

Área temática: Operações

Manutenção Produtiva Total – MPT – Estudo e proposta de implantação piloto no setor de armazenagem de uma cooperativa agrícola da região Noroeste do Rio Grande do Sul

AUTORES

JÚLIO CESAR VALANDRO SOARES

UNIJUÍ - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul
julioces@unijui.tche.br

SANDRO CESAR DIAS

UNIJUÍ - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul
cesardias@detec.unijui.tche.br

CASIUS DA SILVA SANTOS

UNIJUÍ - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul
casius@universia.com.br

Resumo

Este trabalho trata da Manutenção Produtiva Total – MPT enquanto um instrumento de competitividade organizacional frente a desafios empresariais contemporâneos, procurando descrever e analisar uma implantação piloto deste instrumento no setor de armazenagem de uma cooperativa agrícola. Para tal, a partir de um modelo de implantação da MPT já estabelecido, proposto por Wyrebski (1997), procurou-se construir um alternativo adaptado ao contexto e as circunstâncias do estudo. De posse deste modelo alternativo, procedeu-se a implantação piloto da MPT no objeto de estudo supracitado (setor de armazenagem da cooperativa agrícola), onde, a partir da qual, se pôde estabelecer algumas análises e inferências acerca de tal experiência, destacando-se a o papel relevante e o apoio que a gerência deve, efetivamente, assumir quando da implantação de programas desta natureza. Palavras chave: Manutenção, cooperativas, armazenagem.

Abstract

This work deals with the *Total Productive Maintenance* - TPM while an instrument of organizational competitiveness front the enterprise challenges contemporaries, looking for to describe and to analyze an implantation pilot of this instrument in the sector of storage of an agricultural cooperative. For such, from a model of implantation of established TPM already, considered for Wyrebski (1997), it was looked to construct alternative suitable to the context and circumstances of the study. From ownership of this alternative model, it was proceeded implantation pilot of TPM in the object of above-mentioned study (sector of storage of the agricultural cooperative), where, from which, if it could establish some analyses and inferences concerning such experience, being distinguished it the excellent role and the support that the management must, effectively, to assume when of the implantation of programs of this nature.

Key Words: Maintenance, cooperatives, storage

1. Introdução

Atualmente a necessidade de agilidade imposta às organizações demanda cada vez mais eficácia na tomada de decisões por parte destes, e tem levado a mutabilidades organizacionais constantes. Certamente toda esta dinâmica que se apresenta, exige, portanto

uma maior efetividade nas atividades operacionais. Segundo Brito e Pereira (2003), a globalização da economia mundial leva a um constante aumento na competitividade organizacional. Isto coloca em contraste idéias e concepções que aumentam a produtividade, garantindo com isto maior qualidade e redução dos custos às organizações. Portanto, a utilização de sistemas de gestão eficientes que possam potencializar a utilização dos recursos nos processos produtivos se traduz como condição *sine qua non* à performance organizacional neste contexto recém colocado.

Diniz e Távora Junior (2004) descrevem que durante décadas a produção em massa Fordista foi referência para as indústrias do mundo todo. Todavia, a inadequação desse sistema de produção ao novo quadro econômico de mercados fragmentados e demanda volátil permitiu o ressurgimento de formas de produção que privilegiam a flexibilidade em seus modos de trabalho e a diferenciação de produtos no atendimento às preferências individualizadas dos consumidores. Esse novo quadro no mercado mundial surge com as mudanças; o desaparecimento do crescimento regular e estável da demanda e a maior exigência dos clientes, determinando a necessidade da substituição do paradigma da produção em massa para a produção flexível, com o critério central da produtividade passando a ser a rapidez de resposta da empresa às mudanças impostas pelo mercado. Desta forma, com o passar dos anos a concorrência aumentou no mercado mundial e a situação agravou-se em 1973 quando ocorreu a crise do petróleo, seguida de recessão, afetando empresas de todo o mundo. Com a alta competitividade, muitas companhias passaram a envidar esforços para melhorar a qualidade, a produtividade e reduzir custos; ao mesmo tempo, surgem estratégias e programas para que as empresas optem como utilizá-las. Junto a isso muitas empresas sentem a necessidade da máxima eficiência dos equipamentos para estabilizar o seu processo produtivo. Na década de 1970 surgiu no Japão a MPT - Manutenção Produtiva Total-, sendo conhecida no cenário brasileiro em 1986. Neste sentido, Diniz e Távora Junior (2004) alertam que o baixo desempenho dos equipamentos pode resultar em refugo, produtos defeituosos e em uma menor vida útil, ocasionando uma freqüente substituição de equipamentos. Sendo assim, durante a década de 1970, face aos avanços na área de qualidade no Japão, resultado final dos esforços de recuperação após a Segunda Guerra Mundial, surgiram novas demandas nas estratégias para a manutenção das suas plantas industriais. Como resposta veio a proposição da MPT – Manutenção Produtiva Total.

Souza e Lima (2003) destacam que as empresas de classe mundial, aquelas que buscam a excelência nos serviços e produtos de sua competência, perseguem sempre inovações e procuram estar na vanguarda da aplicação da tecnologia no seu processo produtivo e, principalmente, na gestão do seu maior patrimônio, que são os seus colaboradores internos e externos. Estas empresas buscam nos departamentos de manutenção, conforme os autores, os resultados positivos de desempenho do seu sistema produtivo para garantir ganhos em produtividade e qualidade, simultaneamente a uma redução de custos de manutenção. Desta forma, a manutenção passa a ser considerada como uma função estratégica, que agrega valor ao produto.

