

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Melhoria de Processo Produtivo pela Aplicação de
Conceitos *Lean*: Um Estudo de Caso**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Fábio Gonzales Barboza

Nº USP: 5911217

Orientador:

Prof. Kléber Francisco Esposto

2011

Fábio Gonzales Barboza

Melhoria de Processo Produtivo pela Implantação de Conceitos *Lean*: Um Estudo de Caso

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado junto ao departamento de
Engenharia de Produção da Escola de
Engenharia de São Carlos como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheiro
de Produção Mecânico.

Orientador: Prof. Kléber Francisco Esposto

São Carlos

2011

DEDICATÓRIA

À minha família, pela formação
que me permitiu ter e, principalmente, pelo
incentivo e amor incondicional a mim
dedicado durante todos os anos de minha
vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e pela oportunidade de me permitir finalizar este trabalho, atingindo meu tão sonhado objetivo.

À minha mãe, por todo carinho e dedicação, estando ao meu lado em todos os momentos me consolando com seu abraço e sorriso, não me deixando abalar ao longo dessa dura trajetória.

À meu pai, exemplo de dedicação e perseverança, mostrando-me sempre os caminhos do bem, e por inúmeras vezes ter se esquecido de si próprio para me confortar.

À minha irmã, pelo companheirismo e carinho ao longo de todos esses anos, mesmo que eu não merecesse.

A todos os tios, tias, primos, avós, padrinho e demais parentes pelo amor e atenção.

A todos os meus amigos da faculdade e de infância pela amizade e apoio.

Ao Professor Kléber Francisco Esposto, pela amizade, ajuda e orientação nesse trabalho.

EPÍGRAFE

**“Que os vossos esforços desafiem
as impossibilidades, lembrai-vos de que
as grandes coisas do homem foram
conquistadas do que parecia
impossível.”**

Charles Chaplin

RESUMO

BARBOZA, F. G. *Melhoria de Processo Produtivo pela Implantação de Conceitos Lean: Um Estudo de Caso.* Trabalho de Conclusão de Curso. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2011.

Os últimos 60 anos constituíram uma época de grande evolução no que se refere ao modo de como gerir a produção em empresas de todo o mundo. Segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2001), já no final da década de 60, vários autores passaram a voltar seus olhos para o papel estratégico que a função produção, ou manufatura, devia ter na competitividade da organização. Davis *et al.* (2001) complementa que após o grande desenvolvimento tecnológico, as empresas começaram a se preocupar mais com as transformações relativas às novas filosofias, conceitos e métodos de gestão de recursos humanos, os quais, a partir da década de 1980, tornara-se peça chave na busca por vantagem competitiva das empresas. Nesse contexto, a filosofia *Lean* tem se consolidado dentre as mais utilizadas no mundo todo, visto sua facilidade de flexibilidade em atender aos mais variados requisitos dos clientes, bem como seu poder de redução de custos e constante eliminação de desperdícios na produção, por meio da utilização de diversas ferramentas de melhoria contínua. O presente trabalho aborda conceitos de produção enxuta juntamente com os princípios que visam eliminar todo e qualquer desperdício, além de explorar ferramentas de melhoria contínua, citando como exemplo prático de sucesso a implantação de um conceito enxuto em um projeto *Kaizen* e consequente manutenção das melhorias.

Palavras-chave: Produção enxuta; Melhoria Contínua; *Kaizen*.

ABSTRACT

BARBOZA, F. G. Improvement of Production Process by the Implementation of Lean Concepts: A Case Study. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2011

The last 60 years, represented a time of great progress as regard as to how to manage the production in the companies around the world. According to Corrêa, GIANESI and Caon (2001), since the late 60's, several authors have begun to turn their eyes to the strategic role that the production function, or manufacturing, should have in the competitiveness of the organization. Davis (2001) adds that after the great technological development, companies began to worry more about the transformations related to new philosophies, concepts and management methods human resources. These were seen mainly from the 1980's, which the From the 1980s, became a key part in the search for advantage competitive firms. In this context, Lean philosophy has been established among the most widely used worldwide, because of its ease of flexibility to meet the most varied requirements of customers as well as its power to reduce costs and constant elimination of production waste, through the use of various tools of continuous improvement. This paper discusses the concepts of lean manufacturing principles with the aim to eliminate any waste, as well as explore tools of continuous improvement, citing a practical example of a successful implementation of lean concepts in a Kaizen Project and subsequent maintenance of the improvements.

Key-words: *Lean Manufacturing; Continuous Improvement; Kaizen.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Os 4 P's da Toyota (Adaptado de Liker, 2007)	24
Figura 2: Enfoque da Produção Enxuta (Adaptado de Hines e Taylor, 2000)	26
Figura 3: Os sete desperdícios (RASTEIRO, 2009).....	28
Figura 4: Perdas em um sistema de valor (Adaptado de Liker, 2005)	29
Figura 5: O Sistema Toyota de Produção (LIKER, 2005)	29
Figura 6: Problemas de estoque para expor os problemas no processo (CORREA; GIANESI; CAON, 2001)	31
Figura 7: Benefícios do tempo de troca rápida utilizando a ferramenta SMED (SHINGO, 2000)	36
Figura 8: Exemplo de esquema de <i>layout</i> celular (MONDEN, 1998).....	38
Figura 9: Quadro <i>Kanban</i> (ANTONELLI, 2008).....	40
Figura 10: Quadro de nivelamento de carga (Adaptado de Rother e Shook, 2003)	42
Figura 11: Definição de uma família de produtos (ROTHER; SHOOK, 2003)	45
Figura 12: Exemplo de mapa de fluxo de valor do estado atual (RENTES, 2006)	46
Figura 13: Exemplo de mapa de fluxo de valor do estado futuro (RENTES, 2006)	48
Figura 14: Ciclo PDCA (Adaptado de Slack, 2006)	49
Figura 15: Sequência de atividades do Projeto <i>Kaizen</i> na Empresa E	58
Figura 16: Agenda da Semana <i>Kaizen</i> na Empresa E	59
Figura 17: Mudança no <i>layout</i> da área (redução de ciclo e de movimentação do operador)	64
Figura 18: Melhoria na Gestão Visual.....	65
Figura 19: Redução na Movimentação dos Operadores.....	66
Figura 20: Os Sete Desperdícios relacionados ao plano de ação na solução dos problemas	67
Figura 21: Gráfico dos Ganhos no Tempo de Ciclo.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Princípios e capacitadores da Produção Enxuta (Adaptado de Godinho Filho e Fernandes, 2004)	32
Quadro 2: Indicadores PQCDSM (Adaptado de Werkema, 2007)	39
Quadro 3: Fases do MASP, objetivos e correlação com o ciclo PDCA (ORIBE, 2008)	52
Quadro 4: Fases do MASP e correlação com ferramentas da qualidade (TERNER, 2009)	52
Quadro 5: Princípios, formas de gestão e resultados práticos de <i>Kaizen</i> (BERGER, 1997).....	55
Quadro 6: Quadro de informações do Projeto.....	61
Quadro 7: Quadro de Metas e Resultados do Projeto.....	62
Quadro 8: Jornal <i>Kaizen</i>	63

LISTA DE SIGLAS

- AV: Atividades que Agregam Valor
- CRP: *Capacity Requirements Planning*
- ERP: *Enterprise Resource Planning*
- GM: *General Motors*
- JIT: *Just-in-Time*
- L/T: *Lead Time*
- MASP: Método de Análise e Solução de Problemas
- ME: Mentalidade Enxuta
- MFV: Mapa de Fluxo de Valor
- MIT: *Massachusetts Institute of Technology*
- MPS: *Master Production Schedule*
- MPT: Manutenção Produtiva Total
- MRP 2: *Manufacturing Resources Planning*
- MRP: *Materials Requirements Planning*
- NAV: Atividades que Não Agregam Valor
- OPT: *Optimized Production Technology*
- RCCP: *Rough Cut Capacity Planning*
- RRP: *Resource Requirements Planning*
- SMED: *Single Minute Exchange of Die*
- SS: *Shipset*
- STP: Sistema Toyota de Produção
- T/C: Tempo de Ciclo
- TAV: Tempo de Agregação de Valor
- TPM: *Total Productive Maintenance*
- TPS: *Toyota Production System*
- TQM: *Total Quality Management*
- TRF: Troca Rápida de Ferramenta

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
1.1.	Apresentação do Problema	13
1.2.	Contextualização	13
1.3.	Objetivo.....	16
1.4.	Estrutura do Trabalho.....	16
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1.	Produção Enxuta.....	17
2.1.1.	Histórico	17
2.1.2.	Definição do Conceito.....	19
2.1.3.	Princípios da Produção Enxuta.....	21
2.1.4.	Os Sete Desperdícios.....	25
2.1.5.	Pilares de Sustentação	29
2.1.6.	Elementos Lean.....	32
2.2.	Melhoria Contínua	48
2.2.1.	MASP	50
2.2.2.	TQM.....	53
2.2.3.	Kaizen	53
3.	ESTUDO DE CASO	56
3.1.	Procedimento de Pesquisa	56
3.2.	Descrição da Empresa	57
3.3.	Realização da Pesquisa	58
3.4.	Resultados da Pesquisa.....	60
4.	CONCLUSÃO	69
5.	BIBLIOGRAFIA	71

1. INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação do Problema

O presente trabalho trata da descrição de implantação de princípios de Produção Enxuta através de um método de melhoria contínua, mais precisamente, o Projeto (ou evento) *Kaizen*, de modo a reduzir os desperdícios na produção, aumentando a produtividade e diminuindo custos.

No que se trata de enfoque teórico, serão abordados as diversas formas de gerir a produção explicitada na forma de uma evolução ao longo do tempo, com um enfoque maior na parte de *lean manufacturing* (produção enxuta) e técnicas de melhoria contínua.

Ao final do trabalho, será apresentado um estudo de caso para evidenciar, na prática, os conceitos tratados.

1.2. Contextualização

Nos anos que sucederam a Revolução Industrial, a produção em massa tomou status de paradigma hegemônico de produção, com ápice na metade do século XX, graças à contribuição de Frederick Taylor e Henry Ford. No entanto, visto que essa forma de produção se aplicava apenas à baixa variedade, focando na produção repetitiva de produtos similares em grandes quantidades, os produtos “fora de série”, ou com características únicas (customizados), necessitavam de um sistema de produção diferenciado, ou com racionalidade de organização de produção (WOMACK *et al.*, 1992).

As empresas passaram então a desenvolver tecnologias para processamento de informações que facilitassem a gestão da produção, com objetivo inicial de gerenciar o fluxo de materiais e, mais tarde, gerenciar recursos humanos, equipamentos e instalações.

Após a segunda guerra mundial, houve uma grande escassez de produtos nos Estados Unidos, levando as empresas a produzirem segundo a real necessidade dos clientes, o que levou a uma grande quantidade de pedidos pendentes, obrigando-as a preverem a chegada das matérias primas para a produção em si. Na década de 1970, com a evolução da tecnologia, expansão econômica e maior disseminação computacional, surgiu o MRP (*Materials Requirements Planning*). De modo simplificado, tal conceito abrange a previsão das necessidades de materiais, baseado no conhecimento de todos os componentes de um produto, juntamente com os tempos de fabricação de cada um deles (CORREA; GIANESI; CAON, 2001). Adicionalmente, de acordo com Buentello (2002), o MRP é o primeiro método de planejamento e controle da produção a ganhar influência na era do computador.

Entretanto, um aumento considerável na pressão competitiva entre empresas de manufatura, no que se refere a *lead times* reduzidos, menores tamanhos de lote e menos estoque, fez aflorar as falhas dos tradicionais sistemas de cálculo das necessidades de materiais, dentre eles o MRP, o que poderia ser resolvido se fosse considerado os cálculos de capacidades (PORTER *et al.*, 1996). A inclusão do cálculo de necessidade nos sistemas MRP deu origem a um novo tipo de sistema, o MRP II (*Manufacturing Resources Planning*), na década de 1980. Dentro do MRP II, há o conceito de MPS (*Master Production Schedule*), que é um documento que indica quais e quanto de cada produto será produzido. Além disso, ainda existem três tipos de planejamento da capacidade: de curto (CRP – *Capacity Requirements Planning*), médio (RCCP - *Rough Cut Capacity Planning*) e longo prazo (RRP – *Resource Requirements Planning*) (CORREA; GIANESI, 1996), mas que não serão estudados profundamente nesse trabalho .

Tais sistemas viriam a impulsionar a sistematização das informações para a tarefa de planejamento e controle da produção (CORREA; GIANESI; CAON, 2001).

Já em meados da década de 1980, surgiu o OPT (*Optimized Production Technology*), cujos conceitos aliados aos softwares utilizados tomam forma no conceito sistêmico, ficando também conhecido como Teoria das Restrições (SOUZA, 1997). Segundo Correa e GIANESI (1996), o OPT age na empresa de forma a obter mais lucro, aumentando o fluxo e ao mesmo tempo reduzindo estoques e despesas operacionais.

Com o passar do tempo, vários outros módulos foram sendo incorporadas ao modo de planejar a produção, além do cálculo da capacidade, finanças, compras e vendas e recursos humanos, entre outros setores de conotação administrativa são exemplos de setores que passaram a ser levados em conta. Era o surgimento de um sistema integrado de planejamento e controle da produção, o ERP (*Enterprise Resource Planning*) em meados da década de 1980, mas tomando força na década de 1990 (CORREA; GIANESI; CAON, 2001). Gaither e Frazier (2005) definem o ERP como um sistema de informação voltado para a contabilidade, com o objetivo de identificar e planejar os recursos das empresas necessários para aceitar, fazer, remeter e cuidar dos pedidos dos clientes.

Paralelamente ao desenvolvimento dos sistemas de gestão e controle, uma empresa do Japão, a *Toyota Motor Company*, sob a liderança de Taichi Ohno, buscava uma forma alternativa à produção em massa para gerenciar o sistema de produção. Os princípios da produção em massa não mais se ajustavam à difícil situação econômica e ao mercado incipiente de seu país naquele momento. Surgia então a necessidade de uma nova abordagem que se encaixasse às limitações da época, que objetivasse a eliminação de desperdícios, utilizando técnicas como produção em pequenos lotes, redução de *set-up*, redução de estoques, alto foco na qualidade, dentre outras (WOMACK *et al.*, 1992). Tal abordagem foi conhecida como Sistema Toyota de Produção.

Nesse contexto se insere o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso, cujo objetivo está definido no tópico a seguir.

1.3. Objetivo

O principal objetivo desse trabalho é a demonstração de resultados referentes à implantação de conceitos *lean* em uma empresa através de práticas de melhoria contínua, especificamente o Projeto *Kaizen*. Para tal, serão estudados princípios e conceitos de Produção Enxuta, com foco e análise nas diversas maneiras de implementar e sustentar tal conceito através de ferramentas de melhoria contínua, juntamente com os princípios no qual esse conceito se sustenta, suas vantagens, premissas e ferramentas que dão suporte e mantêm a melhoria causada por tal filosofia em uma organização.

1.4. Estrutura do Trabalho

Para alcançar os objetivos descritos no tópico anterior, o trabalho se dividiu em algumas etapas, listadas logo abaixo seguindo ordem cronológica:

- Pesquisa bibliográfica;
- Pesquisa em artigos científicos;
- Pesquisa em sites;
- Levantamento de dados do processo;
- Organização das idéias;
- Levantamento de dados do estudo de caso;
- Estruturação e organização do estudo de caso;
- Confecção do trabalho.

