que o estudo do LM não cesse por aqui, e que o conhecimento deste e das outras ferramentas de aplicação seja cada vez mais ampliado, através de obras de autores renomados, como aqueles utilizados neste trabalho.

A prioridade ou sequência em que as ferramentas deverão ser implantadas irá depender da necessidade particular de cada organização, da presença de equipes disponíveis ao planejamento e treinamento e do levantamento da onde se encontra o maior gerador de conflitos e problemas internos ou relacionados às lesões sofridas na concorrência de mercado. Porém, em organizações que tenham toda a estrutura necessária adequada, orienta-se que as ferramentas sejam aplicadas em estágios.

O primeiro estágio pode ser composto pela implantação do 5s, gestão visual, e *kaizen*. A partir deste momento, a organização já passará a usufruir dos benefícios trazidos: pela simples prática dos senso comuns; pela visualização gráfica do que está ocorrendo nas fábricas em relação as suas metas e das ideias que a prática da melhoria contínua trará.

Num segundo momento, recomenda-se utilizar a redução de *setup*, *poka-yok* e trabalho padronizado. Desta maneira, os ganhos produtivos serão aumentados devida a rapidez nos tempos de preparação, projetos a prova de erros e procedimentos padrões de fabricação (melhor procedimento para fabricação).

Recomenda-se que as ferramentas de maior complexidade sejam deixadas para o terceiro estágio, pois irão demandar mais esforços. Portanto, será mais fácil contar com o apoio dos colaboradores nesta fase, pois os mesmos já estarão observando os ganhos oriundos da nova

gestão da produção. Esses esforços se concentrarão então na manutenção produtiva total, no mapeamento do fluxo de valor e no *kanban*. O sistema de cartões não necessariamente precisa vir posteriormente ao MFV, porém para evitar retrabalhos na confecção de novos cartões, aconselha-se primeiro definir somente as operações que deverão ser executadas e em seguida gerar cartões apenas para estas.

5. REFERÊNCIAS

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral da Administração: da Revolução Urbana à Revolução Digital**. São Paulo: Atlas, 2009.

MARTINS, P. G; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.

SLACK, N; CHAMBERS, S; HARLAND, C; HARRISON, A; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

MONDEM, Y. *Toyota Production System*. São Paulo: EMP, 1998.

WERKEMA, C. **Lean Seis Sigma: introdução às ferramentas do Lean Manufacturing**. Belo Horizonte: Werkema, 2006.

SANTOS, C. A. Produção enxuta: uma proposta de método para introdução em uma empresa multinacional instalada no Brasil. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná (UFPR), 2003. Orientador: Marcelo Gechele Cleto.

WOMACK, J. P; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**; tradução: Ana Beatriz Rodrigues, Priscilla Martins Celeste. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

LIKER, J. K. O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**; tradução: Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**: do ponto de vista da engenharia de produção; tradução: Eduardo Schaan. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

ROTHER, M. & SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar**: Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar Desperdício. São Paulo, *Lean Institute* Brasil, 1998. GAVIOLI, G; SIQUEIRA, M. C. M; SILVA, P. H. R. Aplicação do 5s em um sistema de gestão de estoques de uma indústria de eletrodomésticos e seus impactos na racionalização de recursos. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 2009, São Paulo. São Paulo: SIMPOI, 2009. Disponível em: <http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo2009artigosE2009_T00383_PCN76566>. Acesso em: 10 ago. 2012.

JUGEND, D; SILVA, S. L; MENDES, G. H. S. O método *kaizen* como forma de aprimoramento do desempenho empresarial: a sistemática adotada em uma multinacional do setor de autopeças. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2006, Bauru. Bauru: SIMPEP, 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/aisanais_13artigos400>. Acesso em: 12 ago. 2012.

OLIVEIRA, C. C; MARTINS, R. F; XAVIER, A. A. P. Aplicação da manutenção Produtiva Total (TPM): estudo de caso em uma indústria alimentícia. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2009, Bauru. Bauru: SIMPEP, 2000. Disponível em: <http://www.simpep.utfpr.edu.br/dirppppgepebook2009CONGRESSOSNacionais2009%20-%20SIMPEPXVI_SIMPEP_Art_8_a>. Acesso em: 7 ago. 2012.

BENETTI, H. P; FILHO, J. I. P; SILIPRANDI, E. M; SAURIN, T. A. Padronização do trabalho em uma fábrica de artefatos de cimento. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2007, Foz do Iguaçu. Foz do Iguaçu: ENEGEP, 2007. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/bibliotecaENEGEP2007_TR570434_9570>. Acesso em: 11 ago. 2012.

KISHIDA, M; SILVA, A. H; GUERRA, E. artigo Benefícios da implementação do trabalho padronizado na Thyssenkrupp. Publicado em 16/10/2006, no site

<WWW.lean.org.br/artigos/95/beneficios-da-implementacao-do-trabalho-padronizado-na-thyssenkrupp.aspx; acessado em: 25/05/2012.

NAZARENO, R. R. Desenvolvimento e aplicação de um método para implantação de sistemas de produção enxuta. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo (USP), 2003. Orientador: Antonio Freitas Rentes.

ALMEIDA, J. A. R. Proposta de uma metodologia para melhoria dos fluxos de informação usando princípios da mentalidade enxuta e reengenharia de processos. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo (USP), 2008. Orientador: Antonio Freitas Rentes.

Lean Institute Brasil. **Gestão visual para apoiar o trabalho padrão das lideranças**. 2009. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/leanmail/74/gestao-visual-para-apoiar-o-trabalho-padrao-das-liderancas.aspx>>. Acessado em 28 de setembro de 2012 às 08hs.

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900
Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196