Chiochetta, Hatakeyama e Marçal defendem que na atual conjuntura competitiva, quando se busca a inserção, no mundo globalizado do comércio, da pequena e média empresa, a questão manutenção tem fator preponderante na redução de custos. Essa matéria deveria ser tratada como investimento e não como despesa, pois, além de manter determinado bem em funcionamento, mantém também o processo produtivo - razão de existir da organização. Algumas empresas de médio e/ou pequeno porte, no entanto, não têm estabelecido seus processos de manutenção por entenderem ser “complicado e caro”, quando, na verdade, é relativamente simples e, deveria ser encarado, como já dito, como investimento. Os autores acrescentam que a manutenção, assim, é considerada estratégica para as organizações, pois ela garante a disponibilidade dos equipamentos e instalações com confiabilidade, segurança e

dentro de custos adequados. De acordo com a tendência que vem crescendo, entender o tipo de manutenção adequada para cada organização é fator de sucesso, garantia de otimização nos processos e, por conseguinte, à atividade auferir lucros, ou seja, não apenas garantir a sobrevivência das organizações, mas possibilitar-lhes crescimento e expansão.

Neste sentido, este artigo busca descrever e analisar uma implantação piloto da MPT no setor de armazenagem de uma cooperativa agrícola. Para tal, a partir de um modelo de implantação da MPT já estabelecido, proposto por Wyrebski (1997), procurou-se construir um alternativo adaptado ao contexto e as circunstâncias do estudo. De posse deste modelo alternativo, procedeu-se a implantação piloto da MPT no objeto de estudo supracitado (setor de armazenagem da cooperativa agrícola), onde, a partir da qual, se pôde estabelecer algumas análises e inferências acerca de tal experiência.

2. A organização

A cooperativa agrícola situada na região Noroeste do RGS, foi fundada em 20 de julho de 1957, por agricultores que tinham em mente um ideal cooperativista e basicamente dois problemas para resolver: o combate às formigas e as dificuldades de armazenagem e comercialização do trigo. No final daquele ano a cooperativa já teve seu primeiro armazém construído com muito sacrifício, para armazenar 4.000 toneladas de trigo colhido na safra de 1957/58.

A partir daí a cooperativa começou a crescer rapidamente e expandiu-se por toda Região Noroeste do Rio grande do Sul. Construiu o primeiro armazém de fundo inclinado (em “V”) do País, com a capacidade para 45.000 toneladas estáticas de cereais a granel. A cooperativa envolveu-se também nos transportes “carga pesada”, recuperando vagões em desuso da Rede Ferroviário Federal S/A (RFFSA), num total de 70 lastros, com o que dinamizou o transporte de grãos para o porto de Rio Grande.

O setor de armazenagem da cooperativa foi o local onde se realizou a pesquisa. Este setor presta serviços de: recebimento, conservação e expedição de grãos. Atualmente este setor possui um quadro funcional de quarenta e dois colaboradores, sendo distribuídos nas seguintes funções: um responsável geral pelo setor; dezenove operadores de máquinas; cinco operadores de secador; cinco amostradores e doze ajudantes.

Na cooperativa o processo de recebimento de grãos tem início quando o associado faz amostragem do produto, verificando assim o grau de umidade e a impureza. O próximo passo é realizar a pesagem na balança eletrônica, informando o peso bruto, para, posteriormente, proceder a descarga do grão na moega (espaço físico destinado a armazenar o grão). Depois do grão descarregado na moega é realizada a pesagem de saída (tara), e emitida a nota fiscal de entrega do produto.

3. Manutenção – Aspectos Conceituais e Relevância

Na luta pela sobrevivência no mercado, as empresas procuram constantemente realizar intervenções para aprimorar o desempenho de suas operações (HIPKIN e DE COCK, 1999). Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994), manutenção é: “Combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”. Kardec e Nascif (1998) definem manutenção como: “Garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custo adequados”.

Autores como Tsang (1999), complementam que os dispêndios com manutenção têm respondido por parte significativa dos orçamentos operacionais das empresas, envolvendo elevados investimentos nas instalações, máquinas e equipamentos. O monitoramento do desempenho das operações de manutenção representa, portanto, uma preocupação central na

gestão dessas organizações. Ainda, “antes que alguma coisa possa ser medida é preciso defini-la” (TSANG, 1999). A percepção tradicional da manutenção associa-a ao reparo de itens que deixaram de exercer suas funções de atendimento ao processo produtivo. Essa abordagem corresponde a uma manutenção de postura reativa: é a manutenção após a falha ou corretiva. Conforme Tsang (1999), uma abordagem mais recente é a que define a manutenção como “todas as atividades desenvolvidas para preservar um item ou restaurar suas condições para o estado físico requerido, visando o atendimento de sua função produtiva”. Assim, a função manutenção passa a incluir atividades de caráter pró-ativo, como inspeções de rotina ou periódicas, substituições preventivas de componentes, e monitoramento da condição das máquinas. Segundo este autor, “quando a dimensão estratégica é considerada, as tomadas de decisões que determinarão os requisitos futuros de manutenção devem também atingir o domínio das operações de manutenção”. Decisões sobre substituição de equipamentos e alterações de projeto para aprimorar a confiabilidade e a manutenibilidade seriam exemplos pertinentes.

Ao destacar peculiaridades nacionais, Xenos (1998) chama atenção que, apesar de a manutenção de equipamentos e instalações industriais estar sendo praticada há anos, em muitas empresas brasileiras é surpreendente o fato de com frequência encontrar-se pessoas envolvidas com as atividades de manutenção que não conhecem a essência das suas próprias atividades profissionais e acabam se atrapalhando com termos relacionados com a própria área de manutenção. Além disso, o não entendimento claro e uniforme das principais atividades de manutenção e também da forma de pensar, que se constituíram em funções básicas utilizadas por muitos tempos nas organizações, serviram para gerar uma submissão das atividades de manutenção a funções sem muita importância. Embora pareçam sem efeito, estas desconsiderações sobre as principais atividades de manutenção podem custar muito para a organização, pois podem levar a práticas de manutenção ineficientes e inadequadas, gerando um custo maior e, por decorrência, impactar negativamente no desempenho de processos produtivos.

Britto e Pereira (2003) destacam que a manutenção dos equipamentos inclui atividades relacionadas com o tratamento de falhas, inspeções, reparos, investigações das causas e também estabelecimento de contramedidas para sua reincidência. Estas atividades devem ser esporádicas e não podem se transformar na principal função do setor de manutenção. As falhas podem ser um bom negócio para empresas que vivem de assistência técnica e de mão-de-obra, porém, para organizações que precisam de seus equipamentos para produzir bens e serviços, é preocupante.

