

**Universidade Estadual de  
Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Informática**  
**Curso de Engenharia de Produção**

**Implantação da Manutenção Produtiva Total em uma  
Cooperativa Agroindustrial**

*Carla Regina de Oliveira Mazia*

**TCC-EP-10-2007**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Informática  
Curso de Engenharia de Produção

## **Implantação da Manutenção Produtiva Total em uma Cooperativa Agroindustrial**

*Carla Regina de Oliveira Mazia*

**TCC-EP-10-2007**

Relatório Técnico 1 apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.  
Orientador (a): Prof.(<sup>a</sup>): Dr. Wagner André dos Santos Conceição

**Maringá - Paraná  
2007**

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais Angela e Mário pelo incentivo a continuar buscando uma boa formação profissional.

## AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus pelo amor incondicional, cuidado e direção da minha vida.

A meus amigos que estiveram comigo no decorrer do meu curso.

À Cleina Okoshi pelos momentos de superação ao decorrer do curso e pela sua amizade incontestável.

À minha irmã Paula Regina de Oliveira Mazia pelo seu companheirismo, dedicação e compreensão despedida.

Ao Dr. Wagner André dos Santos Conceição, Professor da Universidade Estadual de Maringá, pela orientação na realização desta pesquisa.

A UEM – Universidade Estadual de Maringá, por disponibilizar livros, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

A Cocamar Cooperativa Agroindustrial - Indústria de Fios, por permitir a realização do estágio em suas dependências.

## RESUMO

No mundo contemporâneo, as empresas, cada vez mais pressionadas pelas mudanças e pela concorrência, vêem conceitos e modelos administrativos serem derrubados em curto período de tempo.

As dramáticas transformações no mundo corporativo estão exigindo que setores inteiros, indústrias e negócios sejam reinventados, enquanto as empresas sobreviventes serão apenas aquelas que conseguirem se reinventar num verdadeiro processo de concorrência criativa para melhor disputar o mercado. Não servem mais aquelas estratégias que foram válidas num mercado protegido, em que a competição era artificial, quando a privatização ainda era uma idéia em debate e as fusões eram a exceção e não a regra, onde eram raras as empresas que ousavam se internacionalizar. GAJ (1993) apresenta uma definição bastante concreta e pragmática referente às definições de estratégia que versam sobre um modelo de como as empresas devem ser dirigidas: a palavra estratégia é utilizada para ‘selecionar oportunidades definidas em termos de pedidos a serem atendidos e produtos a serem oferecidos’. Ao mesmo tempo para ‘fazer decisões sobre investimentos de recursos com a finalidade de atingir objetivos identificados’.

Atualmente, a globalização dos mercados apoiada no avanço tecnológico, na revolução digital, na aceleração do processo de informação, caracteriza-se como um momento único de reavaliação do processo gerencial quanto às variáveis determinantes nas tomadas de decisões e conforme Hunger; Wheelen (2002), “À medida que as organizações se tornam maiores e mais complexas, lidando com mais ambientes incertos, fica cada vez mais complicado e difícil tomar decisões”.

Este trabalho tem por finalidade analisar a manutenção produtiva total dentro de uma indústria cooperativa Agroindustrial, na indústria de fiação com objetivo de avaliar a implantação do TPM no processo produtivo e verificar as vantagens e os benefícios que este sistema possa a vir trazer para esta empresa.

Para o desenvolvimento deste trabalho utilizaram-se dois tipos de metodologia. O levantamento de dados no setor de campo da unidade da empresa, verificando o funcionamento e assim detectando as falhas e apontando possíveis soluções e pesquisa bibliográfica que proporcionou comparação entre teoria e a prática culminando na

possibilidade de poder assim oferecer sugestões, a fim de que a manutenção autônoma mantenha os índices aceitáveis de qualidade e produtividade e custos, em um ambiente competitivo que a empresa exerce.

**Palavras Chaves:** Manutenção total, Globalização e Planejamento e Controle da Produção.

# SUMÁRIO

|  |            |
|--|------------|
| <b>RESUMO .....</b>  | <b>v</b>   |
| <b>SUMÁRIO .....</b>   | <b>vii</b> |
| <b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....</b>  | <b>ix</b>  |
| <b>LISTA DE TABELAS.....</b>   | <b>x</b>   |
| <b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>                                  | <b>xi</b>  |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>1</b>   |
| <b>2 OBJETIVO DO TRABALHO .....</b>  | <b>6</b>   |
| 2.1 OBJETIVO GERAL .....   | 6          |
| 2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....  | 6          |
| <b>3 MANUTENÇÃO .....</b>  | <b>7</b>   |
| 3.1 DEFINICAO DA MANUTENÇÃO.....   | 7          |
| 3.2 SISTEMAS DA PRODUÇÃO .....   | 12         |
| 3.3 INDÚSTRIA DE MANUFATURA .....  | 12         |
| 3.4 INDÚSTRIA DO PROCESSO.....   | 13         |
| 3.5 IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO.....   | 14         |
| 3.6 INOVAÇÃO DA FUNÇÃO DE MANUTENÇÃO.....                                    | 15         |
| <b>4 ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO .....</b>                                      | <b>20</b>  |
| 4.1 ORIGEM E A EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....                   | 20         |
| 4.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO.....   | 24         |
| 4.2.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA .....   | 24         |
| 4.2.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....   | 26         |
| 4.2.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA .....   | 27         |
| 4.2.4 MANUTENÇÃO DETECTIVA .....   | 29         |
| 4.2.5 MANUTENÇÃO MELHORIA .....  | 30         |
| <b>5 GESTÃO DA MANUTENÇÃO .....</b>  | <b>32</b>  |
| 5.1 GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO .....  | 32         |
| 5.2 INDICADORES DE DESEMPENHO.....   | 34         |
| 5.2.1 TIPOS DE INDICADORES .....   | 35         |
| 5.2.2 INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO .....                          | 36         |
| 5.2.3 INDICADOR DE MANUTENÇÃO USADO NA ORGANIZAÇÃO .....                     | 37         |
| 5.3 INDICADORES MACRO USADO NA ORGANIZAÇÃO REFERENTE AO MPT.....             | 39         |
| <b>6 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM) .....</b>                              | <b>41</b>  |
| 6.1 ORIGEM DO TPM .....  | 41         |
| 6.2 DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICA .....   | 44         |
| 6.3 OBJETIVOS DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....                             | 45         |
| 6.4 SEIS GRANDES PERDAS .....  | 45         |
| 6.5 A TPM E A FERRAMENTA 5S.....   | 46         |
| 6.6 METAS DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL E SEU PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO..... | 46         |
| 6.7 OS PILARES DA TPM .....  | 47         |
| 6.7.1 Realização de manutenção autônoma.....                                 | 47         |
| 6.7.2 Planejar a manutenção.....   | 48         |
| 6.7.3 Treinamento (Treinar todo o pessoal).....                              | 50         |
| 6.7.3.1 Conseguir gerir os equipamentos .....                                | 51         |
| 6.7.4 Manutenção da qualidade.....   | 51         |
| 6.7.5 Melhorias Administrativas.....   | 52         |

|   |           |
|---|-----------|
|   | viii      |
| 6.7.6 <i>Segurança, Saúde e Meio Ambiente</i> .....   | 52        |
| 6.8 IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL ..... | 52        |
| <b>7 METODOLOGIA</b> .....                            | <b>55</b> |
| <b>8 COLETA DE DADOS</b> .....                        | <b>56</b> |
| <b>9 ANÁLISE E RESULTADOS</b> .....                   | <b>58</b> |
| <b>CONCLUSÃO</b> .....                                | <b>61</b> |
| <b>ANEXOS</b> .....                                   | <b>63</b> |
| <b>GLOSSÁRIO</b> .....                                | <b>70</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....                              | <b>71</b> |



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| QUADRO 2.1: TRIÂNGULO ESTRATÉGICO PARA A GESTÃO DA MANUTENÇÃO.....  | 16 |
| QUADRO 2.2: FATORES NO PROCESSO DA IMPLEMENTAÇÃO DA ESTRATÉGIA..... | 16 |
| QUADRO 5.1: AS QUATRO GERAÇÕES DO TPM.....                          | 44 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| TABELA 1.1: O EFETIVO PRÓPRIO DE PESSOAL NA ÁREA DE MANUTENÇÃO.....                         | 4  |
| TABELA 1.2: QUALIFICAÇÃO DO PESSOAL DE MANUTENÇÃO .....                                     | 5  |
| TABELA 3.1: EVOLUÇÃO DO TPM .....   | 21 |
| TABELA 5.1: INDICADORES ESPECÍFICOS DAS ÁREAS USADOS NA ORGANIZAÇÃO REFERENTES AO MPT ..... | 39 |
| TABELA 5.2: INDICADORES MACROS .....  | 40 |
| TABELA 6.2: RESULTADOST ANGÍVEL .....   | 53 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|           |   |
|-----------|---|
| ABRAMAN   | Associação Brasileira de Manutenção   |
| CBM       | Condition Based Maintenance termo em inglês para Manutenção Preditiva   |
| CMMS      | Sistemas de Administração da Manutenção Computadorizada   |
| JIPE      | Japanese Institute of Plant Engineering   |
| MBC       | Manutenção Centrada na Condição   |
| MCC       | Manutenção Centrada na Confiabilidade   |
| MCM (WCM) | Manufatura de Classe Mundial ou World Class Manufacturing   |
| MP        | Manutenção Preventiva   |
| MTTR      | Tempo Médio para Reparos: do termo inglês MTTR - Mean Time to Repair  |
| OOMM      | Gestão da Manutenção Orientada ao Objeto/Objetivo   |
| PCP       | Planejamento e Controle da Produção   |
| RCM       | Manutenção Centrada em Confiabilidade: do termo inglês Reliability Centred Maintenance - RCM  |
| PdM       | Manutenção Preditiva  |
| PARADIGMA | Realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade praticantes de uma ciência, ver Thomas S. Khun, “A Estrutura das Revoluções Científicas”. |
| TBM       | Time Based Maintenance termo em inglês para Manutenção Preventiva   |
| TPM       | Manutenção Produtiva Total: do termo inglês TPM - Total Productive Maintenance  |



# 1 INTRODUÇÃO

Até os anos 70, na indústria mundial predominava a organização fordista ou taylorista do trabalho, caracterizada, respectivamente, pela descrição e controle minuciosos de cada tarefa do processo e pela padronização dos produtos, redução de custos e maximização da produtividade através do trabalho altamente especializado.

Com a revolução tecnológica, surgida a partir daí em todos os campos produtivos, o trabalho humano obrigou-se a buscar novas modalidades de organização, inclusive voltando suas atenções para os seus processos.

Aliado a isso, a união dos mercados mundiais trouxe, como consequência nas indústrias, pelo menos dois importantes desafios a se considerar: a melhoria contínua de seus produtos, aliada a redução de custos. A competitividade torna-se então, um fator decisivo na evolução e, até mesmo, na sobrevivência das organizações.

Com a abertura do mercado brasileiro e aumento da pressão competitiva, as organizações têm buscado incessantemente a melhoria de desempenho de seus processos produtivos. Os clientes tornaram-se mais exigentes e passaram a direcionar as ações das empresas: controle de custos, melhoria da qualidade e o aumento da produtividade tornaram-se fatores críticos de competitividade, exigindo investimentos em tecnologia, automação, controle de processos e capacitação das pessoas.

Para alcançar níveis elevados de competitividade é fundamental o investimento tecnológico em equipamentos e o desenvolvimento de um modelo consistente de gestão que venha compatibilizar de forma estratégica, as ações dos integrantes da empresa na busca de um desenvolvimento contínuo de melhoria dos processos e produtos. A manufatura de classe mundial ou world class manufacturing (WCM), conceito originalmente introduzido caracteriza-se como uma gestão abrangente que busca garantir a excelência de processo e produtos pela redução das perdas e estabilidade do processo. É caracterizada, entre outras coisas, por se superar nos quesitos qualidade e tecnologia (WIREMAN, 2000; CHIAVENATO, 1999).

Num sistema de gestão WCM os objetivos da manutenção e da produção são compatibilizados e harmonizados, pois a manutenção tem um papel decisivo para eliminar

perdas, assegurar o funcionamento ininterrupto do processo aumentando a confiabilidade dos equipamentos e estabilidade das variáveis do processo com custos otimizados. Vários sistemas de gestão da manutenção foram desenvolvidos para suportar as empresas nesta direção.

Teixeira (2001) e Kardec et al (2002) concordam com o fato que a manutenção tem um papel importante no apoio para manter a logística da empresa, a qual está diretamente relacionada com a competitividade do sistema industrial. A gestão da manutenção deve ter por princípio ser um apoio efetivo para conseguir a excelência empresarial e contribuir com criatividade, flexibilidade, velocidade, cultura da mudança, competência e trabalho em equipe, ou seja, a função manutenção não pode caminhar de forma isolada do resto das funções da organização.

A importância da manutenção na estrutura estratégica das empresas e recentemente está sendo abordado por vários pesquisadores, sendo que todos são unânimes quanto à importância que a função manutenção tem para alcançar um adequado posicionamento no conjunto de empresas concorrentes. Swanson (2001) indica que cada vez mais e mais companhias, para alcançar o que se chama “World-Class Performance”, está demandando grandes esforços para melhorar a qualidade e a produtividade e reduzir custos, e este direcionamento passa, de forma inevitável, por uma efetiva manutenção.

Muitas empresas estão conscientes dos desafios da função de manutenção e implementam políticas ou estratégias para fazer dela uma função com a mesma importância que outras funções da organização, ou seja, a função manutenção é parte integral das estratégias que a organização deve implementar para ser a melhor. Considerar a manutenção somente como uma função tática e operacional é ter uma visão míope (TSANG, 1998). Também tem uma dimensão estratégica visando aspectos como: definição da concepção da manutenção, gestão dos recursos à disposição da função, elaboração de programas de manutenção, melhoramento das capacidades dos colaboradores, aumento do desempenho dos equipamentos e obtenção da tecnologia necessária para manter os bens durante sua vida útil.

Dentro das funções administrativas e operacionais as mais relevantes são a produção e manutenção, já que ambas têm a missão de manter funcionando e melhorando a infraestrutura produtiva da organização. Em conjunto têm que entregar os produtos ou serviços no tempo indicado, com a qualidade solicitada e a quantidade projetada. Em outras palavras se

está falando de confiabilidade do sistema produtivo, disponibilidade dos equipamentos, alta manutenibilidade e segurança do pessoal e ambiente.

Para que o alcance e a superação das metas estabelecidas pela produção sejam viabilizados é fundamental, entre outras coisas, que os recursos e meios de produção estejam disponíveis, em atendimento ao planejamento operacional realizado, com alto nível de confiabilidade (PUN *et al.*, 2002). A manutenção industrial torna-se assim, uma das atividades de apoio à produção chave neste processo, ainda que nem sempre lembrada. Ela afeta diretamente a capacidade e habilidade dos processos produtivos das empresas de responderem rápida e eficazmente às demandas do mercado. A manutenção industrial deve ser adaptada ao ambiente de competição global. Para tanto, apresenta-se a Manutenção de Classe Mundial (MCM) definida por Wireman (1998), como sendo aquela capaz de atender satisfatoriamente as necessidades dos sistemas produtivos em uma economia globalizada.

Os investimentos na manutenção tendem a crescer em todos os setores econômicos de nossa sociedade apesar dos avanços tecnológicos, o que poderia levar a, pensar que é uma contradição, mas, as principais razões são a contínua expansão dos bens de capital e os requisitos de mercado que impõem uma alta confiabilidade. Soma-se a isto, o aumento na qualidade da terceirização, o qual impõe à administração da manutenção ter procedimento muito bem descrito e exato (DEKKER *et al.*, 1998).

Encarregar-se em manter os equipamentos e instalações do sistema de produção em perfeito estado de uso. Pode ser responsável também pela produção do ferramental, pela produção de pequenas máquinas, e pelas condições ambientais de salubridade e segurança. Atualmente, dentro dos princípios da qualidade total, muitas das atividades de manutenção preventiva foram transferidas para os próprios operadores, que diariamente devem fazer a lubrificação e pequenos reparos nos equipamentos que não exijam grande conhecimento técnico. O PCP (Planejamento e Controle da Produção) tem interesse imediato no bom andamento das atividades de manutenção. A programação da produção exige o conhecimento das condições físicas dos equipamentos e instalações, e o replanejamento exige rapidez na troca de informações sobre a mudança de estado dos mesmos.

