

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG
ENGENHARIA MECÂNICA – 10º PERÍODO
THIAGO TINFEL FONSECA CASTILHO

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: O PCM – Planejamento e Controle de
Manutenção e os Indicadores de Desempenho da Manutenção**

Varginha
2011

FEPESMIG

THIAGO TINFEL FONSECA CASTILHO

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: O PCM – Planejamento e Controle de
Manutenção e os Indicadores de Desempenho da Manutenção**

Projeto de pesquisa orientado pelo Prof^o Ms. Alexandre Lopes de Oliveira apresentado a Coordenação do Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, UNIS-MG, como requisito para conclusão do curso de Engenharia Mecânica.

Varginha
2011

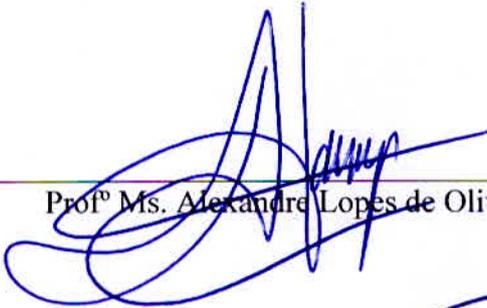
FEPESMIG

THIAGO TINFEL FONSECA CASTILHO

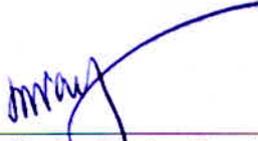
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: O PCM – Planejamento e Controle de
Manutenção e os Indicadores de Desempenho da Manutenção**

Projeto de pesquisa orientado pelo Prof^o Ms. Alexandre Lopes de Oliveira apresentado a Coordenação do Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, UNIS/MG, como requisito para conclusão do curso de Engenharia Mecânica.

Aprovado em 02/12/2011



Prof^o Ms. Alexandre Lopes de Oliveira



Prof^o Ms. Luiz Carlos Vieira Guedes

OBS:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, aos meus pais, meus irmãos e minha namorada por se constituírem diferentemente enquanto pessoas, igualmente belos e admiráveis em essência, estímulos que me impulsionaram a buscar vida nova a cada dia, concedendo a mim a oportunidade de me realizar ainda mais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, minha família, aos professores pelos conhecimentos transmitidos neste período, aos amigos companheiros de trabalho e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“Se queres progredir não deves repetir a mesma história, mas fazer uma nova. Para construir uma nova história é preciso trilhar novos caminhos.”

Gandhi

RESUMO

Este trabalho analisa um assunto explorado na sociedade industrial. Trata-se do PCM, que é Planejamento e Controle da Manutenção e as diversas formas de medir e controlar a sua produtividade utilizando os Indicadores de Desempenho da Manutenção. É mostrado também a história e os tipos da manutenção ao longo do tempo, utilizando os conceitos de diversos autores, bem como a importância que a confiabilidade da manutenção exerce para o desenvolvimento da organização e a importância em se ter um setor de PCM no organograma de uma empresa, mostrando os principais índices de manutenção, conceito e forma de utilização desses índices, com utilização do conceito de melhorias nas organizações, para que possam reduzir seus custos e aumentar sua produtividade. As diretrizes metodológicas utilizadas para confecção deste trabalho foram extraídas de idéias centrais de diversos autores de forma simples e objetiva, para melhor entendimento e interesse do leitor.

Palavras-chave: Manutenção; Planejamento e Controle; Indicadores de Manutenção.

ABSTRACT

This work analyzes a subject explored in the industrial society. It is PCM, which is the Maintenance Planning and Control and the various ways to measure and monitor their productivity using the Maintenance Performance Indicators. Shown is also the history and types of maintenance over time, using the concepts of various authors, as well as the importance of maintaining the reability of exercises for the development of the organization and the importance of having a sector of the organization chart of a PCM company, showing the main index maintenance concept and how to use these indices, using the concept of improvements in the organizations so that they can reduce their costs and increase productivity. The methodological guidelines used for making this work were extracted from the central ideas of several authors of a simple and objective, for better understanding and interest of the reader.

Key-words: *Maintenance; Planning and Control; Maintenance indicators.*

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Evolução da Manutenção a partir da década de 1950	17
Tabela 02 - Evolução das gerações da Manutenção	19
Tabela 03 - Organograma dos tipos de manutenção.....	34
Tabela 04 - Organograma de organização de uma empresa.....	46
Tabela 05 - Disponibilidade Física de uma planta	55
Tabela 06 - Composição do Custo de Manutenção no Brasil.....	56
Tabela 07 - Treinamento na Manutenção	62
Tabela 08 - Taxa de Frequência de Acidentes em diversos setores produtivos	63
Tabela 09 - Taxa de Gravidade de Acidentes em diversos setores produtivos	64

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Custos da manutenção no Brasil	42
Gráfico 02 - Nível hierárquico da manutenção	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 HISTORICO DE MANUTENÇÃO	14
2.1 Breve histórico da manutenção	14
2.2 Evolução da manutenção	16
2.2.1 A Primeira geração	17
2.2.2 A Segunda geração	18
2.2.3 A Terceira geração.....	18
2.3 Fases da Manutenção	20
2.3.1 A Interação entre as fases	20
2.3.2 Unidade de Alta Performance.....	21
3 TIPOS DE MANUTENÇÃO	22
3.1 Manutenção Corretiva	23
3.1.1 Manutenção Corretiva Não Planejada	24
3.1.2 Manutenção Corretiva Planejada.....	25
3.2 Manutenção Preventiva	26
3.3 Manutenção Preditiva	28
3.3.1 Ensaio por Ultra-Som	30
3.3.2 Análise de Vibração.....	31
3.3.3 Análise de Óleos Lubrificantes.....	32
3.3.4 Termografia	32
3.4 Manutenção Detectiva.....	34
3.5 Manutenção Autônoma.....	34
3.6 Engenharia de Manutenção.....	35
4 CONFIABILIDADE VOLTADA À MANUTENÇÃO	36
4.1 Manutenção Estratégica.....	37
4.1.1 Benchmarking e Benchmark	38
4.1.2 Doenças Graves das Organizações.....	38
4.2 Competitividade.....	39
4.3 Custos de Manutenção	40
4.4 Confiabilidade.....	42
4.5 Disponibilidade	43
4.6 Manutenibilidade ou Mantenabilidade	43
4.7 Considerações	43
5 O PCM NAS ORGANIZAÇÕES	44
5.1 O PCM no organograma de Manutenção	45
5.2 Programação e os planos de Manutenção	47
5.2.1 Planos de inspeções visuais	48
5.2.2 Roteiros de Lubrificação	48
5.3 Manutenção de troca de itens de desgaste.....	49
5.4 Plano de intervenção preventiva	50
5.5 Monitoramento de características dos equipamentos	50

6 INDICES OU INDICADORES DA MANUTENÇÃO	50
6.1 Tipos de Índices ou Indicadores de Manutenção	51
6.2 Índices ou Indicadores de classe mundial	52
6.2.1 MTBF-Mean Time Between Failures ou TMEF-Tempo Médio Entre Falhas.....	52
6.2.2 MTTR-Mean Time To Repair ou TMR-Tempo Médio de Reparo	53
6.2.3 TMPF-Tempo Médio Para Falha.....	53
6.2.4 Disponibilidade Física	54
6.2.5 Custo de Manutenção por Faturamento.....	55
6.2.6 Custo de Manutenção por Valor de Reposição	56
6.3 Índices ou Indicadores Secundários	57
6.3.1 Backlog	57
6.3.2 Índice de Retrabalho	58
6.3.3 Índices de Corretivas	59
6.3.4 Índices de Preventiva.....	60
6.3.5 Alocação de Homens Hora (HH) em Ordens de Manutenção (OM)	60
6.3.6 Treinamento na Manutenção	61
6.3.7 Taxa de Frequência de Acidentes	62
6.3.8 Taxa da Gravidade de Acidentes	63
7 CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

1 INTRODUÇÃO

O mundo vem passando por mudanças constantemente. A necessidade de produzir bens e serviços cada vez melhores, com menor custo e com uma excelente qualidade obriga as empresas a evoluírem e modificarem sua forma de utilizarem seus recursos. Para utilização desses recursos existem três fatores fundamentais e que são considerados a espinha dorsal de uma organização: as pessoas, os processos e a tecnologia de informação.

Se voltar um pouco no tempo, por volta do século XVI percebe-se então que a evolução das máquinas e equipamentos foi significativa, onde as primeiras máquinas eram os teares mecânicos que produziam bens para consumo próprio. Com o passar do tempo se viram obrigados a produzir bens de consumo em alta escala, surgindo então a necessidade de se organizarem. (VIANA, 2002)

Com o passar do tempo e com a crescente evolução da sociedade ao longo do século, começaram a surgir várias revoluções que contribuíram para que as empresas começassem a produzir de forma ordenada, surgindo então a necessidade de um planejamento organizacional conhecido hoje como planejamento estratégico. (VIANA, 2002)

Para que todos os setores das empresas produzam o máximo utilizando o mínimo possível de recurso, existe um sistema de gerenciamento conhecido como PCP, também chamado de Planejamento e Controle de Produção. Na manutenção não é diferente. Nos dias de hoje a equipe de manutenção deixou de ser apenas “apagadores de incêndio”, ou seja, a manutenção só seria acionada após a perda de função do equipamento, o que ficou conhecido como quebra-conserta. A manutenção de uma empresa bem estruturada também possui um setor onde são feitos os planejamentos de suas atividades. Este setor é o setor de PCM, que é o Planejamento e Controle de Manutenção, responsável por garantir os equipamentos em bom estado de funcionamento. Para que isso ocorra algumas atividades são únicas e exclusivas dos profissionais de manutenção:

- Inspeções periódicas e relatórios das inspeções;
- Planejamento do que foi encontrado nas inspeções junto ao PCM;
- Planejamento das atividades do PCM junto ao PCP;
- Verificação se há peças e materiais sobressalentes no almoxarifado;
- Contato direto com o fornecedor para aquisição de novas peças;
- Execução das atividades pela equipe de manutenção preventiva e
- Relatórios do que foi executado após finalizar as atividades.

Para acompanhar, monitorar, manter e controlar essas atividades executadas pela equipe de manutenção existe os Indicadores de Desempenho da Manutenção que são feitos após as atividades. A escolha da periodicidade do levantamento de cada indicador depende de cada setor de planejamento e da necessidade e prioridade de monitoramento dos equipamentos onde foram executadas tais atividades.

Para que os processos do setor de PCM funcionem corretamente, é necessário que haja um comprometimento de ambas as partes, manutenção e manufatura.

2 HISTÓRICO DE MANUTENÇÃO

2.1 Breve história da Manutenção

Para Viana (2002), não se percebe, mas a manutenção, palavra derivada do latim *manus tenere*, que significa manter o que se tem, está presente na história humana há eras, desde o momento em que começaram a manusear instrumentos de produção. Com o advento da revolução industrial no final do século XVIII, a sociedade humana começou a se agigantar. No século XX as revoluções foram várias, sendo peculiares às ocorridas no campo da tecnologia, cada vez mais rápidas e impactantes no modo de viver do homem.

Na mesma tocada que aparecem e são comercializados novidades no meio industrial, os bens de produção atualmente se tornam obsoletos. Como os bens de produção, fábricas inteiras, ou até mesmo um setor industrial completo, podem se tornar ultrapassados em poucos anos.

Branco Filho (2007) fala que antes da revolução industrial a produção de bens era feita sob encomenda, quase sempre de um modo artesanal. Não havia máquinas para a produção em série de artigos ou produtos, com ressalva para a produção de tecidos. A atividade era levada a efeito por diversas pessoas que em caso de problemas sabiam construir a sua máquina e também reparar, como consequência de uma atividade passada de pai para filho.

De acordo com Viana (2002),

A presença de equipamentos cada vez mais sofisticados e de alta produtividade fez a exigência de disponibilidade ir às alturas, os custos de inatividade ou de subatividade se tornaram altos, bem altos. Então não basta ter instrumentos de

produção, é preciso saber usá-los de forma racional e produtiva. Baseadas nestas idéias de técnicas de organização, planejamento e controle nas empresas sofreram uma tremenda evolução. (p.1)

A manutenção industrial surge efetivamente como função do organismo produtivo no século XVI com a aparição dos primeiros teares mecânicos, época que marca o abandono da produção artesanal e de um sistema econômico feudal. Neste período o fabricante do maquinário treinava os novos operários a operar e manter o equipamento, não havendo uma equipe específica de manutenção.

Por volta de 1900 surgem as primeiras técnicas de planejamento de serviços, Taylor¹ e Fayol², e em seguida o gráfico de Gant³. No entanto foi durante a segunda guerra mundial que a manutenção se firmou como necessidade absoluta, quando houve então um fantástico desenvolvimento das técnicas de organização, planejamento e controle para a tomada de decisão.

Monchy (1989 apud VIANA, 2002) diz que a manutenção decorre de vocábulo militar, que nas unidades de combate significava conservar os homens e seus materiais em um nível constante de operação.

Viana (2002) afirma que,

A aparição do termo manutenção, indicando a função de manter em bom funcionamento todo e qualquer equipamento, ferramentas ou dispositivos, ocorre na década de 1950 nos EUA, e neste mesmo período na Europa tal termo ocupa aos poucos os espaços nos meios produtivos, em detrimento da palavra conservação. (p.2)

No Brasil, com a verdadeira abertura dos portos na década de 1990, a indústria se viu obrigada a buscar a qualidade total de seus produtos e serviços, aliada a um custo operacional capaz de permitir um maior poder de competição do produto nacional com os estrangeiros que aportavam cada vez em maior número em nosso território.

Segundo Friedman⁴ (apud VIANA, 2002), a globalização não é um modismo, “um jogo Nintendo”, mas um sistema internacional. E, assim como a guerra fria, ela também tem

¹ Frederick Taylor - Foi o inventor da gestão científica e do conceito da produção em massa. Nasceu em Filadélfia. Formou-se em Engenharia Mecânica no Stevens Institute of Technology. A teoria da gestão científica consistia numa análise temporal das tarefas individuais que permitia melhorar a performance dos trabalhadores. Depois de identificar os movimentos necessários para cumprir uma tarefa, Taylor determinava o tempo ótimo de realização de cada um deles, numa rotina quase mecânica.

