

FACULDADE PITAGORAS
CURSO DE MBA EM GESTÃO DA MANUTENÇÃO, PRODUÇÃO E NEGOCIOS
DO INSTITUTO SUPERIOR DE TECNOLOGIA - ICAP

AS FERRAMENTAS DE QUALIDADE NO PROCESSO PRODUTIVO
COM ENFOQUE NO PROCESSO ENXUTO

MANASSÉS COSTA FILHO

CONSELHEIRO LAFAIETE
2011

Manassés Costa Filho

**AS FERRAMENTAS DE QUALIDADE NO PROCESSO PRODUTIVO
COM ENFOQUE NO PROCESSO ENXUTO**

Monografia apresentada à Faculdade Pitágoras
como requisito para obtenção de título de MBA
em Gestão da manutenção, produção e negócios
do Instituto Superior De Tecnologia - ICAP

CONSELHEIRO LAFAIETE

2011

Manassés Costa Filho

TERMO DE APROVAÇÃO

**AS FERRAMENTAS DE QUALIDADE NO PROCESSO PRODUTIVO
COM ENFOQUE NO PROCESSO ENXUTO**

Monografia apresentada à Faculdade Pitágoras
como requisito para obtenção de título de MBA
em Gestão da manutenção, produção e negócios
do Instituto Superior De Tecnologia - ICAP

APROVADA EM: / /

AGRADECIMENTOS

Dedico esta monografia a Deus, a minha esposa Jojo e minhas filhas Raissa e Ihana, que pacientemente entenderam a ausência e contribuíram para esta conquista.

RESUMO

Com o processo de globalização que nos faz membros da grande aldeia global, onde as fronteiras produtivas tornam-se cada vez menos existentes, e o clima de competitividade é cada vez mais complexo, levando as empresas a uma busca contínua de melhorias nos seus processos produtivos para garantir seu crescimento e sobrevivência. O presente estudo analisou as ferramentas do pensamento enxuto como requisitos para a obtenção da qualidade total. Observou-se neste estudo que a Produção Enxuta engloba uma série de práticas e técnicas e tem como objetivo eliminar atividades que não agregam valor ou desperdícios através de melhoria contínua. Os desperdícios são classificados como: superprodução, espera, transporte excessivo, processos inadequados, inventário e movimentação desnecessários, e produtos defeituosos. Os princípios enxutos incluem entender o valor para o cliente, introdução do sistema puxado e a busca pela perfeição. Entre as principais técnicas é possível citar: Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping*), 5S, Fluxo Contínuo, Layout Celular, Sistema Puxado, entre outras.

Palavras-chave: Qualidade Total; Competitividade; Produção enxuta

ABSTRACT

With the globalization process that makes us members of the big global village, where the productive boundaries become less and less available, and the climate of competitiveness is increasingly complex, driving companies to a continuous search for improvements in their production processes to ensure their growth and survival. The present study examined the tools of lean thinking as requirements for the achievement of the total. Was seen in this study that the Lean Production includes a number of practices and techniques and aims to eliminate activities that do not add value or waste through continuous improvement. The wastes are classified as: overproduction, waiting, transportation excessive, inadequate processes, unnecessary inventory, unnecessary movement and defective products. The lean principles include understanding the value to the customer, the introduction of the pull system and the search for perfection. Among the main techniques we can mention: Mapping the Value Stream (Value Stream Mapping), 5S, Continuous Flow, Layout, Cellular, Pull System, among others.

Key words: Total Quality, Competitiveness, Lean Production

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
1 INOVAÇÃO E COMPETITIVIDADE	10
2 GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL	12
2.1 Ferramentas da Qualidade Total.....	24
3 MENTALIDADE ENXUTA	28
3.1 Elementos Lean Production.....	36
3.1.1 <i>Setup</i> rápido	37
3.1.2 Autonomia.....	37
3.1.3 Tecnologia da Informação	37
3.1.4 Sistema <i>kanban</i>	38
3.1.5 Arranjo físico celular	38
3.1.6 Operador polivalente	41
3.1.7 Autocontrole	41
3.1.8 <i>Poka-yoke</i>	42
3.1.9 Nivelamento da produção	43
3.1.10 Produção em pequenos lotes	44
3.1.11 <i>Kaizen</i> / melhoria de atividades.....	44
3.1.12 Procedimento de trabalho padrão	46
3.1.13 Controle visual do processo.....	48
3.1.14 Manutenção autônoma.....	49
3.1.15 Manutenção Produtiva Total (MPT).....	49
3.1.16 Pré-processamento.....	50
3.1.17 5S.....	50
CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS	54

INTRODUÇÃO

A globalização gerou o ambiente da aldeia global aonde as fronteiras aos poucos vão deixando de existir, criando assim um ambiente de forte competitividade entre as instituições, esse ambiente influenciado pela comunicação instantânea (on-line), propicia um clima de cidadania global em que tende a equalizar conceitos, gostos, atitudes, etc., nos ambientes corporativos obriga as instituições a buscarem, a desenvolverem a criatividade de forma a obterem os melhores meios de sobrevivência.

A competitividade gerada nesse ambiente leva a diversas consequências. A mais importante, talvez, é que as instituições precisam aprender a se movimentar em ambientes cada vez mais complexos, bem como devem apresentar características distintivas das outras agregando valor diferencial aos seus produtos tornando-as competitivas, mantendo a sobrevivência e o crescimento contínuo.

Diante desse cenário como conseguir tal proeza? Como pode uma instituição tornar-se competitiva e manter um crescimento contínuo? Muitas são as respostas propostas por estudiosos, executivos e consultores, cada um apresenta a sua verdade que se torna mutável nesse mundo da informação. Muitas são as formas de analisar os problemas, isolando seus elementos principais e os relacionamentos entre eles. Consequentemente, também existem muitas abordagens e soluções diferentes, originando várias técnicas para atacar velhos problemas (a exemplo: o *Just in Time* para resolver problemas de estoques e produção, a Reengenharia para resolver situações de ineficácia e crise, etc.), bem como a novas filosofias gerenciais, ou seja, novas formas de enxergar a administração das organizações, novos preceitos sobre gestão, coordenação, tarefas, etc. Como exemplo de novas filosofias de gerência, podemos citar a Arquitetura Organizacional (NADIER, 1993), a Gerência Baseada no Tempo (STONICH, 1990), a Aprendizagem Organizacional (STATA, 1989; SENGE, 1990), para citar algumas das mais conhecidas. E, também, por nos interessar de perto, podemos citar a Gerência da Qualidade Total, comumente conhecida pela sigla GQT, ou TQC, retirada da qualificação em inglês *Total Quality Control*.

Para Davis et al (2001) os fatores principais de desempenho competitivo são: produtividade, capacidade, qualidade, velocidade de entrega, flexibilidade e velocidade do processo.

Considerações iniciais apresentadas, pretende-se com esse estudo analisar as ferramentas do pensamento enxuto como requisitos para a obtenção da qualidade total.

A elaboração deste trabalho baseia-se na pesquisa bibliográfica, os dados obtidos foram baseados em livros, dissertações de mestrado, teses de doutoramento, artigos disponibilizados na Internet, artigos publicados em revistas especializadas.

Para reduzir a possibilidade de comprometimento em relação à qualidade do trabalho, foi analisada cada informação a fim de que não houvesse incoerências ou contradições. Foram utilizadas fontes diversas, objetivando fundamentar consistentemente o tema proposto.

Para responder o problema proposto e alcançar os objetivos deste estudo, utilizou-se o método dedutivo.

Segundo Andrade (1999, p. 23), “a dedução é o caminho das consequências, pois mostra uma cadeia de raciocínios em conexão descendente, ou seja, do geral para o particular”. Esse método explica os fenômenos, relacionando os casos particulares aos princípios gerais.

1 INOVAÇÃO E COMPETITIVIDADE

No gerenciamento de empresas, as transformações acontecem nos mais variados setores, e surgem da necessidade das organizações acompanharem as instabilidades advindas pela acirrada concorrência no mundo empresarial. Conseqüentemente, se o ambiente fosse estável, não seriam necessárias alterações nas operações e nas atividades dos negócios.

Desta forma, o ambiente interno e o ambiente externo constituem-se em variáveis permanentes que exercem influência sobre o desenvolvimento das organizações no decorrer do tempo.

Em decorrência desta atuação, a gestão das operações também deve se modificar, objetivando que a lucratividade e os objetivos possam ser mantidos, mesmo em face de mudanças situacionais enfrentadas pelas organizações.

Neste ambiente intenso e dinâmico, o desenvolvimento de novos produtos e processos crescentemente tem se tornado o principal foco de competição (WHEELWRIGHT; CLARK, 1992 *apud* MIYAKE, 2002).

Esta nova competição industrial fortemente focada no desenvolvimento de produto está sendo dirigida por forças que, nas últimas décadas, têm surgido em muitas indústrias ao redor do mundo, sendo elas: o aparecimento de uma intensa competição internacional, criação de mercados segmentados com evoluções tecnológicas e clientes sofisticados (CAMARGO et al, 2000).

O desenvolvimento de um produto corresponde a uma diversidade de atividades organizadas com vistas a transformar um conceito de produto em produto acabado tangível que tem início com a identificação de uma oportunidade surgida no mercado e culmina com a produção, venda e a posterior entrega do produto (YU, 2003).

Atividades de projeto do produto, do processo e do sistema de manufatura são essenciais para o desenvolvimento do produto (KIM et al, 2000 *apud* YU, 2003). Estas atividades afetam de forma significativa o êxito de um novo projeto de desenvolvimento do produto que, eventualmente, molda a prosperidade de uma empresa de manufatura.

Em manufatura, existem três modelos de produção: a produção artesanal, que emprega profissionais qualificados, a produção em massa, cujos operadores trabalham em máquinas especializadas em uma única tarefa, e a produção enxuta, que combina vantagens da produção

artesanal (variedade nos produtos) e da produção em massa (baixo custo de produção) e conta com funcionários multiquificados, bem como máquinas flexíveis e automatizadas (WOMACK et al, 1990 *apud* WOMACK e JONES, 1998).

O Pensamento Enxuto reúne conceitos e práticas provenientes de três modelos de gestão em manufatura: JIT (*Just-in-time*), TPM (*Total Productive Maintenance* ou Manutenção Produtiva Total) e TQM (*Total Quality Management* ou Gestão da Qualidade Total) (SHAH e WARD, 2003).

Uma das importantes conseqüências da aplicabilidade do Pensamento Enxuto é a diminuição de perdas, isto é, a eliminação de atividades que não agregam valor ao produto final, seja ele um bem ou um serviço (APTE e GOH, 2004; SÁNCHEZ e PÉREZ, 2004; EMILIANI, 2004; WORLEY e DOOLEN, 2006).

2 GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL

A primeira preocupação com o termo qualidade é registrada nos séculos XVIII e XIX quando toda fabricação era feita por artesãos que trabalhavam sob a supervisão de mestres de ofício. A produção se caracterizava pela pequena quantidade, o ajuste era manual e a inspeção informal de produtos prontos surgiu como forma de assegurar a qualidade. A inspeção formal surge com a produção em massa e com a necessidade de produção de peças intercambiáveis, principalmente material bélico. Em 1922 surge oficialmente o controle de qualidade com a publicação de “The Control of Quality in Manufacturing” de autoria de Radford, G.S., em que a qualidade é vista pela primeira vez como responsabilidade gerencial distinta e independente. Em 1931 Shewart, W. A., criador dos gráficos de controle, uma das ferramentas mais importantes do controle estatístico de processos, e do Ciclo PDCA (*Plan Do Check Action*) ferramenta fundamental para o gerenciamento da qualidade, publica “Economic Control of Quality of Manufactured Product” que trata cientificamente do controle de qualidade. Os conceitos de controle de qualidade utilizando fundamentação estatística são amplamente utilizados na década de 40 na inspeção de material bélico utilizado na Segunda Grande Guerra. Na década de 50, a qualidade deixa de ser baseada na produção e passa a considerar a quantificação de custos, zero defeito, controle total e engenharia da confiabilidade (GARWIN, 1988).

Após o final da Segunda Guerra Mundial foram encaminhados especialistas para ajudar na reconstrução da indústria japonesa e assim, muitas técnicas que auxiliaram os EUA a vencer o Japão em tempos de guerra, também seriam utilizadas para sua reconstrução (SARRIÉS, 1997).

Até o final da Segunda Grande Guerra, o controle de qualidade não era uma prática incorporada pelas empresas japonesas, e seus produtos eram sinônimo de bens inferiores e de qualidade incerta. Com a adoção do TQM – “Total Quality Management” (gerenciamento pela qualidade total), o Japão reergueu sua economia e sua produção é caracterizada e reconhecida como excelência em qualidade. Nos anos 70 e 80 os aspectos estratégicos da qualidade são reconhecidos e amplamente incorporados praticamente nas organizações do mundo inteiro (GARWIN, 1988).

Os fundamentos da gestão de qualidade adotados em nosso país, em sua maioria, estão calcados nos princípios de Deming e Juran que focam o atendimento no cliente, portanto,

buscam a melhoria contínua dos produtos e serviços através do aprimoramento dos processos de trabalho e do desenvolvimento de todos os indivíduos envolvidos nesses processos (MALIK, 1996).

O termo qualidade, segundo a norma NBR ISO 9000, é o grau no qual um conjunto de características inerentes satisfazem uma necessidade ou expectativa, que geralmente é expressa de forma implícita ou explícita (ABNT, 2000).

Na literatura específica são encontradas várias definições para a qualidade (COSTA et al, 2004). Segundo esses autores, até mesmo os “gurus da qualidade” não seguem uma mesma definição. Para Juran e Gryna (1974), qualidade é a adequação ao uso.

Deming (2000 *apud* COSTA et al, 2004) define qualidade como sendo atender e, se possível, exceder as expectativas do consumidor. Crosby (1986) utiliza o conceito qualidade de conformidade às especificações.

As várias definições existentes para a qualidade foram categorizadas por Garvin (1984) em “cinco abordagens” de qualidade, a saber: a) a abordagem transcendental; b) a abordagem baseada em manufatura; c) a abordagem baseada no usuário; d) a abordagem baseada no produto; e) a abordagem baseada no valor.

Na primeira abordagem, de caráter transcendental, a qualidade é definida como sinônimo de excelência inata, ou seja, o melhor possível em termos de especificação do produto ou serviço.

Na segunda abordagem, baseada em manufatura, a definição se baseia no objetivo da qualidade que se traduz por oferecer produtos ou serviços livres de erros, e que estejam de acordo com as suas especificações de projeto.

A terceira abordagem, baseada no usuário, incorpora na definição da qualidade, além da preocupação com as especificações de projeto, a preocupação com a adequação às especificações do consumidor.

A abordagem baseada em produto, por sua vez, define a qualidade como um conjunto preciso e mensurável de características requeridas para satisfazer os interesses do consumidor.

Por último, a abordagem baseada em valor define a qualidade em termos de custo e preço, defendendo a idéia de que a qualidade é percebida em relação ao preço.

Como pode ser observada, a qualidade pode ser entendida de várias formas e cada grupo de clientes vai encará-la sob uma óptica própria. Para uns, a qualidade refere-se à durabilidade dos produtos, enquanto para outros ela se refere à beleza, ao conforto proporcionado e à adequação ao seu uso, entre outras características, podendo, até mesmo,

englobar um conjunto delas. Desse modo, cada grupo irá determinar o que a qualidade significa para si, tornando esse conceito cada vez mais subjetivo.