Ao destacar a pertinência do planejamento da manutenção, Slack, Chambers e Johnston (2002) enfatizam que a manutenção bem planejada traz alguns benefícios para a produção como segurança melhorada, confiabilidade aumentada, qualidade maior, custos de operação mais baixos, tempo de vida mais longo, valor final mais alto e podem assim ser definidos:

- Segurança melhorada: instalações mantidas de forma adequada têm menos probabilidade de serem imprevisíveis;
- Confiabilidade aumentada: leva menos tempo perdido em conserto de equipamentos;
- Qualidade maior: equipamentos com baixa manutenção têm grande propensão a render mais;
- Custos de operações mais baixos: muitos equipamentos funcionam melhor quando recebem manutenção com periodicidade;
- Tempo de vida mais longo: cuidar da limpeza e lubrificação prolonga o ciclo de vida dos equipamentos;
- Valor final mais alto: equipamento bem conservado tem aceitação mais rápida no momento de comercializá-lo.

Chareonsuk et al. (1997) e Ferreira et al. (2003) afirmam que, a despeito do tipo de sistema de produção, o que se deseja é minimizar o custo e maximizar a confiabilidade do sistema de modo a se ter o maior aproveitamento desse. Com este objetivo, deseja-se que as intervenções dos sistemas se dêem na iminência de uma falha, a fim de que não sejam feitas intervenções desnecessárias que incorram em diversos custos adicionais, porém não proporcionem um nível de confiabilidade muito baixo. Assim, uma decisão quanto à política de manutenção a ser adotada reclama a observação simultânea de ambos os fatores: custo e a confiabilidade. Além do mais, estes dois aspectos são suficientes para que se possa confrontar duas visões que satisfazem interesses distintos dentro de uma organização. De acordo com os autores, a visão mais técnica, que pode ser representada através da probabilidade de falhas e a visão financeira que, representada pelo custo, dá uma idéia de quanto está sendo gasto nas ações de manutenção e se é viável ou não adotar-se uma política de substituição.

Em discussão acerca da aplicação da metodologia RCM (*Reliability Centered Maintenance*) na busca do aumento da eficiência e confiabilidade de processos produtivos, Souza e Lima (2003) salientam que a confiabilidade é considerada um atributo de projeto e a manutenção tem a missão de manter este atributo. Nas empresas de classe mundial, as intervenções para manutenção nos equipamentos são vistas como uma oportunidade de se aumentar a confiabilidade de projeto. Com estas questões, concluem os autores, manter a disponibilidade das máquinas com confiabilidade operacional, passou a ser um dos fatores que contribuem para uma maior competitividade das empresas, neste mercado cada vez mais competitivo e globalizado.

As atividades de manutenção, comenta Marçal (2004), existem para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções nas quais foram projetadas. Porém, a degradação do mesmo é inevitável, pois são causados pelo tempo de uso e desgaste natural. A manutenção pode desempenhar um papel importante na melhoria da produtividade, melhorando sua forma de gerenciamento e evitando problemas de relacionamento entre os vários departamentos de uma empresa, deixando de ser visto como um mal necessário. O gerenciamento das atividades da manutenção não deve ter seu escopo reduzido apenas para manter as condições originais dos equipamentos. As atividades de melhoria requerem ações específicas tanto em nível técnico como gerencial (MARÇAL, 2004).

Portanto, a manutenção dos equipamentos bem planejada traz benefícios relevantes para a organização, pois pode reduzir as paradas nos equipamentos, aumentando o rendimento, tornando-os mais produtivos através do seu funcionamento constante. Além disso, aumenta-se o ciclo de vida dos equipamentos gerando mais efetividade para a organização. Também um equipamento bem conservado tem valor venal maior, tem uma aceitação mais rápida em caso de venda, pois está em melhores condições de uso. Diante destas considerações, percebe-se que uma gestão adequada da manutenção pode se constituir em importante fator de competitividade organizacional, sobretudo para organizações mais sensíveis à confiabilidade de seus equipamentos. Sendo assim, admitindo esta relevância da gestão da manutenção enquanto desempenho organizacional, parece razoável supor a pertinência de avaliações desta atividade.

4. Manutenção – Evolução Histórica e Tipificações

Belmonte et alli (2005) expressam que ao longo dos anos, a atividade de manutenção tem passado por inúmeras mudanças. Tais alterações são conseqüências da diversidade de instalações, equipamentos e edificações que surgem numa escala bastante grande. Os projetos são mais complexos e, juntamente com essa complexidade, novas técnicas de manutenção estão surgindo. As organizações também estão encarando a atividade de manutenção de uma maneira responsável. Para Kardec e Nascif (1998), citados pelos autores, o homem tem reagido rápido a estas mudanças. Com essa postura, a preocupação quanto às falhas de

equipamentos e conseqüentemente problemas causados no longo prazo ao meio ambiente, a conscientização está atrelada na relação manutenção e qualidade, ambos aplicados à confecção de um produto. Essas alterações estão afetando vários níveis hierárquicos dentro de uma organização, desde gerentes, engenheiros e supervisores, até os funcionários em nível operacional.

A forma de fazer manutenção nas empresas evoluiu de um estágio primário, calcado em ações eminentemente corretivas, para estágios mais avançados onde a atividade passa a ser tratada de forma mais planejada e estratégica. A história da manutenção mostra que, em pouco mais de 100 anos, ela evoluiu de sua condição inicial de “socorro” para permitir a continuidade da produção, após uma quebra, para uma necessidade de produção, ou seja, uma ferramenta que confere confiabilidade a um processo produtivo (ASSIS, 1997). Em curto espaço de tempo, o Socorro passa a ser uma Manutenção Corretiva, que evolui para uma Manutenção Preventiva, em seguida para uma Manutenção Preditiva, até a criação da TPM (*Total Productive Maintenance*) ou Manutenção Produtiva Total.