² Henri Fayol - fundador da *Teoria Clássica de Administração* e considerado o primeiro pensador da gestão e o pai da idéia da organização estrutural das empresas por funções. Formado em Engenharia de Minas, em St. Etienne. Seu modelo baseava-se em seis funções ou áreas: produção, comercial, financeira, contabilidade, gestão e administrativa e segurança. Ele empregou seus anos de aposentado para demonstrar as consequências satisfatórias da previsão científica e métodos adequados de gerência. Na França o ensino e o desenvolvimento da sua obra originaram a fundação do Centro de Estudos Administrativa

³ Henry Gantt- No início do século XX o norte americano Henry Gantt, discípulo de Frederick Taylor, idealizou um sistema de planejamento e controle, o que fazia uso de diagramas de barras. No decorrer da primeira guerra mundial, foi aplicado o sistema em vários empreendimentos do exercito e da marinha, e através do sucesso da aplicação, tornou-se o gráfico de Gantt um método bastante popular no planejamento, programação e controles de tarefas.

⁴ Thomas Friedman, ensaísta americano.

suas próprias regras, sua lógica interna, com pressões, incentivos, oportunidades e mudanças que afetam a vida de cada país.

Viana (2002) fala também que,

Sob pressões, rapidamente visualizamos soluções para as dificuldades, que até então habitavam o campo da suposição, e daí começamos a enxergar que não é suficiente se ter maquinaria, rede de distribuição e sobrenome antigo pra alcançar o sucesso. (p.3)

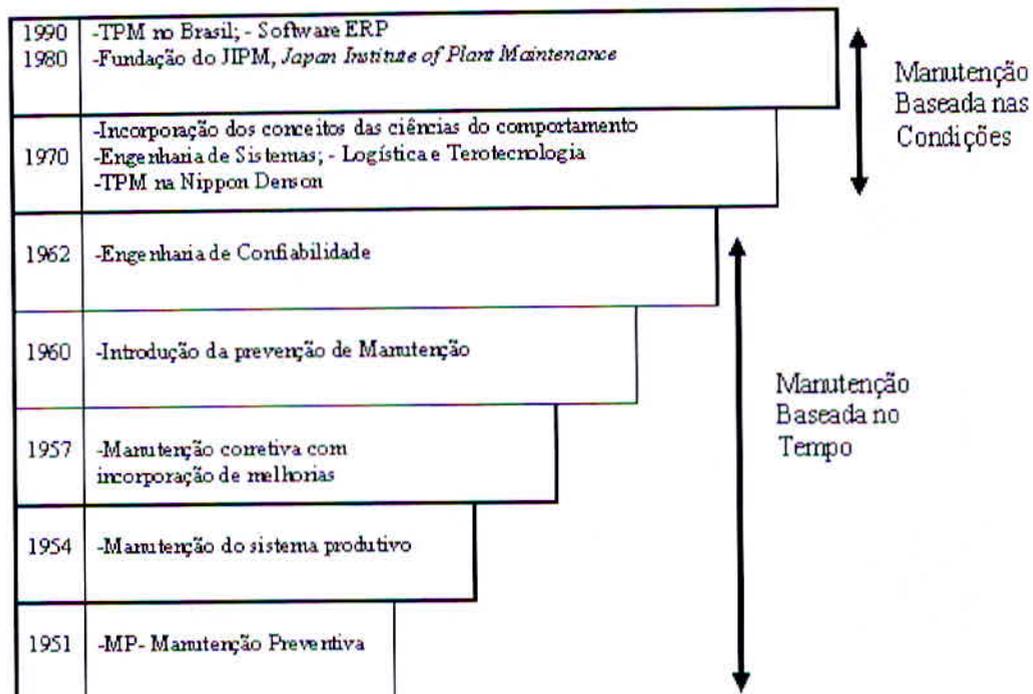
2.2 Evolução da Manutenção

Pinto e Xavier (2001) afirmam que nos últimos 20 anos a atividade de manutenção tem passado por mais mudanças do que qualquer outra atividade. Estas alterações são consequências de:

- Aumento muito rápido do número e diversidade dos itens físicos que tem que ser mantidos;
- Projetos muito mais complexos;
- Novas técnicas de manutenção;
- Novos enfoques sobre a organização da manutenção e suas responsabilidades.

Nas empresas estruturadas, o homem de manutenção tem reagido rápido a estas mudanças. Esta nova postura inclui uma crescente conscientização de quanto uma falha de equipamento afeta a segurança e o meio ambiente, maior conscientização entre manutenção e qualidade do produto, maior pressão para se conseguir alta disponibilidade e confiabilidade da instalação, ao mesmo tempo em que se busca a redução de custos. Estas alterações estão exigindo novas atitudes e habilidade das pessoas da manutenção, desde gerentes, passando pelos engenheiros, supervisores, até chegar aos executantes.

No quadro a seguir, Viana (2002) mostra a evolução da manutenção que aconteceu a partir de 1950:



FONTE: PCM, Viana (2002, p4)

Tabela 01. Evolução da Manutenção a partir da década de 1950

A evolução da manutenção pode ser dividida em três gerações: a Primeira Geração, a Segunda Geração e a Terceira Geração.

2.2.1 A Primeira Geração

A primeira geração deixa claro que havia pouca preocupação com os maquinários, ou seja, atuavam após ocorrer a falha.

Pinto e Xavier (2001) afirmam que,

A Primeira Geração abrange o período antes da segunda guerra mundial, quando a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e, na sua grande maioria, superdimensionada. Aliado a tudo isto, devido à conjuntura econômica da época, a questão da produtividade não era prioritária. Conseqüentemente, não era necessária uma manutenção sistematizada; apenas serviços de limpeza, lubrificação e reparo após a quebra, ou seja, a manutenção era, fundamentalmente, corretiva. (p.4)

2.2.2 A Segunda Geração

Na segunda geração já existe uma maior preocupação com a vida útil do equipamento e a necessidade de uma forma de planejamento, a fim de aumentar a disponibilidade dos equipamentos.

De acordo com Pinto e Xavier (2001),

A segunda geração vai desde a segunda guerra mundial até os anos 60. As pressões do período da guerra aumentaram a demanda por tipos de produtos, ao mesmo tempo em que o contingente de mão-de-obra industrial diminuiu sensivelmente. Como consequência, neste período houve uma forte mecanização, bem como da complexidade das instalações industriais. Começa a evidenciar-se a necessidade de maior disponibilidade, bem como maior confiabilidade, tudo isto na busca da maior produtividade; a indústria estava bastante dependente do bom funcionamento das máquinas. Isto levou à idéia de que falhas dos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas, o que resultou no conceito de manutenção preventiva. (p.4)

Na década de 60 esta manutenção consistia de intervenções nos equipamentos feitas a intervalo fixo.

O custo da manutenção também começou a se elevar muito em comparação com outros custos operacionais. Esse fato fez aumentar os sistemas de planejamento e controle de manutenção que, hoje, são partes integrantes da manutenção moderna.

Finalmente, a quantidade de capital investido em itens físicos, juntamente com o nítido aumento do custo deste capital, levaram as pessoas a começarem a buscar meios para aumentar a vida útil dos itens físicos.

2.2.3 A Terceira Geração

Já na terceira geração, a crescente evolução dos equipamentos, a preocupação com a disponibilidade e confiabilidade destes equipamentos, a preocupação com o custo e qualidade de seus produtos e o meio ambiente, fizeram com que a manutenção adaptasse a nova realidade.

Segundo Pinto e Xavier (2001),

A partir da década de 70 acelerou-se o processo de mudança nas indústrias. A paralisação da produção, que sempre diminuiu a capacidade de produção aumentou os custos e afetou a qualidade dos produtos, que era uma preocupação generalizada. Na manufatura, os efeitos dos períodos de paralisação foram se agravando pela tendência mundial de utilizar sistemas "just-in-time", onde estoques reduzidos para a

produção em andamento significavam que pequenas pausas na produção/entrega naquele momento poderiam paralisar a fábrica. O crescimento da automação e da mecanização passou a indicar que confiabilidade e disponibilidade tornaram-se pontos-chave em setores tão distintos quanto a saúde, processamento de dados, telecomunicações e gerenciamento de edificações. Maior automação também significa que falhas cada vez mais frequentes afetam nossa capacidade de manter padrões de qualidade estabelecidos. Isso se aplica tanto aos padrões do serviço quanto à qualidade do produto; por exemplo, falhas em equipamentos podem afetar o controle climático em edifícios e a pontualidade das redes de transporte. (p.4 e 5)

Cada vez mais, as falhas provocam sérias consequências na segurança e no meio ambiente, em um momento em que os padrões de exigências nessas áreas estão aumentando rapidamente. Em algumas partes do mundo, estamos chegando a um ponto em que ou as empresas satisfazem as expectativas de segurança e de preservação ambiental, ou poderão ser impedidas de funcionar.

Na Terceira Geração reforçou-se o conceito de uma manutenção preditiva. A interação entre as fases de implantação de um sistema (projeto, fabricação, instalação e manutenção) e a Disponibilidade/Confiabilidade torna-se mais evidente.

A seguir o quadro da evolução das três gerações da manutenção:

Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração
Antes de 1940	1940 a 1970	Após 1970
AUMENTO DAS EXPECTATIVAS EM RELAÇÃO A MANUTENÇÃO		
<ul style="list-style-type: none"> • Conserto após falha 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade crescente • Maior vida útil do equipamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior disponibilidade e confiabilidade • Melhor custo-benefício • Melhor qualidade dos produtos • Preservação do meio ambiente
MUDANÇAS NAS TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO		
<ul style="list-style-type: none"> • Conserto após falha 	<ul style="list-style-type: none"> • Computadores grandes e lentos • Sistemas manuais de planejamento e controle do trabalho • Monitoração por tempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoração de condição • Projetos voltados para confiabilidade e manutenibilidade • Análise de risco • Computadores pequenos e rápidos • Análise de modo e efeitos da falha (FMEA) • Grupos de trabalhos multidisciplinares
Antes de 1940	1940 a 1970	Após 1970
Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração

FONTE: MANUTENÇÃO, Função Estratégica; Kardec e Nascif (2001, p.8)
Tabela 02: Evolução das gerações da Manutenção

2.3 Fases da Manutenção

2.3.1 A Interação entre as fases

Da correta realização de cada fase (projeto, fabricação, instalação, operação e manutenção) depende a disponibilidade e a confiabilidade do sistema.

Pinto e Xavier (2001) afirmam que na fase de projeto, o levantamento de necessidades, inclusive o envolvimento dos usuários (Operação e Manutenção), além dos dados específicos para sua elaboração, nível de detalhamento, dentre outros, são de fundamental importância, pois irão impactar diretamente nas demais fases, com consequências no desempenho e na economia. Como desempenho, os autores (PINTO e XAVIER, 2001) citam as questões ligadas a confiabilidade, produtividade, qualidade do produto final, segurança e preservação ambiental e as questões econômicas se referem ao nível de custo-eficiência obtido.

A escolha dos equipamentos deverá considerar a sua adequação ao projeto, a capacidade inerente esperada, a qualidade, a manutenção requerida, além do custo-eficiência.

É importante considerar, também, a padronização com outros equipamentos do mesmo projeto e de equipamentos já existentes na instalação, objetivando a redução do estoque de sobressalentes e facilidades de manutenção e operação.

Os autores falam que a fabricação deve ser devidamente acompanhada e incorporados os requisitos de modernidade e o aumento da confiabilidade dos equipamentos, além das sugestões oriundas da prática de manutenção.

Todos esses dados, aliados ao histórico de desempenho de equipamentos semelhantes, dados estes subsidiados pelo grupo de Manutenção, compõem o valor histórico do equipamento, elemento importante para uma decisão em compras e futura política de espaço de reposição.

Os autores afirmam que na fase de instalação deve prever cuidados com a qualidade da implantação do projeto e as técnicas utilizadas para esta finalidade. Quando a qualidade não é apurada, muitas vezes são inseridos pontos potenciais de falhas que se mantêm ocultos por vários períodos e vêm a se manifestar muitas vezes quando o sistema é fortemente solicitado, ou seja, quando o processo produtivo assim o exige, normalmente quando se necessita de maior confiabilidade.

Afirmam também que as fases de manutenção e operação terão por objetivo garantir a função dos equipamentos, sistemas e instalações no decorrer de sua vida útil e a não-degeneração do desempenho. Nessa fase da existência, normalmente são detectadas as deficiências geradas no projeto, seleção de equipamentos e instalação.

Para que haja sucesso na interação entre as fases, Pinto e Xavier (2001) falam que,

A não-interação entre as fases anteriores, percebe-se que a Manutenção encontrará dificuldades de desempenho das suas atividades, mesmo que se apliquem nelas as mais modernas técnicas. A confiabilidade estará num patamar inferior ao inicialmente previsto. (p.6)

2.3.2 Unidade de Alta Performance

De acordo com Pinto e Xavier (2001) atualmente, uma nova fase está surgindo e está ligada à busca de Unidades e Sistemas de Alta Performance. Isto é fruto de uma economia mais globalizada que induz a busca de maior competitividade, além das exigências cada vez maiores da sociedade com relação às questões de SMS- Saúde, Meio Ambiente e Segurança.

A Unidade de Alta Performance pode ser mais bem explicitada, qualitativamente, pelas seguintes variáveis:

- Alto nível de confiabilidade;
- Baixo custo de manutenção;
- Automatizadas e com controle avançado;
- Ecologicamente equacionadas;
- Intrinsecamente seguras;
- Baixa necessidade de intervenções;
- Atendimento à qualidade futura dos produtos;
- Flexibilidade operacional para atendimento das demandas do mercado, com máxima utilização das instalações;
- Baixo consumo energético;
- Uso otimizado de água, com a utilização de circuito fechado;
- Alto nível de desempenho, com resultados otimizados.

Para sua bem-sucedida implementação, são fundamentais as seguintes ações:

- Uso de referenciais de excelência, traduzidos por “benchmarks” do segmento do negócio;

- Ter um plano de ação, padrões e procedimentos que permitam atingir os referenciais estabelecidos, nas diversas fases;
- A aplicação do conceito, de forma integrada e abrangente, desde a fase do projeto conceitual até a plena operação da Unidade, inclusive com a necessária retroalimentação para os novos projetos.

3 TIPOS DE MANUTENÇÃO

A maneira pela qual é feita a intervenção nos equipamentos, sistemas ou instalações caracteriza os vários tipos de manutenção existente.

Segundo Pinto e Xavier (2001),

os diversos tipos de manutenção podem ser também considerados como políticas de manutenção, desde que a sua aplicação seja o resultado de uma definição gerencial ou política global da instalação, baseada em dados técnicos - econômicos. (p.36)

Para Branco Filho, manutenção é “o conjunto de ações para detectar, prevenir, ou corrigir falhas e defeitos, falhas funcionais e potenciais, com o objetivo de manter as condições operacionais e de segurança dos itens, sistemas ou ativos.” (2006, p.75)

Viana (2002) fala que vários autores abordam diversos tipos de manutenção que giram em torno da seguinte classificação:

- Manutenção Corretiva;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva e
- Manutenção Autônoma.

