

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS PONTA GROSSA
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
VIII CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO INDUSTRIAL: PRODUÇÃO
E MANUTENÇÃO

MAURICIO DE ROCCO

PLANEJAMENTO INDUSTRIAL: UM ESTUDO SOBRE TOMADA
DE DECISÃO NA MANUTENÇÃO

MONOGRAFIA

PONTA GROSSA

2012

MAURICIO DE ROCCO

**PLANEJAMENTO INDUSTRIAL: UM ESTUDO SOBRE TOMADA
DE DECISÃO NA MANUTENÇÃO**

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

Orientador: Prof. Dr. Lourival
Aparecido de Góis.

PONTA GROSSA

2012



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PONTA GROSSA
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia

**PLANEJAMENTO INDUSTRIAL: UM ESTUDO SOBRE TOMADA DE DECISÃO NA
MANUTENÇÃO**

por

Mauricio de Rocco

Esta monografia foi apresentada no dia 15 de dezembro de 2012 como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM GESTÃO INDUSTRIAL: PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Me. Flavio Trojan
(UTFPR)

Prof. Dr. Guataçara Dos Santos Junior
(UTFPR)

Visto do Coordenador:

Prof. Dr. Lourival Aparecido de Gois
(UTFPR)
Orientador

Prof. Dr. Guataçara dos Santos Junior

Coordenador CEGI-PM
UTFPR – Câmpus Ponta Grossa

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter dado força e sabedoria para que pudesse escrever e concluir este trabalho.

A família e amigos, que de uma forma ou outra, ajudaram desde o começo dessa caminhada.

Ao orientador Prof. Dr. Lourival A. Góis, por ajudar e orientar de forma coerente este trabalho.

Enfim, agradeço a todos que por algum motivo contribuíram para a realização deste projeto.

RESUMO

ROCCO, Maurício de. **PLANEJAMENTO INDUSTRIAL: UM ESTUDO SOBRE TOMADA DE DECISÃO NA MANUTENÇÃO.** 2012. 47p. Monografia - Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Produção – Especialização em Gestão Industrial: Produção e Manutenção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa. 2012.

A manutenção vem sendo um dos setores mais importantes dentro da indústria. O planejamento e uma tomada de decisão correta leva a indústria a se destacar dentro de seu setor, podendo elevar a credibilidade dentro do ambiente industrial. Entretanto, se os gestores não tomarem uma decisão correta e não houver um planejamento, afetará a empresa, podendo compromete-lá. Com essa linha de pensamento é que escrevemos este trabalho, mostrando um pouco sobre a história da manutenção nos últimos anos, alguns dos mais importantes métodos e técnicas usadas dentro da manutenção. Em seguida, descrevemos sobre a tomada de decisão, seus tipos, seus métodos em geral. Após os referencias, realizamos uma análise do estudo e um dos métodos que podem ser utilizados dentro da manutenção, que é o Método Multicritério de Apoio à Decisão (MMAD), e por fim, a conclusão deste trabalho realizado.

Palavra-chave: Planejamento. Manutenção. Tipos de manutenção. Tomada de decisão.

ABSTRACT

ROCCO, Maurício de. **INDUSTRIAL PLANNING: A STUDY ON DECISION MAKING IN MAINTENANCE**. 2012. 47p. Monograph – The Post - Graduate in Production Engineering - Specialization in Industrial Management: Production and Maintenance, Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa. 2012.

The maintenance has been one of the most important sectors within the industry. The planning and decision making correct leads the industry to stand out within their sector, and raise the credibility within the industrial environment. However, if managers do not take the right decision and there is no planning, will affect the company may undertake there. With this line of thinking is that writing this work, showing a bit about the history of maintenance in recent years, some of the most important methods and techniques used within the maintenance. We then describe on decision making, their types, their methods in general. After the reference, conducted a study and analysis of the methods that can be used inside of maintenance, which is the method Multicriteria Decision Support (MMAD), and finally the completion of this work.

Keyword: Planning. Maintenance. Types of maintenance. Decision-making.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Os 8 pilares da TPM	17
Figura 2: Ciclo de gerenciamento da manutenção	22
Figura 3: Esquema do processo de decisão	32
Figura 4: Etapas do processo decisório	35
Figura 5: Etapas do processo de análise multicritério de apoio à decisão .	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Doze etapas para implementação da TPM	18
Quadro 2: Tipo de Decisões X Técnicas de tomada de decisão	34

LISTA DE SIGLAS

TPM – *Total Production Maintenance*

EDM – Engenharia de Manutenção

PCM – Planejamento e Controle da Manutenção

ISO – *International Organization for Standardization*

JIPM – *Japan Institute of Plant Maintenance*

MTP – Manutenção Total Produtiva

LCC – (Custo do Ciclo de Vida)

ABC – (Custeio Baseado em Atividades)

TOC – (Teoria das Restrições)

MP – Manutenção Preventiva

TBM – *Time Based Maintenance*

MCC – Manutenção Centrada em Confiabilidade

AMD – Apoio Multicritério à Decisão

MMAD – Método Multicritério de Apoio à Decisão

EPI – Equipamento de Proteção Individual

PET – Permissão de Trabalho

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 TEMA DE PESQUISA	11
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	11
1.3 PROBLEMA	11
1.4 OBJETIVOS	12
1.4.1 Objetivos Gerais.....	12
1.4.2 Objetivos Específicos	12
1.5 JUSTIFICATIVA	12
1.6 MÉTODOS DE PESQUISA	12
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	13
2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	14
2.1 INTRODUÇÃO	14
2.2 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL – MPT.....	16
2.3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO – PCM	18
2.4 ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO – EDM	20
2.5 TIPOS DE MANUTENÇÃO	22
2.5.1 Manutenção Preventiva.....	22
2.5.2 Manutenção Corretiva	24
2.5.3 Manutenção Preditiva.....	25
2.5.4 Manutenção Detectiva.....	27
2.5.5 Manutenção Centrada em Confiabilidade – MCC	28
3 TOMADA DE DECISÃO	31
3.1 TIPOS E PRINCIPAIS MÉTODOS DE DECISÃO.....	32
3.2 ETAPAS DO PROCESSO DECISÓRIO.....	34
3.3 DECISÃO MULTICRITÉRIO	36
4 ANÁLISE EXPLICATIVA	39
4.1 CUSTO DA FALTA DE MANUTENÇÃO	39
4.2 ASPECTOS QUE PODEM AFETAR A DECISÃO	40
4.3 MÉTODOS MULTICRITÉRIOS DE APOIO À DECISÃO – MMAD	41
4.3.1 Execução da análise multicritério	42
5 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA DE PESQUISA

O tema abordado nesse trabalho está relacionado à Gestão da Manutenção, enfatizando o tema Planejamento da Manutenção.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Nesse trabalho trataremos de uma pesquisa bibliográfica sobre os assuntos de gestão e planejamento da manutenção, descrevendo alguns métodos dos programas existentes.

Empresas e indústrias buscam sempre por melhorias, desenvolvimentos, aumentando assim a competitividade entre elas num mesmo setor. E o planejamento da manutenção é imprescindível para a empresa que quer sair na frente.

O trabalho descrito aqui visa auxiliar na tomada de decisão dos gestores em programar algum tipo de manutenção dentro do ambiente fabril.

1.3 PROBLEMA

Devido à concorrência que existe, muitas empresas buscam uma melhor atuação e um planejamento bem elaborado em todos os seus setores, mas principalmente na manutenção. Entretanto, existe certa dificuldade em encontrar uma literatura clara e direta e que possa ajudar na atuação de se obter uma manutenção planejada, e nem uma estrutura necessária para um bom andamento das atividades.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivos Gerais

A monografia tem como objetivo pesquisar e revisar sobre os diferentes tipos de manutenção e programas existentes, e que possa auxiliar nas tomadas de decisões das empresas em qual das opções é a melhor de se implementar.

1.4.2 Objetivos Específicos

Com essa monografia, esperamos especificamente ajudar nesses três pontos:

- Descrever as técnicas e programas de manutenção existentes;
- Definir qual a melhor a ser aplicada no ambiente industrial;
- Ajudar na sua aplicabilidade para um determinado setor da fábrica.

1.5 JUSTIFICATIVA

O motivo desse trabalho de monografia é auxiliar indústrias, empresas, responsáveis da área, gestores na decisão de implementar, ou mesmo organizar uma estrutura no sistema de manutenção, para evitar paradas repentinas, evitar desperdícios por motivo de parada das máquinas e demais fatores que possam afetar a manutenção planejada.

1.6 MÉTODOS DE PESQUISA

O método usado é uma busca de referências bibliográficas do assunto a ser tratado, como revistas, periódicos, artigos técnicos, além de dissertações, teses e trabalhos de conclusão de cursos.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa será organizada em três capítulos, como mostraremos a seguir.

No Capítulo 1 (Introdução), encontra-se o tema da pesquisa, a delimitação do tema, problema, os objetivos gerais e específicos, a justificativa, o método de pesquisa e a estrutura do trabalho.

Em seguida no Capítulo 2 (Revisão Bibliográfica), buscamos pesquisar todas as referências possíveis dentro do assunto, e que julgamos necessárias para um bom embasamento teórico para esse trabalho. São repassados alguns conceitos e filosofias como TPM (*Total Productive Maintenance*), EDM (Engenharia da Manutenção), PCM (Planejamento e Controle da Manutenção), além de conceitos de manutenção preventiva, preditiva, corretiva e defectiva.