Até a década de 1950, a Manutenção era Corretiva ou de Emergência, também conhecida como a Manutenção de Quebra (SLACK, 1999), que apenas corrige o defeito declarado. Neste tipo de manutenção, de baixa confiabilidade, não há tempo para preparação do serviço, o departamento de manutenção é comandado pelos equipamentos, a produtividade é baixa, o tempo médio entre falhas (TMEF) é baixo, a qualidade do serviço é inconstante e, em decorrência, o custo é alto. Para remediar estas características, e aumentar a confiabilidade, garantir mais constância de qualidade, aumentar a produtividade e o TMEF, na década de 50, a manutenção passa a ter caráter preventivo, atuando em intervalos pré-planejados na limpeza, lubrificação, substituição e verificação das instalações. Há dois tipos de Manutenção Preventiva: a baseada em tempo ou sistemática e a baseada em estado ou condição (CABRAL, 1998).

Na década de 60, a Manutenção torna-se Preditiva, ocorrendo somente quando é necessária, o que permite a continuidade da produção pelo maior tempo possível. A prevenção das falhas é feita por meio do monitoramento das condições, com as máquinas e equipamentos em operação. As características desta manutenção são: prediz as condições dos equipamentos, detecta o mau funcionamento e planeja a intervenção, reduz o custo por evitar paradas desnecessárias, exige aparelhos de medição e instrumentação, inspeção simples com observações freqüentes, aumenta a disponibilidade, aumenta confiabilidade, qualidade mais constante, aumenta produtividade, melhora competitividade e aumenta o TMEF.

No início da década de 70, no Japão, surge a Manutenção Produtiva Total – MPT (XENOS, 1998) criada e desenvolvida dentro das concepções do Sistema Toyota de Produção (STP) com a filosofia de eliminar os desperdícios, envolver todos os funcionários e aprimorar continuamente as técnicas e pessoas envolvidas (ASSIS, 1997).

Júlio Nascif Xavier (2003) considera bastante adequada a seguinte classificação em função dos tipos de manutenção:

- Manutenção Corretiva: É a atuação para correção de falha ou do desempenho menor que o esperado. É oriunda da palavra “corrigir”. Pode ser dividida em duas fases:

a) Manutenção Corretiva não Planejada – correção da falha de maneira aleatória, ou seja, é a correção da falha ou desempenho menor que o esperado após a ocorrência do fato. Esse tipo de manutenção implica altos custos, pois, causa perdas de produção e, em conseqüência, os danos aos equipamentos é maior;

b) Manutenção Corretiva Planejada – é a correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo, detectivo ou até mesmo pela decisão gerencial de se operar até ocorrer a falha. Pelo seu próprio nome “planejada”, indica que tudo o que é planejado tende a ficar mais barato, mais seguro e mais rápido.

- Manutenção Preventiva: É a atuação realizada para reduzir falhas ou queda no desempenho,

obedecendo a um planejamento baseado em períodos estabelecidos de tempo. De acordo com Xavier (2003) um dos segredos de uma boa preventiva está na determinação dos intervalos de tempo. Como, na dúvida, temos a tendência de sermos mais conservadores, os intervalos normalmente são menores que o necessário, o que implica paradas e troca de peças desnecessárias.

- Manutenção Preditiva: É um conjunto de atividades de acompanhamento das variáveis ou parâmetros que indicam a performance ou desempenho dos equipamentos, de modo sistemático, visando a definir a necessidade ou não de intervenção. Para Xavier (2003), quando a intervenção, fruto do acompanhamento preditivo, é realizada, está se fazendo uma Manutenção Corretiva Planejada. Esse tipo de manutenção é conhecido como CBM — CONDITION BASED MAINTENANCE — ou Manutenção baseada na condição. Essa manutenção permite que os equipamentos operem por mais tempo e a intervenção ocorra com base em dados e não em suposições.

- Manutenção Detectiva: A manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção ou comando, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Um exemplo clássico é o circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital. Se houver falta de energia e o circuito tiver uma falha o gerador não entra. À medida que aumenta a utilização de sistemas automatizados nas operações, mais importante e mais utilizado será, garantindo a confiabilidade dos sistemas (XAVIER, 2003).

- Engenharia de Manutenção: Xavier (2003) discorre que Engenharia de Manutenção “é o conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida”. Ou seja, é deixar de ficar consertando — convivendo com problemas crônicos —, mas melhorar padrões e sistemáticas, desenvolvendo a manutenibilidade, dar feedback ao projeto e interferir tecnicamente nas compras.

Segundo Chiochetta, Hatakeyama e Marçal (2004), quem só faz a manutenção corretiva continua “apagando incêndio” e alcançando péssimos resultados. Desta forma, a organização que utilizar a manutenção corretiva, mas incorporando a preventiva e a preditiva, rapidamente estará executando a Engenharia de Manutenção. Apregoam os autores que a manutenção empresarial deve, pois, estar voltada prioritariamente para o aumento da disponibilidade e da confiabilidade. A manutenção precisa propiciar condições de evitar todas as falhas não previstas, ou seja, a atividade de manutenção deve ser o suporte para que não haja necessidade de manutenção emergencial. No entanto, nos dias de hoje, no Brasil, ainda, é muito operante a manutenção corretiva — boa parte dos colaboradores das organizações, envolvidos em manutenção, ainda se sentem realizados quando executam uma boa manutenção corretiva.

Xenos (1998) acrescenta que as atividades de manutenção estão limitadas à recolocação do equipamento em suas condições originais. Porém, num sentido mais amplo, as atividades de manutenção devem envolver a modificações das condições originais dos equipamentos através de melhorias para evitar a ocorrência ou reincidência de grandes perdas na produção, reduzindo sensivelmente os custos e aumentando a produtividade. O autor salienta que a manutenção pode ser centralizada e descentralizada. A manutenção centralizada ocorre quando todas as operações são planejadas e organizadas por apenas um departamento. A oficina é centralizada e as equipes de manutenção atendem todos os setores ou unidades da organização. Segundo o autor, estas duas formas podem ocorrer nas organizações, porém a descentralização não sobrecarrega as equipes de manutenção, implicando na manutenção autônoma pelos próprios operadores. Cabe destacar ainda, que centralização da manutenção pode ser hábil quando há uma boa coordenação de pessoal, pois isto pode reduzir custos, graças ao aproveitamento eficiente dos serviços centralizados, porém isto se torna benéfico se a manutenção mantiver um bom entrosamento com a produção. Por outro lado, Xenos coloca que a manutenção descentralizada é denominada por áreas, quando se divide a fábrica em

setores ou áreas, as quais ficam com a responsabilidade de determinadas equipes de manutenção. Em atividades de natureza diversa, como a manutenção de forno, laminação e usinagem, torna-se mais racional a especialização das equipes e conseqüentemente a descentralização.

