

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
VII CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO INDUSTRIAL
PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO

LEONARDO PIEDADE GABRIEL

IDENTIFICAÇÃO DOS PILARES DE IMPLEMENTAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO DOS SISTEMAS DE GERENCIAMENTO
DA MANUTENÇÃO EM BUSCA DA QUEBRA-ZERO

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

PONTA GROSSA

2012

LEONARDO PIEDADE GABRIEL



**IDENTIFICAÇÃO DOS PILARES DE IMPLEMENTAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO DOS SISTEMAS DE GERENCIAMENTO
DA MANUTENÇÃO EM BUSCA DA QUEBRA-ZERO**

Trabalho de Monografia apresentada
como requisito parcial à obtenção do
título de Especialista em Gestão
Industrial: Produção e Manutenção
da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dra. Joseane
Pontes

PONTA GROSSA

2012

	<p>Ministério da Educação UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁCAMPUS PONTA GROSSA Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação</p>	 <small>UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ</small>
---	--	--

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia

**IDENTIFICAÇÃO DOS PILARES DE IMPLEMENTAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DOS
SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO EM BUSCA DA QUEBRA-ZERO**
por

Leonardo Piedade Gabriel

Esta monografia foi apresentada no dia 10 de março de 2012 como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM GESTÃO INDUSTRIAL: PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson (UTFPR)

Prof. Msc. Flavio Trojan (UTFPR)

Prof^a. Dr^a. Joseane Pontes (UTFPR)

Orientador

Visto do Coordenador

Prof. Dr. Guataçara dos Santos Junior

Coordenador ESPGI-PM
UTFPR – Campus Ponta Grossa

**- O TERMO DE APROVAÇÃO ASSINADO ENCONTRA-SE NA COORDENAÇÃO
DO CURSO -**

AGRADECIMENTOS

A todos que por algum motivo contribuíram para a realização desta pós-graduação.

A minha família e meus amigos que me deram forças para recomeçar esta monografia após perder tudo devido a acontecimentos inoportunos.

A minha noiva por compreender todo meu stress e mesmo assim estar paciente ao meu lado.

A todos os professores que estiveram diretamente ou indiretamente participando.

A Prof. Joseane pelo apoio e orientação dada para elaboração desta pesquisa.

E especialmente à Deus por estar sempre presente em minha e, ainda mais deste o acidente automotivo ocorreu comigo, o qual mudou a minha vida e, o rumo dela.

RESUMO

GABRIEL, L, P. Identificação dos pilares e implementação e desenvolvimentos dos sistemas de gerenciamento da manutenção em busca da quebra zero. 2012. 45 p. Monografia da Especialização em Gestão Industrial - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

Com a unificação/globalização da economia no cenário mundial e o aumento da competitividade neste mercado cada vez mais globalizado, as Empresas são forçadas a introduzirem novas ferramentas e metodologias no gerenciamento de seus processos para garantir a sobrevivência de seu negócio. Estes processos produtivos estão se tornando cada vez mais complexos e, a busca pela excelência em termos de qualidade, segurança, preservação do meio ambiente e redução dos custos operacionais, são requisitos básicos para a geração de forças competitivas. Para gerenciar esta redução de custos e aumentar a disponibilidade de máquinas o uso da TPM como uma das mais importantes ferramentas organizacionais dentro de uma empresa para obter-se a “quebra zero”. Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho é evidenciar a filosofia da metodologia TPM que, se bem empregadas podem estruturar e organizar o departamento que as utilizam. Para a implementação e desenvolvimento que qualquer melhoria continua dos sistemas de Gerenciamento da Manutenção, tem todo o início com a implantação da filosofia do 5´S. Para isso, realizou-se uma revisão bibliográfica nacional e internacional sobre as práticas mais citadas e utilizadas por autores desta área de conhecimento. De todo o levantamento bibliográfico realizado, pode-se dizer que existem inúmeras ferramentas disponíveis para aumentar a eficiência e eficácia da Gestão da Manutenção, mas que devem ser aplicadas e dosadas conforme as particularidades de cada tipo de organização.

Palavras-chave: TPM. Quebra-Zero. Manutenção Planejada. Organização da Manutenção. Capacitação. Treinamento. Redução de Custos.

ABSTRACT

GABRIEL, L, P. Identification of the pillars and development and implementation of maintenance management systems to get zero-failure. 2012. 45 p. Monograph of Specialization in Industrial Management – Federal Technology University - Parana. Ponta Grossa, 2012.

Currently, due the unification / globalization of the economy on the world stage and increased competitiveness in this increasingly globalized market, companies are forced to introduce new tools and methodologies to manage their processes to ensure the survival of your business. These processes are becoming increasingly complex, and the pursuit of excellence in quality, safety, environmental preservation and reduction of operating costs, are basic requirements for the generation of competitive forces. To make control regarding this reduction in costs and increase the availability of machines using the TPM as one of the most important organizational tools within a company to obtain the "zero breakdown". Within this context, this paper aims to highlight the philosophy of TPM which, if well used can structure and organize the department who use them. For the implementation and development than any continuous improvement of maintenance management systems, have all started with the implementation of the philosophy of the 5'S. For this, we carried out a literature review on national and international practices most cited and used by authors in this field. Of all the literature review, we can say that there are numerous tools available to increase the efficiency and effectiveness of maintenance management, but that should be applied and dosed according to the particularities of each type of organization..

Keywords: TPM. Zero-Failure. Planned Maintenance. Maintenance Organization. Capacitation. Training. Reducing Costs.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Pilares daTPM.....	25
Figura 2 – Indicadores de Performance	42

LISTA DE ABREVIATURAS

ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção;
EUA	Estados Unidos da América;
JIPM	Japanese Institute of Plant Maintenance;
MTEF	Tempo Médio Entre Falhas;
PIB	Produto Interno Bruto;
OEE	Rendimento Global do Equipamento;
STP	Sistema Toyota de Produção;
TMEF	Tempo Médio Entre Falhas;
TPM	Manutenção Produtiva Total (MPT).

.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 TEMA E OBJETIVO	11
1.1.1 Objetivo.....	11
1.2 JUSTIFICATIVA.....	12
1.3 MÉTODO DO TRABALHO.....	13
1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3 TIPOS DE MANUTENÇÃO.....	16
3.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA PLANEJADA.....	16
3.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA NÃO PLANEJADA.....	17
3.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	17
3.4 MANUTENÇÃO PREDITIVA.....	17
4 MANUTENÇÃO INTEGRADA.....	18
5 ORIGEM DA TPM.....	18
5.1 OBJETIVO DA TPM.....	23
6 INTEGRANDO MANUTENÇÃO E PRODUÇÃO.....	24
7 DESAFIO A QUEBRA -ZERO.....	25
7.1 OS DOIS TIPOS DE QUEBRA ZERO.....	25
7.2 RACIOCÍNIO BÁSICO DA QUEBRA-ZERO.....	26
7.3 O PRINCÍPIO BÁSICO PARA ATINGIR A QUEBRA-ZERO.....	26
7.4 CINCO PASAS PARA ALCANÇAR A QUEBRA-ZERO.....	26
8 AUMENTO DA CAPACIDADE TÉCNICA.....	28
8.1 CAPACITAÇÃO PESSOAL.....	28
8.2 TREINAMENTO.....	29
9 MANUTENÇÃO AUTONOMA.....	31
10 FERRAMENTAS.....	30
11 CONFIABILIDADE.....	36
12 RECONHECIMENTO.....	36
13 ESTABELECEMOS AÇÕES DE MELHORIAS.....	37
14 A INFLUÊNCIA DA MANUTENÇÃO NOS CUSTOS.....	38
15 GANHOS ALCANÇADOS - EX DE ESTUDO DE CASO.....	45
16 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO.....	39
17 A BASE DA IMPLANTAÇÃO DE QUALQUER FERRAMENTA DE MELHORIA CONTINUA, TEM INÍCIO NO 5`.....	39
18. CONCLUSÃO.....	41
19 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1 INTRODUÇÃO

No Dicionário Aurélio (1994), a manutenção é definida na sua forma mais simples como: medidas necessárias para a conservação ou a permanência de alguma coisa ou de uma situação, ou os cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas e equipamentos por exemplo.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define a manutenção pela norma NBR 5462-1994 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 possa desempenhar a função requerida.

A história da manutenção mostra que a pouco mais de 100 anos, ela evoluiu de sua condição inicial de “socorro” a 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*), traduzido para a língua portuguesa como Manutenção Produtiva Total.

Até os anos de 1950, a Manutenção era Corretiva ou de Emergência, também conhecida como a Manutenção de Quebra, 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, como consequência, o custo é alto (SLACK, 1999).

Na década de 50, a Manutenção inicia a ser de 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).

No atual cenário que as empresas estão passando, todas têm que estabelecer metas audaciosas para manter e conquistar novos clientes, sendo assim, as empresas tem buscado introduzir programas de qualidade e estratégias gerenciais para diferenciais competitivos em seus produtos e mão de obra. Atualmente a manutenção tem o mesmo valor que a produção dentro das empresas, pois se este departamento não conseguir atingir seus indicadores não teremos a disponibilidade

de máquina para produzir o esperado, desta forma o departamento de manutenção tem que implantar estratégias de manutenção, sendo o TPM uma opção de estratégia.