No Capítulo 3, buscamos também uma revisão bibliográfica sobre tomada de decisão, alguns tipos, algum critério para se tomar uma decisão dentro da empresa.

Finalmente nos Capítulos 4 e 5, descreve uma análise sobre o referencial bibliográfico encontrado e a conclusão deste trabalho.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 INTRODUÇÃO

A manutenção acompanhou e evoluiu industrial e técnica do ser humano, e se desenvolveu a partir do momento em que novas necessidades eram criadas. No final do século XIX, surgiu a necessidade dos primeiros reparos em máquinas, com a mecanização das indústrias, e até 1914, a manutenção era deixada de lado, ou simplesmente deixada em segundo plano, sendo executada pelo próprio operadores.

Com o início da produção em série nas fábricas, que foi instituída por Henry Ford, foi estabelecido também programas de produção. Esses programas sentiram a necessidade de equipes que pudessem reparar as máquinas operatrizes, e se possível em um tempo reduzido.

Houve um aumento significativo na produção de maior agilidade e confiável ao mesmo tempo, isso aconteceu após a Segunda Guerra Mundial. As intervenções corretivas (que ocorre após a falha ou quebra), não eram suficientes. Surgia aí a manutenção preventiva, que não apenas era para corrigir as falhas, mas também evitá-las. A partir daí, a Manutenção tornou-se tão importante quanto a Operação. Os avanços da manutenção deu-se em três linhas de ações principais que são: métodos de gerenciamento, aumento da confiabilidade de equipamentos e sistemas e o desenvolvimento das alternativas tecnológicas para os equipamentos existentes. (NIPON STEEL CORPORATION, 1988).

Surgiu também uma grande evolução na indústria eletrônica, e na aviação comercial após a década de 50. Observou-se também que o tempo gasto para detectar as falhas era maior do que a execução do reparo, resultado esse baseando nas preventivas que se baseavam nas estatísticas (tempo trabalhado). Os administradores da época então resolveram indicar equipes de especialistas para criar uma espécie de assessoramento, denominando “Engenharia da Manutenção”, recebendo como principais atividades como analisar as causas e efeitos das avarias, além de planejar e controlar a manutenção preventiva.

A Engenharia da Manutenção passou a desenvolver mais critérios aprimorados de manutenção baseada em condições, esses foram agregados a sistemas automatizados de planejamento e de controle, diminuindo os serviços burocráticos do pessoal que executava as manutenções. Essas atividades acabaram desmembrando a EDM, que passou a contar com duas equipes: a de estudos de ocorrências e a de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM), sendo essa última com o propósito de desenvolver, implementar e analisar os resultados dos serviços de manutenção.

No início da década de 70, foi levado em questão a Terotecnologia, que abrange os aspectos de custos no processo de gestão da manutenção. Segundo o autor NETO (2011), essa técnica “propunha a capacidade de combinar meios financeiros, estudos de confiabilidade, avaliações técnicas-econômicas e métodos de gestão, de modo a obter ciclos de vida dos equipamentos menos dispendiosos”. O conceito dessa técnica é a base da chamada “Manutenção Centrada no Negócio”, onde os custos direcionam as tomadas de decisões da área de manutenção, e também influência nas decisões estratégicas das empresas.

Segundo KARDEC (2002), esta nova postura é fruto de novos desafios que se apresentam para as empresas neste novo cenário de uma economia globalizada e competitiva, onde mudanças sucedem em alta velocidade e a manutenção precisa ser um agente proativo.

Nessa mesma época, os japoneses criaram a TPM (*Total Productive Maintenance*), que envolve um ciclo produtivo onde não há trabalho por parte da operação, para executarem as rotinas de manutenção, dando consentimento ao mantenedor de fazer parte das análises da EDM.

A área de manutenção passou a desenvolver e a processar seus próprios programas no final dos anos 80, aprimorando o processo de informações e com isso, diminuiria a dependência e a disposição do ser humano.

Tão importante que se tornou a manutenção em algumas empresas e indústrias, que o PCM foi transferido de uma área que assessorava, para de supervisão geral da produção, a qual influenciava também na área de operação. Ainda no final dos anos 80, a Manutenção passou a ser um importante elemento no desempenho dos equipamentos, tendo um impacto

direto no produto final. Isso se deu a grande exigência na qualidade dos produtos pelos próprios consumidores na época. O reconhecimento dessa mudança foi acatado pela ISO (*International Organization for Standardization*), que revisou a norma da série 9000 em 1993, para incluir a função manutenção no processo de certificação, dando o reconhecimento da estrutura organizacional.

2.2 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL – MPT

A *Total Production Maintenance* – TPM é um conjunto de atividades onde tem como compromisso o resultado. A TPM objetiva a eficácia da empresa através de maior qualificação das pessoas e melhoramento introduzidos nos equipamentos. Essa metodologia é na verdade um acumulado de outras metodologias existentes como a Manutenção Preventiva e a Preditiva, a Manutenção do Sistema de Produção, entre outras.

É um conceito dos mais modernos de manutenção, pois a sua vantagem está em alcançar a eficiência máxima do sistema de produção, aumentar o ciclo total de vida útil dos equipamentos, aproveitando todos os recursos existentes e buscando a chamada perda “zero”. Segundo o autor José Barrozo (2008), para se atingir as metas da perda zero, devem-se adotar alguns procedimentos, condutas e metodologias, sejam:

- Maximização global do uso dos equipamentos;
- Eliminação das perdas;
- Manutenção espontânea;
- Falha “zero”.

Outra definição que podemos dar, e que talvez seja a melhor definição, para o TPM é dada pelo JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*):

Esforço elevado na implementação de uma cultura corporativa, que busca a melhoria da eficiência dos sistemas produtivos, por meio da prevenção de todos os tipos de perdas, atingindo assim o zero acidente, o zero defeito e zero falhas durante todo o ciclo de vida dos equipamentos, cobrindo todos os departamentos da empresa incluindo Produção, Desenvolvimento, Marketing e Administração, requerendo o completo envolvimento desde a alta administração até a frente de operação com as atividades de pequenos grupos. (JIPM, 2002, p.1).

Em 1971, a JIPM definiu a TPM a partir de 5 objetivos básicos:

- Maximização do rendimento global dos equipamentos;
- Desenvolver um sistema de manutenção produtiva que leve em consideração toda a vida útil do equipamento;
- Envolver todos os departamentos, planejamento, projeto, utilização e manutenção, na implantação da MTP.
- Envolver, ativamente, todos os empregados – desde a alta gerência até os trabalhadores de chão de fábrica.
- Tornar a MTP um movimento visando à motivação gerencial, através do desenvolvimento das atividades autônomas de melhoria de pequenos grupos.

Segundo ainda TAVARES (2005), a “TPM é uma tarefa que não é só de responsabilidade do departamento de manutenção, mas também do de produção e de engenharia”. O autor ainda comenta que com isso, aquela “rivalidade” existente entre os setores de uma empresa é quebrada.

Existem os chamados pilares da TPM, que são metas impostas pelo programa para que se possa ter sucesso na implantação. A seguir, podemos ilustrar como são os oito pilares da TPM.

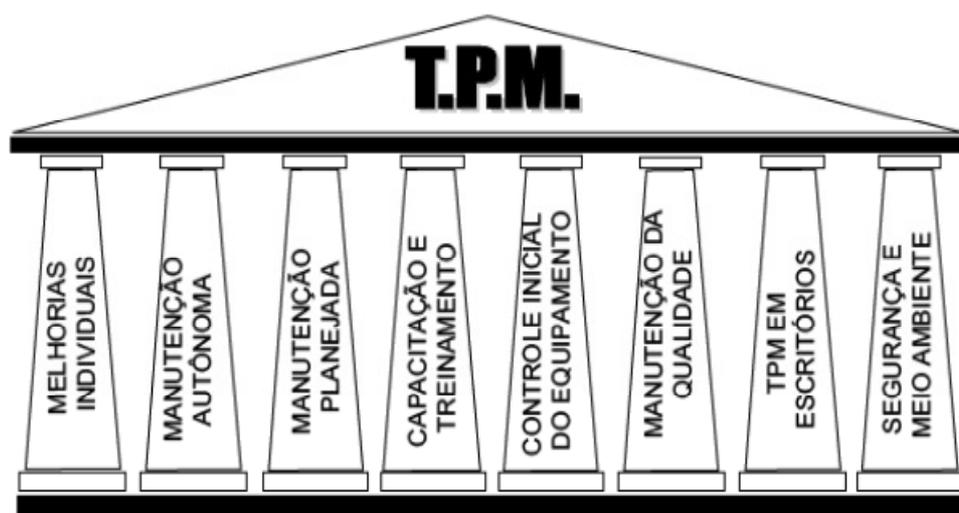


Figura 1: Os 8 pilares do TPM
Fonte: Tschoeke et. al. (2009).

Cada pilar é descrito como uma etapa a ser alcançada dentro de uma organização. Ainda segundo Tavares (1996) a TPM busca um aproveitamento

melhor dos equipamentos da companhia, por conta desse pensamento, sabe-se que quanto mais um equipamento trabalha, menor será seu custo no processo produtivo, que se dá em função do tempo e da incidência de intervenções, revertendo-se em melhor aproveitamento de máquinas e conseqüentemente aumento da produtividade do equipamento.