Conforme assinala Rodrigues (1999), foi após o surgimento do campo de estudo conhecido como Administração Científica, no final do século XX, que as preocupações com a qualidade começaram a fazer parte dos objetos de estudo de forma sistemática, e através do surgimento de normas ou de objetivos organizacionais.

Além disso, há que se considerar que o conceito da qualidade é um conceito dinâmico e que a sua definição foi evoluindo ao longo do último século. Para Garvin (1992), essa evolução ocorreu de forma regular e não como decorrência de inovações marcantes, sendo composta de quatro estágios que ele denominou de “eras da qualidade”. Nessa evolução, cada era apresentou a qualidade sob um ângulo diferente, provocando mudanças nas práticas, nas prioridades e nas responsabilidades da organização. Por se tratar de uma evolução, cada estágio complementa o estágio seguinte, sendo assim identificados: a) a inspeção da qualidade; b) o controle da qualidade estatisticamente; c) a garantia da qualidade; estratégia de gestão em que se procura otimizar a produção e reduzir os custos (financeiros, humanos etc.); d) a gestão da qualidade total.

A seguir é feita uma apresentação sintética dos três primeiros estágios listados acima, e para atender aos objetivos deste trabalho, o estágio denominado a gestão da qualidade total merecerá um enfoque especial que será feito na próxima subseção.

Considerando os resultados obtidos nos estudos realizados por Garvin (1992), a fase denominada inspeção da qualidade, apesar de estar presente desde o período dos artesãos, surgiu de maneira formal com o aparecimento da produção em massa e sua grande produção, no século XVIII. Essa inspeção da qualidade fez com que o encaixe de peças, que era executado de forma manual e tido como impraticável, se tornasse um processo mais objetivo passível de verificação com a ajuda de um sistema racional de medidas, gabaritos e acessórios.

O estágio seguinte, controle estatístico da qualidade, objetivou controlar a qualidade no decorrer do processo e não apenas verificá-la depois seu término, (RODRIGUES, 1999). O emprego de técnicas de amostragem da estatística foi muito importante para a implementação desse estágio, isto porque, com um número restrito da amostra, foi possível determinar se o lote completo daquilo que se estava produzindo era aceitável, não sendo necessária a inspeção de 100% da produção final.

No terceiro estágio, que trata da garantia da qualidade, o objetivo principal consistia na prevenção de defeitos, entretanto, os resultados fornecidos pelos instrumentos nele

utilizados ultrapassavam as técnicas estatísticas do controle estatístico da qualidade, conforme relata Rodrigues (1999). Nesse estágio, a qualidade passou a considerar atividades mais ligadas ao gerenciamento e baseou-se em quatro elementos, que são: a) a quantificação dos custos da qualidade; b) o controle total da qualidade; c) a engenharia da confiabilidade; d) o zero defeito.

Para Garvin (1992), esses elementos envolvem a preocupação na redução dos custos da produção por meio da melhoria contínua das organizações. Essa melhoria prevê a redução de defeitos nos produtos e/ou serviços e a conscientização de que a qualidade é um conceito que deve ser assimilado por todos, devendo estar presente em todas as etapas do processo, sob a coordenação da engenharia de controle da qualidade. Encontra-se contemplada, também, a garantia de um desempenho aceitável do produto ao longo do tempo e a implantação de uma nova filosofia onde o único padrão de qualidade aceito é o de zero defeitos o que, na prática, significa fazer certo desde a primeira vez, evitando o retrabalho.

Ainda sobre a garantia da qualidade do produto, Campos (1992) assinala que ela é uma função a ser assumida pela empresa, tendo, como principal finalidade, que confirmar se todas as atividades da qualidade estão sendo conduzidas da forma requerida. Isso significa atestar se todas as ações necessárias para o atendimento das exigências dos clientes estão sendo conduzidas de forma mais completa e melhor do que a empresa concorrente.

O estudo do último estágio de evolução da qualidade, conforme é proposto por Garvin (1992), apóia-se na abordagem que Toledo e Carpinetti (2000, p.2) fazem sobre a gestão da qualidade total. Eles destacam que “o entendimento predominante das últimas décadas e que certamente representa a tendência futura é a conceituação de qualidade como satisfação dos clientes” (TOLEDO e CARPINETTI, 2000, p.3).

Essa definição da qualidade, relacionada com a satisfação dos clientes, presente no último estágio proposto por Garvin (1992), denominado de estágio da gestão da qualidade total, formula a idéia do conceito da qualidade partindo da ótica do cliente, na busca da satisfação das suas necessidades.

Ainda nesse último estágio evolutivo da implementação de um sistema de gestão da qualidade, a alta direção da empresa deve se envolver diretamente no processo, ainda que os resultados obtidos com as novas práticas não sejam observados de imediato.

Com base nessa compreensão, Juran e Gryna (1992), afirmam que a gestão da qualidade total consiste de um processo que é estruturado cuidadosamente para que as metas da qualidade, a longo prazo, sejam estabelecidas nos níveis mais altos da organização, além

de serem determinados e garantidos os meios a serem usados para o cumprimento dessas metas.

É também elucidativa, desse último estágio e da definição de qualidade, a seguinte citação:

A gestão da qualidade total significa que a cultura da organização é definida pela busca constante da satisfação do cliente através de um sistema integrado de ferramentas, técnicas e treinamento. Isso envolve a melhoria contínua dos processos organizacionais, resultando em produtos e serviços de qualidade (SASHKIN e KISER, 1994, p.34).

Nas palavras de Slack et al (1999), a Gestão da Qualidade Total é uma filosofia, é uma forma de pensar e de trabalhar, que se preocupa com o atendimento das necessidades e expectativas dos clientes, mudando o foco da qualidade da operação para toda a organização.

Por outro lado, Sashkin e Kiser (1994) afirmam que alguns fatores devem ser considerados para que a implementação de um programa de gestão da qualidade total seja bem sucedida. São eles: a) a participação e liderança da alta gerência para iniciar a atividade de gestão da qualidade total; b) a criação de equipes multifuncionais para auxiliar o início de um esforço para a implementação; c) trabalhadores e equipes com autoridade para identificar e resolver problemas e aperfeiçoar os processos de trabalho.

De tudo que foi exposto, percebe-se que a implementação do processo da gestão da qualidade numa empresa será mais bem sucedida na medida em que haja a boa vontade e o comprometimento de todas as suas instâncias em torno desse objetivo.

Na Gestão da Qualidade Total, a qualidade passa a ter uma posição de destaque nas empresas no processo de planejamento estratégico e na redefinição da estrutura organizacional e das normas ou procedimentos de gerenciamento (RODRIGUES, 1999). Isso leva ao surgimento de um ambiente propício para que a qualidade seja vista com base no cliente, na busca da sua satisfação.

O sistema de administração da qualidade de uma empresa é o conjunto das atividades de planejamento, execução e controle da qualidade de produtos e processos, de acordo com Silva Jr. et al (1997). Para uma melhor compreensão do significado dos sistemas de gestão da qualidade, e para atender às exigências metodológicas deste trabalho, faz-se necessária a definição da categoria processo.

Harrington (1991) define processo como sendo qualquer atividade ou conjunto de atividades que toma uma entrada (informação, materiais), adiciona valor a ela e fornece uma saída a um cliente específico.

De acordo com Campos (1992), um processo é um conjunto de causas que provocam um ou mais efeitos. Este autor afirma, também, que uma empresa é um processo e que dentro dela existem vários outros processos e entre eles estão, além dos processos de manufatura, os processos de serviços.

Uma outra definição de processo é encontrada em Monteiro (2003), ao afirmar que processo é um conjunto de atividades executadas sequencialmente que apresentam uma relação lógica entre si. Para ele, o resultado de um processo é sempre direcionado a um cliente – interno ou externo – que é, no final de contas, aquele quem define e avalia esse resultado.

A gestão por processos é a utilização de técnicas utilizadas para monitorar e melhorar continuamente os processos-chave, contribuindo significativamente para o desempenho organizacional (GEROLAMO, 2003).

Os processos-chave de uma organização, também conhecidos como centrais são aqueles que proporcionam significativo valor aos clientes e geram vantagem competitiva (MONTEIRO, 2003).

Pode-se afirmar que a instância que mais tem contribuído com a abordagem acerca da gestão da qualidade é a *International Organization for Standardization*. Trata-se de uma organização não governamental (ONG) formada por 148 países e nela representados por uma entidade nacional de cada um deles, estando a sua sede central localizada em Genebra, na Suíça. No Brasil, as contribuições dessa ONG têm sido adotadas e publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A sigla ISO, derivada da palavra grego *isos* que significa igual, é a forma abreviada que foi adotada como recurso para uniformizar a sua citação nos mais diversos países (INTERNATIONAL..., 2005).

Atualmente pode ser constatado que a ISO tem sido a maior fomentadora de padrões do mundo, destacando-se, entre eles, o padrão da qualidade. Embora a sua atividade principal esteja voltada para o desenvolvimento de padrões técnicos, esses padrões têm implicado em fortes repercussões econômicas e sociais importantes nas situações em que foram adotados.

De acordo com Paula (2004), o grupo ISO TC 176 (*Technical Committee* da ISO para a qualidade) foi criado em 1979 com o objetivo era elaborar normas sobre a qualidade, uniformizando conceitos, padronizando modelos para garantia da qualidade e fornecendo diretrizes para implantação da gestão da qualidade de organizações. Apenas em 1987 as Normas foram aprovadas, passando a se constituir na série ISO 9000, baseada na última versão na Norma BS 5750: 1987, sendo aceita rapidamente como padrão mundial de qualidade.

A família de normas ABNT NBR ISO 9000:2000 é descrita por Mendes (2005 *apud* LIKER, 2006), que considera as normas listadas abaixo como partes dessa família: a) a NBR ISO 9000: 2000, que descreve os fundamentos de sistemas de gestão da qualidade e estabelece a terminologia para esses sistemas; b) a NBR ISO 9001:2000, que especifica requisitos para um Sistema de Gestão da Qualidade, estabelecendo que uma organização precisa demonstrar sua capacidade para fornecer produtos que atendam às necessidades do cliente e aos requisitos regulamentares aplicáveis, além de objetivar o aumento da satisfação do cliente; c) a NBR ISO 9004:2000, que fornece as diretrizes que levam em consideração a eficácia e a eficiência do sistema de gestão da qualidade e que tem como objetivo aperfeiçoar o desempenho da empresa e a satisfação dos clientes e das outras partes interessadas.

Essa série de normas se constituiu numa base teórica de apoio para analisar e aperfeiçoar a forma como a organização é administrada, ao invés de se identificar como um conjunto de regras que irá resolver todos os problemas da organização (WALLER et al, 1996).

A ABNT elaborou também a série de normas ISO 14000 (DEGANI, 2003). Essa autora lista as seguintes normas que estão relacionadas a essa série: a) a NBR ISO 14001: 1996 ‘Sistema de gestão ambiental – Especificação e diretrizes para o uso’; b) a NBR ISO 14006: 1996 ‘Sistema de gestão ambiental – Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio’; c) a NBR ISO 19011: 2002 ‘Diretrizes para auditorias de sistemas de gestão da qualidade e/ou ambiental’, em substituição às NBR ISO 14010, 14011 e 14012; d) a NBR ISO 14040: 2001 ‘Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura’; e) a NBR ISO Guia 66:2001 ‘Requisitos gerais para organizações que operam avaliação e certificação/registro de sistemas de gestão ambiental’.

Os padrões de ISO contribuem para o desenvolvimento e produção de produtos e serviços mais eficientes, seguros e limpos, salvaguardando os consumidores de defeitos naquilo que foi contratado, e tornando suas vidas mais tranquilas. Além disso, esses padrões favorecem o comércio mais fácil e mais justo entre os diferentes países, colocando à disposição dos respectivos governos uma base técnica e segura para a atuação nas áreas de saúde, de segurança e de legislação ambiental. Além do mais, esses padrões têm auxiliado na transferência de tecnologia de países desenvolvidos para países que ainda não atingiram esse estágio.

No momento em que, num negócio ou numa indústria, a maioria dos produtos ou serviços entra em conformidade com padrões internacionais, admite-se que um estado de padronização passou a existir em toda a indústria. Isso é alcançado por meio de acordos de

consenso entre delegações nacionais que representam todos os *stakeholders* econômicos interessados – os provedores, os usuários, os reguladores de governo e outros grupos interessados –, na condição de consumidores.

Vistos desse modo, os padrões internacionais provêm uma estrutura de referência, ou um idioma tecnológico comum, entre os provedores e seus clientes, o que facilita o comércio e a transferência de tecnologia (INTERNATIONAL..., 2005).

Ao se reportar a processo, a NBR ISO 9001:2000 estabelece que uma das vantagens da abordagem por processo é o controle contínuo que ela permite fazer sobre a ligação entre os processos individuais dentro do sistema de processos, bem como sua combinação e interação (ABNT, 2000).

De acordo com essa mesma norma, o sistema de gestão da qualidade baseado em processo é um sistema de melhoria contínua onde as necessidades dos clientes são consideradas e traduzidas na produção, com o objetivo de satisfazer essas necessidades. Contudo, essa melhoria só se tornará possível com a mobilização de recursos, com a responsabilidade da direção e com a medição, análise e melhoria do processo produtivo.

Esse modelo é representado na Figura 1, a seguir:



Figura 1 – Modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado em processo
Fonte: ABNT (2000)

Destaca-se que a Norma ISO 9001:2000 possui cinco requisitos genéricos e aplicáveis para toda organização, sem que neles sejam considerados o tipo, o tamanho da empresa ou o produto fornecido (ABNT, 2000). São eles: a) o sistema de gestão da qualidade; b) a

responsabilidade da direção; c) a gestão de recursos; d) a realização do produto; e) a medição, a análise e a melhoria.

Um dos resultados que se busca hoje, com a implantação de um sistema de gestão da qualidade, é a mudança acompanhada de melhoria. Ele pode apresentar-se de duas formas, assim identificadas: a melhoria revolucionária e a melhoria contínua.

Na melhoria revolucionária ocorrem mudanças grandes e dramáticas na forma como a operação trabalha (SLACK et al, 1999). Os impactos provocados por essa melhoria são repentinos e abruptos. Esse modelo é apresentado na Figura 2, vista a seguir:

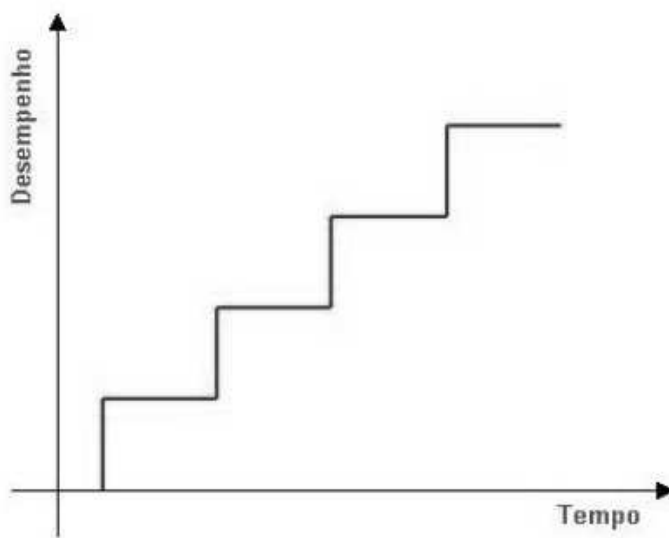


Figura 2 – Gráfico da melhoria revolucionária
Fonte: Slack et al (1999)

Na melhoria contínua, também conhecida como *kaizen*, os passos que compõem uma abordagem de melhoria são mais numerosos e, por isso mesmo, menores, contrastando com a melhoria revolucionária descrita anteriormente, segundo as palavras de Slack et al (1999).

