

Campus de São Carlos

**UMA ABORDAGEM SISTÊMICA PARA
DIAGNÓSTICOS EM MANUTENÇÃO
INDUSTRIAL**

MARCELO WILSON ANHESINE

Orientador: Prof. Tit. João Vítor Moccellin

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



**ESCOLA DE ENGENHARIA
DE SÃO CARLOS**

17. 3 2013-1110

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

24.09.99
DE

**UMA ABORDAGEM SISTÊMICA PARA DIAGNÓSTICOS
EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

Marcelo Wilson Anhesine



Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Mecânica.

ORIENTADOR: Prof. Dr. João Vitor Moccellin

São Carlos
1999

Class.	TESE
Curr.	0365
Tombo	0158/99

5/3 105011

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

A596a Anhesine, Marcelo Wilson
Uma abordagem sistêmica para diagnósticos em
manutenção industrial / Marcelo Wilson Anhesine.
-- São Carlos, 1999.

Tese (Doutorado) -- Escola de Engenharia de São
Carlos-Universidade de São Paulo, 1999.

Área: Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. João Vitor Moccellin.

1. Gerência de manutenção. 2. Sistemática de
diagnóstico. 3. Planejamento da manutenção.
4. Manutenção. I. Título.

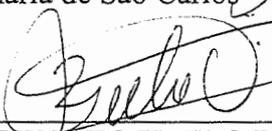
FOLHA DE APROVAÇÃO

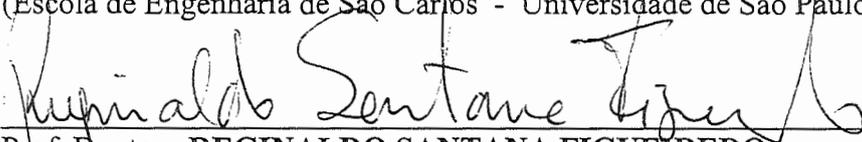
Candidato: Engenheiro **MARCELO WILSON ANHESINE**

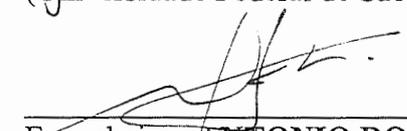
Tese defendida e aprovada em 24.09.1999
pela Comissão Julgadora:

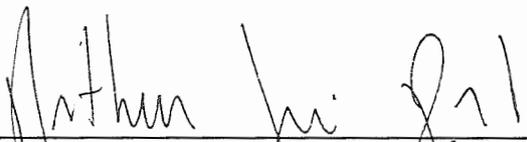

Prof. Titular **JOÃO VITOR MOCCELLIN (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)

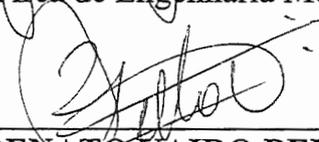

Prof. Associado **SAMUEL IRATI NOVAES GOMES**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)


Prof. Associado **RENATO VAIRO BELHOT**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)


Prof. Doutor **REGINALDO SANTANA FIGUEIREDO**
(Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)


Engenheiro **ANTONIO ROBERTO GABAN**
(Especialista - Raggar Manutenção e Serviço Ltda.)


Prof. Associado **ARTHUR JOSÉ VIEIRA PORTO**
Coordenador da Área de Engenharia Mecânica


Prof. Associado **RENATO VAIRO BELHOT**
Vice-Presidente da Comissão de Pós-Graduação
em exercício

Jeronyma Faria Anhesine

(In memoriam)

Pelas mensagens de incentivo e estímulo.

AGRADECIMENTOS

O primeiro agradecimento é dirigido a DEUS por ter me dado a força e a saúde necessárias para o término deste trabalho.

À minha família, esposa e filha, que manteve-se firme durante meus longos períodos de ausência nestes 5 anos de estudos, pesquisas, inspiração e muita transpiração.

Aos amigos que participaram da realização deste trabalho, dando sua indispensável e pessoal contribuição, em especial aos professores Renato V. Belhot, João Vitor Moccellin e Samuel Irati Novaes Gomes.

É relevante destacar também, a participação dos colaboradores das empresas entrevistadas em especial aos Engenheiros Eduardo Toscano de Sá coordenador do setor de manutenção da VCP Celpav do Grupo Votorantim, Milton Augusto Galvão Zen – Supervisor de Manutenção da Fábrica de Eixos da Mercedes Benz do Brasil S.A., Fernando Celso de Godoy – Supervisor da VCP Florestal do Grupo Votorantim, Antonio Roberto Gaban especialista no setor de manutenção industrial da empresa de consultoria RAGGAR Manutenção e Serviços Ltda.

Um especial agradecimento a diretoria da SEMAPI SISTEMAS LTDA e SEMAPI MANUTENÇÃO PREDITIVA S/A, aos Srs. Artur Der Haroutiounian e José Manoel Peinado - Pepe, pelo apoio e colaboração a este trabalho.

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	vii
Lista de Tabelas.....	ix
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	x
Resumo.....	xi
<i>Abstract</i>	xii
1.0 – INTRODUÇÃO.....	1
1.1 – Projeto de Pesquisa.....	2
1.2 – Projeto de Tese.....	4
1.3 – Objetivos.....	6
1.4 - Justificativas.....	7
2.0 – EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO.....	9
2.1 - Os Sistemas de Produção.....	9
2.1.1 – Produção Artesanal.....	13
2.1.2 – Produção em Massa.....	14
2.1.3 – Produção Enxuta.....	15
2.2 – A Função Manutenção.....	16
2.2.1 – A Evolução da Manutenção Corretiva à Manutenção Preventiva.....	23
2.2.1.1 – Tratamento Estatístico da Falha.....	26
2.2.1.2 – Problemas Gerenciais da Manutenção Corretiva devido às falhas.....	29
2.2.2 – A Confiabilidade e a Manutenção Preventiva.....	32
2.2.3 - O Monitoramento Contínuo e a Manutenção Preditiva.....	40
3.0 – O GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO.....	49
3.1 - O Homem de Manutenção.....	49
3.2 – A Metodologia KAIZEN.....	50
3.3 – A Metodologia 5S.....	53
3.4 – A Metodologia TPM.....	56
3.4.1 – Conceitos e objetivos do TPM.....	56
3.4.2 – Implantação do TPM.....	58