Para uma empresa que queira implementar a TPM no seu âmbito, é necessário seguir as dozes etapas, sendo divididas em quatro fases, mostrado a seguir:

Fases	Etapas
Preparação	1- Declaração oficial da decisão da Diretoria pela implementação do TPM 2 - Educação, treinamento e divulgação do início da implementação 3 - Estruturação das equipes de multiplicação e implementação 4 - Estabelecimento da política básica e metas do TPM 5 - Elaboração do plano diretor para implementação do TPM
Introdução	6 - Lançamento do projeto empresarial TPM
Implantação	7 - Sistematização para melhoria do rendimento operacional 8 - Gestão antecipada 9 - Manutenção da Qualidade 10 - Melhoria dos processos administrativos 11- Segurança, Saúde e Meio Ambiente
Consolidação	12 - Aplicação total do TPM

Quadro 1: Doze etapas para implementação da TPM.

Fonte: adaptado de Nakajima (1989, p.47)

2.3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO – PCM

O PCM é uma técnica de manutenção bem consagrada na Europa e nos EUA. No Brasil, apenas na década de 90 passou a ser utilizado.

VIANA (2002) escreveu que nos dias de hoje se percebe em diversas empresas brasileiras que o Planejamento e Controle da Manutenção estão difundidos como uma ferramenta fundamental no processo de tomada de decisão tanto na produção como nos negócios, visto que somente a manutenção garante perfil e a disponibilidade dos equipamentos.

Vários autores citam as atribuições do planejador de manutenção, porém nenhum descreve com clareza quais são realmente as tarefas que o

planejamento da manutenção deve desempenhar dentro da empresa para cumprir seu papel.

Segundo ainda o autor Tavares tem como objetivo as seguintes atribuições:

- Assessorar a gerência em tudo que se refira a programação e controle;
- Administrar contratos de serviços de terceiros;
- Organizar e manter o patrimônio técnico da gerência;
- Avaliar necessidades de treinamento do pessoal pesquisando cursos mais adequados;
- Revisar as programações e instruções de manutenção;
- Avaliar os pontos de perda de produtividade emitindo sugestões.

Para FERNANDES (2003), autor de um artigo na revista Máquinas e Metais, a consolidação do Ciclo de Gerenciamento da Manutenção se faz pela prática permanente de ações de planejamento, programação e controle da manutenção, que é composta pelas seguintes atividades:

- Definir e manter os indicadores de desempenho com os respectivos parâmetros de referência, atualizar os cadastros de sistemas e de fichas técnicas dos equipamentos, estabelecer a criticidade de cada componente e formar listas de sobressalentes;
- Atualizar os planos de manutenção existentes, envolvendo rotinas de manutenção preventiva, inspeção, lubrificação e calibração;
- Revisão dos cadastros de Ordens de Serviço sistemáticas associadas aos planos de manutenção dos equipamentos e respectivas periodicidades.
- Manter o sistema em regime normal de operação com a preparação e conscientização dos profissionais envolvidos com as atividades de manutenção, para apontamento e registro dos serviços executados.
- Conduzir os planos de manutenção sistemáticas (preventivas, inspeções) com respectivos apontamentos e análises e conduzir o plano de manutenção não sistemática (preventiva), oriundas de *check-list*, com informativos necessários para as áreas solicitantes.
- Preparar os materiais sobressalentes e ferramentas necessárias a execução dos serviços.

- Analisar os serviços planejados, as programações e *back-log*, equalizar a mão de obra e estabelecer novas periodicidades para os serviços, em função das causas e desvios de planejamento.
- Formar histórico técnico estruturado dos equipamentos e instalações, como as ocorrências planejadas e imprevistas, compor e analisar mensalmente os relatórios gerenciais de manutenção.
- Orientar os gerentes e chefes para obtenção de melhores resultados em relação à disposição, confiança e produtividade dos equipamentos e das equipes de manutenção, tendo em vista as análises dos relatórios gerenciais e estatísticas.
- Acompanhar e suportar a instalação de novos releases e versões do *software* de gerenciamento, e manter as rotinas de integração com outros sistemas.
- Conscientizar os profissionais regularmente para a organização da manutenção e o comprometimento com os resultados.

2.4 ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO – EDM

A evolução da manutenção pode ser definida em três gerações, que em 1930, teve seu marco inicial, segundo o autor MOUBRAY. A primeira geração, que aconteceu antes da Segunda Guerra Mundial, resume-se em conserto após a quebra. Na segunda geração, após a Segunda Guerra, é que surge o conceito de EDM, pois neste período existiram fortes pressões pelo motivo da falta de mão de obra, e então se percebeu que as máquinas quebradas levavam as baixas demandas e aos lucros cessantes.

Segundo o autor NASCIF, a EDM é o conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida. O autor ainda comenta que é preciso deixar de ficar consertando, convivendo com os problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, desenvolver a manutenibilidade, dar *feedback* ao projeto e interferir tecnicamente nas compras.

Para TAVARES, a Engenharia da Manutenção tem as seguintes atribuições:

- Elaborar especificações de compra de materiais e novos equipamentos;
- Analisar relatórios emitindo sugestões;
- Analisar o LCC (Custo do Ciclo de Vida dos Equipamentos) apresentando sugestões;
- Aplicar as técnicas do ABC (Custeio Baseado em Atividades) para indicar os processos onde devem ser reforçados os recursos e aqueles onde devem ser reavaliadas suas necessidades;
- Aplicar as técnicas de TOC (Teoria das Restrições) para determinar os pontos de processo onde existem “gargalos” e sugerir recomendações para reduzir os efeitos desses “gargalos” (re-engenharia de máquinas, métodos e processos);
- Avaliar e sugerir técnicas de preditiva.

KARDEC e NASCIF (2009) listam algumas atribuições que complementam as ideias de Tavares, para a Engenharia da Manutenção como: aumentar a confiabilidade e a disponibilidade; melhorar a manutenibilidade; aumentar a segurança; eliminar problemas crônicos; solucionar problemas tecnológicos; melhorar a capacitação do pessoal; dar suporte à execução; zelar pela Documentação Técnica; acompanhar os indicadores; participar de novos projetos; elaborar planos de manutenção e de inspeção e fazer sua análise crítica.

FERNANDES (2003) publicou em seu artigo na Revista Máquinas e Metais, que as ações da Engenharia de Manutenção reúnem um conjunto de ações para corrigir as deficiências anteriormente apresentadas e constitui-se em importante centro de informação, que subsidia a tomada de decisão para se atingir o objetivo principal da manutenção. Essas bases das ações estão diretamente relacionadas ao ciclo de gerenciamento da manutenção, mostrado na figura a seguir:

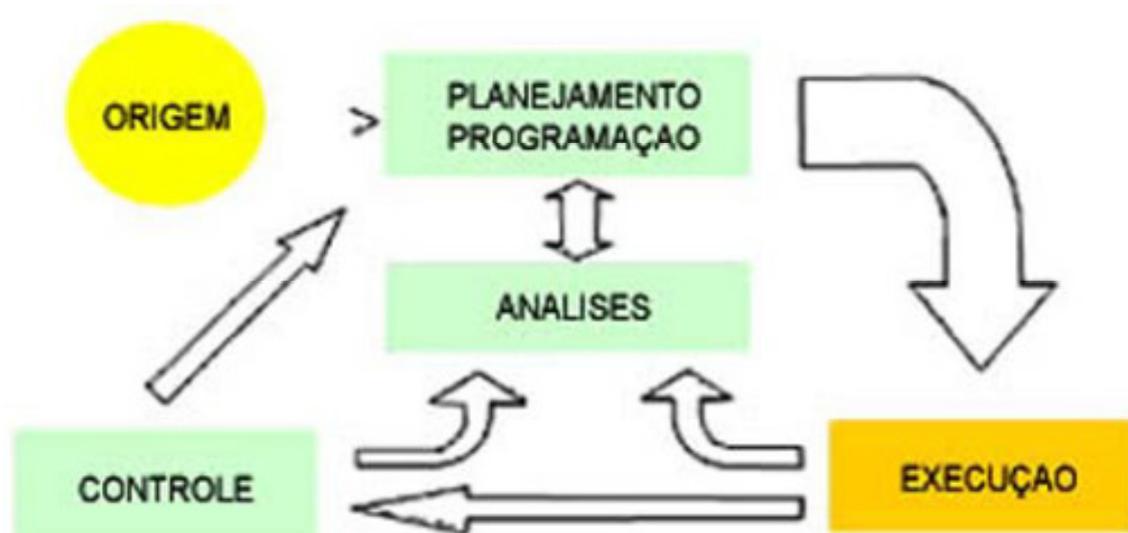


Figura 2: Ciclo de gerenciamento da manutenção
Fonte: Fernandes (2003).

2.5 TIPOS DE MANUTENÇÃO

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

Existe uma variedade muito grande de denominações para classificar a atuação da manutenção. Não raramente, essa variedade provoca certa confusão na caracterização dos tipos de manutenção.

Nos itens anteriores desse capítulo, mostramos algumas das filosofias mais usadas dentro dos ambientes industriais para gerenciar e organizar a manutenção. Entretanto, existem métodos de manutenção que qualquer indústria poderá implementar independente de que se tenha algum programa implementado. A seguir, descrevemos algumas delas:

2.5.1 Manutenção Preventiva

É aquela executada para reduzir falhas de equipamentos em um determinado período, normalmente determinado pelo fabricante do equipamento, ou obedecendo a um planejamento baseado em Intervalos Definidos de Tempo. Inversamente à Corretiva, a Preventiva procura obstinadamente a evitar a ocorrência de falhas, ou seja, procura prevenir.

