

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS
ENGENHARIA MECÂNICA
CLAUDISMAR DE ABREU

N. CLASS. *M.620.0042*
CUTTER *A1621*
ANO/EDIÇÃO *2014*

IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL NAS EMPRESAS
BRASILEIRAS: estudo do TPM

Varginha
2014

FEPESMIG

CLAUDISMAR DE ABREU

**IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL NAS EMPRESAS
BRASILEIRAS: estudo do TPM**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica
do Centro Universitário do Sul de Minas – Unis/MG,
como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel
sob orientação do Prof. Esp. Rullyan Marques Vieira.

**Varginha
2014**

CLAUDISMAR DE ABREU

**IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL NAS EMPRESAS
BRASILEIRAS: estudo do TPM**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – Unis/MG, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel sob orientação do Prof. Esp. Rullyan Marques Vieira.

Aprovado em / /

Prof. Me. Luiz Carlos Vieira Guedes

Prof. Esp. André Pacífico de Souza

Prof. Esp. Rafael Rosa

OBS.:

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e aos familiares e amigos, pelo apoio durante todo o curso.

Grupo Educacional UNIS

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus acima de tudo, a minha namorada Samira, aos professores e a todos os colegas de faculdade que ajudaram na construção deste trabalho.

“Nenhum trabalho de qualidade pode ser feito sem concentração, auto-sacrifício, esforço e dúvida.”

Max Beerbohm

RESUMO

Vivemos hoje em um cenário cada vez mais competitivo onde as empresas brasileiras estão tentando atingir o ápice do sucesso buscando ferramentas de gestão e qualidade que possam eliminar os desperdícios e falhas que ocorrem nos seus processos produtivos e obter altos níveis de produtividade e lucratividade, além de ganhos auto sustentáveis de produtividade e qualidade. Neste contexto venho abordar o uso da ferramenta de implantação TPM (Manutenção Produtiva Total). Muitas empresas utilizam somente os principais e mais simples pilares para controle da qualidade, já que a filosofia japonesa é um pouco assustadora para quem deseja implantar o TPM (Manutenção Produtiva Total) em sua empresa, pois ela não se utiliza uma linguagem didática para nossa cultura. Desta forma apresentarei a importância da manutenção e em especial as aplicabilidades de se utilizar a ferramenta TPM (Manutenção Produtiva Total), que foi concebida como um método de gerenciamento do sistema de manutenção e que hoje pode ser utilizado como uma metodologia para gestão de todo um sistema de produção.

Palavras-Chave: Manutenção. Manutenção Produtiva Total (TPM).

ABSTRACT

Today we live in an increasingly competitive environment where Brazilian companies have been trying to reach the pinnacle of success seeking management and quality tools that can eliminate waste and failures that occur in their production processes and achieve high levels of productivity and profitability and self-sustaining productivity and quality gains. In this context I have been addressing the use of deployment tool TPM (Total Productive Maintenance). Many companies have used only the main and simplest pillars for quality control since the Japanese philosophy is a bit daunting for those who want to deploy TPM (Total Productive Maintenance) in their company, because it does not use a teaching language for our culture. Thus I will present the importance of maintenance and especially applicability of using the TPM (Total Productive Maintenance) tool, which was conceived as a method of managing the maintenance system, which today can be used as a methodology for managing the entire a production system.

Keywords: *Maintenance. Total Productive Maintenance (TPM).*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL	11
2.1 Origem	11
2.2 Definições	11
3 A MANUTENÇÃO	12
3.1 Definição de Manutenção	12
3.2 Importância da Manutenção	12
3.3 Tipos de Manutenção	12
3.3.1 Manutenção Corretiva	13
3.3.2 Manutenção Preventiva	14
3.3.3 Manutenção Preditiva	14
3.3.4 Manutenção Detectiva	15
3.3.5 Engenharia de Manutenção	15
4 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)	17
4.1 Os Oito Pilares do TPM	17
4.1.1 Melhorias Específicas	18
4.1.2 Manutenção Autônoma	19
4.1.3 Manutenção Planejada	19
4.1.4 Educação e Treinamento	20
4.1.5 Melhorias no Projeto	21
4.1.6 Manutenção da Qualidade	21
4.1.7 Melhorias Administrativas	22
4.1.8 Segurança, Saúde e Meio Ambiente	23
4.2 Etapas de Implantação do TPM	24
4.2.1 Etapa – 1 Decisão e Declaração pela Alta Direção	24
4.2.2 Etapa – 2 Treinamento Introdutório	25
4.2.3 Etapa – 3 Estrutura de Implantação	26
4.2.4 Etapa – 4 Definição de Diretrizes e Metas Globais	27
4.2.5 Etapa – 5 Elaboração do Plano de Implantação	28
4.2.6 Etapa – 6 Lançamento do TPM	29
4.2.7 Etapa – 7 Melhorias Específicas	29
4.2.7.1 As seis grandes perdas dos processos seriados	30
4.2.7.2 As oito grandes perdas de processos contínuos	31
4.2.8 Etapa – 8 Manutenção Autônoma	32
4.2.8.1 Limpeza inicial	33
4.2.8.2 Eliminação de fontes de sujeira e dos locais de difícil acesso	33
4.2.8.3 Padrões de limpeza e lubrificação	34
4.2.8.4 Inpeção geral	34
4.2.8.5 Inspeção autônoma	34
4.2.8.6 Organização e ordem	34
4.2.8.7 Autocontrole	35
4.2.9 Etapa – 9 Manutenção Planejada	35
4.2.9.1 Levantamento da condição atual	36
4.2.9.2 Estabelecimento de uma Organização de Melhorias	36
4.2.9.3 Estabelecimento de um sistema de Controle de Informação	36
4.2.9.4 Estabelecimento de um sistema de Manutenção Preventiva	36

4.2.9.5 Estabelecimento de um sistema de Manutenção Preditivas	37
4.2.9.6 Mensuração dos resultados da Manutenção	37
4.2.10 Etapa – 10 Educação e Treinamento	38
4.2.11 Etapa – 11 Melhorias no Projeto	38
4.2.11.1 Investigar e analisar a situação atual	38
4.2.11.2 Estabelecer um sistema de melhorias no projeto.....	39
4.2.11.3 Iniciar o novo sistema e promover treinamento	39
4.2.11.4 Aplicar o novo sistema definitivamente	39
4.2.12 Consolidação das metas alcançadas e definir novas metas	39
5 CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

No momento em que as empresas brasileiras passaram do amadurecimento, e se sentiram pressionadas pelo mercado competitivo, sentiu-se a necessidade de obter uma ferramenta de gestão e/ou qualidade que pudesse trazer resultados mais rápidos, e que poderia vir a reduzir suas quebras e falhas dos equipamentos, maximizando seu lucro e a auto-sustentabilidade.

No entanto a ferramenta que veio melhor se adaptar nesta necessidade foi a Manutenção Produtiva Total (TPM), que surgiu no Japão entre 1969 e 1971, por intermédio da fusão de técnicas de manutenção preventiva, manutenção do sistema de produção, prevenção da manutenção e engenharia de confiabilidade, visando a falha zero e quebra zero das máquinas, em paralelo ao defeito zero nos produtos e perda zero no processo.(RIBEIRO, 2010, p. 5).

Sabe-se que a manutenção deve ser vista como fonte de lucro e diferencial competitivo, as organizações de sucesso precisam de uma manutenção estruturada e robusta que contribua efetivamente para melhoria dos resultados. Isso é assegurar qualidade e maior produtividade de seus equipamentos e produtos. Quando o assunto é produtividade e qualidade a manutenção tem um papel fundamental, precisa de um modelo com estrutura que tenha foco principal, o aumento da confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos para produção, com indicadores de desempenho e alinhado a estratégias da organização.

Portanto se tratando da ferramenta em questão podemos aplicar a metodologia nessas empresas.

Assim, este trabalho visa demonstrar as técnicas de implantação da Manutenção Produtiva Total (TPM), e as dificuldades enfrentadas na sua implantação, tendo desmistificado o receio de implantar a Manutenção Produtiva Total. E ressaltando como é importante obter uma manutenção centrada com uma metodologia que alcance e explore o seu ápice.

2 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

Abaixo segue referencial teórico abordando definições gerais sobre técnicas de Manutenção Produtiva Total (TPM) e manutenção.

2.1 Origem

TPM – Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total), que significa falha zero e quebra zero das máquinas, ao lado do defeito zero nos produtos e perda zero no processo (RIBEIRO, 2010, p. 9).

Shirose (1996, p.10) estabeleceu que “a maior característica do TPM é a participação de todos os membros da empresa desde o chão de fábrica até a alta administração, em forma de pequenos grupos de trabalho que têm por objetivo atingir metas como: quebra zero; acidente zero; defeito zero; aumento da eficiência dos equipamentos e processos administrativos”.

