



## **O USO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (MPT) COMO FERRAMENTA GERADORA DE PRODUTIVIDADE E AGILIDADE PARA A LOGÍSTICA ENXUTA**

**Cristian Mendes Donadel (UFSC)**  
crisdonadel@hotmail.com

**Edson Marco Canassa Junior (UFSC/UniPD)**  
canassa@gmail.com

**Carlos Manuel Taboada Rodriguez (UFSC)**  
taboada@deps.ufsc.br

*Com o desafio de melhorar a agilidade e produtividade das empresas num mercado mundial, explanamos neste artigo como a união da visão gerencial da Logística com o pensamento enxuto do Sistema Toyota de Produção (STP), e a aplicação das ferramentas deste, como a Manutenção Produtiva Total (MPT), podem criar um diferencial competitivo voltado para a Logística Enxuta.*

*Palavras-chaves: Logística Enxuta; Sistema Toyota de Produção; Manutenção Produtiva Total.*

## Introdução

No mercado global e dinâmico que vivemos nesse século, as empresas devem buscar cada vez mais seus diferenciais competitivos, novas tecnologias e metodologias utilizadas a nível mundial, pois apenas as mais ágeis e produtivas conseguirão continuar concorrendo no mercado mundial.

Uma metodologia muito utilizada atualmente é a Logística Enxuta, que une o gerenciamento da logística empresarial com os princípios do pensamento enxuto do Sistema Toyota de Produção - STP (em inglês *Toyota Production System - TPS*) como resultado disso é a queda nos custos e as melhorias nos equipamentos, produtos e processos, onde no desenvolver desse artigo explicaremos melhor. É então estabelecida uma cultura organizacional voltada à prevenção com o fortalecimento da motivação e a participação de todos nos objetivos comuns da organização.

Dentro das ferramentas do STP, destaca-se a Manutenção Produtiva Total - MPT (em inglês *Total Productive Maintenance - TPM*), onde visa à maximização da eficiência dos equipamentos e processos, que é obtida através de pequenos grupos de trabalho e implementação de atividades de manutenção (WIREMAN, 1991).

O objetivo desse artigo é argumentar sobre o pensamento enxuto do STP, relatar sobre a Logística Enxuta e suas etapas, introduzir as ferramentas do MPT e finalmente conclui-se como a utilização do MPT na logística interna das empresas pode aumentar a agilidade e produtividade com seus processos enxutos.

## Referencial Teórico

### Pensamento enxuto e o Sistema Toyota de Produção - STP

A forma genérica do termo “enxuto” foi popularizada pelos seus maiores divulgadores, pesquisadores do Programa Internacional de Veículos a Motor (*International Motor Vehicle Programme - IMVP*) do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (*Massachusetts Institute of Technology - MIT*). Seus projetos focaram no desempenho significativo entre o ocidente e as indústrias automotivas japonesas de um conjunto de 52 fábricas em 14 países num período de cinco anos, principalmente na Toyota Co. assim surgindo o nome de Sistema Toyota de Produção. As hipóteses de pesquisas subsequentes envolveram desde a percepção de produção enxuta de Liker (1996) que diz: “uma filosofia que quando implementada reduz o tempo desde o pedido do cliente até a entrega por eliminação de fontes de desperdício no fluxo produtivo” (BHASIN & BURCHER, 2006).

Várias técnicas e ferramentas foram desenvolvidas do STP, como cita Bhasin e Burcher (2006): melhoria contínua ou *kaizen*; produção celular; *kanban*; simples pedaços do fluxo necessitam estar em operação; exercícios de mapeamento de processo são requeridos; redução de lead-time por mudanças simples nos dados (*SMED*); mudanças de passos ou *kaikaku*; desenvolvimento de fornecedores; redução da base de fornecedores; cinco “S” e gerenciamento visual; manutenção produtiva total (que dissertaremos neste artigo); e noções de valores e os setes desperdícios (onde explicamos esses desperdícios no decorrer do artigo). Propriamente o *JIT - Just in Time* e as técnicas do Gerenciamento Total da Qualidade (*Total Quality Management - TQM*) foram focos desenvolvidas dessa filosofia.

Segundo Hines *et al.* (2004) a evolução do pensamento enxuto pode ser explicada em forma de tabela, apresentada na Tabela 1.