Segundo os autores XAVIER (2003) e MOREIRA FILHO (2008), um dos segredos de uma boa preventiva está na determinação dos intervalos de tempo. Como na dúvida temos a tendência de sermos conservadores, esses intervalos normalmente são menores do que o necessário, fato que implica em paradas e nas trocas de peças desnecessárias.

A preventiva tem grande aplicação em instalações, ou em equipamentos que, caso haja falha, provoque catástrofes ou risco ao meio ambiente; em operação contínua ou sistemas complexos.

Como a MP está baseada em intervalos de tempo, é também conhecida como Manutenção Baseada no Tempo, ou *TIME BASED MAINTENANCE – TBM*.

KARDEC e NASCIF (2009) apontam fatores que devem ser levados em consideração para a adoção de uma política de manutenção preventiva:

- Quando não é possível a manutenção preditiva;
- Aspectos relacionados com a segurança pessoal ou da instalação que tornam mandatória a intervenção, para substituição de componentes;
- Por oportunidade em equipamentos críticos de difícil liberação operacional;
- Riscos de agressão ao meio ambiente;
- Em sistemas complexos, e/ou de operação contínua.

A manutenção preventiva será mais conveniente quanto maior for a simplicidade na reposição; quanto mais altos forem os custos de falhas; quanto mais as falhas prejudicarem a produção e quanto maiores forem as implicações das falhas na segurança pessoal e operacional.

Um dos pontos negativos em relação a esse tipo de manutenção é a introdução de defeitos não existentes no equipamento devido a:

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

Outro ponto negativo que a manutenção preventiva promove é a retirada do equipamento ou sistema de operação para execução dos serviços programados.

2.5.2 Manutenção Corretiva

É o tipo de manutenção que atua para a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado. Constitui também a forma mais cara de manutenção, no ponto de vista total do sistema. Segundo os autores ARAÚJO e SANTOS (2004), a manutenção corretiva pura e simples conduz a:

- Baixa utilização anual de dos equipamentos e máquinas;
- Diminuição da vida útil dos equipamentos, máquinas e instalações;
- Paradas de manutenção em momentos aleatórios e inoportunos, por corresponderem a épocas de ponta de produção, a períodos de cronograma apertado, ou até as épocas de crise geral.

Essa manutenção não é necessariamente dita como uma manutenção de emergência, pois entra em ação quando há quebra, ou quando o equipamento opera com um desempenho inferior do que o normal.

A manutenção corretiva pode ser dividida em duas classes: a corretiva não planejada (ou Emergencial), que é a correção de uma falha de maneira aleatória, ou seja, a correção da falha ou desempenho menor que o esperado após a ocorrência do tal fato. Uma desvantagem nesse tipo de manutenção é o alto custo, pois causam perdas de produção, perdas da qualidade, elevados custos indiretos de manutenção e também a extensão dos danos nos equipamentos é maior.

As quebras aleatórias podem ter consequências bastante graves. Para um equipamento, isso pode acarretar danos extensivos bem maiores.

A outra classe é a manutenção corretiva planejada, que se faz em função de um acompanhamento preditivo, detectivo, ou mesmo por uma decisão gerencial de se operar até ocorrer à falha.

Um bom trabalho planejado é sempre mais barato, rápido e mais seguro do que um trabalho não-planejado. A principal característica da corretiva planejada

é a função da qualidade da informação fornecida pelo acompanhamento do equipamento.

KARDEC (2009) descreve que 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 qualquer situação de risco para o pessoal ou para a instalação;
- Melhor planejamento dos serviços;
- Garantia da existência de sobressalentes, equipamentos e ferramental;
- Existência de recursos humanos com a tecnologia necessária para execução dos serviços e em quantidade suficiente, que podem ser buscados externamente à organização.

2.5.3 Manutenção Preditiva

Também conhecida como Manutenção sob Condição ou Manutenção com Base no Estado do Equipamento é o conjunto de atividades de acompanhamento das variáveis ou parâmetros que indicam condições ou desempenho dos equipamentos, de modo sistemático, podendo definir se será preciso ou não de intervenção.

Seu objetivo, segundo KARDEC e NASCIF (2009) é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. Os mesmos autores, em 1998, dizem que a manutenção preditiva pode ser feita quando se estabelece os parâmetros que informem seu desgaste ou processo de degradação do equipamento. A manutenção preditiva privilegia a disponibilidade à medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo.

O autor MOREIRA FILHO (2002) diz que se houver uma intervenção detectada por uma manutenção preditiva estamos fazendo uma Manutenção

Corretiva Planejada, ou conhecida como Manutenção Baseada na Condição do equipamento, essa manutenção permite que o equipamento opere por mais tempo e a intervenção ocorra com base em dados.

Os autores KARDEC e NASCIF ainda comentam que existem algumas condições básicas para se adotar a manutenção preditiva:

- O equipamento, o sistema ou a instalação devem permitir algum tipo de monitoração/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 autores ARAÚJO e SANTOS (op. cit.) listam algumas vantagens desse tipo de manutenção, como:

- Diminuição do número de intervenções corretivas, reduzindo o custo desta;
- Diminuição do número de intervenções corretivas ocorrendo em momentos inoportunos como em períodos de fim de semana, entre outros;
- Aumento na taxa de utilização anual dos sistemas de produção e de distribuição;
- Outras vantagens são a maior confiabilidade no equipamento, melhor previsão de disponibilidade e redução nos riscos de anomalias.

Atualmente, existem várias técnicas de monitoração para verificar se houve modificação nos parâmetros pré-estabelecidos ou mesmo uma alteração de desempenho. A seguir, segue as técnicas mais aplicadas de monitoramento dentro da técnica preditiva:

- Ensaios elétricos (corrente, tensão, isolamento);
- Análise de vibrações (nível global, espectro de vibração, pulsos de choque);

- Análises de óleos (viscosidade, teor de água e contagem de partículas);
- Análise de temperatura (termometria convencional e indicadores de partículas);
- Energia acústica (ultra-som e emissão acústica).

2.5.4 Manutenção Detectiva

A manutenção detectiva começou a ser referenciada apenas na década de 90. Partindo da necessidade do aumento da confiabilidade dos equipamentos, pode-se também identificar uma política chamada por MOUBRAY (2000) de detectiva.

Esse tipo de manutenção é largamente utilizado em sistemas de comandos ou de proteção, buscando detectar falhas ocultas, ou aquelas não perceptíveis para a equipe de manutenção. Podemos citar como exemplo um circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital, ou um exemplo mais simples e objetivo é o botão de teste de lâmpadas de sinalização e alarme em painéis.

A identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade. Em sistemas complexos essas ações só devem ser levadas a efeito por pessoal da área de manutenção, com treinamento e habilitação para tal, assessorando pelo pessoal de operação. (Kardec e Nascif, 2009 p.48)

É cada vez maior a utilização de computadores digitais em instrumentação e controle de processo nos mais diversos tipos de plantas industriais. À medida que aumenta a utilização de instrumentação de comando e de automação, maior a necessidade de manutenção detectiva para garantir a confiabilidade dos sistemas.

Neste tipo de manutenção, especialistas fazem verificações no sistema, sem tirá-lo de operação, são capazes de detectar falhas ocultas, e preferencialmente podem corrigir a situação, mantendo o sistema operando.

2.5.5 Manutenção Centrada em Confiabilidade – MCC

A MCC é uma metodologia usada para determinar o que deve ser feito para assegurar que qualquer ativo físico continue a fazer o que seus usuários querem que faça. Basicamente, combina várias técnicas e ferramentas para a administração da manutenção, como por exemplo, a árvore de decisão e a análise do modo de falhas e efeito. Devido a sua abordagem racional e sistemática, os programas de MCC têm sido reconhecidos como a forma mais eficiente de tratar as questões de manutenção.

Para FOGLIATTO e RIBEIRO (2009), a eficácia da MCC está baseada em alguns pilares próprios desse programa. Entre esses pilares, destacam-se:

- Amplo envolvimento de engenheiros, operadores e técnicos de manutenção, caracterizando um ambiente de engenharia simultânea;
- Ênfase no estudo das consequências das falhas, que direcionam todas as tarefas de manutenção;
- Abrangência das análises, que considera, questões associadas à segurança, meio ambiente, operação e custos;
- Ênfases nas atividades pró-ativas, envolvendo tarefas preditivas e preventivas;
- Combate às falhas escondidas, que reduzem a confiabilidade do sistema.

Essa manutenção é baseada na suposição de que a confiabilidade inerente de um equipamento produtivo é uma função de qualidade do projeto e construção.

KARDEC e NASCIF (2009) cita que uma abordagem clássica da MCC inclui:

- Seleção do Sistema;
- Definição das Funções e Padrões de Desempenho;
- Determinação das Falhas Funcionais e de Padrões de Desempenho;
- Análise dos Modos e Efeitos das Falhas;
- Histórico de Manutenção e Revisão da Documentação Técnica;

- Determinação de Ações de Manutenção – Política, Tarefas, Frequência.