Segundo (Pinto, 2002), a manutenção para ser estratégica precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização. É preciso, acima de tudo, deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta apenas reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas é preciso, principalmente, manter a função do equipamento disponível para a operação reduzindo a probabilidade de uma parada de produção ou o não fornecimento de um serviço.

1.1 TEMA E OBJETIVOS

O tema específico do trabalho é o uso das ferramentas da TPM em busca da quebra-zero. Este é um tema muito relevante no gerenciamento industrial como um todo. A TPM mostra-se como “ pilar ” da manutenção, pois esta ferramenta/metodologia tem sido largamente utilizada de forma estratégica, para atingir metas e objetivos na manutenção e se estender para todos os departamentos de uma organização e, apresentar uma visão geral da metodologia de manutenção produtiva total, conhecida como TPM, utilizando-se de conceitos e ferramentas de gestão, aplicadas em várias empresas atualmente para se almejar a quebra-zero.

1.1.1 Objetivo específico

Identificar os princípios básicos, para a implementação e desenvolvimento dos sistemas de gerenciamento da Manutenção que tem como foco em quatro pilares da TPM (Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada, Treinamento e Educação e Melhoria dos processos)

Como objetivos específicos têm-se:

- Revisar os conceitos básicos da manutenção;
- Identificar os conceitos da TPM e sua aplicação das ferramentas;
- Identificar os principais fatores que devem ser considerados na seleção das ferramentas utilizadas na manutenção;
- Mostrar os tipos de manutenção;
- Levantar os benefícios que a TPM traz para a organização;

- Evidenciar as maneiras e formas para efetuar um treinamento para uso da metodologia;
- Conscientizar a organização da importância que a TPM tem na motivação do empregado, e por consequência, nos resultados para o setor, com isso, para empresa, como um todo.

1.2 JUSTIFICATIVA

Para atingir os objetivos organizacionais, aplicando soluções eficientes e eficazes nos equipamentos, garantir aumento da confiabilidade, disponibilidade e redução de custos. A manutenção tem sido considerada uma estratégia para atingir os objetivos organizacionais em função da grande competitividade mundial que está muito unificada e também devido ao avanço tecnológico dos equipamentos que aumenta gradativamente. Os processos produtivos das empresas estão fortemente dependentes de suas máquinas e equipamentos para estabelecer e sustentar uma vantagem competitiva sobre seus concorrentes.

Segundo Nepomuceno (1999), os equipamentos estão dependentes da manutenção eficiente e adequada em função do desenvolvimento tecnológico estes equipamentos se tornam mais complexos e com um padrão de qualidade mais elevado.

Estas afirmações são evidenciadas por uma pesquisa realizada em 2002 pela ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção), que demonstra que as empresas estão investindo mais para ter seus equipamentos em ótimas condições de funcionamento. Em 2002, o mercado da manutenção movimentou mais de US\$ 19 bilhões, que equivale a 4,27% do PIB.

A manutenção tem como objetivo, garantir a disponibilidade da função dos equipamentos, de modo a atender a produção com segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado (KARDEC, 2002). E para Xenos (2004), a manutenção precisa ser à base de qualquer atividade industrial.

1.3 MÉTODO DO TRABALHO

A metodologia aplicada se estrutura em uma revisão bibliográfica sobre as práticas mais relevantes citadas por diversos autores de manutenção. Esta pesquisa pode ser classificada como descritiva e exploratória, de natureza qualitativa.

Inicialmente serão apresentados os conceitos básicos de manutenção, assim como os aspectos constantes na literatura, com o objetivo de estabelecer uma melhor visão sobre a evolução da manutenção e a filosofia TPM.

O procedimento de investigação foi conduzido através de uma revisão bibliográfica em inúmeras obras publicadas por pesquisadores acadêmicos (artigos periódicos, livros, dissertações e teses), e tem por objetivo identificar experiências e um estudo de caso bem sucedido.

Finalmente, serão apresentados alguns passos e os principais fatores para a estruturação da manutenção utilizando a metodologia TPM na busca da quebra-zero.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O foco principal deste trabalho consiste em evidências com o uso da TPM, para identificar, auxiliar na estruturação e organização do setor de manutenção, buscando uma eficiência, disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, ou seja, as melhores ferramentas, técnicas e metodologias aplicadas à manutenção, que são conhecidas como as Melhores Práticas de Manutenção ou *Best Practices*.

Estas práticas ajudam uma empresa a se tornar líder em seu mercado de atuação. Entretanto, estas práticas não são as mesmas para todas as empresas. Além disso, existe uma grande variação na aplicabilidade prática e no ponto de vista de alguns autores.

A TPM segue premissas básicas e etapas que precisam ser cumpridas para chegar ao sucesso, sendo assim, não é aconselhável começar em qualquer nível, pois isso certamente resultará em um fracasso.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em quatro capítulos, com os conteúdos apresentados a seguir.

A primeira parte demonstra a introdução desta monografia, seu tema, objetivos e a justificativa para sua escolha. Neste capítulo, ainda, são apresentados o método de trabalho, a delimitação do assunto e a estrutura desta pesquisa.

Na segunda parte é apresentado um referencial bibliográfico, o qual foi levantado a partir de vários autores nacionais e internacionais. Neste referencial, são abordados os conceitos que formam a base do gerenciamento da manutenção.

Na sequência são apresentadas as melhores práticas de gestão da manutenção identificadas na pesquisa.

E como última parte, é reservado para a apresentação das conclusões e considerações finais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Antes da revolução industrial, praticamente não existia a manutenção e suas equipes, pois a produção de bens era feita sob encomenda, sem máquinas e equipamentos. Com o surgimento das máquinas a vapor, os operadores começaram a ser treinados para operar, lubrificar e reparar seus equipamentos. A função da manutenção era de reparar os equipamentos depois das falhas, com equipamentos menos complexos e superdimensionados. (SIQUEIRA, 2005; CABRAL, 1998; MOUBRAY, 2000).

Com o aumento da complexidade das instalações industriais e da mecanização ocorrida no anos 50 e 70, a necessidade da mão de obra especializada e da maior disponibilidade dos equipamentos a um baixo custo, se tornaram o objetivo básico das empresas. Sendo assim, surge a manutenção preventiva, que era realizada em intervalos fixos. Foi criada uma equipe especializada de manutenção, para estudar e melhorar a confiabilidade dos equipamentos, denominada como Engenharia de Manutenção, por fim, a partir da década de 50 surgiu o conceito de Manutenção Preditiva (SIQUEIRA, 2005; CABRAL, 1998; MOUBRAY, 2000; LAFRAIA, 2001).

No início da década de 70, no Japão, surge a Manutenção Produtiva Total, TPM (XENOS, 1998), criada e desenvolvida dentro das concepções do Sistema Toyota de Produção (STP), esta filosofia finda eliminar os desperdícios, envolver todos os funcionários e aprimorar continuamente as técnicas e pessoas envolvidas (ASSIS, 1997). Suas principais características são: respeito individual e total participação dos empregados, melhorias direcionadas para operadores, integração da operação com a manutenção, atuação 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, aumento da produtividade, melhora a competitividade, aumento do TMEF.

A 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 “a gestão de manutenção que reconhece a importância de confiabilidade, manutenção e eficiência econômica no projeto de fábricas”.

A TPM visa estabelecer boas práticas de manutenção na produção através da perseguição das cinco metas desta filosofia chamada 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).

Com a unificação da economia e a competitividade do mercado mundial, as organizações vêm sofrendo grandes mudanças em suas práticas operacionais e estratégicas. Estas mudanças ocorrem em alta velocidade, de forma que as empresas são forçadas a introduzir novas ferramentas e metodologias no gerenciamento de seus processos para garantir o aumento da competitividade e a sobrevivência do seu negócio.

Estes processos produtivos estão se tornando cada vez mais complexos, tanto pelo desenvolvimento de novas tecnologias de comunicação e informação, como pelo incremento do nível de automação. Além disso, a busca pela excelência em termos de qualidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos, são requisitos básicos para a geração destas forças competitivas.

Para gerenciar esta complexidade organizacional, a manutenção é evidenciada como um dos setores mais importantes nas empresas. A partir da aplicação de técnicas e soluções inovadoras, a manutenção atua como elo entre a estratégia e a operação dos processos, garantindo os objetivos e metas em termos de serviços e produtos mais confiáveis e de maior valor agregado.

Para que estes resultados sejam conquistados, o setor de manutenção deve estabelecer e sistematizar um Programa de Gestão da Manutenção para possibilitar a aplicação de metodologias de apoio, a melhoria da confiabilidade e disponibilidade de seus equipamentos.

Hoje existe uma grande variedade de instrumentos gerenciais disponíveis para apoiar a administração da manutenção. As melhores ferramentas, técnicas e metodologias aplicadas à manutenção são conhecidas como as Melhores Práticas de Manutenção ou *Best Practices*. Estas práticas permitem que uma empresa se torne líder ou tenha um grande diferencial em seu mercado.