De acordo com Campos (1992), melhorar continuamente um processo significa melhorar continuamente seus padrões e cada melhoria corresponde ao estabelecimento de um novo nível de controle. O comportamento da melhoria contínua é mostrado na Figura 3, a seguir :

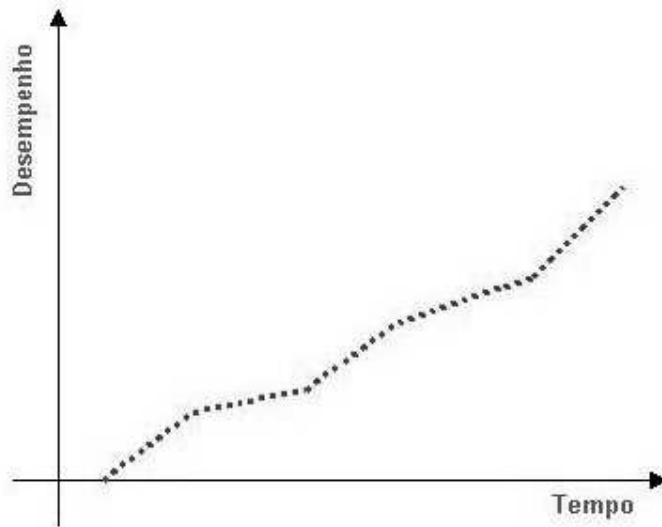


Figura 3 – Gráfico da melhoria contínua
Fonte: Campos (1992)

O caminho que leva ao sucesso, na obtenção de melhorias contínuas nos processos, é aquele que conjuga os dois tipos de gerenciamento, manutenção e melhorias, utilizando para isso o ciclo PDCA (CAMPOS, 1992).

O ciclo PDCA (ou Ciclo de Deming) fornece um meio sistemático para vislumbrar uma melhoria contínua e é composto de 4 etapas, assim identificadas: *Plan* (P), *Do* (D), *Check* (C) e *Act* (A) (BROCKA; BROCKA, 1994).

A NBR ISO 9001:2000 faz a seguinte descrição de cada uma dessas etapas (ABNT, 2000): a) *plan* (planejar): estabelecer os objetivos e os processos que são necessários para fornecer resultados conforme os requisitos do cliente e políticas da organização; b) *do* (fazer): implementar os processos que foram planejados; c) *check* (verificar): monitorar e mensurar os processos e produtos no que tange às políticas, objetivos e aos requisitos e relatar os resultados; d) *act* (atuar): executar ações que promovam continuamente a melhoria do desempenho do processo.

Esse ciclo é representado na Figura 4, a seguir:

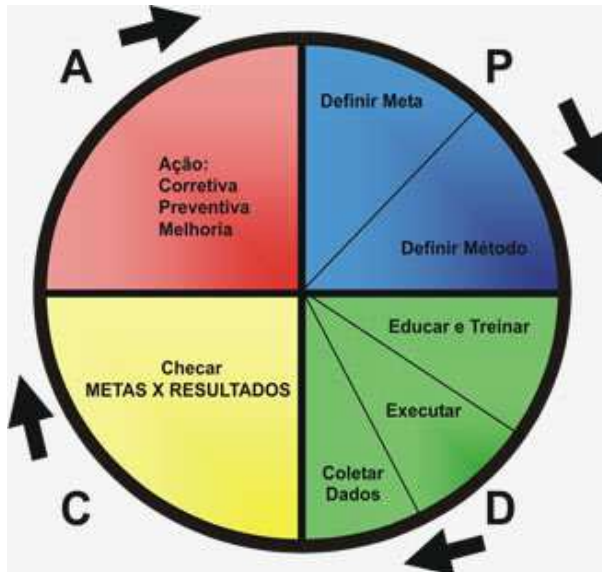


Figura 4 – O ciclo PDCA

Fonte: Campos (1992)

Uma das responsabilidades delegadas à organização é garantir que os requisitos do cliente sejam determinados e atendidos com vistas a otimizar a sua satisfação. Para que isso aconteça, os clientes devem ser identificados, assim como as suas expectativas e necessidades. Isso é o que estabelece a NBR ISO 9001:2000.

Reforça-se, assim, a importância do cliente e, mais ainda, do cliente satisfeito. Na definição formulada por Juran e Gryna (1992), cliente é a pessoa que sofre o impacto com o produto. Eles podem ser classificados em dois tipos, clientes internos e clientes externos. Os clientes internos são aqueles que recebem os produtos internamente na organização e os externos são aqueles que sofrem o impacto do produto, mas não fazem parte da empresa.

A meta que é perseguida na busca da qualidade – a satisfação do cliente em relação a um produto – somente é alcançada quando as características do produto atendem às suas necessidades, conforme assinala Juran (1993).

Além do enfoque que a implementação de um sistema de gestão da qualidade faz sobre o cliente, um outro enfoque, também, é considerado importante para que essa implementação seja bem sucedida. Trata-se do envolvimento da direção da empresa no sistema, desde a sua concepção até a sua avaliação e o seu aperfeiçoamento.

Ainda segundo o que estabelece a ISO 9001:2000, a diretoria deve:

[...] fornecer evidência do seu comprometimento com o desenvolvimento e com a implementação do sistema de gestão da qualidade e com a melhoria contínua de sua eficácia através: a) da comunicação à organização da importância em atender aos requisitos dos clientes, como também aos requisitos regulamentares e estatutários; b) do estabelecimento da política da qualidade; c) da garantia de que serão

estabelecidos os objetivos da qualidade; d) da condução de análises críticas da alta direção; e) da garantia da disponibilidade de recursos.

Como foi caracterizado anteriormente, o fato de possuir características de um sistema de mudança e de melhoria contínua, o sistema de gestão da qualidade deve ser medido, analisado e melhorado continuamente. Para que isso ocorra, segundo a ABNT (2000), a organização deve, primeiramente, demonstrar a conformidade do produto, garantir a conformidade do sistema de administração da qualidade e melhorar continuamente a eficácia do Sistema de Gestão da Qualidade. A determinação dos métodos aplicáveis, incluindo as técnicas estatísticas e a extensão de seu uso, deve ser assumida pelo diretivo da empresa com vistas à melhoria pretendida.

Entre os requisitos exigidos para que a empresa obtenha a certificação do seu SGQ estão a avaliação externa dos padrões e procedimentos da qualidade e a realização de auditorias regulares para garantir que os sistemas não se tornem obsoletos (SLACK et al, 1999).

Conforme observa Thiago (2002), a certificação não pode ser considerada uma ação isolada, mas sim um processo cujo início ocorre na conscientização da necessidade da qualidade e de seus benefícios, que aumentam a competitividade e garantem a permanência das empresas no mercado. Para a obtenção do sucesso devem ser observadas, a utilização de normas técnicas e a disseminação dos conceitos de qualidade por toda a organização, além da compreensão do ambiente onde a organização está inserida.

Uma organização, certificada de acordo com a NBR ISO 9001:2000, não é perfeita, sem falhas ou problemas, entretanto ao manter o controle de seus principais processos, consegue um melhor gerenciamento dos seus recursos e garante a satisfação de seus clientes, uma vez que as necessidades deles são consideradas na tomada de decisões, conforme assinala Valls (2004).

Com a padronização dos processos baseada na NBR ISO 9001:2000, a previsibilidade é atingida, resultando na minimização dos riscos e na redução dos custos de operação, itens importantes nos resultados sociais e econômicos da organização.

Para que as ações, com vistas às mudanças e às melhorias sejam bem implementadas nas empresas, é necessário conhecer o ambiente onde elas serão aplicadas. A forma mais recomendada para obter esse conhecimento é através do diagnóstico.

Conforme assinala Camargo (2000), o diagnóstico, de uma forma ampla, é o conhecimento do ambiente onde se pretende desenvolver uma ação, para que ele seja

diferente no futuro. Segundo esse autor, pode-se dizer que diagnóstico é uma fotografia do ambiente que se pretende mudar.

Dessa forma, é possível concluir que o diagnóstico que é feito de uma situação, ou de um determinado estágio evolutivo, identifica-se, em certa medida, com as etapas de um processo de avaliação.

O diagnóstico da qualidade constitui-se em uma atividade que possui o objetivo de comparar os procedimentos empregados atualmente na organização com padrões de referência (DIAGNÓSTICO..., 2005).

A partir do diagnóstico, é possível elaborar um plano de ação no qual o sistema da qualidade a ser implantado na empresa vai ser definido. Nele, as ações a serem implementadas serão planejadas para equacionar cada um dos problemas detectados no diagnóstico e estabelecer procedimentos de melhorias (CTE, 1997). Outros autores, como Chan e Guimarães (1991 *apud* CAMARGO, 2000, p. 40), definem diagnóstico como sendo:

A ferramenta que, diferentemente das outras atividades vizinhas, permite a identificação das oportunidades e dos meios, adaptados às características de cada organização, que servirão de subsídio na decisão das ações prioritárias para a melhoria global de suas performances (CAMARGO, 2000, p.40).

Segundo Paladini (1995), o diagnóstico que avalia o sistema de qualidade de uma organização deve levar em conta: 1) o ambiente onde encontra-se inserida a empresa; 2) a estrutura atual da empresa, sua política e suas diretrizes organizacionais; 3) o processo produtivo e suas especificidades; d) o nível de sua atuação no mercado; e) as características de sua mão-de-obra, métodos de trabalho, equipamentos e materiais; f) os padrões administrativos em vigor; g) a estrutura de suporte à qualidade existente.

Todos esses itens, quando analisados de forma conjunta, fornecem uma imagem da realidade da empresa, seus pontos positivos e as suas oportunidades de melhoria (PALADINI, 1995).

2.1 Ferramentas da Qualidade Total

O sucesso na utilização das ferramentas gerenciais está diretamente ligado à disponibilidade, acesso, registro, qualidade da informação e envolvimento de todos na organização. O uso da informação para controle e avaliação dos resultados ao final de cada processo, associado à autonomia dada aos funcionários para a tomada de decisão com base no uso de ferramentas gerenciais gera agilidade no processo produtivo através da solução rápida

de problemas e comparação de resultados, podendo modificar ou confirmar os objetivos e os recursos empregados ao longo do processo. Desse modo, as ferramentas gerenciais aliadas à informação passam a ser parte integrante do processo de administração estratégica (PONGELUPPE, 2002).

A tarefa de controle e avaliação de resultados não deve ser realizada como uma avaliação estática, afinal é um processo que deve ser executado de forma contínua, durante cada tarefa, utilizando as modernas técnicas de gestão, como por exemplo, o TQC – Total Quality Control – controle de qualidade total, essa avaliação e controle deve ser de responsabilidade de cada executor. O ser humano é que gera qualidade, no ato da realização das suas ações e não mais, como era no conceito antigo, deixar a cargo de uma área de “controle” e verificar a qualidade dos serviços/produtos decorrentes de cada tarefa (CASSARRO, 1999).

A preocupação com a garantia de fornecer produtos de qualidade e sem defeitos é constante para todos os fornecedores de produtos e serviços e cada vez mais o cliente espera um produto confiável, que apresente um nível de desempenho especificado com alta durabilidade e baixo índice de falhas. Visando garantir o aumento da confiabilidade e prevenir problemas, surge um novo enfoque de qualidade voltado à conformidade e que tem como objetivo a solução de problemas encontrados ao longo do processo produtivo.

Uma das principais ferramentas não-estatísticas da qualidade total é o diagrama de causa e efeito, do tipo 6M (Figura 5), onde são relacionadas as causas do processo com os efeitos no produto. É utilizado quando se necessita identificar, explorar e ressaltar todas as causas possíveis de um problema. O diagrama 6M prioriza as causas primárias do processo como o uso de máquinas, mão-de-obra, matéria-prima, método de trabalho, medição da atividade e sua relação com o meio ambiente (TRINDADE et al, 2000).

O Diagrama de Ishikawa também conhecido como diagrama de espinha de peixe ou diagrama de causa e efeito, é utilizado para buscar a origem das não conformidades e suas inter-relações em um processo (MONTGOMERY, 1985). Ele permite estruturar hierarquicamente as causas de um determinado problema ou oportunidade de melhoria, podendo ser utilizado para estruturar qualquer sistema que resulte em uma resposta (uni ou multivariada) de forma gráfica e sintética.

As causas que geram um efeito são agrupadas utilizando 6M: máquina, método, meio ambiente, material, medidas e mão de obra, para identificar as causas de um efeito ou problema (SARRIÉS et al, 2009).

Vieira (1999) afirma que os 6M são as causas primárias dos problemas que mais ocorrem nas indústrias; na área de serviços os 6M podem ser substituídos por equipamentos, políticas, procedimento e pessoal.

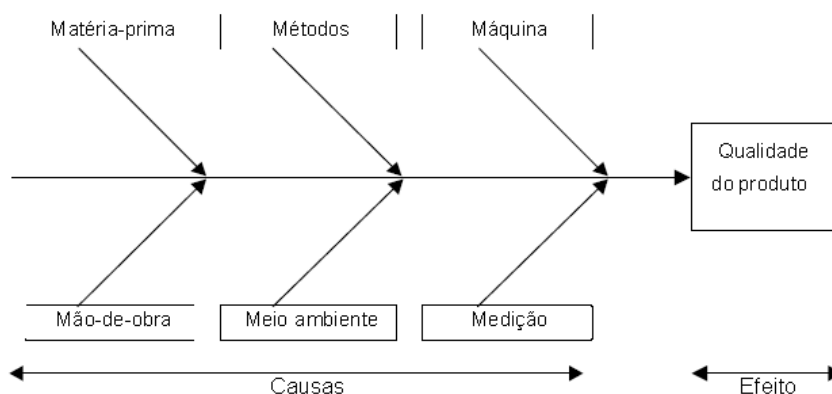


Figura 5 – Diagrama 6M
Fonte: Trindade et al (2000)

O desenvolvimento de um bom diagrama de causa e efeito depende do nível de conhecimento a respeito do tema que está sendo desenvolvido (MONTGOMERY, 1985).

Dentro das fases do PDCA, indica-se seu uso nas etapas de observação, identificação e análise de problemas (DELLARETTI FILHO, 1996). A fase P do ciclo PDCA é o planejamento e é composto por objetivo, meta e método; a fase D de desenvolvimento inclui treinamento a equipe e execução do método proposto; a fase C é a checagem cujo objetivo principal é verificar se a meta e o objetivos propostos foram ou não atingidos. Se os objetivos propostos não são atingidos utiliza-se a fase A ação corretiva do ciclo PDCA, assim o ciclo se reinicia até que o objetivo e a meta propostos sejam atingidos.