Fases	Datas	Foco	Processo de Negócios Chaves	Principais autores
Consciência	1980 – 1990	Custos e técnicas <i>JIT</i>	Somente manufatura e chão de fábrica	Shingo (1981, 1988) Schonberger (1982,1986) Monden (1983) Ohno (1988) Mather (1988)
Qualidade	1990 – Meio 1990	Custos, treinamento e promoção, <i>TQM</i> , reengenharia de processos	Gerenciamento de materiais e manufatura	Wormack <i>et al.</i> (1990) Hammer (1990) Stalk e Hout (1990) Harrison (1992) Andersen Consulting (1993, 1994)
Qualidade, Custo e Distribuição	Meio 1990 – 2000	Custos, processos bases para o suporte ao fluxo	Cumprimento de pedidos	Lamming (1993) MacBeth e Ferguson (1994) Womack e Jones (1994, 1996) Rother e Shook (1998)
Sistemas de valor	Depois de 2000	Valor e custo, estratégias táticas, integração da cadeia de suprimentos	Cumprimentos desenvolvimento de nodos produtos	e Bateman (2000) de Hines e Taylor (2000) Holweg e Pil (2001) Abbas <i>et al.</i> (2001) Hines <i>et al.</i> (2002)

Fonte: Adaptado de Hines, Holweg e Rich (2004)

Tabela 1 – A evolução do pensamento enxuto

### Logística Enxuta

A logística aproveita esses pensamentos enxutos para eliminar seus desperdícios.

Taiichi Ohno *apud* Jones *et al.* (1997) define as sete principais formas de desperdício, como atividades que adicionam custos e nenhum valor as empresas: produção de bens não ordenados, esperas, retificação de enganos, excesso de processamento, excesso de movimento, excesso de transporte e excesso de estoque.

Esses principais desperdícios podem ser diretamente aplicados em toda a cadeia de produção, onde em cada processo logístico pode-se fazer um estudo, onde está acontecendo esses desperdícios e evita-los ou elimina-los. Segundo Jones *et al.* (1997) otimizar cada parte da cadeia de suprimento isolada não conduz para uma solução de menor custo. De fato é necessário olhar a seqüência inteira de eventos, desde o pedido inicial de matéria prima do primeiro cliente, e continuar todas as sucessivas etapas de produção e distribuição de produtos até o cliente final.

Embora toda a produção enxuta influencie virtualmente todos os aspectos dos processos da logística enxuta desde os pedidos e manufaturas até os transportes e as distribuições físicas, para se assegurar deve fazer uma análise refinada do impacto das estratégias da logística enxuta no sistema logístico como um todo (WU, 2002).

Womack e Jones (1996) estudaram as transformações dos sistemas de distribuição da parte americana da Toyota, onde criaram uma figura com os processos da Logística Enxuta, onde os autores adaptaram para a Figura 1.

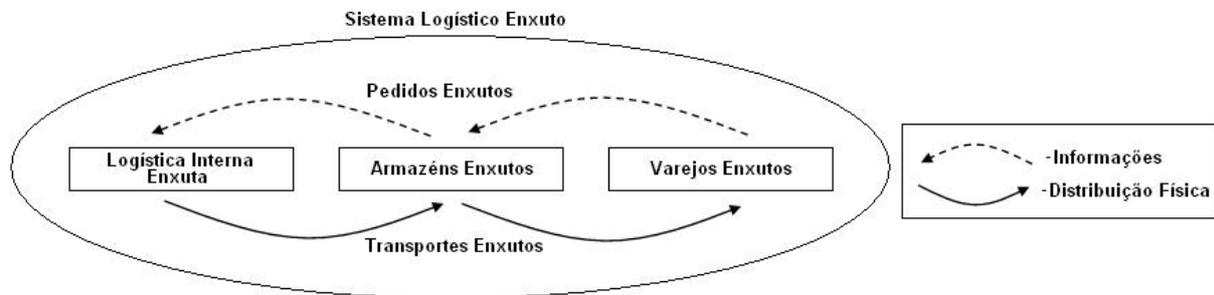


Figura 1 – Processos da logística enxuta adaptado pelos autores

Onde cada processo do sistema logístico enxuto pode-se aplicar esses pensamentos enxutos do STP, nesse artigo temos o objetivo de focar somente neste processo de logística interna enxuta com a utilização da Manutenção Produtiva Total. Este artigo utiliza o conceito de Chan (2005) onde logística interna é todo o processo de movimentação e fluxo de produtos, materiais e informações internos da empresa.