Já Pinto e Xavier (2001) afirmam que as diversas variedades na denominação para classificação dos tipos de manutenção provocam certa confusão na caracterização dos tipos de manutenção. Por isso, para a caracterização mais objetiva dos tipos de manutenção, seis são fundamentais:

- Manutenção Corretiva Não Planejada;
- Manutenção Corretiva Planejada;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Detectiva e

- Engenharia de Manutenção.

Se agrupar os conceitos de Viana (2002) e Pinto e Xavier (2001) sobre os tipos de manutenção, se obtêm os seguintes tipos:

- Manutenção Corretiva, dividida em Corretiva Planejada e Não Planejada;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Detectiva;
- Manutenção Autônoma e
- Engenharia de Manutenção.

3.1 Manutenção Corretiva

De acordo com a ABNT⁵, a Manutenção Corretiva é a “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a colocar um item em condições de executar uma função requerida”.

Segundo Viana (2002),

a dita Manutenção Corretiva é a intervenção necessária imediatamente para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente; se configura em uma intervenção aleatória, sem definições anteriores, sendo mais conhecido nas fabricas como “apagar incêndios”. (p.10)

Já Pinto e Xavier afirmam que “Manutenção Corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado.” (2001, p.36)

Para Branco Filho (2007), o uso apenas das estratégias de Manutenção Corretiva leva à degradação da instalação podendo trazer riscos a vida, ao meio ambiente ou à integridade das instalações. Muitas indústrias começam pela Manutenção Corretiva e é um desconhecimento das melhores técnicas e da não existência de acompanhamento dos custos de manutenção e suas consequências sobre o processo produtivo.

De acordo Branco Filho (2006), Manutenção Corretiva é,

toda manutenção efetuada em uma máquina, equipamento, sistema operacional, unidade ou item como resultado de uma falha, para devolver ao item a condição específica para que ele possa desempenhar sua função. Isto pode incluir as seguintes tarefas: localizar a pane, desmontar as partes, trocar ou substituir peças e componentes, remontar o conjunto, alinhar ou ajustar, fazer teste funcional e algumas revalidações. (p.76)

⁵ ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Ao atuar em um equipamento que apresenta um defeito ou um desempenho diferente do esperado estará sendo feita Manutenção Corretiva. Assim, ela não é, necessariamente, a manutenção de emergência.

Segundo Pinto e Xavier (2001) existem duas condições específicas que levam à manutenção corretiva:

- Desempenho deficiente apontado pelas variáveis operacionais e
- Ocorrência da falha propriamente dita.

Desse modo, a ação principal na Manutenção Corretiva é corrigir ou restaurar as condições de funcionamento do equipamento ou sistema.

Afirmam também que ela pode ser dividida em duas classes:

- Manutenção Corretiva Não Planejada e
- Manutenção Corretiva Planejada.

3.1.1 Manutenção Corretiva Não Planejada

De acordo Pinto e Xavier (2001), a Manutenção Corretiva Não Planejada caracteriza-se pela atuação da manutenção em fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menor que o esperado. Não há tempo para preparação do serviço. Infelizmente ainda é mais praticado do que deveria.

Normalmente a Manutenção Corretiva Não Planejada implica em altos custos, pois uma quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perda da qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção⁶.

Além disso, quebras aleatórias podem ter consequências bastante graves para o equipamento, isto é, a extensão dos danos pode ser bem maior.

Quando uma empresa tem a maior parte de sua Manutenção Corretiva na classe Não Planejada, seu departamento de manutenção é comandado pelos equipamentos e o desempenho empresarial da organização, certamente, não está adequado às necessidades de competitividade atuais.

Para Pinto e Xavier (2001), “Manutenção Corretiva Não Planejada é a correção da falha de maneira aleatória.” (2001, p.37)

⁶ CUSTOS INDIRETOS DE MANUTENÇÃO- Despesas derivadas das perdas de produção, rendimento e qualidade, e dos danos à segurança e meio ambiente causados pela avaria de um equipamento ou seus componentes. Pode ser chamado de custo de indisponibilidade. (VIANA, 2005)

Já Branco Filho (2006) afirma que,

é a manutenção corretiva que é necessária efetuar imediatamente para evitar graves consequências. Em algumas situações aceita-se que a equipe faça reparos improvisados, mas seguro, ou dentro de critérios mais fracos de qualidade devido à criticidade da situação. (p.76)

É a manutenção efetuada sem um plano prévio. (p.77)

3.1.2 Manutenção Corretiva Planejada

Segundo Pinto e Xavier (2001) um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro do que um trabalho não planejado, e sempre será de melhor qualidade.

Pinto e Xavier afirmam também que, “a característica principal da Manutenção Corretiva Planejada é função da qualidade da informação fornecida pelo acompanhamento do equipamento.” (2001, p.39)

Mesmo que a decisão gerencial seja de deixar o equipamento funcionar até a quebra, essa é uma decisão conhecida e algum planejamento pode ser feito quando a falha ocorrer. Por exemplo, substituir o equipamento por outro idêntico, ter um kit pra reparo rápido, preparar o posto de trabalho com dispositivos e facilidades, etc.

A adoção de uma política de Manutenção Corretiva Planejada pode advir de vários fatores:

- Possibilidade de compatibilizar a necessidade da intervenção com os interesses da produção;
- Aspectos relacionados com a segurança - a falha não provoca nenhuma situação de risco para o pessoal ou para instalação;
- Melhor planejamento dos serviços;
- Garantia da existência de sobressalentes, equipamentos e ferramentas;
- Existência de recursos humanos com a tecnologia necessária para a execução dos serviços e em quantidade suficiente, que podem, inclusive, ser buscados externamente à organização.

Pinto e Xavier (2001) falam também que,

quanto maiores forem as implicações da falha na segurança pessoal e operacional, nos custos intrínsecos dela, nos compromissos de entrega da produção, maiores serão as condições de adoção da política de manutenção corretiva planejada. (p.39)

Manutenção Corretiva Planejada de acordo com Branco Filho (2006) é,

a manutenção organizada e efetuada com previsão e controle prévio, com as tarefas previamente definidas, com um conjunto de trabalho conhecido, com requisitos da

equipe executante definida, com a carga de trabalho conhecida, com a duração da parada conhecida, com o material antecipadamente conhecido e disponível, suporte para as tarefas disponíveis, para manter o item, o equipamento, o ativo executando a sua a função. (p.78)

Mas o conceito sobre Manutenção Corretiva Planejada segundo Pinto e Xavier (2001) é,

a correção do desempenho menor que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra (p.38)

3.2 Manutenção Preventiva

A Manutenção Preventiva, inversamente à Manutenção Corretiva, procura obstinadamente evitar a ocorrência de falhas, ou seja, procura prevenir. (PINTO e XAVIER, 2001)

Para Viana (2002) pode-se classificar como sendo Manutenção Preventiva todo serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, estando com isto em condições operacionais ou em estado de zero defeito.

São serviços efetuados em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, destinados a reduzir a probabilidade de falha, desta forma proporcionando uma tranquilidade operacional necessária para o bom andamento das atividades produtivas.

Viana afirma que “este tipo de Manutenção Planejada oferece uma série de vantagens para um organismo fabril, com relação a Corretiva já elencada.” (2002, p.10)

Viana (2002) fala também que,

um almoxarifado quanto mais enxuto e eficiente melhor. Para chegarmos a este ponto devemos ter uma idéia consistente dos materiais (itens) necessários para se manter os instrumentos de produção em perfeito estado, e quando devermos utilizá-los. Essa visualização só é proporcionada através de um plano de preventiva bem elaborado e já consolidado na área. (p.10)

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) transforma-se em uma ferramenta poderosa no que diz respeito a logística de um negócio; o que fabricar, quanto e quando são as diretrizes dadas pelo PCP, e para tanto se faz necessário levar em consideração uma série de variáveis, sendo uma delas o estado operacional do maquinário e seu calendário de paradas.

As pautas preventivas são definidas através de uma pré-análise dos técnicos de manutenção, e esta singularidade proporciona uma redução drástica no fator improvisação. Desta forma o índice de qualidade do serviço alcança um nível bem mais alto que em um ambiente alicerçado basicamente em corretivas.

Para Viana (2002) um dos fatores mais desagradáveis no cotidiano da produção é uma pane (quebra) inesperada, o que ocasiona uma parada no processo de fabricação, aumentando assim os custos de manutenção e produção, além de um mal-estar na equipe de execução e planejamento, se configurando em um contraponto do objetivo primeiro da Manutenção Industrial. As Preventivas reduzem bastante estes acontecimentos, proporcionando o controle sobre o funcionamento dos equipamentos e um elevado grau de auto-estima dos homens e mulheres da manutenção, que desta forma admitem alguns desvios (panes inesperadas) em seu plano, pois têm a certeza de se tratar de um acontecimento isolado, facilmente administrável.

Viana (2002) afirma que,

qualquer processo, seja ele qual for, precisa de um Retrofitting⁷ constante; a educação continuada nos mostra que o estudo e a verificação de atividades proporcionam uma melhoria imprescindível para um método de trabalho. A manutenção preventiva nos dá esta condição de melhoramento de métodos; a partir do momento em que a atuação em um equipamento se repete, a visualização de seus pontos se torna mais nítida a cada preventiva, fazendo com que os métodos (pautas) sejam atualizados constantemente. (p.11)

Para Pinto e Xavier (2001) nem sempre os fabricantes fornecem dados precisos para a adoção nos planos de Manutenção Preventiva, além das condições operacionais e ambientais influírem de modo significativo na expectativa de degradação dos equipamentos, a definição de periodicidade e substituição deve ser estipuladas para cada instalação ou no máximo plantas similares operando em condições também similares. Isso leva à existência de duas situações distintas na fase inicial de operação:

- Ocorrência de falhas antes de completar o período estimado, pelo mantenedor, para intervenção;
- Abertura do equipamento para reposição de componentes prematuros.

Existem pontos negativos com relação à manutenção preventiva que é a introdução de alguns defeitos não existentes no equipamento que são:

- Falha humana;
- Falha de sobressalentes;
- Contaminações introduzidas no sistema de óleo;
- Danos durante partidas e paradas e
- Falhas dos procedimentos de manutenção.

De acordo com Pinto e Xavier (2001),

a manutenção preventiva será tanto mais conveniente quanto maior for a simplicidade na reposição; quanto mais altos forem os custos de falhas; quanto mais

⁷ RETROFITTING: Reforma ou modernização.

falhas prejudicarem a produção e quanto maiores forem as implicações das falhas na segurança pessoal e o operacional. (p.41)

O conceito de Manutenção Preventiva segundo Branco Filho (2006),

é todo e qualquer serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, ou executado antes da ocorrência da falha, estando com isto em condições operacionais, ou no máximo em estado de defeito. (p.78)

Mas para Pinto e Xavier (2001),

Manutenção Preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos de tempo definidos. (p.39)

3.3 Manutenção Preditiva

A Manutenção Preditiva é também conhecida por Manutenção Sob Condição ou Manutenção com Base no Estado do Equipamento.

De acordo com Pinto e Xavier (2001),

a Manutenção Preditiva é a primeira grande quebra de paradigma na Manutenção e tanto mais se intensifica quanto mais o conhecimento tecnológico desenvolve equipamentos que permitem avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento. (p.41)

Para os autores citados acima o objetivo da Manutenção Preditiva é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível.

Na realidade o termo associado à Manutenção Preditiva privilegia a disponibilidade a medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo.

Pinto e Xavier (2001) falam ainda que,

quando o grau de degradação se aproxima ou atinge o limite previamente estabelecido, é tomada a decisão de intervenção. Normalmente esse tipo de acompanhamento permite a preparação prévia do serviço, além de outras decisões e alternativas relacionadas com a produção. De forma mais direta, podemos dizer que a Manutenção Preventiva prediz as condições dos equipamentos, e quando a intervenção é decidida o que se faz, na realidade, é uma manutenção corretiva planejada. (p.41)

As condições básicas para se adotar a Manutenção Preditiva são as seguintes:

- O equipamento, sistema ou instalação devem permitir algum tipo de monitoramento e ou medição;

- O equipamento, sistema ou instalação devem merecer esse tipo de ação, em função dos custos envolvidos;
- As falhas devem ser oriundas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada;
- Seja estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico, sistematizado.

Os fatores indicados para análise da adoção de política de Manutenção Preditiva são os seguintes:

- Aspectos relacionados com a segurança pessoal e operacional;
- Redução de custos pelo acompanhamento constante das condições dos equipamentos, evitando intervenções desnecessárias;
- Manter os equipamentos operando, de modo seguro, por mais tempo.

Conforme Pinto e Xavier (2001),

a redução de acidentes por falhas catastróficas em equipamentos é significativa. Também a ocorrência de falhas não esperadas fica extremamente reduzida, o que proporciona, além do aumento de segurança pessoal e da instalação, redução de paradas inesperadas da produção que, dependendo do tipo de planta, implicam consideráveis prejuízos. (p.42)

Os custos envolvidos na Manutenção Preditiva devem ser analisados por dois ângulos:

- O acompanhamento periódico através de instrumentos e ou aparelhos de medição e análise não é muito elevado e quanto maior o progresso na área de microeletrônica, maior a redução dos preços. A mão-de-obra envolvida não apresenta custo significativo, haja vista a possibilidade de acompanhamento, também, pelos operadores;
- A instalação de sistemas de monitoramento contínuo *on line* apresenta um custo inicial relativamente elevado. Em relação aos custos envolvidos, estima-se que o nível inicial de investimento é de 1% do capital total do equipamento a ser monitorado e que um programa de acompanhamento de equipamentos bem gerenciado apresenta uma relação custo/benefício de 1/5.

No tocante à produção, a Manutenção Preditiva é a que oferece melhores resultados, pois intervém o mínimo possível na planta, conforme mencionado anteriormente.