O autor MOUBRAY (1997), no livro RCM II, mostra que o principal desafio dos atuais gerentes de manutenção é os seguintes:

- Selecionar técnicas mais apropriadas;
- Lidar com cada tipo de processo de falha;
- Satisfazer todas as expectativas dos proprietários dos itens, dos usuários dos itens e da sociedade como um todo;
- De forma mais econômica e duradoura;
- Com cooperação e suporte ativos de todas as pessoas envolvidas.

Segundo o autor BARROZO (2008), o melhor desempenho desta concepção está na utilização desde os primeiros momentos de um projeto de equipamento, e evoluindo à medida que o projeto vai crescendo dentro da empresa. A MCC pode ser descrita também por suas principais especificidades e características: preservar a função (por meio do modo de falha) e selecionar atividades de manutenção que sejam efetivas.

Ainda segundo Barrozo, a ideia principal da MCC é apresentada enfocando os quatro principais elementos que a caracterizam, que são:

- Preservação da função do sistema;
- Identificação das falhas funcionais e dos modos de falha dominante;
- Priorização das falhas funcionais de acordo com as suas consequências;
- Seleção das atividades de manutenção aplicada e de custo-eficiente favoráveis.

Além desses quatro principais elementos, a MCC deve garantir também que sete perguntas sejam respondidas de um modo satisfatório.

- Quais são as funções e os níveis normais de eficiência dos equipamentos em seu atual contexto operacional?
- Qual é o estágio da falha para haver perda da sua função?
- Qual é a causa de cada falha funcional?
- O que sucede quando cada falha ocorrer?

- De que forma cada falha se manifesta?
- O que se pode fazer para prevenir cada falha?
- O que se deveria fazer se uma tarefa preventiva adequada não pode ser executada?

Na MCC, determina-se o que deve ser feito para assegurar que um equipamento continue a cumprir suas funções no seu contexto operacional. À ênfase é determinar a manutenção preventiva necessária para manter o sistema funcionando, ao invés de tentar restaurar o equipamento a uma condição ideal.

Na manutenção tradicional, o enfoque é na característica técnica das falhas, enquanto na MCC, o enfoque é nos efeitos funcionais (operacionais) das falhas.

A MCC é um processo contínuo. Sua aplicação deve ser avaliada conforme a experiência operacional for acumulada. No início, a frequência de manutenção é determinada conservadoramente, pois não há informação específica disponível. A aplicação resulta na obtenção de dados que permitem reavaliar a frequência em bases mais realistas.

3 TOMADA DE DECISÃO

Tomar decisões sempre fez e sempre fará parte de qualquer atividade do ser humano, desde a mais simples rotina de atividade, até o mais complexo projeto de uma grande empresa. Para cada situação existem diferentes problemas e diferentes graus de dificuldades para tornar-se uma decisão.

A tomada de decisão é constante no dia a dia e a todo o momento. Pessoas estão sendo colocadas numa posição que é necessário optar, examinar, investigar, decidir, escolher e agir para opções que lhe são oferecidas. Ela consiste na escolha de uma opção ou mais dentre diversas alternativas existentes, seguindo passos previamente estabelecidos a fim de culminar numa solução que resolva ou não o problema.

Alguns autores afirmam que decidir é ter uma posição em relação ao futuro. GOMES et al. (2002) definem decisão sendo o “processo de colher informações, atribuir importância a elas, posteriormente buscar possíveis alternativas de solução e posteriormente, fazer a escolha entre essas alternativas”. Segundo ainda os autores Zeleny apud Gomes et al.(2002) “a tomada de decisão é um esforço para tentar resolver problemas de objetivos conflitantes, cuja presença impede a existência da solução ótima e conduz à procura do melhor compromisso”.

SOUZA (2002) afirma ainda que uma boa decisão é uma consequência lógica daquilo que se quer, daquilo que se sabe e daquilo que se pode fazer, a saber, que:

- **O que se quer** se refere às preferências que se têm pelas diversas consequências das decisões.

- **O que se sabe** é o conhecimento em relação às grandezas envolvidas no processo e das relações entre elas.

- **O que se pode fazer** são as alternativas disponíveis e possíveis de ação.

Apesar da importância para o processo de administrar, se percebe que muitos profissionais acabam falhando em suas decisões. A existência de problemas é um dos geradores de decisões. A figura a seguir mostra uma tomada de decisão como um todo.

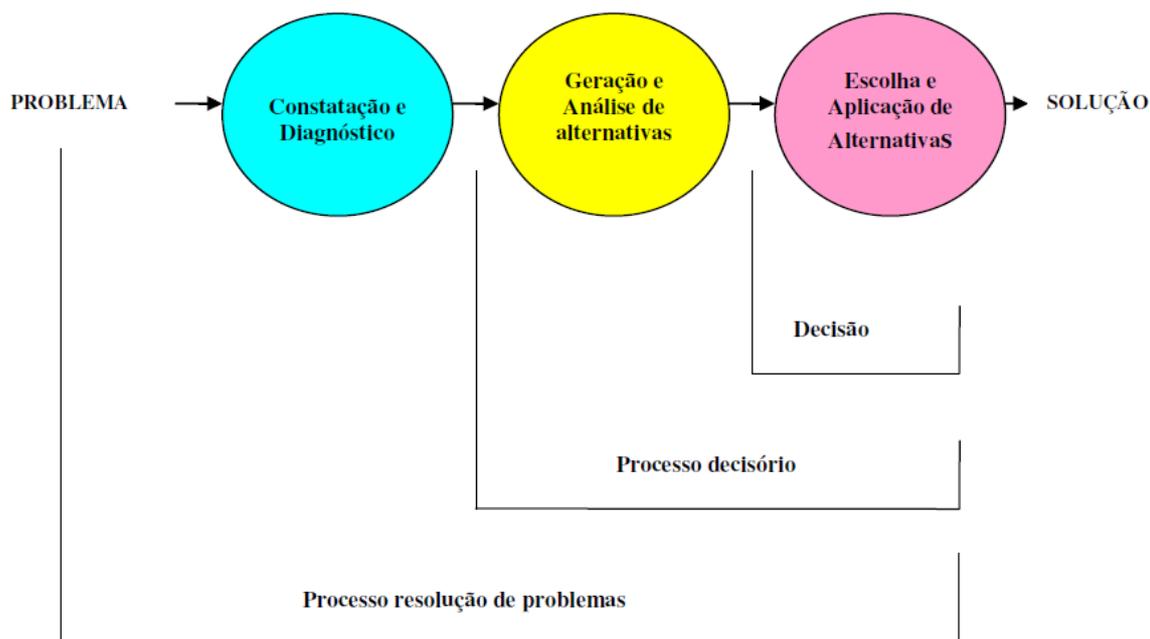


Figura 3: Esquema do processo de decisão.

Fonte: Loriggio (2002, p.24)

3.1 TIPOS E PRINCIPAIS MÉTODOS DE DECISÃO

As decisões podem ser classificadas como programadas – que são aquelas repetitivas e rotineiras e, facilmente, pode-se criar um processo definido para abordá-las, não sendo necessário reiniciar o processo decisório (SIMON,1963). Segundo o mesmo autor, os não programados caracterizam-se por serem novos não estruturados. Não existe um método prefixado para se tratar, devido há alguns motivos como: não foi apresentado antes, por sua natureza, ou pela sua importância. Essas decisões destinam-se aqueles problemas que não são compreendidos e tendem a ser singulares.

A tomada de decisão organizacional envolve uma formulação estratégica, que pode ser quatro modelos: modelo racional, modelo processual, modelo político e modelo analítico.

Existem diversos métodos disponíveis e que podem ser usados em aplicações em que há interesses e fatores de influência diversos. Esses métodos são chamados de Tomada de Decisão Multicritério, que, segundo o autor MORITA (2000, p. 392-399) existe pelo menos 10 tipos de métodos com

características próprias que podem ser utilizados. São eles: Delphi, Q-Sort, Soda, Tows, ISM, UT, Electre, AHP, ANP e Macbeth.

PAIVA (2002), diz que o processo administrativo abrange quatro tipos principais de decisão, chamados também de processo ou funções que são:

- Planejamento: consiste em tomar decisões sobre objetivos e recursos necessários para realizá-los;
- Organização: consiste em tomar decisões sobre a divisão de responsabilidade e autoridade entre pessoas e sobre a divisão de recursos para realizar tarefas e objetivos;
- Direção: compreende as decisões que acionam recursos, especialmente pessoas, para realizar tarefas e alcançar os objetivos;
- Controle: consiste em tomar decisões e agir para assegurar a realização dos objetivos.

Os autores FREITAS e KLADIS (2005), descreveram que as decisões podem ser classificadas de acordo com o contexto onde ocorrem,

- Estratégico: as decisões englobam a definição de objetivos, políticas e critérios gerais para planejar o curso da organização;
- Tático: as decisões normalmente relacionadas com o controle administrativo e utilizadas para decidir sobre operações de controle, formulação de novas regras de decisão que irão ser aplicadas por parte do pessoal de operação;
- Operacional: a decisão é um processo do qual se assegura que as atividades operacionais sejam bem desenvolvidas, utilizando-se procedimentos e regras de decisões preestabelecidas.