3 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Pode-se encontrar vários tipos de manutenção utilizadas nas indústrias, porém estão relacionadas em quatro tipos distintos:

- Manutenção corretiva (planeja e não planejada);
- Manutenção preventiva;
- Manutenção preditiva.

3.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA PLANEJADA

Segundo (Pinto, 1998), manutenção corretiva planejada é a correção do defeito, da avaria súbita, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função de um acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra.

Quando o equipamento não desempenha a função para a qual foi projetado, ocorrendo falhas, panes ou quebras, de modo inesperado, realiza-se uma manutenção corretiva para reparo destas falhas (BRANCO FILHO, 2006).

Caso a manutenção seja executada em uma data futura após a notificação da avaria, esta será uma manutenção corretiva planejada.

Kardec (2009), define a manutenção corretiva planejada, como atividades para a correção do desempenho inferior ao esperado ou correção da falha por decisão gerencial.

3.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA NÃO PLANEJADA

Segundo (Pinto, 1998), a manutenção corretiva não planejada é evidenciada pela atuação da manutenção em fato que já ocorreu, ou seja, a quebra súbita de um equipamento ou um desempenho menor do que o esperado.

Atualmente as equipes de manutenção elaboram táticas para que esta situação não haja reincidência, pois isso acarreta uma diminuição da disponibilidade da máquina e, influencia de forma negativa nos indicadores de manutenção e produção.

3.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Pinto (1998), diz que a manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a evitar a falha ou diminuição do desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.

É conhecida como Manutenção sob Condição. São as atividades de monitoramento das condições do equipamento pelos seus parâmetros operacionais mensuráveis, através de um acompanhamento sistêmico conforme critérios preestabelecidos (PEREIRA, 2009; BRANCO FILHO, 2008; VIERRI, 2007).

A manutenção Preditiva define quais são os parâmetros que devem ser selecionados em cada equipamento, em função das informações que podem ser geradas pela alteração de parâmetros do estado mecânico de cada componente. (NEPOMUCENO, 1999).

3.4 MANUTENÇÃO PREDITIVA

Segundo (Pinto, 1998), a manutenção preditiva é: a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece uma sistemática.

Atualmente temos várias técnicas de monitoração para a verificação da modificação do parâmetro estabelecido ou da alteração do desempenho, as técnicas preditivas podem ser classificadas pela grandeza medida, defeito, aplicabilidade, abaixo segue as técnicas mais aplicadas:

- Ensaio Elétricos (Corrente, Tensão e Isolação);
- Análise de Vibrações (Nível global, Espectro de vibrações e Pulsos de choque);
- Análise de Óleos (Viscosidade, Teor de água e Contagem de partículas);
- Análise de Temperatura (Termometria convencional e Indicadores de temperatura);
- Ultra-som.

4 MANUTENÇÃO INTEGRADA

Tem por objetivo integrar as atividades de manutenção às de produção, resultando num time coeso, com um trabalho voltado para resultados e redução de perdas, quer seja material, tempo, qualidade, etc.

O trabalho inicia-se com a mudança de comportamento dos envolvidos, obtido através de um programa que visa uma cultura de mudanças.

5 ORIGEM DA TPM

A TPM é o resultado da dedicação de empresas japonesas em aprimorar a manutenção preventiva que teve origem nos EUA nos anos 50. Este trabalho iniciou-se com a apresentação e adoção da manutenção preventiva. Dez anos depois, o Japão evoluiu para o sistema de produção. Por volta de 1971, a TPM foi formatado no estilo japonês através do aperfeiçoamento de técnicas de manutenção preventiva, manutenção do sistema de produção, prevenção da manutenção e engenharia de confiabilidade.

Após a criação do prêmio PM pelo JIPM (*Japanese Institute of Plant Maintenance*), órgão responsável pela veiculação e implementação das atividades no Japão, a TPM ganhou grande importância nas empresas como uma técnica para buscar a melhor eficácia no relacionamento homem-máquina. O primeiro prêmio, foi

concedido justamente em 1971 à uma empresa integrante do grupo Toyota (Nippon Denso Co. Ltda). Naquela época, empresas como Nissan, Mazda e seus fornecedores, também introduziram estes conceitos em suas linhas de produção. Ao longo do tempo outras indústrias japonesas, tais como microeletrônica, máquinas operatrizes, plásticos, filmes, indústrias alimentícias, refinarias de óleo, químicas, farmacêuticas, gás, cimento, papel, siderúrgicas e tintas, também implementaram a TPM, influenciadas pelos resultados obtidos.

. O TPM se popularizou no Japão na década de 70, e foi apresentado ao Brasil em 1986 pelo Sr. Seichi Nakajima. O princípio básico do TPM é a eliminação total das perdas por toda empresa, o que acaba transformando o ambiente de trabalho e elevando, de maneira considerável, o conhecimento e a autoestima dos colaboradores (IMAI, 1994).

O TPM distingue seis fontes principais causadoras de perdas (NAKAJIMA, 1989):

- Perdas por quebra em equipamentos;
- Perdas por ajustes na preparação;
- Perdas por paradas curtas de produção;
- Perdas por velocidades abaixo da nominal;
- Perdas devidas a peças defeituosas e retrabalhos;
- Perdas decorrentes de *start-up* (regime de partida).

O trabalho sistemático de redução de perdas gerado pelo TPM redundava em uma mudança na organização, com resultados bastante significativos, sendo que alguns são tangíveis e outros intangíveis. Exemplos de resultados tangíveis são (FLEMING & FRANÇA, 1997):

- Aumento da produtividade líquida de 1,5 a 2 vezes
- Aumento eficácia global de 1,5 a 2 vezes.
- Redução custos produção em 30%;
- Redução dos estoques de produtos e trabalhos em curso em até 50%;
- Índice de acidentes de trabalho zero;
- Índice de incidentes meio ambiente zero;
- Aumento sugestões de melhoria de 5 a 10 vezes.

Como resultados intangíveis, podem-se relacionar:

- Melhoria da imagem da empresa
- Melhora ambiente trabalho
- Aumento da confiança
- Aumento da auto-estima
- Rompimento da divisão entre manutenção e produção.

A aplicação do TPM nas empresas tem se mostrado complexa, sendo que a implantação se inicia com o compromisso da alta gerência, onde o apoio dos níveis mais altos da empresa tem se mostrado fundamental para o sucesso do programa.

A TPM promove uma mudança de cultura dentro da empresa que pode ser sentida nos diferentes departamentos da mesma, sendo que diversos paradigmas são derrubados durante sua implantação. A determinação de todos os envolvidos na implementação do programa é fundamental para que se possam transpor as diferentes barreiras, que aparecerão durante a implantação dos pilares do programa.

O TPM tem pilares básicos que devem ser seguidos e trabalhados durante sua implementação para que os resultados sejam atingidos. Os pilares do TPM são (NAKAJIMA, 1989):

- Melhorias específicas;
- Manutenção autônoma;
- Manutenção planejada;
- Educação e treinamento;
- Controle inicial;
- Manutenção da qualidade;
- TPM nas áreas Administrativas (*TPM Office*);
- Segurança, higiene e meio ambiente.

Durante a implementação da TPM, várias mudanças são sentidas dentro da empresa, sendo que estas mudanças entram em um ciclo virtuoso, onde a cultura de mudança é contínua e, as melhoras são medidas através de metas estabelecidas e ajustáveis de acordo com o progresso do programa.

A quantidade de empresas que estão empregando a TPM tem crescido bruscamente. À medida que o tema é difundido em eventos, revistas técnicas, livros e até visitas que empresas fazem entre si, as adesões vão aumentando em função dos resultados alcançados e devido às transformações que a TPM promove nos aspectos físicos do ambiente de trabalho e na cultura e habilidade do operador/manutentor.

A TPM é uma metodologia estruturada e centrada no processo de melhoria contínua, que se esforça para aperfeiçoar a eficiência de produção, identificando e eliminando as perdas de eficiência da produção em todo o sistema. Com a filosofia de trabalho TPM obtêm-se ganhos mensuráveis sobre a produção, qualidade e os lucros, e tem o objetivo de aumentar significativamente a rentabilidade da empresa e a satisfação de seus funcionários (AHUJA e KUMAR, 2009).

Embora cada empresa tenha suas particularidades, existem alguns princípios que são básicos para todas elas e que são denominados os pilares de sustentação da TPM, conforme demonstrado na figura 1. (NAKAJIMA, 1989; JIPM, 2002).