De acordo com Ribeiro (2010, p. 9) “o TPM é o resultado do esforço de empresas japonesas em aprimorar a manutenção preventiva que nasceu nos Estados Unidos na década de 50. Que evoluiu para o sistema de manutenção da produção. Em 1971 o TPM foi formatado no estilo japonês por meio da cristalização de técnicas de manutenção preventiva, manutenção do sistema de produção, prevenção da manutenção e engenharia de confiabilidade”.

2.2 Definições

O TPM vem sendo adotado por várias empresas por seu sistema de gerenciamento que visa a máxima eficiência e produtividade, dos equipamentos e máquinas de uma empresa. TPM é uma forma de gerenciamento que transforma os modelos tradicionais de administração e busca a eliminação das perdas, obtendo a evolução permanente da estrutura empresarial pelo constante aperfeiçoamento das pessoas, dos meios de produção e da qualidade dos produtos e serviços.

O TPM tem as seguintes características:

- a) Um sistema que engloba todo o ciclo de vida útil da máquina e do equipamento;
- b) Um sistema onde participam a Engenharia, a Produção e a Manutenção;
- c) Um sistema que congrega a participação de todos os níveis hierárquicos da empresa;
- d) Processo motivacional na forma de trabalho em equipe (RIBEIRO, 2010, p. 10).

3 A MANUTENÇÃO

3.1 Definição de Manutenção

O termo manutenção pode ser definido como a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual ele possa desempenhar uma função requerida” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p.6).

A manutenção deve ser considerada como “Função Estratégica”. O seu correto gerenciamento é um fator de sucesso para lucratividade e para perenidade da empresa. A disponibilidade e a confiabilidade do sistema ou instalação industrial dependem inteiramente da manutenção (CALDONAZO JÚNIOR, 1999, p. 1).

A manutenção visa garantir a confiabilidade e a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com segurança, custos adequados e ao mesmo tempo preservando o meio ambiente (PINTO; XAVIER, 2009, p.23).

3.2 Importância da Manutenção

Devido a globalização dos mercados a concorrência tornou-se cada vez mais acirrada, exigindo um desempenho de classe mundial, o qual deve ser dedicado a atender o cliente. As grandes companhias tiveram então que adequar a qualidade à altura desses novos e exigentes padrões mundiais.

Na atualidade, diante do fenômeno da globalização, a manutenção passa a ser focada sob a visão da Gestão da Qualidade e Produtividade. Neste caso o departamento de manutenção tem importância vital no funcionamento de uma indústria. Pouco adianta o gerente de produção procurar ganho de produtividade se os equipamentos não dispõem de manutenção adequada.

3.3 Tipos de Manutenção

Há uma variedade muito grande de denominações para classificar a atuação da manutenção. São seis os tipos de classificação da manutenção, veja a descrição deles abaixo:

- a) Manutenção Corretiva Não Planejada;
- b) Manutenção Corretiva Planejada;
- c) Manutenção Preventiva;
- d) Manutenção Preditiva;
- e) Manutenção Detectiva;
- f) Engenharia de Manutenção (PINTO; XAVIER, 2009, p.37).

3.3.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é aquela “efetuada após a ocorrência de uma pane e destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p.7).

Ao atuar em um equipamento que apresenta um defeito ou um desempenho diferente do esperado, estamos fazendo manutenção corretiva. Assim, a manutenção corretiva não é necessariamente, a manutenção de emergência.

De acordo com Pereira, (2011, p. 102), a manutenção corretiva teve sua denominação conhecida por volta de 1914 e atualmente ainda é a forma mais comum para reparo de um equipamento com problema. Essa técnica se caracteriza pela falta de planejamento, custos relativamente altos e desprezo pelas perdas de produção. Viana (2002, p.10) caracteriza a manutenção corretiva como “uma intervenção aleatória e sem definições anteriores, sendo conhecida nas fábricas como ‘apagar incêndios’”.

No caso de manutenção corretiva existem dois tipos. a corretiva não planejada e corretiva planejada.

Ao atuar com manutenção corretiva não planejada, a atuação foi realizada quando houve a falha ou desempenho inferior do esperado. Não há tempo para preparação do serviço. Neste caso uma intervenção implica em altos custos, pois uma quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perdas na qualidade do produto e gerar consequências desastrosas para o equipamento (PINTO; XAVIER, 2009, p. 39).

Já na manutenção corretiva planejada você consegue custos mais baixos uma melhor qualidade e troca ou reparo mais rápido. A intervenção ocorre por decisão gerencial que, por sua vez, é normalmente baseada na modificação dos parâmetros observados pela manutenção preditiva (PINTO; XAVIER, 2009, p. 41).

3.3.2 Manutenção Preventiva

Manutenção preventiva “é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo” (PINTO; XAVIER, 2009, p. 42).

Ao contrário da manutenção corretiva, a intervenção preventiva procura evitar a ocorrência de falhas, ou seja, prevenir (PINTO; XAVIER, 2009, p. 42).

Segundo Pereira (2011, p. 110), a manutenção preventiva se originou na indústria aeronáutica ou de aviação por volta de 1930. Surgiu pela necessidade do aumento da disponibilidade e de confiabilidade dos ativos.

Com um plano de preventivas bem elaborado, possibilita um melhor aproveitamento dos materiais e equipamentos, sobretudo dos materiais necessários para manter a produção funcionando em perfeito estado e quando deverão ser utilizados. Contudo reduzindo o fator de improvisação conseguimos qualidade de serviço e alcançar um nível mais alto que em um ambiente que predomina a manutenção corretiva.

Além de possibilitar inúmeras vantagens, no gerenciamento das atividades, conhecimento prévio sobre as ações, possui pontos negativos. O fato de retirar o equipamento para fazer os serviços programados. Na execução do serviço podendo introduzir outros defeitos por falhas humanas ou falhas dos procedimentos de manutenção e também danos durante partidas e paradas (PINTO; XAVIER, 2009, p. 44).

Portanto, é importante classificar de forma adequada os ativos (equipamentos) de uma companhia e decidir se será vantajosa a implantação de programas preventivos. No caso de positivos, os planos devem ser enxutos e conter somente tarefas importantes, isto é, ações de revisão em pontos fundamentais dos equipamentos que devem ser realizadas com maior eficiência possível para aumentar a disponibilidade e a confiabilidade, reduzindo paradas e falhas (PEREIRA, 2011, p. 114-115).

3.3.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é a que permite garantir uma qualidade de serviço desejada com base em modificação em parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática.

Com intuito de prevenir falhas nos equipamentos e sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento

pelo menor tempo possível. As técnicas preditivas são utilizadas para monitorar as condições do equipamento. Quando necessária, a correção é realizada por meio de uma manutenção corretiva planejada. (PINTO; XAVIER, 2009, p. 45).

A manutenção preditiva é a que oferece melhores resultados, pois intervém o mínimo possível na planta. É de suma importância que na análise e diagnóstico a mão-de-obra seja bem treinada.

3.3.4 Manutenção Detectiva

Manutenção Detectiva é “a atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle, buscando detectar **falhas ocultas** ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.” (PINTO; XAVIER, 2009, p. 47, grifo do autor).

Falhas ocultas são aquelas que não são possíveis de perceber, ao menos que outra falha ocorra. Para o operador e profissional de manutenção a falha não se torna evidente, mas expõe a instalação à possibilidade de falas múltiplas, com consequências sérias para o processo produtivo, estas falhas estão associadas aos dispositivos de proteção como os sensores, sistemas contra incêndios e outros (POSSAMAI; NUNES, 2001, p. 3).

Desse modo, as tarefas executadas para verificar o funcionamento de um sistema representam a Manutenção Detectiva. Os especialistas verificam o sistema, sem tirá-lo de operação e detectam as falhas ocultas e corrigem a situação mantendo o sistema operando. Um exemplo simples deste tipo de intervenção é o botão de teste de lâmpadas de sinalização e alarmes em painéis (PINTO; XAVIER, p. 47-49).