Em uma das últimas pesquisas feita pela Abraman (Associação Brasileira de Manutenção) no ano 2003 e apresentada no 18º Congresso Brasileiro de Manutenção, realizado em Porto Alegre – RS em Setembro de 2003, revela dados muito interessantes que demonstram que as

empresas brasileiras (e este resultado se pode fazer extensivo à realidade latino-americana) estão preocupadas em melhorar seus recursos na área de manutenção. Assim, por exemplo, o efetivo próprio de pessoal qualificado, ou seja, com uma capacitação que atinja os objetivos da função de manutenção, apresentou uma evolução de 21,01% em 1995 para 28,69% no ano 2003 (Tabela 1.1). O mesmo vale para todos os níveis da função manutenção, no nível superior de 6,65% para 7,20%, no nível técnico médio de 13,52% para 14,85% e no nível de mão-de-obra qualificada de 17,15 a 40,62%, no mesmo período, demonstrando com isto que há uma preocupação constante nas empresas em ter um melhoramento significativo nas ações de manutenção (Tabela 1.2). Em relação à idade média dos equipamentos e instalações das empresas esta se mantém estável em um valor de 16,25 anos, o que revela que o nível tecnológico atualizado dos equipamentos só é possível por meio de ações de manutenção. Mas a disponibilidade operacional, sendo crescente e variando de 85,82% em 1997 para 89,48% em 2003. Contudo, ainda é baixa em relação à média dos melhores indicadores que é 93,3% (dado fornecido pela ABRAMAN no ano 2003).

**Tabela 1.1 O efetivo próprio de pessoal na área de manutenção.**

| Ano  | Colaboradores Próprios de Manutenção |                             |        |
|------|--------------------------------------|-----------------------------|--------|
|      | Total da Empresa<br>(TE)             | Total da Manutenção<br>(TM) | TM/TE  |
| 2003 | 109794                               | 31504                       | 28,69% |
| 2001 | 159454                               | 33015                       | 20,71% |
| 1999 | 133650                               | 26257                       | 19,65% |
| 1997 | 154250                               | 30750                       | 19,94% |
| 1995 | 320650                               | 67375                       | 21,01% |

**Fonte: Documento Nacional 2003: A situação da Manutenção no Brasil. Elaborado por**

**ABRAMAN.**



**Tabela 1.2 Qualificação do pessoal de manutenção.**

| Ano  | Qualificação do Pessoal de Manutenção (%) |               |                 |                     |                  |
|------|---|---------------|-----------------|---------------------|------------------|
|      | Nível Superior                            | Técnico Médio | MOB Qualificada | MOB Não Qualificada | Não Classificada |
| 2003 | 7,2                                       | 14,85         | 40,62           | 4,94                | 32,39            |
| 2001 | 7,64                                      | 14,81         | 38,72           | 7,63                | 31,2             |
| 1999 | 7,08                                      | 13,135        | 38,06           | 6,77                | 34,74            |
| 1997 | 6,18                                      | 14,78         | 40,63           | 8,07                | 30,34            |
| 1995 | 6,65                                      | 13,52         | 17,15           | 8,81                | 53,87            |

**Fonte: Documento Nacional 2003: A situação da Manutenção no Brasil. Elaborado por**

**ABRAMAN.**

## **2 OBJETIVO DO TRABALHO**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Estudo de caso sobre o processo da implantação da manutenção produtiva total (TPM) na fiação da Cocamar - Cooperativa Agroindustrial.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Pesquisar referências bibliográficas sobre a manutenção produtiva total (TPM);

Analisar as etapas de implantação da manutenção produtiva total (TPM) em relação à manutenção autônoma;

Verificar os benefícios do processo na implantação da manutenção autônoma nas cardas da fábrica I e II de fiação da Cocamar - Cooperativa Agroindustrial.

### **3 MANUTENÇÃO**

O presente capítulo irá apresentar os principais definições e sistemas de renomados autores sobre a manutenção produtiva, a fim de facilitar o entendimento do ambiente a ser pesquisado e assim, contribuir para consecução dos objetivos desta monografia.

#### **3.1 DEFINIÇÃO DA MANUTENÇÃO**

O propósito de uma organização para a manutenção pode ser definido como um conjunto de elementos básicos que caracterizam aquilo que a organização gostaria de ser no futuro, sua vontade, seu desejo de ser e de agir. Enfim, o propósito sintetiza a vontade própria, sua auto-imagem e suas crenças básicas, transcendendo as circunstâncias, não se limitando pelo ambiente externo nem pela capacitação atual (COSTA, 2002).

Kononen (2002) e Verma (2002) destacam o fato que a manutenção é uma combinação de ações técnicas definidas a partir de uma concepção da manutenção, de ações administrativas e de gestão durante o ciclo de vida da máquina na intenção de manter ou retorná-la ao estado onde possa cumprir sua função. Dão especial ênfase à condição de gestão e indicam que a alta eficiência é obtida mediante três atributos: alta confiabilidade, alta manutenibilidade e eficiente sustentabilidade, parâmetros a serem monitorados continuamente.

A função manutenção para cumprir de maneira satisfatória o seu objetivo e se tornar competitiva deve adotar os princípios de administração contidos nos conceitos da gestão estratégica, desenvolver-se ao mesmo ritmo que as demais funções administrativas da organização e desta forma, fornecer um serviço eficiente a seus clientes, que são os ativos da empresa. Deve ter uma visão, uma missão e uma abrangência bem definida, ou seja, o que a função manutenção quer ser no futuro dentro da organização, qual é a necessidade básica que a função pretende suprir e, finalmente, quais são as limitações reais ou auto-impostas para a atuação da função.

A concepção de manutenção se refere, em essência, a ter objetivos definidos, delineamentos administrativos e procedimentos para enfrentar e gerir as tarefas de manutenção que indicam como conseguir o melhor rendimento dos equipamentos e recursos definidos para a manutenção (GITS, 1992).

A manutenção Industrial tem se destacado cada vez mais como uma área fundamental para o sucesso das empresas que tem uma forte base industrial. O impacto de uma manutenção inadequada e ineficiente para a empresa pode definir a rentabilidade do negócio e a sua sobrevivência.

Kletz (1993) apresenta inúmeros relatos onde problemas de manutenção levaram a acidentes catastróficos onde se colocou em risco não só a integridade da instalação industrial, mas também a dos funcionários e dos membros da comunidade.

A manutenção industrial, de uma maneira geral, teve uma grande evolução tecnológica principalmente em indústrias de processo buscando aumentar a disponibilidade operacional e a confiabilidade da planta industrial, utilizando-se de ferramentas, de técnicas e de procedimentos para a melhoria de sua performance.

A manutenção nasceu no início da era industrial, como uma área de apoio para consertar rapidamente as máquinas que quebravam e que interrompiam o processo produtivo. Era da manutenção acidental quebra-conserta, reativa e sem nenhum planejamento na execução das tarefas.

Os primeiros profissionais de manutenção aprenderam então a importância de se ter em mãos as ferramentas e peças de reposição, bem como procedimentos para diminuir o tempo médio para reparos (MTTR - Mean Time to Repair), colocando rapidamente o equipamento em operação.

A TPM tem sido uma ferramenta muito importante para os setores de manufatura intensivos em equipamentos.

É um fator fundamental para o aumento da disponibilidade das máquinas, e um passo vital para conectar as máquinas visando criar um fluxo melhor. Muitas fábricas, entretanto, não conseguiram alcançar todo o potencial dessa ferramenta e ao invés disso, capturaram apenas parte dos benefícios. A Toyota Motor Corporation desenvolveu seu próprio e singular estilo de ações TPM durante os últimos trinta anos, que são críticas tanto em termos de apoiar o sistema lean de produção quanto em conseguir resultados excepcionais de manutenção industrial.

A essência do TPM foi desenvolvida na Denso, um fornecedor automotivo de primeira camada do grupo de fornecedores da Toyota, durante as décadas de 60 e 70 no Japão. A idéia

central do programa é a completa eliminação de tudo que faz parte das chamadas “seis principais perdas nas máquinas”: quebras, tempos de set up, perdas de ciclo, paradas curtas, sucata e retrabalho, e perda por instabilidade no início do turno. Enquanto o pensamento lean tenta eliminar desperdícios em relação à mão-de-obra, máquinas, materiais e métodos, o TPM mergulha fundo na área específica de perdas na produção relacionadas ao componente ‘máquina’.

Cada letra da sigla TPM não tem um significado óbvio, porém muito importante:

- Total: implica em uma visão abrangente de todas as atividades relacionadas à manutenção do equipamento e no impacto que cada uma tem na disponibilidade.
- Produtiva: relaciona-se ao objetivo final de um sistema de produção eficiente, e não meramente de uma manutenção eficiente, como é, freqüentemente, erroneamente considerado.
- Manutenção: significa a idéia que direciona o programa a garantir processos confiáveis e produção contínua.

O TPM é uma pré-condição básica para que muitos elementos da produção lean possam prosperar, e em segundo, existem também os benefícios financeiros.

Os mais famosos elementos da produção lean tendem a ser os conceitos de fluxo: tempo takt, trabalho padronizado e produção puxada. Entretanto, um simples exame de todos esses métodos demonstra que todos assumem que existe disponibilidade suficiente das máquinas antes de qualquer coisa. Para muitas indústrias que estão buscando uma transformação lean, esta hipótese não é uma realidade.

Muitas empresas lutam para conseguir disponibilidade suficiente, com média entre 60% a 70%, nas melhores situações, durante um turno de produção normal. É importante notar que, de uma perspectiva histórica, durante as décadas de 60 e 70, enquanto a produção lean estava sendo aperfeiçoada na Toyota, um tempo e atenção significativos foram dedicados a desenvolvimento tanto em processos robustos de qualidade quanto de sistemas de manutenção.

Na maior parte da literatura atual da Toyota, esses itens são comumente relacionados às pré-condições para os elementos lean, tais como fluxo ou trabalho padronizado. Em termos simples, aqueles que estão tendo dificuldades para realizar a transformação lean deveriam dar

um passo para trás e notar que a causa raiz da incapacidade de fazer fluir ou produzir 100% do tempo baseado no tempo takt origina-se nos problemas relacionados a estas pré-condições não-triviais.

Além disso, há um significativo benefício financeiro assim como operacional para uma empresa que implementa o TPM com sucesso.

Há Toyota vêm enfatizando a implementação da TPM nas últimas décadas, essenciais para o sucesso em longo prazo do programa:

“Um enfoque do ciclo de vida total” reconhece que, assim como com as pessoas, os equipamentos necessitam de níveis diferentes de recursos e tipos de atenção durante o ciclo de vida. O início de produção é o momento em que os problemas ocorrem com maior frequência, e um tempo significativo é gasto tentando-se resolver os problemas das máquinas e aprendendo como consertar e manter os processos. A Toyota inicia esse processo de aprendizagem antes mesmo do equipamento chegar ao chão de fábrica, através de extensivo desenvolvimento prévio dos processos, mantendo o que funciona bem e aperfeiçoando os pontos fracos no design da máquina.

Após a instalação das máquinas e o início de produção, a Toyota emprega diferentes técnicas de manutenção para manter a eficiência da produção. Como último recurso, a manutenção por quebra é utilizada no que esta falhando, até que a causa raiz seja completamente identificada e o problema possa ser impedido de ocorrer novamente.

Durante a maior parte do tempo do ciclo de vida do equipamento, frequências ou métodos de manutenção preventiva baseados em condição são utilizados para impedirem os problemas antes que eles ocorram. Os intervalos da manutenção preventiva e o seu conteúdo são ajustados conforme se aumenta a experiência sobre o comportamento do equipamento ao longo do ciclo de vida. A manutenção diária é praticada pelo operador do equipamento e envolve tarefas tais como verificar o nível de lubrificação, limpar a máquina diariamente, observar as condições das ferramentas e informar caso detecte-se condições anormais da máquina. Geralmente, essa última ação fornece uma informação vital para o sistema de manutenção preventiva.

Ocasionalmente, ocorrem problemas de confiabilidade do equipamento que necessitam de tempo e atenção do fabricante do equipamento ou de especialistas para serem resolvidos.

Nesses casos, recorre-se à manutenção corretiva e melhorias fundamentais no design do processo são implementadas. A Toyota chama isso de “kaizen de máquina” (ao contrário do kaizen do movimento ou método de trabalho) e considera-o uma importante atividade de melhoria de processo.

Finalmente, todos os processos são estudados ao longo de todo o ciclo de vida para que seja possível ver onde tempo, peças de reposição e dinheiro estão sendo consumidos. Quando um novo equipamento for requisitado, uma lista de melhorias necessárias é feita para o fornecedor para ser analisada em conjunto de acordo com as atividades de manutenção preventiva. “A busca total da eficiência da produção” relaciona-se com o objetivo de eliminação de todas as perdas de produção associadas com qualquer parte do equipamento. Diferentes situações e tipos de equipamentos precisam de diferentes atividades de melhorias. Analisando os dados colhidos durante anos na Toyota, fica evidente o simples fato que até um terço do tempo indisponível dos equipamentos é causado por falhas em um simples limite ou em um sensor de proximidade. Claro que a ênfase do programa está voltada para a eliminação da causa do problema; entretanto, em alguns casos, as raízes dos problemas não foram completamente erradicadas. Para acabar com essa queda do tempo de produção, prioriza-se o reparo rápido desse tipo de problema e a “manutenção de um minuto” (menos de 10 minutos de produção perdidos) é colocada em prática. De forma similar, o tipo de ambiente de produção que você trabalha e o tipo de perda que você vem enfrentando devem guiar suas ações de melhoria.

O aspecto da “participação total” do TPM é freqüentemente exposto por consultores e indicado em artigos como uma ação do grupo, onde uma única parte do equipamento é limpa e vistoriada de cima abaixo para aumentar o seu tempo de uso disponível. Os projetos são nobres e são excelentes atividades de aprendizagem. Entretanto, não devem ser confundidos como a maneira fundamental de implementar a participação.

O estilo Toyota de participação baseia-se em todos saberem exatamente seus papéis e responsabilidades, executá-las no dia a dia. Por exemplo, com respeito às áreas com equipamentos de uso intensivo, os operadores têm uma lista de verificação (check list) bem definida e um conjunto de atividades simples de manutenção que podem ser monitoradas ou executadas durante o turno. As anormalidades são registradas e comunicadas à manutenção para serem reparadas. Os técnicos da manutenção atendem aos problemas de quebra quando necessário e constantemente procuram por meios pelos quais possam tanto usar medidas

preventivas para evitar que os problemas ocorram ou estabelecer algum tipo de atividade de manutenção preventiva. A engenharia auxilia a manutenção na área de melhoria dos equipamentos quando há a necessidade de análises especiais ou coordenação com os fornecedores do equipamento. Os gerentes garantem a disciplina no sistema assegurando-se que os indicadores importantes sejam coletados, que os maiores problemas no gráfico de Pareto sejam identificados e que as ações de correção dos problemas estejam sendo acompanhadas em um tempo determinado.

Por último, o importante para o sucesso da Toyota na manutenção é a noção de “enfoque sistêmico total”. Como uma corrente composta de múltiplos elos, o sistema será tão forte quanto o elo mais fraco da corrente. O constante empenho e atenção da gerência são necessários na melhoria dos aspectos descritos no ciclo de vida do equipamento, na busca da eficiência e na participação de todos de acordo com as responsabilidades de cada um. Um enfoque sistêmico total também significa relacionar e melhorar eficientemente todas as atividades de suporte, tais como treinamento e desenvolvimento de colaboradores, gerenciamento de documentos e peças de reposição, coleta e análise de dados da manutenção, e feedback para os fornecedores dos equipamentos.

### **3.2 SISTEMAS DA PRODUÇÃO**

As indústrias têm como finalidade, processar matérias-primas, energia e mão de obra, para a obtenção de produtos de valor agregado maior, voltados ao mercado industrial ou ao mercado consumidor final. Ela se utiliza de processos de transformação discretos ou contínuos ao longo de sua cadeia produtiva, podendo-se classificar basicamente em 2 categorias: Manufatura ou Processo.

### **3.3 INDÚSTRIA DE MANUFATURA**

A Indústria de Manufatura caracteriza-se por processos intermitentes, produzindo itens discretos de produção como calçados, eletrodomésticos, automóveis, bem como a produção de componentes para estes produtos finais.

Bassa (1995) caracteriza a manufatura por possuir uma produção “discreta”, dado que tanto o produto em processo, quanto o produto acabado podem ser contados unitariamente. A produção não apresenta a característica contínua intrínseca.

Como características típicas podem citar:



- Produção de itens discretos.
- Interrupção para set-up de máquinas para produção de lotes de produção.
- Utilização intensiva de mão de obra.
- Paradas no equipamento em geral não acarretam paradas totais de linha.
- Evolução de produção artesanal para a produção em massa de lotes de produtos.
- Uniformidade das características básicas do produto.
- Ritmo de produção depende do ritmo de processo de trabalho.
- Ênfase em tempos e métodos: ritmo da produção.
- Flexibilidade maior na produção.

À medida que a linha se automatiza, temos uma aproximação maior das características de uma indústria de manufatura com as indústrias de processo contínuo. As linhas de montagem em série, bem como as máquinas automáticas e a utilização de robôs para executar as tarefas discretas como soldas e montagens, vem definir um novo ritmo na indústria de manufatura.