SCHERMERHORN Júnior (1999) aponta três métodos que podem ocorrer dentro de uma empresa, em relação à maneira como decisões são tomadas:

- Decisões individuais: pressupõe que o tomador tem a informação e o conhecimento suficiente para tomar uma boa decisão;
- Decisões consultivas: o tomador busca informações e conselho de outras pessoas sobre um problema, e com base nas informações colhidas e em sua interpretação, escolhe a que julga a melhor;
- Decisões em grupo: o tomador pede ao grupo que tomem ou o ajudem a tomar uma decisão final para a solução de um determinado problema.

CHIAVENATO (1989, p.496) apresenta a figura a seguir dois tipos de decisão e as técnicas tomadas, e ainda seus desdobramentos.

Tipos de decisões		Técnicas de tomada de decisão	
		Tradicionalis	Modernas
Programadas	Decisões repetitivas de rotina	Hábito Rotina (procedimentos padronizados de ação)	Pesquisa operacional Análise matemática Modelos, Simulação
	Decisões através de processos específicos estabelecidos pela organização	Estrutura organizacional (Sistema de objetivos, Canais de comunicação bem definidos)	Processamento eletrônico de dados
Não-programadas	Decisões de momento, mal estruturadas e de novas políticas	Julgamento, intuitivo e criativo. Regras empíricas. Seleção e treinam. de executivos	Técnicas heurísticas de solução de problemas aplicadas a: a) treinamento de homens p/ decisões. b) estabelecimento de programas heurísticos Para computador
	Decisões tratadas pelos processos gerais de solução de problemas		

Quadro 2: Tipo de Decisões X Técnicas de tomada de decisão
Fonte: Chiavenato(1989).

3.2 ETAPAS DO PROCESSO DECISÓRIO

Segundo o autor SIMON (1963), a tomada de decisão é um processo de análise e escolha entre alternativas disponíveis do curso de ação que a pessoa deve seguir.

O autor ainda aponta seis elementos que fazem parte do processo de tomada de decisões: primeiro tem-se a pessoa que faz a escolha, o tomador de decisão, em seguida, os objetivos que o tomador de decisão pretende alcançar com suas ações, em seguida, vêm os critérios utilizados ou as “preferências” do tomador de decisão, logo depois, a estratégia que corresponde ao curso da ação que é escolhido para atingir os objetivos. Na sequência, os aspectos do ambiente que envolve a pessoa que vai tomar as decisões, que em sua maioria, encontram fora do seu controle, conhecimento ou compreensão e que afeta a escolha. E por último, vem o “resultado” que é a consequência ou resultado de uma estratégia de decisão.

Outro autor que comenta sobre o processo decisório é QUELOPANA, dizendo que algumas decisões exigem análises detalhadas. Se a decisão é tão importante quanto complexa, então vale a pena analisá-la formalmente.

Quelopana (2003) descreve que:

O processo decisório pode ser visto como uma sequência de sensações, percepções e desejos, que deveria passar por uma ou mais decisões e prosseguir com a observação dos resultados das ações tomadas, numa ligação contínua com o processo decisório, estágio em que nossa intuição estaria enriquecida com as experiências vivenciadas no processo decisório anterior. (QUELOPANA,2003, p.24).

Confirmando a ideia de uma análise formal, o autor BISPO (1998) argumenta que as etapas do processo decisório devem seguir um modelo lógico e racional, ou seja: identificar o problema; levantar as variáveis do problema; elaboração de alternativas; avaliação das alternativas obtidas (comparação); escolha da melhor alternativa ou a mais viável (decisão); implementação da alternativa escolhida; acompanhamento dos resultados; análise dos resultados; extração das lições positivas e negativas obtidas e avaliação da aplicação do modelo gerado para solucionar outros problemas semelhantes.

Na figura a seguir, podemos resumir didaticamente as etapas do processo decisório:

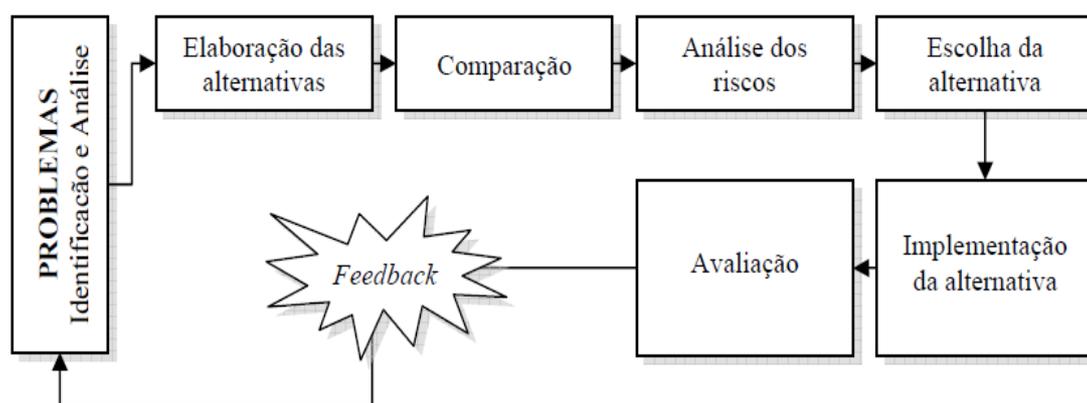


Figura 4: Etapas do processo decisório

Fonte: MIGLIOLI (2006).

3.3 DECISÃO MULTICRITÉRIO

Os problemas de tomada de decisão são comuns em diversas áreas, e na manutenção não é diferente. Desde os tempos mais remotos o homem tenta resolvê-la, tendo apoio em raciocínios dedutivos, abstrações e heurísticas, com o objetivo de orientar e validar as suas escolhas. (Gomes, Araya e Carignano, 2004).

A decisão apresenta-se como uma das mais importantes atividades dos gestores em suas áreas de atuação. E na manutenção industrial, depara-se a todo o momento com tais situações que exigem decisões, muitas delas de alta complexidade. Os autores MARÇAL e SUSIN (2005) descrevem que mantenedores, engenheiros e demais profissionais de manutenção, deparam-se atualmente com as mais complexas tarefas na atividade de manutenção e para se assegurarem de cumprir tais tarefas assertivamente, esses profissionais buscam uma série de ferramentas que vão auxiliar no processo de tomada de decisão.

Segundo os autores GOMES, ARAYA e CARIGNANO (2004, p.1), de um modo geral, os problemas de tomada de decisão apresentam pelo menos uma das características a seguir:

- Os critérios para resolução do problema são conflitantes entre si;
- Tanto os critérios como as alternativas não estão claramente definidas, e as consequências da escolha não são devidamente compreendidas;
- Os critérios e alternativas podem estar interligados;
- A solução do problema depende de um conjunto de pessoas, cada um com ponto de vista próprio;
- As restrições dos problemas não estão bem definidas, podendo existir dúvidas;
- Existem critérios quantificáveis, e outros somente o são por meio de juízos de valor efetuados sobre uma escala;
- A escala para um critério pode ser cardinal, verbal ou ordinal, dependendo da disponibilidade de dados e da natureza dos critérios.

As abordagens multicritérios são formas de modelar os processos de decisão. Elas englobam uma decisão a ser tomada, os eventos desconhecidos

que podem afetar os resultados, os possíveis custos de ação e os próprios resultados.

Dentro desse contexto sobre decisão multicritério, existe o chamado Apoio Multicritério a Decisão (AMD), que é um conjunto de técnicas e métodos para auxiliar ou apoiar pessoas e organizações a tomarem uma decisão. O princípio do AMD é buscar o estabelecimento de uma relação de preferências entre as alternativas que estão sendo avaliadas sob a influência de vários critérios. (ALMEIDA & COSTA, 2003).

Segundo o autor BOUYSSOU (1990) apud MELLO et al(2005), é citado algumas vantagens sobre a abordagem multicritério:

- Torna viável a construção de uma base para diálogo entre analista e decisores, que fazem o uso de diversos pontos de vista comuns;
- Provê facilidade em incorporar incertezas aos dados sobre cada ponto de vista;
- Permite encarar cada alternativa como um compromisso entre objetivos em conflito.

Essa abordagem multicritério constitui na forma de modelar os processos de decisão, onde entra em jogo a decisão a ser tomada, os eventos desconhecidos que podem afetar os resultados, os possíveis cursos de ação e os próprios resultados.

Dessa forma, as abordagens funcionam como base para uma discussão, onde há conflitos entre decisores, ou quando a percepção dos problemas não está totalmente consolidada (Bouyssou,1989). Estas abordagens foram desenvolvidas para problemas que incluem aspectos qualitativos e/ou quantitativos, tendo como base o princípio de que a experiência e o conhecimento das pessoas são valiosos quanto os dados utilizados para a tomada de decisão (Schmidt, 1995).

O MMAD ou Métodos Multicritérios de Apoio à Decisão permitem avaliar critérios que não podem ser transformados em valores financeiros. A sua aplicação é apropriada para comparação de alternativas de projetos, políticas e cursos de ação e também para analisar projetos específicos, identificando seu impacto global, as ações mais eficazes e as que devem ser modificadas (Fernandes, 1996).

Através dos modelos multicritérios, o “decisor” poderá estimar as possíveis implicações de cada curso de ação, de modo a obter uma melhor compreensão das vinculações entre suas ações e seus objetivos (Flament, 1999).

Para SOARES (2003), o MMAD possui duas vantagens decisivas: a de definir e evidenciar a responsabilidade do “decisor” e melhorar a transparência do processo de decisão. Outra vantagem é relacionada com o consenso geral em um grupo multidisciplinar na tomada de decisão: com o uso da análise multicritérios, não é necessário que todos concordem com a importância relativa dos critérios ou o *ranking* das alternativas (Mendoza, 1999).