3.4.3 - Objetivos Estratégicos do TPM.....	60
3.5 – A Metodologia RCM.....	62
3.5.1 – Conceitos Básicos	62
3.5.2 - Objetivos da RCM.....	64
3.5.3 - Etapas do processo de implementação da RCM.....	67
3.5.4 - Definição da Política de Manutenção.....	68
3.5.5 - Processo final de implementação.....	71
3.6 – Sistemas Informatizados de Manutenção.....	75
3.6.1 - O Gerenciamento da Manutenção e os Sistemas Informa- tizados.....	77
3.6.2 - Sistemas Informatizados: Tecnologia e Integridade.....	80
3.6.3 - Efetividade e Confiabilidade dos Sistemas de Gerencia- mento.....	80
4.0 – METODOLOGIAS DE DIAGNÓSTICO DE MANUTENÇÃO.....	84
4.1 - Uma Revisão das Metodologias de Avaliação da Manutenção.....	86
4.1.1 - Metodologia da Emerson Consultants INC.-USA.....	87
4.1.2 - Método AMIS - CEMAN.....	88
4.1.3 - Sistema de Auditoria de Manutenção - SIEMENS.....	89
4.1.4 - Quadro de Excelência em Manutenção Industrial - AT KEARNEY	90
4.1.5 – Metodologia de NAGAO.....	91
4.2 - Análise Comparativa das Metodologias.....	92
4.3 - A Abordagem de Sistemas.....	95
4.3.1 - A Metodologia de Checkland.....	98
5.0 – UMA SISTEMÁTICA DE DIAGNÓSTICO PARA MANUTENÇÃO.....	102
5.1 – Concepção da Proposta.....	104
5.2 – Detalhamento da Sistemática Proposta.....	109
5.2.1 – Caracterização da Situação Problemática (FASE 1).....	109
5.2.2 – Análise dos Subsistemas Caracterizados (FASE 2).....	109
5.2.3 - Análise dos Padrões de Referência em Manutenção (item 2A).....	117

5.2.4 - Análise dos Padrões de Referência na Prática	
(item 2B).....	118
5.2.5 - Características e Conceitos do Modelo Básico (FASE 3)....	119
5.2.6 - Comparação e Discussão(Análise do Cliente - FASE 4).....	120
5.2.7 - Concepção do Novo Sistema(viável/desejável - FASE 5)....	121
6.0 – Considerações Finais.....	123
Anexo 1	130
Referências Bibliográficas.....	162
Apêndice A	178
Glossário.....	198

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Evolução dos Sistemas de Produção	10
FIGURA 02 - Fluxo de Produção Artesanal de Automóveis.....	13
FIGURA 03 - Evolução das Técnicas de Manutenção-Década de 50.....	20
FIGURA 04 - Evolução das Técnicas de Manutenção-Década de 70.....	20
FIGURA 05 - Evolução das Técnicas de Manutenção-Década de 90	21
FIGURA 06 - Aumento da Expectativa em Relação a Manutenção	22
FIGURA 07 - Modelo de manifestação de falhas	24
FIGURA 08 - Processo de evolução de uma falha	24
FIGURA 09 - Relação: "Causa - Modo - Efeito".....	25
FIGURA 10 - Elementos para análise de uma falha	26
FIGURA 11 - Parâmetro de forma de Weibull	28
FIGURA 12 - Curva da Banheira	28
FIGURA 13 - Ciclo vicioso da Manutenção	29
FIGURA 14 - Procedimento para Análise de Falhas	30
FIGURA 15 - Estrutura da Árvore de Falhas	32
FIGURA 16 - Melhoria e Aperfeiçoamento da Confiabilidade.....	34
FIGURA 17 - Modelo de um Sistema de Manutenção	38
FIGURA 18 - Atividades da Manutenção.....	39
FIGURA 19 - Hierarquia do Monitoramento	41
FIGURA 20 - Periodicidade de medição num programa de monitoramento	43
FIGURA 21 - Análise de Vibração do Motor	44
FIGURA 22 - Análise de Vibração do mancal Lado Acoplado.....	45
FIGURA 23 - Ciclo Operacional da Manutenção Preditiva.....	46
FIGURA 24 - Uma visão Sistêmica dos Cinco Sentos	55
FIGURA 25 - Inspeção e Diagnóstico Preventivo.....	62
FIGURA 26 - Hierarquia da Confiabilidade.....	67
FIGURA 27 - Grupo de Revisão RCM.....	68
FIGURA 28 - Ocorrência de Falha	72

FIGURA 29 - Variação típica dos valores de Disponibilidade (D), Manutenibilidade (M) e Confiabilidade (R), em função da vida (tempo de uso) do sistema....	73
FIGURA 30 - Tela do módulo Livro de Ocorrências do Sistema MANTec	
Propriedade da empresa SEMAPI Sistemas Ltda.....	79
FIGURA 31 - Estratégia Técnica	82
FIGURA 32 - Nível de Maturidade dos Sistemas	83
FIGURA 33 - Diagrama do Processo da Metodologia	91
FIGURA 34 - Estrutura de Referência sobre o Conceito de Metodologia.....	93
FIGURA 35 - Estrutura de Referência da Metodologia de Checkland.....	99
FIGURA 36 - Ambiente do Sistema	100
FIGURA 37 - Estrutura de Referência da Sistemática Proposta.....	105
FIGURA 38 - Disposição dos Elementos de Pesquisa	108
FIGURA 39 - Fatores Estratégicos para Implantação do Novo Sistema.....	121

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Comparativo entre os Sistemas de Produção.....	9
TABELA 2 – Características Básicas Manufatura Artesanal	14
TABELA 3 – Características Básicas: Produção em Massa	15
TABELA 4 - Características Básicas: Produção Enxuta	16
TABELA 5 - Benefícios da Confiabilidade e Manutenibilidade.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS

- ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas
- Abraman = Associação Brasileira de Manutenção
- CP = Corretiva Programada
- FMEA = em português: Análise dos Modos e Efeitos de Falha
- FMECA = em português: Análise Crítica dos Modos e Efeitos de Falha
- IN = Inspeção
- ISO 9000 = Norma ISO para certificação da qualidade de produtos e processos
- ISO 14000 = Norma ISO para certificação da qualidade dos processos industriais em relação a proteção do meio ambiente.
- KBS = Knowledge Based Systems
- MCC = Manutenção Centrada em Confiabilidade
- OEE = Overall Equipment Effectiveness
- OS = Ordem de Serviço
- PRO = Programar
- RCM = Reliability Centred Maintenance
- RM = Requisição de Material
- SAD = Sistema de Apoio a Decisão
- TPM = Total Productive Maintenance
- MOP = Mão de Obra Própria
- CAT = Célula de Apoio Técnico
- LA = Luiz Antônio
- SAP = em português: Sistemas, Aplicações e Produtos para Processamento de Dados
- SPS = Sistema de Planejamento de Serviços
- RI = Rotas de Inspeção
- RL = Rotas de Lubrificação
- PT = Pedido de Trabalho

RESUMO

ANHESINE, M.W. (1999), Uma Abordagem Sistemática para Diagnósticos em Manutenção Industrial, 204p., Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

O setor de manutenção industrial tem sua importância fundamentada no processo produtivo da empresa, que tem como característica particular, as quebras ou falhas dos equipamentos, que acarretam grandes perdas de produção e muitas vezes riscos de acidentes de danos ao meio ambiente.

O presente trabalho segue uma linha de pesquisa de caráter exploratório, investigando a realidade prática da Gerência de Manutenção na indústria nacional.