### **3.4 INDÚSTRIA DO PROCESSO**

As indústrias de processo, normalmente caracterizam-se pela produção de produtos em grandes quantidades e de pequena variação. As matérias primas podem ser processadas em batch (bateladas) ou de uma forma contínua. De acordo com Salerno (1994), no processo contínuo, o papel dos operadores é o de manter o “processo sob controle” ajustando os parâmetros reais de operação de acordo com os padrões pré estabelecidos. Podemos citar como exemplos de indústrias de processo: siderúrgicas, refinarias de petróleo, papel e celulose, indústrias de cimento, petroquímicas e químicas.

Nestes processos, muitas vezes o produto flui através de torres de destilação, trocadores de calor, bombas e compressores, tubulações, reatores, sofrendo reações químicas ou processos de separação e de purificação. Em algumas indústrias, a matéria prima passa também por processo termomecânico como as indústrias siderúrgicas e as indústrias de fios e fibras têxteis.

Segundo Bassa (1995) em uma indústria química, não é possível identificar ou visualizar a transformação, ou o operário ao olhar para um tubo ou um reservatório, jamais terá condição de avaliar se o grau de corrosão está acentuado.

As informações do processo são enviadas através dos sensores de pressão e temperatura, de medidores de vazão ou de nível para a sala de controle. Mesmo detectado alguma anormalidade como vazamentos, nem sempre podemos interromper o ritmo normal da produção. Após uma parada, precisamos ter a “confiança” de que a instalação irá operar sem grandes problemas até a próxima parada geral que poderá ser daqui a dois anos.

A automatização dos processos e os sistemas de monitoramento e controle ganham importância vital para manter o processo sob controle. Operadores trabalham em salas de controle centralizadas com painéis representando a situação do processo.

Paradas na produção significam grandes perdas de tempo para parada, reparo e partida da instalação ocasionando grande perda de faturamento. Os riscos de impacto ambiental e de segurança também são grandes, pois envolvem grandes volumes, pressão, temperatura e em muitos casos produtos tóxicos que poderão contaminar o meio ambiente ou apresentar riscos à população.

### **3.5 IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO**

Neste contexto podemos visualizar a importância da Manutenção principalmente em indústrias de processo. Não é por menos que são nestas indústrias que os conceitos de Manutenção e a utilização das técnicas de monitoração e de diagnose floresceram primeiro. Podemos citar também as usinas de geração de energia elétrica como as hidroelétricas e as termoelétricas, principalmente as usinas nucleares.

Além da indústria aeronáutica, encontramos diversos artigos abordando a utilização dos conceitos de Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM - Reliability Centred Maintenance) principalmente em usinas nucleares, devido à mesma preocupação das indústrias de processo.

Então temos as duas preocupações básicas da manutenção em Indústrias de Processo:

- Garantir a continuidade operacional da planta maximizando a sua disponibilidade.

- Gerenciar a “confiabilidade” dos equipamentos e das instalações industriais minimizando a falha, garantindo a integridade do homem (funcionários e comunidade) e os impactos ao Meio Ambiente.

Atender a estes objetivos junto com a otimização do uso de seus recursos (mão de obra, material e serviços) é o grande desafio do profissional de manutenção. A constante pressão na diminuição de custos tende a pressionar o gerente de manutenção.

A atual quebra do paradigma de manutenção é não consertar os equipamentos, mas em evitar a necessidade de manutenção, diminuindo a demanda por serviços. É trabalhar nas causas das falhas buscando ações para eliminar ou minimizar a falha, aumentando a vida útil do equipamento e construindo a confiabilidade do sistema.

A importância da função manutenção em indústrias de processo principalmente devido ao custo da falha e à manutenção da disponibilidade da instalação (MONCHY, 1989).

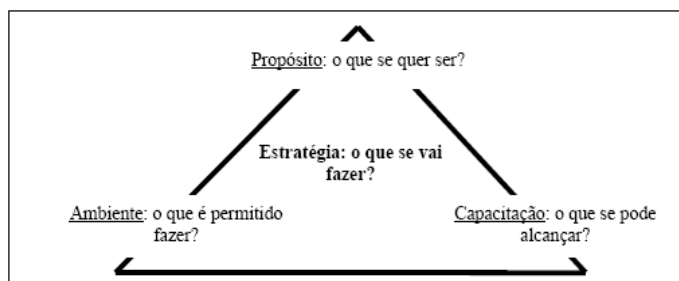
### **3.6 INOVAÇÃO DA FUNÇÃO DE MANUTENÇÃO**

Pode-se conceituar a inovação da gestão da manutenção como um processo sistemático, planejado, gerenciado, executado e acompanhado sob a liderança da alta administração da instituição, envolvendo e comprometendo todos os gerentes, responsáveis e colaboradores da organização (COSTA, 2002). É um trabalho em equipe que tem por finalidade assegurar o crescimento de seu nível tecnológico e administrativo, a continuidade na sua gestão assegurando a eficiência de seus serviços, via adequação contínua de sua estratégia, de sua capacitação e de sua estrutura, possibilitando-lhe enfrentar e se antecipar às mudanças observadas ou previsíveis no seu ambiente externo.

Para formular um plano de desenvolvimento da manutenção, três aspectos importantes devem ser considerados:

- O propósito que define o objetivo da função de manutenção, ou o estado a que se pretende chegar.
- O ambiente que define até que ponto se pode chegar, de acordo com a disponibilidade de recursos e restrições reguladoras internas e externas.
- A capacitação que responde ao nível de preparação que tem a equipe de manutenção para enfrentar as tarefas necessárias de acordo com o objetivo proposto.

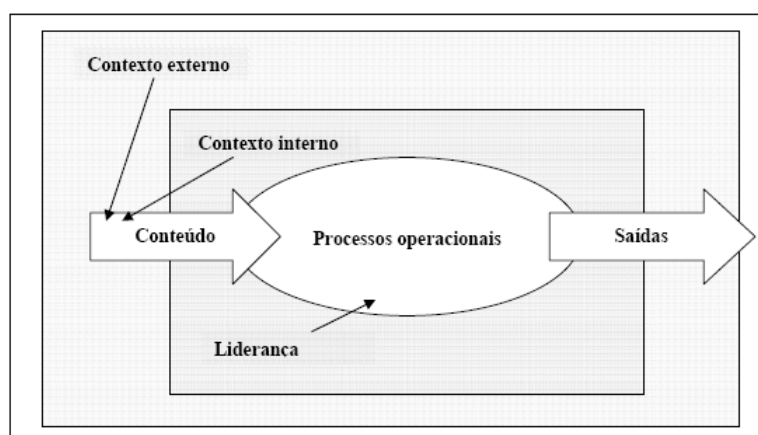
A fim de orientar estas três questões encontra-se no centro do triângulo estratégico (ver Quadro 2.1) a estratégia que define o que se vai fazer.



**Quadro. 2.1 Triângulo estratégico para a gestão da manutenção (adaptado de ARANTES, 2002)**

O ponto de partida é uma avaliação da importância da função manutenção (conjunto de recursos humanos e físicos com tarefas, procedimentos e objetivos cujo fim é dar manutenção aos ativos físicos da organização). A importância desta função deve ser analisada em confronto com os requisitos que são impostos para atender o conjunto de equipamentos de acordo com o nível de confiabilidade requerido. Esta análise deve ser feita antes que as condições sejam negativas para a empresa.

OKUMUS (2003) identifica quatro fatores que se deve conhecer para assegurar que a implementação da estratégia, a qual foi definida por algum método de seleção, tenha sucesso e se consiga cumprir com as metas traçadas para a organização. Estes fatores são: o conteúdo estratégico, o contexto estratégico, o processo operacional e os resultados esperados (Quadro 2.2).



**Quadro.: 2.2 Fatores no processo da implementação da estratégia (adaptado de OKUMUS, 2003)**

Para a função manutenção, temos conteúdo estratégico, contexto estratégico e processo operacional e cada um desses fatores nomeados tem a seguinte conotação.

O conteúdo estratégico se refere a como e por que a mudança é iniciada. Para este fator do processo, a nova estratégia para a função manutenção deve ser consistente com os objetivos estratégicos globais da empresa, pelo qual o eixo central para a nova iniciativa deve estar claramente identificado, bem como, a participação ativa de todos os níveis administrativos da empresa. Também tem que ser quantificado o potencial de impacto da nova iniciativa sobre projetos em desenvolvimento e futuros projetos, bem como o impacto potencial sobre outras estratégias que se desejem implementar no futuro.

O contexto estratégico pode se dividir em dois: o contexto externo e o contexto interno, e ambos têm uma grande influência para definir o conteúdo estratégico que será a entrada informacional para o processo operacional.

O contexto externo está diretamente relacionado com a variabilidade do ambiente onde está inserida a organização produtiva, e são estas mudanças que repercutem na função manutenção, assim como, novos requisitos tecnológicos para os produtos, novas condições ambientais que devem ser atendidas, novas condições financeiras que afetam a rentabilidade do negócio, etc. Tudo isto impõe novas formas de gestão para os ativos físicos. Em referência ao contexto interno, a estratégia tem que levar em conta os aspectos relacionados com a estrutura organizacional, como organograma, divisão do trabalho, funções e responsabilidades do trabalho, a distribuição do poder e o processo de tomada de decisões. Também se deve incluir na análise a cultura organizacional, ou seja, a cultura para as mudanças e atitudes para dar colaboração e o aspecto da liderança, selecionando pessoal capacitado e com ascendência e participação gerencial. Este último ponto tem uma influência notável para o processo de aplicação da concepção da manutenção.

No processo operacional os aspectos que têm que ser contemplados para conseguir sucesso na aplicação da concepção para a manutenção é: o planejamento operacional que tem relação direta com a preparação e o planejamento da implementação das atividades consideradas para o projeto. Além da coordenação das diferentes áreas que participarão do projeto, a definição de um projeto piloto, avaliação e retro-alimentação dos conhecimentos adquiridos, e a aprovação de um cronograma de atividades devem ser contemplados.

Outros aspectos que estão relacionados são: a definição ou alocação do fluxo de recursos necessários para a implementação do projeto, tanto os recursos financeiros como os humanos; o recrutamento do pessoal adequado, para o qual deve se definir a capacitação e os incentivos que serão necessários; os canais de informação para a condução de informação formal e informal; e por último, os mecanismos para o controle e retro alimentação conjuntamente com a definição dos padrões de eficiência.

O último ponto considerado para o processo de implementação de uma estratégia é a saída desejada do projeto, que pode ser tangível ou intangível. Para a equipe que esteve a cargo da implementação do projeto, uma característica muito desejável é a capacidade de analisar os resultados que se obtiveram, sejam estes bem-sucedidos ou não. Para ambos os casos, se deve analisar as fontes de erros e as áreas dentro do planejamento e da execução, que podem ser melhoradas e para onde estes conhecimentos podem ser transmitidos.

Há uma ampla concordância entre diversos autores de que a engenharia e a gestão da manutenção estão recebendo cada vez mais atenção, especialmente devido à necessidade de obter dos equipamentos, de alto custo, uma alta produtividade, como também influírem fortemente, mediante uma efetiva manutenção, no diferencial competitivo do seu produto. Mas, a atenção que recebe a função manutenção é, freqüentemente, resultado de uma ação isolada sem uma adequada integração entre as variadas técnicas empregadas (COETZEE, 1999).

Neste sentido Coetzee (1999) e Pintelon et al. (2002) destacam que a forma correta para direcionar as necessidades para uma função de manutenção efetiva dentro da organização é tendo a visão holística da função. Outro ponto em destaque é que para alcançar um real melhoramento, existe a necessidade de integrar completamente a manutenção no sistema de negócios da empresa (GITS, 1992), especialmente usando tecnologias da informação e formulando uma concepção com bases teóricas comprovadas (SHERWIN, 2000; VATN *etal.*, 1996; PUN *etal.*, 2002; ZHU *etal.*, 2002).

Além disso, se as variadas metodologias, filosofias e técnicas empregadas são apropriadamente coordenadas e planejadas, o efeito é um melhoramento bem sucedido da função manutenção.

A aproximação mais frequente para incrementar a eficiência da função de manutenção é implementar alguma técnica ou concepção de manutenção mais divulgada. Isto inclui MCC

(manutenção centrada na confiabilidade), TPM, MBC (manutenção centrada na condição), CMMS (sistemas de administração da manutenção computadorizada) entre outras. Todas estas técnicas contribuíram de alguma forma, para o sucesso da organização da manutenção, mas, a forma casual ou improvisada em que elas são introduzidas pode não resultar na otimização de sua aplicação (COETZEE, 1999).

Tem-se um amplo consenso entre os pesquisadores de que a função manutenção tem um papel muito importante no esquema de negócios da empresa e é neste foco onde Zhu *etal.* (2002) propõem um modelo para a administração chamada de gestão da manutenção orientada ao objeto/objetivo (OOMM). O argumento é que as empresas necessitam visualizar o processo de manutenção de uma forma sistêmica, desde a perspectiva administrativa e tecnológica. O conceito de OOMM ajuda as empresas a tratar com o processo de manutenção, a se focalizar no processo de administração das atividades de manutenção e avaliar a cadeia de falhas do equipamento. A orientação ao objetivo focaliza todo o processo de gestão da manutenção fundamentando os objetivos do processo de manutenção para o planejamento, execução e controle das tarefas de manutenção. Por outro lado, a orientação ao objeto enfatiza o foco do processo de manutenção, ou seja, o comportamento do equipamento.

## **4 ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO**

O capítulo irá apresentar a origem, evolução e conceitos de renomados autores sobre a engenharia de manutenção, e assim, contribuir para o desenvolvimento desta monografia.

### **4.1 ORIGEM E A EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL**

Como resultado da evolução, no último século, da área tecnológica e das técnicas de gerenciamento, a indústria passou por drásticas transformações. A manutenção, seguindo esta mudança, também evoluiu principalmente nas últimas cinco décadas. Esta evolução, de acordo com Moubrey (1997), deu-se em três gerações.

A primeira geração cobre o período da Segunda Guerra Mundial. Este período caracteriza-se pela existência de poucas máquinas nas indústrias, geralmente simples, super dimensionadas e de fácil manutenção, não exigindo, portanto, uma manutenção sistematizada. Por estarem à exigência de produtividade ainda no início, os tempos de reparo não tinham relevância e a manutenção restringia-se a limpeza, assistência e lubrificação.

A segunda geração recebe todo o impacto da Segunda Guerra Mundial, trazendo a sofisticação das máquinas e o aumento do volume de produção, devido à demanda por todo o tipo de produto. Em face desta necessidade de produção, as falhas começaram a ser motivo de preocupação, bem como o tempo de parada para reparo das máquinas. Como consequência da sofisticação das máquinas, aliada a falta de mão de obra especializada, os custos de manutenção começaram a ser representativo na composição do preço final dos produtos. Neste período aparece o interesse pelo aumento da vida útil das máquinas. Surge então, a necessidade do planejamento da manutenção, como também as revisões periódicas, dando origem ao conceito de manutenção preventiva. Esta geração estende-se até fins da década de 60.

Finalmente, a terceira geração surge a partir da década de 70, com o crescimento da automação e da mecanização. Aumenta-se a preocupação com a paralisação da produção e conseqüentemente com a qualidade dos produtos.

Questões novas são levantadas no seio da sociedade, com implicações diretas tais como: segurança, preservação do meio ambiente e satisfação do cliente. Todas estas questões



levaram a procura pela eliminação da falha dos equipamentos ou instalações. É neste período que os conceitos de manutenção preditiva, disponibilidade e confiabilidade aparecem. Também, neste período, em face da necessidade de alta capacitação do homem de manutenção, o trabalhador, o trabalho em equipe e as técnicas de gerenciamento são valorizados.

Estas mudanças ocorridas ao longo das três gerações provocaram uma evolução na visão e na postura do homem de manutenção, em relação a sua missão e a missão da manutenção, que passou da consideração da manutenção como um mal necessário, para a visão da manutenção como função estratégica.

Depois da Segunda Guerra Mundial, as empresas japonesas se lançaram na busca de alcançar metas governamentais de reconstrução nacional, tendo como objetivo principal, recompor as indústrias que estavam, até então, bastante envolvidas na produção militar. Por questões de sobrevivência, o Japão precisava produzir e exportar, tendo para isso, que vencer o principal desafio de reverter a reputação de produtor de segunda categoria, devido a exportação de bens de má qualidade antes da Segunda Grande Guerra. Foi dentro deste grande movimento japonês em busca da qualidade que se desenvolveu o TPM, que ao longo dos últimos 50 anos, vem evoluindo de uma metodologia de manutenção para um completo sistema de gestão empresarial. Veja na tabela 3.1 a evolução da manutenção produtiva total.