Pinto e Xavier (2001) afirmam ainda que,

é fundamental que a mão-de-obra da manutenção responsável pela análise e diagnóstico seja bem treinada. Não basta medir; é preciso analisar os resultados e formular diagnósticos. Embora isto possa parecer óbvio é comum encontrar-se, em

algumas empresas, sistemas de coleta e registro de informações de acompanhamento de Manutenção Preditiva que não produzem ação de intervenção com a qualidade equivalente aos dados registrados. (p.43)

Para Pinto e Xavier o conceito de “Manutenção Preditiva é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática.” (2001, p.41)

Branco Filho diz que “Manutenção Preditiva é todo o trabalho de acompanhamento e monitoração das condições da máquina, de seus parâmetros operacionais e de sua degradação.” (2006, p.78)

Já Viana afirma que “Manutenção Preditiva são tarefas que visam acompanhar a máquina ou as peças, por monitoramento, por medições ou por controle estatístico e tentam prever a proximidade da ocorrência da falha.” (2002, p.11)

Viana afirma ainda “O objetivo da Manutenção Preditiva é determinar o tempo correto da necessidade da intervenção mantedora, com isso evitando desmontagens para inspeção, e utilizar o componente até o máximo de sua vida útil.” (2002, p.11)

O autor fala ainda que existem quatro técnicas preditivas, bastante usadas nas indústrias nacionais que optaram por um programa desta envergadura, que são: ensaio por ultra-som, análise de vibrações mecânicas, análise de óleos lubrificantes e termografia.

3.3.1 Ensaio por Ultra-som

De acordo com Viana (2002),

o ensaio por ultra-som caracteriza-se num método não destrutivo que tem por objetivo a detecção de defeitos ou descontinuidades internas, presentes nos mais variados tipos ou formas de materiais ferrosos ou não-ferrosos. Tais defeitos são caracterizados pelo próprio processo de fabricação da peça ou componente a ser examinado como, por exemplo: bolhas de gás em fundidos, dupla laminação em laminados, micro trincas em forjados, escórias em uniões soldadas e muitos outros. (p.12)

O campo de aplicação do exame ultra-sônico vem se ampliando com o passar o tempo. Em 1929 o cientista Sokolov fazia as primeiras aplicações da energia sônica para atravessar materiais metálicos enquanto que em 1942 Firestone utilizava o princípio da ecosonda⁸ ou ecobatímetro⁹, para exames de materiais.

⁸ ECOSSONDA: são instrumentos que utilizam os princípios da acústica, principalmente do comportamento das ondas de som na água, para detectar submarinos, peixes, ou outros objetos na coluna de água, no oceano ou em outras massas de água.

Hoje, na indústria moderna o exame ultra-sônico constitui uma ferramenta indispensável para a garantia da qualidade/funcionalidade, através do monitoramento de peças de grandes espessuras, geometria complexa de juntas soldadas e chapas.

Como toda técnica, o ultra-som tem suas vantagens e desvantagens. Sua vantagem está no fato de o método possuir alta sensibilidade na detectabilidade de pequenas descontinuidades internas. Para a interpretação das indicações, dispensa processos intermediários, agilizando a inspeção.

Ao contrário dos ensaios por radiações penetrantes, o método não requer planos especiais de segurança ou quaisquer acessórios para sua aplicação. A localização, avaliação do tamanho e interpretação das descontinuidades encontradas são fatores intrínsecos ao exame, enquanto que outros exames não definem tais fatores.

Suas desvantagens são basicamente: requerer grande conhecimento teórico e experiência por parte do inspetor (o registro permanente do teste não é facilmente obtido; faixas de espessuras muito finas constituem uma dificuldade para aplicação do método) e, por último, requerer o preparo da superfície para sua aplicação.

3.3.2 Análise de Vibrações

Segundo Viana (2002) o conceito de vibração mecânica,

é uma oscilação em torno de uma posição de referência. Consiste em um fenômeno cotidiano, e nós a encontramos em nossas casas, durante as viagens e no trabalho. Ela se constitui frequentemente em um processo destrutivo, ocasionando falhas nos elementos de máquinas por fadiga, ou seja, diminuição gradual da resistência de um material por efeito de solicitações repetidas. (p.13)

O movimento vibratório de uma máquina é o resultado das forças dinâmicas que a excitam. Essa vibração se propaga por todas as partes da máquina, bem como para as estruturas interligadas a ela. Geralmente um equipamento vibra em várias frequências e amplitudes correspondentes.

Para Viana (2002), “os efeitos de uma vibração severa são o desgaste e a fadiga, que certamente são responsáveis por quebras definitivas do maquinário.” (2002, p.13)

⁹ ECOBATÍMETRO: Um aparelho utilizado para sondagem que se baseia na medição do tempo decorrido entre a emissão de um pulso sonoro, de frequência sônica ou ultra-sônica, e a recepção do mesmo sinal após ser refletido pelo fundo do mar. O tempo que o som leva entre o momento de sua emissão e o de sua recepção determina a profundidade entre a superfície da água e o leito do canal.

Colocando acelerômetros¹⁰ em pontos predeterminados do equipamento, captarão as vibrações recebidas por este. A análise destas vibrações, observando a evolução do seu nível no tempo, fornecerá uma série de dados, nos orientando sobre o estado funcional de um determinado componente.

3.3.3 Análise de Óleos Lubrificantes

De acordo com Branco Filho (2006), “Análise de óleos é uma técnica que busca determinar o estado do óleo. Pode quanto ao seu estado atual, se comparado com o óleo novo, ou quando tiver partículas em suspensão devido ao desgaste.” (2006, p.6)

Para Viana (2002), a análise de óleo lubrificante tem dois objetivos: determinar o momento exato da troca do lubrificante e identificar sintomas de desgaste de um componente. Isto é possível devido ao monitoramento quantitativo de partículas sólidas presentes no fluido, aliado a análise de suas características físicas e químicas. São elas:

- Nível de contaminação de água;
- Quantidade de resíduos de carbono;
- Viscosidade do óleo;
- Acidez;
- Ponto de congelamento;
- Ponto de fulgor.

Tal técnica preditiva necessita de um aparato laboratorial muito eficiente, envolvendo a existência de vários instrumentos como viscosímetros, centrífugas, microscópios, etc.

3.3.4 Termografia

Para Viana “Termografia é a técnica de ensaio não-destrutivo que permite o sensoriamento remoto de pontos ou superfícies aquecidas por meio da radiação infravermelha.” (2002, p.14)

¹⁰ ACELERÔMETRO: é um instrumento para medir a aceleração

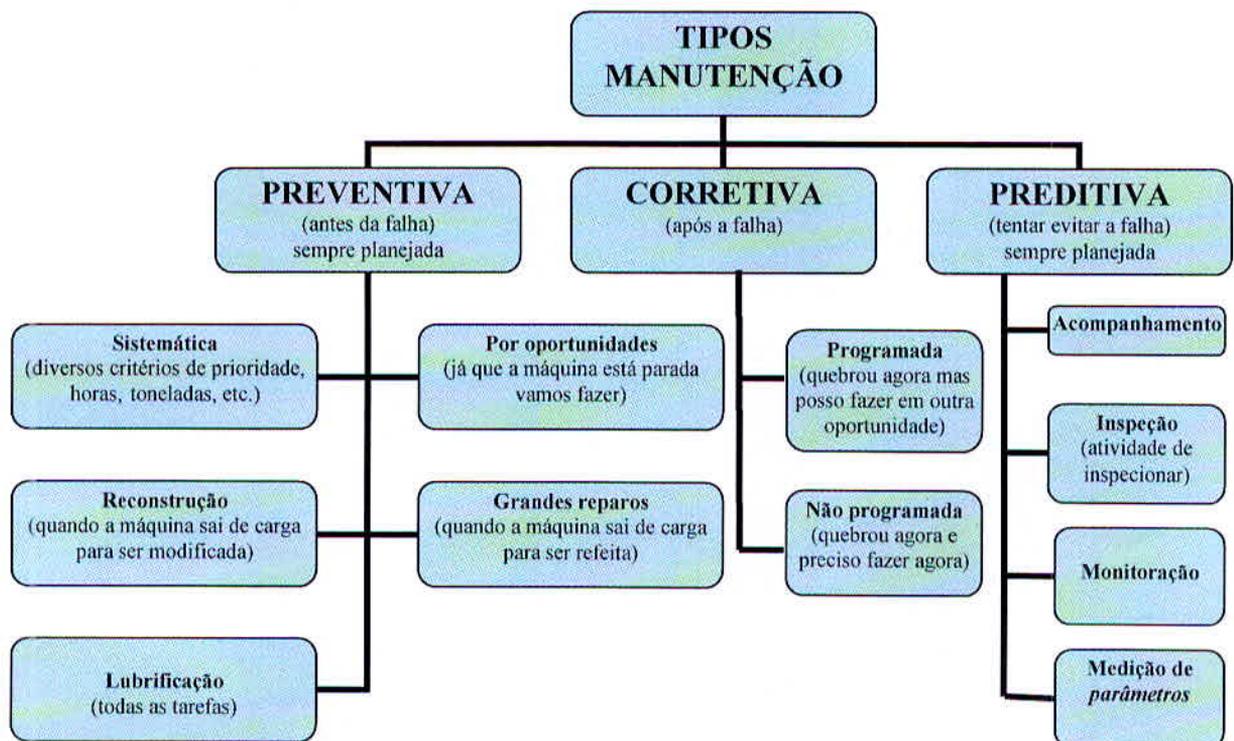
Mas de acordo com Branco Filho (2006),

Termografia é uma técnica de ensaios não destrutivos, que permite visualizar a distribuição superficial da temperatura dos corpos (imagem térmica), através de uma câmara que recebe fluxo de raios infravermelhos, emitidos pelos mesmos, e os transforma em sinais elétricos que são enviados para um monitor, onde consegue ver as diferentes temperaturas devido a diferentes brilhos que são atribuídos às diferentes temperaturas. (p.116)

Em qualquer programa de manutenção preditiva, a termografia se apresenta como técnica de grande utilidade, uma vez que permite a realização de medições sem contato físico com a instalação (segurança), verificação de equipamentos em pleno funcionamento (não interferindo na produção), proporcionando inspeções de grandes superfícies em pouco tempo (alto rendimento).

Viana (2002) afirma que as principais aplicações da termografia na indústria incluem as instalações elétricas, em que é importante a localização de componentes defeituosos sem contato físico, e as áreas siderúrgicas e petroquímicas, nas quais é grande o número de processos envolvendo vastas quantidades de calor. Nesses locais, problemas operacionais podem ser relacionados diretamente com as distribuições externas de temperatura nos equipamentos.

A seguir quadro com organograma para melhor entendimento dos tipos de manutenções mais utilizados.



FONTE: BRANCO Filho, Gil (2007, p.35)

Tabela 03: Organograma dos tipos de manutenção.

3.4 Manutenção Detectiva

Segundo Pinto e Xavier, “Manutenção Detectiva começou a ser mencionada na literatura a partir da década de 90. Sua denominação Detectiva está ligada à palavra Detectar em inglês *Detective Maintenance*.” (2001, p.44)

De acordo com Pinto e Xavier (2001), o conceito de Manutenção Detectiva é,

é a atuação em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Desse modo, tarefas executadas para verificar se um sistema de proteção ainda está funcionando representam a Manutenção Detectiva. Um exemplo simples e objetivo é o botão de teste de lâmpadas de sinalização e alarme em painéis. (p.44)

Falam também que 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, 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.

3.5 Manutenção Autônoma

Para Viana (2002), muitos profissionais da área de manutenção defendem que a Manutenção Autônoma, por si só, não é um tipo de manutenção, configurando-se no máximo como um dos alicerces do TPM¹¹.

Viana (2002) afirma que,

no momento em que há um planejamento e programação para realização de serviços por parte dos operadores, temos uma atividade mantedora presente e efetiva no organismo produtivo. Daí sua caracterização como tipo de manutenção, influenciando decisivamente na política de manutenção a ser encaminhada por uma empresa. (p.16)

Afirma também que Manutenção Autônoma vale a máxima: “Da minha máquina cuido eu”, que é adotada pelos operadores que passam a executar serviços de manutenção no

¹¹ TPM: Total Productive Maintenance, é uma filosofia japonesa de manutenção para aumentar a disponibilidade total da instalação, a qualidade do produto e a utilização de recursos. (Branco Filho, 2007, p.37)

maquinário que operam. Serviços estes que vão desde as instruções de limpeza, lubrificação e tarefas elementares de manutenção, até serviços mais complexos de análise e melhoria dos instrumentos de produção.

3.6 Engenharia de Manutenção

De acordo com Pinto e Xavier (2001),

é a segunda quebra de paradigma na manutenção. Praticar Engenharia de Manutenção significa uma mudança cultural. É deixar de ficar consertando continuamente, para procurar as causas básicas, modificar situações permanentes de mau desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, desenvolver a manutenibilidade, dar *feedback*¹² ao projeto, interferir tecnicamente nas compras. (p.46)

Para Pinto e Xavier (2001), “Engenharia de Manutenção significa perseguir *benchmarks*¹³, aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção do primeiro mundo”. (2001, p.46)

Já Branco Filho afirma que “Engenharia de Manutenção é um órgão consultivo, normalmente a nível de *staff*¹⁴, que constitui o sistema de controle da gerencia de Manutenção para corrigir e melhorar a gestão”. (2006, p.42)

Branco Filho (2006) afirma ainda que,

a missão da Engenharia de Produção é aperfeiçoar as técnicas de organização e os métodos e procedimentos do trabalho, favorecendo a implantação da política de manutenção mais adequada e o desenvolvimento de novas idéias, novos métodos de trabalho e de controle. (p.42)

Segundo Fabro (2003), quando a área de manutenção de uma empresa passa a praticar a Engenharia de Manutenção, ela começa a mudar sua cultura; passa a investigar as causas das quebras e interrupções, a modificar situações crônicas, melhorar sistemáticas, enfim, almeja garantir maior disponibilidade à planta, utilizando técnicas consagradas a custos aceitáveis. Neste mesmo sentido, a Engenharia de Manutenção encarrega-se da gestão do processo de manutenção, procurando melhorar continuamente a eficiência do mesmo.

¹²FEEDBACK: Retroalimentação da informação fornecida ao cliente ou manter o cliente informado, de proporcionar uma maneira de acompanhamento de sua encomenda e de seu atendimento. Filho (2006, p.51)

¹³BENCHMARK: Palavra de origem inglesa que indica o uso dos melhores resultados conhecidos para comparação com os parâmetros analisados. (Branco Filho, 2006. p13)

¹⁴ STAFF: Função de apoio

Para Pinto e Xavier (2001), alguém que esteja praticando Manutenção Corretiva Não Planejada terá um longo caminho a percorrer para praticar Engenharia de Manutenção, e o maior obstáculo vencido estará na cultura que está sedimentada nas pessoas.

Falam também que, quando se muda de Preventiva para Preditiva, ocorre um salto positivo nos resultados, em função da 1ª quebra de paradigmas. Salto mais significativo ocorre quando se adota a Engenharia de Manutenção.