A partir desta contextualização histórica, pode-se tipificar as formas de manutenção construídas desde as formas seminais, como a manutenção corretiva, até as de vanguarda como a Engenharia de Manutenção e a MPT. Este trabalho, tendo como foco precípua o estudo e proposta de implantação piloto da MPT, dedica um tópico específico a esta forma de fazer manutenção.

5. Manutenção Produtiva Total (MPT) – Considerações Gerais

O TPM – Total Productive Maintenance, traduzido no Brasil como “Manutenção Produtiva Total”, é um programa onde todos desenvolvem atividades de melhoria contínua nos equipamentos e processos. A maximização da eficiência dos equipamentos e processos é obtida através de pequenos grupos de trabalho e implementação de atividades de manutenção autônoma (WIREMAN, 1998). Segundo o JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance – Instituto Japonês de Manutenção de Indústrias), o TPM é definido a partir de 5 objetivos principais (SUZUKI, 1993): (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).

A Manutenção Produtiva Total (TPM) é definida, segundo Nakajima (1998) como “(...) a manutenção produtiva realizada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos”, onde a manutenção produtiva é “(...) gestão de manutenção que reconhece a importância de confiabilidade, manutenção e eficiência econômica no projeto de fábricas”. A TPM visa estabelecer uma boa prática de manutenção na produção através da perseguição das “cinco metas da TPM”: 1) Melhorar a eficácia dos equipamentos; 2) Realizar manutenção autônoma; 3) Planejar a manutenção; 4) Treinar todo o pessoal em habilidades de manutenção relevantes; 5) Conseguir gerir os equipamentos logo no início (DIAS, 2001). Conforme Britto e Pereira (2003), a Manutenção Produtiva Total (MPT) é um método usado em empresas japonesas para melhorar a manutenção preventiva. Inicialmente o termo “manutenção totalmente produtiva” foi introduzida pela *General Electric* no início dos anos 50. Porém, não se obteve sucesso, tendo sido negligenciada. A manutenção totalmente produtiva foi redescoberta por uma empresa japonesa denominada Nippon Denso Co LTDA, uma das integrantes do grupo Toyota pioneira na implantação do MPT.

De acordo com Tondato e Fogliatto (2005), o TPM é um programa que procura maximizar a operação da manufatura com a participação total dos operários na manutenção dos equipamentos, através de pequenos grupos de atividades. A maximização da eficiência deve ser alcançada minimizando as perdas nos processos. Para dar sustentação a essas metas, o programa TPM é dividido em atividades denominadas “8 pilares de sustentação do programa TPM” (Figura 1).

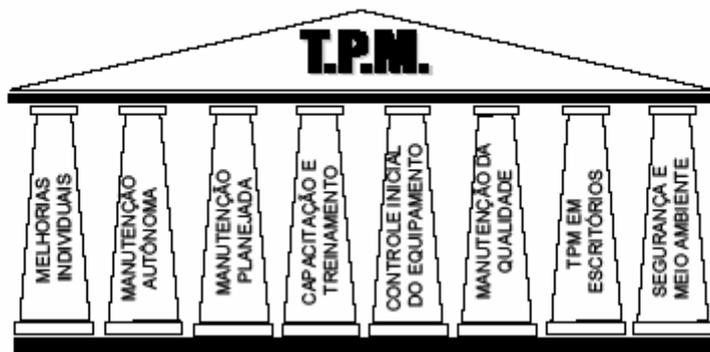


Figura 1 – Os 8 pilares do programa TPM

Toda essa metodologia envolvendo a Manutenção Produtiva Total teve início em 1950 nos Estados Unidos e após 10 anos o Japão evoluiu para a manutenção do sistema de produção. Em 1970 a MPT foi formatada no estilo japonês. O primeiro prêmio foi concedido em 1971 para uma empresa do grupo Toyota Nippon Denso Co. Ltda. Estes conceitos de Manutenção Produtiva Total começaram a serem inseridos no Brasil a partir de 1986 (WYREBSKI, 1997). Yoshicazem apud Britto e Pereira (2003) corroboram esta cronologia, ao menos em parte, sustentando que o MPT ou a Manutenção Produtiva Total surgiu no Japão, por volta de 1971, através do aperfeiçoamento de técnicas de manutenção preventiva, manutenção do sistema de produção, prevenção da manutenção e engenharia de confiabilidade, visando à falha zero e quebra zero dos equipamentos paralelamente com o defeito zero nos produtos e perda zero nos processos

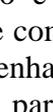
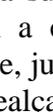
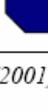
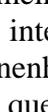
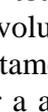
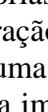
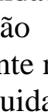
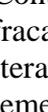
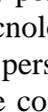
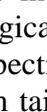
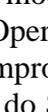
De acordo com Brito e Pereira (2003), a partir do surgimento do Japão para o mundo como uma potência mundial, esta metodologia começou a ser percebida por empresários de outros países, e isto fez com que pessoas buscassem explicações para tal crescimento. Neste caminho a manutenção produtiva total foi uma das explicações para tal evolução do Japão como potência. Suas principais características, de acordo com Kmita (2003) são: respeito individual e total participação dos empregados, melhorias direcionadas para operadores, operador detecta e soluciona falhas, integração da operação com a manutenção, atuação da autônoma do operador no equipamento que opera, operador é responsável pelo “seu equipamento”, a manutenção dos meios de produção deve ser preocupação de todos, máxima eficiência do sistema de produção, aumenta a disponibilidade, aumenta a confiabilidade, buscar zero acidentes, qualidade mais constante, buscar zero defeitos, buscar zero quebra/falha, aumenta produtividade, melhora a competitividade, aumenta o TMEF.