As ferramentas estatísticas básicas da qualidade total são o histograma e os gráficos de Pareto, de dispersão e de controle.

Segundo Almeida (2000, p.62):

O histograma é um gráfico de barras para se visualizar uma determinada distribuição de dados por categoria, tornando mais fácil a análise de variabilidade com relação aos requisitos especificados. O gráfico de Pareto é constituído por barras verticais, o que favorece a visualização quantitativa das causas de um problema e quais delas são mais representativas para uma determinada fonte de dados. A formatação do gráfico demonstra a contribuição das causas em relação ao efeito global. As principais causas correspondem a 80% da totalidade. O gráfico de dispersão procura demonstrar a relação entre duas variáveis associadas. O resultado da análise do gráfico de dispersão possibilita constatar se há uma possível relação de causa e efeito e sua intensidade. Normalmente se dispõe a causa no eixo da abscissa e o efeito no eixo da ordenada.

O gráfico de controle (Figura 6) é composto por uma linha média, outras duas linhas (sendo uma superior e uma inferior) que representam os limites de controle e os valores característicos do processo.

Os limites de controle são estimados pelo valor médio, adicionado ou subtraído a 3 vezes o desvio padrão. Quando todos os pontos do gráfico localizam-se entre os limites de controle, considera-se que o processo está sob controle. Quando, no mínimo, um ponto localiza-se fora do âmbito desses limites, entende-se que o processo está fora de controle (BONILLA, 1995).



Figura 6 - Gráfico de controle: os pontos do gráfico representam a variação da qualidade em amostras seqüenciais
Fonte: Bonilla (1995)

A variação analisada pelo gráfico também pode estar fora de controle quando (KUME, 1993):

- Pelo menos 10 de 11 pontos consecutivos incidem num mesmo lado da linha central;
- Pelo menos 12 de 14 pontos consecutivos incidem num mesmo lado da linha central;
- Pelo menos 16 de 20 pontos consecutivos irão incidir em um mesmo lado da linha central;
- Os pontos formam uma linha contínua ascendente ou descendente, apresentando uma tendência;
- Pelo menos 2 em 3 pontos consecutivos incidem próximos aos limites de controle; e
- A seqüência dos pontos mostra repetidamente uma tendência para cima e para baixo em intervalos quase sempre iguais.

Os gráficos de controle básicos podem ser por variáveis ou por atributos. Os gráficos de controle por variáveis são usados quando a variação é obtida de modo quantitativo, podendo ser subdivididos em: gráficos da média pela amplitude e desvio-padrão; e gráficos de dispersão do desvio-padrão e da amplitude. Utiliza-se os gráficos de controle por atributos quando a variação é obtida de modo qualitativo, sendo que podem ser subdivididos em gráfico da fração com defeito e gráfico do número total de defeitos por unidade (TRINDADE et al, 2000).

3 MENTALIDADE ENXUTA

O termo “produção enxuta” foi utilizado pela primeira vez por John Krafcik do IMVP¹. A produção é enxuta por utilizar menores quantidades em comparação com a produção em massa: esforços menores dos operários, menos espaço na fabricação, menos investimento em ferramentas, menos horas de planejamento para desenvolver novos produtos. Requer, também, menos estoques, gera menos defeitos e produz uma maior e sempre crescente variedade de produtos.

A crescente aplicação dos conceitos da Produção Enxuta no ocidente, nos anos 80, deveu-se a um *benckmarking* coordenado por Womack, Jones e Roos (1992), com a participação de diversos pesquisadores, que mostraram a existência de uma melhor forma de organizar desenvolvimento de produtos e operações de produção e gerenciar os relacionamentos com os clientes e cadeia de fornecedores. Esses autores chamaram essa abordagem, desenvolvida pela Toyota, de Produção Enxuta, pois tratava-se de uma forma para fazer cada vez mais com cada vez menos. Através dos dados desse *benckmarking*, os mesmos pesquisadores lançaram o livro *The Machine Changed The World* (1992), que se tornou um dos *best seller* e inspirou (e ainda inspira) muitas organizações a procurarem reduzir seus desperdícios e implementar o TPS.

Os autores Womack, Jones e Roos (1992), analisando o crescimento no *market share* das empresas japonesas, fizeram uma pesquisa comparativa entre as empresas montadoras japonesas, mais particularmente a Toyota, Nissan e Honda com as empresas ocidentais (GM, Ford, Fiat entre outras), chegando a conclusão de que as montadoras do oriente estavam muito melhores em termos de qualidade, produtividade, rentabilidade, isto é, em todas as medidas de desempenho citado por Slack (2002), ou seja em custo, qualidade, flexibilidade, rapidez nas entregas e confiabilidade. Além disso, as montadoras japonesas utilizavam ferramentas e sistemas adaptados à realidade da demanda mundial e atualizadas em termos de conhecimento, gestão e tecnologia.

Womack e Jones² (2004) afirmaram que existe um antídoto para o desperdício contemplado pelo *Pensamento Enxuto*, pois o mesmo não utiliza somente ferramentas e

¹ *International Motor Vehicle Program* – Programa para estudos sobre o setor automobilístico

² Os conceitos de trabalho com e sem agregação de valor foram publicados no livro *Lean Thinking* (1996), onde os autores apresentam uma perspectiva de valor aos olhos dos clientes

metodologias isoladamente, mas entende a organização como um todo, isto é, aplica o pensamento enxuto em toda a empresa.

O grande desafio da maioria das empresas de produção em massa era como se tornar em uma organização enxuta. Para os autores acima, é necessário analisar a empresa como um todo, ou seja, toda a sua cadeia de valor, desde a matéria prima até a entrega do produto acabado.

A *Mentalidade Enxuta*, oriunda dos autores Womack e Jones (2004), está embasada numa filosofia de negócios, baseada no Sistema Toyota de Produção, que olha com detalhe para as atividades básicas envolvidas em todas as partes do negócio e identifica o que é desperdício e o que é o valor a partir da ótica dos clientes e usuários.

As práticas englobam a criação de fluxos contínuos (FIFO³) e sistemas puxados (*pull system*) baseados na demanda mais real possível dos clientes, na análise e melhoria do fluxo de valor da empresa e na cadeia de fornecedores. A adoção dessa filosofia de gestão têm trazido ganhos significativos às organizações, mas poucas empresas estão conseguindo o sucesso e a eficiência da Toyota, pois nessa montadora as práticas de TPS, foram desenvolvidas há mais de cinquenta anos, e fazem da empresa, ou seja, de sua filosofia cultural organizacional.

Mas, mesmo diante de inexistência de sigilo industrial das ferramentas e metodologias do TPS, somente algumas poucas manufaturas estão conseguindo implementá-las, ou mesmo se aproximar em termos gerenciais. Mas o sucesso da implementação não está somente na aplicação das ferramentas, controles e práticas. Ao contrário, a abordagem é fruto da coerência e harmonia entre a estrutura, a organização e a mentalidade das pessoas em como arranjar e realizar tarefas. Para os autores acima, este fenômeno é o “DNA do Sistema Toyota de Produção” e sugerem uma série de regras.

Para Taichii Ohno (1988) *apud* Liker (2006) a empresa enxuta é aquela que observa a linha do tempo (*lead time*) desde o momento em que o cliente faz o pedido até o ponto em que se recebe o pagamento. A empresa enxuta reduz essa linha de tempo, removendo as perdas que não agregam valor. A Toyota funciona como um banco, procura receber pequenas quantidades de matéria prima de seus fornecedores e procura terminar e entregar o produto o mais rápido possível evitando re-trabalhos, paradas, movimentações, esperas, transportes e estoques e que diminui os custos de produção, melhora a produtividade e aumenta a margem nos lucros da empresa.

³ FIFO – *first in first out* – adotar fluxo contínuos onde for possível, evitando-se assim, inventários WIP

O conceito *lean* refere-se também à coleção de elementos como, fluxo contínuo, produção puxada, 5S, *poka yokes* entre outros, usados para favorecer o lucro a curto, médio e longo prazos; o crescimento; e possibilidade de fazer muito mais, com os mesmos recursos (equipamentos e mão de obra).

Conforme Rentes (2000), a Produção Enxuta é um sistema para identificar e eliminar de forma sistemática e sustentável desperdícios na cadeia produtiva. Primeiramente, identifica-se todos os desperdícios na organização, através do uso de ferramentas de *benchmarking*, mas, sem atacá-los de uma só vez, pois os mesmos devem ser resolvidos a curto, médio e longo prazos. Os primeiros desperdícios são os de maior impacto financeiro para a organização. Então deve-se eliminá-los, criar procedimentos para que não ocorram novamente e elaborar sistemáticas para que os produtos e serviços fluam normalmente na cadeia produtiva.

Segundo Nazareno (2003, p.66):

A Produção Enxuta surgiu como um sistema de manufatura cujo objetivo é otimizar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios, como, por exemplo, excesso de inventário entre as estações de trabalho e tempos de espera elevados. Seus objetivos fundamentais são a qualidade e a flexibilidade do processo, ampliando sua capacidade de produzir e competir em um cenário globalizado. Trata-se de uma visão bastante similar ao conceito de *JIT*, com a diferença que ela introduz novas ferramentas, como *CONWIP*⁴ e *Heijunka Box*, as quais trabalham integradas ao elenco tradicional de ferramentas do *JIT*.

Para aplicar o TPS, começa-se a examinar o processo de produção a partir da perspectiva de valor entregue ao cliente. A primeira questão no TPS é sempre “o que o cliente quer com esse processo?”, tanto cliente interno como externo. Isso define, aos olhos do cliente, o que agrega e o que não agrega valor, em qualquer processo – produção, informação ou serviço (LIKER, 2006).

Para Womack e Jones (2004, p.41), “desperdício é qualquer atividade humana que absorve recursos mas não cria valor”. Para esses autores, há várias atividades humanas que podem ser eliminadas durante o processo produtivo conforme a filosofia *Lean*, como erros que exigem retrabalho, acúmulo de estoques de matéria prima, produto em processo, produto acabado e produção de itens que não se deseja. Desperdício é não ter o que o cliente deseja, ou ter em estoque quando ele não deseja, ocorrendo o fenômeno de falta e sobra, ou seja, investimentos desnecessários.

⁴ *Conwip – constant work in process – quantidade de estoque (cartões de kanban) constante*

Na visão da produção *push*, o aumento da eficiência produtiva requer mais empregados e máquinas para fazer mais rápido. Os aumentos de trabalhos causam grandes transtornos, principalmente em determinadas situações quando há decréscimo da demanda. Como aumentar a eficiência produtiva sem contratações e compras de equipamentos e máquinas? Os japoneses responderam que a saída era pela eliminação de desperdícios (*muda*⁵).

Conforme estudo realizado por Hines e Taylor (2000), em todas as manufaturas típicas existem atividades que agregam valor (i.e. processos de moldagem, dobra, usinagem etc), pagas pelo cliente final e atividades que não agregam valor (i.e. transporte, movimentação, inspeções, estoque entre outros) pelas quais o cliente final não paga (figura 7).

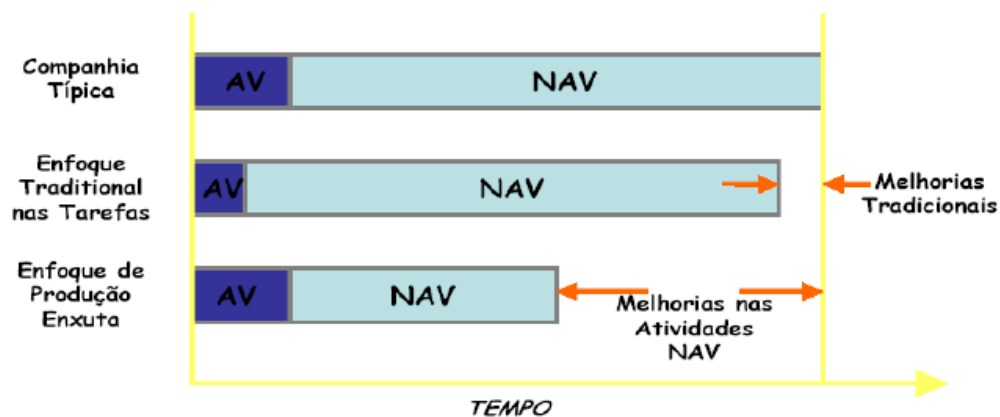


Figura 7 - O enfoque tradicional das tarefas e o enfoque da produção enxuta
Fonte: Hines e Taylor (2000)

Para os autores supra-citados, em um ambiente de produção de bens, em empresas que não são *world class* (considerando manufatura ou fluxo logístico), a relação entre os tempos consumidos por atividades consideradas desperdícios variam de 55 a 95% dessas atividades. Ainda para Hines e Taylor (2000, p.60-65), essas atividades são divididas em:

a) Atividades que agregam valor (AV)

Atividades que o cliente final está disposto a pagar, ou seja, tornam o produto ou serviço mais valioso e correspondem cerca de 5% das atividades.

b) Atividades que não agregam valor (NAV)

Atividades que aos olhos do cliente final não fazem com que o produto ou o serviço sejam mais valiosos e não são necessárias. Referem-se a cerca de 60% das atividades.

⁵ *muda* – em japonês significa desperdícios

c) Atividades necessárias, mas que não agregam valor

Atividades que, aos olhos do cliente final, não fazem com que o produto ou serviço sejam mais valiosos mas que são necessárias, a não ser que o processo atual mude radicalmente correspondem a 35% das atividades.

Para Rother e Harris (2002) ao examinar os movimentos do operador, têm-se três tipos de movimento: agregação de valor (AV), “trabalho incremental” (necessários) (NAV) e desperdício (NAV - deve ser eliminado).

O enfoque das empresas típicas em melhorias de produtividade concentra-se em AV (atividades que agregam valor ao produto), seja por meio da compra de máquinas ou equipamentos para processamento do produto/serviço na cadeia produtiva, pela obtenção de ganhos na contratação de mais mão de obra, normalmente aferidos em segundos ou minutos por operação.

Na visão da Produção Enxuta, primeiramente ataca-se as atividades que NAV preservando-se as AV.

Em um segundo momento, ataca-se os desperdícios das NAV necessárias. Nesse tipo de atividade acontecem desperdícios (espera, transporte, *set-up*, dentre outros) que podem ser eliminados.

Outro motivo para a implementação da Produção Enxuta em empresas baseia-se na afirmação de Taiichi Ohno, que define “a conta em desperdícios próxima de 95% do custo total” (LIKER, 2006, p.81).

Na figura 8, Liker (2006), percebe-se um caso típico de manufatura onde se nota claramente as AV e NAV.

Para o mais contundente crítico dos desperdícios, Taiichi Ohno (1988, p.19-20), existem sete tipos de *muda*:

- a) Defeitos nos produtos; correção, retrabalhos.
- b) Superprodução de mercadorias desnecessárias, produção antes da demanda.
- c) Excesso de estoques de mercadorias à espera para processamento ou consumo.
- d) Super-processamento ou processamento incorreto (desnecessário).
- e) Movimento desnecessários de pessoas.
- f) Transporte ou movimento desnecessário de mercadorias.
- g) Espera dos funcionários pelo equipamento de processamento para finalizar o trabalho ou por uma atividade anterior.