O trabalho em questão abordará, como revisão bibliográfica (capítulo 2), um histórico, conceitos e ferramentas de Produção Enxuta, apresentados no subitem 2.1. Conceitos de Melhoria Contínua estão no tópico 2.2. No capítulo 3, será apresentado um estudo de caso que correlaciona Melhoria contínua e a filosofia *Lean*, e por fim, serão apresentadas as Conclusões referentes ao trabalho no capítulo 4 e as Referências Bibliográficas no capítulo 5.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Produção Enxuta

2.1.1. Histórico

As primeiras indícios de Produção Enxuta foram registradas na década de 40 na *Toyota Motor Company* com vista a tentar responder a escassez de recursos e intensa competição da indústria automobilística, além de representar uma alternativa à forma de produção em massa (OHNO, 1997).

Logo após a segunda Guerra Mundial, no final da década de 1940, após anos de insucesso das montadoras japonesas, um engenheiro chamado Taiichi Ohno percebeu que os princípios de produção em massa não se aplicavam à situação na qual o Japão se encontrava naquele momento, após a destruição causada pela guerra. Após algumas visitas às fábricas da Ford, ele concluiu que algumas adaptações eram necessárias para que as empresas japonesas pudessem crescer, em um mercado que exigia menor quantidade e maior variedade (WOMACK *et al.*, 1992).

Aliado às restrições acima, ainda havia o fato de que a mão-de-obra nativa não estava disposta a ser tratada como peça intercambiável do sistema produtivo, havia a dificuldade de importação de peças e matérias-prima e a concorrência estrangeira dentro do Japão (ZACKER, 2004).

Segundo Liker (2005, p. 30),

“O foco da Toyota nas décadas de 1940 e 1950, lançado sobre a eliminação do desperdício do tempo e de material em cada passo do processo de produção [...], foi determinado para lidar com as mesmas condições que a maioria das empresas enfrenta hoje em dia: a necessidade de processos rápidos e flexíveis que dêem aos clientes o que

eles desejam, quando o desejam, com o máximo de qualidade e a um custo interessante.”

No entanto, em vista do rápido crescimento econômico do Japão, também conhecido como “milagre econômico”, até meados da década de 60, muitas áreas, que não a automobilística, adotaram o sistema americano de produção em massa, mesmo com todas essas adversidades expostas anteriormente. Porém, após a Crise do Petróleo em 1973, a economia japonesa estagnou-se de vez, levando muitas empresas ao colapso. Apesar disso, o próprio Taiichi Ohno fala em seu livro “*Toyota Production System*” (1988), que a *Toyota Motor Company*, embora enfrentando uma pequena dificuldade no ano da crise, obteve bons ganhos nos três anos subsequentes, graças aos estudos realizados anos antes referentes à produção em massa e uma possível adequação às necessidades da economia japonesa. Ghinato (1995) também relata esse acontecimento e ainda cita que tal “fenômeno” despertou a curiosidade de muitas organizações espalhadas pelo mundo todo, as quais se perguntavam qual seria o segredo da Toyota.

Segundo Ohno (1997), o que a Toyota começou a fazer para não desperdiçar nada, devido a escassez de matérias primas e recursos, foi acompanhar a linha do tempo desde o momento em que o pedido do cliente é realizado até o momento em que o pagamento é efetuado, estudar essa linha do tempo e reduzi-la, de modo a remover as perdas que não agregam valor.

A superioridade das empresas japonesas começou a ficar evidente a partir da década de 80, quando os automóveis japoneses superavam em muito os americanos no que se referia à velocidade e confiabilidade, deixando em segundo plano, *design* e desempenho. Já na década de 90, ficou notável o destaque da Toyota frente às outras montadoras japonesas, tal era a consistência observada nos seus processos e produtos (LIKER, 2005).

2.1.2. Definição do Conceito

A terminologia utilizada pelos pesquisadores e criadores da Produção Enxuta é bastante vasta, o que pode ser causado por ser proveniente de diferentes idiomas, tais como o japonês, o alemão e o inglês, ou ainda pelo fato de que ela se altera à medida que a teoria evolui e se aplica em diferentes empresas e países. Em diversas vezes, as expressões *lean* são utilizadas com conotações ligeiramente diferentes (LÉXICO LEAN, 2003).

Considerando o parágrafo anterior, é razoável que todas, ou pelo menos a maioria das terminologias, sejam apresentadas nesse trabalho na sequência histórica com que apareceram na literatura: sistema *Just-in-time* (apesar de não ser sinônimo de *lean*, é um dos pilares que sustentam o conceito, mas que será tratado mais adiante), Sistema Toyota de Produção, Manufatura ou Produção Enxuta (do inglês *lean production*) e, por fim, Mentalidade Enxuta ou Pensamento Enxuto.

Para Holweg (2007), o sistema Toyota de Produção não foi formalmente documentado até 1965, data em que os sistemas *kanban* foram estendidos até os fornecedores. O termo Produção Enxuta, originalmente *Lean Manufacturing*, foi popularizado no Brasil através do livro “A Máquina que mudou o Mundo” de Womack, Jones e Roos no ano de 1992, o qual se baseou em uma pesquisa de *benchmarking* em empresas japonesas realizada pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), para determinar qual delas precisava fazer mais com menos, de acordo com suas atividades (PEREIRA DA SILVA, 2006) .

A produção enxuta é uma forma de especificar o valor de um produto, estabelecendo uma sequência ótima de ações que agreguem valor a esse produto, realizando as atividades sem interrupções e de maneira mais eficiente e eficaz possível (WOMACK; JONES, 2004).

Para Macdonald, Aken e Rentes (2000), a Produção Enxuta reúne vários princípios para eliminar diversos tipos de desperdícios durante a produção de bens ou serviços, buscando atender às reais necessidades dos clientes, gerando produtos e serviços a um menor custo e melhor qualidade.

Godinho Filho e Fernandes (2004) definem a Manufatura Enxuta como: "um modelo estratégico e integrado de gestão, direcionado a certas situações de mercado, que propõe auxiliar a empresa a alcançar determinados objetivos de desempenho." Esse modelo é composto por diversos princípios (idéias, fundamentos e regras) e capacitadores (ferramentas, tecnologias e metodologias).

Simons e Zokaei (2005) também afirmam que a Produção Enxuta é muito mais que um conjunto de técnicas e ferramentas ao nível operacional, mas que está também ligada à estratégia global da organização. Assim, o pensamento enxuto presume o alinhamento dos processos com os requisitos dos clientes com a finalidade de promover o valor real, ou seja, aquele pelo qual o cliente está disposto a pagar.

Em vista disso, a Toyota visou eliminar as ineficiências nas atividades de processamento, inspeção, transporte e estocagem (intermediária e final) no seu sistema produtivo (WOMACK; JONES; ROSS, 1992).

Segundo Cusumano (1994), o conceito de produção enxuta engloba:

- Produção *Just-in-time*;
- Baixo estoque em processo;
- Concentração geográfica da montagem e produção de componentes;
- Produção puxada;
- Produção nivelada (mix de produção);
- *Setups* rápidos;
- Racionalização das máquinas e linhas de produção;

- Padronização do trabalho;
- Equipamentos automáticos à prova de falhas e uso de *poka yoke*;
- Multifuncionalidade de operários;
- Alto nível de terceirização;
- Uso seletivo de automação e
- Implantação de métodos *Kaizen* no processo.

Cada um desses conceitos serão apresentados mais adiante.

2.1.3. Princípios da Produção Enxuta

Segundo Womack, Jones e Roos (1992), a produção enxuta se apóia em cinco princípios básicos, os quais têm por objetivo ajudar as empresas a serem mais flexíveis no atendimento ao cliente:

- Valor;
- Cadeia (ou Fluxo) de Valor;
- Fluxo contínuo;
- Produção puxada e
- Perfeição.

Cada um desses princípios será conceituado em tópico específico a seguir.

✓ *Valor*

É o ponto de partida para implantação do pensamento enxuto em uma empresa, a qual deve definir o que realmente é valor sob a perspectiva do cliente, ou seja, é este que decide o que é valor no produto específico, e determinar o que efetivamente gera

resultados que o cliente esteja disposto a pagar em um momento específico (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

✓ *Cadeia ou Fluxo de valor*

A empresa não deve enxergar suas atividades pontualmente, mas sim o fluxo de valor como um todo. Logo, a organização deve definir o conjunto de todas as ações específicas para se levar a um produto específico a passar pelas três tarefas gerenciais críticas: solução de problemas (concepção ao lançamento do produto), gerenciamento da informação (recebimento do pedido à entrega) e transformação física (da matéria-prima ao produto acabado nas mãos do cliente) (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

✓ *Fluxo contínuo*

Consiste em produzir lotes unitários, sendo que cada item é imediatamente passado ao processo seguinte, evitando assim estoques intermediários. Porém, isso exige uma mudança de mentalidade: foco no produto e em suas necessidades, e não nas máquinas e equipamentos. Um bom exemplo de fluxo contínuo são as células de produção, onde as máquinas ficam próximas umas das outras, com fluxo de lote unitário e operadores multifuncionais. Para obter fluxo continuo, Rother e Shook (2003) afirmam que é essencial que se tenha em mãos tempos de processamentos balanceados para obter minimização de tempo de produção de peças com similaridade de processos (produtos de mesma família). Devido aos baixos estoques, o capital de giro empregado é baixo e o *lead time* reduzido implica em um retorno financeiro mais rápido a empresa.

✓ *Produção Puxada*

Producir somente na quantidade que o cliente (interno ou externo) requerer no momento exato, evitando superprodução e estoques, que são normalmente encontrados em sistemas de produção “empurrada”. Deve-se estabelecer a lógica da puxada de produção sempre quando não for possível ou não for adequado instaurar fluxo contínuo, por diversos fatores, dentre eles uso de máquinas não dedicadas ao processo ou elevados *setups*. Uma ferramenta muito utilizada na produção puxada é o controle via *kanban* (oriundo do japonês para sinal). O *kanban* é usualmente empregado na forma de um sistema de informação visual que, baseado na “puxada”, demanda do cliente, dispara a produção do item em questão nas quantidades determinadas. A utilização do sistema de controle por *kanban* evita os problemas com gargalos provocados pelas fases mais lentas dos processos produtivos (CORRÊA; GIANESI, 1996).

✓ *Buscar Perfeição*

Seguindo uma cultura de melhoria contínua, as possibilidades de melhoria são sempre infinitas. Em outras palavras, a produção enxuta busca a perfeição, um objetivo inalcançável, e assim, sempre passível de atividades de melhoria, fazendo com que os quatro princípios anteriormente citados interajam entre si em um círculo, expondo os desperdícios e visando suas eliminações e otimização da produção.

Todos esses princípios, segundo Liker (2007), podem ser separados em quatro seções, listadas na Figura 1. As quatro seções recebem o nome de 4P’s, nome oriundo do inglês *Philosophy* (Filofosia), *Process* (Processo), *People and Partners* (Pessoal e parceiros) e *Problem Solving* (Solução de Problemas).

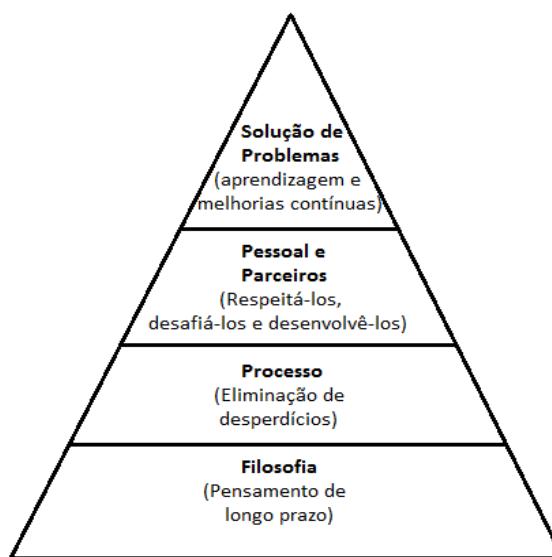


Figura 1- Os 4 P's da Toyota (Adaptado de Liker, 2007)

Liker (2007) ainda relata que dentre essas quatro seções, existem 14 princípios que caracterizam o Modelo Toyota, que são listados a seguir:

Seção 1: Filosofia

- Princípio 1: Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras a curto prazo.

Seção 2: Processo

- Princípio 2: Criar um fluxo de processo contínuo para evidenciar os problemas;
- Princípio 3: Utilizar o sistema “puxado” para evitar superprodução;
- Princípio 4: Nivelar a carga de trabalho, para obter um mix de produtos (*heijunka*);
- Princípio 5: Construir uma cultura de resolução de problemas, parando o processo logo na primeira tentativa, se necessário;

- Princípio 6: Padronização de tarefas;
- Princípio 7: Utilizar controle visual para que nenhum problema passe despercebido;
- Princípio 8: Utilizar somente tecnologia confiável e testada.

Seção 3: Pessoal e Parceiros

- Princípio 9: Desenvolver líderes que compreendam bem o processo, que vivam a filosofia e saibam transmitir os conhecimentos;
- Princípio 10: Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da organização;
- Princípio 11: Respeitar a rede de parceiros e fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorar.

Seção 4: Solução de Problemas

- Princípio 12: Acompanhar o processo pessoalmente para compreender completamente a situação;
- Princípio 13: Tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as opções; implementá-las com rapidez;
- Princípio 14: Tornar-se uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável (*hansei*) e melhoria contínua (*Kaizen*).

2.1.4. Os Sete Desperdícios

Para Hines e Taylor (2000), os princípios anteriormente expostos mostram à qualquer organização que nela podem ocorrer três tipos de atividades na concepção do produto:

- ✓ Atividades que agregam valor: aquelas que o cliente enxerga valor e pelas quais está disposto a pagar;
- ✓ Atividades que não agregam valor: são as atividades que, do ponto de vista do cliente, não acrescentam em nada no serviço prestado ou no produto final, são os desperdícios que devem ser eliminados o quanto antes;
- ✓ Atividades necessárias mas que não agregam valor: são aquelas que, do ponto de vista do consumidor final, não agregam valor algum, mas que são imprescindíveis no processo de produção.

Ainda nesse sentido, o autor afirma que, segundo pesquisas realizadas em empresas de manufatura, as três atividades acima apresentam a seguinte proporção:

- Atividades que agregam valor: 5%
- Atividades que não agregam valor: 35%
- Atividades necessárias mas que não agregam valor: 60%

Acrescentam ainda que as empresas com enfoque tradicional, com sistema de produção em massa, procuram reduzir os desperdícios nas atividades que agregam valor, não obtendo muito sucesso pela baixa porcentagem que essas apresentam no todo, enquanto que as empresas com enfoque *lean* atacam as atividades que não agregam valor algum ao produto sob o ponto de vista do cliente, conforme é ilustrado na figura 2:

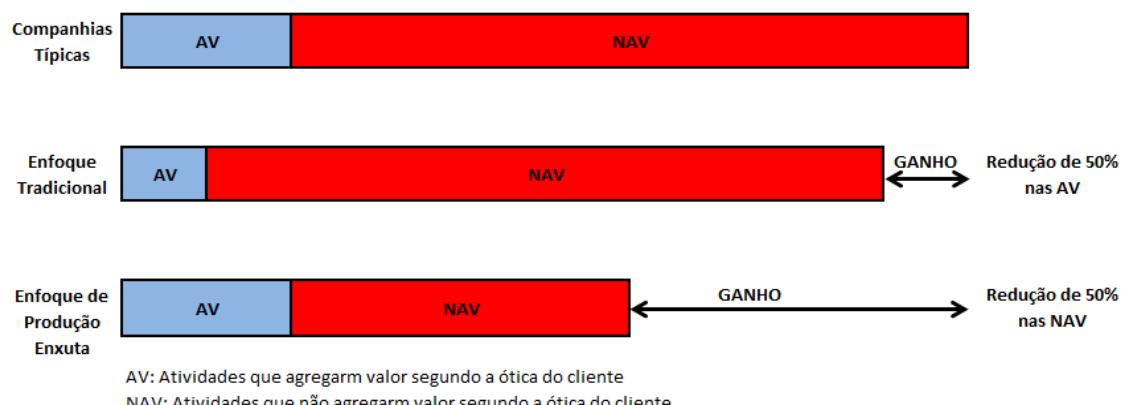


Figura 2 - Enfoque da Produção Enxuta (Adaptado de Hines e Taylor, 2000)

Segundo diversos autores, como Womack, Jones e Roos (1992), Shingo (1996) e Taiichi Ohno (1997), desperdício é toda atividade que adiciona custo mas não agrega valor. Aprender a enxergar os desperdícios a sua volta, é a chave para começar a sua jornada de transformação da sua organização em uma *Lean Enterprise*. Womack, Jones e Roos (1992) classificam os desperdícios em sete tipos, como mostra a Figura 3, e são descritos logo a seguir:

- Superprodução: Produzir mais que o necessário, mais rápido que o necessário e antes que o necessário, segundo os olhos do cliente. Como consequências desse desperdício, pode-se citar o consumo desnecessário de matéria-prima, ocupação inadequada dos meios de armazenamento e de transporte, elevado capital parado (estoque), mão de obra para controlá-lo, entre outros.
- Defeitos: Problemas nas folhas de processo, problemas de má qualidade dos produtos, incluindo peças que necessitem de retrabalho ou são sucata. Melhorar a qualidade tem sempre um impacto significativo (positivo) no negócio.
- Processamento desnecessário: Quando o trabalho é executado com equipamentos, ferramentas ou procedimentos inadequados, podendo muitas vezes ser realizado com um procedimento mais simples e mais eficiente. As causas para tal podem ser a falta de clareza nas instruções de trabalho, requisitos dos clientes não definidos ou não compreendidos ou especificações de qualidade mais rigorosas que o necessário.
- Movimentação: Toda movimentação que não agregue valor ao produto, causado por desorganização do ambiente de trabalho, incorreta disposição dos equipamentos e práticas de trabalho inapropriadas.