Esta pesquisa procurou verificar quais as adequações ou mesmo adaptações que estão sendo realizadas na prática para que novos programas gerenciais de manutenção sejam introduzidos nas organizações e os riscos que os mesmos representam em função da rotina e da cultura existente neste setor empresarial.

O presente trabalho tem como objeto de estudo, as atividades de gerenciamento, planejamento e controle da manutenção, verificando as interfaces com outras áreas como produção, qualidade, recursos humanos e etc.

Através de uma sistemática de diagnóstico, o trabalho busca identificar as melhores práticas de gerenciamento no setor da manutenção industrial analisando quais as necessidades de otimização, para que novos métodos e procedimentos corporativos possam ser implementados.

O estudo tem como base uma metodologia de enfoque sistêmico, que busca a solução de problemas de modo padronizado.

A sistemática de diagnóstico proposta tem como alvo fornecer subsídios aos envolvidos na situação problema, a tomar decisões gradativas ou radicais com o objetivo de resolver ou eliminar o problema identificado.

Palavras-chave: gerência de manutenção, diagnóstico, planejamento da manutenção, manutenção.

ABSTRACT

ANHESINE, M.W. (1999), An Approach Systemic for Diagnoses in Industrial Maintenance, 204p., Thesis (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Brazil.

The section of industrial maintenance has its importance based on the productive process of the company, that has as main characteristic, the breaks or flaws of the equipment, that carries great production losses and a lot of times risks accidents and damages to the environment.

The present work follows a line of research of exploratory character, investigating the practical reality of Maintenance Management in the national industry.

This research tried to verify which adaptations are being accomplished in practice so that new management maintenance programs are introduced in the organizations and the risks that they represent in function of the routine and the existent culture in this managerial section.

The present work has as study object, management activities, planning and maintenance control, verifying interfaces with other areas as production, quality, human resources and etc.

Through a systematic of diagnosis, the work search to identify the best management practices in the industrial maintenance section analyzing the optimization needs, so that new methods and corporate procedures can be implemented.

The study is based on system thinking methodology, that looks for the solution of problems in a standardized way.

The proposal of systematic diagnosis has as objective to supply subsidies to the involved in the problem situation, to take uplevel decisions or radical with an objective to solve or to eliminate the identified problem.

Key-words: maintenance management, diagnosis, maintenance planning, maintenance.

1.0 - INTRODUÇÃO

Nesta aproximação da virada do século aliada à reflexão sobre a velocidade com que o capitalismo se reproduz, estão sinalizando profundas alterações na estrutura, no perfil, na postura e no funcionamento das empresas que chegarão ao terceiro milênio. O epicentro é provocado por um vendaval de mudanças que vem balançando, desde já, o mundo dos negócios, bem como o padrão de relacionamento entre capital e trabalho.

Os novos paradigmas vêm se impondo como uma verdadeira guerra, que caracteriza a economia de mercado, em tempos de globalização. Mas, por enquanto o cenário é de paz, pois, ao contrário de outros tempos, o arsenal atual é composto de produtos e serviços de classe mundial, criatividade, agilidade, inteligência, informação, sistemas, tecnologia de ponta e muita competitividade.

Boa parte do que se espera para o futuro, na gestão das empresas, já está acontecendo desde o início da década, quando a globalização decretou o fim das reservas de mercado.

BOETGER (1996), ressalta que atualmente observa-se que o ambiente de negócios é cada vez mais competitivo e isso gera mudanças significativas na gestão. A flexibilidade e a rapidez se tornaram elementos essenciais para gerenciar num ambiente de incertezas e que exige inovação constante.

De acordo com MUSA (1996), para garantir o sucesso de qualquer organização é preciso encontrar o perfeito equilíbrio entre a satisfação de todos os atores envolvidos no processo. "Em primeiro lugar, temos que conhecer todas as necessidades e expectativas do cliente e atende-las; em segundo, devemos fazer o mesmo com os acionistas das empresas e em terceiro tratar bem o pessoal da organização.

SILVA (1996) relata que não há dúvida que existe um enorme vácuo entre as idéias defendidas pelos clássicos da administração (Frederick Winslow Taylor - pioneiro no estudo da organização racional do trabalho industrial e Henry Ford, pai da linha de montagem) e o irreversível processo de mudanças que o mundo dos negócios vem

experimentando atualmente, o qual já derrubou alguns mitos consagrados pelas antigas teorias administrativas, como admitiu o consultor William Bridges.

A própria globalização vem apressando a falência dos sistemas de produção e de gestão ancorados na estrutura organizacional vertical, burocrática, com rigidez hierárquica, centralização das decisões e preocupação exclusiva com o ambiente interno.

A relativa despreocupação com o lado humano, é um dos gargalos dos programas de mudanças nas empresas e o que mais se verifica, é que as pessoas acabarão se adaptando às mudanças.

De acordo com o consultor FRANCO (1996), a experiência prática, no entanto, sugere que os processos psicológicos que as mudanças provocam são muito menos de ajuste e muito mais de ruptura e angústia. O resultado é que as mudanças levam muito mais tempo e custos elevados para serem implementadas, do que qualquer um poderia prever no início do processo. E o pior: mudanças que foram imaginadas e planejadas para fortalecer as organizações, podem em realidade enfraquecê-las."

Existem ainda em muitas empresas e não é privilégio apenas das nacionais, muitos procedimentos inadequados em teoria e prática, como a centralização de decisões, burocracia em excesso, superposição de funções, falta de canais eficazes de comunicação, os quais deverão desaparecer totalmente, caso contrário, estas empresas não irão sobreviver ao processo de mudanças que está em andamento.

Em TAPSCOTT (1995), Peter Drucker afirma que a produtividade estará dominando o pensamento gerencial durante várias décadas, determinando o desempenho competitivo das empresas, a qualidade de vida de todas as nações industrializadas e o próprio tecido social.

De uma forma geral a empresa do futuro, será aquela que conseguir administrar, com sucesso, o binômio tecnologia-pessoas.

1.1 – Projeto de Pesquisa

O presente trabalho segue uma linha de pesquisa de caráter exploratório, investigando a realidade prática da Gerência de Manutenção na indústria nacional.

Esta pesquisa procurou verificar quais as adequações ou mesmo adaptações que estão sendo realizadas na prática, para que as novas metodologias de manutenção, sejam introduzidas nas organizações e os riscos que as mesmas representam em função da rotina e da cultura existente neste setor empresarial.

O presente trabalho tem como objeto de estudo, as atividades de gerenciamento, planejamento e controle da manutenção, verificando as interfaces com outras áreas como produção, qualidade, recursos humanos e etc.

A pesquisa na realidade, provoca um confronto entre a teoria aplicada e a realidade da prática do “chão de fábrica” no dia a dia dos departamentos de manutenção das empresas pesquisadas.