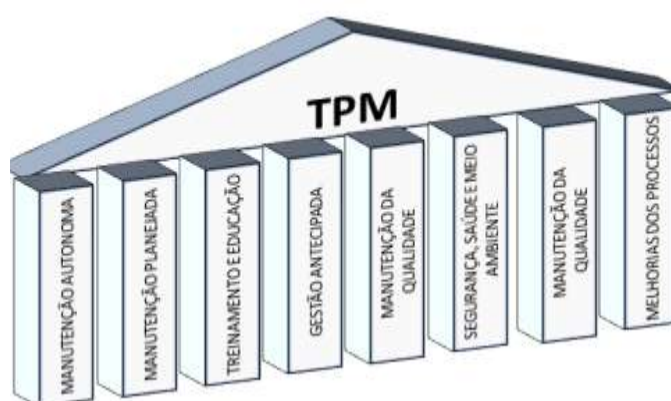


Figura 1 : Pilares da TPM
Fonte: Adaptado de JIPM, (2002)

- Pilar da melhoria focada: corrige defeitos e anomalias, através da introdução de melhorias, atuando nas perdas crônicas relativas aos equipamentos e produção;
- Pilar da manutenção autônoma: os operadores assumem responsabilidades sobre o equipamento, com o objetivo de promover a mudança de cultura em seu ambiente de trabalho, estabelecendo o conceito principal de: “deste equipamento, cuido eu”;

- Manutenção planejada: é a seleção das práticas de manutenção adequada para cada equipamento, visando à melhoria contínua da disponibilidade e confiabilidade além da redução dos custos de manutenção;
- Treinamento e educação: refere-se à aplicação de capacitação técnica para todos os envolvidos;
- Gestão antecipada: é a aplicação de conceitos da prevenção da manutenção desde o projeto dos equipamentos, com os objetivos de fabricar equipamentos com maior confiabilidade e mantabilidade;
- Manutenção da qualidade: relaciona a confiabilidade dos equipamentos com a qualidade dos produtos e com a capacidade de atendimento a produção.

Segurança, saúde e meio ambiente: tem o objetivo de melhorar as condições de trabalho e na redução dos riscos de segurança e do meio ambiente. Melhoria dos processos - também conhecida como TPM de escritório (*TPM Office*) e tem o objetivo de eliminar os desperdícios nas rotinas

5.1 Objetivos básicos da TPM

Melhoria da estrutura empresarial através da melhoria da qualidade do pessoal e do equipamento, para alcançar a eficiência global do equipamento, a TPM visa a eliminação das grandes perdas que prejudicam a eficiência do equipamento (IMC, 2000),

Segundo Osada(1992), é imprescindível compreender o gerenciamento orientado para o equipamento, pois a confiabilidade, a segurança, a manutenção e as características operacionais da fábrica são elementos decisivos para a qualidade, quantidade e custo. (Manutenção Produtiva Total; Osada, Takahashi Yoshikazu; 1993).

Segundo Mirshawka e Olmedo (1994), os objetivos principais são:

- Garantir a eficiência global das instalações;
- Implementar um programa de manutenção para otimizar o ciclo de vida dos equipamentos;
- Requerer o apoio dos demais departamentos envolvidos no plano de elevação da capacidade instalada;
- Solicitar dados e informações de todos os funcionários da empresa;

- Incentivar o princípio do trabalho em equipe para consolidar ações de melhoria contínua, sendo este o grande indicador do sucesso do programa TPM.

A TPM é uma revolução cultural que mobiliza desde o chão de fábrica até a alta gerência, criando uma relação homem-máquina-empresa em prol de um objetivo maior, o zero defeitos ou zero quebras.

Para sistematizar qualquer metodologia, primeiramente, deve-se promover uma revolução cultural na consciência das pessoas, pois, do contrário serão criados mais problemas que soluções (TAKAHASHI, 2000).

Nakajima (1986), define que para desenvolver a TPM junto à organização existem etapas a serem vencidas. Apesar dos detalhes de implementação de cada projeto serem específicos a cada empresa, pois os objetivos e as metas também são exclusivos em cada caso, em uma fase inicial deve-se eliminar as 6 (seis) grandes perdas:

- Perdas por quebra;
- Perdas devido a ajustes e a tempo de preparação;
- Perdas por pequena parada e trabalho lento ou em vazio;
- Perdas devido à capacidade reduzida;
- Perdas por problemas de qualidade, tanto os habituais “naturais ou comuns” como os ocasionais ou especiais;
- Perdas (devido ao reinício e na partida), de modo a maximizar o rendimento operacional das máquinas e equipamentos.

6 INTREGANDO A MANUTENÇÃO E A PRODRUÇÃO

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

gerenciamento motivacional e voluntário em pequenos grupos de atividades (SHARMA *et al.*, 2011).

A metodologia convencional da “Manutenção Autônoma” é à base de sustentação da “Manutenção Integrada”.

Como foi citado anteriormente, o trabalho inicia-se com desenvolvimento comportamental da equipe, de forma a torná-la flexível às mudanças que deverão estar acontecendo.

A disciplina é o segredo. É necessário desenvolver essa habilidade nos funcionários.

Conforme Mirshawka e Olmedo (1994), ressaltam que o objetivo da Manutenção Integrada não é eliminar qualquer serviço ou cargo de manutenção, mas elevar o nível de atendimento de manutenção para o equipamento.

7 DESAFIO “QUEBRA/FALHA ZERO”

A definição de quebra/falha segundo a norma JIS – *Japanese Industry Standards* é dada da seguinte forma: “quebra/falha significa a perda da função definida do equipamento”; segundo o ideograma japonês, a palavra “quebra/falha” significa “danos provocados intencionalmente pelo homem”, ou seja, a quebra/falha ocorre devido a erros cometidos pelo homem no seu raciocínio e comportamento. (*Japan Institute of Plant Maintenance – 1999*).

7.1 OS DOIS TIPOS DE “QUEBRA/FALHA”

Uma vez que a quebra é a perda da função definida pelo equipamento, então, de acordo com a forma pela qual ocorre esta perda da função, podemos dividi-la em dois tipos:

7.1.1 Quebra/Falha do tipo “PARADA DE FUNÇÃO”

Este tipo de quebra/falha diz respeito à parada total das funções do equipamento (o equipamento não funciona mais ou todas as peças confeccionadas tornam-se defeituosas). Geralmente, este tipo é denominado de “quebra/falha repentina”.

7.1.2 Quebra/falha do tipo “REDUÇÃO DE FUNÇÃO”

O equipamento está em funcionamento, mas são casos em que ocorrem perdas como produtos defeituosos, pequenas paradas, queda de velocidade, queda de rendimento, etc. São quebra/falhas que ocorrem quando as funções do equipamento não são totalmente desenvolvidas, apresentando falhas parciais.

7.2 RACIOCÍNIO BÁSICO DA “QUEBRA/FALHA ZERO”

Como exposto anteriormente, a quebra/falha é provocada intencionalmente pelo homem. Assim, se todas as pessoas relacionadas com equipamento não mudarem o raciocínio e o comportamento não será possível eliminar a quebra. O ponto de partida para se atingir a quebra/falha zero é mudar o raciocínio de que o “equipamento é algo que quebra/falha” para o raciocínio de “não permitir a quebra/falha do equipamento”, e ainda, que “é possível chegar à quebra/falha zero”.

7.3 O PRINCÍPIO PARA ATINGIR “QUEBRA/FALHA ZERO”

Ao raciocinar-se sobre o porquê acontecem quebras/falhas, concluí-se que isto ocorre por não perceber-se a falha ou a quebra até o momento da sua ocorrência.

Estas “sementes” da quebra que não são notadas, são denominada de “falhas latentes”. O princípio para atingir a quebra/falha-zero é fazer aflorar estas falhas latentes, ou seja, percebe antes que ela aconteça, assim, sanando-as antes que a quebra ocorra.

De forma geral as falhas latentes referem-se à sujeira, desgaste, trepidação, folga, vazamento, corrosão, deformação, estrago, rachadura, etc. Na maioria dos casos, por ser pequena a falha, a tendência é pensarmos que nada acontecerá mesmo deixando-a neste estado, ou ainda ignorá-la por ser demasiadamente pequena.

7.4 QUATRO PASSOS PARA ALCANÇAR A “QUEBRA/FALHA ZERO”

As causas da quebra/falha podem ser divididas nos cinco itens seguintes. Desta forma existe a necessidade de se atacar estas quatro causas para eliminar a quebra/falha. (*Japan Institute of Plant Maintenance – 1999*)

7.4.1 Estruturação das condições básicas

As condições básicas referem-se à limpeza, à lubrificação e ao reaperto. A quebra/falha é provocada pela deterioração (à medida que vai funcionando com o decorrer do tempo, a função do equipamento pouco a pouco vai diminuindo), mas muitos são os casos em que a deterioração ocorre devido a falha de estruturação dos fatores importantes que compõem as condições básicas, mencionadas acima.

7.4.2 Cumprimento das condições de uso.

As máquinas e os equipamentos no estágio do projeto possuem as condições de uso definidas (se estas condições não estiverem definidas, não há possibilidade de se elaborar um projeto). As máquinas e os equipamentos projetados com base em determinada condição de uso, quando utilizados respeitando-se estas condições, dificilmente quebram/falham (máxima vida útil).

7.4.3 Restauração da deterioração

Mesmo cumprindo as condições básicas e as condições de uso, o equipamento vai se deteriorando, ocasionando a quebra/falha. Desta forma, torna-se uma condição necessária fazer transparecer a deterioração, restaurá-la corretamente, impedindo antecipadamente a ocorrência da quebra/falha. Isto significa executar corretamente a inspeção e a avaliação, realizando a manutenção de prevenção de forma a retornar o equipamento à sua forma original.