**Tabela 3.1: Evolução do TPM**

| EVOLUÇÃO DÉCADA | 1970                               | 1980                                 | 1990   | 2000   |
|-----------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|--|
| ESTRATÉGIA      | Máxima eficiência dos equipamentos |                                      | Produção TPM   | Gestão TPM   |
| FOCO            | Equipamento                        |                                      | Sistema de produção  | Sistema geral da companhia   |
| Perdas          | Perda por falha                    | 6 Perdas                             | 16 Perdas  | 20 Perdas  |
|                 |                                    | Assim divididas:<br>nos equipamentos | Assim divididas:<br>Equipamentos<br>Fatores Humanos<br>Recursos na<br>Produção | Assim divididas:<br>Processos<br>Inventário<br>Distribuição<br>Compras |

**Fonte: Adaptado de Imai 2000**

A manutenção produtiva total é um conceito de trabalho que quebra o paradigma que durante décadas imperou nas indústrias: um operador de máquinas e equipamentos somente opera máquinas e equipamentos a partir da implantação dos conceitos de TPM, o operador de máquinas e equipamentos também se torna capacitado a executar manutenções mecânicas e elétricas, sendo capaz de perceber alterações no equipamento antes que este quebre, minimizando o tempo de parada de máquinas para manutenções corretivas, aumentando o tempo produtivo das mesmas. Os conceitos que norteiam a TPM tornam o operador multi-habilitado, ou seja, ele é capaz de operar diversas máquinas e equipamentos, bem como mantê-las e auxiliar o pessoal de manutenção da fábrica em suas tarefas.

É possível, na teoria, eliminar qualquer necessidade de manutenção corretiva, projetando-se produtos que não sofram nenhuma falha, empregando combinações apropriadas de componentes de alta confiabilidade, testes de garantia e manutenção preventiva. Porém, quando esses produtos são levados além de um nível praticado usualmente na indústria, incrementos de confiabilidade levam a aumentos exponenciais de custos de produção, de tal modo que a economia prometida pela falta de manutenção é logo superada (MOSS, 1985). Portanto, a existência da prática da manutenção nas indústrias é inevitável.

Em qualquer indústria possuidora de ativos como máquinas, equipamentos e acessórios, com a finalidade de transformar matéria prima em produtos, a manutenção é considerada estratégica, pois na ausência da função requerida destes ativos, a consequência é a diminuição ou a paralisação da produção, resultando em perdas e redução do lucro, afetando clientes, funcionários, investidores, a sociedade e, em última análise, o Estado.

Assim, para que não ocorram prejuízos por parte dos diversos clientes de uma organização, inclusive os próprios acionistas, em se tratando de manutenção, deve-se investir tempo e recursos para assegurar e gerenciar seus ativos, a fim de obter-se melhor eficiência em seus processos. Por este motivo, dentro de uma nova visão estratégica, de influência na competitividade da empresa, Facina (1999) afirma: "... a manutenção agora faz parte do negócio. E não só faz parte, como também influencia em seus resultados".

Outro conceito importante é a visão da necessidade do trabalho em equipe, o que permite a implantação de metas que, quando ultrapassadas, aumentam a remuneração de todos que a compõe.

A TPM, para ser implementada, requer um envolvimento de todos em uma unidade fabril. O trabalho em equipe torna-se primordial os benefícios da implantação dos conceitos de implantação da TPM são claramente visíveis: o tempo de parada de equipamentos por quebra diminui, os custos associados a estas paradas também diminuem, aumentando, por conseguinte, a capacidade produtiva da fábrica e a possibilidade de aumento de receita e das margens dos produtos manufaturados.

È um método de gestão que identifica e elimina as perdas existentes no processo produtivo, maximiza a utilização do ativo industrial e garante a geração dos produtos de alta qualidade a custos competitivos. Além disso, desenvolve conhecimentos capazes de reeducar as pessoas para ações de prevenção e de melhoria contínua, garantindo o aumento da confiabilidade dos equipamentos e da capacidade dos processos, sem investimentos adicionais. Atuando, também, na cadeia de suprimentos e na gestão de materiais, reduz o tempo de resposta, aumenta a satisfação do cliente e fortalece a posição da empresa no mercado.

Para que o TPM, ao ser implantado em uma organização, produza os resultados a que se propõe atingindo o seu objetivo principal de eliminar totalmente as perdas existentes é necessário que a implantação da Manutenção Produtiva Total seja suportada pelas seguintes diretrizes estratégicas:

- Criar uma organização corporativa que maximize a eficiência dos sistemas de produção.
- Gerir a planta através de uma organização que evite todo o tipo de perdas (assegurando zero acidente, defeitos e falhas).
- Envolver todos os departamentos na implantação da TPM, incluindo desenvolvimento, vendas e administração.
- Envolver todos, desde a alta administração até os operadores da planta, em torno do mesmo projeto.
- Orientar decididamente as ações em busca de zero perda apoiando-se nas atividades dos pequenos grupos.

A implantação da TPM é realizada em 12 etapas distribuídas em quatro fases distintas: Preparação, Introdução, Implantação e Consolidação.

A busca total da eficiência da produção relaciona-se com o objetivo de eliminação de todas as perdas de produção associadas com qualquer parte do equipamento. Diferentes situações e tipos de equipamentos precisam de diferentes atividades de melhorias.

## **4.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO**

Muitas são as variações da nomenclatura e das definições para classificar os tipos de manutenção encontrados na literatura, chamados ainda de métodos ou formas de manutenção. A classificação adotada neste trabalho abrange as mais utilizadas na literatura corrente, contribuindo para o entendimento desta matéria.

A manutenção assume hoje um papel importantíssimo no contexto industrial, influenciando diretamente na produtividade e custos.

Com finalidade básica de manter os equipamentos funcionados a maior parte do tempo e a custos mais baixos, a manutenção, dependendo da forma como é executada.

Existem duas maneiras principais de se classificar e entender os tipos ou formas usuais de manutenção. A primeira delas é classificar a manutenção de acordo com o tipo de intervenção que se faz no equipamento ou instalação.

Assim, é identificada a manutenção corretiva, a preventiva baseada no tempo, a preventiva baseada em condição ou preditiva e a manutenção de melhoria, com as suas definições como se segue.

### **4.2.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA**

Manutenção corretiva é intervenção decorrente de uma falha quebra ou mau funcionamento. Um equipamento exige manutenção corretiva quando é necessário intervir no mesmo porque interrompeu ou degradou sua função;

Como o nome diz, essa abordagem significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho da manutenção é realizado somente após a falha ter ocorrido (SLACK *et al.*,1999).

A Manutenção Corretiva é realizada em equipamentos de pequena responsabilidade onde falhas no equipamento não acarretam grandes perdas de produção e os custos de intervenção são relativamente baixos.

A Manutenção Corretiva tem os seguintes inconvenientes: imprevisibilidade das quebras com intervenções sem planejamento e programação dos serviços acarretando muitas vezes em não disponibilidade de material e de pessoal com um aumento excessivo de horas extras. Muitas vezes resulta em grandes perdas de produção, tem normalmente um maior risco de acidentes e danos ao meio ambiente e as intervenções são realizadas normalmente sob pressão.

As quebras repentinas de equipamentos causam perdas na produção, perdas na qualidade do produto e elevados custos com materiais de manutenção, tornando a manutenção corretiva uma manutenção cara. Além disso, as quebras repentinas dos equipamentos podem causar paradas no processo de produção danificando o sistema como um todo.

A manutenção corretiva ocasiona a paralisação do processo produtivo. Devido a isso, é bastante onerosa no ponto de vista econômico, em virtude da quebra de produção e do lucro cessante. Para as indústrias modernas, tal manutenção não é a mais adequada, pois não possibilita segurança para o cumprimento de prazos num plano de produção. Ela pode ser subdividida em:

- Manutenção corretiva não planejada: é a correção da falha de maneira aleatória. Marçal (2004) complementa Kardec e Nascif (1998) dizendo que a manutenção ocorre no fato já ocorrido ou no momento seguinte à identificação do defeito. Implicam na paralisação do processo, perdas de produção, perdas de qualidade e elevação de custos indiretos de produção. A manutenção objetiva colocar o equipamento nas condições de voltar a exercer sua função.
- Manutenção corretiva planejada: é a correção do desempenho menor do que o esperado ou da falha, por decisão gerencial. Marçal (2004) enfatiza que a manutenção é efetuada em um período programado, com intervenção e acompanhamento do equipamento, desde que o defeito não implique necessariamente na ocorrência de uma falha. Caso a decisão seja deixar o equipamento funcionando até quebrar, recomenda-se compartilhar com outros defeitos já relatados e tomar ação preventiva e naturalmente econômica. O planejamento é fundamental e deve considerar fatores diversos para o não comprometimento do processo produtivo.

A aplicação da política de manutenção corretiva geralmente ocorre quando a opção de deixar quebrar ainda é mais econômica que a prevenção ou quando a prevenção da falha não se mostrou eficaz. Também são frequentemente passíveis de manutenção corretiva emergencial os equipamentos que trabalham em ambientes contaminados e agressivos e que apresentam variações bruscas no processo de deterioração, dificultando assim a aplicação da política de manutenção preventiva baseada no tempo de uso ou no número de ciclos (TAKAHASHI e OSADA; 1993).

Os fatores mais importantes a serem considerados para a adoção de uma manutenção corretiva são:

- quando não há um método de manutenção preventiva adequadamente econômica;
- quando não se pode prever o momento de ocorrência de falha;
- optando-se por manutenção corretiva, mesmo em partes menos críticas do equipamento ou instalação, é preciso ter os recursos necessários, como peças de reposição, mão-de-obra qualificada e ferramental, para agir rapidamente sobre a falha.

#### **4.2.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

Manutenção preventiva baseada em tempo - intervenção feita a intervalos regulares de tempo corrido (por exemplo, semanas) ou de funcionamento (por exemplo, horas trabalhadas). Em inglês conhecida como TBM (time based maintenance);

Consiste em exercer um controle sobre o equipamento, de modo a reduzir a probabilidade de falhas, baseado em intervalos regulares de manutenção. O problema desse tipo de manutenção está na escolha de um intervalo apropriado para se programar a parada do equipamento. Este intervalo é de difícil determinação e é baseado aleatoriamente, por experiência ou estatisticamente, sem estudar a conveniência ou não da parada da máquina. O objetivo desta periodicidade da manutenção preventiva é proporcionar um planejamento da manutenção, prolongando a vida útil do equipamento.

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.

Marçal (2004) subdivide a manutenção preventiva em:

- Manutenção preventiva programada ou sistemática: é quando os serviços de manutenção são efetuados de maneira periódica, através de intervalos pré-estabelecidos, dias de calendários, ciclos de operações, horas de operações e outros desprezando as condições dos componentes envolvidos.
- Manutenção preventiva de rotina: são as manutenções preventivas feitas com intervalos pré-determinados e de tempos reduzidos, com prioridades claramente definidas e curtas duração de execução, na maioria das vezes apoiadas apenas nos sentidos humanos, sem causar a indisponibilidade da instalação ou equipamento. Geralmente são conhecidas como inspeções e verificações sistemáticas apoiadas pelo uso de check list ou demais controles. Se houver bom treinamento, este tipo de preventiva poderá ser realizado pela própria equipe de produção a partir do uso do check list e programação desenvolvida pela própria equipe de manutenção ou inspetores.

A manutenção preventiva (MP) transforma a manutenção reativa (manutenção corretiva) em manutenção proativa. Esta mudança ocasiona redução nos custos de manutenção e ganho de eficiência dos equipamentos, uma vez que estes tendem a parar somente em momentos programados, evitando paradas inesperadas. Uma boa relação entre manutenção reativa e proativa prega que do total do tempo utilizado na manutenção do equipamento, 80% deva ser ocupado com manutenção preventiva e 20% com manutenção corretiva. Atingindo-se esses índices, pode-se afirmar que a manutenção preventiva vem sendo realizada com sucesso (WIREMAN, 1998).

As vantagens do uso da manutenção preventiva são a diminuição da probabilidade da falha e o aumento do ciclo de vida do equipamento. A desvantagem é que frequentemente deve-se parar o equipamento, para realizar a manutenção (SWANSON, 2001).

### **4.2.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA**

Manutenção preventiva baseada em condição ou preditiva – intervenção feita de acordo com o acompanhamento de determinados parâmetros do equipamento (por exemplo, medição de desgaste ou análise de óleo lubrificante). Em inglês conhecida como CBM (condition based maintenance).

É um meio termo entre os dois tipos de manutenção anteriores. Consiste em se programar a parada no momento necessário, tanto para o equipamento como para o Processo produtivo. Isto é possível através do acompanhamento das condições da máquina e como estas condições variam com tempo.

É a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática.

Marçal (2004) diz que a manutenção preditiva também pode ser definida como aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação. Trata-se de uma importante ferramenta da manutenção, porém ainda pouco usada, pois visa acompanhar o equipamento ou as peças, através de monitoramento, por medições e por controle estatístico para “predizer” a ocorrência de uma falha.

Os objetivos principais da manutenção preditiva são (MARÇAL, 2004):

- Otimizar a troca de componentes estendendo o intervalo de manutenção;
- Eliminar desmontagens desnecessárias para inspeções;
- Impedir o aumento de danos;
- Reduzir o trabalho de emergência não planejado;
- Aumentar o grau de confiança de um equipamento ou linha de produção.

Em linhas gerais, possibilita predizer quando os componentes de um equipamento estarão próximos do seu limite de vida.

A manutenção preditiva (PdM) consiste no monitoramento das condições de operação do equipamento para detectar sinais de desgaste que possam preceder falhas. O objetivo do programa de manutenção preditiva é realizar um acompanhamento e mapeamento do desgaste dos equipamentos, intervindo antes que o mesmo falhe (WIREMAN, 1998).

A manutenção preditiva muito provavelmente teve sua origem quando um mecânico utilizou a audição para pronunciar que o ruído proveniente do equipamento era anormal. Nos dias atuais, existem muitas tecnologias para monitorar os equipamentos e predizer a falha. Entretanto são necessários o conhecimento e a experiência das pessoas para utilização correta de todas estas ferramentas tecnológicas (DUNN, 2002).



O programa de manutenção preditiva é caracterizado por uma combinação de três fases :

1. inspeção: monitoramento das condições do equipamento para detectar possíveis anomalias;
2. diagnóstico: isolar a causa do problema;
3. correção: realizar a ação corretiva.

#### **4.2.4 MANUTENÇÃO DETECTIVA**

Manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não-perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.

A manutenção centrada em confiabilidade (RCM — Reliability Centered Maintenance) ou manutenção detectiva pode ser definida como “uma técnica usada para determinar o que deve ser feito para garantir que os equipamentos operem corretamente” (MOUBRAY, 1997).

Ex: O botão de lâmpadas de sinalização e alarme em painéis.

A identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade. Em sistemas complexos, essas ações só devem ser levadas a efeito por pessoal da área de manutenção, com treinamento e habilitação para tal, assessorado pelo pessoal de operação.

É cada vez maior a utilização de computadores digitais em instrumentação e controle de processo nos mais diversos tipos de plantas industriais.

São sistemas de aquisição de dados, controladores lógicos programáveis, sistemas digitais de controle distribuídos - SDCD, multi-loops com computador supervisor e outra infinidade de arquiteturas de controle somente possíveis com o advento de computadores de processo.

A principal diferença é o nível de automatização. Na manutenção preditiva, faz-se necessário o diagnóstico a partir da medição de parâmetros; na manutenção detectiva, o diagnóstico é obtido de forma direta a partir do processamento das informações colhidas junto à planta.

Há apenas que se considerar, a possibilidade de falha nos próprios sistemas de detecção de falhas, sendo esta possibilidade muito remota. De uma forma ou de outra, a redução dos níveis de paradas indesejadas por manutenções não programadas, fica extremamente reduzida.

Esta técnica enfoca a otimização do uso dos programas de manutenção preventiva e preditiva para melhorar a eficiência do equipamento enquanto minimiza os custos de manutenção.

A escolha do equipamento deve ser feita minuciosamente, devido ao alto custo e resultado em longo prazo. Os critérios a serem utilizados na determinação de prioridades dos equipamentos variam entre as empresas, mas itens como custo de manutenção, perdas de produção, segurança, desperdício de matéria-prima, devem ser considerados.

Após a escolha do equipamento, o próximo passo é analisar as falhas. Antes de iniciar o processo deve-se ter como fundamentos quatro princípios básicos (DUNDICS, 2002):

- preservar a função do sistema (equipamento);
- definir as falhas funcionais e falhas de componentes específicos que podem prejudicar as funções do equipamento;
- determinar a importância relativa das falhas, com relação ao modo e efeito;
- selecionar uma efetiva manutenção preventiva e preditiva para as falhas prioritárias na análise do modo das falhas.

#### **4.2.5 MANUTENÇÃO MELHORIA**

Manutenção de melhoria - intervenção feita para alterar as condições de um equipamento com o objetivo de aumentar o seu rendimento, a qualidade dos produtos processados ou melhorar algum parâmetro operacional. Segundo o Documento Nacional da Abraman (2001), os recursos de manutenção são distribuídos da seguinte forma:

- 35 % em manutenção preventiva por tempo;
- 33 % em manutenção corretiva;
- 18,5 % em manutenção preditiva;
- 13,5 % em execução de projetos e melhorias.