## Manutenção Produtiva Total - MPT

### Conceitos e importância

Segundo Tavares (1996), no MPT busca-se a melhor taxa de utilização dos equipamentos, a avaliação dos custos totais dos equipamentos em função do tempo e da incidência das intervenções no custo de seus ciclos de vida, a extensão das intervenções em outras áreas (particularmente a operação) e a participação de todos na busca de melhorias de produtividade.

Nakajima (1988) define como a filosofia de manufatura que enfoca e valoriza o relacionamento efetivo dos operadores com o equipamento e suas funções, tendo em vista a eliminação total de perdas.

Podemos citar também que o MPT define a relação entre a produção e a manutenção, para melhoramento contínuo da qualidade dos produtos, eficiência operacional, capacidades, garantias e segurança (TSAROUHAS, 2007).

De acordo com o Instituto Japonês de Engenharia de Fábrica (*Japanese Institute of Plant Engineers – JIPE*), define-se MPT como um termo base de uma estratégia de manutenção projetada para maximizar a eficiência dos equipamentos por estabelecer um compreensivo sistema de manutenção da produção cobrindo toda a vida útil dos equipamentos, controlando todos os campos relacionados aos equipamentos (planejamento, uso e manutenção) e o que está envolvendo cada um deles. Descrevendo todo o relacionamento da sinergia entre todas as funções organizacionais e assim promover a manutenção produtiva através de um gerenciamento motivacional e voluntário em pequenos grupos de atividades (SHARMA *et al.*, 2006).

Podemos observar que o MPT tem como objetivo melhorar a eficácia da organização através

das pessoas que a compõe, qualificando-as e fazendo com que participem mais ativamente nos seus processos, conservando seu equipamento e sugerindo melhorias tanto nas máquinas quanto nas formas de produção. Isso exige da organização um grande investimento nas pessoas, sendo elas o seu maior patrimônio, preparando-as para atuarem em organizações cada vez mais sofisticadas e automatizadas, com métodos de gestão participativa.

Dessa forma, com o treinamento e desenvolvimento do potencial de cada colaborador dentro da organização, o pessoal de operação começa a executar tarefas mais básicas de conservação, antes praticadas pelo pessoal de manutenção, como a limpeza, re-lubrificação e re-aperto. Por sua vez, o efetivo de manutenção passa a executar tarefas de cunho mais técnico, como por exemplo, diagnósticos de condições de equipamentos através da manutenção preditiva.

Segundo Suzuki *apud* Tondato & Fogliatto (2005) o *JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance – Instituto Japonês de Manutenção e Indústrias)* a filosofia de MPT tem cinco princípios básicos: (i) criar uma organização que maximize a eficiência dos sistemas de produção; (ii) gerenciar a planta como uma organização que evite todo o tipo de perda (tendo como meta zero acidentes, defeitos e avarias) ao longo de toda a vida do sistema de produção; (iii) envolver a todos os departamentos na implantação do TPM, incluindo desenvolvimento de produto, vendas e administração; (iv) envolver a todos, desde a alta administração aos operários da planta, em um mesmo objetivo; e (v) orientar as ações visando atingir a meta de “Zero perdas” apoiando-se, para tanto, nas atividades dos pequenos grupos de trabalho (grupos de melhorias).

De acordo com Tavares (1996) todos os conceitos de MPT apresentados até aqui, podemos definir um significado mais amplo para as letras que compõe esta sigla, da seguinte forma:

- M = Manutenção, conservando os objetivos atingidos de preservação dos equipamentos e dos processos produtivos, mantendo os sistemas de produção em condições ideais;
- P = Produtiva, no sentido da busca contínua da eficiência máxima da organização como um todo, alcançando a perda zero;
- T = Total, nos sentidos de eficiência global, do ciclo total de vida útil dos equipamentos e dos sistemas de produção e da totalidade da abrangência desta filosofia, alcançando todos os níveis da organização.

Como já visto, o MPT busca trabalhar atuando diretamente nos desperdícios da organização, partir do princípio que todos os desperdícios são na verdade oportunidades de ganho, e que devido a isso todas as organizações tem, dentro de sua própria fábrica, “tesouros” escondidos na forma de perdas.

Segundo Bhasin & Burcher (2006), depois de grande pesquisa entre os principais autores e pesquisadores, comentam que são estes os sete tipos de desperdícios sugeridos por eles: (i) produção extra; (ii) esperas; (iii) transportes; (iv) processos inapropriados; (v) estoques; (vi) movimentos desnecessários; e (v) defeitos.