- Estoque: Produtos acabados e "entre processos" em quantidade superior ao demandado pelo cliente. Tal desperdício pode ser causado por *lead times* longos, *setups* longos, falta de ordem no processamento ou falta de fluxo.
- Transporte: Movimentação excessiva de materiais, pessoas ou informação, que pode ser causada por um *layout* mal planejado, causando desperdício de tempo, energia e custo.
- Espera: Longos períodos de ociosidade de pessoas, equipamentos e materiais, causados possivelmente por avarias dos equipamentos, atrasos ou falta de materiais ou mão-de-obra, *layout* deficiente, interrupção de sequência de operações ou até mesmo gargalos na produção



Figura 3 - Os sete desperdícios (RASTEIRO, 2009)

A Figura 4 representa, segundo Liker (2005), um exemplo de tempos de agregação de valor, bem como os tempos desperdiçados em um processo.

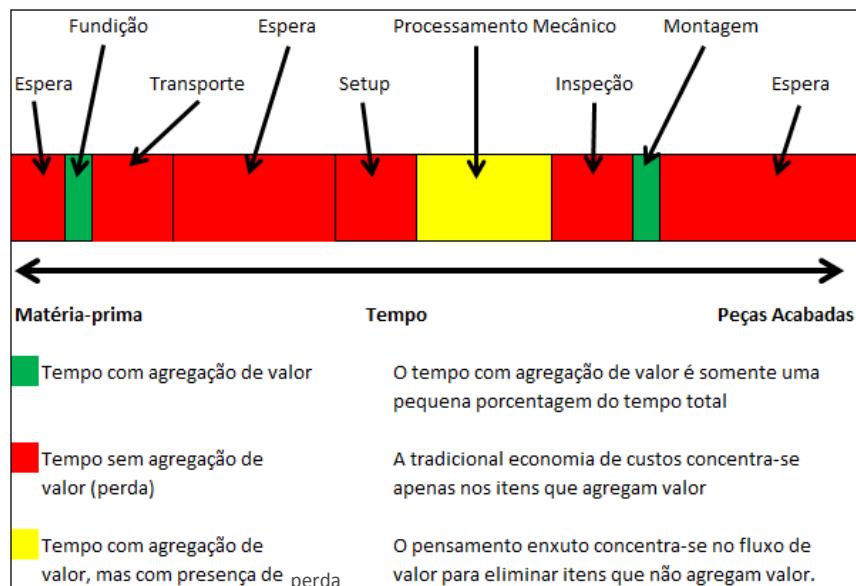


Figura 4 – Perdas em um sistema de valor (Adaptado de Liker, 2005)

2.1.5. Pilares de Sustentação

A Figura 5 ilustra uma forma muito comum de representação do STP, o diagrama conhecido como a casa do Sistema Toyota de Produção é a representação de um sistema baseado em uma estrutura, não apenas um conjunto de técnicas (LIKER, 2005) .

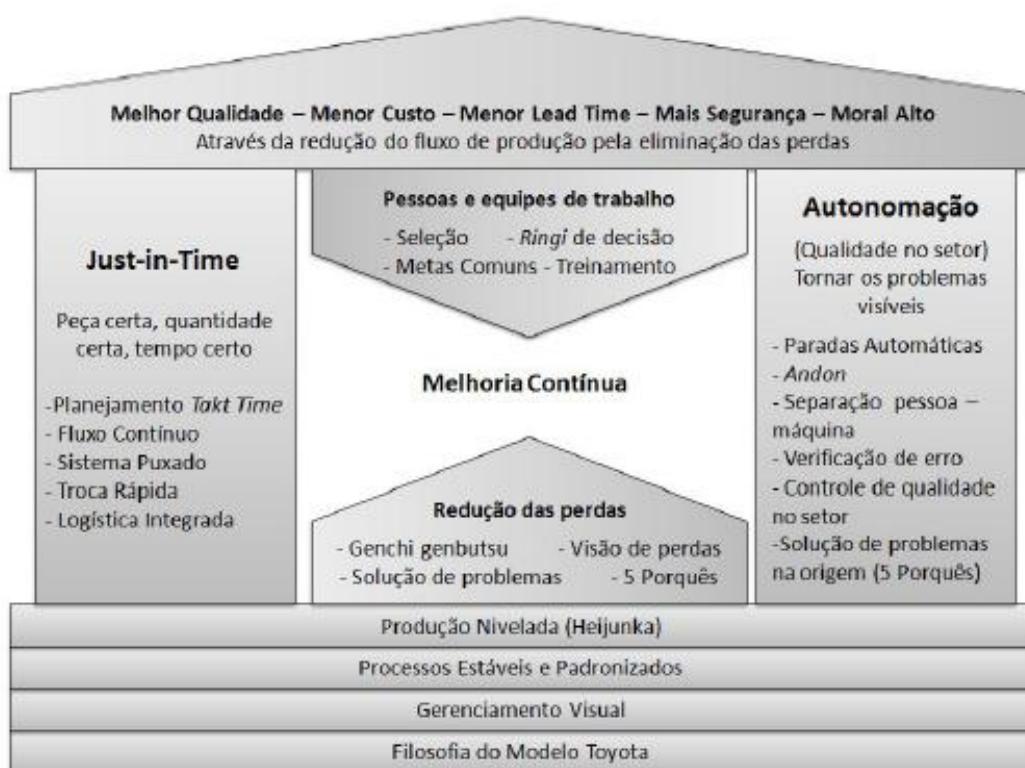


Figura 5– O Sistema Toyota de Produção (Liker, 2005)

O mesmo autor explica que a representação tem por início o teto, onde estão representadas as metas do modelo e requisitos dos clientes: melhor qualidade, menor custo, menor *lead time*, mais segurança e moral alto.

As bases desse modelo estão fundamentadas em uma estabilidade operacional, que significaria dizer que o ambiente possui certa previsibilidade e confiabilidade. Nesta base existem ferramentas como o *Heijunka Box*, para ajudar a nivelar o mix de produção, utilização de trabalho padronizado e estável, utilização de gerenciamento visual, entre outros.

No centro, estão as pessoas, sem as quais não há produção, e vários outras ferramentas que caracterizam e reforçam a estrutura do STP, as quais juntamente com ferramentas que visam redução de perdas, caracterizam a melhoria contínua dentro da organização. Já os pilares que sustentam o STP são o *Just-in-Time* (JIT) e a Autonomização (*Jidoka*).

✓ JIT

O JIT tem como objetivo fundamental produzir e entregar apenas o necessário, quando necessário e na quantidade necessária, através de um mecanismo de redução de estoques, de modo que os problemas de produção existentes possam ficar visíveis e serem eliminados através de esforços priorizados e concentrados. Segundo a Figura 6, o investimento em estoque pode ser representado pela água em um rio, e os problemas existentes na produção pelas pedras. À medida que se vai reduzindo o investimento em estoque (diminuição do nível da água), os problemas vão se tornando visíveis (pedras), e estes, quando eliminados, permitem um fluxo mais suave da produção. Quanto mais o estoque é reduzido, mais aparecem os problemas mais críticos da produção, possibilitando um ataque priorizado (CORRÊA; GIANESI, 1996).

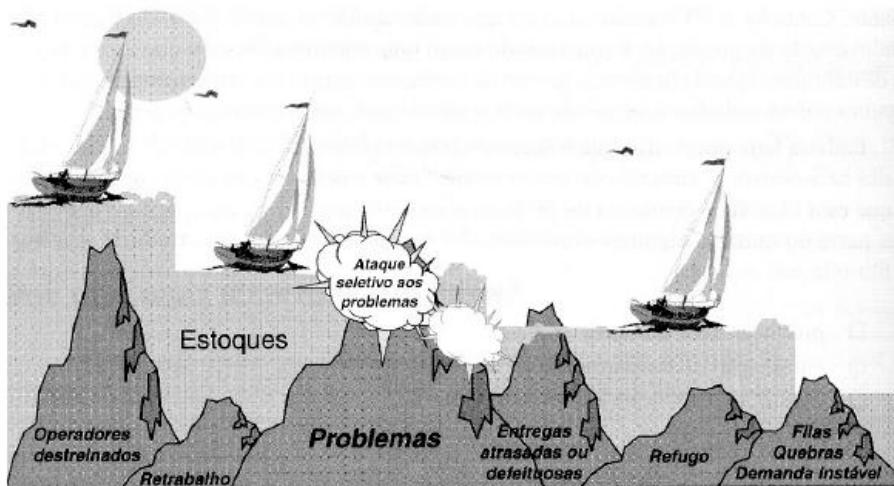


Figura 6 – Problemas de estoque para expor os problemas (CORREA; GIANESI; CAON, 2001)

Slack, Chambers & Johnston (1997) complementam que o JIT visa atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem desperdícios

✓ Autonomação (*Jidoka*)

O pilar da Autonomação (oriundo do japonês *Jidoka* e que significa automação com toque humano) está intimamente relacionado à relação homem-máquina e a métodos de se construir qualidade dentro do processo. Os principais conceitos estão em separar o trabalho humano das atividades realizadas por máquinas, para que um operador possa atuar em diversas máquinas, preferencialmente diferentes, além da atitude de parar e resolver os problemas para impedir que possíveis defeitos se propaguem ao longo do fluxo de produção (LIKER, 2007).

O quadro 1 apresenta alguns dos conceitos mais importantes da Mentalidade Enxuta, bem como seus capacitadores, segundo os trabalhos de Godinho Filho e Fernandes (2004). Alguns desses princípios estão presentes na estrutura do STP da Figura 5.

Princípios mais importantes da ME	Capacitadores (metodologias, tecnologias e ferramentas)
Determinar valor para o cliente, identificando cadeia de valor e eliminando desperdícios	<ul style="list-style-type: none"> - Mapeamento do fluxo de valor - Melhoria na relação cliente-fornecedor/redução do número de fornecedores - Recebimento/fornecimento just-in-time
Trabalho em fluxo/simplificar fluxo	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologia de grupo - Trabalho em fluxo contínuo (<i>one piece flow</i>)/redução tamanho de lote - Trabalhar de acordo com o <i>takt time</i>/produção sincronizada - Manutenção produtiva total (TPM)
Produção puxada/just-in-time	<ul style="list-style-type: none"> - Kanban - Redução do tempo de set-up
Busca da perfeição	<ul style="list-style-type: none"> - Kaizen
Autonomia/qualidade seis sigma	<ul style="list-style-type: none"> - Ferramentas de controle da qualidade - Zero defeito - Ferramentas <i>poka yoke</i> (a prova de erros)
Limpeza, ordem e segurança	<ul style="list-style-type: none"> - 5S
Desenvolvimento e capacitação de recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> - Empowerment - Trabalho em equipes - Comprometimento dos funcionários e da alta gerência - Trabalhador multi-habilitado/rodízio de funções - Treinamento de pessoal
Gerenciamento visual	<ul style="list-style-type: none"> - Medidas de performance/balanced scorecard - Gráficos de controle visuais
Adaptação de outras áreas da empresa ao pensamento enxuto	<ul style="list-style-type: none"> - Modificação de estrutura financeira/custos - Ferramentas para projeto enxuto (DFMA, etc.)

Quadro 1 – Princípios e capacitadores da Produção Enxuta (Adaptado de Godinho Filho e Fernandes, 2004)

2.1.6. Elementos Lean

Diversas ferramentas e elementos são utilizados pelas organizações para implementação do pensamento enxuto. As principais serão abordadas a seguir.

✓ *Takt Time*

A palavra alemã *takt* serve para designar o compasso de uma composição musical, tendo sido introduzida no Japão nos anos 30 com o sentido de “ritmo de produção”, quando técnicos japoneses estavam a aprender técnicas de fabricação com engenheiros alemães. O *takt time* é definido a partir da demanda do mercado e do tempo disponível para produção, é o ritmo de produção necessário para atender a demanda.

Matematicamente, resulta da razão entre o tempo disponível para a produção e o número de unidades a serem produzidas (SHOOK, 1998).

Iwayama (1997) afirma que o *takt time* é o tempo alocado para a produção de uma peça ou produto em uma célula ou linha. A idéia de "alocação" de um tempo para produção pressupõe, naturalmente, que alguém "aloca"; o *takt time* não é um dado absoluto, mas sim determinado.

Para Rother e Shook (2003), o *takt time* é definido pela equação a seguir:

$$\text{TAKT-TIME} = \frac{\text{Tempo disponível por turno}}{\text{Demanda do cliente por turno}}$$

✓ 5S

A técnica de melhoria do 5S foi criada no Japão e leva esse nome pois são as primeiras letras de cinco expressões japonesas. Para manter o título “5S” no português, foi inclusa a palavra “senso” antes de cada palavra traduzida.

Organizar o trabalho é o primeiro passo a ser dado na busca da implementação da Mentalidade Enxuta em uma empresa (OLIVEIRA SILVA, 2006).

Esse programa tem como objetivo a alteração da mentalidade das pessoas, buscando a reorganização da empresa, por meio da identificação e eliminação de materiais obsoletos, limpeza do local de trabalho, construção de um ambiente que não afete a saúde física e mental dos trabalhadores e a manutenção da ordem implantada (REBELLO, 2005).

Segundo Osada (1992), os 5S são definidos como:

- *Seiri* (Senso de utilização): Tem por objetivo a eliminação dos itens desnecessários. Para tal, as principais tarefas e questões a responder são: procurar e

identificar itens desnecessários e deslocá-los para uma área temporária onde é deixado apenas o essencial, removendo os itens desnecessários ou em excesso.

- *Seiton* (Senso de organização): Organizar o que sobrou depois do *seiri*, classificando os itens remanescentes por sua respectiva utilidade, para facilitar o acesso, designando um local e a quantidade para cada item
- *Seiso* (Senso de limpeza): O passo a seguir consiste em efetuar uma limpeza do local de trabalho, o que abrange máquinas, ferramentas e chão de fábrica, para que possam encontrar possíveis inconformidades, e verificar se os equipamentos estão em condições de uso.
- *Seiketsu* (Senso de padronização): Responsável por manter e controlar os três S's anteriores, ou seja, manutenção da organização.
- *Shitsuke* (Senso de auto-disciplina): Esforço e trabalho contínuo para que todas as mudanças e melhorias implantadas se mantenham.