E ainda, conforme Liker (2006) ocorre nas empresas, desperdício da criatividade dos funcionários: perda de tempo, idéias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou ouvir funcionários.

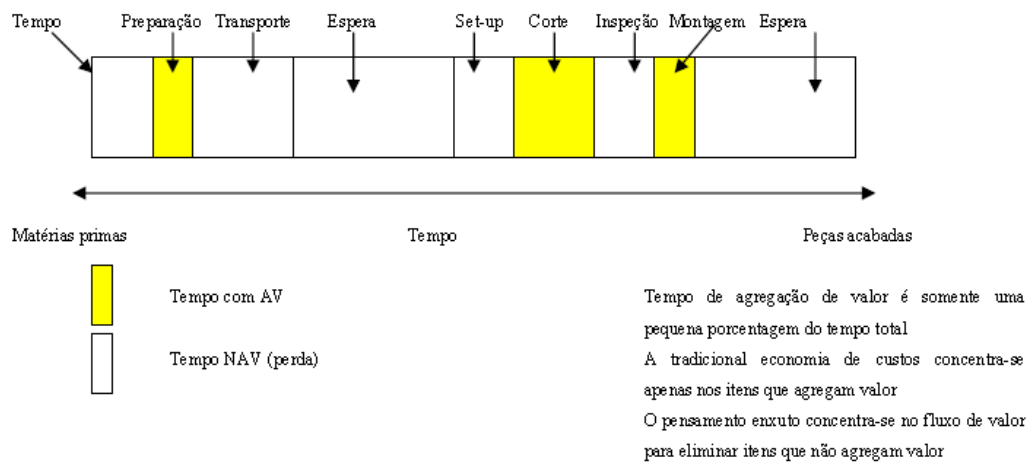


Figura 8 - Perdas em um sistema de valor
Fonte: Liker (2006)

Para Womack e Jones (2004, p.121-122), “*Pensamento Enxuto* é uma forma de especificar valor, alinhando a melhor seqüência de acordo com o que agrega valor para o cliente final, com menos esforço humano, menos equipamento, menos estoque, menos espaço e tempo”. Para os dois autores o pensamento enxuto baseia-se em cinco princípios:

1. Especifique o Valor

Inicialmente é especificado o valor pelo cliente final. Para os autores, as necessidades do cliente final geram valor e cabe às organizações determinarem quais são essas necessidades, procurando satisfazer o cliente final, sempre buscando a melhoria contínua.

2. Identifique a Cadeia de Valor

O mapeamento da cadeia produtiva serve para identificar as atividades que AV, NAV que são necessárias e as que NAV que não são necessárias, desde a criação do produto, área administrativa, passando pela transformação física, logística até a venda final, identificando e eliminando qualquer *muda*.

3. Fluxo

O fluxo serve para identificar e eliminar desperdícios no processo produtivo. A etapa seguinte é fazer com que fluam as etapas restantes que criam valor e isso exige uma mudança radical na mentalidade das pessoas. As melhorias nesta etapa precisam ser radicais (*kaikaku*), em contraste com o *kaizen* (melhoria incremental contínua, implementações gradual). As pessoas precisam deixar de lado a idéia de produção departamentalizada e constituir um fluxo contínuo com as fases restantes. O reflexo na criação de fluxo contínuo é na redução de tempos de concepção de produtos, processamento de pedidos e redução de estoques. As

empresas precisam estar aptas a desenvolver, produzir e distribuir produtos com competência, agilidade e rapidez, para atender os clientes quase que instantaneamente. Quando se introduz o fluxo, produtos que levavam anos para serem projetados são feitos em meses, os pedidos que levavam dias para serem processados podem ser feitos em horas. Tempos de *throughput*⁶ que eram contados em meses, levam dias ou horas.

4. Produção Puxada

É um procedimento inverso ao sistema *push*. As empresas passam a puxar a produção a partir de uma determinada operação (dependerá de empresa para empresa), buscando fluir os materiais continuamente e desta forma, eliminando os estoques (de matéria prima, *work in process* e produto acabado), dando valor ao produto. Sempre que não é possível estabelecer o fluxo contínuo, a outra alternativa é conectar os processos por meio dos sistemas puxados, por exemplo, através de *kanban*.

5. Perfeição

A busca da melhoria contínua rumo a um estado ideal precisa nortear todas as ações da empresa, em processos onde todos os integrantes da cadeia possuam conhecimento profundo sobre o processo como um todo. Além disso, há um *feedback* instantâneo e altamente positivo para os funcionários efetuarem melhorias.

Mas conforme Liker (2006), a base do sucesso da Toyota está alicerçada em 14 princípios, que são a base da cultura do STP e não somente em ferramentas e elementos do STP. O STP é um sistema criado para oferecer ferramentas para as pessoas melhorarem continuamente seu trabalho. O sistema é cada vez mais dependente da formação das pessoas. É necessário mudar a cultura, muito mais que implantar apenas um conjunto de técnicas para melhorar a produtividade e eficiência. Ainda conforme o mesmo autor, o quinto S do programa 5 S é o mais complexo, ou seja, a manutenção da disciplina, sendo o elemento que mantém os outros quatro em movimento. Esse esforço requer uma combinação de administração comprometida, treinamento e as compensações necessárias para incentivar os funcionários a manterem adequadamente a melhorarem a cultura os procedimentos operacionais e o ambiente de trabalho.

⁶ *throughput* – tempo necessário para que um produto ou serviço evolua da concepção ao lançamento, do pedido à entrega ou da matéria-prima às mãos do cliente. Inclui o tempo de processamento e o tempo de fila.

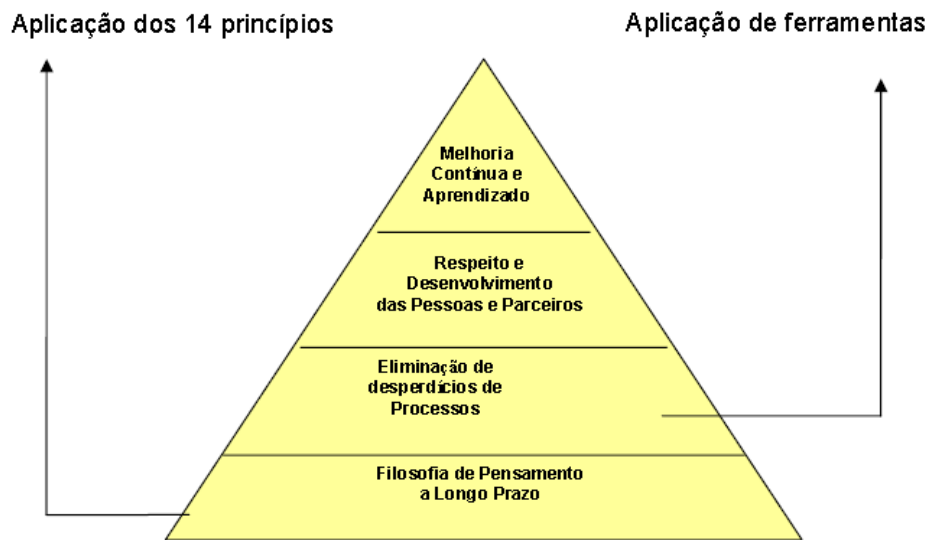


Figura 9 - O Modelo Toyota

Fonte: Liker (2006)

Muitas empresas ocidentais implementaram a Produção Enxuta há cerca de dez anos e não estão tendo o mesmo desempenho da Toyota, devido a fatores tais como a falta de foco nos 14 princípios que constituem o Modelo Toyota, ou seja, na formação de pessoas e no planejamento em um longo prazo (LIKER, 2006).

Esses princípios são mais amplos que o simples emprego das ferramentas. Algumas organizações ocidentais fizeram uso de todas as ferramentas do STP, e não estão conseguindo o mesmo sucesso da montadora japonesa, e não estão obtendo sucesso na sustentabilidade em seu Sistema de Produção Enxuta. Porém, Liker chama a atenção em suas visitas, todas as empresas do grupo Toyota utilizam completamente os 14 princípios e não somente a aplicação de ferramentas e métodos para a eliminação de perdas. Os 14 princípios foram organizados em quatro categorias amplas: O resultado proveniente somente da utilização da variedade de ferramentas do STP será de saltos de curto prazo em medidas de desempenho, que não serão sustentáveis como ilustrado no quadro 1. A verdadeira sustentabilidade por empresas que praticam por completo está centrado em todos os quatorze princípios do Modelo Toyota e na filosofia de pensamento a longo prazo (LIKER, 2006).

<p>1) Filosofia de longo prazo Faz parte da filosofia de longo prazo o princípio;</p>	<p>. Princípio 1 Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo. Gerar valor para o cliente, sociedade e a economia.</p>
<p>2) O processo certo produzirá os resultados certos</p>	<p>. Princípio 2 - Criar um fluxo contínuo para atingir alta agregação de valor, eliminar as ociosidades, tornar o fluxo aparente para toda a organização, para que todos entendam o valor que o cliente almeja.</p> <p>. Princípio 3 - Usar sistemas puxados (<i>pull</i>) para evitar a super-produção, utilizando o princípio do <i>just in time</i>, minimizando estoques, processos e atendendo as mudanças diárias de demanda, quando não for possível implementar um fluxo contínuo.</p> <p>. Princípio 4 - Nivelar a carga de trabalho (<i>heijunka</i>). Além da eliminação das perdas no processo é importante também eliminar a sobrecarga das pessoas, do equipamento e da instabilidade do programa de produção.</p> <p>. Princípio 5 - Construir uma cultura de parar e resolver os problemas, obtendo a qualidade na primeira tentativa por meio de todos os métodos possíveis para assegurá-la. A autonomia (desenvolvimento de máquinas com inteligência humana) é a base para a construção da qualidade.</p> <p>. Princípio 6 - Tarefas padronizadas é a base para a melhoria contínua e a capacitação dos funcionários. Usar métodos estáveis, regularizar tempos e processos para manter a previsibilidade é a base para o princípio <i>pull</i> de produção.</p> <p>. Princípio 7 - Usar controle visual através de indicadores simples para ajudar as pessoas a perceberem imediatamente se há problema ou não, reduzindo papel e relatórios, além de tornar visível, em qualquer hora do dia. Se houver alguma anomalia, será necessária a resolução na causa raiz do problema.</p> <p>. Princípio 8 - Usar somente tecnologia confiável e completamente testada que atenda aos funcionários e processos e rejeitar tecnologias não confiáveis e não testadas. Utilizar na medida do possível, máquinas e equipamento de fácil operação, manuseio e transporte em detrimento aos de maior investimento de capital.</p>
<p>3) Valorização da Organização através do desenvolvimento de seus funcionários e parceiros.</p>	<p>. Princípio 9 - Desenvolver internamente líderes que compreendam completamente o trabalho, que vivam a filosofia e que sejam professores (<i>sensei</i>) e tenham capacidade de repassar o conhecimento a todos. A organização necessita de pessoas capacitadas para aprender uma ferramenta, tecnologia ou sistema e o <i>sensei</i> tem que ter capacidade de disseminá-las na organização.</p> <p>. Princípio 10 - Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa para a obtenção de resultados excepcionais. Criar uma cultura forte e estável, em que os valores e crenças das empresas sejam amplamente compartilhados por vários anos. Ensinar as pessoas a trabalharem em equipes rumo a metas em comum.</p> <p>. Princípio 11 - Respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores desafiando-os, auxiliando-os a melhorar e tratando-os como extensão da empresa. Quando for necessário treinar e capacitar os parceiros.</p>
<p>4) A solução contínua de problemas na origem estimula a aprendizagem organizacional.</p>	<p>. Princípio 12 - Ver por si mesmo para compreender completamente a situação (<i>genchi genbutsu</i>) verificando os dados pessoalmente, para não se basear somente nas impressões de outras pessoas. Muitas informações e visões passadas por outras pessoas podem ter interpretações equivocadas e distorcidas.</p> <p>. Princípio 13 - Tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as alternativas e implementando-as com rapidez. O <i>Nemawashi</i> é o processo de discussão de problemas e soluções potenciais entre os afetados para coletar idéias e obter acordo. Trata-se de um processo de consenso, um pouco demorado, na busca de soluções e, uma vez que a decisão é tomada, tem-se uma rápida implementação.</p> <p>. Princípio 14 - Tomar-se uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável (<i>hansei</i>) e da melhoria contínua (<i>Kaizen</i>). Mesmo com a estabilização do processo produtivo, usar ferramentas de melhoria contínua para determinar as causas de ineficiências e aplicar soluções eficazes. Se houver perdas aparentes utilizar processo de melhoria contínua para eliminá-las. Proteger sempre a base de conhecimento organizacional desenvolvendo equipes estáveis, a promoção lenta e sistemas de sucessão cuidadosos. Usar <i>hansei</i> (reflexão) em atividades chave e, depois de terminar um projeto, identificar claramente todas as dificuldades em executá-lo. Desenvolver ações para evitar que os erros sejam repetidos.</p>

Quadro 1 – 14 princípios do Modelo Toyota

Fonte: Liker (2006)

3.1 Elementos Lean Production

Os principais elementos do Pensamento Enxuto são caracterizadas nos itens a seguir.

3.1.1 Setup rápido

Objetiva obter reduções no tempo requerido para a realização das atividades de *setup* em maquinários ou equipamentos que englobam troca de ferramentas ou de materiais e que, portanto, implicam na necessidade de pará-las (MIYAKE, 2002).

Segundo Womack et al (1990 *apud* WOMACK e JONES, 1998), o *setup* rápido pode ser alcançado através do desenvolvimento de técnicas simples para poder trocar as ferramentas com frequência.

O tempo de *set-up* está diretamente relacionado com o tamanho do lote de produção. Da mesma forma que os tempos de *set-up* podem ser reduzidos, os lotes de produção também podem, o que por consequência, reduz geometricamente o *lead time* de manufatura. A meta inicial não é reduzir o número de *set-ups*, mas reduzir o tempo necessário para a manutenção de máquinas nas ocorrências de *set-up* (WOMACK e JONES, 1998).

Em muitas máquinas, o operador não é 100% utilizado ou ocupado o que lhe permite, dependendo do processo, da máquina e de sua qualificação, utilizar esse tempo ocioso para realizar tarefas de *set-up* (WOMACK e JONES, 1998).

3.1.2 Automação

Significa não somente automatizar maquinários e equipamentos, porém ainda dotá-los de condições para que possam operar de forma mais autônoma. Máquinas flexíveis e cada vez mais automatizadas são capazes de produzir imensos volumes de uma ampla variedade de produtos (WOMACK et al, 1990 *apud* WOMACK e JONES, 1998).

3.1.3 Tecnologia da Informação

É o uso de sistemas informatizados e inovadores que servem de suporte para as operações internas e externas para a transmissão de informação e interface com clientes e fornecedores (WOMACK et al, 1990 *apud* WOMACK e JONES, 1998).

3.1.4 Sistema *kanban*

É qualquer mecanismo que sirva para comunicar o momento para reabastecer ou produzir o que está sendo requerido e na quantidade solicitada, tornando possível que o fluxo de produção seja puxado (WOMACK e JONES, 1998).