4 CONFIABILIDADE VOLTADA À MANUTENÇÃO

Segundo Pinto e Xavier (2001) é muito importante pensar e agir estrategicamente, para que a atividade de manutenção se integre de maneira eficaz ao processo produtivo, contribuindo, efetivamente, para que a empresa caminhe rumo à excelência empresarial.

Afirmam também que esta nova postura é fruto dos novos desafios que se apresentam para as empresas neste novo cenário de uma economia globalizada e altamente competitiva, onde as mudanças se sucedem em alta velocidade e a manutenção, como uma das atividades fundamentais do processo produtivo, precisa ser um agente proativo.

Pinto e Xavier (2001) falam também que,

neste cenário não mais existem espaços para improvisos e arranjos: competência, criatividade, flexibilidade, velocidade, cultura de mudança e trabalho em equipe são as características básicas das empresas e das organizações que têm a competitividade como razão de ser de sua sobrevivência. Para as pessoas estas características são essenciais para garantir a empregabilidade de cada um. (p.9)

A condução moderna dos negócios requer uma mudança profunda de mentalidade e de posturas. A gerência moderna deve estar sustentada por uma visão de futuro e regida por processos de gestão onde a satisfação plena de seus clientes seja resultante da alta qualidade dos seus produtos e serviços e a qualidade total dos seus processos produtivos seja o balizador fundamental.

De acordo com Pinto e Xavier (2001),

na visão atual, a manutenção existe para que haja manutenção; estamos falando da Manutenção Corretiva Não Planejada. Isto parece paradoxal à primeira vista, mas, numa visão mais aprofundada, vemos que o trabalho da manutenção está sendo enobrecido onde, cada vez mais, o pessoal da área precisa estar qualificado e equipado para evitar falhas e não para corrigi-las. (p.10)

Afirmam ainda que cada vez mais tenha amadurecido as relações de parceria entre as empresas e suas contratadas na área de manutenção. Neste contexto, uma nova estratégia está sendo praticada com os chamados contratos de parceria baseados em disponibilidade e

confiabilidade das instalações onde a contratada aumenta sua lucratividade a medida que melhora a disponibilidade e a confiabilidade das instalações da empresa onde está atuando.

Neste tipo de contrato não mais se pagam serviços, mas soluções.

Esta mudança estratégica da manutenção tem reflexo direto nos resultados empresariais, tais como:

- Aumento da disponibilidade;
- Aumento do faturamento e do lucro;
- Aumento da segurança pessoal e das instalações;
- Redução da demanda de serviços;
- Redução de custos;
- Redução de lucros cessantes;
- Preservação ambiental.

Ao invés de se falar em mudança de cultura, que é processo lento não condizente com as necessidades atuais, é preciso que a gestão implemente uma cultura de mudança, onde o inconformismo com a perpetuação de paradigmas e de praticas seja uma constante.

4.1 Manutenção Estratégica

Pinto e Xavier (2001) afirmam que a Manutenção para ser Estratégica precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização, e, sobretudo, deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta apenas reparar o equipamento, mas é preciso, principalmente, manter a função do equipamento disponível para a operação reduzindo a probabilidade de uma parada de produção não planejada.

Para Branco Filho, Estratégias “são os meios ou caminhos escolhidos para que sejam alcançados os objetivos ou as posições futuras, dentro de um plano já traçado. É a direção geral que norteia e que orienta um objetivo.” (2006, p.45)

De acordo com Pinto e Xavier (2001) para definir as metas, que explicitam a visão de futuro, o ideal é a adoção do processo de *Benchmarking*. Na falta ou mesmo na impossibilidade de adoção deste processo podem-se definir as metas conforme o cenário concorrente que se consegue vislumbrar.

4.1.1 *Benchmarking e Benchmark*

“*Benchmarking* pode ser definido como sendo o processo de identificação, conhecimento e adaptação de práticas e processos excelentes de organizações, de qualquer lugar do mundo, para ajudar uma organização a melhorar sua performance.” (PINTO e XAVIER, 2001, p.12)

Mas de acordo com Branco Filho (2006), *Benchmarking* é,

metodologia de comparação sistemática de produtos e de serviços com os que são oferecidos por outras empresas, os concorrentes, e que são aceitas como excelentes. Com isto consegue conhecer e adicionar ao nosso processo coisas que estão sendo feitas de modo melhor, mais barato ou mais eficiente. Pode ser interno se a comparação é feita dentro de atividades idênticas na empresa ou externo quando compara a atividade com empresas similares externas. É um processo contínuo, que pode incluir comparações de estratégias, produtos, serviços, operações, processo e procedimentos. Essa comparação deve ser feita inclusive com líderes de outro ramo que não o da organização. (p.13)

Para Pinto e Xavier, “*Benchmark* é uma medida, uma referência, um nível de performance, reconhecido como padrão de excelência para um processo de negócio específico.” (2001, p.12)

Resumindo: *Benchmarking* é um processo de análise e comparação de empresas do mesmo segmento de negócio, objetivando conhecer:

- As melhores marcas ou *benchmarks* das empresas vencedoras, com a finalidade de possibilitar definir as metas de curto, médio e longo prazo;
- A situação atual da sua organização e, com isto, apontar as diferenças competitivas;
- Os caminhos estratégicos das empresas vencedoras ou as melhores práticas;
- Além de conhecer e chamar a atenção da organização para as necessidades competitivas.

4.1.2 Doenças graves das organizações

De nada adianta as organizações obter uma Manutenção Estratégica de primeiro nível ou buscar *Benchmarking* em diversas empresas referências, se não combaterem primeiro o conflito interno, o que acaba deixando a empresa vulnerável.

De acordo Pinto e Xavier (2001) existem três doenças graves nas organizações e que constituem uma das vulnerabilidades mais importantes na gestão empresarial:

- Perda do conhecimento: a perda do conhecimento ou mesmo a não aquisição de conhecimento que suportem o futuro, tem levado a perda de competitividade. Fala-se muito em depreciação do ativo, mas muito pouco sobre a depreciação do conhecimento;
- Satisfação dos colaboradores: se a saúde dos colaboradores não está bem, pode esperar que haverá perda grave de competitividade;
- Visão crítica da comunidade: a maneira como a sociedade vê as empresas e sua contribuição para a saúde do planeta é, hoje, outro fator crítico de sucesso empresarial. Não vai existir empresa excelente empresarialmente se não for, também, excelente em questão de SMS - Saúde, Meio Ambiente e Segurança.

Estas doenças causam sérios riscos de competitividade em médio prazo, mesmo que, hoje, o faturamento e o lucro estejam bem.

4.2 Competitividade

Competitividade de acordo com Branco Filho (2006) é,

a capacidade de uma organização de apresentar-se competitiva. A competitividade é que pode garantir a sobrevivência de uma empresa em situações difíceis, em um ambiente honesto de concorrências e trabalho. (p.24)

Branco Filho (2006) afirma também que,

a competitividade pode estar associada a vencer por ser melhor tecnicamente, mas às vezes está associada à capacidade de obter outras vantagens. Difícil definir se uma empresa com maior poder político e que sobrevive é mais competitiva que outra mais eficiente, mais produtiva e tecnicamente melhor, e que é preferida por motivos políticos. (p.24)

Para Pinto e Xavier (2001) competitividade depende, fundamentalmente, da maior produtividade de uma organização em relação aos seus concorrentes, sendo esta produtividade medida pela equação:



FONTE: Pinto e Xavier (2001, p.18)

Segundo Pinto e Xavier (2001),

para otimizar o faturamento é preciso, na linguagem da manutenção, otimizar a disponibilidade e a confiabilidade. Isto pode ser traduzido no aumento da campanha das unidades produtivas, na minimização dos prazos de paradas dos sistemas, na minimização do tempo médio para reparo (TMPR), nas perdas de produção tendendo a zero e na maximização do tempo médio entre falhas (TMEF). (p.18)

Para otimizar o custo é preciso adotar as melhores práticas de manutenção, com destaque para a engenharia de manutenção aplicada aos novos projetos na busca da alta performance e nas instalações existentes na busca da causa fundamental da falha, na qualidade dos serviços que se traduz na redução do retrabalho, na qualidade dos materiais e sobressalentes e na utilização de técnicas modernas para avaliação e diagnósticos. (p.18)

4.3 Custos de Manutenção

De acordo com Branco Filho (2006), Custo de Manutenção é,

o custo que é efetuado em cada cliente ou unidade onde a manutenção presta serviços. Apenas os custos efetuados nos reparos e manutenções. Não inclui os custos de funcionamento da manutenção, ferramentaria, planejamento e controle, etc.(p.30)

Para Rocha (1995), em diversas oportunidades ficou claro que o objetivo da administração da produção é otimização de seus produtos, reduzindo custos operacionais ao mínimo possível. A manutenção é um segmento industrial que, quando desorganizado, traz um componente de custo desproporcional à estrutura da empresa.

De acordo com o autor citado acima, conduzem a menores custos:

- Usar equipamentos uniformes, permitindo peças de reposição comuns e formação de mão-de-obra única na manutenção de máquinas;
- Treinar pessoal, qualificando-o na manutenção adequada das máquinas operatrizes e de apoio;
- Utilizar óleos e graxas compatíveis com os serviços executados, principalmente relacionados à temperatura de trabalho;

- Decidir pelo serviço adequado, substituir quando necessário, reformar quando for o caso;
- Obedecer à capacidade dos equipamentos. Jamais excedê-la;
- Manter plano de lubrificação e inspeção coerente com o ritmo da indústria.

Para Rocha “cada empresa efetua levantamento de custos de forma a escolher aquela que mais lhe convém economicamente.” (1995, p.250)

“A manutenção ganha importância maior quando se sabe que as indústrias trabalham buscando eficiência máxima, pois o ganho de mercado está relacionado com produtividade conseguida no desempenho da produção.” (ROCHA, 1995, p. 250)

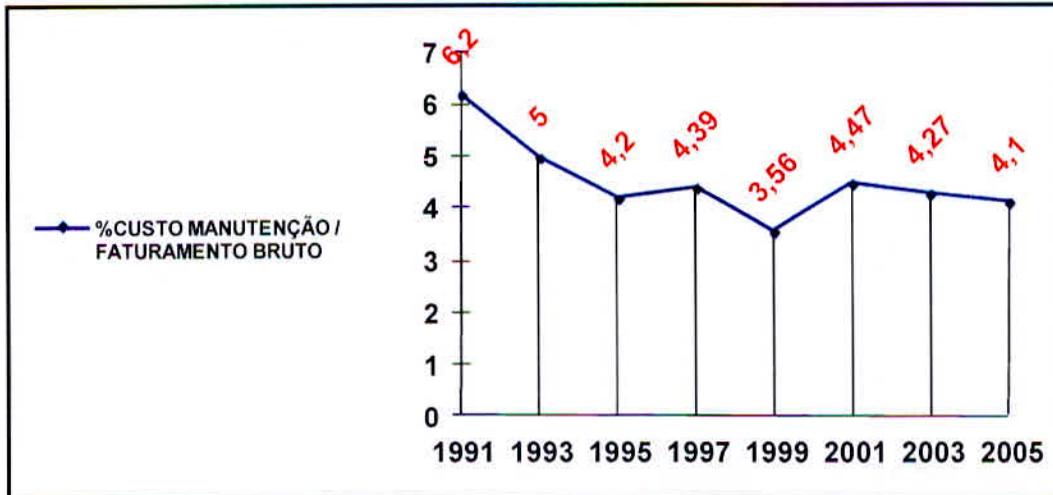
O autor afirma ainda que o custo da manutenção industrial muitas vezes é questionado. Há quem diga que a manutenção só é lembrada quando os equipamentos param de operar, em prejuízos da produção, quando então o custo tem sentido. Essa é uma razão forte para que a medida de desempenho do setor seja feita por horas – máquinas trabalhadas sem interrupção do processo.

Afirma também que um bom desempenho do trabalho da manutenção induz a:

- Estabelecer planejamento, preparando um programa de manutenção;
- Treinar pessoas;
- Manter estoque de peças de reposição compatível com a necessidade;
- Dispor de técnicos e ferramentas em concordância com a realidade dos equipamentos existentes no processo produtivo. Estabelecer prioridade no caso de manutenção corretiva;
- Conseguir soluções definitivas para problemas que acontecem com frequência;
- Padronizar atividade e estabelecer tempo padrão sempre que possível;
- Elaborar controle de equipamentos e de pessoas;
- Executar lubrificação sistemática, utilizando insumos compatíveis;
- Estimular a criatividade do setor.

Para finalizar, Rocha (1995) fala que,

a manutenção, para ter boa performance, não depende só dos homens de manutenção. Precisa do apoio dos operadores, pois são eles que estão permanentemente em contato com os equipamentos. Essa correlação é importante e extremamente necessária. Muitos problemas são resolvidos quando a manutenção e operação trabalham juntas. (p.250)



FONTE: ABRAMAN- Associação Brasileira de Manutenção - Documento Nacional
Gráfico 01. Custos da manutenção no Brasil

4.4 Confiabilidade

De acordo com Branco Filho (2006),

confiabilidade é a capacidade de que um item realizar sua função específica nas condições e com o desempenho definidos durante um período de tempo determinado. Ex.: A máquina pode ser 100% confiável para trabalho em jornadas de até 200 horas ininterruptas, mas ser apenas 80% confiável para jornadas de até 250 horas ininterruptas. Isto quer dizer que estatisticamente, até o momento, foram registradas, que não existem falhas até 200 horas, mas entre 200 e 250 horas 20% das máquinas falharam. (p. 24 e 25)

Mas Pinto e Xavier afirmam que “Confiabilidade é probabilidade que um item possa desempenhar sua função requerida, por um intervalo de tempo estabelecido, sob condições definidas de uso.” (2001, p.96)

4.5 Disponibilidade

Segundo Pinto e Xavier (2001) Disponibilidade tem uma primeira abordagem como sendo o tempo que o equipamento está disponível para operar ou em condições de produzir.