4 ANÁLISE EXPLICATIVA

A manutenção, para ser estratégica precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização, mas, sobretudo é preciso deixar de ser apenas eficiente e se tornar eficaz.

Os capítulos anteriores tiveram como objetivos mostrar sobre alguns tipos de métodos e filosofias da manutenção, além de um embasamento teórico sobre a tomada de decisão.

Segundo KARDEC e NASCIF (op. cit.), para se alcançar às metas planejadas, ou seja, ir da “situação atual” para a “visão do futuro”, é preciso implementar, em toda a organização, um plano de ação suportado pelas melhores práticas, conhecido também como caminhos estratégicos.

Para se tomar uma decisão, é igualmente importante esquematizar de forma precisa. Isso significa elaborar o *layout* do problema de maneira completa, correta, clara e concisa. Isto está na essência da tomada de decisão segura.

Neste capítulo, faremos uma análise sobre os custos que tem a manutenção e o que pode ser afetado com isso, além de outros impactos que pode ter no ambiente industrial quando se aplica um método de manutenção. Nesse mesmo capítulo, mostraremos alguns programas que ajudam na tomada de decisão.

4.1 CUSTO DA FALTA DE MANUTENÇÃO

Para se tomar uma decisão para escolha do tipo de manutenção a ser realizada, é importante ressaltar o custo que vai gerar a manutenção, ou mesmo a falta dela.

A produtividade pode ser a mais afetada quando a falta de manutenção ou a manutenção ineficaz causam aumento dos tempos de produção pela redução do desempenho, mesmo não havendo uma parada efetiva no equipamento.

A redução do desempenho do equipamento, que traz a diminuição da qualidade e da produtividade, pode ser evitada com políticas adequadas de

manutenção que garantam a eficiência do equipamento. Uma política adequada de manutenção deve manter a capacidade e a disponibilidade da máquina, evitando quebras e criando condições de uma intervenção corretiva rápida e eficaz, quando a falha ocorrer. Entretanto, pode-se dizer que uma política inadequada de manutenção traz custos adicionais relacionados à falta de produtividade – desde as horas extras necessárias para cumprir a produção até perdas de contrato – todos mensuráveis, além de outras perdas não mensuráveis, como o desgaste da imagem da empresa. (Kardec e Nascif, 2001).

É importante observar, na busca de um ponto ótimo, que a política de manutenção a ser adotada deve levar em consideração aspectos como a importância do equipamento para o processo, o custo do equipamento e de sua reposição, as consequências das falhas do equipamento no processo, o ritmo de produção e outros fatores que indicam que a política de manutenção não pode ser a mesma para todos os equipamentos, mas deve ser diferenciada para cada um deles, na busca do ponto ótimo entre disponibilidade e custo. (Marcorin e Lima, 2003).

Antes de tomar qualquer tipo de decisão, os gestores terão que ter em mente vários aspectos que precisam levar em consideração na hora de tomar a decisão para aplicar uma determinada técnica de manutenção.

4.2 ASPECTOS QUE PODEM AFETAR A DECISÃO

Gestores, engenheiros, pessoas do setor gerencial, antes de se tomar qualquer decisão, tanto na manutenção como em qualquer outro setor, é importante ter em mente alguns aspectos que podem afetar suas decisões.

Um dos aspectos é o meio ambiente. Deve-se pensar em uma tomada de decisão sem afetar o ambiente em que está a fábrica. Dentro da manutenção há problemas em deixar algum resíduo, óleos, peças obsoletas que, se não forem tratados da forma correta, podem prejudicar o meio ambiente que envolve a fábrica.

Outro aspecto que pode ser relevante é a do ser humano. A cada decisão de uma intervenção para a manutenção, seja em um equipamento, ou em um processo, temos que observar qual a periculosidade que o trabalho será submetido. Sempre possível o gestor orientar um técnico capacitado para executar determinada manutenção, sempre utilizando equipamentos de proteção individual (EPI), abrindo as permissões de trabalho (PET) ou as ordens de serviços. É importante cada gestor conhecer os profissionais que estão trabalhando, qual é a sua área de conhecimento, seus cursos e conhecimentos sobre segurança no trabalho, normas de segurança, quais possuem cursos específicos como trabalho em altura, espaço confinado, dentre outros. Sempre visando preservar os funcionários, evitando acidentes e executando maus trabalhos, podendo interferir no setor da manutenção, e conseqüentemente, na empresa.

4.3 MÉTODOS MULTICRITÉRIOS DE APOIO À DECISÃO – MMAD

As técnicas de análise multicritério surgiram nas décadas de 70 e 80, substituindo os modelos ortodoxos de pesquisa operacional, surgidas nos anos 50 para resoluções de problemas nas forças armadas durante a 2ª Guerra Mundial.

A abordagem multicritério de apoio à decisão pode ser caracterizada como um conjunto de métodos que buscam tornar claro um problema, no qual as alternativas são avaliadas por múltiplos critérios, nos quais a maioria dos casos é conflitante (GOMES et. al., 2002). Elas são formas de modelar os processos de decisão que englobam: uma decisão a ser tomada, os eventos desconhecidos que podem afetar os resultados, os possíveis cursos de ação e os próprios resultados.

Os métodos de apoio multicritério à decisão têm um lado científico, mas ao mesmo tempo, subjetivo, apresentando consigo a capacidade de agregar todas as características consideradas importantes, inclusive as não quantitativas, com o objetivo de permitir a transparência e a sistematização do processo

referente aos problemas de tomada de decisões (GOMES, ARAYA e CARIGNANO, 2004).

Existem vários métodos desenvolvidos para a abordagem e tratamento de problemas com múltiplos critérios. Podemos destacar aqui a teoria Multiatributo (MAUT); os métodos de sobreclassificação, como a família ELECTRE e a família PROMETHEE; além de outros métodos apresentados na literatura como o SMARTH, AHP, TODIM e MACHBETH.

4.3.1 Execução da análise multicritério

A análise multicritério é desenvolvida em etapas, que pode ser apresentadas da seguinte maneira (SOARES, 2003):

- a) Formulação do problema: corresponde à definição do que se decidir, de forma simples;
- b) Determinação das ações ou alternativas potenciais: as pessoas envolvidas na tomada de decisão devem constituir um conjunto de ações que atendem ao problema;
- c) Definição dos critérios de avaliação: elaborar um conjunto de critérios que possa avaliar os efeitos causados ao meio ambiente. É uma tarefa longa, com aproximações entre os objetivos desejados e a possibilidade de atendimento com os recursos financeiros, tempo e conhecimentos.
- d) Avaliação das alternativas: formada geralmente por uma matriz de avaliações ou tabela de performances.
- e) Determinação dos pesos dos critérios e limites de discriminação: os pesos traduzem a importância de cada critério, relevando as preferências dos decisores. A ponderação dos critérios pode ser realizada com o uso de várias técnicas como hierarquização de critérios, notação, distribuição de pesos, regressão múltipla, jogos de cartas, entre outros (SOARES, 2003).
- f) Agregação dos critérios: preenchendo a matriz de avaliação, os critérios são agregados, segundo um modelo matemático definido. As ações serão em seguida comparadas entre si por um julgamento relativo de seus valores.

A figura a seguir mostra as etapas do processo de análise de multicritérios de apoio à decisão.