A partir do momento que a organização passa atuar nesses desperdícios, ela começa e desenterrar o “tesouro” que possui dentro de si própria, que são os ganhos pela eliminação dessas perdas.

Vemos assim que o MPT tem por base a mudança da organização a partir da mudança e melhoria de seus recursos humanos e de seus equipamentos. Seu objetivo maior, segundo Pinto & Nascif (1998) é desenvolver a eficácia da empresa através de maior qualificação das pessoas e melhoramentos introduzidos nos equipamentos. Também prepara e desenvolve

pessoas nas organizações aptas para conduzir as fábricas do futuro, dotadas de automação.

O MPT tem como conceito básico a reformulação e a melhoria da estrutura empresarial a partir da reestruturação e melhoria das pessoas e dos equipamentos, com o envolvimento de todos os níveis hierárquicos e a mudança da postura organizacional (TAVARES, 1996).

### Histórico

O MPT tem sua origem no Japão, por volta do final da década de sessenta, na empresa Nippon Denso KK, integrante do grupo Toyota.

Segundo Tavares (1996), considera-se que o MPT seja uma evolução da Manutenção Preventiva (*Preventive Maintenance - PM*), que foi desenvolvido nos Estados Unidos para promover a manutenção do sistema de produção. O MPT foi introduzido e aprimorado no Japão na seguinte ordem cronológica:

- 1950 – Manutenção Preventiva: Técnica inicialmente adotada, que parte do princípio de que intervenções feitas no momento adequado evitando quebras inesperadas e aumentando a vida útil do equipamento. Faz-se aqui uma analogia a medicina preventiva, sendo que assim como o homem consegue controlar sua saúde através de exames periódicos e assim aumentar seu tempo de vida, assim também fazendo o controle da “saúde” dos equipamentos a manutenção preventiva era considerada a medicina dos equipamentos;
- 1957 – Manutenção com Melhorias: Desenvolvimento da manutenção preventiva, com a introdução de artifícios que facilitassem a manutenção a aumentassem a confiabilidade nos equipamentos;
- 1960 – Prevenção contra Manutenção: Consiste em incorporar ao projeto dos equipamentos a não necessidade de manutenção dos mesmos, ou seja, projetar equipamentos que não necessitem de manutenção;
- 1970 – Manutenção Produtiva Total: Devido às condições de economia globalizada e competitividade cada vez mais acirrada entre as companhias, estas se vêem obrigadas a eliminar desperdícios, obter as melhores performances de seus equipamentos, reduzir as intervenções em seus equipamentos, redesenhar o quadro com as habilidades necessárias de seus colaboradores tanto de produção quanto de manutenção, alterando sua forma de trabalho.

### Implantação e especificações

O projeto de implantação do MPT é de fundamental importância para que a organização aproveite de forma mais efetiva os seus ativos, que são seus equipamentos, colaboradores, processos e insumos.

De nada vale para uma organização possuir todos estes itens acima citados se a forma de gestão não for otimizada para que se possa extrair o máximo possível destes recursos.

Normalmente, pela experiência prática que se tem obtido, o método de gestão MPT tem como prazo de implantação uma média que vai de dois a três anos desde os passos iniciais até a sua consolidação na organização. Segundo Nakajima (1988), segue basicamente doze passos: (i) comprometimento da alta administração; (ii) divulgação do método; (iii) definição do comitê responsável pelo projeto; (iv) determinação das políticas e metas básicas; (v) definição do plano diretor; (vi) início propriamente dito da implantação; (vii) instrução dos operadores; (viii) definição de procedimentos pelos grupos de trabalho; (ix) escolha de equipamentos

pilotos para medição de eficácia; (x) desenvolvimento da manutenção autônoma; (xi) medição de resultados; (xii) realização de auditoria e realização do MPT em seu estado máximo.

Dentro destas doze etapas de implantação busca-se a sustentação dos chamados “pilares do MPT”. Estes pilares, segundo Tondato e Fogliatto (2005) são a fundações básicas que sustenta a estrutura de filosofia do MPT. Além disso, o MPT fortalece a empresa através do melhoramento contínuo das habilidades das pessoas e do desempenho de seus equipamentos. Os pilares que sustentam essa filosofia são oito: (i) melhoria de cada equipamento buscando elevada eficiência individual; (ii) manutenção autônoma; (iii) manutenção planejada; (iv) capacitação e treinamento de todos os envolvidos; (v) controle inicial do equipamento; (vi) manutenção da qualidade dos procedimentos desenvolvidos; (vii) busca da eficiência das áreas administrativas envolvidas; (viii) preservação da segurança, higiene e meio-ambiente.