De acordo com Correa e Correa (2004), essa técnica é amplamente utilizada em todo o mundo e tem por objetivo principal organizar os postos de trabalho de forma a aumentar a produtividade e diminuir os desperdícios associados aos processo de negócio. Seus benefícios são:

- Maior motivação e empenho do trabalhador, devido a uma melhoria das condições do ambiente de trabalho;
- Menor índice de acidentes, devido à limpeza e organização do ambiente de trabalho;
- Maior produtividade, proporcionada pela organização e padronização.

✓ A3

Para Shook (2008), relatório A3 é uma ferramenta onde problema, análise, ações corretivas, plano de ação e equipe são escritos em apenas uma das faces de uma única folha de papel de tamanho A3 (297 x 420 mm), normalmente utilizando-se gráficos e figuras. Portanto, o relatório A3 é a ferramenta que se utiliza o autor (da solução) para apresentar de forma sintetizada e organizada a solução encontrada para o problema; muitos autores gostam de enfatizar que um relatório A3, além ser uma representação do ciclo PDCA, conta a história do problema, como será resolvido (plano de ação) e como saberemos que as melhorias foram implementadas (acompanhamento).

✓ Redução do tempo de *Setup*

O *Setup*, pode ser entendido como o tempo de preparação correspondente ao intervalo entre o término da produção de uma peça do lote A e até a saída de uma peça de lote B. Outra definição seria o tempo necessário para preparar as ferramentas, equipamentos e operadores para a produção de uma outra peça do mix de produção e que exija diferentes cuidados (YOSHINO, 2008).

Existem dois tipos de *setups*: interno, que são as atividades realizadas enquanto a máquina está parada, e o externo, caracterizado pelo conjunto de atividades com a máquina em utilização (SHINGO, 1996).

Segundo o mesmo autor, a Troca Rápida de Ferramenta (TRF) é uma abordagem analítica que conduz para a melhoria progressiva do *setup* de uma máquina ou processo, na qual a mecanização é um componente. A TRF é composta por quatro estágios, incluindo identificação dos *setups* internos e externos, análise e implementação de melhorias que acelerem a troca, tornando o processo mais eficaz e eficiente, através, por exemplo, da eliminação de ajustes e buscando fixações mais práticas.

Shingo (2000) conseguiu realizar diversas melhorias significativas na Toyota no final da década de 1960 no que se refere a tempo de *setup*, utilizando de uma técnica que transformava *setups* internos em *setups* externos. Assim, Shingo criou sua metodologia: *Single Minute Exchange of Die* (SMED), que mistura um conceito com uma meta de tempo para *setup* interno de dez minutos (SHINGO, 2000).

A Figura 7 mostra a melhoria através de gráficos, antes e depois da implantação do SMED.

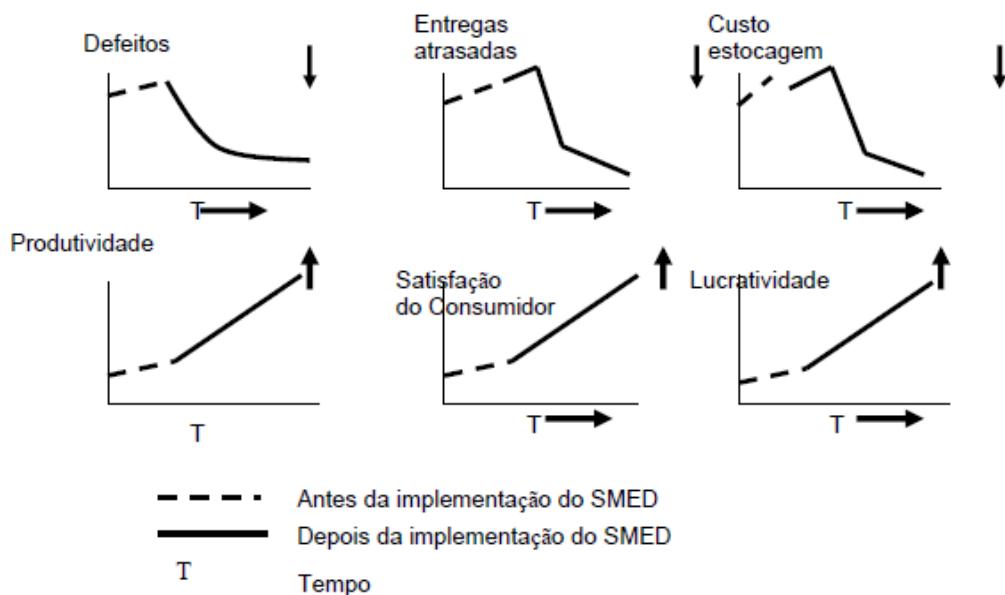


Figura 7 – Benefícios do tempo de troca rápida utilizando a ferramenta SMED (SHINGO, 2000)

Entretanto, o SMED apresenta não só a vantagem de realizar um *setup* veloz, mas também, abre a possibilidade de realizar vários *setups* no mesmo intervalo de tempo que antes correspondia ao tempo de um *setup*, o que garante flexibilidade na forma de nivelar o mix de produção, fato imprescindível na implementação da Mentalidade Enxuta em uma organização (FELD, 2000).

✓ *Layout Celular*

O *layout* tradicional, ainda amplamente utilizado nas empresas, é o funcional ou por processo, os quais apresentam grande movimentação de materiais e pessoas, ocasionado por fluxos de materiais e roteiros de produção bastante diversificados (CORREA; GIANESI; CAON, 2001). Para Martins e Laugeni (1998), nesse tipo tradicional de *layout*, os equipamentos e processos relacionados são posicionados em uma mesma área, bem como as operações e montagens.

Entretanto, esse arranjo físico apresenta deficiências, como Moreira (2001) destaca:

- Os estoques de materiais em processo tendem a ser elevados e bloquear a eficiência do sistema;
- A programação e controle da produção torna-se complexa ao ter que trabalhar com variados produtos e suas exigências operacionais particulares;
- O manuseio de materiais tende a ser ineficiente;
- A contrapartida da flexibilidade é a obtenção de volumes relativamente modestos de produção a custos unitários maiores que no caso do arranjo físico;
- Intensa movimentação de pessoas e materiais, ocasionando desorganização.

Para Tubino (1999), há ainda o fato de que há baixo envolvimento dos trabalhadores com todas as etapas do processo produtivo, ficando cada um deles restrito à sua área de atuação.

Por conta disso, o arranjo físico utilizado pelas empresas que adotam o Pensamento Enxuto em sua produção é o *layout Celular* (FURTADO DA SILVA, 2009).

Uma célula é descrita como um arranjo de equipamentos, materiais e operadores, em que as etapas do processo estão próximas e são sequenciais e processadas em fluxo contínuo (ALMEIDA, 2006).

O *layout* físico de uma célula em “U”, como mostrado na Figura 8, é o mais difundido e utilizado, apesar de existirem outras formas de arranjo físico com o mesmo conceito envolvido (ROTHER; HARRIS, 2002).

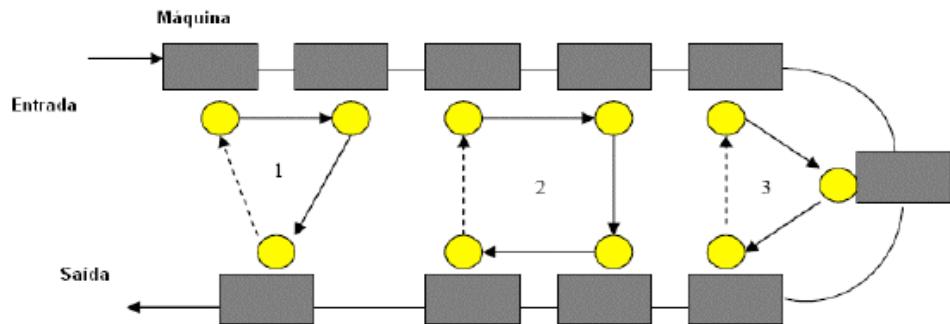


Figura 8 – Exemplo de esquema de layout celular (Monden, 1998)

Como vantagens e motivos para utilização desse arranjo físico podem ser citadas: eliminação do estoque em processo e vantagens relacionadas à qualidade, visto que se torna mais rápida a percepção de defeitos e peças não-conformes, pelo fato de que o consumo das peças pelo processo seguinte é praticamente instantâneo (SILVA, 2007).

✓ Manutenção Produtiva Total (MPT)

Segundo Hominiss (2007), MPT ou TPM (sigla para a expressão em inglês *Total Productive Maintenance*) significa o ato de realizar de maneira frequente o acompanhamento dos equipamentos, realizando manutenções sistematicamente de forma a mantê-los sempre aptos a trabalhar.

Atualmente, a ausência de TPM é considerado um grande problema a ser superado pelas organizações, visto que esse fato é grande responsável por enormes prejuízos em empresas. Quando uma parada não programada é necessária, mediante quebra de máquinas e equipamentos, altos níveis de estoque em processo podem ser gerados, gerando uma maior necessidade de espaço físico para armazenar tal estoque e ociosidade de mão de

obra, bem como elevado número de horas extras para reposição da produção (OLIVEIRA SILVA, 2006).

Nakajima (1989) ainda complementa que TPM significa ter “Falha Zero e Quebra Zero de máquinas”, e como consequência, “Zero Defeito nos produtos e Zero Retrabalho”. Para tal, ele afirma que se deve maximizar a performance operacional das máquinas, através da maximização de cada uma das características avaliadas durante a fabricação do produto, conforme o Quadro 2.

P	Produção	Q	Qualidade
	<ul style="list-style-type: none"> • Produtividade da mão-de-obra • Produtividade dos equipamentos • Produtividade com valor agregado • Rendimento da produção • Otimização da mão de Obra 		<ul style="list-style-type: none"> • Redução de defeitos no processo • Redução de reclamações dos clientes • Redução de Retrabalho • Redução no índice de rejeição
C	Custo	D	Destino / Pontualidade
	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de horas de manutenção • Redução de custos com manutenção • Redução de custos com itens de insumo • Economia de energia (ar comprimido, água, vapor...) 		<ul style="list-style-type: none"> • Redução de atrasos na entrega • Redução de inventários e produtos • Redução no índice de movimentação • Redução no estoque de peças de reposição
S	Segurança, Higiene e meio ambiente	M	Moral, Capacidade, Motivação
	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de paradas por acidente • Redução do número de acidentes • Eliminação de poluição e poluentes (óleo, material sintético...) • Otimização no atendimento às exigências de proteção ambiental 		<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de sugestão de melhorias • Melhoria na freqüência de grupos autônomos • Aumento nas lições Ponto-a-Ponto (LPP) • Incremento anomalias detectadas

Quadro 2 – Indicadores PQCDSM (Adaptado de Werkema, 2007)

✓ *Kanban*

O *Kanban* (oriundo do japonês para cartão) é usado para sistemas de produção puxada, agindo como um disparador da produção da etapa seguinte, coordenando, dessa forma, a produção de todos os itens de acordo com a demanda do processo cliente. O sistema mais utilizado atualmente é o sistema de dois cartões: *kanban* de produção, o qual dispara a produção de um pequeno lote de peças de determinado tipo, em um determinado centro de produção da fábrica; e o *kanban* de transporte, o qual autoriza a movimentação do material pela fábrica, do centro de produção que produz certo componente até o centro de produção que o consome (CORRÊA; GIANESI, 1996).

Para Monden (1998), um sistema *kanban* só funciona de maneira adequada se os que dele utilizarem obedecerem aos seguintes princípios: o processo cliente só retira produtos do processo fornecedor na quantidade necessária e no tempo certo; o processo fornecedor produz a quantidade retirada pelo processo cliente; os produtos defeituosos jamais podem ser passados ao processo cliente; o número de *kanbans* necessita ser minimizado; e no cálculo do *kanban* deve ser considerada pequenas variações na demanda.

Geralmente, o quadro *kanban* possui 3 cores: amarelo, vermelho e verde. O quadro deve ser preenchido com cartões a partir da cor verde até chegar, por último, ao vermelho conforme mais cartões forem adicionados ao quadro e devem ser retirados nessa mesma ordem.

A Figura 9 mostra um exemplo do quadro *kanban* semáforo.



Figura 9 – Quadro Kanban (ANTONELLI, 2008)

✓ Nivelamento da Produção (*Heijunka*)

Nivelamento da produção (ou do mix de produtos) significa distribuir a produção de diferentes produtos, de maneira uniforme durante um determinado período de tempo (ROTHER; SHOOK, 2003).

Para Prioul (2008), nivelar o mix também pode ser entendido como um método no qual se reduz ao máximo a variância das quantidades produzidas de cada item, com o intuito de otimizar os recursos necessários e atender a demanda dos clientes por vários produtos e em grande variedade. Rother e Harris (2002) complementam com a afirmação de que tal ferramenta converte a demanda puxada do cliente em um processo de produção previsível, sendo utilizada em conjunto com outras ferramentas enxutas para estabilizar o fluxo de valor.

Quanto mais o mix de produtos é nivelado no processo puxador, mais apto uma empresa estará para responder às diferentes solicitações dos clientes com um *lead time* pequeno, mantendo, ao mesmo tempo, um pequeno estoque de produtos acabados (ROTHER, SHOOK, 2003).

Rother e Shook (2003) ainda dizem que uma ferramenta muito utilizada em várias empresas para ajudar no nivelamento e no volume de produção é um quadro de nivelamento de carga, ou *Heijunka Box* (ilustrado na Figura 10), o qual possui escaninhos com cartões *kanban*, que por sua vez indicam a quantidade a ser produzida e o tempo que se leva para produzir esta quantidade, baseado no *takt time*. *Heijunka* é uma palavra japonesa para nivelamento do planejamento da produção, de modo que o mix e o volume sejam constantes ao longo do tempo (SLACK, 1999).

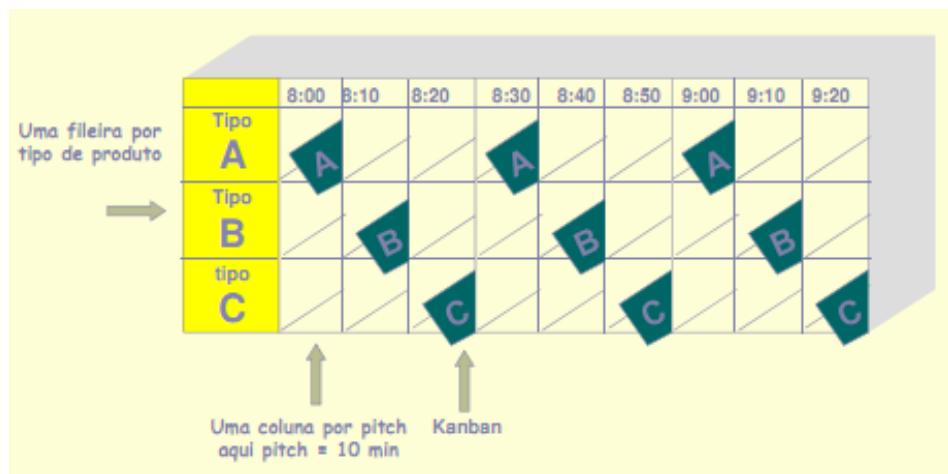


Figura 10 – Quadro de nívelamento de carga (Adaptado de Rother e Shook, 2003)

✓ Operações Padronizadas

Padronização de operações consiste, basicamente, no estudo do trabalho de um operador, o que envolve a busca por desenvolver procedimentos para produzir produtos que atendam a demanda dos clientes, a seqüência de atividades que o operador deve obedecer para atender a essa taxa de demanda, além da avaliação da quantidade de estoque em processo que se pode ter neste conjunto de atividades (ALMEIDA, 2006).