Pode-se perceber que, em média, ainda um terço dos recursos da manutenção é aplicado em corretivas, o que significa quebras e falhas de equipamentos e paradas não programadas.

A segunda maneira de se entender e classificar os tipos de manutenção, adotado por Monchy (1989), é conceituá-los através da condição da ocorrência ou não da falha no equipamento ou instalação, conhecida também como formas de manutenção.

“É a intervenção que visa implementar um melhoramento contínuo dos equipamentos e serviços, com intuito de reduzir o índice de indisponibilidade, aumento de performance, aumento do ciclo de vida e segurança, através da aplicação de novos dispositivos, bem como a adoção de novas técnicas de trabalho. Esta intervenção pode ocorrer antes do surgimento de defeito e deve ser informada ao projetista do equipamento ou sistema envolvido, a fim de efetuar as modificações necessárias já na concepção do projeto” (MARÇAL, 2004).

A “melhoria contínua” implica na realização de melhorias nos produtos, processos, ou serviços com os objetivos de reduzir tempo de produção, melhorar a funcionalidade do local de trabalho, melhorar o atendimento a clientes, ou desempenho de um produto.

Para que ocorram mudanças freqüentemente e o local de trabalho se tome mais dinâmico é necessário que a melhoria contínua foque na melhoria interna das capacidades e aptidões das pessoas. Deve-se considerar de que maneira elas vão causar algum impacto nos clientes e como ela ajudará a empresa a diferenciar-se da concorrência (WIREMAN, 1998).

Uma das melhores ferramentas da melhoria contínua é o benchmarking. Trata-se de utilizar como padrão de referência melhorias realizadas por outras empresas e que tiveram bons resultados. A operacionalização da melhoria contínua se dá através de atividades em equipe. Os projetos de melhorias das equipes de trabalho crescem quando eles se tornam donos do problema e resolvem-no de maneira criativa. Isto faz com que o processo de melhoria seja um ciclo contínuo, onde a melhoria sempre faz parte do dia a dia (HARRISON, 2000).

As metas do gerenciamento da manutenção são (GUOJUN *etal.*, 2002):

- melhorar a confiabilidade dos processos primários;
- melhorar o processo primário quanto à qualidade, custos, etc;
- satisfazer requisitos da segurança do trabalho e do meio ambiente.

## **5 GESTÃO DA MANUTENÇÃO**

O capítulo irá apresentar a concepção dos indicadores de desempenho dentro da gestão da manutenção. Mostrar a finalidade e o desempenho dos indicadores através do controle e informações do processo produtivo e da manutenção numa organização.

### **5.1 GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO**

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994), manutenção é: “Combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

Kardec e Nascif (1998) definem manutenção como: “Garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custo adequados”.

A atividade de manutenção comenta Marçal (2004), existem para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções nas quais foram projetadas. Porém, a degradação do mesmo é inevitável, pois são causados pelo tempo de uso e desgaste natural.

A manutenção pode desempenhar um papel importante na melhoria da produtividade, melhorando sua forma de gerenciamento e evitando problemas de relacionamento entre os vários departamentos de uma empresa, deixando de ser visto como um mal necessário (MARÇAL, 2004).

Sampaio (2001) define a gestão de manutenção como: “Os equipamentos produtivos estão normalmente a cargo da produção que os opera e que é responsável pelos custos respectivos (operação/ manutenção/amortização). Quando a manutenção vai atuar nos equipamentos estabelece-se uma prestação de serviços desta função à produção. Desenvolve-se assim naturalmente um relacionamento entre ambas do tipo fornecedor de serviços cliente”.

O gerenciamento das atividades da manutenção não deve ter seu escopo reduzido apenas para manter as condições originais dos equipamentos, explica Marçal (2004). As atividades de melhoria requerem ações específicas tanto em nível técnico como gerencial. Alguns exemplos são: modificações de padrões e procedimentos, aumento ou inserção da qualidade da manutenção, produção e instalações, entre outros.

Segundo Blanchard (1995), o gerenciamento da manutenção refere-se à aplicação do apropriado planejamento, organização, pessoal, implantação do programa e métodos de controle para a atividade da manutenção. Isto se aplica tanto ao gerenciamento do departamento da manutenção em uma fábrica, quanto ao gerenciamento de uma atividade de suporte à manutenção responsável por garantir que o sistema que está sendo utilizado pelo cliente seja efetivamente e eficientemente mantido em seu ciclo de vida programado. Atividades específicas incluem a descrição de tarefas a serem cumpridas, a identificação das responsabilidades da organização, o desenvolvimento de uma estrutura de trabalho (*work breakdown structure*), a projeção dos custos, programa de inspeção, relatórios, etc.

Segundo Wireman (1990), os objetivos e metas típicas no gerenciamento da manutenção são:

- i. maximização da produção ao menor custo e padrões ótimos de qualidade e segurança;
- ii. identificação e implementação da redução de custos;
- iii. registros precisos relacionados com os serviços de manutenção;
- iv. disponibilidade de informações detalhadas sobre custos de manutenção;
- v. otimização dos recursos de manutenção;
- vi. otimização de capital ao longo da vida dos equipamentos;
- vii. minimização do uso de energia; e
- viii. minimização de estoques disponíveis.

Palmer (1999) afirma que o propósito da manutenção é garantir a confiabilidade da planta industrial. Segundo este autor, as empresas devem dar ênfase à aplicação de equipamentos industriais que precisem cada vez menos de atenção. Ainda é seu ponto de vista que este enfoque deve ser preferido em relação à busca de ser eficiente e reativo na execução das tarefas de reparo em equipamentos no estado de falha. Neste sentido, o procedimento para a busca da manutenção eficaz compreenderia dois aspectos:

1. A integração da manutenção com a engenharia de processo na seleção e aplicação dos equipamentos.
2. Já com os equipamentos montados e operando, deve-se buscar a manutenção pró-ativa, ou seja, agindo antes da quebra ocorrer por meio das manutenções preventiva e preditiva e das modificações de projeto.

A função manutenção sendo desenvolvida de forma eficaz, para Palmer (1999), contribui para o crescimento da confiabilidade na capacidade da planta estar disponível quando demandada e, desta forma, para a redução dos custos totais de produção.

Cabe destacar que o adequado projeto dos fluxos do processo de manutenção e o tratamento das interfaces existentes, sustentados por uma atmosfera de envolvimento e proatividade são os fatores chaves para o sucesso do sistema de gestão. Reforça-se, com isso, o papel chave das pessoas e dos relacionamentos humanos neste, assim como em qualquer outro sistema de gerenciamento. Qualquer gestão, seja simples ou complexa, somente é bem sucedida se realizada por pessoas e equipes engajadas. Também é importante que as lideranças da organização promovam o claro entendimento dos processos, mantenham a motivação e forneçam orientação permanente aos participantes, num clima de confiança e cooperação. A compreensão e o gerenciamento dos fundamentos e de suas múltiplas relações por todos dentro da organização, em especial por parte daqueles diretamente envolvidos no processo de manutenção, são cruciais para que o sistema alcance pleno sucesso.

## **5.2 INDICADORES DE DESEMPENHO**

Segundo Kardec, Flores e Seixas (2002), a função manutenção é um processo crítico para diversas empresas. Para o gerenciamento da manutenção, torna-se necessário conhecer a relação entre o sistema de manutenção, em termos de sua contribuição para os objetivos da empresa, e as diferentes entradas do “processo de manutenção”.

Para possibilitar um sistema de controle eficiente e eficaz para o processo crítico para tornarem-se necessárias informações de desempenho da mesma sob a forma de relações ou índices. Tais indicadores de desempenho deverão dar suporte para a gestão, assim como indicar possíveis melhorias.

Os indicadores de manutenção podem ser definidos como uma combinação de indicadores econômicos, organizacionais e técnicos que espelham o desempenho global da manutenção.

Os indicadores fornecem valores, que representam informações racionais e objetivas, as quais quantificam o desempenho e eliminam o nível de subjetividade das medidas.

Os indicadores são guias que nos permite medir a eficiência das ações tomadas, bem como medir os desvios entre o programado e o realizado. Através dos indicadores é possível fazermos comparações ao longo do tempo, com relação a dados internos e externos.

### **5.2.1 TIPOS DE INDICADORES**

Índices (ratio), coeficientes e taxas (rate), parâmetros e percentagem (%). A apresentação dos indicadores é feita através de dados absoluto, dados relativo, tabelas e gráficos.

Índice (ratio): tudo aquilo que indica ou denota alguma qualidade ou característica especial.

Coeficientes (grau, nível): propriedade que tem algum corpo ou fenômeno de poder ser avaliado numericamente.

Taxa (rate, proporção): é a relação entre duas grandezas.

Parâmetros: Variável ou constante à qual, numa relação determina ou questão específica, se atribui um papel particular e distinto do das outras variáveis ou constantes. Todo elemento cuja variação de valor modifica a solução de um problema sem lhe modificar a natureza.

Percentagem ou porcentagem: parte proporcional calculada sobre a quantidade de 100 unidades.

A "Medição" permitirá conhecer os processos de trabalho, as suas tendências, avaliação das respostas das entradas do sistema, ter a visibilidade do sistema e acompanhamento das melhorias introduzidas. Um bom sistema de medição permitirá gerenciar o sistema de uma maneira mais eficaz, enfocando os fatores críticos de sucesso e contribuindo para o desenvolvimento da organização. A "Medição" não deve estar voltada somente para dentro do seu sistema. É importante focar a "Medição" voltada aos nossos clientes e aos objetivos estratégicos da empresa. De acordo com

Os Indicadores de Desempenho devem estar inseridos dentro da estratégia e estrutura de Funções Organizacionais Muscat e Fleury (1993).

As principais etapas do Processo de medição é a identificação do cliente da medição, a delimitação do sistema a ser medido, a definição da finalidade e utilização do sistema de medição, a definição da frequência de medição e do grupo de projeto, a análise das estratégias do sistema e da organização, o levantamento dos indicadores utilizados, a geração de novos indicadores, a coleta e tratamento de dados para informações, a visibilidade do sistema de medição e a melhoria do sistema.

### **5.2.2 INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO**

Segundo Zen (2005), um assunto normalmente polêmico para a maioria dos profissionais de manutenção é: qual deve ser o indicador ou indicadores que devemos utilizar para obtermos resultados de melhoria em nossas equipes de manutenção e conseqüentemente para as nossas empresas?

As empresas hoje necessitam em virtude do alto grau competitividade a que estão sujeitas, escolher adequadamente qual metodologia devem utilizar para o gerenciamento de sua rotina. A literatura disponível na área de manutenção nos aponta muitos indicadores que pro vezes até dificultam o correto entendimento de nossas atividades. Temos sempre a intenção de fazer o melhor e acabamos por escolher e utilizar muitos indicadores, acabando por exceder na quantidade e perder na qualidade final do trabalho.

Um dos primeiros pontos que se aprende com a metodologia da gestão da qualidade total é que devemos escolher indicadores que sejam o resultado do desdobramento dos objetivos empresariais. Isto significa que é necessário escolher o que nos dá maior retorno, seja em termos de informação quanto no da lucratividade.

Outro dado importante é o que concerne à quantidade de indicadores que devemos utilizar. Alguns profissionais preferem-se utilizar do maior número de indicadores e chegam a determinar até vinte indicadores para serem gerenciados. A metodologia do 5S, nos ensina que devemos aprender sempre a melhorar, além de fazermos o mais simples, descartando o desnecessário e organizando o necessário, desenvolvendo o padrão e mantendo a disciplina.



### 5.2.3 INDICADOR DE MANUTENÇÃO USADO NA ORGANIZAÇÃO

Assim, é necessário fazer em primeiro lugar o básico para poder acompanhar de maneira adequada os resultados de nosso trabalho e por tanto precisamos deixar inicialmente de lado aquela quantidade imensa de indicadores que muita das vezes acaba por atrapalhar os nossos objetivos.

A partir do momento que estamos com as condições mínimas de controle devidamente implantadas, deveremos passar a uma segunda etapa que é a de implementar e acompanhar outros indicadores de manutenção, sempre recordando que devem estar conectados com os objetivos empresariais.

E através das informações podem se usar os seguintes indicadores:

#### **A) Hora parada ou hora indisponível**

Representa o tempo entre a comunicação de indisponibilidade da máquina ou equipamento até a sua liberação/aprovação para funcionamento normal ou produção.

É necessário o acompanhamento desse indicador para termos um controle básico sobre o funcionamento dos ativos, visando conhecer a disponibilidade do equipamento para o processo produtivo.

#### **B) Hora de espera**

Representa o tempo entre a comunicação da indisponibilidade da máquina ou equipamento e o momento do início do atendimento por parte do manutentor.

É importante acompanhar esse intervalo de tempo, para termos um controle mínimo sobre o eventual desperdício ou ainda verificar a organização básica da equipe.

Constata-se tradicionalmente que esse intervalo de tempo é um dos grandes responsáveis pelo aumento da indisponibilidade da máquina, pois caso a equipe não seja bem organizada quanto à formação de grupo quanto à organização do almoxarifado de manutenção, ou quanto à falta de comprometimento com os objetivos empresariais, tais perdas serão ainda maiores.

Todo e qualquer desperdício no imediato atendimento á máquina ou equipamento aumentará a indisponibilidade. Lembre-se, como bons latinos, gostamos muito de conversar e em uma

caminhada até o local do atendimento muitas vezes despendemos mais tempo do que o necessário.

Acompanhar esse indicador poderá propiciar redução de horas paradas ao redor de 20% a 30% no primeiro ano e de cerca de 15 a 20% no segundo ano.

### **C) Hora de impedimento**

Esse indicador representa todo e qualquer despendido com ações que não dependem diretamente da ação do grupo da manutenção, ou seja, demandam ações de outras equipes, tais como a de compra, de projeto, de laboratório e etc.

È nesse momento que podemos verificar o grau de comprometimento das equipes auxiliares no sentido de rapidamente disponibilizar a máquina ou equipamento ao ambiente produtivo.

Caso o resultado não seja satisfatório poderemos atuar junto a essas equipes no sentido de ampliar seu comprometimento, demonstrando as perdas que as mesmas causam ao ambiente produtivo.

### **D) Disponibilidade**

Esse indicador representa a probabilidade de em um dado momento um equipamento estar disponível. É o resultado do bom acompanhamento do indicador de hora parada.

No ambiente produtivo esse indicador representa a probabilidade de atender a metas de produção.

### **D) Custo de manutenção**

É um dos principais indicadores da atividade de manutenção. Temos vários custos, mas utilizado pelas empresas é o de intervenções que acompanha o custo próprio.

Custo de intervenções de manutenção (recursos materiais, sobressalentes e mão de obra).

Custo próprio (internos) da equipe de manutenção, tais como administração, treinamento.

Custos de perda de produção (se houver)

Custo de oportunidade pela falta do produto se houver demanda.

### **E) Tempo médio para reparo**

Representa o tempo médio de ocorrência de uma falha e a próxima, representa o tempo de funcionamento da máquina ou equipamento diante da necessidade de produção até a próxima falha.

### **F) Confiabilidade**

Representa a probabilidade de um item ou uma máquina funcione corretamente em condições esperadas durante um determinado período de tempo ou estar em condições de trabalho após determinado período de funcionamento.

### **G) Mantenibilidade**

É a probabilidade de que um item avariado possa ser colocado novamente em seu estado operacional, em um período de tempo predefinido, quando a manutenção é realizada em condições determinadas, e é efetuada com os meios e procedimentos estabelecidos.

## **5.3 INDICADORES MACRO USADO NA ORGANIZAÇÃO REFERENTE AO MPT**

O indicador macro é medido nas fábricas e o específico apenas na área piloto (ver na tabela 5.1 os macros e 5.2 os específicos).

**Tabela 5.1 Indicadores macros**

|            |  |
|------------|--|
| IPA        | Índice de produtividade                  |
| IPAG       | Índice de produtividade de ativos global |
| Utilização | Índice de tempo operacional              |
| Velocidade | Índice de performance operacional        |
| Aceitação  | Índice de produtos aprovados             |
| IPT        | Índice de paradas técnicas               |

**Tabela 5.2 Indicadores específicos das áreas usados na organização referentes ao MPT**

|  |   |
|--|---|
| <b>Média diária da produção</b>          | Quantidade média produzida num período de tempo                 |
| <b>% De atingimento da produção (AT)</b> | Quantidade produzida em porcentagem de acordo com a programação |
| <b>Paradas planejadas (PP)</b>           | São as paradas que foram previamente programadas pela produção  |
| <b>Paradas não planejadas (PNP)</b>      | São as paradas que ocasionaram perdas de produção               |
| <b>Eficiência (E)</b>                    | É o rendimento obtido no tempo efetivo de produção              |
| <b>Desempenho (D)</b>                    | É o rendimento obtido no tempo bruto de produção                |

## **6 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)**

Durante muito tempo as indústrias funcionaram com o sistema de manutenção corretiva. Com isso, ocorriam desperdícios, retrabalhos, perda de tempo e de esforços humanos, além de prejuízos financeiros. A partir de uma análise desse problema, passou-se a dar ênfase na manutenção preventiva. Com enfoque nesse tipo de manutenção, foi desenvolvido o conceito de manutenção produtiva total, conhecido pela sigla TPM, que inclui programas de manutenção preventiva e preditiva.