7.4.4 Melhoria dos pontos deficientes dos projetos

A quebra/falha dificilmente será eliminada caso sejam executadas somente as três medidas de combate descritas anteriormente. Além disso, caso a execução seja restrita somente a estas medidas, haverá casos em que se refletirá na elevação de custos.

Este tipo de equipamento possui, na maioria das vezes, pontos deficientes decorrentes das deficiências técnicas e erros nos estágios de projeto, fabricação e operação.

Desta forma, não ocorrendo uma análise profunda da quebra/falha (análise da falha), visando uma melhora estes pontos fracos, o problema não será resolvido.

7.4.5 Maior capacitação técnica tanto da produção como da manutenção.

A capacitação técnica dos envolvidos implica diretamente em resultados positivo inerente a função desempenhada. A autoconfiança e a segurança pelo que se faz é o diferencial positivo para uma melhor qualidade do trabalho, redução de perdas e agilidade no tempo de reparo, assim como procura-se despertar a pro atividade dos colaboradores envolvidos.

8 AUMENTANDO DA CAPACIDADE TÉCNICA.

Como demonstrado no item anterior, as medidas são todas executadas pelo homem. Assim sendo, se não houver a capacitação técnica do homem, a melhoria não será possível. O principal problema, é que mesmo executando-se as melhorias ao equipamento, ele acaba quebrando por falhas na operação ou na manutenção. Este tipo de quebra/falha não pode ser evitado a não ser pelo incremento da capacitação técnica especializada, tanto dos elementos de operação como de manutenção((KARDEC, 2009).

Desta forma, estas medidas de combate devem ser executadas com a cooperação mútua entre as áreas de produção e de manutenção. Em outras palavras, a área de produção deve trabalhar centralizando sua atenção na estruturação das condições básicas, cumprimento rigoroso das condições de uso, restauração de deterioração e incremento da capacidade técnica, já a área de manutenção deve cumprir rigorosamente as condições de uso, restauração da deterioração, medidas contra pontos deficientes dos projetos e incrementos da capacitação técnica(XENOS 2004).

8.1 CAPACITAÇÃO DE PESSOAL

O TPM é um projeto sistêmico, que também leva em conta a qualidade de vida do operador, pois ele é a principal peça para o sucesso do programa. Já que é ele quem mantém contato diário com a máquina: investir no colaborador é investir no êxito do trabalho de manutenção (VICTOR, 1994). Tendo esta consciência, deve-se promover cursos de qualificação para os funcionários usuários das máquinas destacando-se a importância dos equipamentos na conservação da máxima

eficiência global do processo produtivo e mostrando-se, na prática, como se implanta a Manutenção Produtiva Total.

8.2 TREINAMENTO

Para CATTINI (1992), a responsabilidade do setor de treinamentos, é entender as necessidades do pessoal de produção e identificar as habilidades dos mesmos, desenvolvendo treinamentos para capacitando-os à executar as atividades de manutenção com segurança e confiança, a identificação das habilidades é a base para o desenvolvimento do programa de treinamentos.

TAJIRI & GOTOH (1998), sugerem uma atenção especial quanto ao desenvolvimento técnico e habilidades dos empregados, e afirmam que poucas empresas possuem um programa para desenvolvimento de habilidades e um sistema de avaliação de habilidades, onde técnicos de operação e técnicos de manutenção aprendem como aplicar as técnicas apropriadas em suas atividades.

Na visão WILLIAMSON (2002), os técnicos operacionais não devem ser treinados apenas em atividades de produção, mas, também em procedimentos de manutenção, sendo responsabilidade dos técnicos de manutenção treiná-los em inspeção, ajuste, limpeza, e em procedimentos de reparos.

Com relação ao treinamento dos operadores MIRSHAWKA & OLMEDO (1994) sugerem que o mesmo deverá contemplar, a princípio, uma parte teórica.

O pilar treinamento do projeto TPM, é considerado como o principal pilar. O comprometimento de todos os funcionários para a sua implementação e consolidação dependerá do entendimento de seus objetivos, princípios e etapas de implementação, principalmente por parte dos operadores das máquinas, mecânicos e elétrico-eletrônicos do processo produtivo.

A capacitação é fundamental para o setor da manutenção, pois está ligada a qualidade do serviço executado, redução do tempo da execução e melhorias nos equipamentos e instalações (KARDEC, 2009).

Segundo Wireman (2003), a falta de conhecimentos técnicos pode restringir a qualidade e aumentar o custo global de manutenção, resultando em atrasos na execução de trabalhos, danos aos equipamentos, e expressões de insatisfação da às operações ou gerentes de instalações. Neste cenário fica evidenciado a

importância de se ter uma equipe técnica devidamente treinada. No entanto, mesmo que uma empresa acredite que sua força de trabalho tecnicamente competente.

Pinto & Xavier (1999), dão sua contribuição ao dizer que treinamento é uma questão de sobrevivência

Para Nepomuceno (1999), o treinamento do pessoal envolvido é o fator mais importante para garantir a eficiência de uma atividade. Estas habilidades são diversificadas e complexas que podem ser desenvolvidas a partir de muito treinamento e prática (XENOS, 2004).

Entretanto, a capacitação é normalmente ignorada ou esquecida, principalmente nas empresas genuinamente brasileiras. Quando se trata de manutenção, todos os manutentores devem ser treinados, de forma a absorverem uma filosofia que define claramente os objetivos pretendidos (NEPOMUCENO, 1999).

Já o autor Dias(1997), menciona que, pilar treinamento pode ser desenvolvido através de 7 (sete) etapas. Treinamento básico; Correção das irregularidades e implementação das melhorias; Entrega das máquinas às minifábricas; Treinamento para pequenos reparos; Constituição das Equipes Autônomas; Implementação do Sistema de Verificações com periodicidade superior a semanal.

- **Treinamento básico**

O treinamento básico pode ser dividido em dois módulos denominados: módulo de fundamentação conceitual e módulo prático nas máquinas para as quais foram habilitados.

Além de objetivar repassar os conceitos teóricos da TPM, esta etapa enfatiza a necessidade de se resgatar as condições básicas de operação das máquinas e equipamentos através do levantamento das anormalidades existentes, sugestões de melhorias de projetos e confecção da lista dos itens de manutenção para as verificações periódicas.

- **Correção das irregularidades e implementação das melhorias**

Esta etapa tem como objetivo, solucionar todas as anormalidades presentes nas máquinas e equipamentos e executar os pedidos de melhorias de projeto sugeridas e não executadas no item anterior.

- **Entrega das máquinas às minifábricas**

Juntamente à entrega das máquinas às minifábricas, os operadores devem ser treinados e conscientizados pelos técnicos mecânico e elétrico-eletrônicos das respectivas máquinas a executarem as atividades de verificações periódicas dos itens sob suas responsabilidades, tais como: *limpeza, lubrificação e verificação das condições da máquina.*

- **Treinamento para pequenos reparos**

Após estar capacitado a executar os itens de verificação periódica, o operador é treinado pelo analista de manutenção, para executar pequenos reparos em sua máquina.

- **Constituição das Equipes Autônomas**

A criação de uma equipe autônoma para grupo de máquinas, esta equipe formada de um técnico mecânico, um técnico eletroeletrônico, um técnico de manufatura e um lubrificador têm a finalidade de administrar, além da conservação do equipamento, toda a manutenção de um grupo de máquinas, no que se refere a: manutenção corretiva, preventiva, preditiva e, quando necessário, pequenas reformas.

9 MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

Os ativos operacionais representam a principal fonte de receita, portanto é relevante considerar a operação como responsável pela integridade dos equipamentos. Se não houver a integração entre os setores de operação e manutenção, estas atividades funcionam isoladamente, causando baixa disponibilidade e confiabilidade (KARDEC, 2002).

Ela pode ser classificada como um tipo de manutenção porque influencia nas decisões sobre as demais políticas de manutenção (VIANA, 2009).

É uma estratégia simples e prática, e tem o objetivo de integrar a manutenção e a produção, de modo que os operadores desenvolvam interesse e assumam parte das responsabilidades pelo bom funcionamento dos equipamentos, através de atividades rotineiras de manutenção. Os operadores devem ser treinados com

informações básicas sobre o equipamento para executar e participar das atividades da manutenção autônoma (TAKAHASHI, 2000; XENOS, 2004).

Para Tavares (2005) a Manutenção autônoma qualifica o operador para exercer cinco funções básicas de manutenção: limpeza, medição, ajuste, lubrificação, inspeção e pequenos ajustes, através de metodologias e regras bem elaboradas. Além disso, podem ser treinados para executar atividades voltadas para a manutenção do equipamento, contribuindo para aumentar a eficiência dos trabalhos de manutenção. Desta forma, a manutenção deixa de executar atividades mais simples, concentrando nas atividades mais complexas, em que várias empresas no mundo utilizam pessoas capazes de operar e manter as instalações

A essência da manutenção autônoma é conquistar o coração do operador e fornecer uma estrutura adequada, considerando a natureza humana, bem como, seus valores, culturas, desejos e limitações e problemas. Ademais, o equipamento é o instrumento de ensino para estabelecer uma nova forma de trabalho e cultura (KARDEC, 2002).