Perin (2005) desenvolveu uma metodologia de padronização que se destaca por ter alcançado bons resultados, utilizando principalmente ferramentas de produção enxuta. Para envolver as pessoas visando um mesmo objetivo, a metodologia de padronização incorporou o método de Evento *Kaizen* com o objetivo de fazer a função de envolver, comprometer e desafiar um grupo de pessoas durante a fase inicial de aplicação da metodologia. Tal método será apresentado mais adiante.

Segundo Monden (1998), as operações padronizadas possuem três objetivos primordiais:

- Obter boa produtividade pelo trabalho dos operadores sem movimento perdido ou desperdiçado;

- Obter o balanceamento de linha entre todos os processos baseado no conceito de *takt time* (ritmo de consumo do cliente);
- Manipular somente uma quantidade mínima e padrão de material em processo, sem desperdício de movimentação.

A padronização é, na prática, transformada em folhas de processo, com instruções de trabalho bem detalhadas, tempos planejados para cada atividade e o rendimento padrão esperado para cada etapa do processo (YOSHINO, 2008).

✓ *Poka-yoke*

Também conhecido como sistema à prova de erros é um conjunto de métodos que fazem com que uma operação só possa ser desempenhada da maneira certa, o que ajuda os operadores a evitarem erros em seu trabalho, tais como escolha da peça errada, montagem incorreta de uma peça ou esquecimento de um componente, dentre outros (LÉXICO LEAN, 2003).

Existem três tipos de *Poka-yoke* de controle, segundo Shingo (1996):

- Método de contato: Identifica os defeitos em virtude da existência ou não de contato entre o dispositivo e alguma característica ligada à forma ou dimensão do produto.
- Método de conjunto: Determina se um dado número de atividades previstas são executadas.
- Método de etapas: Determina se são seguidos os estágios ou operações estabelecidas por um dado procedimento.

Segundo o mesmo autor, o dispositivo *Poka-yoke* por si só não representa um sistema de inspeção, mas um método de detectar defeitos ou erros, que pode ser usado para satisfazer uma determinada função de inspeção

✓ Gestão Visual

Gestão visual pode ser entendida como um método que auxilia os operadores no sentido que trata da alocação em lugar fácil de ver de ferramentas, materiais, peças e indicadores de desempenho do sistema produtivo, de modo que todas as atividades possam ser entendidas pelos operadores rapidamente (LÉXICO LEAN, 2003).

Liker (2005) complementa que a importância do princípio é “apoiar os funcionários por meio do controle visual para que tenham uma melhor oportunidade de desempenhar um bom trabalho.”

✓ Mapa do Fluxo de Valor (MFV)

Mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta da produção enxuta que serve para ajudar a visualizar e entender o fluxo de material e informação à medida que o produto segue o fluxo de valor. Lembrando que fluxo de valor é toda ação (agregando valor ou não) necessária para a produção de determinado produto (ROTHER; SHOOK, 2003).

Stefanelli (2007) adiciona que essa ferramenta é muito utilizada para analisar e diagnosticar a situação atual bem como auxiliar no planejamento da situação futura da empresa, pois nele é possível percorrer o caminho tanto do fluxo de material quanto do fluxo de informação desde o fornecedor até o cliente final, e assim consegue visualizar os focos de desperdício a serem combatidos.

Ferro (2007) descreve alguns cuidados para a utilização do MFV:

- Concentrar os esforços nos fluxos de valor que exigem mais melhoria;
- Entender claramente a situação atual, problemas e respectivas causas, definindo metas e objetivos para a situação futura;

- Definir e buscar um consenso sobre a situação futura que possa ser implementada inicialmente sem grandes investimentos.

Rother e Shook (2003) apresentam um método para confecção de um MFV em uma empresa e será resumidamente descrito logo a seguir.

O primeiro passo para realizar um mapeamento é selecionar a família de produtos para a qual será feito o Mapa de Fluxo de Valor. Uma família de produtos é um grupo de produtos que passam por processos semelhantes e utilizam equipamentos comuns nos processos, como mostrado na Figura 11.

	Etapas de Montagem & Equipamentos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUTOS	A	X	X	X		X	X	
B	X	X	X	X	X	X	X	
C	X	X	X		X	X	X	
D		X	X	X		X	X	
E		X	X	X			X	X
F	X		X		X	X	X	
G	X		X		X	X	X	

Uma Família de Produtos

Figura 11 – Definição de uma família de produtos (ROTHER; SHOOK, 2003)

Escolhida a família de produtos que será alvo do MFV, deve-se então desenhar a situação atual e listar todos os pontos potenciais de melhoria. A Figura 12 mostra um exemplo de um Mapa de Fluxo de Valor em uma fábrica fictícia de caminhões retirada do livro " Desenvolvimento de Sistemas de Produção Enxuta " de Rentes (2006).

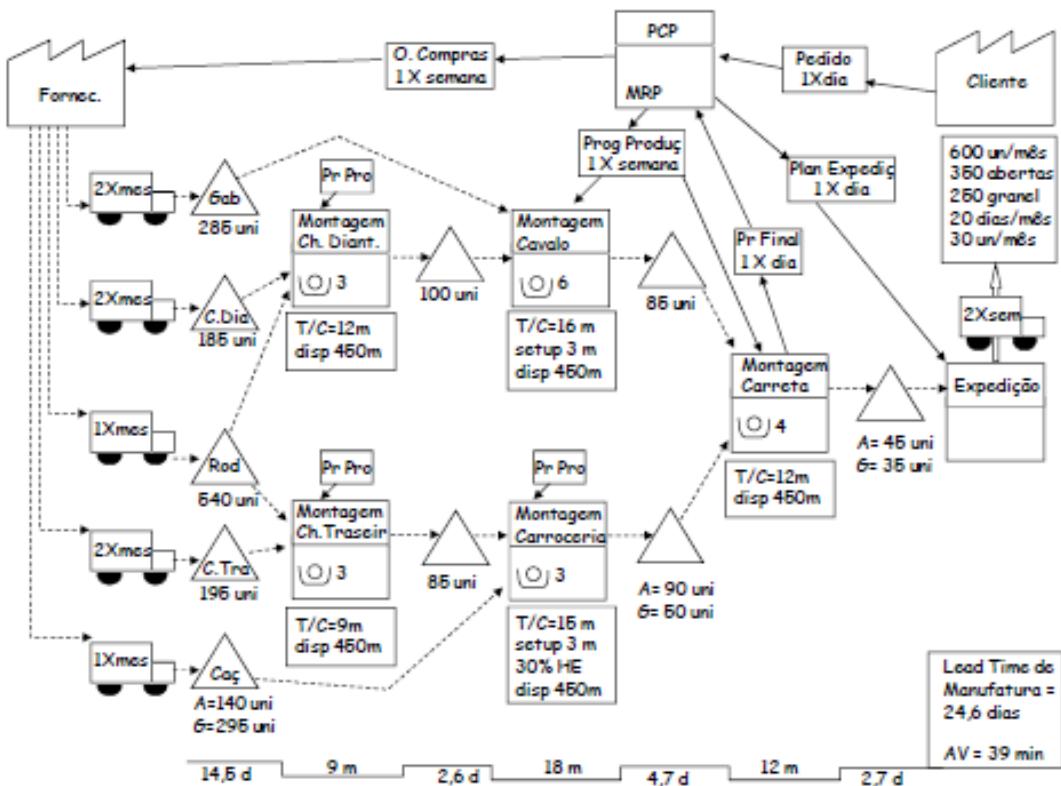


Figura 12 – Exemplo de mapa de fluxo de valor do estado atual (RENTES, 2006)

Na situação atual, há alguns dados que necessitam ser de conhecimento da equipe:

- **Tempo de ciclo (T/C):** Frequência de saída de uma peça ou um produto pronto, ou seja, é o intervalo de tempo entre a saída de dois produtos consecutivos em um processo.
- **Tempo de agregação de valor (TAV):** É a somatória dos tempos das etapas de um processo que efetivamente transformam o produto de uma maneira sob o ponto de vista do cliente.
- **Lead Time (L/T):** É o tempo que uma peça leva para mover-se ao longo do todo um processo.

Mapeada a situação atual (Figura 12) e sabendo das questões que devem ser melhoradas, elabora-se a situação futura, seguindo uma seqüência de passos:

- 1) Calcular o Takt time;
- 2) Produzir para supermercado de produtos acabados ou para a expedição;
- 3) Definir locais onde é possível estabelecer um fluxo contínuo de materiais;
- 4) Definir locais onde é necessário instalar sistemas de controle para fluxos puxados: Nos locais onde há a produção em lotes e não é possível aplicar o fluxo contínuo é necessário implementar supermercados de materiais;
- 5) Definir o processo puxador: É necessário definir qual o único processo do fluxo que deverá ser programado, ou qual será responsável por ditar o ritmo dos demais processos;
- 6) Nivelar o mix de produção no processo puxador;
- 7) Nivelar o volume de produção no processo puxador;
- 8) Desenvolver a habilidade de fazer “toda peça todo dia”. Este valor descreve com que frequência um processo produz um determinado tipo de produto.

Depois de concluído o mapeamento da situação futura, ilustrado na Figura 13 (também retirada do livro "Desenvolvimento de Sistemas de Produção Enxuta"), é importante que sejam listadas as ações a serem tomadas para a formação do plano de ação que irá fazer com que uma nova situação futura seja alcançada, ou seja, alcançada a situação futura, esta, por sua vez, torna-se a situação atual, a qual deve ser melhorada, caindo num ciclo de melhoria contínua.

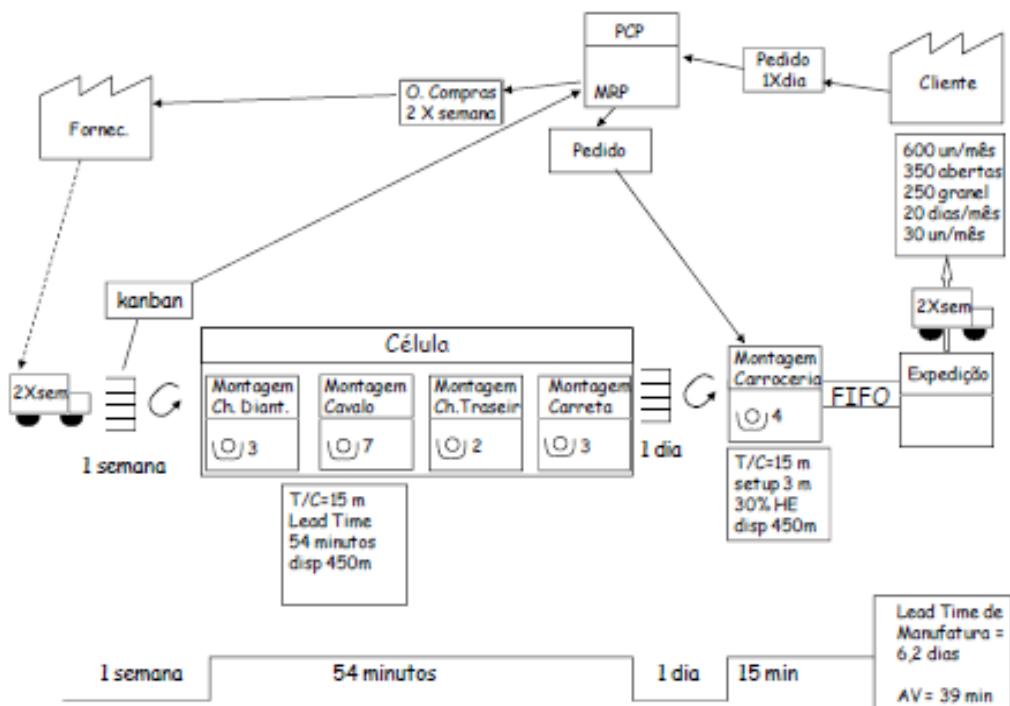


Figura 13 – Exemplo de mapa de fluxo de valor do estado futuro (RENTES, 2006)

Evento *Kaizen* é outra ferramenta da filosofia *Lean*, mas que será tratado mais profundamente, no capítulo a seguir, juntamente com outros conceitos de melhoria contínua.

2.2. Melhoria Contínua

Melhoria contínua pode ser entendida como um processo focado na inovação incremental e contínua, implementado em todos os níveis da empresa (CAFFYN; BESSANT, 1996).

Slack *et al.* (1997) faz referência ao ciclo PDCA (iniciais das palavras em inglês *Plan, Do, Check e Act*), como ilustrado na Figura 14. Tal ciclo é definido pelo mesmo autor como uma sequência de atividades sem fim, as quais são percorridas de maneira cíclica para melhorar a prática das organizações.

Slack (2006, p.461) explica o ciclo:

“O ciclo começa com o estágio P (de planejar), que envolve o exame do atual método ou da área do problema sendo estudada. Isso envolve coletar e analisar dados de modo a formular um plano de ação que se pretende melhorar o desempenho. (...) o próximo estágio é o estágio D (de do, fazer). Este é o estágio de implementação durante o qual o plano é tentado na operação. Este estágio pode em si envolver um miniciclo PDCA para resolver os problemas de implementação. A seguir vem o estágio C (de checar), em que a solução nova implementada é avaliada, para ver se resultou no melhoramento de desempenho esperado. Finalmente, pelo menos para este ciclo, vem o estágio A (de agir). Durante este estágio a mudança é consolidada ou padronizada, se foi bem sucedida. Alternativamente, se a mudança não foi bem sucedida, as lições aprendidas da ‘tentativa’ são formalizadas antes que o ciclo comece novamente.”

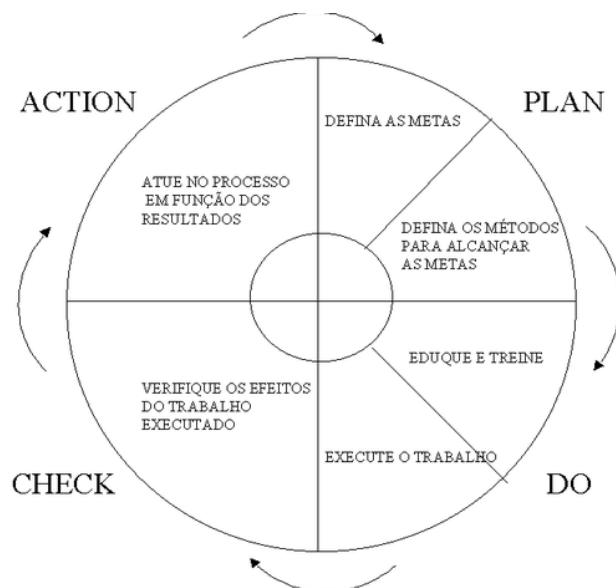


Figura 14 – Ciclo PDCA (Adaptado de Slack, 2006)

Três práticas amplamente utilizadas e que serão tratadas nos tópicos seguintes são: MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), TQM (*Total Quality Management*) e *Kaizen*.