3.3.5 Engenharia de Manutenção

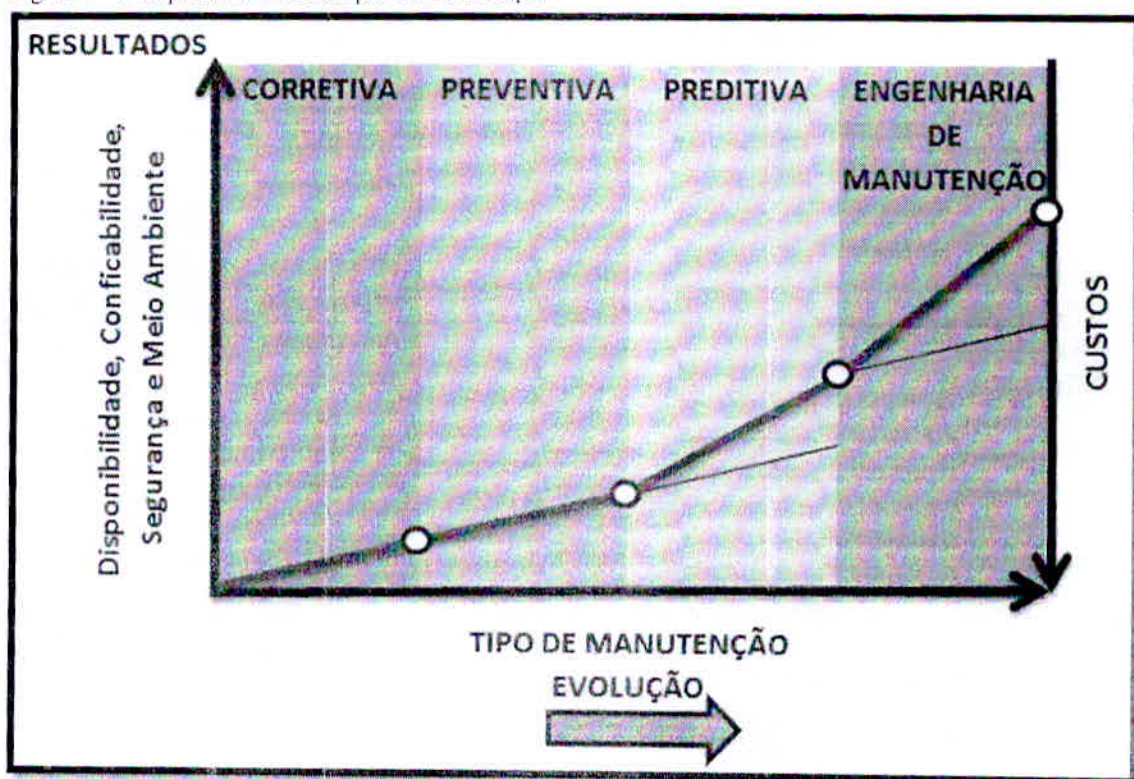
De acordo com Branco Filho (2008, p. 51), a Engenharia de Manutenção surgiu por volta de 1950 a 1960 em resposta à necessidade de garantir o bom funcionamento das máquinas. Foi criado um órgão, uma equipe especializada, que efetuava estudos para tornar os equipamentos mais confiáveis. Os estudos eram em torno de diminuir o tempo de reparos, tornar as equipes mais eficientes, melhorar os métodos de manutenção, otimizar o local de trabalho, análise de falhas, entre outros.

“A Engenharia de Manutenção é o suporte técnico da manutenção” e está dedicada a consolidar as rotinas e implantar melhorias aplicando as melhores técnicas e perseguindo a excelência. Entre suas principais atribuições estão:

- a) Aumentar a confiabilidade, a disponibilidade e a segurança;
- b) Melhorar a Manutenibilidade e a capacitação do pessoal;
- c) Eliminar problemas crônicos e solucionar problemas tecnológicos;
- d) Gerir materiais e sobressalentes;
- e) Participar de novos projetos;
- f) Dar suporte à execução;
- g) Fazer Análise de Falhas e estudos;
- h) Elaborar planos de manutenção e inspeção;
- i) Acompanhar os indicadores;
- j) Zelar pela Documentação Técnica (PINTO; XAVIER, 2009, p. 50).

A figura abaixo mostra um comparativo entre os tipos de manutenção com relação aos custos, disponibilidade, confiabilidade, segurança e meio ambiente:

Figura 1 – Comparativo entre os tipos de manutenção



Fonte: (PINTO; XAVIER, 2012, p. 33).

4 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

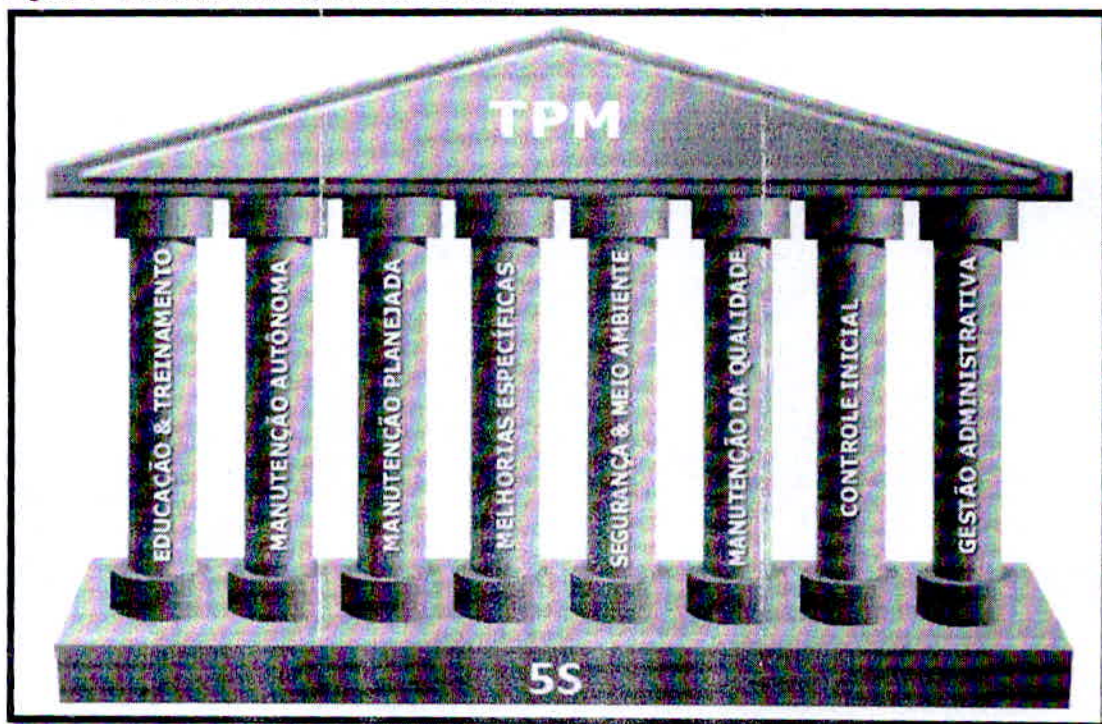
4.1 Os Oitos Pilares do TPM

As atividades a serem desenvolvidas na implementação de TPM compreendem atividades preparatórias. O JIPM - Japanese Institute of Plant Maintenance (Instituto Japonês de Manutenção de Planta) propõe oito frentes de gestão para o gerenciamento da Manutenção Produtiva Total. Que tem como objetivo principal do TPM é eliminação contínua de perdas.

Os pilares são:

1. Melhorias Específicas
2. Manutenção Autônoma
3. Manutenção Planejada
4. Educação e Treinamento
5. Melhorias no Projeto
6. Manutenção da Qualidade
7. Melhorias Administrativas
8. Segurança, Saúde e Meio Ambiente.

Figura 2 – Pilares da Manutenção Produtiva Total



Fonte: Santos e Cruz, 2012.

4.1.1 Melhorias Específicas

O pilar de Melhoria Específica tem por objetivo medir e monitorar constantemente os processos produtivos, procurando identificar e eliminar as perdas. Para Moraes (2004) e Ribeiro (2010) este pilar se utiliza de manutenção corretiva e melhorias para atuar nas perdas crônicas relacionadas aos equipamentos, através das ferramentas de melhoria contínua. No entanto, Tondato (2004) enfatiza em seu trabalho que este pilar não pode servir somente para realizar manutenção corretiva no equipamento e sim para gerenciar e propor melhorias.

Responsável pelo gerenciamento das informações de funcionamento dos equipamentos. É a frente de gestão que gera estatística e propõe otimização através de grupo de melhoria, as quais visam eliminar perdas. O objetivo é desenvolver melhoria contínua ao processo de manutenção de equipamentos.

De acordo com Ribeiro (2010, p. 102) este pilar “visa a eliminar ou reduzir as diversas perdas do processo que prejudicam a Eficiência Global do Equipamento. Essas perdas são atacadas por equipes formadas por pessoas que mais entendem de cada uma delas”.

Algumas perdas provocadas pelos equipamentos, às providências sugeridas são:

- a) Eliminar desgaste acelerado estabelecendo condições básicas do equipamento (limpeza, lubrificação e aperto);
- b) Eliminar desgaste acelerado usando o equipamento de acordo com as condições de projeto;
- c) Restaurar equipamentos para suas condições ideais removendo desgastes;
- d) Restaurar processos para as suas condições ideais eliminando ambiente que causa desgaste acelerado;
- e) Aumentar vida útil do equipamento corrigindo deficiências de projeto;
- f) Eliminar falhas imprevistas melhorando habilidades de operação e manutenção (RIBEIRO, 2010, p. 102).

4.1.2 Manutenção Autônoma

O pilar de Manutenção Autônoma é responsável por caracterizar o TPM (Manutenção Produtiva Total) e tem por objetivo instaurar nos operadores o senso de zelo pelo equipamento, por isso, utiliza-se do lema “da minha máquina cuidado Eu”. Para Nakajima (1982) esta é evolução do TPM (Manutenção Produtiva Total) para a manutenção preventiva habitualmente utilizada.