Para que estes oito pilares sejam completamente implantados, é preciso muito treinamento das pessoas envolvidas. Os operadores precisam estar munidos de capacidade para realizar as tarefas básicas de manutenção de seus próprios equipamentos, de forma espontânea. O efetivo de manutenção tem que ser especializado a ponto de realizar atividades de manutenção mais sofisticadas, acompanhando a evolução dos equipamentos, que hoje operam baseados em sistemas mecatrônicos. Por fim, o departamento de engenharia precisa ser completamente capaz de planejar, projetar e desenvolver equipamentos que não necessitem de manutenção.

Devemos neste ponto ressaltar o fato de que quando falamos que o equipamento não necessita de manutenção, não indica que ele nunca vai parar de trabalhar. O conceito de quebra zero é o de que o equipamento não pode parar durante o período em foi planejado para que ele estivesse produzindo.

#### Exemplos de resultados obtidos

Como exemplo de resultados obtidos por estas organizações, podemos citar a experiência do consultor Lima (2007), da empresa *Advanced Consulting & Training*, como os seguintes:

- Para a produção a elevação da Eficiência Global da Produção (OPE) em 80% a 100%, elevação da Eficiência Global dos Equipamentos (OEE) em 150% a 200% e redução da taxa de falhas em 90%;
- Para a qualidade a redução do índice de defeitos em 90% e redução do número de reclamações dos clientes em 85%;
- Quanto aos custos uma redução do custo de conversão em 30% e de manutenção em 60%;
- No nosso ponto de vista da logística enxuta, a redução do estoque de produto acabado e inacabado em 50% e redução do *lead time* em 30%;
- Quanto à segurança temos a redução do número de acidentes sem afastamento em 90%, a eliminação total dos acidentes com afastamento e eliminação total dos acidentes ambientais;
- E finalmente quanto à moral dos funcionários temos um aumento do número de sugestões espontâneas de 5 a 10 vezes e redução do nível de absenteísmo.

Além destes fatores relevantes na consideração da implantação de um projeto desta magnitude, temos também que consideram os efeitos intangíveis do MPT, que entre outros são, segundo Nakajima (1988), a consolidação do controle autônomo, ou seja, as pessoas passam a ter uma visão de que “do meu equipamento cuido eu”, sem a necessidade de ordens superiores. Outro grande efeito intangível proporcionado pelo MPT é a criação de um local de trabalho mais saudável para os próprios operadores de máquina, e como consequência disso a

imagem da empresa é passada também a seus visitantes, o que se reflete futuramente nas atividades comerciais da organização.

## Conclusão

O desenvolvimento do MPT na organização abre vários flancos de oportunidade, tanto de aproveitamento de recursos internos quanto de crescimento de mercado. Isso se deve ao fato de que o MPT proporciona a organização uma maior variedade de seus produtos, pois com a otimização dos tempos de troca de formato e maior aproveitamento dos recursos do próprio equipamento, os lotes de fabricação podem ser menores e específicos para atender a nichos específicos de mercado.

Os custos, dessa forma, são sempre decrescentes, impulsionados pela qualificação das pessoas e a busca contínua de melhorias, levando os equipamentos a um estágio de quebra zero, tornando os processos cada vez mais capazes e confiáveis.

Conforme podemos observar, o projeto se torna completamente viável, pois proporciona um retorno a curto/médio prazo excelente, trazendo benefícios não só monetários para a empresa, mas também um melhor ambiente de trabalho, mais limpo e organizado.

Nos casos exemplificados por Pintelon, Pinjala & Verecke (2006) em seu artigo, concluem que em empresas produtoras de remédios, baterias, manufaturas de alumínio e montadoras de automóveis, indicam que a manutenção, se gerenciada corretamente, pode contribuir para o aumento da competitividade da empresa. Em seu estudo, mostra que empresas que buscam um equilíbrio para a excelência em todas as suas funções desempenhadas obtiveram significantes melhorias de produtividade e agilidade.

Todo esse pensamento enxuto aumenta a competitividade da empresa com ganhos na eficiência da produção. Segundo Bhain & Burher (2006) dois terços das companhias disseram que geraram vantagens estratégicas, com aumentos significados na participação no mercado, relacionamento com seus clientes e aumento na qualidade.