Devido a escassez de dados a respeito do assunto, foi necessário colher informações diretamente nas empresas escolhidas, para que desta forma fosse possível parametrizar e separar a teoria da prática.

A pesquisa bibliográfica foi separada em duas fases, a primeira procurou verificar os primórdios dos sistemas de manufatura com a necessidade e importância da manutenção para os meios produtivos, mostrando sua relevância quando se trata de colocar o produto final a disposição do consumidor, no prazo e no custo pré determinados, conforme as prerrogativas determinadas em seu projeto.

A segunda fase da pesquisa bibliográfica teve como característica, a investigação das metodologias de manutenção empregadas e os tipos de ferramentas informatizadas que estão sendo atualmente utilizadas pelas empresas nos setores produtivos e de manutenção, e também como estas teorias e ferramentas de apoio estão sendo aplicadas na prática, por cada empresa entrevistada.

As entrevistas foram realizadas com os Gerentes da área de Manutenção das empresas, utilizando um roteiro básico, auxiliado com várias visitas ao “chão de fábrica” para se obter uma maior realidade dos fatos, e confrontar a realidade declarada, com a praticada e realizada pelo executante final dos serviços.

A presente pesquisa investigou cinco empresas que apresentavam diferentes graus de estruturação do setor de manutenção. Na realidade todas as empresas apresentavam uma forma de implantação diferente e também diferentes programas e metodologias aplicadas, atingindo muitas vezes bons resultados sem mostrar um critério específico que tenha induzido as escolhas feitas.

Os resultados iniciais estão mostrando que existem várias escalas de paradigmas a serem vencidas pelas empresas, e que em muitos casos, não existiu um estudo ou estratégia que tenha orientado todas as decisões tomadas na área de manutenção. O objetivo de se obter estas informações, seria a redução dos riscos de investimentos, cujo retorno, poderia ser extremamente ruim e desastroso para a empresa, levando a resultados negativos do ponto de vista técnico e financeiro.

1.2 - Projeto da Tese

O trabalho foi estruturado em 6 capítulos e distribuídos da seguinte forma:

Capítulo 1 – Neste capítulo é feita uma introdução ao assunto tratado seguido da descrição dos objetivos a serem alcançados.

Capítulo 2 – Este capítulo se dedica a revisão bibliográfica com enfoque dirigido a compreensão do trabalho, mostrando alguns conceitos e teorias propostas em conjunto com as práticas utilizadas na área da manutenção industrial.

Mostra também um breve histórico da evolução dos sistemas de manufatura industriais, iniciando desde a produção artesanal, passando pela produção em massa e produção enxuta, apresentando em seguida a relevância da manutenção e sua evolução histórica ocorrida em paralelo à evolução dos sistemas de manufatura.

No item manutenção, são mostrados todo desenvolvimento e planejamento das atividades de controle deste setor, até as técnicas preditivas de monitoramento contínuo praticadas atualmente com exemplos de resultados bastante positivos nas empresas entrevistadas.

No Capítulo 3 são apresentadas as metodologias empregadas até o momento, que foram objeto de estudo do presente trabalho. A primeira metodologia a ser apresentada é a metodologia japonesa KAIZEN, que na realidade significa “melhoramento contínuo” com poucas aplicações nas empresas nacionais KAIZEN. Na sequência é apresentada a metodologia também japonesa Cinco “S” e suas características de implementação e processos decisórios.

Em seguida é apresentada a metodologia TPM (Total Productive Maintenance) que significa “Falha Zero e Quebra Zero”, também com origem no Japão, passou a ser a

metodologia mais aplicada nas empresas brasileiras mostrando, excelentes resultados quantitativos e qualitativos na qualidade dos serviços prestados pelo departamento de manutenção das empresas entrevistadas.

Ainda neste capítulo, será apresentada a metodologia RCM (Reliability Centred Maintenance) ou Manutenção Centrada na Confiabilidade, finalizando com os sistemas informatizados de manutenção e suas aplicações.

A metodologia RCM é utilizada para se determinar os requisitos de manutenção de qualquer item físico no seu contexto operacional atual. Esta metodologia fornece um âmbito de trabalho estratégico para enquadrar as necessidades reais de manutenção dentro de modelos coerentes, de maneira a poder avaliar e aplicar os avanços tecnológicos que, entre todos os possíveis, resultem os mais vantajosos para a empresa. No Brasil, apresenta poucos exemplos de implantação, sua origem vem da indústria aeronáutica, onde foi adaptada por John Moubray, passando a ser conhecida como RCM2. Das empresas entrevistadas, apenas uma está iniciando este processo no setor de manutenção.

O enfoque nos sistemas informatizados é dirigido a sua participação na implantação das metodologias aplicadas, apresentando de uma forma prática, dados relevantes em relação ao próprio sistema de manutenção trazendo informações que retornam como possíveis melhorias tanto na prática dos serviços executados, como também, promovendo ações corretivas e pró-ativas com o objetivo de manter a credibilidade da metodologia implementada.

O Capítulo 4 tem como conteúdo uma revisão das “metodologias” de diagnóstico desenvolvidas por empresas de consultoria do setor de manutenção, tendo cada uma diferentes características de análise no diagnóstico final.

O capítulo 4 também faz uma abordagem de sistemas, mostrando a necessidade do raciocínio sistêmico para identificar uma situação problema. Neste mesmo contexto é apresentada a metodologia de CHECKLAND (1990) SSM (Soft Systems Methodology), que servirá de base científica para o desenvolvimento de uma nova sistemática de diagnóstico específica para o setor de manutenção industrial.

No capítulo 5, será apresentada a proposta da estrutura de referência desta nova sistemática, bem como todo o seu desenvolvimento e suas fases de aplicação. O último item deste capítulo, apresenta como conteúdo, um estudo de caso desenvolvido em uma

empresa do setor químico que tem como objetivo a validação da aplicação da sistemática proposta pelo autor deste trabalho.

No Capítulo 6, serão apresentadas as algumas considerações finais a respeito do trabalho desenvolvido e também suas conclusões, em conjunto com sugestões, para futuros trabalhos a serem realizados como continuação e melhoria sobre o trabalho apresentado.

1.3 - Objetivos

O Objetivo do presente trabalho é propor uma sistemática de diagnóstico, que permita a empresa identificar e otimizar suas políticas de gestão da manutenção industrial, que melhor se ajustem ao seu estágio atual ou a sua evolução planejada ou pretendida permitindo, desta forma, atingir resultados expressivos e duradouros.

1.4- Justificativas

Como justificativa do objetivo proposto por este trabalho, existem alguns fatores, que vem transformando o mundo industrial e dos serviços, constituindo-se uma séria ameaça à estabilidade da Função Manutenção:

- Acelerado desenvolvimento tecnológico na área produtiva.
- Adoção da qualidade total em todos os níveis acarretando reduzida manutenção.
- Mudanças de enfoque administrativo e econômico-financeiro, reorientando processos produtivos.
- Terceirização acentuada como decorrência da desverticalização.
- Atuais conceitos da manutenção sofrendo ação de fatores externos, obrigando a redução de custos e da mão de obra atuante.
- Influências do crescente desemprego industrial, com o deslocamento de mão de obra para a área de serviços
- Fatores subjetivos que estão associados ao controle e gerenciamento de todas as atividades da Função Manutenção de difícil previsão e consequências.