Para Ribeiro (2010, p. 153) este pilar precisa desenvolver nos operadores as habilidades de inspecionar, detectar problemas em sua fase incipiente, realizar pequenos reparos, ajustes e regulagens. Por isso os planos de manutenção autônoma são baseados nas atividades inspeção, lubrificação, ajuste e limpeza. Consiste em desenvolver nos operadores o sentimento de propriedade e zelo pelos equipamentos e a habilidade de inspecionar e detectar problemas em sua fase inicial, e até realizar pequenos ajustes e regulagens.

De acordo com Ribeiro (2010, p. 153), este pilar é o que traz maiores transformações culturais e que integra as equipes da Manutenção e Operação. Para tanto este pilar é dividido em sete etapas que são:

Etapa 1 – Limpeza Inicial;

Etapa 2 – Eliminação das fontes de sujeira e dos locais de difícil acesso;

Etapa 3 – Padrões de Limpeza e de Lubrificação;

Etapa 4 – Inspeção Geral;

Etapa 5 – Inspeção Autônoma;

Etapa 6 – Organização e Ordem;

Etapa 7 – Autocontrole.

Este pilar é fundamental para manter a disponibilidade do equipamento, identificando e eliminando as potenciais falhas.

4.1.3 Manutenção Planejada

O pilar de Manutenção Planejada tem por objetivo desenvolver um sistema que promova a eliminação das atividades de manutenção não programada (RIBEIRO, 2010), para tal, é necessário que as equipes de manutenção trabalhem de forma proativa (antes da falha), ao invés de reativa (pós-falha). Para Moraes (2004) o pilar de Manutenção Planejada é responsável por aumentar a confiabilidade, reduzir as quebras e os tempos de reparo. Procurando alcançar e manter o nível de excelência mundial (MORAES, 2004).

Para Ribeiro (2010, p. 168) este pilar estabelece desenvolver uma política de manutenção baseada em confiabilidade de equipamentos.

Para implementar uma política adequada de manutenção são:

- a) Levantamento da condição atual – Análise de passivos da manutenção;
- b) Estabelecimento de uma organização de melhorias específica, restaurando as condições básicas do equipamento;

- c) Estabelecimento de um sistema de controle de informação (histórico, sobressalentes, softwares);
- d) Estabelecimento de um sistema de manutenção programada;
- e) Estabelecimento de um sistema de manutenção preditiva;
- f) Mensuração dos resultados da manutenção (RIBEIRO, 2010, p.168).

4.1.4 Educação e Treinamento

O pilar de Educação e Treinamento tem por objetivo desenvolver um sistema de capacitação contínua de todo o time envolvido equalizando o conhecimento e eliminando perdas que possam ser oriundas pela falta do mesmo. Importante ressaltar que a estruturação correta deste pilar é fundamental para o sucesso de todo o programa, pois, este é responsável pela grande mudança de cultura da organização. Para Moraes (2004) este pilar trata de treinamentos técnicos e comportamentais, para que as equipes tenham flexibilidade e autonomia para desenvolver o seu trabalho.

Este pilar tem por finalidade dar apoio a todos os outros pilares desenvolvendo nas pessoas conscientização e habilidade para a prática TPM.

Que é desenvolvido por meio das seguintes etapas.

- a) Avaliar programa de treinamento atual e fixar política estratégica de prioridade;
- b) Projetar um programa de treinamento para melhorar habilidade de operação e manutenção;
- c) Implementar o treinamento (Programa; Planos e materiais para treinamento - 70% da prática, 30% teórico);
- d) Projetar e desenvolver um programa de desenvolvimento de habilidades;
- e) Promover um ambiente que encoraja o autodesenvolvimento;
- f) Avaliar as atividades e planos para prováveis novos equipamentos e projetos (RIBEIRO, 2010, p. 178).

4.1.5 Melhorias no Projeto

O pilar de Melhorias no Projeto tem por objetivo desenvolver um sistema de comunicação e banco de dados entre os pilares do TPM e o setor de engenharia de projetos com o intuito de que a aquisição de novas máquinas esteja de acordo com todo o escopo do trabalho já desenvolvido (MORAES, 2004).

Para Ribeiro (2010, p. 184) este pilar “visa a reduzir o custo do ciclo de vida de novos equipamentos e projetos, como: Preço do equipamento; custo do transporte; Custo da instalação; Custos de operações; Custos de manutenção; custos de treinamentos; Custos de estoque e sobressalentes; Custos de ferramentas e equipamentos de teste; Custos de reforma e alienação; Custos com aspectos ambientais”.

Este pilar é desenvolvido por meio das seguintes etapas:

Etapa 1 – Analisar a situação atual;

Etapa 2 – Estabelecer um sistema de melhorias no projeto;

Etapa 3 – Iniciar o novo sistema e promover treinamento;

Etapa 4 – Aplicar o novo sistema definitivamente (RIBEIRO, 2010, p. 184).

4.1.6 Manutenção da Qualidade

O pilar de Manutenção da Qualidade, para Ribeiro garante as condições dos equipamentos para que não produzam defeito nos produtos. Baseado no monitoramento (verificação e monitoramento) periódico das condições dos equipamentos (RIBEIRO, 2010). Para Moraes “refere-se a interação da confiabilidade dos equipamentos com a qualidade dos produtos e a capacidade de atendimento a demanda” (MORAES, 2004, p.40).

A Manutenção da qualidade consiste de atividades que estabelecem condições dos equipamentos que não produzem defeitos no produto. Estes defeitos são prevenidos pela verificação e medição periódicas das condições dos equipamentos. Desta forma, os defeitos potenciais são previstos pela análise de tendências de valores relacionados aos limites específicos e posteriormente tomadas de ação. (RIBEIRO, 2010, p. 203).

As origens dos defeitos podem ser classificadas em:

- a) Materiais;
- b) Equipamentos;
- c) Métodos;
- d) Pessoas.

Passos para a implementação da manutenção da qualidade:

- a) Preparar uma matriz de Garantia de Qualidade;
- b) Preparar uma tabela de análise das condições das entradas (*input*) da produção;
- c) Planejar soluções do problema;
- d) Avaliar seriedade dos problemas;

- e) Usar análise P-M para bloquear as causas do problema;
- f) Simular impacto com as medidas propostas;
- g) Implementar Melhorias;
- h) Revisar as condições de entradas de produção;
- i) Consolidar e confirmar pontos de verificação;
- j) Preparar uma tabela de controle da qualidade de componentes e garantir a qualidade por meio de um rigoroso controle das condições (RIBEIRO, 2010, p. 203-205).

4.1.7 Melhorias Administrativas

O pilar de Gestão administrativa, de acordo com Moraes “utiliza-se dos conceitos de organização e eliminação de desperdícios nas rotinas administrativas, que de alguma maneira acabam interferindo na eficiência dos equipamentos produtivos e processo” (MORAES, 2004, p.40), dessa forma, torna-se responsável pelo fluxo de informação e tomadas de decisão rápidas para eliminar o desperdício.

A implementação do pilar de melhorias administrativas desenvolve o conceito de que os escritórios são “**fábricas de informação**” e, portanto, estas devem ser de alta qualidade, corretas, precisas e úteis para quem as utilizam. Para tanto, faz-se necessário identificar o que o setor (ou área) deve ser e estabelecer uma meta para alcançá-la. (RIBEIRO, 2010, p. 197, grifo do autor).

As atividades devem ser implantadas com base em:

- a) Melhorias Específicas
- b) Manutenção Autônoma Administrativa
- c) Educação e Treinamento
- d) Flexibilidade
- e) Medidas de desempenho (RIBEIRO, 2010, p. 197-198).

4.1.8 Segurança, Saúde e Meio Ambiente

De acordo com Ribeiro (2010, p. 207), “garantir confiabilidade do equipamento, prevenir erros humanos e eliminar acidente e poluição são preceitos básicos do TPM”. São muitas as maneiras para melhoria da segurança, como a implementação completa da metodologia TPM, entre outras citadas abaixo:

- a) Equipamentos com defeitos são uma fonte de perigo. Logo, as campanhas de falha zero e defeito zero melhoram a segurança;

- b) Por meio da aplicação do 5s, que é parte da Manutenção Autônoma, eliminam-se vários problemas e torna o local de trabalho limpo e organizado;
- c) Manutenção Autônoma e Melhorias Específicas eliminam áreas inseguras;
- d) Operadores bem treinados observam seus próprios equipamentos e são mais capazes de detectar anormalidades o mais cedo possível e atacá-las prontamente;
- e) Operação de equipamentos e processos por pessoas qualificadas;
- f) Operadores têm responsabilidade com sua própria saúde e segurança;
- g) Padrões e regulamentos desenvolvidos no TPM são cumpridos mais facilmente (RIBEIRO, 2010, p. 207).

Em questões de segurança podem ser feitas reuniões de pequenos grupos no início do trabalho para discutir aspectos relacionados à segurança. Podendo também ser desenvolvidas atividades 5S, discussão dos trabalhos perigosos, cumprimento de procedimentos, treinamento em ações de emergência etc.

As atividades do pilar de Segurança e Meio Ambiente não isentam a possibilidade da organização utilizar um modelo de sistema de gestão ambiental de acordo com Normas Internacionais. (RIBEIRO, 2010, p. 209).