2.2.1. MASP

O Método de Análise e Solução de Problemas, de acordo com Leme (2010), caracteriza-se pela racionalidade, objetividade e otimização, ou seja, é um método com caminhos lógicos e definidos, que prioriza dados e fatos em detrimento de opiniões e que procura o maior benefício ao menor esforço. É uma metodologia extremamente simples e prática que propicia a utilização das ferramentas de solução de problemas nas organizações de forma ordenada e lógica, facilitando a análise de problemas, determinação de suas causas e elaboração de planos de ação para eliminação dessas causas. Este método consiste em uma seqüência de etapas que levam a um planejamento participativo para a melhoria da qualidade de um produto ou serviço de um determinado processo em uma organização. A metodologia baseia-se na obtenção de dados que justifiquem ou comprovem teorias ou hipóteses previamente levantadas. O hábito de disciplinar a busca de soluções com métodos adequados, evita as seguintes armadilhas, comuns nas decisões diárias:

- Dimensionar mal o problema: muitas vezes a solução encontra-se em esfera superior de decisão – fora do controle da organização, ou depende de negociações em outras esferas, pois não são da competência do grupo encarregado de resolver a questão;
- Isolar-se com o problema: não consultar pessoas chave para a solução e nem aquelas que serão responsáveis pela implantação das decisões;
- Decidir pelo caminho mais curto: desprezar dados e fatos fundamentais, por pressa ou dificuldades em obtê-los;

- Concluir por intuição: ir direto a uma solução para o problema sem analisar e sem explorar outras alternativas;
- Contentar-se com uma única solução: insistir na solução encontrada e tentar justificá-la passando por cima de objeções, dificuldades e custos;
- Desprezar os detalhes: encontrar a solução sem aprofundar sua viabilização com o planejamento dos recursos financeiros, humanos e materiais.

Antes de iniciar o estudo do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP), é necessário definir o que será considerado um problema. Para Baiotto (2004), problemas serão quaisquer resultados de um processo que não estejam conformes com os requisitos estabelecidos para o mesmo. A não-conformidade será a diferença entre a situação ideal desejada e a situação encontrada.

Para solucionar o problema, deve-se investigar as causas levando-se em consideração os dados obtidos com o monitoramento do processo e nunca basear decisões na intuição, imaginação ou especulação, modo pelo qual pode levar a direções erradas, causando fracassos ou atrasos nas melhorias de qualidade.

A solução de um problema deve seguir uma sequência lógica, iniciando-se na identificação do problema, continuando pela sua análise e terminando com a tomada de decisão.

Gosh e Sobek (2002) consideram que a aplicação de uma rotina, um procedimento padrão para análise e solução de problemas que conte com comunicação, compartilhamento de informações e experimentação conduz a melhores resultados, que são entendidos como soluções nas quais as causas são eliminadas, ações de prevenção são consideradas e, com isso, as melhorias são sustentáveis.

No Quadro 3 pode-se ver a sequência das fases do MASP.

CICLO	FASE DO MASP	OBJETIVO
P	Identificação do Problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância
	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista
	Análise	Descobrir as causas fundamentais
D	Plano de Ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais
C	Ação	Bloquear as causas fundamentais
	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo
A	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema
	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro

Quadro 3 - Fases do MASP, objetivos e correlação com o ciclo PDCA (ORIBE, 2008)

O quadro mostra que a ênfase do MASP se dá sobre as etapas de planejamento, incluindo as fases de isolamento do problema, a investigação de causas e a identificação e sequenciamento de tarefas, visando sua solução. A execução da ação e a verificação compreendem apenas uma única etapa cada, enquanto que a última fase do ciclo PDCA é composta das duas últimas etapas do MASP.

Terner (2009) trouxe uma relação entre as etapas do MASP e as ferramentas da qualidade mais importantes ou comumente associadas a cada uma delas, como se pode ver no Quadro 4.

FASE DO MASP	FERRAMENTAS
Identificação do Problema	Folha de Verificação, Diagrama de Pareto, Fluxograma, Brainstorming
Observação	Fluxograma, Folha de Verificação
Análise	Folha de verificação, Diagrama de Pareto, Histograma, Diagrama de causa e efeito, Brainstorming, Cartas de Controle
Plano de Ação	Diagrama de Pareto, Gráfico de controle, Folha de Verificação, Brainstorming
Ação	Diagrama de Pareto, Gráfico de controle, Folha de Verificação, Brainstorming
Verificação	Cartas de Controle, Histograma, Folha de Verificação
Padronização	
Conclusão	

Quadro 4 - Fases do MASP e correlação com ferramentas da qualidade (TERNER, 2009)

2.2.2. TQM

O conceito conhecido e difundido pela sigla TQM (*Total Quality Management*), ou Gestão da Qualidade Total, pode ser definido como uma abordagem para melhorar a competitividade, eficácia e eficiência dos processos e dar uma maior flexibilidade para a organização, consolidado através do uso extensivo e da prática das principais abordagens da qualidade (OAKLAND, 1994).

Sashkin e Kiser (1994) ainda atribuem mais um papel fundamental ao TQM: busca da satisfação total do cliente, através da utilização integrada de ferramentas, técnicas e pessoas que envolvam a melhoria contínua dos processos organizacionais.

Oakland (1994) complementa que a abordagem TQM deve estar fundamentada na relação cliente-fornecedor, tanto internos quanto externos à organização, definindo e associando processos de conversão de *inputs* em *outputs*.

2.2.3. Kaizen

A palavra *Kaizen* é de origem japonesa, em que *kai* significa “mudar” e *zen* “melhor”, resultando em “Melhoria Contínua” no português (SCOTELANO, 2007).

Segundo Imai (1990), existem dez regras básicas para implantação da metodologia *Kaizen*:

1. Todo tipo de desperdício deve ser eliminado;
2. Melhorias graduais devem ser feitas continuamente e ininterruptamente;
3. Todos os colaboradores devem estar envolvidos, desde a gerência até o chão de fábrica;

4. As melhorias devem ser feitas sem a necessidade de grandes investimentos. Deve-se usar a criatividade para a realização de mudanças simples que surtam grande efeito nos resultados, ou seja, gastar pouco e pensar muito;
5. Aplica-se em qualquer lugar, não somente dentro da cultura japonesa;
6. Apóia-se numa gestão visual, numa total transparência de procedimentos, processos e valores;
7. Foco no chão de fábrica;
8. Orienta-se para os processos;
9. Prioriza as pessoas e acredita que o esforço principal de melhoria deve vir de uma nova mentalidade e do estilo de trabalho das pessoas (orientação pessoal para a qualidade, trabalho em equipe, cultivo da sabedoria, elevação do moral, auto-disciplina, círculos de qualidade e prática de sugestões individuais ou de grupo);
10. O lema essencial da aprendizagem organizacional é “aprender fazendo”.

Segundo Imai (1990), o *Kaizen* integra um sistema JIT, sem falhas e com fluxo contínuo puxado pela demanda do cliente; a gestão visual ajuda a identificar as perdas ou problemas a serem eliminados; a padronização dá estabilidade aos processos, garantindo que as perdas (e os problemas) não reapareçam.

Para que possa haver uma intensa melhoria, uma ferramenta é amplamente utilizada pelas empresas no mundo todo, um evento (ou projeto) *Kaizen*. Trata-se de um projeto de curto prazo focado para melhorar um processo. Esta ferramenta enfatiza a utilização de esforços humanos, comunicação, trabalho em equipe, treinamento e envolvimento, sendo uma abordagem de baixo custo a melhoria (HANASHIRO, 2005).

Berger (1997) resume os princípios, conceitos e resultados práticos no Quadro 5.

Princípios fundamentais	Conceitos de administração das melhorias	Resultados práticos
Foco no processo	Controle de processo por meio de suporte e avaliação.	Força de trabalho treinada em métodos simples e uso das habilidades e experiência existente. Os esforços são enfatizados e encorajados, enquanto os resultados são recompensados.
Melhoria em pequenos passos	Uso intensivo de operações padronizadas como base para a melhoria. Separação da tarefa de melhorar e a tarefa de manter os padrões.	Disciplina para manter os padrões. Foco na melhoria do próprio padrão de trabalho utilizando o padrão do processo de melhoria (PDCA).
Processo orientado às pessoas	Envolvimento e suporte ativo da administração. Voluntariado mandatário, ou seja, política administrativa para a participação. As contribuições são baseadas no voluntariado.	Ampla participação por meio de grupos permanentes ou temporários para a solução de problemas. Em paralelo, estruturas fixas para organizar o processo de melhoria. Programas de sugestões para estimular e desenvolver a melhoria individual.

Quadro 5 – Princípios, formas de gestão e resultados práticos de *Kaizen* (BERGER, 1997, p.113)

Para o trabalho em questão foi realizado um estudo de caso, envolvendo os conceitos tratados ao longo do texto: Projeto *Kaizen* para implantação de conceitos enxutos em uma determinada empresa.

3. ESTUDO DE CASO

3.1. Procedimento de Pesquisa

A pesquisa realizada tem caráter qualitativo, pelo fato de o ambiente natural ser a fonte de dados para o estudo e pela realidade ser construída pelos indivíduos presentes na pesquisa.

O procedimento escolhido para o presente trabalho foi o estudo de caso, o qual, segundo Yin (2001), se caracteriza por uma estratégia de pesquisa com objetivo de examinar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto. Segundo McClintock *et al.* (1983), citado por Bressan (2000), o método do estudo de caso tem como objetivos: capturar o esquema de referência e a definição da situação de um dado participante, permitir um exame detalhado do processo organizacional e esclarecer aqueles fatores particulares ao caso que podem levar a um maior entendimento da causalidade.

Para Belhot (2004), o estudo de caso tem como propósito, obter uma compreensão das crenças, valores e práticas compartilhadas por um determinado grupo ou cultura e cita como características:

- O estudo é conduzido no seu ambiente natural por um razoável período de tempo;
- Participantes são observados no decorrer de suas atividades normais;
- Pesquisadores desenvolvem uma relação de confiança com os participantes;
- Natureza cíclica da coleta e análise de dados;
- Observação e entrevistas são as estratégias dominantes de coleta de dados;
- Análise de dados de natureza indutiva.

3.2. Descrição da Empresa

A empresa, que por questões de sigilo será chamada de Empresa E, é uma companhia de capital misto e controle estatal. Com o apoio do Governo Brasileiro, a Empresa iria transformar ciência e tecnologia em engenharia e capacidade industrial.

A empresa atua nos segmentos: comercial, executivo, defesa e agrícola. Com uma base global de clientes e importantes parceiros de renome internacional, a Empresa E oferece o que existe de mais moderno em tecnologia, versatilidade e conforto.

A empresa possui 16 unidades e está presente em 6 diferentes países. O presente trabalho será feito em uma unidade situada no interior do Estado de São Paulo. A unidade conta com 84.220 m² de área construída, emprega aproximadamente 1900 pessoas e foi criada com o objetivo de sediar a fabricação e montagem final de alguns produtos.

Uma das unidades abriga uma fábrica moveleira, a qual atua como fornecedora interna. Essa fábrica produz móveis que compõem três configurações diferentes, e será apresentado justamente um estudo de caso que aborda uma dessas configurações.

Em relação aos conceitos de Produção Enxuta, foi iniciado há quatro anos um programa com vista à excelência empresarial, consolidado em bases de pensamento enxuto com causa: "Ser uma empresa de excelência na qual clientes, acionistas e empregados se beneficiam do que há de melhor em termos de práticas empresariais e dos resultados decorrentes. Excelência, além de produtividade e lucro, significa satisfação, crescimento, realização e qualidade de vida das pessoas, bem como assegura a perpetuidade da Empresa."

Com a estratégia de Melhoria Contínua, as mudanças são mais lentas que nos Projetos *Kaizen*, mas o trabalho em equipe para atingi-las é constante.

Para viabilizar esta estratégia, a Empresa foi mapeada em células (aproximadamente 500) que se agrupam em torno de 50 pessoas que cuidam de um

determinado resultado. À medida que os resultados da Melhoria Contínua são alcançados em cada Célula, ela é certificada em Bronze, Prata e, quando atinge a Excelência, Ouro.

3.3. Realização da Pesquisa

Com o intuito de obter os dados relevantes para o trabalho proposto, foi realizada uma participação em um projeto *Kaizen* na fábrica moveleira, pertencente à Empresa E, entre os dias 03/10/2011 e 28/10/2011 (desde definição de Equipe & Escopo até Fechamento das Ações - ver Figura 15), sendo que todos os dados foram coletados e medidos durante o projeto realizado, com presença integral até a fase de fechamento das ações, conforme mostra a Figura 15.

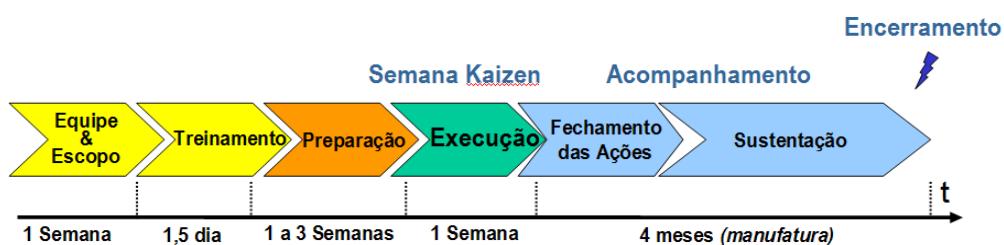


Figura 15 – Sequencia de atividades de um Projeto Kaizen na Empresa E

Antes de descrever o projeto em si, será apresentado, logo a seguir, a forma como um Projeto *Kaizen* é estruturado na Empresa E.

Antes de tudo, é definido qual o objetivo e escopo do *Kaizen*, para que uma equipe multidisciplinar seja formada, sendo indicado um líder, um co-líder e demais participantes. Formada a equipe, todos os membros devem passar por um treinamento para reforçar os conceitos sobre *Kaizen*.

Logo após o treinamento, tem início a Preparação para Semana *Kaizen*. A primeira ação a ser realizada, é a confecção do “A3”, um documento composto por três formulários, contendo equipe, informações gerais do processo, situação atual, oportunidades de melhoria identificadas, métricas e objetivos. Durante a Preparação, toda a situação deve ser

mapeada, de forma a permitir que todos os membros da equipe compreendam todo o processo que está em estudo, ajudando a identificar as áreas com problemas dentro do processo e suas causas, estabelecendo os limites do projeto.

As metas devem ser definidas e os resultados serão medidos durante a Semana *Kaizen*, de preferência através de uma situação real, ou, caso não seja possível, utilizar simulação.

Deve-se haver o esforço para realizar as mudanças durante a Semana *Kaizen*. As metas devem ser factíveis com tal esforço, ou seja, metas de curto prazo aceleram a mudança e trazem resultados para a equipe durante a semana. Na medida do possível, considerar metas que possam ser acompanhadas e encerradas durante a semana.

Existem certos cuidados na definição das metas: As metas devem ser objetivas, quantitativas e mensuráveis e devem permitir a medição diária das mudanças concretas que o time programou durante a semana.

A meta somente pode ser estabelecida após serem constatados os fatos no chão de fábrica. Os dados não podem ser somente puxados pelo computador ou serem baseados em falas das pessoas.

HORÁRIO	Segunda-feira	HORÁRIO	Terça-feira	Quarta-feira	HORÁRIO	Quinta-feira	HORÁRIO	Sexta-feira
08:00 - 10:00	Apresentação dos Projetos						08:00 - 11:00	Apresentação das mudanças implantadas no chão de fábrica
10:00 - 12:00	Trabalho junto às equipes / projetos	08:00 - 12:00	Trabalho junto às equipes / projetos		08:00 - 12:00	Trabalho junto às equipes / projetos	11:00 - 12:00	Apresentação final dos projetos
12:00 - 13:00	Almoço	12:00 - 13:00	Almoço	12:00 - 13:00	Almoço			
13:00 - 15:00	Trabalho junto às equipes / projetos	13:00 - 15:00	Trabalho junto às equipes / projetos			Trabalho junto às equipes / projetos		
15:00 - 17:00	Reunião de líderes / Evolução dos Projetos	15:00 - 17:00	Reunião de líderes / Evolução dos Projetos		13:00 - 17:00			

SEMANA KAIZEN

Figura 16 – Agenda da Semana *Kaizen* na Empresa E

Finalizada a Semana *Kaizen*, chega a última etapa, e mais difícil: a sustentação dos resultados atingidos. Nessa fase, devem ocorrer reuniões regulares da equipe de modo a

revisar a situação dos itens em aberto, mensurar o desempenho do processo, concluir o Trabalho Padronizado para os demais processos e discutir as oportunidades de melhorias adicionais, com o objetivo sempre de melhorar o processo.