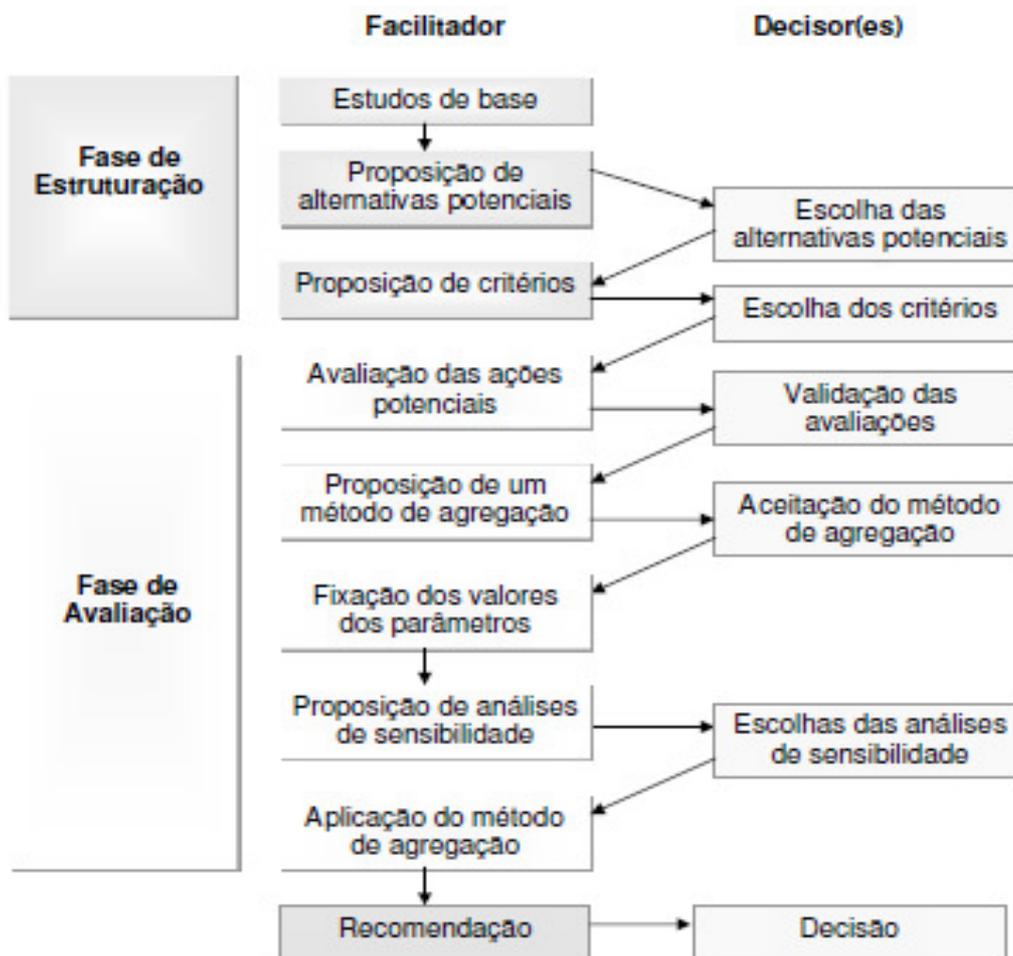


Figura 5: Etapas do processo de análise multicritério de apoio à decisão

Fonte: Vilas Boas (2006).

A execução dessas etapas pode apresentar algumas dificuldades, entre elas a existência de múltiplos critérios, dificuldades em identificar boas opções, presença de fatores intangíveis, multiplicidade de grupos afetados pelas decisões, natureza sequencial das decisões, horizonte de longo prazo, risco e incerteza, risco à vida, natureza interdisciplinar dos impactos, presença de vários “decisores” e interdependência entre critérios.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo ajudar e complementar o estudo feito sobre tomadas de decisões no ambiente de trabalho, principalmente no setor de manutenção. O que pudemos mostrar foi alguns dos métodos e programas de manutenção mais usados para dentro do ambiente industrial para que o gestor ou a pessoa encarregada possa tomar conhecimento e colocando em prática a melhor técnica que achar cabível.

As decisões gerenciais afetam a sobrevivência da empresa, e a própria vida daqueles que giram em torno dela, sejam empregados, fornecedores ou mesmo clientes. Por isso mesmo que a tomada de decisão na empresa é algo tão importante não apenas no ambiente interno.

Ao longo do tempo, o processo decisório tende-se a apoiar em fatores para que o tomador de decisões tenha segurança diante do problema surgido. Pode-se dizer que dependendo da abordagem, sempre haverá dois tipos de situações: a de tomada de decisão programada e não programada e estes influenciam nos métodos aplicados para se conseguir soluções adequadas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. T.; COSTA, A. P. C. S.;** *Aplicações com Métodos Multicritérios de Apoio a Decisão*. Editora Universitária. 2003.
- ARAÚJO, I. M.; SANTOS, C. K. S.** *Projeto Apostila Virtual*. Disponível em: <<http://www.cae.ufrn.br/manut/cap03.htm>>. Acesso em: 12 setembro de 2012.
- BRANCO, F.G.** *A organização, o planejamento e o controle da manutenção*. Ciência Moderna. Rio de Janeiro. 2008.
- CHIAVENATO, I.** *Introdução à teoria geral da administração*. ed. 5. Campus. Rio de Janeiro. 1999.
- FERNANDES, M.A.** Como aumentar a disponibilidade das máquinas e reduzir custos de manutenção. *Revista Máquinas e Metais*. ed 447. pg 316-329. 2003.
- FILHO, J. R.** *GESTÃO DE MANUTENÇÃO EM MANUFATURA: APLICAÇÃO DA TEORIA DA DECISÃO BASEADA EM CONCEITOS DE CONFIABILIDADE*. Dissertação de Mestrado. 105 p. Escola Politécnica de São Paulo. São Paulo. 2008.
- FLOGIATTO, F. S.; RIBEIRO J. L. D.** *Confiabilidade e Manutenção Industrial*. Ed. Elsevier. Rio de Janeiro. 2009.
- FREITAS, H.; KLADIS, C. M.;** *O processo decisório: modelos e dificuldades*. *Revista Decidir*. n. 8. 1995.
- GOMES, L. F. M. A.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C.** *Tomada de decisões em cenários complexos*. Pioneira. São Paulo. 2004.
- HELMANN, K. S.; MARÇAL R. F. M.** *Método Multicritério de Apoio à Decisão na Gestão da Manutenção: Aplicação do Método ELECTRE I na Seleção de Equipamentos Críticos para Processo*. *Revista Gestão Industrial*, v.03, n. 01, p. 123- 134, UTFPR – Campus Ponta Grossa. 2007.
- JASINSKI, A.; JUNIOR, O. R.;** *MODELO DE PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 120 p. Ponta Grossa. 2005.
- KARDEC, A.; NASCIF J.** *Manutenção: função estratégica*. 3 ed. Qualitymark: Petrobrás. Rio de Janeiro. 2009.
- LAFRAIA, J. R. B.;** *Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade*. 388 p. Qualitymark: Petrobras. Rio de Janeiro. 2001.
- LOPES, Y.; COSTA, A.P.C.S.** *Modelo de Decisão para Seleção de Sistemas de Informação Baseado em Decisão Multicritério E Programação Inteira 0-1*.

Artigo da Revista Gestão Industrial, v.03, n.04, p.135-146. UTFPR – Campus Ponta Grossa, 2007.

MARCORIN, W. R.; LIMA, C. R. C.; *Análise dos Custos de Manutenção e de Não-Manutenção de Equipamentos Produtivos*. Artigo publicado na Revista de Ciência & Tecnologia. v. 11. Nº 22. Pg. 35-42. 2003.

MIGLIOLI, A. M. *TOMADA DE DECISÃO NA PEQUENA EMPRESA: ESTUDO MULTICASO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS INFORMATIZADAS DE APOIO À DECISÃO*. Dissertação de Mestrado, 107p. Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo. 2006.

MORITA, H. *Metodologias para estruturação e Avaliação da Decisão nas Organizações: Uma pesquisa*. Atlas. São Paulo. 2000.

MOUBRAY, J. *RCM II: Reliability-centred Maintenance*. 2 ed. Butterworth-Heinemann. Grã-Bretonha. 1997.

NETO, T. C. M.; A HISTÓRIA DA EVOLUÇÃO DO SISTEMA E DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO. 2011. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/a-historia-da-evolucao-do-sistema-de-gestao-de-manutencao/75650/>>. Acesso em 06 de agosto de 2012.

PAIVA, W. P.; *Avaliação de habilidades para tomada de decisão em administração de empresas*. Dissertação. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2002.

PASCHOAL, D. R. S.; MENDONÇA, M. A.; MORAIS, R. D.; GITAHY, P. F. S. C. R.; LEMOS, M. A.; *Disponibilidade e Confiabilidade: Aplicação da Gestão da Manutenção na Busca de Maior Competitividade*. Artigo publicado na Revista da Engenharia de Instalações do mar da FSMA. n. 03. Jan/Jun 2009.

QUELOPANA, E. M.; *Conhecimento e decisão: um estudo sobre a relação entre o conhecimento e a qualidade da decisão*. Dissertação. 141 p. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003.

SCHERMERHORN JR., J. R. *ADMINISTRAÇÃO*. LTC. Rio de Janeiro. 1999.

SELITO, M. A.; BORCHARDT, M.; ARAUJO, D. R. C.; *Manutenção centrada em confiabilidade: aplicando uma abordagem quantitativa*. Artigo publicado no XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba. 2002.

SOARES, S. R. *Análise multicritério como instrumento de gestão ambiental*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. UFSC. Florianópolis. 2003.

SOUZA, J. B. *ALINHAMENTO DAS ESTRATÉGIAS DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO (PCM) COM AS FINALIDADES E FUNÇÕES*

DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP): UMA ABORDAGEM ANALÍTICA. Dissertação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 169 p. Ponta Grossa. 2008

SOUZA, F. M. C. de; *Decisões racionais em situação de incertezas.* UFPE. Recife. 2002.

TAVARES, L. A. *Desenvolvimento da Organização da Manutenção.* Artigo publicado na Revista Nova Manutenção Y Qualidade. n 54. 2005.

TSCHOEKE, E.; MARÇAL, R. F. M.; RESENDE, L. M. M. *TRANSFORMANDO A GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM COMPETITIVIDADE, PRODUTIVIDADE E LUCRATIVIDADE DENTRO DE UM AMBIENTE PRODUTIVO.* Encontro Paranaense de Empreendedorismo e Gestão Empresarial. Ponta Grossa. 2009.

VIANA, H. R. G.; *PCM: Planejamento e Controle da Manutenção.* Qualitymark. Rio de Janeiro. 2002.

VILAS BOAS, C. L. *Modelo multicritério de apoio à decisão aplicado ao uso múltiplo de reservatórios: estudo da barragem do Ribeirão João Leite.* Dissertação de Mestrado em Economia. 158 p. Universidade de Brasília. Distrito Federal. 2006.

XAVIER, J. N.; *Manutenção: Tipos e Tendências.* Disponível em : <<http://tecem.com.br/site/downloads/artigos/tendencia.pdf>>. Acesso em 10 de agosto de 2012.