4.2 Etapas de Implantação do TPM

Para Nakajima (1989) na teoria da administração afirmam que o progresso resulta de força de vontade e habilidades do homem na existência do local para sua aplicação. Neste contexto o TPM reúne todas estas condições.

Visto que é de suma importância que a alta direção assuma este papel com pulso firme, porque em cada etapa deve ser muito bem estudada, detalhada e planejada. Cada descuido com o planejamento pode ocorrer repetidas modificações e correções no processo. Pode-se fazer uma analogia a um processo produtivo, onde se tem o manuseio inicial das matérias-primas (introdução), processamento (implementação) e a inspeção final (consolidação). Há necessidade de prever todos os detalhes para que o processo e/ou artigo fabricado seja funcional.

4.2.1 Etapa 1 – Decisão e Declaração pela Alta Direção

A decisão da alta direção de implantar o TPM em sua matriz deve ser discutida em reuniões com seus gerentes, essas reuniões podem ser de rotina. No caso dos colaboradores

podem ser usados os meios de comunicação existentes na empresa ou por meio de uma palestra educativa onde o assunto abordado é o TPM e ao final divulgar que a empresa está com um plano de implantação, e claro também por panfletos, jornal interno e quadro de avisos.

Para Ribeiro (2010) a alta direção deve conhecer a metodologia TPM, seus conceitos, etapas, vantagens e resultados. É importante também onde houver grupos sindicalistas apresentar a metodologia para que não haja atritos. Além disso, a gerência deve reservar um tempo em sua agenda para exercer a liderança e não só no momento do lançamento.

De acordo com Ribeiro (2010, p. 39), nesta fase preparatória, recomenda-se:

- a) Uma reunião quinzenal com o grupo de implantação para acompanhamento dos trabalhos, orientação e decisões dos itens pendentes;
- b) No mínimo uma hora de presença na linha de produção, para conhecer melhor o estado dos equipamentos e as dificuldades que o pessoal enfrentará na mudança. Fazer notada a disposição da direção em conduzir o programa, e dar o exemplo para média gerência quanto à forma de liderança desejada.

4.2.2 Etapa 2 – Treinamento Introdutório

A introdução do TPM a partir do lançamento visa nivelar os conhecimentos sobre o programa. Fazendo com que todos os colaboradores da empresa e de determinadas áreas como produção, logística, manutenção, engenharia e recursos humanos possam estabelecer uma linguagem adequada sobre o método, conhecendo o que é TPM, quais melhorias ele trará para empresa e qual será o papel de cada setor (RIBEIRO, 2010, p. 40).

Para Nakajima (1989) no programa de conscientização deverão ser veiculados o conceito, a filosofia e os objetivos que serão almejados. Os participantes deverão ser convidados por categorias funcionais para que haja um melhor direcionamento motivacional.

Porém nesta etapa a falta de interesse por parte dos operários possa a vir perder força no seu lançamento. O homem sempre resiste a mudanças (NAKAJIMA 1989).

Neste contexto alguns preconceitos são vistos que:

- a) TPM impõe um novo trabalho a manutenção;
- b) TPM aumento de trabalho;
- c) TPM resulta numa sensação de perda da função de manutenção;
- d) TPM introduz um potencial de acidente permitindo a produção dar manutenção nas máquinas.

Quanto aos treinamentos devem ser muito bem elaborados e preparados pela equipe de conscientização, pois todo esforço será necessário para esta etapa, os gastos não devem ser minimizados, pois o retorno é grande e seu fracasso irreversível, porque o sucesso do programa depende da compreensão e cooperação dos colaboradores a importância desta fase tem que ser percebida pelos operários. O treinamento introdutório deverá ser bem preparado assim como a carga horária, material didático de acordo com o público alvo. O que devem entender que a principal mudança não vem dos equipamentos e sim antes disso é um processo de mudança nas pessoas.

Dois cuidados devem ser observados nesta fase:

- a) Não exagerar na atenção á forma, em detrimento do conteúdo;
- b) Demonstrar o uso de formas econômicas de divulgação, mantendo coerência com o objetivo do programa (reduzir perdas). Ficaria dissonante o uso de luxo nos brindes ou meios de comunicação.

4.2.3 Etapa 3 – Estrutura de Implantação

Nesta etapa deverá ser nomeado um Gestor que instituirá uma Secretaria TPM quando se tratar de um Sistema de Gestão, ou um Comitê quando se tratar de Ferramenta de Gestão. As partes escolhidas tem que conhecer muito bem o TPM e ter uma capacidade enorme de liderança, pois a função básica deles é estimular as atividades TPM por toda empresa. O Gestor tem como objetivo a elaboração do Plano de implantação, pelo treinamento das pessoas que irão liderar o processo de implantação.

Deve-se estabelecer uma secretaria de implantação do TPM que se responsabilizará por desenvolver e promover estratégias eficazes de promoção do TPM. Para ser eficaz, a secretaria deve funcionar com pessoal permanente, com dedicação plena, ajudado por vários comitês e subcomitês. Suas funções incluem tarefas tais como preparar o plano mestre TPM e coordenar sua execução, criar pautas para manter as diversas atividades de TPM dentro do previsto, organizar seminários sobre temas específicos, disseminar informações e organizar a publicidade (SUZUKI 1994).

Para Ribeiro (2010, p. 45) somente em grandes empresas é criado uma Secretaria de TPM, onde Gestor e integrantes dedicam todo seu tempo ao TPM. O Gestor coordena os trabalhos com o comitê. Neste caso o Gestor tem que ser uma pessoa que dedique seu tempo ao TPM, podendo ser um profissional da produção ou um do sistema de gestão. Pois o grande problema tem sido que na tentativa de arrumar uma pessoa que não dedique seu tempo exclusivo para o TPM não tem dado certo nas empresas.

Neste caso para que os trabalhos funcionem adequadamente seja a Secretaria ou Comitê, a estratégia é criar Grupos de Implantação ou eleger um profissional dedicado a cada uma das seguintes atividades estratégicas.

- a) Divulgação;
- b) Padronização;
- c) 5S;
- d) Melhorias Específicas;
- e) Manutenção Autônoma;
- f) Manutenção Planejada;
- g) Educação e Treinamento;
- h) Melhorias no Projeto;
- i) Melhorias Administrativas;
- j) Manutenção da Qualidade;
- k) Segurança, Saúde e Meio Ambiente (RIBEIRO, 2010).

O TPM no Japão prevê que suas atividades básicas, aquelas que constituirão a nova rotina da empresa, sejam desempenhadas por pequenos grupos autônomos, que formam a própria estrutura hierárquica da empresa. (RIBEIRO, 2010, p. 51).

Segundo Ribeiro (2010, p. 54), no ocidente, ainda não há na cultura a formação de pequenos grupos. A tarefa de repassar as informações técnicas de TPM fica sob responsabilidade de profissionais com aptidão de instrutória.

4.2.4 Etapa 4 - Definição de Diretrizes e Metas Globais

De acordo com Nakajima (1994) os objetivos do TPM devem relacionar-se com o planejamento estratégico da empresa, ou seja, com o objetivo de negócio a médio e longo prazo e devem estipular somente depois de análise detalhada com todos interessados, inclusive a alta direção.

O trabalho que será desenvolvido deve ser passado com objetividade. A mobilização das pessoas requer necessariamente que a liderança aponte claramente, a situação atual da empresa ou de alguns indicadores de desempenho: (RIBEIRO, 2010, p. 55).

- a) Objetivo: Em que posição se pretende chegar?
- b) Método: Qual o caminho a seguir?
- c) Velocidade, cronograma: Qual o tempo necessário?

d) Metas atuais: Quais os pontos de referência ao longo da implantação do TPM?

e) Orçamento, pessoal alocado: Qual o esforço requerido?

f) Contingências: Quais os desafios a enfrentar?

No entanto além desta visão da liderança quanto à contribuição do TPM para o futuro da empresa, provocará um alinhamento dos interesses de cada pessoa entender o seu papel no programa. Porém não seja o suficiente para estabelecer em grande proporção do “vetor interesse”. É necessário que seja estabelecida metas globais com níveis que seja atingível, (com prazos definidos, abrangentes para toda empresa, expressa em números, com valores definidos etc.).

A direção terá que avaliar a proposta da Secretaria ou Gestor de TPM, quanto à coerência e integração com a política e planos empresariais de médios e longos prazos. As metas de três anos são consideradas de longo prazo, por isso tem que ser bem distribuída, tornando-a realizável através de metas intermediárias (NAKAJIMA 1989). Conhecer a origem dos números, sua metodologia de cálculo, frequência e responsáveis pela apuração para que possa interpretá-los. Contudo assegurar que a diretriz global e metas sejam conhecidas e assumidas por todos, até pelo mais baixo escalão da empresa (RIBEIRO, 2010, p. 55-58).