Todos estes acontecimentos, produzirão no próximo milênio transformações tais, que poderão reduzir a um mínimo as atividades da Manutenção, devido a grandes dificuldades gerenciais, administrativas e culturais que o setor enfrenta atualmente.

As necessidades para o próximo século poderão ser as seguintes:

- Cultura Técnica e Estratégica.
- Cultura Administrativa e Gerencial.
- Cultura Linguística.
- A presença marcante dos Sistemas Informatizados e Inteligentes.
- A impossibilidade da substituição humana.

a-) Cultura Técnica e estratégica: Com a evolução tecnológica do funcionamento dos equipamentos, deverá conseqüentemente haver uma evolução paralela nas Atividades de Manutenção; ou seja, todo elemento que militar na Manutenção deverá aperfeiçoar-se constantemente de maneira a não atrasar-se em relação ao avanço citado.

b-) Cultura Administrativa e Gerencial: Reengenharia, enxugamento ou “dowsizing”, terceirização, subsistematização, marketing global, logística e muitos outros termos semelhantes, passaram a integrar o vocabulário de qualquer gerente da atualidade. Não escapam disso os executivos de Manutenção, pois quaisquer decisões suas influenciam e são influenciadas por todas as demais que existam numa organização; se isso já ocorria no passado, imagine-se agora quando a integração de diferentes atividades internas e externas, que são cada vez mais abrangentes e profundas. Exige-se, pois uma “mistura dosada” de ecletismo com especialização.

c-) Cultura Linguística: Como parte integrante do “pacote” de conhecimentos hoje indispensáveis, o HOMEM DE MANUTENÇÃO, que trabalha em nosso país TEM, necessariamente que dominar alguns idiomas como inglês e espanhol em função, dessas línguas estarem diretamente ligadas a tecnologia, comercialização e comunicação entre empresas e povos.

d-) Os sistemas informatizados e inteligentes: Este item é de importância fundamental na vida do HOMEM DE MANUTENÇÃO, e devido a esta importância é que se torna necessário manter a dinâmica e a reciclagem deste item, mais do que qualquer outra área do conhecimento humano.

e-) Impossibilidade da substituição humana: A função manutenção baseia seus trabalhos na capacidade humana de raciocinar e utilizar mãos e instrumentos especializados em diversas e diferentes fases. De acordo com VIANNA (1996), a percepção, seja humana ou instrumental de defeitos, diagnósticos, programações, desmontagem, reparo, montagem e testes, são aspectos cujo conjunto, pode-se afirmar, não tem possibilidade de ser substituído por mecanização ou automação. Desta forma, o homem não poderá ser substituído a longo prazo pelas máquinas, fazendo com que o resultado efetivo da somatória homem mais máquina seja o conhecimento e aprimoramento das atividades de manutenção, que sempre dependerá da existência destes dois fatores.(Homem e Máquina). Os altos escalões das empresas devem entender que a substituição de um outro fator mencionado acima, trará com certeza sérios desequilíbrios gerenciais para a manutenção industrial.

2.0 – EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO

2.1 - Os Sistemas de Produção

De acordo com GARGARIAN (1992), inicialmente tivemos três formas de Sistemas de Produção, começando pela produção artesanal; em seguida, a produção em massa e, atualmente, a produção enxuta. A produção artesanal usava trabalhadores com grande habilidade e ferramentas flexíveis para produzir, exatamente, o que o consumidor demandava e um item por vez. O custo dessa produção era alto porém, com qualidade excelente. Já na produção em massa, o objetivo era massificar a produção e diminuir o custo do produto em detrimento da qualidade. Profissionais com formação específica planejam a produção de um item, que deveria ser executada por um trabalhador com pouca ou nenhuma habilidade, através de máquinas especiais que produziam grande quantidade de um produto padronizado. A produção enxuta combinava as vantagens da produção artesanal – grande variedade e alta qualidade – e as vantagens da produção em massa – grande quantidade e baixo custo. Essas distinções podem ser esquematizadas conforme mostra a tabela 1.

TABELA 1 – Comparativo entre os Sistemas de Produção

Produção Artesanal	Produção em Massa	Produção Enxuta
Trabalhadores habilitados	Trabalhadores não habilitados	Trabalhadores Habilitados
Ferramentas flexíveis	Ferramentas inflexíveis	Ferramentas flexíveis
Produtos exclusivos	Produtos Padronizados	Produtos quase exclusivos
Alta qualidade	Qualidade Razoável	Alta qualidade
Baixa quantidade	Alta quantidade	Alta quantidade
Alto custo	Baixo Custo	Baixo Custo

Como esses diferentes tipos de produção caracterizavam diferentes paradigmas, eles acabavam tendo um profundo impacto em todos os setores da sociedade, influenciando a maneira como vivíamos e pensávamos.

Segundo EVERDELL (1990), o primeiro sistema de manufatura, encontrado na literatura, era o sistema de manufatura artesanal, onde um artesão produzia sozinho ou com a ajuda de aprendizes. Este modo de produção era muito antigo, remonta à Renascença.

A figura 1 ilustra resumidamente os modos de produzir bens manufaturados através dos tempos, destacando três momentos bem nítidos. Vale notar que ela não contém todos os fatos ocorridos no período representado.

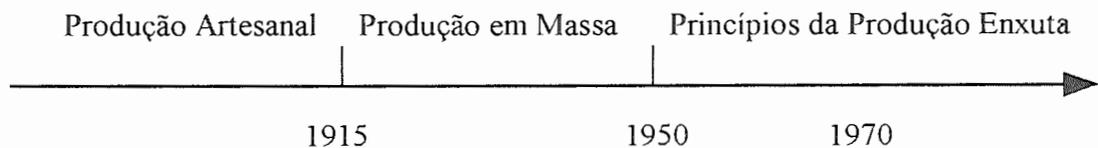


FIGURA 01 – Evolução dos Sistemas de Produção (MARTINS, 1993)

O artesão dominava toda a tecnologia do produto e do processo de fabricação. Ficava sob sua responsabilidade a aquisição da matéria-prima, a coordenação da produção e a venda do produto final. Os sistemas de manufatura artesanal estavam localizados em pequenas oficinas.

Os sistemas de manufaturas artesanais começaram a modificar-se a partir de algumas inovações tecnológicas, tais como: desenvolvimento da máquina a vapor, máquinas propulsadas à energia mecânica e novos meios de transporte para grandes quantidades de matérias-primas. Essas novas tecnologias possibilitaram o surgimento de máquinas operatrizes com maior capacidade produtiva. Estes eventos remontam à Revolução Industrial, segundo TALAVAGE (1988).