Ainda segundo Tsarouhas (2007), em seu artigo comprovou que a MPT pode acrescentar em produtividade, melhoria na qualidade dos produtos, melhoria na saúde e segurança dos trabalhadores envolvidos, redução nos custos produtivos, melhoria no desempenho entre operador e máquina, revelação dos pontos fracos e prioritários para mudanças, economia de recursos naturais e energéticos, e redução nas esperas de entregas.

Os resultados empresariais obtido pelos trabalhos de Sharma *et al.* (2006), afirmam que os encurtamento dos *lead-times* promovidos pela MTP, aumentou a competitividade em termos de entregas e flexibilidade, pois assim ficou mais fácil entregar múltiplos produtos ou versões de produtos. Acrescentou na eficiência do desempenho (de 81% para 89%), reduzindo as necessidades de estoques. Citando também que a implantação do MTP na empresa, aumenta a disponibilidade, a eficiência da produção e melhora a qualidade dos produtos.

Portando podemos observar que implementando o MTP nas empresas, temos uma melhoria na sua produtividade e agilidade, com técnicas do pensamento enxutos em todo o processo de movimentação e fluxo de produtos, materiais e informações internos da empresa, ou seja, fazendo uma logística interna enxuta, sendo um de seus diferenciais para tornar-la mais competitiva no mercado mundial. Devemos sempre lembrar segundo os grandes pesquisadores de logística e cadeias de suprimentos Bowersox, Closs & Cooper (2002) que a redução dos custos logísticos totais serão resultados de uma diminuição de estoques, redução de custos de armazenagem e aumento da produtividade e agilidade de toda a cadeia produtiva,

não somente de uma empresa ou processo isolado, com somente a sua logística interna enxuta. As empresas devem não só melhorar sua produtividade e agilidade interna, mas deve-se buscar em toda sua cadeia produtiva um diferencial para seus clientes (WU, 2002).

## Referências

- BHASIN, S. & BURCHER, P.** *Lean viewed as a philosophy*. Journal of Manufacturing Technology Management. Vol. 17, n. 1, p. 56-72, 2006.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. & COOPER, B. M.** *Supply Chain Logistics Management*. New York: McGraw-Hill, 2002.
- CHAN, J. W. K.** *Competitive strategies and manufacturing logistics: An empirical study of Hong Kong manufacturers*. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. Vol. 35, n. 1, p. 20-43, 2005.
- HINES, P.; HOLWEG, M. & RICH, N.** *Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking*. International Journal of Operations & Production Management. Vol. 24, n. 10, p. 994-1011, 2004.
- JONES, D. T.; HINES, P. & RICH, N.** *Lean Logistics*. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. Vol. 27, n. 3/4, p. 153-173, 1997.
- LIKER, J. K.** *Becoming Lean*. New York: Free Press, 1996.
- LIMA, R.** Site: *Advanced Consulting & Training*; www.advancedsystem.com.br; acessado em 03/04/2007.
- NAKAJIMA, S.** *Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*. Cambridge: Productivity Press, 1988.
- PINTELON, L.; PINJALA, S. K. & VEREECKE, A.** *Evaluating the effectiveness of maintenance strategies*. Journal of Quality in Maintenance Engineering. Vol. 12, n. 1, p. 7-20, 2006.
- PINTO, A K & NASCIF, J.** *Manutenção: função estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.
- SHARMA, R. K.; KUMAR, D. & KUMAR, P.** *Manufacturing excellence through TPM implementation: a practical analysis*. Industrial Management & Data Systems. Vol. 106, n. 2, p. 256-280, 2006.
- TAVARES, L. A.** *Excelência na manutenção: estratégias para otimização e gerenciamento*. Salvador. Casa da Qualidade, 1996.
- TONDATO, R. & FOGLIATTO, F. S.** *Manutenção Produtiva Total na Indústria de Processos Gráficos*. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre, RS – ABEPRO – PUCRS, 2005.
- TSAROUHAS, P.** *Implementation of total productive maintenance in food industry: a case study*. Journal of Quality in Maintenance Engineering. Reviews and Case Studies. Vol. 13, n.1, p. 5-18, 2007.
- WIREMAN, T.** *Total Productive Maintenance: An American Approach*. New York: Industrial Press Inc, 1991.
- WOMACK, J. P. & JONES, D. T.** *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated (Hardcover)*. New York: Free Press, 2003.
- WU, Y. J.** *Effective Lean Logistics Strategy for the Auto Industry*. The International Journal of Logistics Management. Vol. 13, n. 2, p. 19-38, 2002.