4.2.5 Etapa 5 – Elaboração do Plano de Implantação

De acordo com Suzuki (1994) para elaborar o plano mestre de implantação, primeiro devem-se decidir as atividades que deverão ser executadas para atingir os objetivos TPM. Pois nesta etapa as empresas devem refletir e decidir o que fazer sobre o modo mais eficaz de cumprir com suas metas com a implantação dos oito pilares do TPM. Todas as atividades precisam de orçamentos e orientações claras, por isso, devem ser supervisionadas adequadamente. Devem-se estabelecer pontos de verificação visíveis para cada atividade, integrando todos eles no plano de implantação.

Objetivos do Plano de Implantação:

- a) Definir prazos para cada etapa da implantação (desde a fase preparatória até a consolidação).
- b) Definir a área ou equipamento piloto.
- c) Definir forma de controle do avanço da implantação do TPM.
- d) Definir previsão de despesas de implantação.

Para o autor o trabalho é estruturado pela Secretaria ou Gestor de TPM e desenvolvido na seguinte sequência:

- a) são elaborados cronogramas macros de etapas e submete aos comentários das comissões e Chefes de Operação, Manutenção e Engenharia, quanto às atividades e, prazos e sequências;
- b) Consolida os comentários e emite cronograma macro definitivo;
- c) O chefe de cada unidade/linha propõe um equipamento candidato a “equipamento piloto” da fábrica;
- d) Com o gerente de produção define o equipamento piloto da fábrica, dentre as opções propostas;
- e) A Secretaria ou Gestor de TPM elabora uma sistemática de controle do avanço da implantação do sistema, caracterizando a situação por unidade/linha, de forma que cada pessoa possa facilmente visualizar em gráfico o avanço do seu trabalho;
- f) A partir do cronograma macro elaborado pela Secretaria ou Gestor, os chefes de cada unidade elaboram seus planos e cronograma específicos para condução de cada pilar;
- g) Serão anexos ao cronograma macro os trabalhos elaborados pela Secretaria, Gestor ou Comitês de implantação, que definem como serão conduzidos os trabalhos;
- h) A Secretaria ou Gestor de TPM elabora previsão de despesas de implantação;
- i) A Secretaria ou Gestor de TPM consolida um documento denominado “Plano Diretor de Implantação do TPM” (RIBEIRO, 2010, p. 60-63).

4.2.6 Etapa 6 – Lançamento do TPM

Nesta etapa iniciam-se as atividades TPM, o combate as grandes perdas, cada um fará uso das ferramentas assimiladas através de habilidades e conhecimentos adquiridos nos treinamentos que foram desenvolvidos. A partir desta etapa tem-se a participação de todos os funcionários, não terá mais expectadores nesta fase e sim funcionários engajados na luta contra os desperdícios e perdas (NAKAJIMA 1989).

Existem vários objetivos para o Lançamento do TPM, são alguns:

- a) Estabelecer um marco na data em que começa o desafio de reduzir a zero as perdas nos equipamentos;
- b) Informar a todos os colaboradores a diretriz geral, as metas, o método, os prazos e os recursos alocados;
- c) Explicar a todos o firme propósito da direção em liderar pessoalmente o processo;
- d) Criar nas pessoas a autoconfiança e espírito de equipe para atacar de frente o desafio, com o apoio da direção (RIBEIRO, 2010, p. 64).

Segundo Ribeiro (2010, p. 66), a direção da empresa deve consolidar previamente e comentar o programa do evento, comparecer pessoalmente ao evento, demonstrar que conhece a metodologia e que não faltará o apoio necessário à condução dos trabalhos.

4.2.7 Etapa 7 – Melhorias Específicas

Para satisfação dos processos e garantir que não gere perdas, são montadas equipes com engenheiros de produção, pessoal de manutenção e operadores. São realizadas atividades por essas equipes multifuncionais, estas atividades estão focadas em minimizar as perdas que se busca erradicar. As equipes documentam e analisam as perdas principais então estudam cuidadosamente para identificar as condições ideais para o processo (SUZUKI 1994).

Para Ribeiro (2010, p. 70) este pilar visa a identificar medir e atacar as perdas. Focaliza o gerenciamento do equipamento, especialmente sua melhoria. O conhecimento ou reconhecimento das grandes perdas, medidas e ferramentas são fundamentais para chegar à quebra zero.

Há seis grandes perdas em processos seriados e oito grandes perdas em processos contínuos!

Perdas por processos contínuos são perdas em que a parada de determinados processos produtivos equipamentos interfere e/ou obriga na parada de outros, por uma limitação de funcionalidade, e não apenas por limitação de estoque.

Diferente de processos contínuos os processos seriados ocorre que cada máquina opere independentemente das demais.

Exemplos de processos contínuos, petroquímicas, refinarias de petróleo, fábricas de celulose e cimento, usinas siderúrgicas e de geração de energia.

Exemplos de processos seriados, indústrias automobilísticas, autopeças, estamparias, sopro, móveis e etc.

Para operar os equipamentos buscando-se o melhor rendimento operacional, deve-se usufruir o máximo de desempenho atual. Por meio da análise e combate às causas que prejudicam o bom rendimento operacional das máquinas, podemos alcançar o máximo de eficiência (RIBEIRO, 2010, p. 71).

4.2.7.1 As seis grandes perdas dos processos seriados

a) Perda por Parada Acidental:

Esta perda é a maior causadora da queda do rendimento global dos equipamentos, devido a dois fatores são eles, quebra repentina dos equipamentos e quebra por desgaste gradativo dos equipamentos.

b) Perda durante a mudança de linha:

São perdas que geralmente ocorre quando é feita a mudança de linha, onde a suspensão do ciclo para preparação em outro equipamento. O tempo para ajustes, regulagens é mais significativo que o tempo necessário para a mudança de linha em si.

c) Perda por Pequenas paradas/Operação em vazio:

Esta perda não se relaciona com uma quebra, isto no Japão, pois se trata de um mecanismo automático de parada em função de uma irregularidade do produto processado, onde basta dar um reset no equipamento para que o ciclo continue da operação.

d) Perda por Queda de Velocidade de Produção:

Esta relacionada com os problemas de qualidade, problemas mecânicos, matéria-prima fora da especificação, faz com que seja produzido com velocidade menor. Para dimensionar está perda é muito difícil, pois terá que fazer uma relação entre a produção desejada com a produção obtida. A definição da produtividade desejada leva em consideração o tempo necessário para produzir uma peça ou produto entre a última produzida e a peça posterior. Este tempo deve ser em condições normais de trabalho, por exemplo, operador habilidoso, maquinário em perfeitas condições e matéria-prima especificada (RIBEIRO, 2010, p. 73).

e) Perda por Defeitos no Processo:

São todas atividades relativas pelo retrabalho, não só como as perdas pela matéria-prima também devem ser colocadas às perdas decorrentes pela mão-de-obra, energia e etc.

f) Perda por Defeitos no início do Processo:

Essas perdas são provenientes de diversos fatores, pela instabilidade da própria operação, falta de matérias-primas, falta de manutenção, ferramentas inadequadas, problema de nível ou de habilidade do operador e etc.

A extinção destas perdas deve ser perseguida permanentemente, pois elas limitam o aumento do rendimento operacional dos equipamentos. "Portanto, atacando essas "seis grandes perdas", maximiza-se o rendimento operacional dos equipamentos" (RIBEIRO, 2010, p. 73).

4.2.7.2 As oito grandes perdas de processos contínuos

a) Perda por Parada de Manutenção:

São perdas que ocorrem por paradas de manutenção são as chamadas paradas programadas, periodicamente planejadas, seja de um equipamento específico ou para uma recuperação geral do equipamento.

b) Perdas por Ajuste de Produção:

São perdas provenientes da redução de produção em funções de baixa demanda ou no não recebimento de matérias-primas.

c) Perdas por Falha dos Equipamentos:

Paradas temporárias, denominadas no Japão como “Chocotei”, não são considerados quebras, pois se trata de uma interrupção momentânea. Nestes casos o somatório destas paradas pode ser bastante significativo (RIBEIRO, 2010, p. 79).

d) Perdas por Falha do Processo:

São perdas por parada dos equipamentos isso porque erro de operação, ou alterações nas propriedades físico-químicas dos produtos processados, ocorrendo entupimentos, trincas, vibração e paradas em equipamentos rotativos.

e) Perdas Normais de Produção:

São perdas normais por causa de parada de manutenção e mudança de produtos. Também os tempos perdidos nos processos de resfriamento e aquecimento nas partidas, resfriamento e limpeza para possibilitar a manutenção entre outras.

f) Perdas Anormais de Produção:

Neste caso é a diferença entre o que foi produzido e o que poderia ser produzido, de acordo com condições de projeto e também com valores já obtidos em condições ideais.

g) Perdas por Produtos Defeituosos:

Essa perda pode ser classificada como a perda pelo tempo de produção do produto rejeitado e também a perda financeira pela venda do produto a um preço menor em função de não atender as especificações originais do produto.

h) Perdas por Reprocessamento:

São perdas por produtos fora das especificações de trabalho então é gerado o retrabalho ocupando tempo e mão-de-obra, esses recursos também podem envolver além do tempo, materiais, utilidades como água, vapor, energia elétrica.