Logo os mercadores, detentores de capital e grande espírito empreendedor, notaram o grande potencial dessas novas máquinas. Entretanto, eles não possuíam qualquer conhecimento técnico para operá-las. Então, surgiu a associação entre mercadores e artesãos. Os equipamentos foram comprados pelos mercadores-capital-e operados pelos artesãos-trabalho.

Os constantes melhoramentos tecnológicos, aumentaram a capacidade produtiva das máquinas operatrizes à medida que elas foram tornando-se mais especializadas. Para um melhor controle sobre os equipamentos, os mercadores passaram a agrupar as máquinas num mesmo prédio. Os artesãos foram contratados para supervisionarem os operadores das máquinas.

A maior necessidade de mão-de-obra e os melhores salários atraíram trabalhadores do campo, aumentando o mercado consumidor. Dessa forma, estavam postas as condições para o surgimento da produção em massa em algumas indústrias, principalmente a indústria têxtil. Porém, ainda era impossível a intercambiabilidade das peças, o que impedia a produção em massa em algumas indústrias.

Os sistemas de manufatura passaram a ser operados em grandes plantas fabris de alta complexidade de operação, onde o supervisor acumulava toda a autoridade. Os custos da mão-de-obra eram aproximadamente 40% do produto final, segundo EVERDELL(1990). A redução dos custos de mão-de-obra direta começava a ser uma necessidade.

Um sistema metrológico e novos desenvolvimentos tecnológicos, que possibilitaram o aumento da acuracidade e repetibilidade das máquinas operatrizes, tornaram possível a intercambiabilidade entre peças. Cada vez mais, era privilegiada a produção de grandes quantidades de produtos padronizados, obtendo-se, assim, economias de escala, visando vantagem competitiva através da redução de custos. Deste modo, a produção em massa estava consolidada em várias indústrias no final do século XIX.

Começou a surgir nos Estados Unidos, no início do século XX, os primeiros estudos visando a aplicação do método científico no gerenciamento dos sistemas de manufatura. Destacaram-se os estudos visando a aplicação do método científico no gerenciamento dos sistemas de manufatura. Destacaram-se os estudos de F.W.Taylor, F. Gilbreth, L. e H.L.Gantt que visavam introduzir uma abordagem científica na administração da fábrica, tendo por objetivo a redução do custo de obra direta.(MARTINS, 1993).

Segundo HAYES et al.(1988), nasceu a vantagem competitiva americana na consolidação da produção em massa, aplicação de novos conceitos relacionados ao processo de produção, organização e tecnologia. O poder dessa abordagem, estava na

ótima combinação entre a ciência e a administração científica com o sistema de valores e a base de conhecimento do antigo mundo dos artesãos.

Essa abordagem levou os Estados Unidos à supremacia na produção de bens em massa. Logo os princípios da administração de Taylor foram aplicados em todo o mundo.

Conjuntamente, com os princípios de Taylor estavam os modernos métodos e ferramentas de análise estatística, sistemas de custeio, padrões de trabalho (work standards), planejamento, sequenciamento, manutenção etc. Num primeiro momento, a aplicação dessa abordagem nos Estados Unidos foi feita por pessoas que tinham experiência no chão-de-fábrica e treinamento administrativo. Isso levou a grandes ganhos de produtividade nos sistemas de manufatura americanos, conforme BUFFA & SARIN (1987), de 1900 à 1950 a produtividade americana quadruplicou.

Surgiram nesta época os engenheiros industriais e a maioria das funções dos supervisores foram atribuídas para departamentos específicos como controle de qualidade, administração de materiais, planejamento e controle da produção etc. Tudo isso levou a crescentes custos indiretos. Neste cenário a automação era vista como único meio de redução de custos.

Com o início da 2ª Guerra Mundial, os sistemas de manufatura americanos foram testados à respeito de sua capacidade de produção, não só na questão de volume de produção, mas também na questão de introdução de novos produtos e novas tecnologias.

Como exemplo da época, temos a indústria aeronáutica e de armamentos, ilustrando bem a capacidade de resposta dos sistemas de manufatura americanos em indústrias tão distintas ao final da 2ª Guerra Mundial.

Na década de 50, começaram a serem reconstituídos os sistemas de manufatura japonês e europeu, onde destacou-se o sistema de manufatura alemão. Estas reconstruções ocorreram de maneira paralela e diferenciada, porém com resultados parecidos.

Também na década de 50, ocorreu o desenvolvimento de tecnologias que futuramente iriam modificar os sistemas de manufatura profundamente. São elas: a criação das máquinas a controle numérico e o aperfeiçoamento dos computadores.

A reconstrução das indústrias japonesas e europeia e as novas formas de produzir dos sistemas de manufatura japoneses e alemães, tornaram o mercado no final de década de 60, 70 e 80 regido pela oferta. Nesse cenário, a concorrência se dá através de produtos diferenciados, produzidos em pequenos lotes e com vida reduzida.

2.1.1- Produção Artesanal

Os primeiros sistemas de manufatura artesanal surgiram no século XIX. Seria difícil tentar caracterizar este modo de produzir, já que até os dias atuais temos produtos sendo manufaturados de forma artesanal.

Para ilustrar este item será utilizado, de maneira ilustrativa, o modo de produzir automóveis no final do século XIX – por volta de 1880.

A figura 2 mostra, como era o fluxo de produção de automóveis, onde o comprador dirigia-se a uma fábrica e encomendava o carro que desejava, seguindo um modelo básico do fabricante, porém o cliente poderia acrescentar outras características que desejasse, desde que fossem do domínio do fabricante.

Desta forma, o modelo era desenvolvido ou adaptado e as peças encomendadas às oficinas fornecedoras e segundo WOMACK et al.(1992), a estrutura existente era composta de uma montadora e várias oficinas fornecedoras de peças.

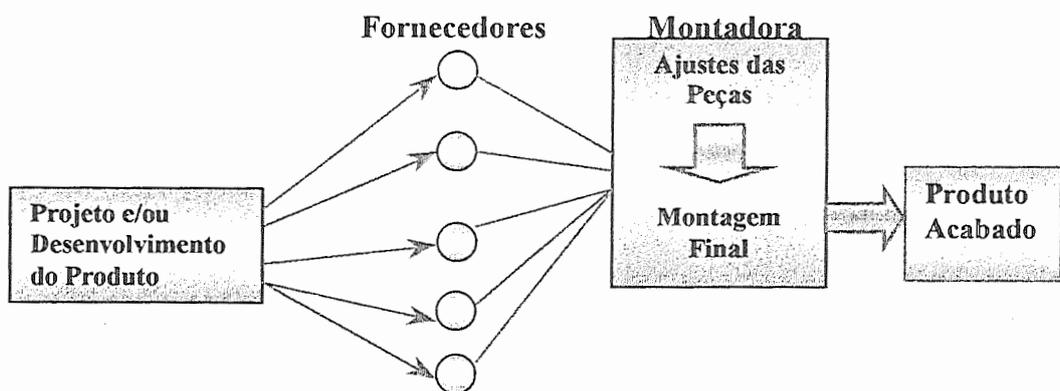


FIGURA 02 - Fluxo de Produção Artesanal de Automóveis (MARTINS;1993)

Na tabela 2 são descritas algumas características básicas existentes nos sistemas de manufatura artesanal.