3.1.5 Arranjo físico celular

É a organização da produção em grupos de produtos ou peças que têm afinidades importantes e fazem uso dos mesmos recursos de produção, a fim de tornar mais simples e racionalizar a programação da produção, as movimentações de materiais e o controle (MIYAKE, 2002).

É uma abordagem *lean production* que tem por objetivo a manufatura de uma variedade de produtos com mínimo desperdício possível. Na manufatura celular, os centros produtivos e equipamentos são organizados em seqüência alinhada, que favorece um fluxo suave de materiais e componentes suave através do processo produtivo, com um mínimo de transporte e fila (figura 10), com metas importantes como produção *one piece flow* e alta variedade de produtos (JUNQUEIRA, 2006).

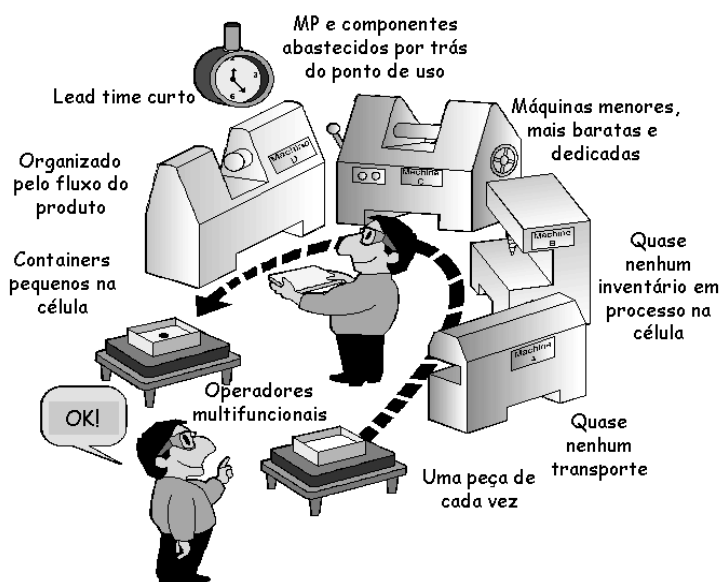


Figura 10 - Layout celular,
Fonte: Junqueira (2006)

Nas células, as partes similares de uma família de produtos são produzidas juntas, confinadas fisicamente, utilizando os mesmos equipamentos e os mesmos trabalhadores. Esse

arranjo faz com que os produtos fluam rapidamente e o processamento de materiais e informações seja eficiente. Os trabalhadores são multifuncionais e fazem tarefas de supervisores e pessoal de staff. São criados vários controles visuais para melhoria da performance da célula (JUNQUEIRA, 2006).

A implementação da metodologia *lean* normalmente representa uma das primeiras alterações na atividade produtiva no “chão de fábrica” e permite aumentar a velocidade e a flexibilidade da produção, bem como reduzir as necessidades de capital, em forma de excessos de inventários, recursos e trocas de equipamentos grandes.

A Figura 11 ilustra o fluxo de produção em lotes e o sistema de filas, onde o processo começa com grandes lotes dos fornecedores. As partes caminham em vários departamentos funcionais em grandes lotes de produtos até serem entregues aos clientes finais.

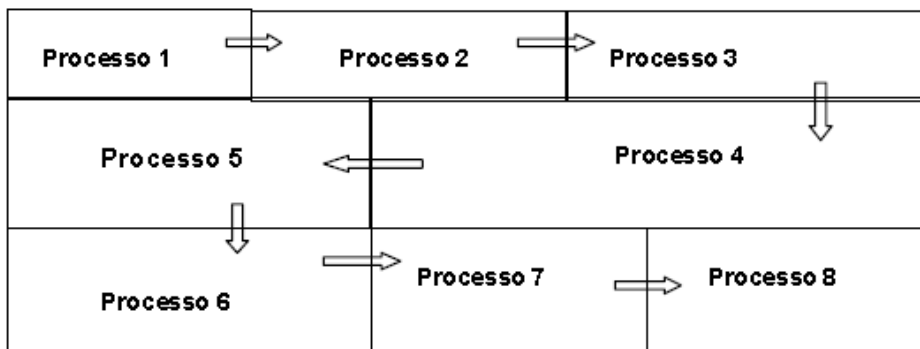


Figura 11 - Layout em lotes
Fonte: Trein (2001)

O conceito de *layout* celular traz benefícios, tais como redução de *lead time* de fabricação, diminuição de percursos entre as estações de trabalho. Este método consiste na união de operações similares em grupos (célula) para se obter uma alta eficiência. Este trabalho não é aplicado somente em manufaturas, mas também em restaurantes, bancos, seguros etc.

A redução do *lead time* possibilita à empresa diminuir seus custos de produção, melhorar a produtividade, melhorar no atendimento, no prazo de entrega e, conseqüentemente, reduzir o nível de estoques.

Para aumentar a produtividade da célula, a organização deve ser ampla e substituir máquinas de alto volume de produção por outras pequenas, móveis e flexíveis, para reduzir o tempo de ciclo e possibilitar várias mudanças de *layout*.

Os equipamentos são freqüentemente modificados para parar quando forem completados os ciclos ou quando problemas ocorrerem, utilizando a técnica chamada autonomia (*jidoka*). Nessa transformação, os operários são responsáveis também pela limpeza das máquinas e por administrar as múltiplas máquinas nas células (TREIN, 2001).

O *layout* celular utiliza operadores multifuncionais. Os operadores fazem uma variedade de tarefas e operações. Cada operador toma algumas decisões, através de uma diretriz específica e discute providências com outros operadores na célula. O trabalho com operadores multifuncionais reduz o fluxo de trabalhos. Normalmente esses operadores tem salário diferenciado e que tendem a ser mais altos, porque tem mais habilidades e capacidades. Os operadores tem uma maior noção e domínio do processo de fabricação tornando-se mais participativos e interessados (TREIN, 2001).

Podem existir limitações ambientais ou medidas de segurança, como em operações de pinturas, ou então para movimentar máquinas pesadas e grandes, que não são facilmente movidas, mas a regra geral em ambientes *lean* é colocar “rodas nas máquinas” e não ter máquinas grandes, mas sim pequenas e versáteis. Na realidade, essas máquinas grandes devem ser reduzidas e eliminadas, pois dificultam a flexibilidade e aumentam os custos de capital.

De acordo com Trein (2001), a flexibilidade do *layout* produtivo pode ser otimizada, com poucos investimentos, melhorando-se assim a produtividade e os níveis de eficiência da empresa.

Ainda conforme Trein (2001) o *layout* celular traz ganhos como alta diversidade de produtos, *lead time* reduzido e trabalho menor nos processos nas células.

Para Araújo (2007) o *layout* celular pode apresentar diferentes tipos de fluxo que podem ser (Figura 12):

- *Layout* em linha: tem como características facilidade de programar, seguir e controlar. Permite um método de movimentação econômica e retilínea além de facilitar o acesso aos dois lados do equipamento;
- *Layout* em U: Acessórios ou contenedores retornam automaticamente ao ponto de partida. A entrada e saída (carga, descarga, acondicionamento) estão juntos em um local de fácil acesso, diminuindo a área. Trabalhadores concentrados em um local, podem ajudar uns aos outros mais prontamente.
- *Layout* em L: Possibilita uma longa série de operações em um espaço limitado. Permite que a linha de alimentação inicie no corredor e termine no ponto de uso. Fácil

de segregar o fluxo de entrada e o fluxo de saída de materiais fisicamente diferentes, produtos, materiais, serviços especiais.

- *Layout* fluxo pente ou espinha: Ideal para seqüências de operações que mudam ou variam de tarefa a tarefa ou de peça a peça. Permite rotinas múltiplas com integração automatizada ao processo, movimento e controle.

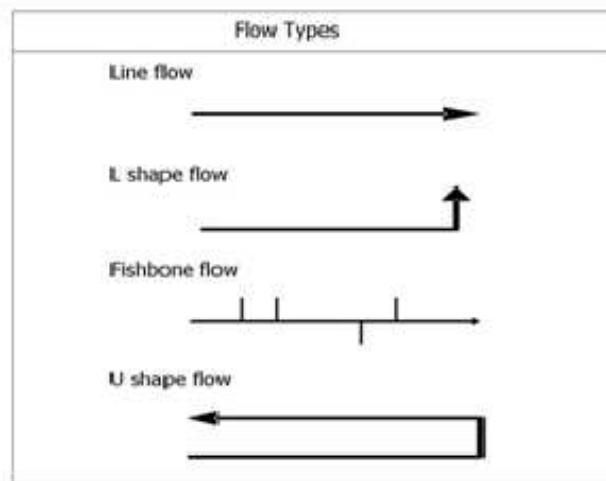


Figura 12 - Tipos de *layout* em célula
Fonte: Araújo (2007)

3.1.6 Operador polivalente

É um conceito oposto ao conceito de especialização no ambiente de trabalho, pois obhetiva não restringir o trabalho a tarefas específicas, simples, repetitivas e constantes no tempo, dando capacitação aos operadores para executar uma variedade maior de tarefas, a fim de que todos tenham conhecimento do processo como um todo. A produção enxuta emprega trabalhadores multiqualeificados em todos os níveis da organização (WOMACK et al, 1990 *apud* WOMACK e JONES, 1998).

3.1.7 Autocontrole

É a transferência de algumas decisões da média gerência ou da supervisão para a base da empresa, promovendo a responsabilidade da auto-inspeção com foco na qualidade e na autonomia para solucionar anomalias (WOMACK et al, 1990 *apud* WOMACK e JONES, 1998).

3.1.8 Poka-yoke

Associa-se à idéia de prevenção de falhas devido à distração humana e ao ideal de produzir sempre com qualidade, segundo Miyake (2002). O *poka-yoke* em serviços é aplicado tanto para operadores (funcionários) quanto para clientes, para evitar que ambos cometam falhas humanas que gerem perdas no processo ou retrabalho.

Trata-se de um processo de melhoria projetado para prevenir a ocorrência de um defeito específico. Os *Poka yoke* procuram prevenir erros humanos, aumentam a segurança, eliminam produtos defeituosos e previnem danos a máquina (MANIVANNAN, 2006).

Shingo faz uma distinção clara entre erros e defeitos. Para Shingo (1996) os erros são inevitáveis, por que depende do homem. É impossível manter a concentração do homem, em tempo integral, apesar de receber instruções, normas e procedimentos. Com relação aos defeitos, estes resultam de uma sequência de erros e os erros podem ser totalmente evitados, através de dispositivos à prova de erros. O *Poka yoke* utiliza criatividade e recursos de engenharia para encontrar uma forma de prevenção aos erros e então descobrir a causa raiz para atacá-los e corrigi-los. Esse sistema não repudia os erros, mas sim, a idéia de que os erros inevitavelmente se tornarão defeitos.

Segundo Shingo (1996, p.23-24), os princípios dos mecanismos “a prova de bobeira” tornando desnecessárias funções como uso da memória, percepção, julgamento e movimento são:

- **Eliminar** das atividades necessárias de um trabalho que o tornam propenso a erros, tornando desnecessárias as funções citadas. Exemplo: equipamentos quentes que provocam queimaduras. Isolar partes do equipamentos quentes, para evitar queimaduras.
- **Substituir** de métodos de utilização por outros confiáveis. Montar partes erradas. Solução: verificação da peças por sensores, tias (baratos) como gabaritos substituindo as funções.
- **Simplificar** para reduzir erros humanos no uso das funções que o trabalhado requer, fazer símbolos grandes e de fácil visualização, dividir peças grandes e pesadas para facilitar o transporte, armazenar peças com a mesma especificação no mesmo lugar.
- **Detectar** erros através de monitoramento, nos processos seguintes, para verificação dos possíveis desvios em relação aos padrões estabelecidos. Dar forma as peças para que seja impossível montar errado. Em conjunto, arrumar as ferramentas, separar a medida que for utilizada, e no fim, verificar se alguma continua no conjunto. Utilizar

sensores para detectar a presença (ou ausência) de peças e a normalidade (ou anormalidade) de movimentos.

- **Atenuar e organizar** tarefas em paralelo, ou introduzindo dispositivos, protetores ou observadores de choque, para reduzir ou absorver os defeitos e erros. Delegar aos operadores a operar suas próprias chaves elétricas e manter a chave central somente com o supervisor. Envolver materiais que absorva choques para não ocorrer danos.

As técnicas no *poka yoke* objetivam descobrir e eliminar 100% dos erros na fonte, criando dispositivos simples e a custos acessíveis. Também, o conceito deve envolver os funcionários, a participar da substituição das funções, em vez de limitar o funcionário a somente utilizar a habilidade do serviço. O funcionário é liberado para raciocinar e participar de melhoria dos processos, do produto e da empresa.

Os *Poka yokes* são medidas que medem os erros. Melhora a qualidade. Na Toyota chegaram a implementar o denominado “circulo L”, são estações com dupla ou tripla checagem em alguns itens, em que os clientes reclamam (BUSINESS WEEK, 2003).

3.1.9 Nivelamento da produção

Procura manter o volume produzido constante, uniformizando a produção (WOMACK et al, 1990 *apud* WOMACK e JONES, 1998). De acordo com Monden (1994), o nivelamento da produção é aplicado para atender as variações de demanda.

O fluxo contínuo ideal significa que os itens são processados e são movidos diretamente e sem interrupção (espera) de um processo para o próximo, uma peça cada vez.

Outro conceito importante para implementar *Lean* é o fluxo de uma peça (*One-Piece Flow*). O criador do *one-piece production* foi Henry Ford. Havia dois conceitos básicos para montagem de um carro. Um era manter o automóvel parado e os recursos (mão-de-obra e operadores) em volta na linha de montagem; o outro era manter parado os recursos e movimentar o automóvel. Inicialmente Ford adotou o primeiro conceito, mas notou que haviam desperdícios no processo de montagem como: desperdício de movimento dos funcionários, desperdício para encontrar os materiais, desperdício no transporte de materiais. Depois montou um processo, conectando com um cabo os automóveis na linha de montagem e então eram puxados através dos vários estágios da linha de montagem. Estas experiências trouxeram grandes resultados com redução de montagem de veículos de 13 horas para 50 minutos. Mas apesar do sucesso na época do *one-piece flow production* para operações na linha de montagem, suas máquinas operavam em grandes lotes (SEKINE, 1992).

O conceito básico é que não há necessidade de inventários entre os processos, para assegurar a não-ocorrência de paradas por falta de inventário, a não ser que a operação seguinte seja “gargalo”. Caso contrário, não tem lógica deixar material em fila antes da operação, a menos que essa operação processe múltiplas unidades simultaneamente. *One-piece flow* significa que a produção é orientada para o mercado e é essencialmente um esforço para redução de inventários, dentre outros benefícios, tais como qualidade e redução de espaço para processamento. As fábricas japonesas são projetadas para não se ter *WIP*, a menos que necessário, isto é, os gargalos são conhecidos e administrados. Todo esse esforço destina-se à eliminação dos desperdícios. Os erros de processamento também são reduzidos a fim de que reduza-se a quantidade de materiais *WIP* (SLACK, 2002).

3.1.10 Produção em pequenos lotes

Tem o objetivo de produzir de acordo com a demanda, com o objetivo de eliminar perdas por superprodução e despesas de estoque e flexibilizar a produção. Baseia-se na célere troca de ferramentas. Conforme Womack e Jones (1998), a produção em pequenos lotes eliminava os custos financeiros dos estoques e também viabilizava que o operador visualizasse os erros dos equipamentos quase que instantaneamente.