“Portanto, a eliminação criteriosa das “oito Grandes Perdas” é fundamental para maximizar a produtividade dos equipamentos” (RIBEIRO, 2010, p. 203-205).

4.2.8 Etapa 8 – Manutenção Autônoma

A Manutenção Autônoma consiste em desenvolver nos operadores o sentimento de propriedade e zelo pelos equipamentos e a habilidade de inspecionar e detectar problemas em sua fase incipiente, e até realizar pequenos reparos, ajustes e regulagens (RIBEIRO, 2010, p. 105).

Temos como objetivo na manutenção autônoma treinar os operadores para detecção de falhas, compreenderem os objetivos, funções e estruturas dos equipamentos podendo operá-los corretamente, bem como eliminar falhas entre outros.

Esta visão e postura não se implanta num relance de olhos. Há necessidade de preparar cada operador, habilitar e capacitar para a condução destas funções adicionais. Também esta filosofia deverá ser compartilhada por todos integrantes da organização. A manutenção autônoma se inicia com a inspeção e limpeza. Esta situação poderá já existir em algumas organizações, mas nem sempre são realizadas a contento, pois trata-se de mera imposição. Isto resulta nas folgas, vibrações, atritos, sujeiras, corrosões, enfim, tem-se todas as condições necessárias para ocorrências de quebras (NAKAJIMA 1989).

Algumas das atividades do operador com o TPM:

- a) Prevenir e medir deterioração por meio de operações corretas;
- b) Lubrificação;
- c) Práticas de 5S;
- d) Aperto e detecção precoce de anormalidades;
- e) Relatar Falhas;
- f) Realizar pequenos serviços e consertar falhas imprevistas;
- g) Manter registro de manutenção por ele realizado.

Algumas das atividades da manutenção com o TPM:

- a) Dar suporte para manutenção autônoma dos operadores;
- b) Pesquisar desenvolver novas tecnologias de manutenção;
- c) Preparar manuais de padrões de manutenção;
- d) Construir sistemas para manter registros de manutenção, dados e medições.

De acordo com Ribeiro (2010, p. 113-152), a implementação da manutenção autônoma é feita em sete etapas:

4.2.8.1 Limpeza inicial

- a) Limpeza do equipamento com apoio da manutenção;
- b) Identificação de anomalias por meio de etiquetas;
- c) Resolução das anomalias identificadas em curto prazo;
- d) Plano para eliminação das anomalias mais complexas;
- e) Levantamento de perdas de acordo com planilhas específicas;
- f) Manutenção da limpeza básica.

4.2.8.2 Eliminação de fontes de sujeiras e dos locais de difícil acesso

- a) Identificação de fontes de sujeira e de locais de difícil acesso por meio de etiquetas;
- b) Plano para eliminação de fontes de sujeira e dos locais de difícil acesso.

4.2.8.3 Padrões de limpeza e lubrificação

- a) Elaboração de procedimentos e *check-lists* de limpeza e lubrificação pela manutenção;
- b) Disponibilização de recursos necessários para limpeza e lubrificação;
- c) Treinamento dos operadores dos procedimentos e nos *check-lists* de limpeza e lubrificação;
- d) Instalação de etiquetas de cinco sentidos para facilitar inspeções;
- e) Execução dos *check-lists* pelos operadores.

4.2.8.4 Inspeção geral

- a) Levantamento de necessidades dos operadores para habilidades em equipamentos;
- b) Elaboração de lições de um ponto ou ponto a ponto de conhecimento básico em equipamentos pela manutenção;
- c) Disponibilização de recursos necessários para o treinamento em equipamentos;
- d) Treinamentos teóricos e práticos dos operadores de acordo com a necessidade levantada pela manutenção.

4.2.8.5 Inspeção autônoma

- a) Complementação dos procedimentos e *check-lists* de limpeza e de lubrificação com as habilidades adquiridas pelos operadores;
- b) Treinamento dos operadores nos procedimentos e *check-lists* definitivos;
- c) Complementação de instalação de etiquetas de cinco sentidos e de controle visuais para facilitar inspeções;
- d) Execução dos *check-lists* e pequenos reparos pelos operadores;
- e) Acompanhamento de execução dos *check-lists* e pequenos reparos pela manutenção.

4.2.8.6 Organização e ordem

- a) Utilização de recursos;
- b) Conservação dos recursos e instalações de apoio;
- c) Identificação dos recursos e locais de guarda;
- d) Arrumação dos recursos;
- e) Sinalizações para garantia da ordem e da limpeza;
- f) Descarte adequado de resíduos.

4.2.8.7 Autocontrole

- a) Habilidade dos operadores em equipamentos;
- b) Habilidade dos operadores em treinamentos de outros;
- c) Disciplina dos operadores;
- d) Resultados.

4.2.9 Etapa 9 – Manutenção Planejada

A manutenção planejada consiste em detectar e tratar anormalidades dos equipamentos antes que eles produzam defeitos ou perdas. Objetivo principal é o desenvolvimento de um sistema que promova a eliminação de atividades não programadas de manutenção (RIBEIRO, 2010, p. 156).

Para que seja atingida a máxima eficiência de um equipamento, célula de produção ou planta, é fundamental o conhecimento dos conceitos de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade, pois eles demonstram "a saúde" de um processo produtivo (RIBEIRO, 2010, p. 156).

- a) Confiabilidade: É a probabilidade de um equipamento, célula de produção, planta ou qualquer sistema funcionar normalmente em condições de projeto, por um determinado período preestabelecido.
- b) Manutenibilidade: Manutenibilidade é a probabilidade de se executar um reparo de uma falha dentro de um prazo preestabelecido, tomando-se como base o histórico de outros reparos.
- c) Disponibilidade: A disponibilidade de um sistema reflete o tempo em que o equipamento está disponível quando é solicitado para o trabalho. O equipamento está disponível quando ele está em um estágio operacional. O tempo total em um estágio operacional é o somatório do tempo gasto quando está em uso e quando está como reserva (standby).

O estágio não operacional é o somatório do tempo gasto em atividades de reparo (diagnóstico ou conserto) e o tempo gasto esperando sobressalentes, procedimentos etc. (RIBEIRO, 2010, p. 160).

A manutenção planejada aborda três formas de manutenção: pós-quebra, preventiva e preditiva. A finalidade de realizar a manutenção preventiva e preditiva é eliminar as quebras, mas mesmo quando se realizam as essas manutenções continuam ocorrendo quebras inesperadas. Tais quebras revelam erros na frequência e conteúdo dos planos de manutenção e mostram que existem medidas ineficazes de prevenção de quebras. No TPM, as atividades de manutenção planejada ressaltam a importância de controlar o tempo médio entre falhas (MTBF) e de usar essa análise para especificar os intervalos das intervenções (SUZUKI 1994).

Para Ribeiro (2010, p. 164-167) consolidação da manutenção planejada é obtida com a realização de seis etapas:

4.2.9.1 Levantamento da condição atual

- a) Fazer levantamento do número de falhas, número de pequenas paradas, número de acidentes de trabalho, Tempo médio entre falhas (MTBF), custo de manutenção;
- b) Avaliar desempenho do equipamento;
- c) Estabelecer metas de manutenção;
- d) Estabelecer um nível de falhas, chegando a este nível de redução podendo considerar uma nova meta;
- e) Cada equipamento poderá criar ou revisar arquivos com todas as informações necessárias.

4.2.9.2 Estabelecimento de uma organização de Melhorias Específica

A Manutenção tem que apoiar as atividades de Manutenção Autônoma, visando melhorar os pontos fracos e aumentar a vida útil do equipamento. Problemas com falhas repetidas devem ser avaliadas e analisadas para que não ocorra reincidência.

4.2.9.3 Estabelecimento de um sistema de Controle de Informação

Para este sistema de controle de informação o uso de um software de controle é viável, pois a muitos programas de controle da manutenção ou gestão da manutenção. Este sistema deve conter o registro de todas as intervenções, plano de manutenção, plano de sobressalentes e controle de custos (RIBEIRO, 2010, p. 164).

4.2.9.4 Estabelecimento de sistema de Manutenção Preventiva

- a) Criar um fluxo de trabalho com sistema de manutenção preventiva;
- b) Fazer uma seleção do equipamento sujeito a manutenção preventiva;
- c) Estabelecer um sistema de controle de peças, projetos, e dados técnicos;
- d) Reforçar procedimentos operacionais.

4.2.9.5 Estabelecimento de um sistema de Inspeções Preditivas

Este sistema é um pouco difícil de ser controlado pela empresa, pois os equipamentos de controle são caros e necessita de profissionais qualificados como engenheiros. Nestas inspeções preditivas consistem em promover um monitoramento sistemático no comportamento de alguns itens importantes do equipamento, com o objetivo de evitar a falha ou quebra do equipamento (RIBEIRO, 2010, p. 165). Nestes casos a empresa contrata por fora profissionais especializados em análise de vibrações mecânicas, análise de óleo (lubrificação), termografia (detecção de pontos quentes), Testes de vasos de pressões e caldeiras etc.