O processo produtivo em si começa com o corte de matéria-prima, em seguida ocorre a montagem estrutural dos móveis, montagem de caixotes e da estrutura, de forma a garantir a montagem e ajustar certas inconformidades decorrentes da baixa precisão da máquina de corte. Após garantida a montagem estrutural do móvel, este por sua vez pode possuir partes que serão pintadas, principalmente as partes internas, e/ou partes que serão revestidas e posteriormente envernizadas e polidas. Por fim, o móvel chega à montagem final.

Entretanto, as peças e sub-conjuntos não passam, necessariamente, por todos esses processos, podendo chegar antes à montagem final, pulando etapas. Dessa forma, a área de corte, montagem estrutural, revestimento, pintura e polimento agem como áreas fornecedoras para a montagem final. Adicionalmente, existem peças e materiais que advém de fornecedores externos, logo, a logística também atua como fornecedor interno de materiais, peças e acessórios para a montagem final.

3.4. Resultados da Pesquisa

Depois de definida a equipe e cada membro receber o devido treinamento em *Kaizen*, foi dado inicio ao período de preparação para a Semana *Kaizen*. Nesse período foram levantados diversos dados, tais como, tempo de ciclo, redes de precedência, conjunto de móveis que compõem a configuração, entre outros dados, para que, de posse desses dados, os objetivos pudessem ser bem especificados e as metas definidas. Pôde-se,

então, elaborar o A3, contendo os objetivos, equipe, situação atual e metas, conforme o Quadro 6.

Informações do Projeto

Time nº: 01	Nome do Projeto: Redução de Ciclo na Montagem Final do Produto X
1- Informações gerais do processo	4- Situação atual & problemas (descrição do problema)
Processo de montagem em DOCA 02 operadores por turno 18 produtos compõe um shipset Takt atual = 0,7 SS/Mês	Rede de precedência desatualizada Prazos de montagem de produtos não cumpridos Peças faltantes e peças sem qualidade detectadas durante a montagem Pagamento de peças e componentes em desacordo com necessidade / falta de kits para pagamento de peças Montagem realizada no conceito doca Pagamento de itens "A" no corte e utilização na montagem final
2- Quantidade de produção necessária (se aplicável)	5- Necessidades de kaizen identificadas
3- Fluxo do processo e informações	Reestruturação e balanceamento de rede de precedência Gestão visual de prazos e rede/produtividade Controle interno de materiais necessários Formação de kits de peças e componentes Aplicação de conceito stop-and-go, com preparação para moving line Eliminação de etapas de processo entre estrutura e m.final Flexibilidade para inversões de linha

Quadro 6 - Quadro de informações do Projeto

Conforme pode ser visto na parte de "Situação atual & problemas (descrição do problema)", os principais problemas encontrados são:

- Rede de precedência desatualizada: sequenciamento de atividades e o tempo relacionado a cada uma delas não estava de acordo com a realidade;
- Prazos de montagem dos móveis não cumpridos: atraso na entrega dos móveis, atrasando também a entrega da configuração total pedida pelo cliente;
- Peças faltantes e peças sem qualidade detectadas durante a montagem: quando chegava a hora da montagem final, o operador descobria que faltavam peças ou que algumas peças e/ou materiais chegavam com falta de qualidade, ou defeitos internos, ou mesmo defeitos vindos de fornecedores externos. Dessa forma, o operador travava a montagem dos móveis e "corria atrás" do que faltava para a montagem;
- Pagamento de peças e componentes em desacordo com necessidade / falta de kits para pagamento de peças: itens faltantes ou sobrando no pagamento de kits;

- Montagem realizada no conceito "Doca", causando refluxo, excesso de movimentação e desorganização;
- Pagamento de itens "A" em etapas anteriores à montagem final: algumas peças ou componentes ou materiais eram pagos antes de serem utilizados.

O pedido final solicitado pelo cliente é composto por 18 móveis (sendo que o conjunto desses móveis será chamado de *Shipset - SS*), e para o projeto, foi considerado como objeto de estudo, o móvel mais crítico e com maior tempo de ciclo, que será chamado de Produto X.

Depois de estudada a situação atual, e desenvolvendo o estado futuro, pôde-se chegar às metas do Quadro 7.

Metas e Resultados

Metas e Resultados da Semana Kaizen

Letra	Tópico	Subtópico	Inicio	Meta	1º dia	2º dia	3º dia	4º dia	% Ganho
A	Redução de custo	Redução de ciclo no produto X (turnos/produto)	14,5	5					
B	Espaço físico	Redução de espaço físico da linha (m^2)	47,2	40,1					

Metas e Resultados do Projeto

Letra	Tópico	Subtópico	Ínicio	Meta	1º (periodo)	2º (periodo)	3º (periodo)	% Ganho
C	Redução de custo	Redução de Hh (Takt = 1,0SS/mês)	805	564				
D	Aumento de Produtividade	Redução de tempo de ciclo (dias/SS)	60	20				

Quadro 7 - Quadro de Metas e Resultados do Projeto

A primeira métrica é a redução no tempo de ciclo de montagem desse Produto X de 14,5 turnos, para 5 turnos (dois operadores por turno, dois turnos por dia). A segunda métrica é a redução do espaço físico ocupado de 47,2 m^2 para 40,1 m^2 .

O próximo passo foi detalhar todos os problemas que existem na área, bem como o respectivo plano de ação para a contenção do problema. Para a descrição dos problemas, foi realizado um *brainstorming* entre os membros da equipe, e em seguida, selecionados os

problemas mais relevantes e o respectivo plano de ação a ele atribuído. Todos os itens foram agrupados e a equipe subdividida de acordo com cada tema para tomar as devidas ações. Todos os problemas, bem como a idéia de contenção foram listados em uma planilha chamada Jornal *Kaizen*, a qual é dia-a-dia atualizada com o status de andamento de cada ação para cada problema.

JORNAL KAIZEN								
Nº	Problema	Idéia	Quem	Quando	25%	50%	75%	100%
1	Atividade são padronizadas	Padronizar atividades						
2	Falha na previsão da entrega dos móveis	Desenvolver rede efetiva						
3	Não há balanceamento das atividades	Balancear a linha com tabela de controle de trabalho padrão						
4	Layout atual força o funcionário a se adaptar	Desenvolver layout ergonomico						
5	Layout não permite visualização das tarefas em andamento	Desenvolver layout limpo e controle do andamento do status						
6	Layout é fechado, dificultando entrada e saída de pessoas e materiais	Desenvolver áreas de entrada e saída						
7	Linha atual é por doca	Desenvolver linha móvel e contúna						
8	Materiais fornecidos com problemas de qualidade	Lógica de blindagem contra problemas de qualidade						
9	Kits de logística incompletos	Kits poka yoke						
10	Falta de padronização no modo de fornecimento das peças	Atribuir responsável pelo fornecimento geral						
11	Estoque intermediário	Planejamento de fornecimento de peças						
12	Pagamento de peças antes do necessário para uso	Planejamento de fornecimento de peças						

Quadro 8 - Jornal *Kaizen*

Durante as três semanas de preparação, as ações iam sendo executadas e o antes e depois eram fotografados para demonstração dos resultados. Alguns exemplos estão sendo mostrados nas figuras a seguir.

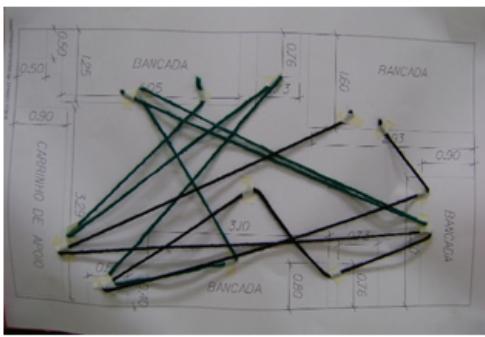
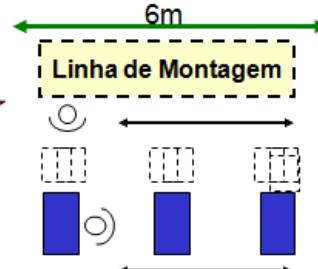
Redução de movimentação			
<input type="checkbox"/> Asaichi/Yuichi: <input type="checkbox"/> 5S: <input checked="" type="checkbox"/> Kaizen: <input type="checkbox"/> _____		Número: _____	
Poka Yoke (Nível): _____			
Descrição do problema		Ganho	
Layout atual em doca exige grande movimentação do funcionário		18,5km/SS	
ANTES  <p>Cada produto possui ciclo médio de 8 turnos. Ao final deste período, estima-se que o funcionário percorreu 1,2km, ou 18,6km por SS.</p>		DEPOIS  <p>Redução de 98%</p> <p>Funcionário percorre 24m por produto, ou 432m por shipset</p> <p>Implementado</p>	
Situação Anterior: Conceito doca exige movimentação excessiva do funcionário para buscar ferramentas e materiais. O shipset inteiro gerava uma movimentação de 18,6km		Ações Implementadas : Conceito linha com célula auxiliar de pré-equipagem, limitou a movimentação dos funcionários a 6m por produto.	

Figura 17 - Mudança no layout da área (redução de ciclo e de movimentação do operador)

Conforme mostrado no gráfico acima, o operador se movimentava muito durante a montagem, devido a diversos fatores, como por exemplo, o fato de haver mais de um móvel sendo montado ao mesmo tempo em duas diferentes bancadas, ferramentas e *kanban* distantes do local de trabalho, gabaritos e pagamentos de peças e materiais em locais também relativamente distantes. Toda essa movimentação foi estimada em 18,6km para compor um SS.

Após as mudanças, um operador ficava na parte de pré-equipagem das peças (bancadas azuis da figura), ou seja, montagem de ferragens, instalação de insertos e parafusos, e recebimento dos kits da logística. Esse operador realizava seu trabalho e colocava os materiais e peças em uma esteira que abastecia a linha de montagem. Já o outro operador ficava apenas na montagem em si dos móveis recebendo tudo pelas esteiras.

Nessa nova versão, os funcionários percorriam apenas 432m para compor um SS.

Além disso, o conceito de linha contínua "*stop and go*" foi responsável por uma redução acentuada dos desperdícios com movimentação, transporte, estoque e espera, gerando uma redução de 65% no tempo de ciclo de montagem.

Na linha de montagem foi anexado um controle visual do status do produto. Conforme as montagens vão sendo realizadas, o produto vai passando por etapas, de acordo com a rede de precedência, facilitando assim a gestão visual, ou seja, pode-se cruzar o tempo de montagem do móvel no turno com o horário, visto que a rede está dividida em turnos, logo, o produto sempre começará o turno no momento zero.

Melhoria na Gestão Visual

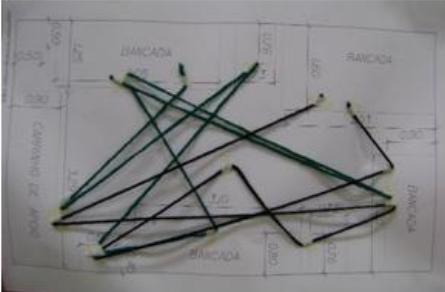
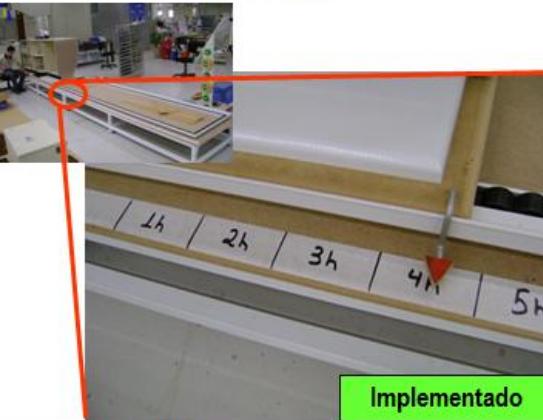
<input type="checkbox"/> Asaichi/Yuichi:	<input type="checkbox"/> 5S:	<input checked="" type="checkbox"/> Kaizen:	<input type="checkbox"/> _____	Numero: _____
Descrição do problema				Ganho
É difícil entender o real estágio do produto na montagem em doca				Indicador real x planejado
ANTES				DEPOIS
 Com o arranjo atual, o produto fica parado recebendo as diversas atividades				 Implementado
Situação Anterior:				Ações Implementadas:
O arranjo posicional dificulta a gestão à vista do produto. Sempre é necessário perguntar ao funcionário sobre o status; às vezes o produto está atrasado, mas visualmente a linha não apresenta mudanças				A rede de precedência será acompanhada via escala na base da linha. Há diferenciação de cor entre os turnos. Desta forma, será possível visualizar se tarefas anteriores estarão atrasadas

Figura 18 - Melhoria na Gestão Visual

Como último exemplo, vale ressaltar o trabalho transferido dos operadores da montagem final para a logística. Segundo estudos, os operadores passavam apenas 40% do tempo realizando suas tarefas e os outros 60% procurando as peças faltantes ou que estavam em retrabalho. Depois da semana *Kaizen*, a logística passa a ser responsável pelo *picking* de material em todas as áreas fornecedoras, abastecendo em seguida a pré-equipagem, sendo que ela terá um controle de todas as áreas, sabendo assim se o kit está

pronto em cada área. Dessa forma, o pagamento de materiais só será feito quando todos os kits estiverem completos.

Redução de movimentação e transporte

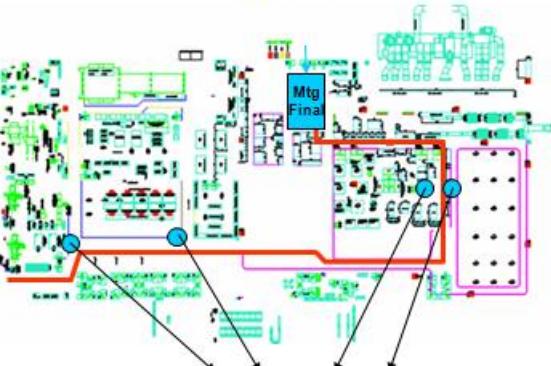
<input type="checkbox"/> Asaichi/Yuichi:	<input type="checkbox"/> 5S:	<input checked="" type="checkbox"/> Kaizen:	<input type="checkbox"/> _____:	Numero: _____
Poka Yoke (Nível): _____				
Descrição do problema				Ganho
Movimentação e transporte excessivo para fornecimento da Mtg Final.				11,3km/SS
ANTES		DEPOIS		
				
Funcionário precisa se deslocar por toda a fábrica, buscando material. Esta distância é de aproximadamente 623m/produto, ou 11,3km/SS				Diversos Pontos de Picking para a Logística
Situação Anterior :		Ações Implementadas :		
Funcionário da Mfg Final precisa captar em outras 5 áreas os materiais para fabricação dos produtos.		Acordo com a logística que passará em áreas já definidas para realizar o picking no momento de entrega de Kits		
				Implementado

Figura 19 - Redução na Movimentação dos Operadores

Vale ressaltar que, para todos os problemas levantados, todos os sete desperdícios eram observados, para concluir qual desperdício estava relacionado ao problema em questão e, dessa forma, as respectivas ações pudessem ter um enfoque melhor e mais objetivo. Para tal, foi usada uma tabela confeccionada pelos próprios membros da equipe, e tal tabela foi distribuída a todos para que a idéia dos sete desperdícios *Lean* pudesse estar sempre presente no dia-a-dia dos membros.