### **6.1 ORIGEM DO TPM**

A manutenção preventiva teve sua origem nos Estados Unidos e foi introduzida no Japão em 1950. Até então, a indústria japonesa trabalhava apenas com o conceito de manutenção corretiva, após a falha da máquina ou equipamento. Isso representava um custo e um obstáculo para a melhoria de qualidade.

Com o final da Segunda Guerra mundial, as empresas japonesas obrigadas pela necessidade urgente e por metas governamentais agressivas de reconstrução do país, tornaram-se fiéis seguidoras das técnicas americanas de gestão e de produção. A partir de 1950 deixaram de utilizar somente a política de Manutenção Corretiva de Emergência e deram início a implementação dos conceitos de Manutenção Preventiva baseada no tempo, aos quais se agregaram posteriormente os conceitos de Manutenção do Sistema de Produção, de Manutenção Corretiva de Melhorias, de Prevenção da Manutenção e de Manutenção Produtiva que buscavam a maximização da capacidade produtiva dos equipamentos (NAKAJIMA, 1989).

Até 1970, a aplicação desses conceitos era basicamente uma atribuição do departamento de manutenção e não vinha atendendo de maneira efetiva aos objetivos de zero quebra e zero defeito da indústria japonesa (SHIROSE, 1989).

Na busca de maior eficiência da manutenção produtiva, por meio de um sistema compreensivo, baseado no respeito individual e na total participação dos empregados, surgiu a TPM, em 1970, no Japão.

Nessa época era comum:

- a) Avanço na automação industrial;
- b) Busca em termos de melhoria da qualidade;
- c) Aumento da concorrência empresarial;
- d) Emprego do sistema “jus-in-time”;
- e) Maior consciência de preservação ambiental e conservação de energia;
- f) Dificuldades de recrutamento de mão-de-obra para trabalhos considerados sujos, pesados ou perigosos;
- g) Aumento da gestão participativa e surgimento do operário polivalente.

Todas essas ocorrências contribuíram para o aparecimento da TPM. A empresa usuária da máquina se preocupa em valorizar e manter o seu patrimônio, pensando em termos de custo do ciclo de vida da máquina ou equipamento. No mesmo período, surgiram outras teorias com os mesmos objetivos.

Em 1971, o envolvimento de todos os níveis da organização, o apoio da alta gerência e as atividades de pequenos grupos de operadores originaram a Manutenção Produtiva Total, mais conhecida como TPM (Total Productive Maintenance), aplicada pela primeira vez pela empresa Nippondenso, um dos principais fornecedores japoneses de componentes elétricos para a Toyota Car Company, sob a liderança do Instituto Japonês de Engenharia de Planta (JIPE - Japanese Institute of Plant Engineering) na figura de Seiichi Nakajima. O JIPE foi o precursor do Instituto Japonês de Manutenção de Plantas (JIPM - Japanese Institute of Plant Maintenance), o órgão máximo de disseminação do TPM no mundo (PALMEIRA e TENÓRIO, 2002).

Desde seu nascimento em 1971 o TPM segue uma evolução constante que pode ser dividida em quatro gerações (PALMEIRA E TENÓRIO, 2002).

No início do TPM as ações para maximização da eficiência global dos equipamentos focavam apenas as perdas por falhas e em geral eram tomadas pelos departamentos relacionados diretamente ao equipamento. Esse período pode ser denominado a primeira geração do TPM.

A segunda geração do TPM se inicia na década de 80, período em que o objetivo de maximização da eficiência passa a ser buscado por meio da eliminação das seis principais perdas nos equipamentos divididas em: perda por quebra ou falha, perda por preparação e

ajuste, perda por operação em vazio e pequenas paradas, perda por velocidade reduzida, perda por defeitos no processo e perda no início da produção.

No final da década de 80 e início da década de 90 surge a terceira geração do TPM, cujo foco para maximização da eficiência deixa de ser somente o equipamento e passa a ser o sistema de produção. A maximização da eficiência passa a ser buscada então por meio da eliminação de dezesseis grandes perdas divididas em:

- Oito perdas ligadas aos equipamentos: por quebra ou falha, por instalação e ajustes, por mudanças de dispositivos de controle e ferramentas, por início de produção, por pequenas paradas e inatividade, por velocidade reduzida, por defeitos e retrabalhos e perda por tempo ocioso;
- Cinco perdas ligadas às pessoas: falha na administração, perda por mobilidade operacional, perda por organização da linha, perda por logística e perda por medições e ajustes;
- Três perdas ligadas aos recursos físicos de produção: perda por falha e troca de matrizes, ferramentas e gabaritos, perda por falha de energia e perda de tecnologia.

A quarta geração do TPM que se inicia a partir de 1999, considera que o envolvimento de toda a organização na eliminação das perdas, redução dos custos e maximização da eficiência ainda é limitado. Essa geração contempla uma visão mais estratégica de gerenciamento e o envolvimento também de setores como comercial, de pesquisa e desenvolvimento de produtos, para eliminação de 20 grandes perdas divididas entre processos, inventários, distribuição e compras. O Quadro 5.1 mostra um resumo das quatro gerações do TPM.

Quadro 5.1 – As quatro gerações do TPM

|                   | 1ª geração<br>1970                 | 2ª geração<br>1980                      | 3ª geração<br>1990  | 4ª geração<br>2000   |
|-------------------|------------------------------------|---|---|--|
| <b>Estratégia</b> | Máxima eficiência dos equipamentos |   | Produção e TPM  | Gestão e TPM   |
| <b>Foco</b>       | Equipamento                        |   | Sistema de Produção   | Sistema geral da Companhia                                   |
| <b>Perdas</b>     | Perda por falha                    | Seis principais perdas nos equipamentos | Dezesseis perdas (equipamentos, fatores humanos e recursos na produção) | Vinte perdas (processos, inventário, distribuição e compras) |

(Fonte: PALMEIRA e TENÓRIO, 2002)

## 6.2 DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICA

Várias definições podem ser encontradas na literatura, para a política de Manutenção Produtiva Total, conhecida como TPM. Entre elas, tem-se que TPM é: Atividade de manutenção produtiva com participação de todos os funcionários da empresa—está entre os métodos mais eficazes para transformar uma fábrica em uma operação com gerenciamento orientado para o equipamento, coerente com as mudanças da sociedade contemporânea.

A manutenção Produtiva Total (TPM) é definida, segundo (NAKAJIMA, 1989) como “ a manutenção produtiva realizada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos”, onde a manutenção produtiva é “ gestão de manutenção que reconhece a importância da confiabilidade, manutenção e eficiência econômica no projeto de fábricas”.

“Esforço elevado na implementação de uma cultura corporativa que busca a melhoria da eficiência dos sistemas produtivos, por meio da prevenção de todos os tipos de perdas, atingindo assim o zero acidente, zero defeito e zero falhas durante todo o ciclo de vida dos equipamentos, cobrindo todos os departamentos da empresa incluindo Produção, Desenvolvimento, Marketing e Administração, requerendo o completo envolvimento desde a alta administração até a frente de operação com as atividades de pequenos grupos” (JIPM, 2005).



“Falha zero ou quebra zero das máquinas ao lado do zero defeito nos produtos e perda zero no processo” (NAKAJIMA, 1989).

“Campanha que abrange a empresa inteira, com a participação de todo o corpo de empregados, para conseguir a utilização máxima dos equipamentos, utilizando a filosofia do gerenciamento orientado para o equipamento” (TAKAHASHI, 1993).

“Processo de maximização da performance dos equipamentos, disponibilidade e qualidade, com o total envolvimento dos operadores de produção, técnicos, engenheiros, supervisores e gerentes” (PEREZ, 1999).

Com base nas definições acima, pode-se dizer que TPM não é apenas uma política de manutenção, mas sim uma filosofia de trabalho, com extrema dependência do envolvimento de todos os níveis da organização, capaz de gerar um senso de propriedade sobre os equipamentos, sobre o processo e sobre o produto. O conceito de perda zero, que leva a obtenção de resultados imediatos, acaba servindo também como fator motivacional para a continuidade e aceleração da implementação.

### **6.3 OBJETIVOS DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL**

O TPM tem como objetivo a melhoria das pessoas, das máquinas e da organização, buscando o rendimento global otimizado com a melhoria do ambiente de trabalho, a otimização do ciclo de vida do equipamento e a eliminação das 6 grandes perdas: perda por parada devido a quebras e a mudança de linha e de regulagens, perda devido à mudança de velocidade que pode ser subdividida em: operação em vazio/pequenas paradas, queda de velocidade operacional e produtos defeituosos, defeito no processo e defeito no início de produção na realização do set-up da máquina.

### **6.4 SEIS GRANDES PERDAS**

Analisa como as máquinas estão contribuindo com a produção por meio de análise das perdas. A diminuição de produtividade pode ser resultado do tempo mal utilizado, velocidade insatisfatória e de defeitos.

Aborda a eliminação das Seis Grandes Perdas e a eficiência global dos equipamentos, mas não deve ser perseguida a eficiência máxima dos equipamentos, separadamente, pois poderão gerar desperdícios, segundo os conceitos de (Takashi e Osada 1993):

A quantidade a ser produzida deve ser determinada unicamente pelo número de pedidos.

Se os processos de mais baixa capacidade podem produzir a quantidade requerida, a operação de processo de maior capacidade é mantida no mesmo nível do processo de baixa capacidade, através da diminuição da velocidade de processamento ou via operação intermitente.

Se a capacidade de processamento mais baixa Gargalo é insuficiente para produzir a quantidade necessária, ela deve ser melhorada.

O Sistema Toyota de Produção desafia a abordagem convencional de que cada processo deve ser operado à eficiência máxima, afirmando que o balanceamento entre as capacidades do processo para eliminar acúmulo entre estágios é a abordagem mais eficiente de todas as Seis Grandes Perdas são:

- Quebras Esporádicas ou Crônicas.
- Instabilidade no início da Operação.
- Redução de Ritmo ou Capacidade.
- Problemas de Qualidade.
- Devido a Ajustes, Preparação e Regulagens.
- Pequenas paradas, trabalho lento ou em vazio.

## **6.5 A TPM E A FERRAMENTA 5S**

O "5 S" é conhecido também como "House Keeping" e é considerado como a base do TPM. O 5 S está fundamentado na eliminação das causas e não dos sintomas, com o ênfase no básico. O 5 S busca melhorar a qualidade do comportamento humano, enfatizando tratar tudo com cuidado. Tem um efeito sinérgico com a construção de times de melhoria buscando a participação de todos.

## **6.6 METAS DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL E SEU PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO**

A implementação do TPM deve ser ajustada às características específicas de cada empresa, tais como escala de negócios, tamanho da empresa, as características dos produtos e as diferenças entre as modalidades de produção.

Segundo Tavares (2001), o TPM irá promover a melhoria do pessoal através da mudança de mentalidade dos mesmos. Ocorrerá a adoção da manutenção pelos operadores, a capacitação do pessoal de manutenção e o estímulo á revisão do projeto de máquinas, visando melhorar sua vida útil e sua mantabilidade. Como conseqüência, haverá o melhoramento de máquinas e instalações, através da melhoria da eficiência global, ocorrendo eliminação de tempos de espera, resultados econômicos e criação de um trabalho seguro, agradável e não poluente.

## **6.7 OS PILARES DA TPM**

A estrutura que fundamenta a implantação, garantindo o sucesso e até mesmo a sobrevivência de um modelo de gestão voltado para a qualidade e produtividade, deve estar muito bem fundamentada. Os pilares da TPM devem ser desenvolvidos em equipes, coordenadas pelos gerentes ou líder de cada equipe.

A estruturação da TPM deve estar em consonância com a estrutura hierárquica da empresa. Em muitas empresas, o comitê diretor é formado pelo presidente e respectivos diretores e os comitês regionais são coordenados por seus gerentes e supervisores. Todo o trabalho de implantação dos pilares deve ter como foco as dimensões “PQCDSM”.

A melhor maneira de se atingir a metas da TPM é conhecer, analisar e eliminar as grandes perdas que podem ocorrer na empresa. Acidentes no trabalho, fluxo inadequado de documentos e limpeza inadequada são alguns exemplos de perdas. Para evitá-las, o trabalho da TPM é dividido em seis pilares, listados na seqüência:

### **6.7.1 Realização de manutenção autônoma**

Permite que o pessoal que opera ou usa os equipamentos e máquinas da produção assumam a responsabilidade por, pelo menos, algumas das tarefas de manutenção. Também se deve encorajar o pessoal da manutenção a assumir a responsabilidade pela melhoria do desempenho da manutenção.

É uma das partes mais visíveis da Manutenção Produtiva Total, onde o impacto visual e as mudanças no ambiente de trabalho são percebidos com o aumento do comprometimento dos operadores e manutentores e seus objetivos principais são:

Evitar o desgaste acentuado do equipamento por meio de uma operação correta e inspeção diária.

Estabelecer os parâmetros básicos necessários para manter o equipamento permanentemente em boas condições.

Manter as condições ideais do equipamento através da restauração e gestão apropriada.

A implantação do Pilar de Manutenção Autônoma deve ter três propósitos:

Determinar uma meta comum para a produção e manutenção, para que estabeleçam as condições básicas de funcionamento dos equipamentos a fim de reduzir o desgaste acelerado;

Determinar programa de treinamento para os operadores aprenderem mais sobre as funções de seus equipamentos, os problemas mais comuns que podem ocorrer, como devem ser tratados e como podem evitá-los;

Preparar os Operadores para serem parceiros ativos da manutenção e engenharia em busca de uma melhora contínua do rendimento global e confiabilidade de seu equipamento.

### **6.7.2 Planejar a manutenção**

Ter uma abordagem totalmente elaborada para todas as atividades de manutenção. Isto deveria incluir o nível de manutenção preventiva necessário para cada peça de equipamento, e as respectivas responsabilidades do pessoal de operação e de manutenção.

Objetiva manter os equipamentos e processos em condições ideais para atingir a maximização do rendimento operacional global. O Pilar de Manutenção Planejada estrutura a manutenção da Empresa, a fim de conduzir intervenções planejadas, gerenciamento de manutenção e eliminação das paradas imprevistas.

Um dos fatores que contribuem consideravelmente para os excessivos tempos de parada e baixa confiabilidade do setor de manutenção, é a aceitação pela equipe, incluindo a chefia, da necessidade de improvisar porque peças de reposição e ferramentas especiais raramente estão disponíveis ou então porque o setor de produção não dá o tempo necessário que o serviço exige.

Esse tipo de procedimento deve ser combatido por todos, uma vez que a reputação de toda a equipe estará em jogo. Peças de reposição de baixa qualidade também são responsáveis por diminuir a credibilidade do serviço de manutenção.

Quando o setor de Engenharia Industrial não está preparado e estruturado para executar a manutenção na empresa de forma planejada e eficaz e resultado pode gerar problemas tais como:

- Alta taxa de retrabalho.
- Falta de pessoal qualificado.
- Convivência pacífica com problemas crônicos.
- Falta de peças de reposição e compras sempre urgentes.
- Número elevado de serviços não previstos.
- Baixa produtividade (taxa de utilização de mão-de-obra).
- Histórico de manutenção inexistente ou não confiável.
- Atendimentos solicitados verbalmente, sem controle de Ordens de Serviço.
- Abuso de improvisos.
- Horas extras em excesso.
- Falta de Planejamento prévio de manutenção.
- Taxa de Manutenção Corretiva não Planejada muito alta.
- Moral da equipe muito baixa.
- Prazos não sendo cumpridos.
- Constante reclamação do Gerente por falta de pessoal.
- Baixa disponibilidade.
- Tempo médio de bom funcionamento baixo e tempo médio para reparos alto.
- Constantes perdas de produção por parada dos equipamentos.

### **6.7.3 Treinamento (Treinar todo o pessoal)**

As responsabilidades exigem que tanto o pessoal de manutenção como a produção tenha todas as habilidades para desempenhar seus papéis. A TPM coloca ênfase no treinamento adequado e contínuo

Objetiva aumentar as habilidades dos operadores e manutentores, para atingir um grau elevado de confiança para executar seu trabalho, motivação, participação, orgulho profissional e conseqüentemente a maximização do rendimento operacional global.

O decálogo da educação, segundo o Professor Vicente Falconi apud Takahashi e Osada (1993), resume à importância desse Pilar no desenvolvimento da manutenção produtiva total a delegação é à base da educação, as pessoas têm que aceitar o treinamento e desejar serem treinadas. Participação é a palavra - chave para despertar o desejo de ser treinado.