O operador assume responsabilidades sobre o equipamento, com o objetivo de promover a mudança de cultura em seu ambiente de trabalho, estabelecendo o conceito principal de “Deste equipamento, cuido eu”. Desta forma, os operadores devem ser motivados à desenvolver conhecimento e moral, para que estabeleçam um sentimento de satisfação em realizar uma tarefa importante. A manutenção autônoma identifica novos talentos (PEREIRA, 2009; TAKAHASHI, 2000).

O operador não deve atuar isoladamente, e todos devem colaborar para criar um ambiente de melhorias contínuas, eliminando perdas, locais de difícil acesso e fontes de sujeira, melhorando e estabelecendo procedimentos. Para aumentar a eficácia destes trabalhos devem ser inseridas melhorias para facilitar estes trabalhos, como: recursos visuais para a identificação das atividades (PEREIRA, 2009; BRANCO FILHO, 2008).

- Maior conhecimento sobre o equipamento;
- Intervenção no melhor momento;
- Redução de falhas;
- Maior segurança;
- Criação de um histórico;
- Redução de mão de obra e horas extras;
- Decisões fundamentadas em dados concretos.

Pereira (2009), Viana (2009) e Vierri (2007), citam as quatro principais técnicas de manutenção Preditiva:

- Termografia – a utilização do espectro infravermelho, que é uma frequência eletromagnética emitida por qualquer corpo com intensidade proporcional a sua temperatura. Ela possibilita realizar medições sem contato físico com os equipamentos. A termografia define a condição térmica dos circuitos elétricos, possibilitando uma intervenção simplificada nas partes com problemas. Pode ser usada para a medição de equipamentos estáticos, para detectar defeitos em equipamentos como caldeiras e torres.
- Análise de vibração - Na última década os equipamentos de coleta se tornaram portáteis e de alta capacidade, em função do desenvolvimento da eletrônica e informática. A aplicação deste método é economicamente viável em equipamentos críticos, e podem ser terceirizados para empresas especializadas. Para equipamentos críticos utiliza-se a análise de vibração on-line, onde o sinal é enviado para a sala de controle, para análise espectral.
- Ultrassom - é uma técnica que monitora peças de grande espessura e uniões soldadas. Tem grande sensibilidade para detectar descontinuidades internas em componentes, eliminando a necessidade de desmontagem para a inspeção.
- A análise de lubrificantes - otimizar a vida útil do lubrificante, determinando o momento ideal da troca e identifica sintomas de desgaste do equipamento. É possível realizar o monitoramento quantitativo de partículas sólidas no lubrificante e de propriedades físicas e químicas, bem como: o nível de contaminação de água, quantidade de resíduos de carbono, viscosidade do óleo, acidez, ponto de congelamento e ponto de fulgor.

10 FERRAMENTAS

A utilização de ferramentas adequadas durante o pilar treinamento é importante para o sucesso do projeto da MPT . Sugere-se serem criadas ferramentas de apoio para auxiliar as etapas do treinamento, tais como: Painel MPT; Quadro de registro; Cartão MPT; Ficha padrão de verificações; Etiquetas de identificação dos pontos de verificação; Painel de ferramentas; Posto de lubrificação;

Quadro de habilitação e formação da equipe autônoma. Essas oito ferramentas de apoio aparecem descritas a seguir.

- **Painel TPM**

Definido os itens de verificação periódica a serem executadas pelos envolvidos, estes itens devem ser definidos pela equipe autônoma de cada máquina (operador, mecânico e eletro-eletrônico) e relacionados no painel TPM.

- **Quadro de registros**

Após ter recebido o treinamento para a execução dos procedimentos de inspeção dos itens de verificação, o operador utiliza o quadro de registro para assinalar as condições operacionais de cada item inspecionado.

- **Cartão T.P.M.**

O cartão MPT é o canal de comunicação entre o operador e os elementos de manutenção. Ele indica o defeito de forma mais detalhada, a data em que foi constatada a não conformidade, o nome e o turno do operador que preencheu o cartão, o nome do técnico responsável pela correção do defeito, a providência a ser tomada e a data prevista da solução da não conformidade.

- **Ficha padrão de verificação**

A ficha padrão de verificação com periodicidade superior à semanal é utilizada pelo setor de manutenção, e o documento de registro dos itens de verificação de responsabilidade são dos técnicos mecânicos e eletro-eletrônicos.

- **Etiquetas de identificação dos pontos**

É utilizada pelo setor de manutenção. Tem a função de localizar o ponto a ser inspecionado e registrar os seguintes dados: data da última e da próxima inspeção, mecânico responsável pela verificação e frequência da inspeção.

- **Painel de ferramenta**

As ferramentas necessárias e colocadas no painel de ferramenta são definidas pela equipe autônoma e utilizadas para auxiliarem na execução das verificações

periódicas. O treinamento para sua utilização correta é feito durante a etapa “treinamento para pequenos reparos”.

- **Posto de lubrificação**

A reposição do óleo hidráulico nas máquinas para o seu nível correto passa a ser uma atribuição do operador. O posto avançado de lubrificação é o local na minifábrica utilizado para armazenar o lubrificante utilizado nas máquinas daquele setor.

- **Quadro de habilitação e formação da equipe autônoma**

Utilizado como orientação dos funcionários a respeito dos treinamentos que são exigidos para a sua formação e as datas previstas. Serve também, para controle visual das chefias sobre os funcionários de suas equipes autônomas que ainda não atingiram a formação básica.

11 CONFIABILIDADE

Segundo Slack et al. (2009), produtos e serviços confiáveis são formas de propiciar vantagem competitiva nas empresas. Para a manutenção, a norma brasileira NBR 5462-1994, define a confiabilidade de um item como a probabilidade de que este item desempenhe a função requerida, por um intervalo de tempo estabelecido, sob condições definidas de uso.

Para Nepomuceno (1999), Kardec (2009), Dhillon (2002) e Monchy (1989), a Confiabilidade é a probabilidade de que um item irá executar sua missão de forma satisfatória em um determinado período de tempo, quando utilizado nas condições especificadas. Para determinar a confiabilidade de um equipamento, devem-se ser consideradas as confiabilidades de todos os componentes. Sendo assim, a confiabilidade do sistema é menor que a média, e com base na teoria da confiabilidade, ela será menor do que a confiabilidade do componente menos confiável.

Sob o ponto de vista da confiabilidade, a manutenção tem o objetivo de garantir que um equipamento ou sistema exerça as funções que foram projetadas. A ênfase é de selecionar o tipo de manutenção mais adequado para manter a máquina

operando, ao invés de tentar restaurá-lo a uma condição ideal (KARDEC, 2009; MONCHY, 1989).

Segundo Nakata(2000), diz, a teoria de Russel menciona que, mesmo que os defeitos dos componentes sejam pequenos, qualquer equipamento montado a partir destes componentes terão baixa confiabilidade. Então, se cada elemento do conjunto tem confiabilidade R_1, R_2, \dots, R_n , a confiabilidade em série do conjunto "R" será a multiplicação destes fatores/confiabilidade. EX.: se um conjunto formado por 10 elementos e que cada elemento tenha uma confiabilidade de 99%, isso implica dizer que o conjunto terá uma confiabilidade de 90,44%, agora, imagine um conjunto formado por 500 componentes!.

12 RECONHECIMENTO

O projeto Manutenção Produtiva Total tem o pilar do reconhecimento da empresa aos funcionários participantes do projeto que conseguiram atingir os resultados previstos, metas.

Um processo de auditoria serve-se para o reconhecimento através de uma ficha de avaliação com os seguintes itens: Painel TPM, Quadro de registro, Cartão TPM, Limpeza e Organização, Posto de Controle, Pintura, Proteções internas, Proteções externas, Material de limpeza, Material de lubrificação, Painel de ferramentas, Ficha padrão de verificação, Identificação dos pontos de verificação, Registro das verificações e Segurança.

A auditoria serve como um treinamento no local de trabalho. Uma vez constatada uma não conformidade, o auditor informa e como consequência a equipe volta a treinar para a ação corretiva e sua respectiva prevenção.

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

Nakajima (1988), define como a filosofia de manufatura que enfoca e valoriza o relacionamento efetivo dos operadores com o equipamento e suas funções, tendo em vista a eliminação total de perdas. Podemos citar também que o MPT define a relação entre a produção e a manutenção, para melhoramento contínuo da

qualidade dos produtos, eficiência operacional, capacidades, garantias e segurança (TSAROUHAS, 2007).

13 ESTABELECER AÇÕES DE MELHORIAS

Com o diagnóstico estabelecido, estima-se que a organização já reúna condições de formar uma base panorâmica, bastante significativa, que pode lhe permite o aumento da percepção de como as práticas de manutenção estão alinhadas aos pilares de sustentação da metodologia TPM. Desta forma, instrumento sugere que se façam necessárias ações de melhoria, que busquem correções ou implementações de adição, visando garantir a integridade estrutural e operacional da função manutenção, com o foco centrado nos preceitos da melhoria contínua.