Para ALMEIDA & SOUZA (2001) a MPT é uma filosofia e possui algumas linhas mestras como principais agregadoras e direcionadoras para as suas ações. Estas linhas mestras de ação são denominadas de pilares da MPT; são elas:

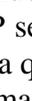
- Pilar Educação e Treinamento; o objetivo deste pilar é capacitar os funcionários;
- Pilar Controle do Ciclo de Vida: quando se avalia o ciclo de vida de um produto;
- Pilar Melhorias Específicas: conjunto de atividades que busca obter a eficiência máxima dos equipamentos pela utilização plena de suas respectivas funções e capacidades.
- Pilar Manutenção Autônoma: o processo tem como foco o desenvolvimento das habilidades dos operadores, de forma que os mesmos tenham domínio sobre os seus equipamentos;
- Pilar Manutenção Planejada: desenvolve os mantenedores de forma que os mesmos possam estabelecer um sistema de manutenção mais efetivo;
- Pilar Segurança e Meio Ambiente: este pilar vem ao encontro do atendimento às exigências da sociedade no tocante à segurança de instalações e do meio ambiente;

- Pilar Manutenção Qualidade: definição de parâmetros, métodos para avaliar a interferência que as condições operativas dos equipamentos têm na qualidade do produto;
 - Pilar Controle Administrativo: aspectos administrativos que interferem na produção.
- ANTUNES (2002) faz uma análise dos inter-relacionamentos entre os diferentes subsistemas do STP e demonstra a importância da MPT no STP na Tabela 1:

Tabela 1: Interação entre os Subsistemas do Sistema Toyota de Produção

	S1	S2	S3A	S3B	S3C	S4
Influência de S1 em						
Influência de S2 em						
Influência de S3A em						
Influência de S3B em						
Influência de S3C em						
Influência de S4 em						

Fonte: ANTUNES (2001) Legenda:

 Interação Forte
 Interação moderada
 Interação fraca
 Nenhuma interação
 S1: Quebra-Zero (MPT)/ S2: Defeito-Zero (CQZD/Automação)/S3A: TRF- Troca Rápida de Ferramentas/S3B: Operação-padrão/S3C: layout celular e produção em fluxo unitário/S4: sincronização e Melhorias Contínuas.

Da Tabela 1, percebe-se que a MPT (S1) tem uma forte interação com o subsistema de zero-defeito (CQZD/Automação), de *layout* celular e produção de fluxo unitário e com o de Sincronização e melhorias Contínuas; moderada com o subsistema de Troca Rápida de Ferramenta e com interação fraca com Operação-padrão. Não existe nenhum subsistema que a MPT não tenha nenhuma interação comprovando o seu papel relevante na estrutura do STP. Diante disso, para que a implementação do STP seja eficaz, é mister a compreensão dos seus subsistemas e como estão inter-relacionados para que as ações não tenham efeitos isolados.

Como descreve Wyrebski (1997), a manutenção é uma atividade que deve ser executada, na sua totalidade, pelo indivíduo que está trabalhando com o equipamento. No entanto com a evolução tecnológica os equipamentos incorporaram crescentes graus de complexidade, justamente na perspectiva de incrementar o desenvolvimento organizacional, o que vem a realçar a acuidade com tais equipamentos. Neste sentido, pode-se destacar que a Manutenção Produtiva Total tem como objetivo principal maximizar a vida útil dos equipamentos através da minimização das paradas, procurando potencializar, desta forma, o rendimento destes equipamentos, o que, observando o contexto supracitado, confere um *status* importante a este programa.

6. Procedimentos metodológicos

Tomando por base Gil (2002), esta pode ser classificada, segundo seus objetivos, em: pesquisa exploratória, ou seja, foram desenvolvidos questionamentos com os trabalhadores e responsáveis pela área de armazenagem da cooperativa, na perspectiva de buscar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito, conforme descreve Gil (2002). Também se enquadra como descritiva, pois se buscou identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos, neste caso a implantação da MPT, no setor de armazenagem, mais precisamente envolvendo o equipamento tomador hidráulico.

Utilizando-se do mesmo autor, porém agora com base nos procedimentos utilizados, esta pesquisa pode ser classificada como pesquisa bibliográfica, em que foram utilizados dados secundários extraídos de publicações que abordam a temática deste trabalho, destacando-se as publicações de Xenos (1998), de Brito e Pereira (2003) e de Wyrebski (1997). Ainda nesta perspectiva, esta pesquisa pode ser enquadrada como pesquisa-ação, pois como coloca Thiollent (1985) apud Gil (2002), esta é um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema e no qual os pesquisadores e participantes representativos estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo, como de fato acabou se concretizando ao longo da implantação da MPT. Neste sentido, conforme já comentado anteriormente, a implantação piloto pretendida teve como base o modelo de implantação sugerido por Wyrebski (1997), ilustrado na Tabela 2.

Fases	Atividades	Tempo
Introdução	-Formar grupo de TPM -Divulgar conceitos -Definir objetivos	5 dias.
Desenvolvimento	- Identificar gargalos -Definir equipamento Piloto -Elaborar plano de manutenção autônoma -Aplicar medições mensais -Realizar avaliações dos resultados	15 dias.
Conclusão	-Desenvolver um padrão de 10 dias TPM -Divulgar os resultados -Realizar correções	

Fonte: Adaptado de Wyrebski (1997)

Tabela 2 – Modelo de implantação da MPT adaptado de Wyrebski (1997)

7. Aspectos da implantação da Manutenção Produtiva Total na COTRIJUI

Inicialmente deve-se salientar que a efetiva implantação da Manutenção Produtiva Total não se consolidou na sua plenitude na cooperativa, por questões de cronograma. Justifica-se tal limitação à medida que se tratava de um trabalho de conclusão de curso de graduação, que tinha prazos formais a serem respeitados, o que restringiu o avanço mais efetivo do trabalho. Ressalta-se, neste sentido, que a proposta de implantação foi concebida com base nestes prazos formais. Entretanto, algumas contingências, comentadas a seguir, impediram que tal proposta se concretizasse na íntegra. Acrescenta-se ainda, nesta perspectiva, que própria literatura apregoa que o tempo de preparação a implantação de programas desta natureza varia de três a seis a seis meses, e o tempo de consolidação dos

resultados de dois a três anos (WYREBSKI, 1997). Porém, a proposta deste trabalho, adaptada de Wyrebski (1997), era de implantação piloto num período mais reduzido, no caso, três meses, conforme já destacado. Mesmo assim, não foi possível galgar resultados mais efetivos, ficando a implantação piloto prejudicada, fato que será comentado a seguir.