3.1.11 *Kaizen* / melhoria de atividades

São melhorias simples feitas pelos funcionários de linha de frente, direcionadas a certas ocasiões onde hajam perdas no processo. Segundo Womack e Jones (1998), pode-se atribuir pequenos reparos aos funcionários, controle da qualidade e, inclusive, reservar horários para que a equipe sugira medidas para melhorar o processo.

As primeiras utilizações de melhoria contínua foram através dos ciclos PDCA. Esse ciclo representa um movimento contínuo, sem fim. O PDCA é definido por Shiba et al (1993) como uma sequência de atividades cíclicas para melhorar as práticas das empresas. O PDCA envolve o planejamento, a execução, a verificação e a padronização e captura das lições aprendidas para o início de um novo ciclo (REALI, 2006).

O uso da ferramenta *Kaizen* está centrado nas atividades de melhoria nos processos e o nome japonês significa: Kai (mudança) e Zen (melhor) que significa “melhoria contínua” (IMAI, 1990). As discussões sobre os problemas a serem solucionados, são baseados em

dados de pequenas melhorias, rápidas e simples, mas com grandes vantagens competitivas sobre as grandes melhorias.

Para Sharma (2003), as atividades acontecem em eventos com curto período e com compromisso de altos resultados. Esta técnica é uma filosofia de trabalho e implementação com melhorias rápidas, improvisadas e contínuas. Ainda conforme o autor, para o sucesso do Evento *Kaizen* são necessários objetivos claros, processo de equipe, foco em curto prazo, investimentos baixos, rápidos e improvisados, além da utilização dos recursos disponíveis e com resultados imediatos.

Os objetivos e a escolha do *Evento Kaizens* devem estar alinhados com a estratégia global da organização, levantados previamente no Mapeamento da Cadeia de Valor Futuro. Esta ferramenta está baseada em trabalhos de equipes, formadas por vários níveis hierárquicos da organização, através de soluções simples e rápidas. No *Evento Kaizen* as equipes dedicam-se integralmente às atividades desenvolvidas e com poder de decisão (REALI, 2006).

As mudanças de curto prazo normalmente são rejeitadas pelas organizações. O evento *Kaizen* é uma ferramenta de implementação *lean* muito focada no esforço com poucos dias⁷. Normalmente, em um ambiente tradicional isto não ocorre, pois necessita-se de planejamento e de tomadores de decisão. Têm sido relatados muitos casos de sucesso de *Evento Kaizen* estruturado por empresas multinacionais e nacionais que utilizam a ferramenta, como Delphi, Multibrás, Eaton, Dabi Atlante, TGM e Click Automotive, entre outras. A composição dos times varia (4 a 12 elementos), contando com a participação dos membros de vários departamentos da empresa, como supervisores, gerentes, pessoal de suporte, operadores (REALI, 2006).

Inclusive, hoje em dia, conta-se com a presença de alunos de graduação, que agem como elemento surpresa, trazendo perguntas e questionamentos não inesperados. As iniciativas do *Evento Kaizen* dependem muito do poder e da autonomia dos times.

Para Rentes (2000) essa metodologia ajuda a transformar a organização e a difundir os conceitos do *lean manufacturing* por toda a organização, passando a ser uma metodologia de gestão de mudança organizacional.

Um dos pontos chaves na eliminação dos desperdícios está na formação de times de *empowerment*. Esse time é composto por pessoas de outras áreas. Uma vez definido o problema ou “muda” a ser analisado por um time por *Evento Kaizen*, os gerentes fornecem ao time a definição do problema, seu escopo, tempo e restrições.

⁷ Normalmente utiliza-se de 1 a 5 dias.

3.1.12 Procedimento de trabalho padrão

É a determinação de tarefas padronizadas para cada processo, a fim de que o tempo de ciclo médio seja sempre seguido, bem como a quantidade de material a ser utilizada (MONDEN, 1984 *apud* MIYAKE, 2002).

A padronização não é oriunda do Sistema Toyota. A padronização de operações para garantir a repetitividade, de forma a tornar-se eficiente é uma criação de Frederick Taylor, desde 1907 na ‘administração Científica’, com as folhas de instruções para a correta padronização da fábrica (KANIGEL, 1997).

De acordo com Monden (1994) os objetivos da padronização das operações são: obtenção de alta produtividade através do trabalho; obtenção do balanceamento de linha entre todos os processos em termos de produção; e somente uma quantidade reduzida de material em processo, denominada quantidade padrão de processo é manipulada pelos operários sem desperdícios de movimentação.

A padronização é transformada em documentos (folha de operações), com instruções de trabalho elaborada para cada etapa do processo produtivo, assim como tempos operacionais e rendimento planejado em termos de padrão de produção, devendo estar disponível e visível a todos os funcionários. As instruções de trabalho devem ser continuamente revisadas e melhoradas. A padronização de operações auxilia no treinamento de funcionários, principalmente os polivalentes e recém admitidos.

Para a Delphi (2003) *apud* Perin (2005) a padronização é a chave para a criação de um processo repetitivo. A escolha das melhores práticas e a capacitação dos funcionários contribuem para a definição e implementação de um processo padronizado que é aquele onde cada operador no processo produtivo tenha conhecimento sobre o que fazer, como fazer, e quando fazer. Os problemas são facilmente rastreados, detectados e ações são encaminhadas. Em um processo padronizado os desperdícios são facilmente identificados e eliminados ou minimizados.

Em uma operação padrão, uma seqüência é estabelecida de tarefas a serem seguidas pelos operadores que garantem o fluxo de peças e que satisfaçam o índice da demanda. A padronização é a chave para a criação de um processo repetitivo e estável quanto à qualidade e produtividade. Todos os envolvidos sabem o que fazer e quando fazer. As operações padronizadas garantem a sustentação dos ganhos com as melhorias. A melhor forma de padronização ocorre com a participação dos funcionários na elaboração do padrão. As

operações padronizadas precisam ser aplicadas em toda a cadeia de valor para assegurar um fluxo eficiente de material e de informação (TBM, 1999 *apud* REALI, 2006).

De acordo com Forrester (1995), a padronização das atividades cria relação entre as operações que adicionam valor ao produto e dão suporte para elas. Em toda empresa enxuta, o processo depende das pessoas, tornando-as mais participativas e flexíveis. A participação dos funcionários nos trabalhos de padronização é fundamental, pois estas pessoas adquirem capacidades para melhorar um processo existente. As melhores práticas passam a ser realizadas seguindo padrões. As equipes são responsáveis por desenvolverem folhas de operações padrão (documentação escrita e visual) para as operações, registrando detalhes de movimentos e o *layout* que compõem a operação.

Em muitas organizações a padronização não é valorizada em esforços direcionados ao aumento de produtividade, dessa forma muitos processos ainda não são devidamente padronizados podendo gerar desperdícios, elevando custos, por não reproduzir-se as melhores práticas (PERIN, 2005).

Para Delphi (2003) *apud* Perin (2005) analisar as perdas para eliminar os desperdícios não deve ser a primeira ação. A análise da perda se dá de cima para baixo. Neste caso, o trabalho não é conhecido cientificamente, permitindo falhas em apontamentos das paradas, onde os tempos apontados para as paradas são baseados em experiências dos operadores e não em estudo científico do significado de trabalho e da perda.

Para Delphi (2003) *apud* Perin (2005) é necessário primeiro conhecer com exatidão o trabalho. Nesta metodologia a análise é feita de baixo para cima com a definição de trabalho. Nesta metodologia não observa-se falta de tempo para justificar as perdas. Neste caso as perdas podem ser precisamente dimensionadas e atacadas.

Se um operador não conseguir realizar as tarefas conforme o trabalho-padrão, ou ele deve ser melhor treinado ou a folha de instrução precisa ser alterada (SPEAR; BOWEN, 1999). O trabalho padronizado, aliado à noção de operador multifuncional e *design* adequado assegura a flexibilidade necessária para atender a variações da demanda.

No Sistema Toyota de Produção, atinge-se a multifuncionalidade dos operadores pela rotação de trabalho ou revezamento, associado a um eficiente processo de treinamento *on-the-job*.

Segundo Abo (1994) esta prática foi adaptada nos Estados Unidos na forma de um programa de treinamento mais formal, utilizando manuais especiais vindos do Japão e adaptados às características da força de trabalho local.

3.1.13 Controle visual do processo

Permite a rápida e explícita visualização de como anda a produção a fim de que o gerenciamento do sistema seja mais ágil, com a apresentação de resultados prévios nos murais para que todos os funcionários possam acompanhar o processo. Na Toyota, utilizavam-se quadros eletrônicos luminosos para que todos os empregados conseguissem acompanhar o desempenho da produção (WOMACK; JONES, 1998).

Em uma fábrica *lean*, a gestão visual é fundamental. As pessoas começam o dia com um breve encontro e estabelecem metas para o dia. As informações sobre o dia são mostradas e é usual estabelecer metas hora a hora. O gerenciamento e as informações não são armazenadas em um computador ou gavetas de escritório. As informações fluem por meio de gráficos visuais sobre os trabalhos nas células, desempenho de qualidade, custo e desempenho nas entregas, dados de inventários, manutenção corretiva e desempenho das máquinas, bem como o status de treinamento pessoa a pessoa, com o progresso por indivíduo, além de medidas de desempenho das equipes. Em toda a fábrica, são mostrados os quadros de gestão a vista, por setor (ANDERSON, 2000).

Com o controle visual é possível em poucos minutos fazer um *tour* pelo “chão da fábrica”, saber o *status* das operações, o que está anormal, como os materiais estão fluindo, qual é a tarefa e qual será a tarefa da próxima operação. O aspecto chave do controle visual é medir o desempenho do “chão de fábrica” e acompanhá-lo através de um quadro onde são expostas as medidas das tarefas, para todos verem e entenderem. Essas medidas de desempenho devem ser criadas, monitoradas e controladas pelo pessoal da área. É muito importante que pessoas da área possam explicar como é gerenciada a performance e os seus responsáveis, além de ser imperativo que eles saibam melhorá-la. Somando-se a isso, é preciso que, quando tiverem a solução, tenham suporte para corrigir as ações (FELD, 2001).

O quadro visual serve para mostrar o desempenho e comunicar problemas. Normalmente um quadro é dividido em duas partes. Uma parte contém as medidas de desempenhos do “chão da fábrica” (programação, qualidade, tempo de ciclo, *takt time* etc). A outra parte contém uma seção de problemas que foram documentados pelos operadores. Esses problemas são revistos diariamente, impulsionando ações corretivas, a comunicação das soluções encontradas e o registro das ações mitigadas. O gerenciamento visual é importante, pois é uma forma de melhorar as atividades, medidas, o *status* dos desempenhos, problemas e visibilidade das regras operacionais (FELD, 2001).

3.1.14 Manutenção autônoma

Em manufatura, a manutenção autônoma pressupõe a divisão adequada entre produção e manutenção e capacita os operadores para a execução de tarefas simples de manutenção e inspeção (MIYAKE, 2002).

3.1.15 Manutenção Produtiva Total (MPT)

Busca envolver todos os níveis e funções da organização para maximizar o uso dos equipamentos de produção. Este método ajuda a ajustar com eficiência, os processos e equipamentos existentes, reduzindo-se erros e acidentes. Considerando que o departamento de manutenção é um centro de programa de MP, para Nakajima (1989), o MPT é um programa de manufatura projetado para maximizar a efetividade dos equipamentos através da participação e motivação dos trabalhadores.

Para Hayes (1988) as empresas precisam formar trabalhadores habilidosos e desenvolver a participação de todos para competir como empresas de classe mundial. Um dos aspectos chaves da MPT é a manutenção autônoma, onde os trabalhadores são treinados e preparados para tomar cuidado com os equipamentos e máquinas de seu uso.

Para a IM&C (2004), a MPT é um rigoroso processo de manutenção com envolvimento total, obtendo dados necessários, descobrindo as causas raízes e garantindo que os problemas não voltem a ocorrer. Além disso consegue antecipar problemas potenciais, através da manutenção preventiva. A MPT libera a empresa do ciclo vicioso de problemas.

A MPT envolve todo o sistema produtivo, desde o projeto da fábrica, construção da fábrica; em acidentes; defeitos e interrupções (manutenção preventiva); equipamentos à prova de erros (*poka-yoke*); para eliminar desperdícios de equipamentos, que funcionam mal; produção de produtos defeituosos devido a equipamentos, tornando a manutenção mais fácil (manutenção corretiva). Ainda projeta e instala equipamentos para que ocorram poucas necessidades de manutenção, e que os reparos dos equipamentos sejam rápidos (IM&C, 2004).

A meta do MPT é a eliminação total de todos os danos, incluindo paradas, *setup* de equipamento, e equipamento ineficiente. A meta é zero equipamentos parados e zero produtos defeituosos, que diminuem a capacidade produtiva e recursos de produção. Tsuchiya (1992) declarou que o *JIT* não pode se manter sem os fundamentos do MPT e outras atividades.

O “pai” do MPT Seiichi Nakajima disse, “no esforço por zero paradas, o MPT estimula também uma produção com zero defeito, produção *just-in-time*, além de dispositivos de automação confiáveis; sem o MPT, o TPS não funciona”. As máquinas e equipamentos precisam estar disponíveis no momento em que são requisitados (NAKAJIMA, 1989).

As empresas que adotaram MPT estão reduzindo as quebras em 50% - 70% na redução da perda de produção, 50-90% na redução de *set-up*, e 60% na redução de custos por unidade de manutenção (KOELSCH, 1993).

Para Ferrari et al (2002) as metas gerais do MPT são: máxima eficiência da planta; plano preciso de manutenção preventiva; a difusão da relevância da manutenção na empresa; a difusão da participação dos trabalhadores de qualquer nível; desenvolvimento da participação da gerência nos problemas e implementação em grupos pequenos.

Ainda conforme Ferrari et al (2002, p.18), o MPT tem vários passos fundamentais: eliminar as causas das perdas de produtividade. Normalmente são seis: a) quebras, atividades de *set-up*, micro paradas, velocidade de redução do valor nominal, defeitos para iniciar a planta, defeitos de qualidade; b) criação de um programa de manutenção autônoma (manutenção pelos operários); c) planos de manutenção preventiva; d) capacidade avançada dos trabalhadores em manutenção; e e) projeto de um sistema de gerenciamento da planta.

3.1.16 Pré-processamento

Também chamado de “processamento paralelo”, é o tratamento de produtos que aguardam operações em estoques intermediários, para diminuir o tempo de ciclo (MIYAKE, 2002).

Bhasin e Burcher (*apud* PERIN, 2005) recomendam que sejam aplicadas simultaneamente ao menos cinco ferramentas para o sucesso da implementação do Pensamento Enxuto.

3.1.17 5S

O 5S é um programa que procura reduzir desperdícios e melhorar a produtividade através de ordem na estação de trabalho e uso de melhoria visual para encontrar um resultado operacional consistente.

As tarefas diárias e as rotinas que mantém a organização e regularidade são essenciais para um fluxo eficiente das atividades. A implementação deste método começa com uma

“limpeza” nos locais de trabalho da organização e tipicamente a transformação começa no “chão de fábrica”.