O treinamento na tarefa decorre dos procedimentos operacionais. Os procedimentos operacionais são a descrição do trabalho a ser executado em cada tarefa e destes decorrem os manuais de treinamento na tarefa (com desenhos, fotos, vídeos, filmes); O treinamento é um meio para atender a um objetivo;

Todo treinamento deve ser acompanhado da aplicação prática dos conhecimentos e habilidades adquiridos, sempre que possível, devem-se utilizar instrutores internos, em especial as chefias.

Depois de algum tempo, os cursos devem ser padronizados (apostilas, vídeos, filmes, transparências e etc.), de tal forma que a mensagem transmitida seja sempre a mesma. É necessário haver um plano de doutrina, educação e treinamento, todo treinamento conduzido na empresa é de responsabilidade total da chefia direta do empregado o conhecimento caminha na direção do elogio.

A educação é tudo, porém não basta à empresa dar o treinamento se os colaboradores não o aceitarem, o treinamento é um meio de atingir o objetivo, mostra todas as fases operacionais, ou seja, o “como fazer”. Junto com o treinamento, há a necessidade de acompanhamento das habilidades adquiridas, e estas devem sempre ser supervisionadas pela chefia imediata do colaborador, lembrando sempre que o ser humano gosta de ser elogiado e entende críticas construtivas que aprimora seus conhecimentos.

### **6.7.3.1 Conseguir gerir os equipamentos**

Pela "prevenção de manutenção", tenta rastrear todos os problemas potenciais de manutenção até sua causa fundamental, e depois tenta eliminá-los nesse ponto

O Pilar de Controle Inicial tem como objetivo romper a premissa do projeto focado no equipamento. Busca uma abordagem que considere o equipamento como sendo um sistema homem máquina, embutindo em uma condição ambiental e condição de produção.

A idéia básica é conceber equipamentos capazes de garantir as características de confiabilidade, qualidade, segurança, como também a economia de recursos.

Além do desenvolvimento de novos equipamentos e instalações, o conceito de controle com o objetivo de ampliar a manutenção produtiva total para todos os departamentos e transformá-lo numa filosofia gerencial, a partir de 1989 foram adicionados mais três pilares.

### **6.7.4 Manutenção da qualidade**

O desenvolvimento das atividades do Pilar Manutenção da Qualidade é feito com base em sete etapas, sendo:

- Levantamento da Situação Atual da Qualidade.
- Restauração da deterioração.
- Análise das causas.
- Eliminação das causas.
- Estabelecimento das condições livres de defeitos.
- Controle das condições livres de defeitos.
- Melhorias das condições livres de defeitos.

A eliminação da deterioração dos equipamentos é uma condição para a obtenção de defeito zero, através das atividades do Pilar de Manutenção da Qualidade.

### **6.7.5 Melhorias Administrativas**

Este é um pilar que consiste em processar informações de maneira rápida, com qualidade e confiabilidade, a fim de otimizar processos administrativos e reduzir perdas administrativas.

### **6.7.6 Segurança, Saúde e Meio Ambiente**

Esse pilar é responsável pelo estabelecimento do sistema de gestão que proporcione à empresa a oportunidade de atingir Acidente Zero, Doença Ocupacional Zero e Danos Ambientais Zero.

## **6.8 IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL**

Há três razões principais pelas quais a TPM se difundiu tão rapidamente na indústria japonesa e agora o mesmo está acontecendo com todo o mundo: garante drásticos resultados, transforma visivelmente os lugares de trabalho e eleva o nível de conhecimento e capacidade dos trabalhadores de produção e manutenção.

A garantia de "drásticos resultados" é oriunda da aplicação do princípio básico da TPM, que é a eliminação total das perdas por toda a empresa. Os diversos fatores que influem nos resultados empresariais são: redução de avarias nos equipamentos, minimização dos tempos em que os equipamentos operam sem produzir ou com restrição na produção, redução do número de pequenas paradas, diminuição dos defeitos nos produtos, elevação da produtividade e redução dos custos, redução de estoques e eliminação de acidentes.

O TPM se propõe a melhorar o ambiente de trabalho - transformando as instalações normalmente impregnadas de poeira, óleo lubrificante e graxa, com objetos em desordem visível e, em muitos dos casos, desnecessários e inadequados ao processo de trabalho - em um ambiente agradável e seguro.

As elevações do nível de conhecimento bem como a elevação da capacidade dos trabalhadores de operação e manutenção se iniciam à medida que as atividades de TPM vão sendo realizadas, e os primeiros resultados começam a aparecer, motivando os empregados, aumentando a integração no trabalho e elevando sobremaneira o número de sugestões espontâneas de melhorias. A maior transformação pode ser observada nos operadores, já que a TPM ajuda aos operadores a entender seu equipamento e ampliar a gama de tarefas de manutenção que podem praticar. Dá-lhes oportunidade de fazer novas descobertas, adquirir



conhecimentos e desfrutar de novas experiências. Reforça a motivação, gera interesse e preocupação pelo equipamento e alimenta o desejo de manter o equipamento em ótimas condições. Temos resultados tangíveis e intangíveis dentro do TPM, e estes estão expressos na forma de exemplos ver na tabela 6.1 resultados tangível.

**6.1 Tabela - Resultado Tangível.**

| Dimensão          | Exemplos de Resultados Tangíveis do TPM   |
|-------------------|---|
| Produtividade (P) | Aumento da produtividade líquida: de 1,5 a 2 vezes a redução do número de avarias: de 10 a 250 vezes o aumento da eficácia global: de 1,5 a 2 vezes |
| Qualidade (Q)     | Redução da taxa de defeitos do processo: 90%<br>Redução das reclamações dos clientes: 75%   |
| Custo (C)         | Redução do custo de produção: 30%   |
| Entrega (D)       | Redução de estoque de produtos e trabalhos em curso: 50%  |
| Segurança (S)     | Acidentes: Zero incidente<br>Poluição: Zero   |
| Moral (M)         | Sugestões de Melhorias: 5 a 10 vezes mais   |

| Exemplos de Resultados intangíveis do TPM |   |
|---|---|
| Auto-gestão plena                         | Os operadores assumem as responsabilidades pelos. Recorrem menos aos departamentos de manutenção. |
| Equipamentos                              | Recorrem menos aos departamentos de manutenção.   |
| Confiança                                 | Pela eliminação de falhas e defeitos.   |
| Ambiente de trabalho                      | Limpo e agradável   |

Podemos destacar como benéfico do TPM alguns itens como, qualidade, educar para cuidados da máquina, aprender a melhorar a eficiência dos equipamentos, aumento da manutenibilidade segurança e credibilidade da empresa.

## 7 METODOLOGIA

Por se tratar de um trabalho de conclusão de curso, analisou-se o método de estudo de caso sobre a implantação do TPM, apresentando uma descrição de toda a etapa de implantação e dando um maior foco no planejamento autônomo.

O estudo de caso é utilizado como estratégia de pesquisa para contribuir com o conhecimento existente dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais, políticos e de grupo. Este método de pesquisa permite uma investigação, no intuito de preservar as características holísticas e significativas dos acontecimentos reais como, por exemplo, ciclos de vida individuais, processos organizacionais e administrativos. (YIN, 2005).

Para se conectar logicamente os dados do estudo de caso Yin (2005) citam cinco pontos importantes a serem analisados:

- questões de estudo;
- suas preposição se houver;
- suas unidades de análises;
- a lógica que une os dados às preposições;
- os critérios para se interpretarem as descobertas.

Para que o pressuposto trabalho seja realizado será necessário fazer uma pesquisa bibliográfica utilizando algumas fontes como artigos, livros, relatórios de pesquisa, estudo de caso e uma coleta de dados na empresa que utiliza técnica observação dos participantes e documentos da organização.

## 8 COLETA DE DADOS

Nesta etapa se descreve e analisa a melhor forma possível de se coletar os dados durante o período de estágio sobre o estudo de caso da implantação do TPM. A coleta de dados para este trabalho foi realizada na Cocamar, através de informação dos operários, dados de planilhas e gráficos feitos diariamente.

Após a observação destes dados, verificou-se que a empresa levantou um sistema de prioridades que são necessários para que ocorra a implantação do TPM como:

- Sugestão da produção
  - Máquina que, se parar, pára toda a fábrica.
  - Pára apenas um setor da fábrica.
  - Reduz a produção.
  - Facilita, mas não reduz a produção.
  - Setores não produtivos.
- Determinada pela manutenção
  - Manutenção corretiva.
  - Manutenção preventiva.
  - Manutenção corretiva em módulo.
  - Manutenção preventiva em módulo.
  - Serviços em acessórios gerais.

Através destas prioridades elaboram 12 etapas para implantação do MPT que começou em novembro de 2004 e está previsto para estar totalmente consolidado em março de 2006. Essas etapas são:

- 1- Decisão da alta direção de adotar o MPT;
- 2- Campanha de Divulgação e Treinamento Inicial;
- 3- Implantação da Organização do MPT;
- 4- Estabelecer Diretriz Básica e Objetivo;

- 5- Elaboração do Plano Diretor para a Implementação;
- 6- Decolagem do MPT;
- 7- Introdução de melhorias Individualizadas nos Equipamentos para Incrementar o Rendimento Operacional Global - 6 Grandes Perdas
- 8- Implantação da Manutenção de Rotina - Os 7 Passos da Manutenção Autônoma:  
Outros passos estão pendentes de implementação ao quais são:
- 9- Estruturar órgão da manutenção;
- 10- Melhorias das habilidades pessoais;
- 11- Implantação do projeto PM (prevenção de manutenção) e LCC (ciclo do custo de vida);
- 12- Consolidação.

O trabalho terá por finalidade mostrar como que ocorreu a implantação da manutenção autônoma no setor de cardas que se divide em:

- 1- Limpeza inicial dos equipamentos;
- 2- Descobrir as causas da sujeira e eliminar área de difícil acesso;
- 3- Normas e mapas de limpeza e lubrificação;
- 4- Treinamento para inspeção;
- 5- Inspeção autônoma e check-list;
- 6- Padronização de controles e organização das atividades de manutenção e
- 7- Gestão autônoma e melhoria contínua;

## **9 ANÁLISE E RESULTADOS**

### **1º Passo: - Limpeza Inicial**

Neste primeiro passo algumas tarefas foram cumpridas, visando manter o local limpo e em condições para o bom andamento do trabalho realizado no dia-a-dia. Nos equipamentos principais foram detectados e removidos os pontos de sujeira, excesso de óleo, graxa, poeira e materiais estranhos que pudessem danificar os equipamentos, como arames e fitas, sendo verificados ainda os pontos de sujeira em tubulações, redes elétricas, painéis de comando, cilindros, etc. Foram verificados outros pontos como excesso de vibração, calor ou folgas em peças. Essas tarefas também foram desenvolvidas ao redor dos equipamentos, para que as condições de trabalho fossem garantidas no espaço em que os equipamentos do setor estão alocados. As ferramentas utilizadas para desenvolver o trabalho também foram checadas, verificando suas condições e limpeza adequada, como por exemplo, o nível de óleo de determinada ferramenta ou excesso de graxa. Paralelo a este trabalho, outros itens também foram sendo desenvolvidos, como a anotação dos motivos das paradas, criação de indicadores de monitoramento dessas paradas e organização de formulários e etiquetas de identificação dos locais, para que juntamente com a realização da limpeza, a organização fosse implementada e assim cada colaborador orientado a respeito da sua responsabilidade. Também foi disponibilizado um quadro de gestão à vista onde todas as informações sobre o andamento do programa, sobre indicadores e sobre as competências pudessem vir à conhecimento de todos.

### **2º. Passo: - Eliminação das causas de sujeira e lugares de difícil acesso**

Neste segundo passo visando à eliminação das causas de sujeira em lugares de difícil acesso, no controle visual foram executadas algumas medidas quanto a manter o correto fechamento das portas das máquinas, substituídas fechos de portas, acrílicos visores de portas danificados, substituição de mangueiras coletoras de pó, substituído algumas borrachas de vedação das portas. Contra medidas para pontos de sujeira, tem-se uma lista contendo as fontes de sujeiras, poeira, vazamentos de óleo e áreas de difícil acesso, para isso existe um Plano de Ação para eliminar esses pontos do segundo passo.

### **3º. Passo: - Normas de Limpeza e Lubrificação**

Neste terceiro passo foi estabelecido procedimentos das normas de limpeza e lubrificação que é a revisão do primeiro e segundo passo para que se tenha um bom andamento no trabalho. Pode-se verificar se status e o padrão de limpeza e inspeção se estão sendo feito com devida frequência, os métodos e ferramentas são específicos, os conteúdos são claros e compreensíveis para todos e se as porcas e parafusos estão apertados e se está faltando. Se o padrão de lubrificação está especificado pelo o tipo de lubrificante, quantidade, frequência e indicação, os lubrificantes estão prontos a qualquer hora para lubrificação e se estão estocados adequadamente. Ter a percepção para fazer o padrão e verificar se as melhorias e idéias estão sendo implantadas através das atividades em grupo.

### **4º. Passo: - Inspeção Geral**

No quarto passo foi feito inspeção geral que é uma revisão de todos os passos anterior e os pontos levantados foram colocados em plano de ação e estão sendo corrigidos na medida do possível, com contenção de gastos para verificar as condições de limpeza, melhoria de pontos de sujeira e se houve a necessidade, intervenção com a manutenção para correção de algum ponto do equipamento

### **5º. Passo: - Inspeção Autônoma**

No quinto passo foi necessário fazer a inspeção autônoma que é a revisão dos outros passos para ver com está o funcionamento dos equipamentos, se foi sugerido alguma idéia de melhoria para os equipamentos, padrão de lubrificação e limpeza. Tem um controle de consumo e gastos com lubrificação. Se na inspeção geral utilizaram-se manuais para melhoria, descobrindo assim os pontos fracos e se estes pontos fracos foram restaurados, se as normas de inspeção estão corretas seguindo uma rota e se tem alguma dificuldade.

### **6º. Passo: - Padronização de Controles**

No sexto passo se faz a padronização do controle que é análise dos passos que já foram feitos anteriormente para assim ver se a alguma anomalia correndo nos equipamentos, padrão de lubrificação e limpeza, inspeção geral e autônoma. E se há algum ponto fraco inspeção autônoma para que segue corrigido através das atividades de grupo.

Com a realização dessas atividades, pudemos observar que o setor já mudou bastante. Os pontos onde havia sujeiras acumuladas e sujeiras em lugares de difícil acesso foram removidos e os equipamentos já não possuem mais excesso de graxa e nem portas abertas nas máquinas, que poderia vir a contaminar o fio produzido, diminuindo a sua qualidade. Todos os colaboradores tiveram um melhor e rápido acesso ao material disponível no setor, já que tudo foi devidamente identificado e permanecem nos seus devidos lugares. Com a orientação realizada, no sentido de conscientizar que cada um deve manter o local limpo, o trabalho ficou mais organizado e não se perdeu mais tempo em procurar ferramentas, objetos e em limpar uma ferramenta antes de usar, porque tudo já se encontra em condições de uso. Os pontos e motivos causadores do acúmulo de sujeira e da desorganização foram identificados, para que posteriormente fossem eliminados.



## CONCLUSÃO

Este trabalho teve como foco analisar o estudo de caso da implantação do TPM, aproveitando todos os recursos e dados obtidos pelos colaboradores e mecânicos, e assim ter um ambiente mais atrativo para trabalhar onde cada integrante tem papel fundamental no corpo da empresa. Esta metodologia é aplicável a qualquer processo produtivo, a qualquer tipo de organização.

Com análise no rendimento abordada o TPM não pode parar, deve continuar a buscar novas conquistas a cada passo a cada pilar da metodologia, compromissadas com o sucesso dos indivíduos e da organização.

Este acompanhamento apresentou as etapas de implantação do MPT na Cocamar. Sabendo que a implantação ainda está em processo de desenvolvimento e não foi possível acompanhar todas as etapas devido ao tempo do meu estágio supervisionado. As etapas que faltam serem realizadas são: Estruturar órgão da manutenção; Melhorias das habilidades pessoais; Implantação do projeto PM (prevenção de manutenção) e LCC (ciclo do custo de vida); Consolidação.

Sabemos que a implantação do MPT é um processo de mudança cultural e a adaptação da metodologia do MPT, com a inserção das técnicas propostas por esta pesquisa, permite que algumas etapas da implantação possam ser desenvolvidas com maior rapidez, melhor aproveitamento e maior facilidade de assimilação.

O objetivo é ter os operadores envolvidos com o funcionamento da máquina para que ela tenha sua máxima de eficiência otimizando a produção e chegando a quebra zero. Para que isto se realize é fundamental o investimento em capacitação e treinamento contínuo. A metodologia do TPM exige um alto grau de empenho e de dedicação dos envolvidos na sua concretização.

A aceitação do MPT foi grande desde o início e está envolvendo todos da cooperativa. Cabe ressaltar a importância estratégica do apoio da alta administração para a implantação do TPM, pois envolve tempo e investimento em recurso materiais e humanos. Destaca-se, também, que o comprometimento e a adesão dos gestores e multiplicadores representam um fator ponderável para a viabilização do TPM.