A constatação da existência de pontos passíveis de melhoria, a partir da inspeção e análise de alguns pilares, deve conduzir a organização a envidar ações de ordem corretiva, buscando realinhá-los e estabilizá-los com aqueles já consolidados. Cumpre lembrar que a validade da metodologia TPM está ancorada no equilíbrio e na manutenção da estabilidade de todos os seus pilares. E sobre este aspecto, o axioma da segurança parece ser plenamente aplicável, pois a estabilização do método é proporcional ao grau de estabilidade do pilar mais enfraquecido. Portanto, ainda que haja pouco a fazer, a organização deve fazê-lo, sob pena de comprometer os resultados anteriormente obtidos, a partir da proposta desse instrumento de avaliação

14 A INFLUÊNCIA DA MANUTENÇÃO NOS CUSTOS ORGANIZACIONAIS

Com o desenvolvimento das empresas no mercado sabe-se que os investimentos em estrutura física e tecnologia progrediram em virtude da busca pela competitividade, e como consequência, os custos com a atividade da manutenção aumentaram consideravelmente (ARIZA, 1978).

Tavares (2002) em suas colocações propõe a implementação do planejamento e do controle da produção, visando a prevenção ou a predição da quebra. Nesse sentido, o mesmo autor salienta que a implementação desta política apresenta resultados positivos para a diminuição dos custos, uma vez que, reflete uma configuração de custos invertida, com taxa negativa anual da ordem de 20% e

tendência de valores estáveis, que podem representar no cômputo total uma economia de 300 a 500%, sendo mais da metade desta economia devido ao lucro cessante considerando o custo total de uma parada de equipamento com a soma dos custos de manutenção.

Segundo Harding (1981), existem métodos diversos que podem ser alternativas de assegurar que o maquinário e a fábrica operem ao menor custo total. Essas alternativas incluem o uso da capacidade adicional como meio de rodízio do maquinário, a manutenção de grande estoque em processo, a introdução de esquema planejado de manutenção, a disposição do processo de fabricação. Assim percebe-se que a manutenção consiste não apenas em uma atividade desenvolvida pela administração da produção, mas também é uma estratégia em busca de minimizar os custos de produção e contribuir para o melhor desenvolvimento da organização.

15 GANHOS ALCANÇADOS, EXEMPLO DE ESTUDO DE CASO.

Em testemunho, SOUZA (2002), comenta que é possível uma evolução de 5% no tempo operativo, após a implantação do programa.

Já para CARNEIRO (2002), a integração da manutenção na produção possibilitou a redução de 93,75% do percentual de *downtime*, aumentou em 20,8% o OEE - Rendimento Global dos Equipamentos - e reduziu 88% das perdas geradas por paradas não programadas e instabilidade dos equipamentos. conforme ilustrado na figura 2.

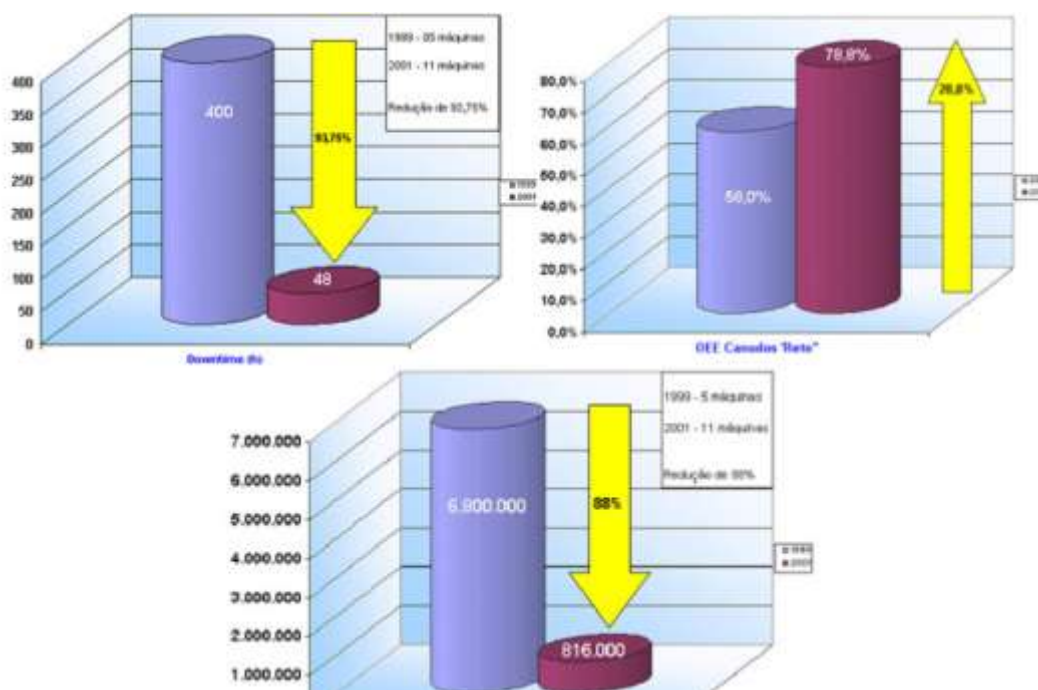


Figura 2 – Indicadores de Performance

Fonte: CARNEIRO (2002)

Estes resultados começaram aparecer logo nos primeiros quatro meses após treinar os funcionários em mecânica básica e pneumática. Atualmente, os mesmos estão habilitados a desenvolver croquis como sugestão de melhorias e até realizar serviços de usinagens, fabricando algumas peças rascunhadas por eles. O que chama atenção neste caso é o nível de conhecimento técnico alcançado pelos operadores, o senso de organização e limpeza, a preocupação quanto à padronização de peças sobressalentes, procedimentos de ajustes e reparos.

Para Campbell (2001), com o trabalho da manutenção integrada, reduziu-se em 50% o percentual das paradas não programadas;

Na realidade, a Manutenção Integrada vem justamente retirar do time de manutenção, a responsabilidade de apagar incêndios (*atendimento em paradas não programadas, conhecida como manutenção corretiva*).

O resultado dessa integração, com certeza irá garantir falha zero, seja ela por problemas de manutenção ou limitações do equipamento, através de um trabalho focado em melhoramento contínuo da confiabilidade operacional.

16 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

Não se pode deixar de comentar sobre a Engenharia de Manutenção, pois este setor aplica conhecimentos científicos e empíricos na solução de problemas, permitindo a melhoria e a evolução da manutenção. Ela tem a premissa da melhoria contínua o uso de diversas ferramentas, filosofia e metodologia, utilizando-se através de estudos, análises de falhas, desenvolvimento de fornecedores de materiais, equipamentos e serviços (VIANA, 2009).

As empresas raramente conseguem aplicar e praticar a Engenharia de Manutenção se não tiver sua rotina estabilizada (NASCIF e DORIGO, 2005). As melhores e mais caras instalações e tecnologias somente serão eficazes se possuírem uma infraestrutura adequada que governe a forma como funcionará no dia a dia (SLACK, 2009).

Para Kardec (2009) e Tavares (2005), a Engenharia de Manutenção deve ser aplicada visando: aumentar a confiabilidade e disponibilidade, melhorar a manutenibilidade, eliminar problemas crônicos, melhorar a capacitação, gerir materiais e sobressalentes, realizar a análise de falhas, elaborar planos de manutenção, acompanhar indicadores e zelar pela documentação técnica, assessorar a compra de novos equipamentos, analisar relatórios, avaliar as técnicas de preditivas, etc.

17 5´S, A BASE PARA QUALQUER FERRAMENTA DE MELHORIA CONTINUA

O 5´S surgiu no Japão no século XX e consiste basicamente em motivar as pessoas para organizar o seu local de trabalho por meio de cinco sentidos básicos. Toda e qualquer ferramenta de melhoria continua como TPM, JIT, Kanban e Kaizen têm início com a implantação da metodologia dos 5´S,(OSADA,1992) Estes sentidos são derivados de palavras japonesas, iniciadas pela letra “s” e que significam os princípios da organização. Os “S” são representados conforme definição abaixo:

1. SEIRI – Senso de utilização, arrumação, organização, seleção;
2. SEITON – Senso de ordenação, sistematização, classificação;
3. SEISO – Senso de limpeza, zelo;
4. SEIKETSU – Senso de asseio, higiene, saúde, integridade;

5. SHITSUKE – Senso de autodisciplina, educação, compromisso.

O programa do 5s é considerado o passo inicial para a implementação de programas de qualidade (CAMPOS, 1992).

Outra grande virtude do programa está na mudança do comportamento dos funcionários envolvidos e o desenvolvimento de um ambiente de trabalho agradável. Sendo assim, este programa tem sido amplamente difundido, como uma forma de integração dos funcionários e padronização das atividades (OSADA, 1992).

Para Takahashi (2000), o gerenciamento do 5s, apesar de utilizar conceitos relativamente simples, sua implementação é complicada. Pois visa mudar a cultura e o comportamento das pessoas, para promover a qualidade do equipamento e ambiente de trabalho. Todo grupo de pessoas estabelece uma cultura específica, sendo uma resposta ao contexto que estão inseridos, e isso se torna um grande desafio para os gestores (VIERRI, 2007).

O programa de 5s é a base do gerenciamento das atividades produtivas, e o nível de qualidade de uma empresa está relacionada com o nível de implementação do 5s (TAKAHASHI, 2000).