7 Desperdícios Lean

Desperdícios	Definição	Ferramentas
S uper Produção	Produzindo mais do que o cliente necessita neste momento	Programação Puxada Heijunka Redução do Set-up TPM
E stoque	Mais materiais, peças ou produtos disponíveis do que o cliente necessita neste momento	Kanban externo Desenvolvimento do fornecedor Linhas de one-piece flow Redução de set-up Kanban interno
M ovimentação (pessoas)	Movimento de pessoas que não agregam valor	5S Disposição no Ponto de Uso One-piece flow Design da estação de trabalho
P rocesso Desnecessário	Esforço que não agrupa valor do ponto de vista do cliente	Linhas em fluxo One-piece pull
R etrabalho	Trabalho que contém erros, retrabalho, enganos ou falta de alguma coisa necessária	Eokusuke One-piece pull Qualidade integrada ao processo Jidoka
E spera	Tempo ocioso porque materiais, pessoas, equipamentos ou informações não estão prontos	Puxado pelo fluxo posterior Produção no Takt time Medições dentro do processo Jidoka TPM
T ransporte (materiais)	Movimento do produto que não agrupa valor	Linhas em fluxo Sistema puxado Organização por fluxo de valor Kanban

Então Mudaremos!

Figura 20 - Os Sete Desperdícios relacionados ao plano de ação na solução dos problemas

Após as três semanas de preparação, coleta de dados, estudo da situação atual e ações de melhoria, chega a Semana *Kaizen*. Durante todos os dias, as ações de melhoria continuavam a ser tomadas, porém todos os dias a equipe mostrava os resultados atingidos até então para os gerentes através das figuras mostradas anteriormente, além disso, eram apresentadas também as ações a serem tomadas no dia seguinte e o status de todas as ações através do jornal *Kaizen*.

No último dia da semana *Kaizen*, os resultados finais foram apresentados para a gerência e demais áreas interessadas. No Projeto *Kaizen* em questão os ganhos foram

expressivos. Com relação à área ocupada pela montagem final, passou de 47,2 m² para 33,8 m², superando a meta de 40,1 m². Para o Produto X estudado, houve uma diminuição no tempo de ciclo de 14,5 turnos para 5 turnos. Proporcionalmente, abrangendo todos os móveis que compõem o *Shipset*, o tempo de ciclo passou de 60 dias para 20 dias. Em termos financeiros, o ganho real não foi liberado pela empresa, porém, apenas para se ter uma idéia de grandeza, foi utilizado um fator de conversão para demonstração do valor. Houve uma redução de aproximadamente quinhentos mil dólares por ano. Tais resultados foram os mais importantes no projeto e foram representados pelos gráficos a seguir.

Ganhos do Kaizen na Produto X (turnos)



Ganhos Estimados do Kaizen no Shipset (dias)

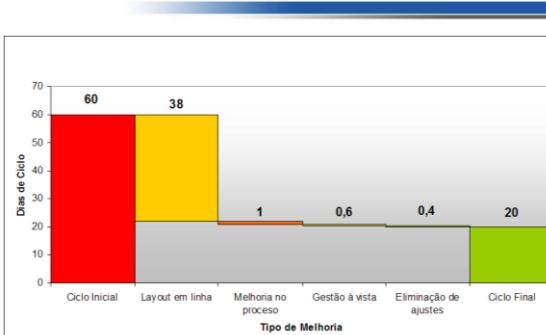


Figura 21 - Gráfico dos Ganhos no Tempo de Ciclo

Após finalizada a semana *Kaizen*, algumas ações do Jornal *Kaizen* ainda não foram finalizadas, e outros problemas foram sendo encontrados. Esses problemas serão tratados na etapa de Fechamento das Ações, e as melhorias atingidas serão sustentadas nos próximos quatro meses, garantindo assim a maturidade das melhorias.

Como dificuldade da implantação do projeto, foi observado que as outras áreas ainda não tinham maturidade suficiente para fornecer as peças no prazo e com a qualidade requerida. Em vista disso, outros projetos *Kaizen* serão realizados, com o intuito de viabilizar a linha contínua na montagem final.

4. CONCLUSÃO

As estratégias para atender aos, cada vez mais variados e exigentes requisitos do mercado, baseiam-se, fundamentalmente, na qualidade dos produtos oferecidos e na flexibilidade da produção em responder prontamente às variações de demanda e de configuração nos produtos oferecidos. Para que essas empresas possam atender e superar as expectativas de seus clientes, o processo de produção é de suma importância no sucesso das vendas. Vários princípios de produção enxuta existem e vêm sendo evolutivamente incorporados às organizações para ajudá-las a eliminar desperdícios, barateando assim custos de produção e elevando a qualidade dos produtos. Entretanto, para que uma empresa possa continuamente desfrutar de ganhos desse tipo, ela deve ter sempre em mente um ciclo de melhoria contínua para que, dessa forma, não perca vantagem competitiva no mercado. O ciclo PDCA resume as fases que a organização deve estar constantemente repassando: planejar, definindo as metas e os métodos para alcançá-las; executar, educando e treinando para executar o plano; checar, verificando os efeitos do trabalho realizado; e agir no processo em função dos resultados.

No estudo de caso citado no presente trabalho, pode-se concluir que, através de um projeto *Kaizen* para implementação da linha contínua com produção puxada (Elementos *lean*), com todas as áreas fornecedoras da cadeia de suprimentos trabalhando em conjunto, abastecendo a linha somente com os materiais necessários, no momento exato (*Just-in-time*), o resultado obtido foi a facilitação do trabalho do operador, de modo a reduzir o ciclo drasticamente, fazendo com que os prazos passassem a ser cumpridos e ao mesmo tempo reduzisse o custo com mão-de-obra.

Diversos outros focos de desperdício existem na Empresa estudada, assim como existe em diversas outras empresas. O Projeto (ou Evento) *Kaizen* é uma ferramenta que

ajuda a enxergar melhor tais problemas, visto que os participantes estão integralmente e totalmente focados nesse processo de melhoria.

A utilização do estudo de caso no presente trabalho estava desde o início do projeto *Kaizen*, em acordo com a política da empresa e era de conhecimento dos supervisores e envolvidos no projeto. Após a conclusão do trabalho, foi entregue uma cópia à empresa para garantir que os dados e resultados apresentados não estivessem em desacordo com a política de privacidade, apontando também observações e sugestões de melhoria no processo.

5. BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, J. A. R. **Uma visão geral da mentalidade enxuta, conceitos e ferramentas.** São Carlos: 2006.
- ANTONELLI, L.G.G. **Estudo sobre a medição de desempenho enxuta como ferramenta de adequação de sistemas de produção puxados às condições projetadas.** Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 2008.
- BAIOTTO, A. C. **Método de Análise e Solução de Problemas (MASP).** Material Didático – Módulo 7 – Gestão da Qualidade. Belo Horizonte: INDG, 2004.
- BELHOT, R. V. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção.** Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2004.
- BERGER, A. Continuous improvement and *Kaizen*: standardization and organizational designs. *Integrated Manufacturing Systems*. Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden. 1997
- BRESSAN, F. **O método do estudo de caso.** Administração On Line, vol 1, nº 1. 2000. Disponível em <http://www.fecap.br/adm_online>. Acesso em 15 Nov. 2011.
- BUENTELLO, E. J. G. *A Comparative Simulation Study of Manufacturing Resource Planning, Just-in-Time and Theory of Constraints in VAT Classified flow Shops facing smooth and lumpy demand.* Dissertação (Mestrado). University of Texas. 2002.
- CAFFYN, S.; BESSANT, J. *A capability-based model for continuous improvement. Proceedings of 3º International conference of the EUROMA, London*, 1996.
- CORRÊA, C. A.; CORRÊA, H. L.. **Administração da produção e operações:** Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2004.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico.** Atlas S.A. São Paulo. 1996.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção. MRP II / ERP - Conceitos, Uso e Implantação.** 4ª Edição, Atlas, 2001.
- CUSUMANO, M. A. *The Limits of Lean. Sloan Management Review*, 1994, p.27-32.
- DAVIS, M. M.; AQUILIANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos de administração da produção.** SP: Bookman, pp 392-399, 2001.
- FELD, W. M. *Lean Manufacturing: Tools, Techniques and How to Use Them.* St. Lucie Press, London. 2000.
- FERRO, J. R. A essência da ferramenta “Mapeamento de Fluxo de Valor” Lean Institute Brasil, 2007. Disponível em <www.lean.org.br> Acesso em 12 Jun 2011.
- FURTADO DA SILVA, A. S. **Avaliação de Práticas e Performance de Manufatura Enxuta, Via Benchmarking, para Diagnóstico da Indústria de Confecções.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2009. 315p.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações.** 8ª ed. Editora Pioneira, São Paulo, 2005.
- GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção** – mais do que simplesmente *Just in Time*. Revista Produção, v. 5, n. 2, p. 169-190, 1995.
- GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. **Manufatura Enxuta** – Uma Revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de melhorias futuras. Gestão & Produção, São Carlos, v.11, n.1, p. 1-19. 2004

GOSH, M.; SOBEK, D. *Effective Metaroutines for Organizational Problem Solving. Mechanical and Industrial Engineering Department*, Bozeman, 2002. Disponível em <http://www.coe.montana.edu/ie/faculty/sobek/IOC_Grant/papers.htm> Acesso em 7 Nov. 2011

HANASHIRO, A. P. **Proposta de Modelo de Gestão do Conhecimento no piso de Fábrica:** Estudo de caso de *Kaizen* em empresa do setor autmotivo. Tese (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. 2005.

HINES, P.; TAYLOR, D. *Going Lean. A guide to implementation*. Lean Enterprise Research Center, Cardiff, UK. 2000.

HOLWEG, M. *The genealogy of Lean Production*. Journal of Operations Management. 25, p. 420 – 437. 2007

HOMINISS LEAN LEARNING & LEAN CONSULTING. Apostilas do Programa de Capacitação em Lean Production. Campinas, 2007.

IMAI, M. *Kaizen: A Estratégia para o Sucesso Competitivo*. 3^a Edição, São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais - IMAM. 1990.

IWAYAMA, H.: **Basic Concept of Just-in-time System**, mimeo, IBQP-PR, Curitiba, PR, 1997.

LEME, T. S. P; **Aplicação de um Método de Análise e Melhoria de Processo em uma Empresa Automobilística**. Monografia de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2010.

LÉXICO LEAN. Glossário ilustrado para praticantes do pensamento *lean*. São Paulo: Lean Institute Brazil, v.1.0, 2003. 97p.

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

LIKER, J. K.; MEYER, D. **Modelo Toyota - Manual de Aplicação:** Um Guia Prático Para a Implementação dos 4Ps da Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2007.

MACDONALD, T.; AKEN, E.; RENTES, A. F. *Utilization of Simulation Model to support value stream analysis and definition of future state scenarios in a high-technology motion control plant. Research Paper. Department of Industrial & Systems Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University of Sao Carlos Engineering School, University of Sao Paulo*. 2000.

MARTINS, P. G. ; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 1998.

MONDEN, Y. **Toyota Production System: an integrated approach to just-in-time**. 3. ed. Industrial Engineering and Management Press. 1988

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. Thomson Learning. 2001

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance**. IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda. São Paulo, 1989.

OAKLAND, J. **Gerenciamento da qualidade total**. São Paulo: Nobel, 1994.

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

OLIVEIRA SILVA, V. C. **Análise de casos de implementação de produção enxuta em empresas brasileiras de máquinas agrícolas**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos. 2006, 174p.

- ORIBE, C. Y.; **Quem resolve problemas aprende? A contribuição do método de análise e solução de problemas para a aprendizagem organizacional.** Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós- Graduação em Administração. Belo Horizonte, 2008. 168 f.
- OSADA, T. ***Housekeeping. 5S's: seiri, selton, seisu, seiketsu, shitsuke.*** São Paulo: Imam. 1992
- PEREIRA DA SILVA, L. M. **Avaliação do desempenho em empresas que adotam a produção enxuta como escolha estratégica.** Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. 99p.
- PERIN, P. C. **Metodologia de padronização de uma célula de fabricação e de montagem, integrando ferramentas de produção enxuta.** Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.
- PORTRER, J. K.; JARVIS, P.; LITTLE, D.; LAAKMAN, J.; HANNEN, C.; SCHOTTEN, M. ***Production planning and control system developments in Germany. International journal of operations in production management.*** 1996
- PRIOUL, A. **Production Leveling.** 2008 Disponível em: <<http://lean.enst.fr/wiki/pup/lean/lespresentations/alainprioul.pdf>>. Acesso em 10 Jun 2011.
- RASTEIRO, G. **Estudo sobre a aplicação da tecnologia RFID em sistemas de Kanban eletrônico.** (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, SP, Brasil. 2009.
- REBELLO, M. A. F. R. **Implantação do programa 5S para a conquista de um ambiente de qualidade na biblioteca do Hospital Universitário de São Paulo.** Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação. Brasília, p. 165-182. 2005. Disponível em: <http://www.sbu.unicamp.br/seer/ojs/index.php/sbu_rci/article/viewFile/327/208> Acesso em 29 Mai 2011.
- RENTES, A. F. **Desenvolvimento de Sistemas de Produção Enxuta.** Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2006.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.
- SASHKIN, M.; KISER, K. J. **Gestão da qualidade total na prática.** Rio de Janeiro: Campus. 1994.
- SCOTELANO, L. S. **Aplicação da Filosofia Kaizen e uma Investigação em uma Empresa Automobilística.** Rev. FAE, Curitiba, v.10, n.2. 2007.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção.** 2ª edição. Porto Alegre. Bookman Companhia Editora. 1996.
- SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta.** Porto Alegre. Bookman. 2000
- SHOOK, J. **Gerenciando para o aprendizado.** Lean Institute Brasil, 2008.
- SHOOK, Y: ***Bringing the Toyota Production System to the United States: A Personal Perspective,*** Portland, EUA, 1998.
- SILVA, T. F. A. **Estudo sobre Sistema de Medição de Desempenho Baseado nas Ferramentas da Produção Enxuta.** Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 2007.
- SIMONS, D.; ZOKAEI, K. ***Application of lean paradigm in red meat processing.*** British Food Journal, v.107, n.4, p. 192-211. 2005.

- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção - 2^a Edição.** 7^a Reimpressão: 2007. São Paulo: Atlas, 1997.
- SLACK, N. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas. 1999.
- SLACK, N. **Administração da produção.** Edição Compacta. São Paulo: Atlas. 2006.
- SOUZA, F. B. **Uma visão geral da Teoria das Restrições com aplicação em uma metodologia de integração de empresa.** São Carlos, Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 1997.
- STEFANELLI, P. **Utilização da Contabilidade dos Ganhos como Ferramenta para a Tomada de Decisão em um Ambiente com Aplicação dos Conceitos de Produção Enxuta.** Tese (Graduação) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2007.
- TERNER, G. L. K. **Avaliação da Aplicação dos Métodos de Análise e Solução de Problemas em uma Empresa Metal-Mecânica.** Dissertação Mestrado Profissionalizante em Produção – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 2009.
- TUBINO, D. F. **Sistemas de Produção:** a produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre. Bookman, 1999.
- WERKEMA, M. C. C. **Livro TPM,** 2007.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. A. **A Máquina que mudou o mundo.** São Paulo: Campus, 1992.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas:** elimine os desperdícios e crie riqueza. 4^a ed. Rio de Janeiro, 2004.
- YIN, R. K. **Estudo de caso – planejamento e métodos.** (2Ed.). Porto Alegre: Bookman. 2001
- YOSHINO, R. T. **Proposta de um Sistema de Produção Enxuta para o Segmento Calçadista.** São Carlos, Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2008. 272p.
- ZACKER, D. W. **O suprimento enxuto e integrado:** Análise dos fornecedores de uma empresa brasileira fabricante de motores a diesel. 2004. 123p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.