Para Branco Filho (2006),

é a capacidade de um item desenvolver sua função em um determinado momento, ou durante um determinado período de tempo, nas condições e rendimentos definidos. A disponibilidade de um item não implica necessariamente que esteja funcionando, mas que se encontra em condições de funcionar. (p.37)

Em uma segunda abordagem, Pinto e Xavier conceituam disponibilidade como sendo “a relação entre o tempo em que o equipamento ou instalação ficou disponível para produzir em relação ao tempo total.” (2001, p.103)

4.6 Manutenibilidade ou Mantenabilidade

De acordo com Pinto e Xavier a Manutenibilidade “pode ser conceituada como sendo a característica de um equipamento ou instalação permitir um maior ou menor grau de facilidade na execução dos serviços de manutenção.” (2001, p.104)

Já Branco Filho afirma que Manutenibilidade é a “probabilidade de concluir reparos em uma máquina que falhou dentro de um tempo previsto, quando determinados recursos são fornecidos e garantidos.” (2006, p.80)

François Monchy (1989 apud PINTO e XAVIER, 2001) diz que Manutenibilidade é a probabilidade de restabelecer a um sistema suas condições de funcionamento específicas, em limites de tempo desejados, quando a manutenção é conseguida nas condições e com meios prescritos, ou mais simplesmente, é a probabilidade de que um equipamento com falha seja reparado dentro de um tempo previsto de reparo.

4.7 Considerações

Como na situação atual as empresas procuram se tornarem mais competitivas ficou claro que uma manutenção estratégica é fundamental para atingir seus objetivos. Se a equipe

de manutenção garantir uma boa confiabilidade, uma manutenibilidade, uma alta disponibilidade dos equipamentos, agregado a uma busca constante de *benchmarking*, visando uma melhoria contínua no modo de gerir suas atividades, certamente esta empresa atingirá seus objetivos, tornando-se eficiente e eficaz, reduzindo seus custos.

“Não existe processo que atinja bons resultados se não for através de pessoas qualificadas, certificadas e motivadas. Este é o mais importante fator crítico de sucesso.” (PINTO, 2001, p.152)

5 O PCM NAS ORGANIZAÇÕES

O PCM se constitui em uma atividade processual, que visa coordenar de forma eficiente todos os recursos envolvidos na manutenção, de forma a atender as suas principais demandas e manter o perfeito funcionamento da maquinaria e buscar sempre a melhoria dos processos. (VIANA, 2002)

Para Branco Filho (2007), o Planejamento e Controle de Manutenção é o órgão ou função, dentro de uma empresa, a qualquer nível, que possui um conjunto de ações para preparar, programar e verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contra valores preestabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetivos e da missão da empresa.

Conforme Viana (2002), o impacto do Planejamento e Controle da Manutenção para a saúde de uma empresa é primordial, “pois seria impossível um atleta competir com chances de vitória, se o seu organismo estivesse debilitado”. A manutenção industrial cuida dos intramuros de uma companhia e o PCM a organiza e melhora; se este for eficiente, a companhia terá saúde financeira para existir e colocar seus produtos no mercado, com qualidade superior e preço competitivo.

Após visualizar por este ângulo, o autor chega à conclusão de que o aperfeiçoamento dos métodos de conservação e extração máxima da capacidade da maquinaria se constitui em uma grande missão que repercute em todos os aspectos do produto final. Desta forma a manutenção não pode limitar apenas em corrigir problemas cotidianos, mas deve perseguir sempre a melhoria constante, tendo como norte o aproveitamento dos instrumentos de produção, aliados ao zero defeito. Para tanto, várias formas de organização e técnicas vêm sendo implantadas no ambiente industrial. O PCM se apresenta como sendo um destes

progressos, que possibilita aos profissionais de manutenção facilidades e recursos nesta eterna busca pela perfeição.

Para otimizar organização como um todo, várias ferramentas estão disponíveis, mas que só darão resultados eficazes à medida que o homem de manutenção internalizar uma nova cultura, sua missão estratégica, seus novos paradigmas, os tipos mais eficazes de manutenção, a prática do trabalho em equipe, a multifuncionalidade ou polivalência, enfim, o entendimento de que a manutenção deve existir para só intervir de forma planejada na planta. (PINTO E XAVIER, 2001)

Segundo Branco Filho (2005), é através de um planejamento adequado de manutenção que se consegue obter melhores níveis de disponibilidade do equipamento e conseqüentemente do processo produtivo, sendo a disponibilidade operacional o grande indicador da excelência da manutenção e da garantia de produtividade.

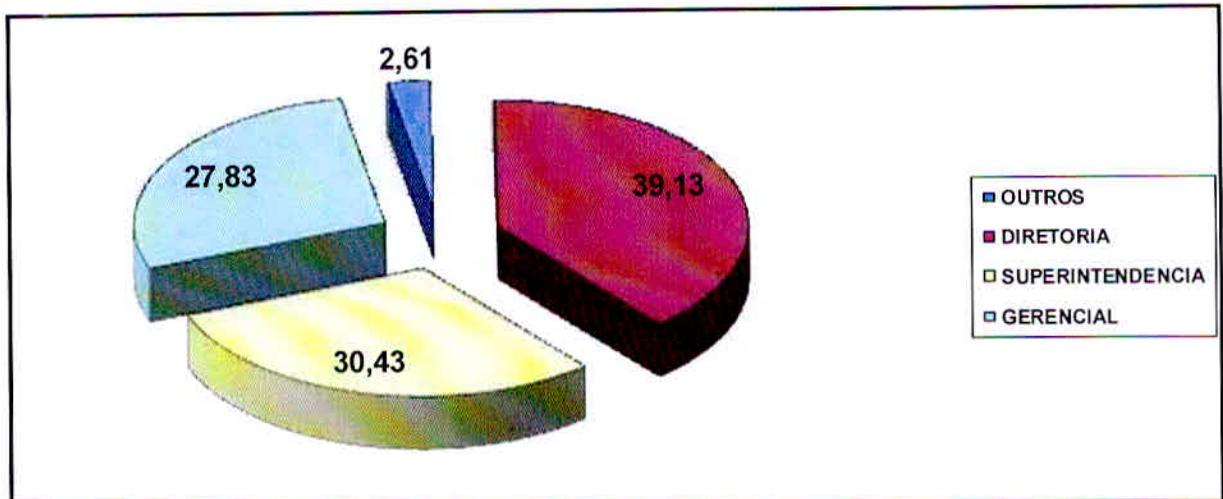
O processo de manutenção, cada vez mais, tem importância no alcance dos objetivos globais da organização, principalmente aqueles relacionados com a estratégia de produção. O processo de manutenção deve servir de apoio para que a produção consiga atingir seus objetivos, ou seja, ele deve estar adequado às suas necessidades. Este alinhamento desejado entre o processo de manutenção e os objetivos de produção é alcançado com um bom planejamento de manutenção.

5.1 O PCM no organograma de manutenção

Normalmente, em algumas indústrias, quando se refere a produção, pensa-se estar falando da operação, uma interpretação equivocada, pois a produção engloba a manutenção e a operação, sendo que estas ocupam um mesmo nível hierárquico dentro de uma organização produtiva. (VIANA, 2002)

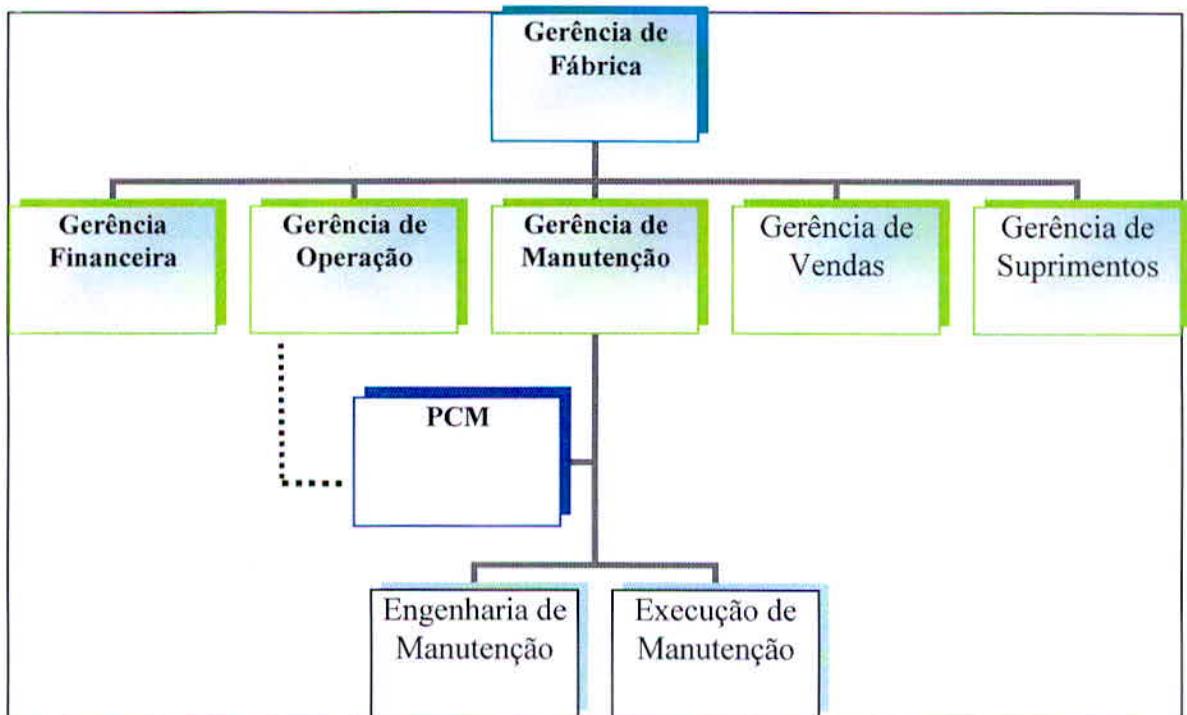
Esta tendência se comprova após dados levantados pela ABRAMAN, onde em 69,56% das empresas pesquisadas, a manutenção subordina-se à diretoria e superintendência, sendo que em 1995 este número era de 86,08% e, em 1997, era de 80,00%.

No gráfico a seguir o autor mostra níveis hierárquicos, os quais a manutenção é subordinada:



FONTE: PCM, Viana (2002); Documento Nacional de 1999, ABRAMAN
Gráfico 02. Nível hierárquico da manutenção

Viana (2002) afirma que logo a tendência de mercado é de que a manutenção ocupe um nível de gerência departamental, da mesma forma que a operação. O PCM é um órgão *staff*, ou seja, de suporte à manutenção, sendo ligado diretamente à gerência de departamento, como mostra o organograma a seguir:



FONTE: PCM, Viana (2002, p.20)
Tabela 04. Organograma de organização de uma empresa

De acordo com Pinto e Xavier (2001) a organização da manutenção era conceituada, até pouco tempo, como planejamento e administração dos recursos (pessoal, sobressalentes e equipamentos) para adequação à carga de trabalho esperada. Essas atividades fazem parte da organização da manutenção, mas a conceituação tornou-se mais ampla:

- A organização da manutenção de qualquer empresa deve estar voltada para a gerência e a solução dos problemas na produção, de modo que a empresa seja competitiva no mercado.
- A manutenção é uma atividade estruturada da empresa, integrada às demais atividades, que fornece soluções, buscando maximizar os resultados.

O que se verifica, atualmente, é uma mudança no perfil estrutural das empresas dentro de um nítido enfoque no que está conceituado acima, traduzido por modificações na relação de empregados de cada área bem como no perfil funcional. Outros aspectos que vêm motivando essas mudanças são a forte automação do processo produtivo, que leva à redução de operadores e às modificações do perfil funcional causadas por ações como o TPM e a polivalência. (PINTO e XAVIER, 2001, p.55)

5.2 Programação e os planos de Manutenção

Teixeira Filho (2007 apud TAKAHASHI, 1993) afirma que se deve olhar qual categoria que se pode dividir os planos, de maneira a dar uma maior eficiência às ações de detecção de falhas e defeitos, antecipando as intervenções mantenedoras antes de ocorrer à quebra, e conseguir garantir a alocação de recursos necessários para execução da manutenção, de forma a garantir a produtividade da manutenção.

De acordo com Viana (2002) a determinação de que programação, ou estratégia de manutenção, a serem aplicadas no processo produtivo, e seus subprocessos é a base da programação de manutenção, envolvendo um leque muito grande de variáveis para a escolha da forma de fazer intervenções em máquinas. As ferramentas organizacionais que tornam possível o perfeito exercício de manutenção, as técnicas de planejamento, o perfil formativo do profissional da área, os índices de qualidade e o sistema de gerenciamento formam as bases da estruturação da manutenção industrial de uma empresa.

Segundo Branco Filho, planos de manutenção é a “relação detalhada das intervenções da manutenção que um item, uma máquina ou um sistema produtivo requerer e dos intervalos em que devem ser efetuadas.” (2006, p.96)

Viana (2002) afirma que,

as programações ou planos de manutenção são o conjunto de informações necessárias para a orientação perfeita da atividade de manutenção preventiva. Os mesmos representam, na prática, o detalhamento da estratégia de manutenção assumida por uma empresa. A sua disposição no tempo e no espaço, e a qualidade

das suas instruções, determinam o tratamento dado pelo organismo mantenedor para com sua ação preventiva. (p.87)

O autor afirma ainda que os planos de manutenção são divididos em cinco categorias:

- Plano de inspeções visuais;
- Roteiros de lubrificação;
- Manutenção de troca de itens de desgaste;
- Plano de intervenção preventiva;
- Monitoramento de características dos equipamentos.

5.2.1 Planos de inspeções visuais

É a mais básica, mas não a menos importante. Através deste tipo de exame simples, pode-se identificar através dos cinco sentidos do mantenedor ou operador, falhas em equipamentos de fácil resolução.

Na prática a inspeção consiste de observações de certas características dos equipamentos, tais como, ruído, temperatura, condições de conservação, vibração e detecção de fontes de sujeiras que podem ser eliminadas, e locais de difícil acesso onde se pode melhorar a entrada neste local. (VIANA, 2002)

Estas inspeções devem sempre seguir as características do equipamento e ter sempre um padrão a seguir, com uma periodicidade padronizada, para que se possa fazer destas inspeções uma rotina, desta forma detectando alguma mudança de pequena proporção o mais rápido possível, evitando assim grandes perdas por grandes quebras. (TAKAHASHI, 1993)

5.2.2 Roteiros de lubrificação

Segundo Viana (2002) a lubrificação de uma planta industrial assume um papel de suma importância, devido à necessidade para conservação de elementos mecânicos e, por conseguinte máquinas e equipamentos.

O objetivo da lubrificação é reduzir o atrito entre superfícies ajustadas entre si, fazendo com que haja o mínimo possível de atrito interno, evitando assim desgastes e temperaturas indesejáveis de trabalho.

Os elementos mecânicos possíveis de lubrificação são engrenagens, mancais, cilindros, superfícies planas deslizantes, rolamentos, e demais componentes, podendo-se observar que são todos de famílias diferentes, e por isto deve-se elaborar planos de lubrificação diferentes para eles.