A implantação da manutenção produtiva total iniciou-se na primeira semana de dezembro de dois mil e quatro com a implantação da metodologia da Manutenção Produtiva Total para o tombador hidráulico, procurando com isso reduzir as quebras e melhorar a manutenção autônoma. Uma dificuldade importante encontrada foi a de não conseguir envolver todos os trabalhadores da área de armazenagem da cooperativa, pois dezembro, janeiro e fevereiro são meses tradicionais de gozo de férias por parte dos colaboradores que atuam no setor em questão. Desta forma, a própria gerência sugeriu adiar a implantação para o pós-safra, pois se teria mais tempo e pessoal disponível. Em outras palavras, a gerência passou a não priorizar o programa. Acrescenta-se que fatores externos influenciaram na implantação piloto, tais como a falta de chuva que a região Noroeste do RGS enfrentou, induzindo ainda mais o adiamento da implantação para um momento mais oportuno.

A Manutenção Produtiva Total (MPT) foi desenvolvida no setor de armazenagem da cooperativa seguindo o modelo de Wyrebski (1997), adaptado para a cooperativa. Num primeiro momento criou-se uma equipe de MPT composta de cinco pessoas (um chefe de moega, dois operadores de máquina e dois ajudantes). Após a formação da equipe procurou-se divulgar conceitos de Manutenção Produtiva Total e motivar a equipe para a implantação piloto do programa.

Na fase do desenvolvimento do trabalho foram identificados os processos vitais para o setor de armazenagem da cooperativa, pois com a identificação dos processos surgiu a definição do equipamento piloto para a implantação do MPT. Como na área de armazenagem o foco principal é o recebimento de grãos, ficou evidenciado que os processos vitais são a pesagem na balança eletrônica, o processo envolvendo tombador hidráulico (macaco) e o transporte através da fita transportadora. À medida que o processo avançava, percebia-se, cada vez de forma mais clara, a premência de um programa de MPT para a cooperativa, já que se observava a necessidade de se ter avanços na conservação dos equipamentos e na minimização das paradas. Entretanto, as contingências acima relatadas passaram a potencializar seus efeitos nevrálgicos no contexto operacional, e as prioridades se voltaram a outros aspectos que não a MPT, o que demoveu a gerência, ao menos circunstancialmente, do apoio ao programa.

Neste sentido, verificou-se que, na implantação piloto do MPT, a gerência participou de forma mais efetiva em termos de apoio na introdução do MPT. Porém, no desenvolvimento do trabalho a gerência demonstrou pouco apoio nas atividades, caracterizando uma não participação efetiva da gerência no processo, o que inviabilizou a proposta. Conforme destaca Wyrebski (1997), é fundamental o envolvimento da gerência em programas desta natureza, sobretudo nas primeira e segunda etapas.

Dias da Silva, Marçal e Kovaleski (2005), ao descrever o processo de implementação dos projetos para a criação do Sistema de Gestão de Manutenção de uma empresa fabricante de motores, destacam, como principais problemas, os inicialmente a aceitação de mudar a forma de trabalhar, isto ocorreu no início do projeto, no contexto de operadores, manutentores, supervisores e gerentes. Esta cultura anterior obrigou um alto nível de discussões que atrasaram a maioria dos projetos citados, ou seja, se poderia ter resultados ótimos muito mais rápidos, mostrando mais uma vez que é a atitude das pessoas, a responsável pelo sucesso ou fracasso de um empreendimento. Destacam os autores também, a falta de atualização destas pessoas quanto ao que ocorre na Manutenção em todo o Brasil e no mundo. Muito disto se deve ao fato do distanciamento entre o que é ensinado nas escolas e

que as empresas precisam como conhecimento básico, gerando um número muito alto de horas de treinamento.

Entretanto, mesmo com as dificuldades encontradas e relatadas anteriormente, com a implantação piloto do MPT na cooperativa pôde-se perceber algumas melhorias significativas no setor, além de alguns condicionantes à implantação, relacionados a seguir. Cabe destacar ainda, a crença de que, com a continuidade e efetividade na implantação, os resultados seriam mais satisfatórios para a organização.

Algumas vantagens percebidas com a implantação piloto do MPT:

- Formação de uma equipe envolvida com o MPT: Estabeleceu-se um conjunto de pessoas predispostas a envolver-se no programa em sua totalidade;
- Monitoramento do rendimento do equipamento e seus resultados operacionais: O operador acompanha os resultados e consegue melhorar o rendimento do equipamento, atacando as reais causas das paradas;
- Diminuição das paradas e conseqüente elevação da produtividade: A partir da manutenção planejada as paradas não se tornaram tão freqüentes;
- Necessidade de o operador ser um conhecedor do que está fazendo ou operando: o operador passou a ser o agente ativo da melhoria, sendo envolvido em todas as atividades que desempenha e na resolução das não conformidades.

Condicionantes para a implantação piloto da Manutenção Produtiva Total constatados a partir desta experiência:

- Necessidade de um bom plano de manutenção: Um plano de manutenção eficaz que contemple todas as atividades, facilitando a sua aplicação;
- Necessidade de operadores eficientes e bem treinados: necessidade de operadores treinados e aptos a solucionar eventuais anormalidades,
- Participação efetiva da gerência na implantação do programa: através da manifestação de apoio da gerência ao programa de MPT, para envolver todos os funcionários e dar credibilidade ao programa.