O foco das atividades se baseia no comportamento humano, tais como limpeza, organização e descarte. Estas atividades podem ser executadas por qualquer pessoa que esteja motivada. Esta base é alimentada pela educação e treinamento (VIERRI, 2007).

Existe uma relação estreita entre o 5s e a manutenção autônoma, pois ambos primam pela limpeza e a inspeção. Uma limpeza da manutenção autônoma quando bem executada permite em uma inspeção detalhada, e identificação das anomalias. Enquanto o 5s fica restrito a áreas mais óbvias como corredores, armários e prateleiras. Os operadores devem ser treinados sob os princípios do 5s e com a introdução de procedimentos compatíveis com cada tipo de instalação industrial (XENOS, 2004).

Segundo Vieri (2007), O programa de 5s trás alguns benefícios como: Aumento de produtividade e redução do stress, Menor acúmulo de sujeira, Melhoria da imagem da empresa, através de visitantes, fornecedores e clientes e, Redução de custos.

18 CONCLUSÃO

Nota-se uma grande evolução da manutenção ao longo dos anos e, o emprego da filosofia de trabalho da TPM deve ser adequado para cada tipo de empresa e situação, mas com o mesmo objetivo final, confiabilidade, disponibilidade e redução de custos, entretanto, será necessário a quebra de paradigmas e a mudança de cultura. O Benchmark é uma excelente ferramenta para identificar estas formas e uso desta ferramenta entre as diversas organizações que utilizam a TPM. Mas para isso, a empresa deve compartilhar informações com o espírito de cooperação, com benefícios mútuos.

A manutenção deve ter foco na solução de problemas, e a melhoria contínua deve aplicada para a redução de falhas e o volume de manutenção preventiva. E para que estas mudanças ocorram, deve-se considerar a capacitação como uma das atividades mais importantes da empresa, e o 5´S como a base de início e de sustentação de todas as atividades, operacionais e gerenciais.

Muitas mudanças podem ser rapidamente identificadas e implementadas, e os benefícios podem surgir de uma forma rápida. Contudo, para produzir um desempenho superior, é necessário estabelecer um ambiente motivador e de melhoria contínua e rápida. Pois os resultados positivos destas práticas dependem diretamente das pessoas envolvidas, e estas estão fortemente ligadas as suas habilidades e motivação e uma constante auto avaliação.

Os resultados obtidos vão muito além de ganhos financeiros, pois a metodologia aproxima os setores fortalece o espírito de trabalho em equipe.

Sugere-se como trabalho futuro um estudo sobre a influência da motivação das pessoas no processo de implantação da TPM em uma instituição.

19 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção. **Documento nacional 2006**: A situação da manutenção no Brasil. São Paulo. Abramam, 2006.

AHUJA, I.P.S.KUMAR, N. P. "**A case study of total productive maintenance implementation at precision tube mills**", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 15 Iss: 3, pp.241 – 258, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1994. Rio de Janeiro. **NBR 5462**, Confiabilidade e manutenibilidade - terminologia. Rio de Janeiro, 37p.

BRANCO FILHO, Gil. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2008.

BRANCO FILHO, Gil. **Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2000.

BRANCO FILHO, Gil. **Indicadores e Índices de Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006.

CABRAL, J. P. Saraiva "**Organização e Gestão da Manutenção, dos conceitos à prática ...**", Lidel, Março de 1998, Lisboa.

CAMPBELL. John D, Andrew K. S. Jardine, **Maintenance excellence: optimizing equipment life-cycle decisions**, Marcel Dekker, Inc, 2001.

CAMPOS, Vicente F. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Ed. INDG Tecnologia e Serviços, 2004.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia**. 1992.

CENELEC. **Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)** *European Committee for Electrotechnical Standardization, 2006*.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA Carlos A. **Administração de Produção e Operações**, São Paulo, Atlas, 2004.

DEMING, W.E. **Qualidade: a revolução na administração**. 1. ed. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

DHILLON B.S. **ENGINEERING MAINTENANCE A Modern Approach**, CRC PRESS Boca Raton. London New York Washington. 2002.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994.

GIL, Carlos A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

HUANQIU, W., JINZHONG, G. AND XU, F. (1998), "**Dynamic analysis of coherent fault trees**", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 4 No. 2, pp. 122-30.

IMAI, M. Kaizen: **A estratégia para o sucesso competitivo**. 5. ed. São Paulo: IMAM, 1994.

IRESON, W. Grant, ed., **Handbook of Reliability Engineering and Management**, *Second Edition*, New York: McGraw-Hill Professional, 1996.

ISHIKAWA, K. **Controle de Qualidade Total**. Rio de Janeiro: Campus. 1993.

KARDEC, Alan Kardec; LAFRAIA, João Ricardo. **Gestão Estratégica e Confiabilidade**. Qualitymark. Rio de Janeiro, ABRAMAN, 2002.

KARDEC, Alan Kardec; RIBEIRO, Haroldo, **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**, Qualitymark Editora, Rio de Janeiro, 2002.

KARDEC, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Aquino Nascif. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de Confiabilidade, Mantenabilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2001.

LEANDRO, Mayco José; GRZESZESZYN, Gilberto. **Gestão de Custos Indiretos – Custos de Manutenção Industrial**. UNICENTRO - Revista Eletrônica Lato Sensu. 2007.

LIMA NETO. Valmir Maia Rocha. **Quando a Terceirização não funciona: A Primeirização das Atividades de Manutenção Industrial na Caraíba Metais**. Dissertação (Mestrado), 2008, Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal da Bahia. Salvador. 2008.

LONG, W.; SATO, Y.; HORIZOME, M. **Quantification of sequential failure logic for fault tree analysis**. *Reliability Engineering and System Safety*, v. 67, n. 3, p. 269-274, 2000.

MIRSHAWKA, V., OLMEDO, N. L., **TPM a moda Brasileira**. Makron Books-McGraw-Hill, 1994

MONCHY, F. **A Função Manutenção – Formação da Manutenção Industrial**. São Paulo: Editora Durban, 1989.

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

NAKATA, K. **Acerto 100% Desperdício Zero, Um Novo Conceito do 5S**. São Paulo: Ed. Infinito, 2000.

NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de Manutenção Preditiva**. Vol. 1. São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda, 1999.

NUNES, Enon Laércio. **Manutenção Centrada em confiabilidade (MCC): análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada.** 2001. 146f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2001.

OLIVEIRA, J.Z.N; TOLEDO, J. C. **Metodologia de análise e solução de problemas (masp): estudo de caso em uma empresa de pequeno porte do setor eletroeletrônico;** Anais do XV SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção; 2008 São Paulo; BRASIL; Português.

OLIVEIRA, Marcos Antonio, SHIBUYA, Marcelo K. **ISO 9000 Guia de implantação,**

OSADA, T. - **Housekeeping, 5S's: seire, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke.** São Paulo: IMAN, 1992.

PARIDA, A. KUMAR, U. "**Maintenance productivity and performance measurement**", *Handbook of Maintenance Management and Engineering*, Springer, London, pp. 17-41. 2009.

RODRIGUES, R. S. **Manutenção Centrada na Confiabilidade – Aplicação do Método.** Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais, 2000, 127 p. (Dissertação de Mestrado).

SAMPARA, E.J.M; ADAMI, R. **Análise de insumos e aplicação de sistemática de solução de problemas para geração de melhorias;** Anais do ENEGEP XXIX - Encontro Nacional de Engenharia de Produção; 2009; Bahia; BRASIL; Português. São Paulo, Editora Atlas, 1995.

SHARMA, A. G.S. YADAVA, S.G. DESHMUKH "**A literature review and future perspectives on maintenance optimization**", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 17 Iss: 1, pp.5 – 25. (2011)

SHERWIN, David "**A review of overall models for maintenance management**", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 6 Iss: 3, pp.138 – 164 (2000)

SIQUEIRA, Iony Patriota. **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005..

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 2009.

SULLIVAN, G. P. PUGH, R. MELENDEZ, A. P. HUNT, W. D. **Operations & Maintenance Best Practices A Guide to Achieving Operational Efficiency.** Pacific Northwest National Laboratory for the Federal Energy Management Program. 2004.

TAKAHASHI, Y ; OSADA, T. **Manutenção Produtiva Total.** 2.ed. São Paulo: Instituto IMAN, 2000. 322p.

TAVARES, Lourival Augusto; CALIXTO, Marco; POYDO, Paulo Roberto. **Manutenção centrada no negócio**. Rio de Janeiro: Novo Polo, 2005.

TSANG, A. **Strategic dimensions of maintenance management**. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 8 No. 1, pp. 7-39. 2002

TUBINO, DALVINO FERRARI. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. São Paulo, Atlas, 2009.

VIANA, Herbert Ricardo Gracia. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Qualitymark. Rio de Janeiro, 2009.

VIERRI, Luiz Alberto; **Gerenciamento pela Qualidade Total na Manutenção Industrial: Aplicação Prática**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007 .

WERKEMA, M.C.C. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos**. Vol. 1. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

WIREMAN. Terry. **Benchmarking Best Practices In Maintenance Management** Hardcover, Industrial Press. 2003.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.