Na formulação de um plano de lubrificação devem-se seguir alguns passos, e o primeiro é distinguir onde aplicar óleo lubrificante e onde aplicar graxa lubrificante, pois há uma grande diferença nos dois processos. Existem lubrificantes gasosos como ar, sólidos como a grafita e a mica; no entanto, na indústria, usa-se em larga escala os líquidos (óleos) e semi-sólidos (graxa), por isto deve-se focar nestes dois tipos.

5.3 Manutenção de troca de itens de desgaste

Conforme Viana (2002), tudo sofre desgaste, até mesmo o corpo humano, tudo é passível deste fenômeno no universo. Em se falando de indústria pode-se falar que todos os equipamentos são passíveis de desgaste e se deprecia com o tempo.

Em quase todas as máquinas existem componentes feitos para desgastarem-se em prol do bom funcionamento do conjunto. Não é compensatório sua restauração, após completar seu tempo de vida útil é melhor descartá-los e substituí-los por um novo. Dentre elas o autor cita como exemplo gaxeta, escovas em um motor, correias de transmissão, lonas de embreagem, rolamentos, etc.

O planejamento deve-se ater a este tipo de manutenção, dando um tratamento mais simples possível, pois chegando ao fim de vida útil eles serão simplesmente substituídos.

O levantamento deve ser feito durante o trabalho de estudo das características técnicas de cada grupo de máquinas. Pode haver coincidência de troca, mas uma preventiva mais elaborada, com ajustes e calibrações para assimilar na pauta da preventiva as ações de substituição destes componentes.

5.4 Plano de intervenção preventiva

Segundo o autor citado acima, o plano de intervenção preventiva consiste em um conjunto de atividades (tarefas) regularmente executadas com objetivo de manter o equipamento em seu melhor estado operacional. Pode dividir o tratamento plano preventivo em conteúdo e forma a serem aplicados. A idéia de se ter um plano é de conseguir gerar ordens de manutenção periódicas de forma automática.

5.5 Monitoramento de características dos equipamentos

Estes monitoramentos são também chamados de planos preditivos e não devem diferir quanto à forma, dos planos preventivos, pois os mesmos requisitos estabelecidos nestes serão levados a cabo naqueles. A diferença será no conteúdo, já que, enquanto um estabelece ações de intervenção real nos equipamentos, o outro tem a proposta de monitorar a maquinaria, de forma a acompanhar os seus sintomas, avaliando-os na busca de possíveis anormalidades. (VIANA, 2002)

6 ÍNDICES OU INDICADORES DA MANUTENÇÃO

Viana (2002) imagina um aluno que acaba de se formar. Este aluno pensa em se realizar tanto na vida pessoal como a profissional, mas não sabe como chegar lá. Os navegadores antes de explorar o oceano primeiro se certificavam da sua real localização, para depois traçar a trajetória que os levaria ao local desejado, e é isso que um recém-formado deve fazer se conscientizar da sua real situação, definir suas metas e os meios para atingi-las. Mas para isto o aluno deve fazer o acompanhamento da evolução e desempenho em direção aos seus objetivos. Neste momento são inseridos os Índices ou Indicadores de Manutenção Desempenho.

De acordo com o autor, na manutenção o princípio é o mesmo; definida sua real situação, se propõe desafios para a melhoria, se escolhe os meios, e se começa a acompanhar

a evolução da ação humana mantenedora, através dos índices de manutenção. Cabe afirmar que os indicadores não são só utilizados no acompanhamento dos desafios da manutenção, mas também no que tange a sua rotina diária.

Para Viana (2002),

os índices de manutenção devem retratar aspectos importantes no processo da planta. Para algumas empresas um determinado indicador se aplica satisfatoriamente, para outra não, e isto é uma questão de análise. O PCM deve avaliar a melhor forma de monitoramento do seu processo; a regra é simples, acompanhar aquilo que agrega valor, nada de desprender recursos para levantar e consolidar dados sem utilidade alguma, a não ser enfeitar quadros de gestão á vista. (p.140)

De acordo com Branco Filho (2006) o conceito de Índices ou Indicadores de Manutenção é,

relação entre duas grandezas provenientes de dados levantados sobre diversas variáveis das equipes de manutenção, das máquinas, das importâncias envolvidas dos materiais e de sobressalentes, entre outros. Servem para medir a capacitação técnica das máquinas e a capacitação e desempenho dos que ali trabalham, bem como suas consequências financeiras, administrativas e reflexos sobre os processos produtivos. (p.64)

Outro conceito sobre Índices e Indicadores de Manutenção é que “são dados estatísticos relativos à situação da manutenção, sua performance e o crescimento de sua qualidade e desempenho de suas funções.” (BRANCO FILHO, 2006, p.64)

6.1 Tipos de Índices ou Indicadores de Manutenção

De acordo com Viana (2002), existem seis indicadores chamados de Índices de Classe Mundial justificado pelo fato de que a maioria dos países do ocidente os utiliza:

- MTBF-*Mean Time Between Failures* ou TMEF-Tempo Médio Entre Falhas,
- MTTR-*Mean Time To Repair* ou TMR-Tempo Médio de Reparo,
- TMPF-Tempo Médio Para Falha,
- Disponibilidade Física da Maquinaria,
- Custo de Manutenção por Faturamento,
- Custo de Manutenção por Valor de Reposição.

Além dos Índices Classe Mundial, existem também outros oito indicadores que são de fundamental importância, e que podem compor o controle de um PCM e que são:

- Backlog,
- Retrabalho,

- Índice de pós-quebra,
- Alocação de HH em OM,
- Treinamento na manutenção,
- Taxa na frequência de acidentes,
- Taxa de gravidade de acidentes.

6.2 Índices ou Indicadores de classe mundial

6.2.1 MTBF-Mean Time Between Failures ou TMEF-Tempo Médio Entre Falhas

Para Branco Filho (2006), MTBF ou TMEF é o Tempo Médio entre Falhas sucessivas de um item reparável, ou seja, expressa o tempo médio em que se espera de todos os equipamentos da família falhem pelo menos uma vez. Não precisa ser diretamente obrigatório medido e em unidades de tempo. Pode ser medido indiretamente (toneladas, quilometragem, números de pousos, etc.) que às vezes é mais conveniente ao usuário.

Para Viana (2002),

a serventia deste índice é a de observar o comportamento da maquinaria, diante das ações mantenedoras. Se o valor do MTBF com o passar do tempo for aumentando, será um sinal positivo para manutenção, pois indica que o número de intervenções corretivas vem diminuindo, e conseqüentemente o total de horas disponíveis para a operação, aumentando. (p.142)

Para o autor, o tempo médio entre falhas é definido como a divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para a operação (HD), pelo número de intervenções corretiva neste equipamento no período (NC).

$$MTBF = \frac{HD}{NC}$$

FONTE: PCM, Viana (2002)

Conclui-se então que quanto maior for este índice maior será a confiabilidade dos equipamentos, maior retorno de produtividade e mostra que a equipe de manutenção esta sendo eficaz nos atendimentos aos equipamentos onde são solicitados.

6.2.2 MTTR-Mean Time To Repair ou TMR-Tempo Médio de Reparo

Para Branco Filho, MTTR ou TMR é “tempo médio necessário para reparar um item, uma máquina, lote de máquina ou instalação. É também representado como TMR.” (2006, p.116)

Segundo Viana “é simples deduzir que, quanto menor o MTTR no passar do tempo, melhor o andamento da manutenção, pois os reparos demonstram ser cada vez menos impactantes na produção.” (2002, p.143)

De acordo com o autor, o tempo médio de reparo é dado como sendo a divisão entre a soma das horas de indisponibilidade para a operação devido à manutenção (HIM) pelo número de intervenções corretivas no período (NC).

$$\text{MTTR} = \frac{\text{HIM}}{\text{NC}}$$

FONTE: PCM, Viana (2002)

6.2.3 TMPF-Tempo Médio Para Falha

Para Viana “existem determinados componentes que não sofrem reparos, ou seja, após falharem são descartados, e substituídos por novos, tendo então um MTTR igual a zero.” (2002, p.143)

Já Branco Filho afirma que TMPF é “a média aritmética dos tempos de entrada em funcionamento, de uma peça, máquina ou equipamento, até a falha de itens não reparáveis.” (2006, p.115)

De acordo com Viana (2002), o tempo médio para falha tem como enfoque nos componentes substituídos. Constituindo na relação de horas disponíveis do equipamento para operação (HD) dividido pelo número de falhas detectadas em componentes não reparáveis como é mostrado a seguir:

$$\text{TMPF} = \frac{\text{HD}}{\text{N}^\circ \text{ FALHAS}}$$

FONTE: PCM, Viana (2002)

Segundo o autor, vale ressaltar que o TMPF e o MTBF são distintos devido ao fato de este levar em consideração falhas em componentes reparáveis e aqueles não reparáveis.

6.2.4 Disponibilidade Física

Para Branco Filho, Disponibilidade é a “probabilidade de que um item possa estar disponível para utilização em um determinado período de tempo. [...] em produção ou manutenção, é aquilo que se pode usar ou está usando para produção.” (2006, p.37)

De acordo com ABNT, disponibilidade é a capacidade de um item de estar em condições de executar certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado.

Viana (2002) afirma que a fórmula do cálculo da disponibilidade varia de um setor produtivo para outro, e até mesmo de uma empresa concorrente para outra e fica definida pela relação entre as horas trabalhadas (HT) e as horas totais no período (HG) expressa a fórmula quadro a seguir:

$$DF = \frac{HT}{HG} \times 100 \%$$

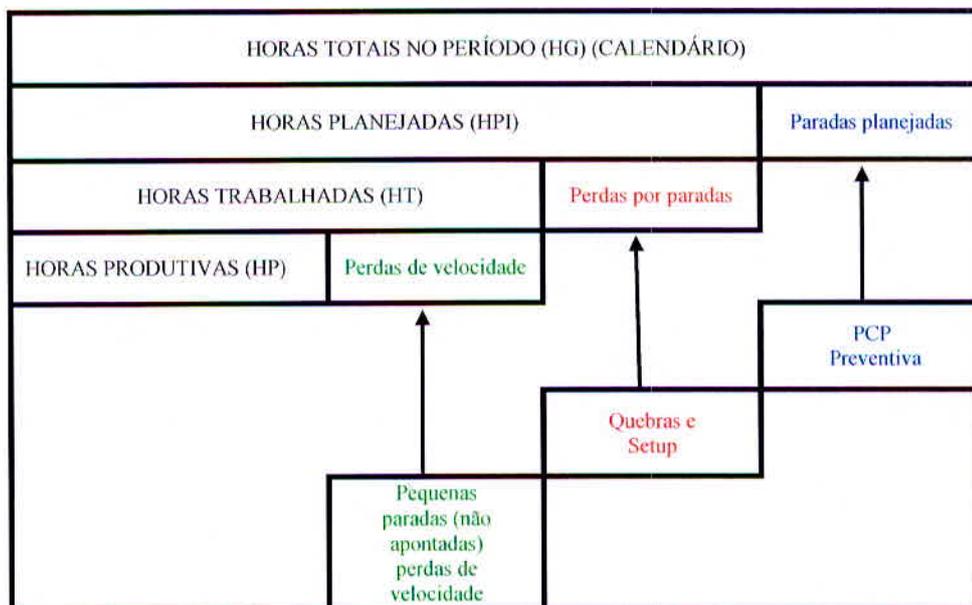
FONTE: PCM, Viana (2002)

Pode ser definida também como sendo a relação entre o total de horas acumuladas de operação e o total de horas transcorrido, onde HO é tempo total de operação, e HM corresponde às paralisações, preventivas e corretivas. (VIANA, 2002)

$$DF = \frac{HO}{HO + HM} \times 100 \%$$

FONTE: PCM, Viana, 2002

O autor afirma ainda que de maneira geral a disponibilidade física (DF) representa o percentual de dedicação para operação de um equipamento, ou de uma planta, em relação às horas totais do período, mostrado pelo autor na figura a seguir para melhor entendimento:



FONTE: PCM, Viana (2002)

Tabela 05. Disponibilidade Física de uma planta

Para Viana (2002),

este índice se reveste de fundamental importância para manutenção, pois o nosso principal produto é DF, ou seja, disponibilizar o maior número de horas possível do equipamento para operação, o mesmo também deve ser utilizado para verificar o comportamento operacional da maquinaria, desta forma identificado "equipamentos-problema", aqueles que tiram mais DF da planta. (p.145)

“As perdas por velocidades reduzidas não afetam a disponibilidade física, recaindo na produtividade.” (VIANA, 2002, P.145)

6.2.5 Custo de Manutenção por Faturamento

Segundo Viana (2002), até 1993 a composição dos custos de manutenção era formada de gastos com pessoal, material e contratação de serviços externos, só que após o conceito de manutenção classe mundial, foram incluídas a depreciação e a perda de faturamento e ficaram descritos desta forma:

- Pessoal → Despesas com salários e prêmios (diretos), encargos sociais e benefícios concedidos pela empresa (indiretos), e gastos com aperfeiçoamento do efetivo.
- Materiais → Custo de reposição dos itens (diretos), energia elétrica, consumo d'água e capital imobilizado (indiretos), custos ligados à administração do almoxarifado e setor de compras.

- **Contratação de Serviços Externos**→ Contratos com empresas externas para serviços permanentes ou circunstanciais.

- **Depreciação**→ Custos diretos de reposição ou investimentos de equipamentos e ferramentas, custos indiretos de capital imobilizado, e custos administrativos com o setor contábil da empresa.

- **Perda de Faturamento**→ São os custos da perda de produção, e custos com desperdício de matéria-prima.

No Brasil, ainda não é comum acrescentar os componentes Depreciação e Perda de Faturamento na composição do custo de manutenção.

O autor procura mostrar essa tendência através de pesquisa realizada pela ABRAMAN, divulgada em seu documento nacional de 1999, que demonstra os custos com pessoal e material como sendo os mais importantes no custo total de manutenção, contribuindo em cerca de 2/3 do seu valor como é mostrado no quadro a seguir:

Composição dos Custos de Manutenção (%)				
Ano	Pessoal	Material	Serviços Contratados	Outros
1999	36,07	31,44	23,60	8,89
1997	38,13	31,10	20,28	10,49
1995	35,46	33,92	21,57	9,05
Média	36,55	32,15	21,85	9,45

FONTE: PCM, Viana (2002) Documento Nacional de 1999, ABRAMAN
Tabela 06. Composição do Custo de Manutenção no Brasil

6.2.6 Custo de Manutenção por Valor de Reposição

De acordo com Branco Filho (2006), valor de reposição é o valor agregado quando há a substituição completa do item avariado, melhorando a qualidade em uma ou mais de uma de suas dimensões, podendo acarretar ou não melhores características de produção e rendimento.