O 5S é composto por cinco pilares, Organização (*Seiri*), Arrumação (*Seiton*), Limpeza (*Seiso*), Padronização (*Seiketsu*), e Disciplina (*Shitsuke*), uma metodologia que sustenta a organização, limpa, desenvolve e sustenta a produtividade do trabalho. O 5S encoraja os trabalhadores a melhorarem o local de trabalho, ensina a reduzir desperdícios, tempo ocioso de máquina, inventários de processos, padronizar operações (MONDEN, 1994).

CONCLUSÃO

O fato das organizações operarem em um ambiente dinâmico e global conduz a vários problemas de manufatura como por exemplo aumento na variedade de produtos e resposta rápida no atendimento ao clientes. Nas últimas décadas, as indústrias têm sofrido transformações, o que as obriga a mudar o comportamento e melhorar a performance de sua manufatura para se manterem competitivas. O notável crescimento da indústria japonesa e a globalização econômica têm sido apontadas como motivos da nova ordem na manufatura e das organizações.

Diante desse cenário competitivo, novos requisitos são essenciais para o sucesso competitivo das manufaturas. Além da necessidade de diversidade de produtos a serem oferecidos aos clientes, alteraram-se os requisitos em termos de qualidade, confiabilidade e velocidade com mínimo custo.

Os processos na área fabril são fáceis de se observar, tanto nos períodos de bom funcionamento como na ocorrência de problemas. O desperdício e o retrabalho são identificáveis de maneira clara, e o fluxo do material é tão importante que os equipamentos e as equipes de trabalho são dispostos no decorrer dele. Toda uma ciência de aperfeiçoamento dos processos industriais foi desenvolvida.

Grande parte dos esforços sobre o alinhamento das estratégias na operação estão voltados aos sistemas de Produção Enxuta. O sistema de Produção Enxuta é utilizado para gerenciar a produção de forma que a operação trabalhe almejando atingir maiores níveis de eficiência, eliminação de desperdícios, redução de custos, agregação de valor ao produto e atendimento as necessidades dos clientes.

Viu-se neste estudo que a Produção Enxuta engloba uma série de práticas e técnicas e tem como objetivo eliminar atividades que não agregam valor ou desperdícios através de melhoria contínua. Os desperdícios são classificados como: superprodução, espera, transporte excessivo, processos inadequados, inventário desnecessário, movimentação desnecessária e produtos defeituosos. Os princípios enxutos incluem entender o valor para o cliente, introdução do sistema puxado e a busca pela perfeição. Entre as principais técnicas é possível citar: Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping*), 5S, Fluxo Contínuo, Layout Celular, Sistema Puxado, entre outras.

Esta pesquisa contribuiu para a literatura de processo de desenvolvimento de produtos aprofundando a discussão sobre a utilização de princípios de melhoria originalmente adotados

nas práticas industriais de manufatura para melhoria também do processo de desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- ABO, T. **Hybrid Factory: The Japanese Production System in the United States**. New York: Oxford University Press, 1994.
- ALMEIDA, A.R.C. **Gestão operacional da qualidade: uma abordagem prática e abrangente no setor florestal**. Campinas: Editora da Unicamp, 2000.
- ANDERSON, B.A; LARCO, J.L. **Lean transformation – How to Change Your Business into a Lean Principles**. The Oaklea Press, Richmond, Virginia, 2000.
- ANDRADE, M. M. **Introdução e metodologia do trabalho científico**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- APTE, U.M; GOH, C-H. Applying lean manufacturing principles to information intensive services. **International Journal of Services Technology and Management**, v.5, n. 5/6, p.488-506, 2004.
- ARAÚJO, C.A.C. **Sistemas de Controle Lean para Fluxos Puxados e Nivelados**. São Paulo: Hominiss, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001:2000: Sistemas de gestão da qualidade: requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 19011: Diretrizes para auditorias de sistema de gestão da qualidade e/ou ambiental**. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- BONILLA, J.A. **Métodos quantitativos para a qualidade total na agricultura**. Contagem: Littera Maciel, 1995.
- BROCKA, B; BROCKA, M.S. **Gerenciamento da qualidade**. São Paulo: Makron Books, 1994.
- BUSINESS WEEK, Can anything stop Toyota? **Business Week**, 17 november, 2003.
- CAMARGO Jr., A.S. et. al. **Desenvolvimento de Produtos e processos: um Estudo de Caso do ERJ 170**. Mimeo. FEA USP: São Paulo, 2000.
- CAMPOS, V.F. **Controle da qualidade total: no estilo japonês**. Rio de Janeiro: Bloch, 1992.
- CASSARRO, A C. **Sistemas de informações para tomada de decisões**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1999.
- CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES - CTE **Programa de gestão da qualidade no desenvolvimento de projeto na construção civil**, São Paulo, 1997.
- COSTA, A.F.B; EPPRECHT, E.K; CARPINETTI, L.C.R. **Controle estatístico da qualidade**. São Paulo: Atlas, 2004.

DEGANI, C.M. **Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios**. 263p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

DELLARETTI FILHO, O. **As sete ferramentas do planejamento da qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Christino Ottoni, 1996.

DIAGNÓSTICO DA EMPRESA QUANTO A QUALIDADE. **Prodepapo, Informativo interno da qualidade**. Ano II, n. 01, p. 4, 20 jan. Belém, 2005. Disponível em: <http://www.prodepa.psi.br/sqp/pdf/PRODEPAPO_01%20ano%20II1.pdf>. Acesso em: 19 maio 2009.

EMILIANI, M.L. Improving business school courses by applying lean principles and practices. **Quality Assurance in Education**, v.12, n.4, p. 175-187, 2004.

FELD, W.M. **Lean Manufacturing** – Tools, Techniques and How to Use Them, The St. Lucie Press/APICS Series on Resource Management, USA, 2001.

FERRARI, E; PARESCHI, A; PERSONA, A; REGATTIERI, A, TPM: Situation and Procedure for a Soft Introduction in Italian Factories. **The TQM magazine**, v. 14, n. 6, 2002.

FORRESTER, R. Implications of Lean manufacturing for human resource strategy. **Work Study**, 44, 3, 1995.

GARVIN, D.A. What does “product quality” really mean? **Sloan Management Review**. Fall, 1984, p.25-43.

GARVIN, D.A. **Managing quality: the strategic and competitive edge**. New York: Free Press, 1988.

GARVIN, D.A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

GEROLAMO, M.C. **Proposta de sistematização para o processo de gestão da melhorias e mudanças de desempenho**. 165p. Dissertação (Mestrado) - Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

HARRINGTON, H.J. **Business process improvement** : the breakthrough strategy for total quality, productivity and competitiveness. New York: McGraw-Hill, 1991.

HAYES, R.H. Why Japanese Factories Work. **Harvard Business Review**, v. 59, n. 4, pp.56-66, 1988.

HINES, P; TAYLOR, D. **Going to Lean**. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School, 2000.

IMAI, M. **KAIZEN: a estratégia para o sucesso competitivo**. São Paulo: IMAM, 1990.

IM&C. **Workshop de árvore de perdas**. São Paulo, Brasil, 2004.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **About ISO:** introduction. 2005. Disponível em: <<http://www.iso.org/iso/en/aboutiso/introduction/index.html>>. Acesso em: 09.05.2011.

JUNQUEIRA, R.P. **Utilização de conceitos de células de manufatura no setor de pesponto (costura) em empresas de calçados.** 131 p. dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2006.

JURAN, J.M. **Juran na liderança pela qualidade.** São Paulo: Pioneira, 1993.

JURAN, J.M; GRZYNA, F.M. **Quality control handbook.** New York: McGraw-Hill, 1974.

JURAN, J.M; GRZYNA, F.M. **A qualidade desde o projeto:** Os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. São Paulo: Pioneira, 1992.

KANIGEL, R. **The Best Way, Frederick, Winslow Taylor and The enigma of efficiency,** USA. Ed. Viking, 1997.

KOELSCH, J.R. A dose of TPM: Downtime needn't be a bitter pill. **Manufacturing Engineering Magazine**, n. 4, v.110, p.63-66, 1993.

KUME, H. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade.** Trad. de D. I. Miyake. São Paulo: Gente, 1993.

LIKER, J.K. **O Modelo Toyota, Os 14 Princípios de Gestão do maior Fabricante do Mundo.** São Paulo: Bookman, 2006.

MALIK, A.M. **Avaliação, qualidade, gestão...** para trabalhadores da área de saúde e outros interessados. São Paulo: SENAC, 1996.

MANIVANNAN, S. Error Proofing Enhances Quality. **Manufacturing Engineering**, November, pp 99-104, 2006.

MIYAKE, D. Melhorando o processo: Seis Sigma e Sistema de Produção Lean. In ROTONDARO et al. **Seis Sigma – Estratégia Gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços.** São Paulo: Editora Atlas, 2002.

MONDEN, Y. **Toyota Production System – An Integrated Approach to Just-In-Time.** London: Chapman & Hall, 1994.

MONTEIRO, W.R. **Implementação da reengenharia de processos do negócio:** estudos de caso de organizações do Brasil. 137p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de economia, administração e contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.

MONTGOMERY, D.C. **Introduction to statistical quality control.** New York: John Wiley, 1985.

NADIER, David. Arquitetura Organizacional: Metáfora para Mudança. In: NADIER, David et al. **Arquitetura Organizacional.** Rio de Janeiro: Campus, 1993.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM** – Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC International sistemas Educativos Ltda, 1989.

NAZARENO, R.R. **Proposta de um método para a Concepção, Desenvolvimento, Implementação e Monitoramento de um Sistema de Produção Enxuta**, 2003. 167 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

OHNO. T. **The Toyota Production System: Beyond Large Scale Production**. Portland, Oregon: Productivity Press, 1988, p. 19-20.

PALADINI, E.P. **Gestão da qualidade no processo**. São Paulo: Atlas, 1995.

PAULA, A.T. **Avaliação do impacto potencial da versão 2000 das normas ISO 9000 na gestão e certificação da qualidade: o caso das empresas construtoras**. 158p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

PERIN, P.C. **Metodologia de padronização de célula de fabricação e de montagem, integrando ferramentas da produção enxuta no sistema de manufatura Delphi**. 228 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2005.

PONGELUPPE, P.C. **Modelo de indicadores de desempenho para micro e pequena agroindústria: multi-caso de laticínios**. São Carlos, 2002. 169p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos.

REALI, L.P.P. **Aplicação das Técnicas de Eventos Kaizen na Implantação de Produção Enxuta: Estudos de Casos em uma Empresa de Autopeças**, Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

RENTES, A.F. **Transmeth: Proposta de uma Metodologia para Condução de Processos de Transformação de Empresas**. 2000. 229 f. Tese (Livre Docência) – Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.

RODRIGUES, M.V. **Processo de melhoria nas organizações brasileiras**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

ROTHER, M; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo** – um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo. SP. Lean Institute Brasil, 2002.

SÁNCHEZ, A.M; PÉREZ, M.P. The use of lean indicators for operations management in services. **International Journal of Services Technology and Management**, v.5, n. 5/6, p.465-478, 2004.

SARRIÉS, G A. **Controle estatístico da qualidade para impurezas minerais em carregamentos de cana-de-açúcar**. Piracicaba, 1997. 88p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.

SARRIÉS, G.A; LAI REYES, A.E.; VICINO, S.R. **Qualidade total: diagrama de causa e efeito**. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/qualidade>>. Acesso: 09 maio 2011.

SASHKIN, M; KISER, K.J. **Gestão da qualidade total na prática: o que é TQM, como usá-la e como sustentá-la a longo prazo.** Rio de Janeiro: Campus, 1994.

SEKINE, K. **One Piece Flow – Cell Design for Transforming the Production Process.** Productivity Press, Portland, Oregon, 1992.

SENGE, Peter M. **The Fifth Discipline: The Arts and Practice of the Learnin Organization.** New York: Doubleday, 1990.

SHAH, R; WARD, P.T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of Operations Management**, v.21, p.129-149, 2003.

SHARMA, A; MOODY, P. E. **A máquina perfeita.** São Paulo, Prentice Hall, 2003.

SHIBA, S; GRAHAN, A; WALDEN, D; ASAY, D. **A new American TQM: four practical revolutions in management.** Portland: Productivity Press, 1993. cap. 1, p.3 -14: The evolution of the quality concept.

SHINGO, S. **Sistema de Produção com estoque zero.** Porto Alegre; Bookman, 1996.

SILVA JR, A.G; SCHIEFER, G; HELBIG, R. Sistema informatizado de gestão da qualidade: uma aplicação para a suinocultura na Alemanha. In: **I Congresso da SIB-Agro.** Belo Horizonte. 1997. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/trabalhos/ag97/w3w1130.htm>>. Acesso em: 09 maio 2011.

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura – Atingindo competitividade nas operações industriais.** São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N; CHABERS, S; HARLAND, C; HARRISON, A; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** Edição compacta. São Paulo: Atlas, 1999.

SPEAR, S; BOWEN, H. K. Decoding the DNA of the Toyota Production System. **Harvard Business Review**, september-october, p. 97-106, 1999.

STATA, Ray. Organization Learning: The Key to Management Inovation Sloan Management Review, **Spring**, Vol. 30, n. 3, 1989, pp. 63-74.

STONICH, Paul J. Time: The Next Strategic Frontier. **Planning Review.** November/December, v. 18, n. 6, 1990, pp. 46-48.

THIAGO, E.S. Acertos e equívocos do uso da marca ISO. **Revista Banas**, ano XII, n.125, p. 70-72, out. São Paulo, 2002.

TOLEDO, J.C; CARPINETTI, L.C.R. Gestão da qualidade na fábrica do futuro. In: **A fábrica do futuro.** São Paulo: Banas, 2000.

TREIN, F.A. **Análise de melhoria de layout de processo na indústria de beneficiamento de couro.** Dissertação (mestrado) – Programa de Pós Graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

TRINDADE, C; REZENDE, J.L.P; JACOVINE, L.A.G; SARTORIO, M.L. **Ferramentas da qualidade:** aplicação na atividade florestal. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000.

TSUCHIYA, S. **Quality Maintenance, Zero Defects Through Environment Management.** Productivity Press, Portland, Oregon, 1992.

VALLS, V.M. O enfoque por processos da NBR ISO 9001 e sua aplicação nos serviços de informação. **Ciência da informação.** Brasília, v.33, n. 2, p.172-178, maio/ago, 2004.

VIEIRA, S. **Estatística para a qualidade:** como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

WALLER, J; ALLEN, D; BURNS, A. **Manual de gerenciamento da qualidade:** como desenvolver e redigir um manual bem-sucedido para os sistemas de gerenciamento da qualidade. São Paulo: Makron Books, 1996.

WOMACK, J.P; JONES, D.T; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** Tradução de Ivo Korytovski. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

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

WOMACK, J.P; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas:** elimine o desperdício e crie riquezas. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e Priscilla Martins Celeste. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WORLEY, J.M; DOOLEN, T.L. The role of communication and management support in a lean manufacturing implementation. **Management Decision**, v.44, n.2, p. 228-245, 2006.

YU, Abraham Sin O. **Estratégia de testes no desenvolvimento de produtos:** um estudo das dependências probabilísticas. Tese (Livre-Docência) Administração. Universidade de São Paulo: São Paulo, 2003.