4.2.9.6 Mensuração dos resultados da Manutenção

Para o sucesso desta etapa os demais pilares devem ser seguidos corretamente e obter sucesso e vice-versa. Portanto a mensuração dos dados devem ser analisados pela manutenção e comparados com os da etapa I.

Como exemplo de sucesso no pilar de manutenção autônoma, o operador se sente o dono do equipamento operando de maneira adequada e realizando as inspeções (com o uso dos cinco sentidos). Com o tempo as quebras repentinas deixarão de existir e então a equipe de manutenção terá tempo para trabalhar efetivamente no desenvolvimento de novas atividades que são:

- a) Gerenciamento de custos da manutenção, fazendo a verdadeira engenharia eficiência a baixo custo.
- b) Apoiando a manutenção autônoma corrigindo as anomalias, preparando padrões de lubrificação, inspeção e pequenos reparos.
- c) Implementando uma política de sobressalentes, reduzindo o nível de estoque e impedindo interrupções de reparo por falta destes.
- d) Otimizando a sistemática de lubrificação, definindo os tipos, os pontos e periodicidade de lubrificação, bem como facilitando a lubrificação feita pelos próprios operadores.

4.2.10 Etapa 10 – Educação e Treinamento

Segundo Suzuki (1994) a formação deve também ajustar para servir as necessidades individuais. É preciso avaliar cada pessoa para medir seu grau de assimilação dos conhecimentos e capacidades requeridas e identificar suas debilidades, e com todos programar eficazmente sua capacitação. Os trabalhadores e supervisores devem examinar anualmente os resultados desta avaliação e em função disto fixar os objetivos do próximo ano e os planos para a fase seguinte.

Para que o TPM seja colocado em prática todas as pessoas que serão envolvidas devem ser educadas (conscientizadas) e treinadas (habilitadas). Treinamento no local de trabalho e autodesenvolvimento são estratégias para o sucesso do TPM (RIBEIRO, 2010, p. 171).

Com o desenvolvimento de tecnologia de equipamentos e instrumentos de controle o trabalho dos operadores está numa transição de manual para monitoramento e supervisão. Por meio de treinamento no local de trabalho e manutenção autônoma (RIBEIRO, 2010, p. 171).

4.2.11 Etapa 11 – Melhorias no Projeto

Consiste em incrementar a interface entre Engenharia de Projeto e Engenharia de Manutenção.

Objetivos deste Pilar:

- a) Reduzir a necessidade de manutenção do equipamento;
- b) Produzir equipamentos com confiabilidade; facilidade de operação, de manutenção e de implementação de Manutenção Autônoma; tempos curtos de partida após a instalação e segurança (RIBEIRO, 2010, p. 180).

A meta desejada com a aplicação para este pilar é a redução do custo do ciclo de vida do equipamento.

De acordo com Ribeiro (2010, p. 181-183) são quatro etapas para ser desenvolvido este pilar:

4.2.11.1 Investigar e analisar a situação atual

- a) Desenhar o fluxograma atual de trabalho;
- b) Identificar problemas no fluxo;
- c) Instituir quais problemas ocorreu na produção piloto, teste de operações, início de operação e quais ações corretivas foram tomadas;
- d) Identificar alguns atrasos que ocorreram durante a produção, teste de operação e início de operação.

4.2.11.2 Estabelecer um sistema de Melhorias no Projeto

- a) Investigar e projetar a estrutura básica requerida e definir seu escopo de aplicação;
- b) Investigar e estabelecer um sistema para acumular e usar a informações requeridas;
- c) Revisar os padrões e formulários necessários para operar o sistema.

4.2.11.3 Iniciar o novo sistema e promover treinamento

- a) Envolver as atividades passo-a-passo para cada fase e tópico;
- b) Treinar as pessoas nos padrões técnicos requeridos para implementar o novo sistema;
- c) Avaliar o novo sistema em termos de como as pessoas estão entendendo e suas habilidades;

- d) Usar os resultados desta avaliação para manter ou identificar o sistema e os vários padrões e documentos;
- e) Registrar os ganhos com o uso do sistema.

4.2.11.4 Aplicar o novo sistema definitivamente

- a) Aplicar o sistema em todas as áreas;
- b) Otimizar o custo do ciclo de vida e garantir o uso de informações no projeto de equipamentos e produtos;
- c) Identificar problemas que ocorreram em cada estágio.

Com a prática do TPM todas as sugestões apresentadas para a melhoria do equipamento atual devem ser canalizadas para o futuro equipamento, uma vez que após a sua fabricação, dos possíveis problemas apresentados 95% só poderão ser solucionados com um novo projeto, ficando apenas 5% das melhorias dependentes do pessoal de Manutenção e Operação (RIBEIRO, 2010, p. 183).

4.2.12 Consolidação das metas alcançadas e definir novas metas

No Japão, a primeira fase de um programa TPM termina quando uma empresa ganha um prêmio PM. As atividades TPM não terminam aqui. É preciso continuar empenhado-as firmemente na cultura corporativa tornando-as cada vez mais eficazes. Uma corporação cresce perseguindo continuamente objetivos cada vez mais desafiantes: objetivos que reflitam uma visão do que a corporação crê deve ser buscados. As empresas estão se esforçando em realizar planos estratégicos que garantam sua sobrevivência e rentabilidade nos próximos anos. O programa de TPM deve estar alinhado com este esforço. Recentemente, mais corporações estão percebendo a importância de não se contentar com as melhorias vindas de seu programa TPM inicial. Tais corporações estão introduzindo uma fase adicional em suas atividades com a intenção de ganhar o prêmio PM Especial (SUZUKI 1994).

- a) Fazer uma avaliação dos resultados obtidos após consolidação da TPM;
- b) Consolidação das atividades de melhoria;
- c) Consolidação da postura do operador para a manutenção autônoma;
- d) Definição das novas diretrizes e metas da empresa, de maior magnitude;
- e) Realização de auditorias.

5 CONCLUSÃO

Concluo que as ferramentas de implantação da Manutenção Produtiva Total (TPM) têm como objetivo à maximização do rendimento operacional de máquinas e equipamentos, um sistema total englobando todo ciclo de vida da máquina com manutenção produtiva e manutenção de confiabilidade exigindo a participação de todos empregados trabalhando em times do topo à base da empresa por meio de treinamento e desenvolvimento de pessoas, com motivação de equipe.

No entanto, verificou-se que para aplicação dos métodos deve se conhecer os detalhes de cada etapa para que se escolha qual ou quais deverão ser utilizados. Além disso, para que se obtenham resultados satisfatórios, é necessário que o profissional de engenharia conheça as características técnicas e operacionais do equipamento e do processo de produção e que domine a aplicação dos tipos de manutenção e manutenção produtiva total levando em conta fatores como custo, disponibilidade e confiabilidade do equipamento.

Por outro lado, também o TPM deve ser implantado respeitando a cultura do país, da região e da empresa. Para tanto, devem ser feitas adaptações que não distorçam os conceitos originais.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO. **A situação da manutenção no Brasil.** In: XXVI Congresso Brasileiro de Manutenção. Curitiba, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade.** Rio de Janeiro: ABNT, 1994. nov.
- BRANCO FILHO, Gil. **A Organização, o Planejamento e Controle da Manutenção.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. 276 p.
- CALDONAZO JÚNIOR, Altamiro. **Como reduzir custos de manutenção.** 38 f. Monografia de pós-graduação em Gerência de Empresas. Faculdade de Ciências Econômicas, Contábeis e de Administração de Varginha. Varginha, 1999.
- IMAGEM no trabalho de conclusão de curso. SANTOS, Jacques V., CRUZ, Sarah Ap. **ESTUDO DE IMPLANTAÇÃO DA TPM EM UMA MÁQUINA DE TREFILAÇÃO DE ALUMÍNIO.** Varginha: IV Congresso de Pós-Graduação do UNIS, 2012.
- MORAES, Paulo H. A. **MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: estudo de caso em uma empresa automobilística.** 2004.
- NAKAJIMA, S. Introdução ao TPM. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989. 110p.
- PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia de Manutenção: Teoria e Prática.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011. 256 p.
- PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio de Aquino Nascif. **Manutenção: Função Estratégica.** 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. 384 p.
- _____. _____. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012. 440 p.
- POSSAMAI, Osmar; NUNES, Enon L. **Falhas Ocultas e a Manutenção Centrada em Confiabilidade.** In: XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, 2001.
- RIBEIRO, Haroldo. **Desmistificando o TPM: como implantar o TPM em empresas fora do Japão,** 1 ed. São Caetano do Sul: PDCA Editora, 2010.
- SHIROSE, K. **TPM: new implementation program in fabrication and assembly industries.** Tokyo: JIPM, 1996.
- SUZUKI, Tokutaru. **TPM for Process Industries.** Portland, Productivity Press, 1994. 388 p.
- TONDATO, Rogério. **MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: estudo de caso na indústria gráfica.** 2004.
- VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM: Programação e Controle da Manutenção.** 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 192 p.