TABELA 2 – Características Básicas Manufatura Artesanal (MARTINS;1993)

Elemento	Características
Produto	Sob encomenda e customizado
Organização	Poucos Níveis Hierárquicos, descentralizada
Mão-de-Obra	Qualificada(domínio do processo produtivo)
Processo Produtivo	Artesanal
Lay-out	Job-Shop(flexível)
Equipamentos	Uso Geral
Volume de Produção	Baixíssimo
Custos de Fabricação	Altos,(falta padronização, baixa produção)
Qualidade	Baixa por falta de padronização
Treinamento da Mão-de-Obra	Longo aprendizado
Clientes	Poucos clientes com alto poder aquisitivo.

2.1.2 - Produção em Massa

A primeira fase da produção em massa, surgiu na indústria têxtil Britânica com a mecanização dos teares e com o aumento da velocidade de produção dos mesmos. Estes novos sistemas de manufaturas, tinham uma organização do trabalho baseada no paradigma produtivo dos sistemas de manufatura artesanal.

A segunda fase da produção em massa, pode ser caracterizada com o surgimento das linhas de montagem de Henry Ford, na Ford Motor Co., na produção de automóveis. Ford, como colocam WOMACK et al.(1992), somou os princípios de administração científica de Taylor e a intercambiabilidade das peças – possibilitada pelo desenvolvimento tecnológico das máquinas - ferramenta e a criação de um sistema metrológico, criando as linhas de montagem com alto volume de produção.

Contudo, os sistemas de manufatura desenvolvidos fundamentado nos princípios de Taylor apresentaram com o decorrer do tempo problemas que viriam diminuir sua capacidade competitiva com as mudanças ocorridas a partir de 1950.

Algumas características básicas deste sistema de manufatura podem ser relacionadas na tabela 3.

TABELA 3 – Características Básicas: Produção em Massa (MARTINS; 1993)

Elemento	Características
Produto	Padronizado com longo ciclo de vida
Organização	Intensiva utilização da divisão do trabalho (verticalizada e burocrática)
Mão-de-Obra	Especializada numa tarefa e intercambiável
Processo Produtivo	Altamente repetitivo (em massa)
Lay-out	Flow-Shop (inflexível) na montagem e nas linhas de fluxo e Job-Shop (flexível) em setores de usinagem e conformação.
Equipamentos	Dedicados
Volume de Produção	Altíssimo com grandes lotes de produção
Custos de Fabricação	Baixos, fruto de economias de escala e baixos salários.
Qualidade	Baixa utilização da inspeção de qualidade
Treinamento da Mão-de-Obra	Treinamento no próprio posto de trabalho
Clientes	Grandes Mercados

2.1.3- Produção Enxuta

O movimento na busca da produção enxuta aconteceu após a 2ª Guerra Mundial com a reconstrução das indústrias japonesa e alemã. No Japão ocorreu na indústria automobilística e na antiga Alemanha Ocidental, através do emprego de equipamentos de automação flexível.

A troca rápida de ferramentas proporcionou, ao sistema de manufatura da Toyota, flexibilidade de mix de produtos e flexibilidade de volume em pequenos lotes de produção a custos competitivos.

Os lotes de produção menores forçaram os erros a aparecerem. Conforme OHNO (1988), MONDEN (1984) e SHONBERGER (1988), os estoques, fruto de grandes lotes de produção, apenas ocultam erros e desperdícios do sistema de manufatura, além de representarem um alto custo financeiro pelo capital de giro empastado.

Como os lotes de produção eram pequenos, a ocorrência de uma peça defeituosa poderia parar todos os processos seguintes. Logo OHNO (1988) introduziu o controle da qualidade por todo o processo e, ainda mais, proporcionou aos operários e às máquinas a autonomia de pararem a produção quando peças defeituosas fossem produzidas.

Nesta época, começaram a ser introduzidas técnicas de controle da qualidade, disseminadas no Japão pelo Dr. Deming e Dr. Juran, que mais tarde viriam a tomar corpo sob a forma do controle de qualidade total (Total Quality Control - TQC). O TQC é parte inerente do Sistema Toyota de Produção, como afirmam SCHONBERGER (1988) e HALL (1988).

A tabela 4 apresenta algumas características pertinentes a produção enxuta.

TABELA 4 - Características Básicas: Produção Enxuta (MARTINS;1993)

Elemento	Características
Produto	Diversificado e com vida curta
Organização	Poucos níveis hierárquicos
Mão-de-Obra	Altamente Qualificada(multifunção)
Processo Produtivo	Repetitivo diversificado
Lay-out	Celular
Equipamentos	Flexíveis
Volume de Produção	Alto em pequenos lotes de produção
Custos de Fabricação	Baixos
Qualidade	Alta, com autocontrole por todo o processo
Treinamento da Mão-de-Obra	Intenso
Clientes	Demanda diferenciada

2.2 - A Função Manutenção

O avanço tecnológico dos processos de manufatura, acabou impondo um desafio para a implementação de operações automatizadas. No processamento mecanizado e nas indústrias de montagem, estava cada vez mais difícil garantir a confiabilidade de várias

unidades fabris, especialmente se os equipamentos assumissem formas diferentes quando os modelos eram alterados.

Com o tempo, e sem um programa de manutenção adequada, as máquinas começaram a entrar num processo de deterioração com variação significativa na durabilidade das peças, de acordo com a intensidade do uso e exigências do ambiente, aumentando desta forma, produtos defeituosos acompanhada de uma significativa queda de produtividade das empresas.

Diante destes problemas, iniciou-se estudos para definição de tecnologias de manutenção, que esclarecesse as causas das avarias nas máquinas e dos produtos de qualidade inferior, com base na análise dos tipos de problemas dos equipamentos e dos defeitos resultantes.

À medida que os equipamentos tornavam-se cada vez mais complexos, precisavam apresentar uma disponibilidade cada vez mais elevada para que pudessem ser considerados rentáveis ou, em outras palavras, para que os seus custos também pudessem ser amortizados. (TAKAHASHI & OSADA, 1993)

Atualmente, não seria nenhum exagero afirmar que ninguém, exceto um artista, poderia ganhar a vida com os processos de manufatura manuais. Existem inúmeros bens manufaturados industrialmente, com desenho e detalhes complexos surpreendentes. Entretanto, quando examinamos os processos de produção descobrimos que os jovens operários fabricam esses produtos com perfeição, de forma absolutamente trivial.