Também pôde-se perceber que com a implantação piloto do MPT na área de armazenagem da cooperativa, no tombador hidráulico, as paradas ocorridas foram ocasionadas pelo operador não conhecer alguns procedimentos de manutenção e de não ter um plano de manutenção específico para o equipamento. Possivelmente, esta mudança poderá ser visualizada no longo prazo, já que atualmente a área de manutenção é chamada para resolver todas as paradas ocorridas na cooperativa, que não são poucas, impossibilitando com isso o planejamento da manutenção. Além disso, também pode-se sugerir a criação de um sistema de registros de paradas, onde, a partir do qual, os operadores passem a registrar as paradas do equipamentos, criando um banco de dados para posteriores análises acerca da performance dos equipamentos.

Por fim, pode-se afirmar que a efetiva implantação do MPT na cooperativa pode trazer muitos benefícios à mesma, e mais particularmente ao setor de armazenagem, pois está alinhada à dinâmica organizacional, que, sobretudo em alguns períodos, leia-se colheita da soja, se coloca de forma extremamente sensível à confiabilidade de seus equipamentos.

8. Conclusão

Para as organizações que constantemente visam maximizar seus ganhos de qualidade, competitividade e de lucros, o fato de não ter cuidado com a parte de manter as máquinas e os equipamentos em pleno funcionamento traz conseqüências negativas, pois torna a organização suscetível a sobressaltos e riscos, o que implica negativamente na sua competitividade frente ao mercado global.

No caso da cooperativa objeto deste trabalho, o que se pôde perceber é que as pequenas paradas de funcionamento do tombador hidráulico não representam muito aos olhos

dos trabalhadores e chefias, mas quando se traduz tais paradas a indicadores técnicos de desempenho, como índices e perdas por exemplo, verifica-se que qualquer minuto de não atendimento no recebimento de grãos pode representar muito em perdas para a organização, pois requer uma série de atividades não programadas e não planejadas, provocando improvisações e distúrbios operacionais, podendo suscitar perdas e desperdícios à organização.

Referências

- ALMEIDA, Adiel Teixeira de; SOUZA, Fernando Campello. **Gestão da Manutenção na direção da competitividade**. Recife-PE, 2001.
- ANTUNES Jr, José Antônio Valle. **Análise Crítica do inter-relacionamento das perdas e dos subsistemas do Sistema Toyota de Produção**. In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba-ABEPRO, PUC/PR, 2002.
- ASSIS, R. **Manutenção centrada na confiabilidade – Economia das decisões**, , Lisboa: Lidel Edições Técnicas, 1997
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (1994) *NBR 5462*. Rio de Janeiro.
- BELMONTE, D. L. ; SCANDELARI, L.; MARÇAL, R. F. M; KOVALESKI, J. L. **Gestão da Manutenção auxiliada pela Gestão do Conhecimento** In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de nov de 2005
- BRITTO, R. de; PEREIRA, M. A. (2003) - **Manutenção autônoma: estudo de caso em empresa de porte médio do setor de bebidas**. In: VII SEMEAD – Seminário de Estudos de Administração da USP – Universidade de São Paulo. Disponível em www.ead.fea.usp.br/semead/ - Acesso em 10 agosto 2004.
- CABRAL, J. S. **Organização e gestão da manutenção – dos conceitos à prática**, Lisboa: Lidel, Edições Técnicas, 1998
- CHAREONSUK, C.; NAGARURA, N.; TABUCANONA, M. T. (1997) - A multicriteria approach to the selection of preventive maintenance intervals - **International Journal of Production Economics**, Vol. 49, N. 1 pp. 55-64,.
- DIAS, S. L.V.(2001) Produção Enxuta, notas de aula, Porto Alegre.
- DINIZ, M. V., TÁVORA JUNIOR, J. L. **Avaliação da Implementação do STP/MPT: Estudo de Caso em uma Empresa Multinacional** In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de nov de 2004
- FERREIRA, H. L.; CAVALCANTE, C. A . V.; ALMEIDA, A .T - **Aplicação de Uma Política de Substituição de Equipamentos sob um Enfoque Multicritério – In: SNPTEE-Seminário Nacional de Energia Elétrica**, 2003
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. Atlas. São Paulo: Atlas, 2002
- HIPKIN, I.B. & DE COCK, C.– TQM and BPR: lessons for maintenance management. **The International Journal of Management Science**. Omega 28 (2000), p. 277-292.
- KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.
- KMITA, S. F. **Manutenção Produtiva Total (TPM): uma ferramenta para o aumento do índice de eficiência global da empresa . .** In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003
- MARÇAL, R. F. (2004) **Gestão da Manutenção**. Ponta Grossa: Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção (PPGEP). Notas de aula.
- MARÇAL, R. F. M.; HATAKEYAMA, K CHIOCHETTA, J. C **Sistema de Gestão da Manutenção para a Pequena e Média Empresa .** In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de nov de 2004.
- NAKAJIMA, S. (1988) **Total Productive Maintenance**. Productivity Press.

- SILVA, A. D.; MARÇAL, R.F.M.; KOVALESKI, J. L. **Gestão Estratégica de Manutenção no Ambiente de Manufatura Enxuta** In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de nov de 2005
- SLACK, N. et al. (1999) **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R **Administração da Produção**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SOUZA, S. S., LIMA, C. R. C, **Manutenção centrada em confiabilidade como ferramenta estratégica**. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003
- TSANG, A. H. C. (1999) – Measuring maintenance performance: a holistic approach. IJOPM Vol.19 n.7, p.691- 715.
- TONDATO, R.; FOGLIATO, F. S. **Manutenção Produtiva Total na Indústria de Processos Gráficos**. In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de nov de 2005
- VAZ, J. C., MIYAKE, D. **IAvaliação da função manutenção em organizações produtivas com base num instrumento derivado do CMM - In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003**
- WYREBSKI, J. (1997) - **Manutenção produtiva total: um modelo adaptado**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. UFSC. Florianópolis. 1997. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/jerzy>> Acesso em 17 agosto 2004.
- XAVIER, Júlio Nascif. **Manutenção – Tipos e Tendências**. Disponível em www.manter.com. Acesso em 17 de janeiro de 2003;
- XENOS, H. G. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte : DG, 1998