Para Viana (2002), este índice consiste na relação entre o custo total de manutenção (CTM) de um determinado equipamento com o valor de compra do equipamento (VCE). Deve ser calculado o custo de manutenção por valor de reposição, para equipamentos de criticidade alta, visto a gama de equipamentos em uma instalação industrial, tornando

dispendioso e pouco preciso o controle de todos eles. No quadro a seguir o cálculo do Custo de Manutenção por Valor de Reposição:

$$\text{CPMV} = \frac{\text{CTM}}{\text{VCE}} \times 100 \%$$

FONTE: PCM, Viana (2002)

De acordo com Viana (2002),

um valor aceitável deste indicador seria um CMPV menor que 6% no período de um ano, dependendo é claro do retorno financeiro e estratégico dado pelo equipamento analisado, que pode vir a justificar um custo de manutenção considerado alto. (p. 149)

6.3 Índices ou indicadores secundários

Os Índices ou indicadores que será mostrado a seguir ficam chamado de secundário por serem utilizados em algumas organizações e que acabam variando a sua utilização de uma para outra. Esses índices compõem e direcionam as atividades de PCM na empresa.

6.3.1 Backlog

De acordo com Branco Filho (1996 apud Viana, 2002), Backlog é o tempo que uma equipe de manutenção deve trabalhar para concluir todos os serviços pendentes, com toda a sua força de trabalho, e se não forem adicionadas novas pendências durante a execução dos serviços até então registrados e pendentes em posse da equipe de Planejamento e Controle de Manutenção.

“Este índice consiste na relação entre a demanda de serviços e a capacidade de atendê-los, ou seja, é a soma de todas as horas previstas de HH em carteira divididas pela capacidade instalada da equipe de executantes.” (VIANA, 2002, p.150)

No quadro a seguir, será mostrado o cálculo de Backlog:

do conceito:

$$\text{Índice de Retrabalho} = \frac{\text{SOMATORIA HH em OM reabertas}}{\text{SOMATORIA HH total no período}} \times 100 \%$$

FONTE: PCM, Viana (2002)

6.3.3 Índices de corretivas

De acordo com Viana (2002),

Índice de corretiva objetiva nos fornecer a real situação, da ação, planejamento e programação, indicando o percentual das horas de manutenção que foram dedicadas em corretiva. O tipo de manutenção classificará a Ordem de Manutenção quanto ao seu tipo: corretiva, preventiva ou preditiva. (p.153)

Viana (2002) afirma que,

um patamar aceitável de corretivas deve estar abaixo de 25% do total de horas de manutenção na planta; será improvável que seja zero, visto a existência de componentes cuja opção de manutenção será de simples corretiva, ou seja, troca apenas depois da falha, como, por exemplo, o para-brisa de um trator de esteira, que será apenas substituído após sua quebra catastrófica, provocando um serviço corretivo. (p.154)

No quadro a seguir será mostrado o cálculo do Índice de corretiva, onde HMC igual a horas de manutenção em corretivas, e HMP horas de manutenção em preventiva:

$$\text{Índice de Corretiva} = \frac{\text{SOMATORIA HMC}}{\text{SOMATORIA HMC} + \text{SOMATORIA HMP}} \times 100 \%$$

FONTE: Viana (2002)

O autor afirma ainda que normalmente um índice de corretiva acima de 50% indica o caos na manutenção, pois o PCM e as áreas executantes só gerenciam reclamações, visto que sua programação será frequentemente com prometida, devido aos desvios decorrentes de corretivas ocasionais. Logo, o passivo de manutenção tenderá a aumentar, fazendo com que se entre no efeito "bola de neve", onde tudo fugirá ao controle do PCM e da gerência da manutenção.

“O índice de corretiva alto necessariamente ensejará um Backlog alto, um custo de manutenção idem, e uma Disponibilidade Física baixa; enfim tudo irá mal nos principais

produtos de manutenção.” (VIANA, 2002, p.154)

6.3.4 Índice de Preventiva

Conforme Branco Filho (2002),

o Índice de Preventiva (IP) é o oposto do Índice de Corretiva (IC). Logicamente se temos um IC igual a 30%, corresponde a um IP de 70%. Quanto maior o valor deste indicador melhor para manutenção; claro, não chegará a 100%, pelas mesmas razões do IC não chegar a zero, mas se trabalharmos com valores acima de 75%, estaremos com uma tranquilidade no processo, nos proporcionando uma rotina bem definida, e consequentemente, uma liberação de recursos para a busca da melhoria contínua. (p.154)

Para cálculo do índice de Preventiva, utiliza-se o total de horas de manutenção em preventiva (HMP) pelo total de horas de manutenção em corretiva (HMC) somado ao total de horas de manutenção em preventiva (HMP) e que fica assim representado no quadro a seguir:

$$\text{Índice de Preventiva} = \frac{\text{SOMATORIA HMP}}{\text{SOMATORIA HMC} + \text{SOMATORIA HMP}} \times 100 \%$$

FONTE: PCM, Viana (2002)

“Se o aumento do IC enseja uma série de impactos negativos, em quase todos os índices de manutenção, o aumento do IP provoca o contrário, sendo desnecessário explicar as razões, visto estarem bem nítidas.” (VIANA, 2002, p.155)

6.3.5 Alocação de Homens Hora (HH) em Ordens de Manutenção (OM)

Segundo Branco Filho, Homens Hora é a quantidade de empregados que estão trabalhando multiplicado pelo tempo, medido em horas. Assim, 10 empregados trabalhando um período de 5 horas, com interrupção ou não, temos 50 HH. (2006, p.61)

Ordem de Manutenção, também chamada de ordem de serviço ou ordem de trabalho é a “instrução escrita que define o trabalho que deve ser realizado pela organização de manutenção.” (VIANA, 2006, p.90)

Para Viana (2002), o indicador de Homens Hora alocado em Ordem de Manutenção

nos informará o percentual de horas da manutenção oficializada na burocracia do PCM, e sua necessidade reside nos seguintes fatores:

- Verificação do nível de utilização do sistema de manutenção adotado pela empresa;
- Indicação do percentual de dedicação a serviços indiretos de manutenção, como também do nível de ociosidade ou sobre-carregamento das equipes.

Para cálculo, é utilizado o total de HH indicado em uma OM pela total HH instalado em um mês e que fica expresso da seguinte maneira no quadro a seguir:

$$\% \text{ HH alocado em OM} = \frac{\text{SOMATORIA HH indicado em OM}}{\text{SOMATORIA HH instalado em um mês}} \times 100 \%$$

FONTE: PCM, Viana (2002)

De acordo com Viana (2002),

normalmente os softwares de manutenção realizam esse cálculo, fazendo a relação entre horas instaladas de uma equipe, ou seja, a soma do HH disponível de uma equipe no período de um mês, com o total de horas desta equipe totalizadas nas Ordens de Manutenção daquele mês. (p.155)

6.3.6 Treinamento na Manutenção

Para Branco Filho, é a “estratégia usada em manutenção para garantir uma capacitação necessária ao colaborador que prestara os serviços de reparo.” (2006, p.118)

“Este indicador, aliado aos índices de preventiva, retrabalho, corretiva, entre outros, nos mostrará o quanto repercutem os treinamentos na melhoria dos índices de manutenção.” (VIANA, 2002, p.156)

Segundo Viana (2002), o cálculo do Índice de Treinamento na Manutenção corresponde ao percentual de HH dedicado ao aperfeiçoamento, com relação ao HH instalado em um determinado período, como mostra o quadro a seguir:

$$\text{Treinamento na Manutenção} = \frac{\text{SOMATORIA HH dedicado a treinamento}}{\text{SOMATORIA HH instalado no período}} \times 100 \%$$

FONTE: PCM, Viana (2002)

O quadro a seguir mostra os valores históricos deste indicador no nosso país:

Ano	Treinamento na Manutenção
1999	2,94%
1997	3,50%
1995	3,04%

FONTE: PCM, Viana (2002) Documento Nacional de 1999, ABRAMAN
Tabela 07. Treinamento na Manutenção

6.3.7 Taxa de Frequência de Acidentes

Na maioria das empresas no Brasil na atualidade, para otimização dos seus produtos e serviços, buscam os três zeros e que são eles: Zero quebras, Zero defeitos de qualidade e Zero acidentes.

Segundo Branco Filho, Taxa de Frequência de Acidentes é o “numero de acidentes por milhão de Homens-Hora trabalhados.” (2002, p.113)

De acordo com Viana (2002), para calculo A taxa de frequência de acidentes é representada pelo número de acidentes por milhão de HH trabalhado, como se pode ver a seguir:

$$\text{Taxa de Frequência} = \frac{\text{Números de Acidentes}}{\text{Homens Horas Trabalhado}} \times 10000000$$

FONTE: PCM, Viana (2002)

Segundo Viana (2002),

este indicador é extremamente importante para a manutenção, pois mensuram a eficiência as ações em busca de um ambiente seguro para o trabalho. Claro que por si só não nos possibilita traçar um plano de segurança eficiente, mas funciona como um limite, e não uma meta, que juntamente com a Taxa de Gravidade sinaliza a evolução dos resultados em segurança, justificando ou não as diretrizes tomadas para a área. (p.158)

No documento nacional de 1999, a ABRAMAN divulgou valores deste índice estratificados por diversos setores produtivos, como são mostrados no quadro a seguir:

Setores	Taxa de Frequência
Açúcar / Alimento / Bebida / Fumo	-
Cimento / Cerâmica	18,91
Eletricidade / Energia	6,49
Enga / Constr. / Pr. Servo / Saneamento	11,59
Eletroeletrônica	-
Farmacêutico	40,39
Hospitalar	-
Máquinas / Equipamentos	24,25
Mineração / Metalurgia	21,66
Material de Transporte	35,47
Papel/Celulose	19,01
Petróleo	8,60
Petroquímico	13,55
Plásticos / Borracha	38,45
Predial / Hotelaria	24,44
Químico	37,30
Siderúrgico	14,70
Têxtil	14,13
Transporte	31,45
Média	22,52

FONTE: PCM, Viana (2002), Documento Nacional de 1999, ABRAMAN
Tabela 08. Taxa de Frequência de Acidentes em diversos setores produtivos

6.3.8 Taxa da Gravidade de Acidentes

Para Branco Filho (2006),

Taxa de Gravidade é o número de dias perdidos por milhão de Homem- Hora trabalhados. Este número de dias perdidos, em alguns casos, está tabelado e é estabelecido dentro da NR para gravar ou dar o mesmo número de dias para todas as empresas em função de lesões ou de sequelas ou mortes. (p.113)

Segundo Viana (2002), o cálculo da Taxa de Gravidade de Acidentes consiste no total de homens horas perdido decorrente de acidente de trabalho, por milhão de HH trabalhado, conforme é mostrado no quadro a seguir:

$$\text{Taxa de Gravidade} = \frac{\text{Total de horas perdidas}}{\text{Homens Horas Trabalhado}} \times 10000000$$

FONTE: PCM, Viana (2002)

No documento nacional de 1999, a ABRAMAN também abordou este índice na manutenção por setores da produção brasileira, como mostra o quadro a seguir:

Setores	Taxa de Gravidade
Açúcar / Alimento / Bebida / Fumo	-
Cimento / Cerâmica	176,00
Eletricidade / Energia	225,82
Enga / Constr. / Pr. Servo / Saneamento	443,60
Farmacêutico	235,67
Máquinas / Equipamentos	544,78
Mineração / Metalurgia	363,07
Material de Transporte	355,00
Papel/Celulose	195,08
Petróleo	156,25
Petroquímico	168,30
Plásticos / Borracha	115,79
Predial / Hotelaria	200,00
Químico	457,01
Siderúrgico	629,17
Têxtil	67,50
Transporte	311,58
Média	290,29

FONTE: PCM, Viana (2002), Documento Nacional de 1999, ABRAMAN.
Tabela 09. Taxa de Gravidade de Acidentes em diversos setores produtivos

7 CONCLUSÃO

Este trabalho deixa claro que uma empresa que deseja se tornar competitiva deve ter um setor de PCM, pois este tem uma participação muito importante para o processo produtivo.

Fica claro também que, apesar dos diversos tipos de manutenção, as empresas buscam ao máximo eliminar as manutenções corretivas não planejadas, pois estas geram um grande desconforto para os anseios produtivos organizacionais.

Quanto aos indicadores de desempenho da manutenção, são ferramentas muito importante para gerenciamento, pois através deles se torna mais fácil para direcionamento das atividades da equipe de manutenção. Mas para que estes indicadores existam, é necessário que se tenha um sistema informatizado bem atualizado que satisfaça as necessidades da manutenção, e profissionais capacitados, qualificados e cada vez mais atualizados no que diz respeito a evolução das técnicas, dos métodos e meios de manutenção.

Vale ressaltar que manutenção e manufatura devem estar em sincronismo perfeito e deixar de ser um “cabo de guerra” em que cada um puxa pra seu lado. Este sincronismo é muito importante, pois cada vez mais e com a nova filosofia de trabalho (Autonomia) faz com que possamos tomar nossas próprias decisões e nos tornando cada vez mais independentes, ou seja, autônomos.

Creio eu que, apesar dos diversos tipos de manutenção existente, o mundo tende a um novo conceito de manutenção, conceito este que fará com que acabe surgindo outro tipo de manutenção que ficará conhecido como Manutenção por Melhorias.

REFERÊNCIAS

BRANCO FILHO, Gil. **Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.

BRANCO FILHO, Gil. **Planejamento e Controle de Manutenção: Curso de PCM**. Minas Gerais: Apostila de Treinamento da ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção) 2005.

BRANCO FILHO, Gil. **Planejamento e Controle de Manutenção: Curso de PCM**. São Paulo: Apostila de Treinamento da ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção) 2007.

FABRO, Elton. **Modelo para Planejamento de Manutenção Baseada em Indicadores de Criticidade de Processos**. Florianópolis: Trabalho Acadêmico, 2005.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Julio Aquino Nascif. **Manutenção: Função Estratégica**. 2. ed., 4. Reimpressão. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001

ROCHA, Duílio. **Fundamentos Técnicos da Produção**. São Paulo: Makrom Books, 1995.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. **TPM / MPT: Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Instituto IMAM, 1993.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Lições Preliminares Sobre Custos Industriais**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM: Planejamento e Controle de Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

ZEN, Milton Augusto Galvão. **O Fator Humano na Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.