Com a implantação da Manutenção Planejada, como parte da implantação do MPT na indústria, puderam-se obter várias melhorias no setor, como por exemplo:

- Colaboradores com maior capacitação, devido treinamento;
- Maior interação entre operadores e manutenção;
- Resolução dos problemas com maior agilidade;
- Maior comunicação entre operadores;
- Melhor conservação dos equipamentos;
- Menor rotatividade de pessoal;

## ANEXOS


**FICHA TÉCNICA DE EQUIPAMENTO**  
**MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL – INDÚSTRIA DE FIOS**  
**Dados fixos**

Equipamento: **Carda 01**Tensão de trabalho: **380 V**Marca: **Trutzchler**Tensão de comando: **220 V / 24 CC**Modelo: **DK 715**Potência: **12.000**Ano da máquina: **1982**Frequência: **60 Hz**Fornecedor: **Trutzchler**Nº de Fases: **3 Fases**Modelo do FBK: **Foli**

| Motores                     |         |         |                |               |                |
|-----------------------------|---------|---------|----------------|---------------|----------------|
| Equipamento                 | Marca   | Rotação | Pot. Unit. C.V | Pot. Unit. -W | Pot. Total - W |
| Motor Principal             | Siemens | 1.720   | 3,0            | 2.200         | 2.200          |
| Motor do Ventilador         | Weg     | 3.500   | 3,4            | 2.500         | 2.500          |
| Motor escova doffer         | Siemens | 3.465   | 0,5            | 370           | 370            |
| Motor escova flatts         | Siemens | 1.635   | 0,3            | 190           | 190            |
| Motor acionamento<br>FBK    | WEG     | 1.140   | 1,0            | 736           | 736            |
| Motor Transp. Mat.<br>FBK   | WEG     | 880     | 0,2            | 154           | 154            |
| Gerador para doffer         | Siemens | 1.590   | 2,8            | 2.050         | 2.050          |
| Gerador para<br>alimentação | Siemens | 1.750   | 0,2            | 158           | 158            |

| Guarnição                         |                      |       |
|-----------------------------------|----------------------|-------|
| Guarnição                         | Tipo                 | Marca |
| Guarnição do Cilindro             | R 2030 x 0,6 C. Shar | Graf  |
| Guarnição do doffer               | N 4030 B x 0,9       | Graf  |
| Guarnição do flatts giratório     | PT 35/00             | Graf  |
| Guarnição do flatts fixo diant.   | FD - 64              | Graf  |
| Guarnição do flatts fixo traseiro | FD - 14              | Graf  |
| Guarnição do seguimento           | FD - 06              | Graf  |
| Guarnição do briseur              | E 5010 x 8G C. Shap  | Graf  |

## PLANO DE AÇÃO



|   |                                  |                     |  |                             |                          |
|---|----------------------------------|---------------------|--|-----------------------------|--------------------------|
|  | <b>PLANO DE AÇÃO</b>             |                     | <b>Data da Elaboração:</b><br>02/03/05 | <b>CODIGO</b><br>GIQ/F-0003 | <b>VERSAO</b><br>01      |
| <b>Referente:</b>   | Diagnóstico do MPT – Área Piloto | <b>Facilitador:</b> | Cristiani Moscato<br>Malavazi          | <b>Revisão:</b><br>00       | <b>Data:</b><br>16/03/05 |

| O Quê  | Por Quê   | Como   | Onde            | Quem                     | Quando   | Quanto | Status |
|--|---|--|-----------------|--------------------------|----------|--------|--------|
| Item 6 do 2º Passo –<br>Manutenção Autônoma  | Os motores não estão<br>marcados com o sentido<br>dos giros | Marcar nos motores,<br>ventiladores e bombas o<br>sentido o giro do motor. | Setor de Cardas | Cleunir/Nildo            | 10/07/07 | N/A    | A      |
| Item 12 do 4º Passo<br>Item 13 do 5º Passo<br>Item 12 do 6º Passo<br>Manutenção Autônoma | A meta do IPAG não<br>está sendo atingida                   | Melhorar desempenho da<br>indústria  | Ind. de Fios    | Nilton/Álvaro/<br>Flávio | 07/07/07 | N/A    | A      |

**LEGENDA:** OK = Realizado    A = Em Andamento    P = Postergado    C = Cancelado    N/A = Não Aplicável    @ = Campo Alterado

Justificativa:

## CRONOGRAMA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA – CARDAS

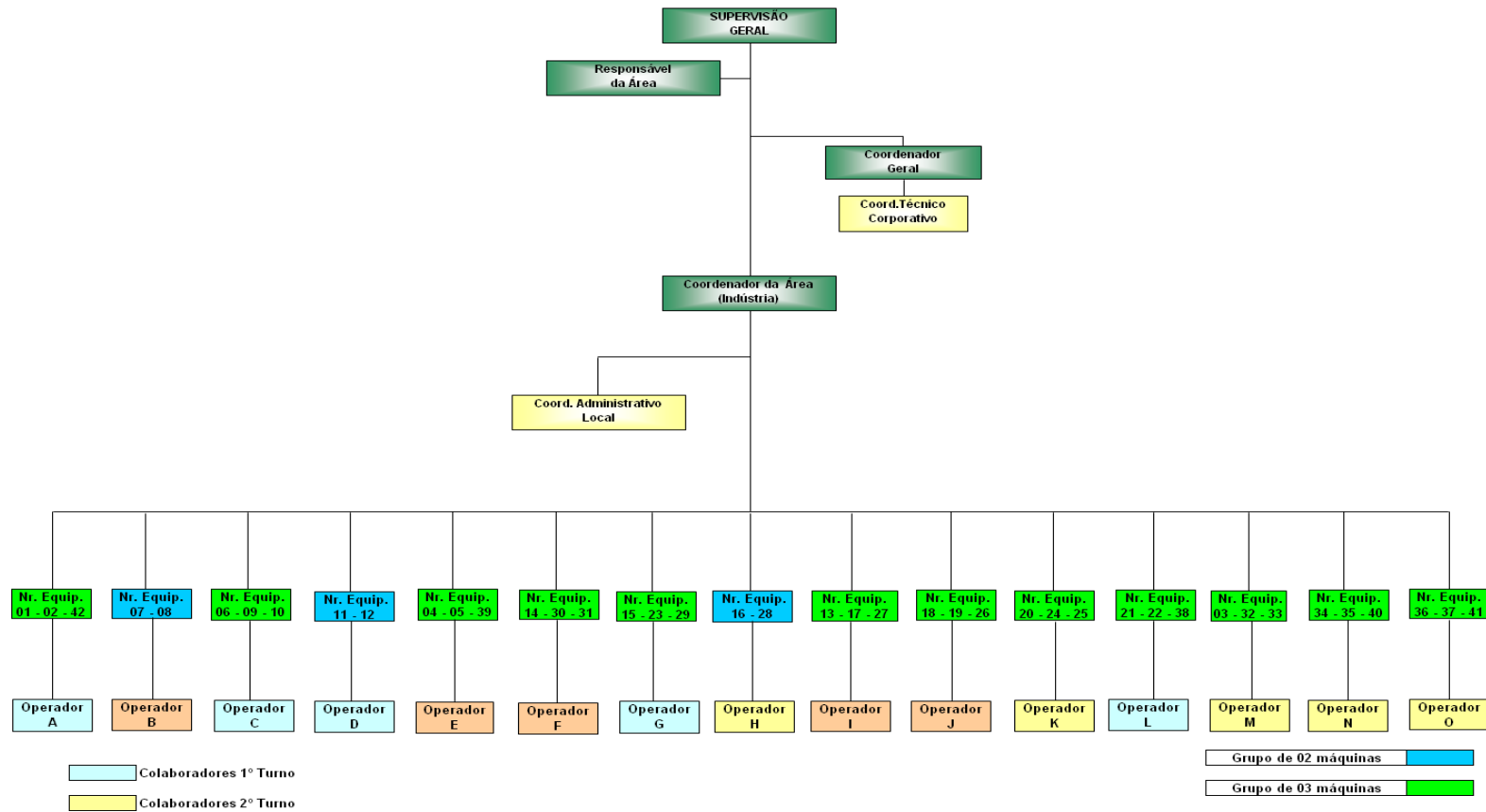
|   |  | CRONOGRAMA DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA - CARDAS |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---|--|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PASSO   | ATIVIDADES   | PERÍODO                                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|   |  | ago/06                                     | set/06 | out/06 | nov/06 | dez/06 | jan/07 | fev/07 | mar/07 | abr/07 | mai/07 |
| 1   | Limpeza inicial e inspeção                                 |  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 2   | Eliminar pontos de sujeira e as áreas difíceis de limpar   |  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 3   | Criação e manutenção dos padrões de limpeza e lubrificação |  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 4   | Inspeção geral   |  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 5   | Manutenção autônoma  |  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 6   | Padronização   |  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 7   | Gestão autônoma  |  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

**Atividades Realizadas**
 **Atividades Pendentes**
 **Atividades em Andamento**

# ESTRUTURA PARA IMPLANTANÇÃO DO MOT NA ÁREA PILOTO – CARDAS

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO / DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL

## ESTRUTURA PARA IMPLANTAÇÃO DO MPT NA ÁREA PILOTO



## GLOSSÁRIO

- Cardas            Entra fibras em flocos formando a manta e sai fita da carda.
- È na carda que começa o primeiro processo de paralelização e separação das fibras quase individualmente, sendo ali que ocorre limpeza, redução de neps, mistura mais homogênea e eliminação de algumas fibras curtas.
- A carda realiza suas funções num processo mecânico combinando entre seus principais elementos, que são revestidos com guarnições.
- O sentido da rotação dos órgãos, das paus, a diferença de velocidade periférica entre eles e o tipo de guarnição utilizada, determinam os melhores resultados de cardagem.
- Através da aplicação de uma determinada estriagem, a cardagem transforma a manta de fibras em flocos provenientes dos batedores em fita a qual será depositada em uma lata e posteriormente enviada ao passador.



## REFERÊNCIAS

- ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção. Documento Nacional 2001: a situação da manutenção no Brasil. 16o Congresso Brasileiro de Manutenção. Florianópolis: 2001.
- ABRAMAN. Documento nacional: A situação da manutenção no Brasil. Disponível em: <<http://www.abraman.com>>. Acesso em julho. 2006
- COSTA, E. A., Gestão estratégica. Editora Saraiva. 2002
- BASSA, João M. *A Integração da Manutenção nas Novas Formas de Organização da Produção, numa Indústria de Processo Contínuo*. Dissertação de Mestre em Administração, da FGV/EAESP-MB, 1995.
- BLANCHARD, S.; VERMA, D.; PETERSON, E. L. Maintainability: a key to effective serviceability and maintenance management. New York: Wiley Interscience, J. Wiley, 1995.
- CEMAN Central de manutenção, Salvador, 1992.
- CHIAVENATO, Idalberto. Administração nos novos tempos, 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- COETZEE J.L. A holistic approach to the maintenance "problem". Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 5 No. 3, pp. 276-280. 1999
- DEKKER R., SCARF P. On the impact of optimization models in maintenance decision making: the state of the art. Reliability Engineering and System Safety. 60. 1998.
- DUNDICS, P. E. D. Reliability-Centered Maintenance Returns Benefits. Quality, 2002.
- DUNN R. L. Predictive Maintenance Technologies. Plant Engineering, 2002.
- FACINA, Taís. **Manutenção sem fronteiras**. Revista Manutenção. Julho e agosto 1999.
- GAJ, Luis. **Administração estratégica**. 2. ed. São Paulo: Ática, 1993.

GITS, C.W. Design of maintenance concepts. International Journal of Production Economics, 1992.

GUO, T. Z.; LUDO G.; LILIANE P. Object/ objective-oriented maintenance management. Journal of Quality in Maintenance, 2002.

KARDEC A., NASCIF J. Manutenção: Função Estratégica. Ed. Qualitymark, 2003.

KLETZ, T. A. *O Que Houve de Errado? - Casos de Desastres em Indústrias Químicas, Petroquímicas e Refinarias*. Makron Books, S. Paulo, 1993.

KOMONEN K. A cost model of industrial maintenance for profitability analysis and benchmarking. Int. J. Production Economics, 79. 2002.

KARDEC, A; NASCIF, J. Manutenção: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

KARDEC, Alan.; FLORES, Joubert; e SEIXAS, Eduardo. (2002) – Indicadores de desempenho. 1º ed. Rio de Janeiro, RJ.

HARRISON A. Continuous improvement. the trade-off between self-management and discipline. Integrated Manufacturing Systems, 2000.

HIRANO, H. *5 Pillars Of The Visual Workplace - The Source Book For 5 S Implementation*. Productivity Press, Portland, 1995.

HUNGER, J. David; WHEELLEN, Thomas L.. **Gestão técnica: princípios e prática**. Roberto Meireles Pinheiro (revisor técnico). 2. ed. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Editores, 2002.

IGARASHI, R. *Visual Control Systems*. In: *Visual Control Systems*. Productivity Press, Portland, 1995.

JIPM., **História do TPM e JIPM**: Japanese Institute of Plant Maintenance. Disponível em: <<http://www.jipm.or.jp>>. Acesso em 11 julho de 2005.

MARÇAL, R. F. Gestão da Manutenção. Ponta Grossa: Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção (PPGEP). Notas de aula, 2004.

- MONCHY, F. A. *Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial*. EBRAS Editora Brasileira/DURBAN, S. Paulo, 1989.
- MOSS, M. A. **Designing for minimal maintenance expense**: a practical application of reliability and maintainability. New York: Marcel Dekker, 1985.
- MOUBRAY, J. *Reliability-centred maintenance*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997.
- MUSCAT, A. & FLEURY, A. *Sistemas de Indicadores de Qualidade e Produtividade na Indústria Brasileira*. Revista de Indicadores de Qualidade e Produtividade. Brasília: IPEA, 1993.
- NAKAJIMA, S. *Introdução ao TPM Total Productive Maintenance*. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.
- OKUMUS F. A framework to implement strategies in organizations. *Management Decision* 41/9, 2003.
- PALMEIRA, J. N.; TENÖRIO, F. G. *Flexibilização organizacional: aplicação de um modelo de produtividade total*. Rio de Janeiro: FGV Eletronorte, 2002.
- PALMER, R. D., *Maintenance Planning and Scheduling Handbook*. Boston: McGraw-Hill, 1999.
- PEREZ, W. M. *Seis sigma: compreendendo o conceito, as implicações e os desafios*. Rio de Janeiro: Qualimark, 1999.
- PINTELON, L., NAGARUR, N., VAN PUYVELDE, F. Case study: RCM: yes, no or maybe? *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 1999.
- PUN K., CHIN K., CHOW M., LAU C.W. An effectiveness-centred approach to maintenance management: A case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 2002.
- SALERNO, M. S. - *Trabalho e Organização na Empresa Industrial Integrada e Flexível - Novas Tecnologias, Trabalho e Educação*, S. Paulo, 1994.
- SAMPAIO, C. **Função Manutenção na Empresa**, Escola Náutica Infante D. Henrique, Paço d'Arcos, Portugal, 5º Ano Diagnóstico de Avarias, 2001.

- SHERWIN D. A review of overall models for maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 2000.
- SHIROSE, K., TPM para Mandos Intermédios de Fábrica. Madrid: Productivity Press, 1994.
- SLACK, N.; HARRISON, A.; CHAMBERS, S. *Administração da Produção*. 2ªed. São Paulo: Ed. Atlas, 1999.
- SWANSON L. Linking maintenance strategies to performance. *Int. J. Production Economics* 70. 2001.
- TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. *Manutenção produtiva total*. São Paulo: Instituto Imam, 1993.
- TAVARES, L. A. *Administração moderna da manutenção*. São Paulo, CD-ROM, 2001.
- TEIXEIRA A. Multicriteria decision on maintenance: spares and contract planning. *European Journal of Operational Research* 129. 2001.
- TSANG A. **A strategic approach to managing maintenance performance**. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Vol. 4 No. 2, pp. 87-94. 1998
- VATN J., HOLKSTAD P., BODSBERG L. An overall model for maintenance optimization. *Reliability Engineering and System Safety* 51, 1996.
- VERMA D. System engineering and architecting: a global perspective. Presentation at the North Star Chapter of INCOSE. 2002.
- ZEN, Milton Augusto Galvão: Indicadores de Manutenção. Disponível em < <http://www.magzen.eng.br>>. Acesso em 2005
- ZHU, G.; GELDERS, L., PINTELON, L. Object/objective-oriented maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 2002.
- WAEYENBERGH, G.; PINTELON L. **A framework for maintenance concept development**. *International Journal of Production Economics* 77, 2002.

WIREMAN T. Developing performance indicators in managing maintenance. New York, NY: Industrial Press mc, 1998.

YIN, R. K. Estudo de caso: Planejamento de método, 3º edição, Porto Alegre: Bookman, 2005.