A inovação simplificou os processos de manufatura e aprimorou o projeto e a qualidade de produção. As inovações na engenharia em equipamentos diminuíram o grau de especialização necessário às operações ainda executadas manualmente. Além disso, as máquinas e equipamentos tornaram-se mais avançados e o número de peças também aumentou, dificultando a manutenção da eficiência do equipamento e a prevenção de avarias. Portanto, é imprescindível garantir não apenas que as peças sejam projetadas para serem confiáveis, mas também que os métodos de manutenção preventiva sejam ajustados e mais precisamente comprovados.

Nos dias de hoje, os elementos que constituem os diversos equipamentos são submetidos a várias restrições de ordem mecânica, físico-química, elétrica, térmica, econômica etc.

Estas restrições provocam degradações, tais como deformações, ruptura, corrosão, desequilíbrios, desalinhamentos, erosão, etc.

Sem dúvida nenhuma, essas degradações apressam progressivamente o término da vida do equipamento, que por sinal pode acontecer de forma repentina ou até aleatória, isto é, independentemente da idade do equipamento e dos componentes considerados.

A função manutenção tem como intuito evitar ou minimizar tais restrições e buscar o aumento da disponibilidade e confiabilidade.

De acordo com MONCHY (1989) conservar é consertar e reparar um material, a fim de assegurar a continuidade da produção: **Conservar é submeter** o material.

Manter, é escolher os meios de prevenir, de corrigir ou de renovar segundo a utilização do material e do que é economicamente crítico, a fim de otimizar o custo global de propriedade: **Manter é dominar**. O estado de espírito Manutenção pode ser definido em duas palavras-chave:

DOMINAR para não se SUBMETER

Segundo algumas normas, costuma-se definir a função Manutenção como o conjunto de ações que permitam manter ou restabelecer um bem dentro de um estado específico ou como uma medida para assegurar um determinado serviço.

De acordo com MIRSHAWKA (1993), a norma MIL-STD-778, defini o termo manutenabilidade como uma característica de projeto e instalação expressa como a probabilidade de que um item se conformará a condições especificadas dentro de um período de tempo, quando a ação de manutenção é praticada de acordo com procedimentos e recursos prescritos.

A manutenabilidade, em termos simplificados, preocupa-se, na prática, com a capacidade ou grau de facilidade com que um equipamento ou sistema possa ter sua manutenção adequadamente executada. Uma manutenção bem executada é fundamental para que a vida útil prescrita do sistema ou equipamento seja maximizada, tanto no que se refere ao seu desempenho quanto à sua disponibilidade e também confiabilidade.

De acordo com os autores ALONSO & CASTRO (1997), a confiabilidade e a disponibilidade são conceitos utilizados para “medir” a performance da instalação e tornam-se cada vez mais usuais devido ao atual contexto econômico em que vivemos,

pois com a globalização dos mercados, a competitividade está se acirrando, custos e produtividade precisam ser monitorados e otimizados ao máximo para se conseguir participação nestes mercados, que apresentam exigências crescentes em termos de preço, qualidade e fidelidade nos prazos.

A confiabilidade pode ser descrita de forma simplista com a segurança de que as funções serão desempenhadas conforme desejado. Já a disponibilidade indica a possibilidade de se dispor (utilizar) de um equipamento ou sistema desejado.

Um exemplo desta definição seria por exemplo a interrupção do ciclo produtivo de um determinado produto final, durante um momento de pico de produção ocorresse uma parada não programada.

Nesta situação, iremos nos deparar com o aumento dos custos operacionais, possível diminuição da qualidade percebida pelo cliente e perdas advindas por não cumprimento de prazos, como multas contratuais e ainda pior, a perda de credibilidade e futuras oportunidades de novos negócios.

Desta forma é possível entender a importância da correta realização e interação entre estes conceitos, sendo que os mesmos apresentam diferenças sutis, porém com implicações e decorrências danosas.

Para melhor entender e compreender estes conceitos é necessário fazer uma revisão da evolução das gerações da história da Manutenção.

O primeiro estágio vai até a II Guerra Mundial, quando a indústria ainda era pouco mecanizada, os equipamentos eram mais simples e geralmente super dimensionados. Pela própria conjuntura econômica da época, a questão produtividade não era muito considerada. Como consequência disto, a Manutenção estava voltada mais para a ação corretiva (reparo após falha), conseqüentemente havia a necessidade de maiores oficinas e imobilizados em peças de reposição, conforme sintetiza a figura 3.

○ A segundo estágio ocorre da II Guerra Mundial até os anos 60. Neste período houve aumento generalizado de mecanização das plantas industriais, bem como de sua complexidade, consequência direta do aumento de demanda de bens vide figura 4.

Fortalece-se a idéia da necessidade de maior disponibilidade das plantas e confiabilidade nos processos, como forma de evitar gastos com a perda de produtividade. Surgem a manutenção preventiva por tempo (paradas programadas), as recuperações globais programadas e sistemas para planejamento e controle de trabalho.

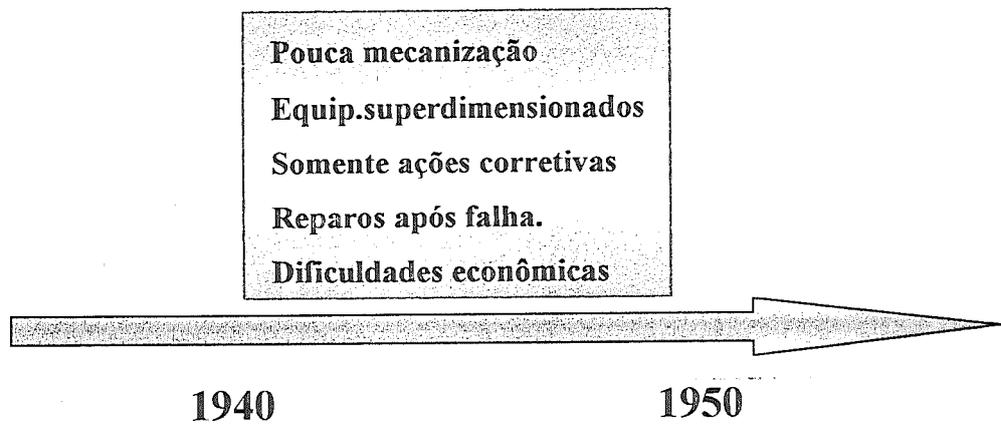


FIGURA 03 - Evolução das Técnicas de Manutenção - Década de 50
(MOUBRAY; 1992)

A manutenção preventiva é um dos setores de maior importância dentro de uma boa organização de manutenção. É o setor de ligação entre a Produção e a Manutenção. A manutenção Preventiva transcende a simples inspeção periódica do equipamento e das instalações, visando evitar falhas, embora esta inspeção seja uma das partes vitais de qualquer programa de manutenção preventiva.

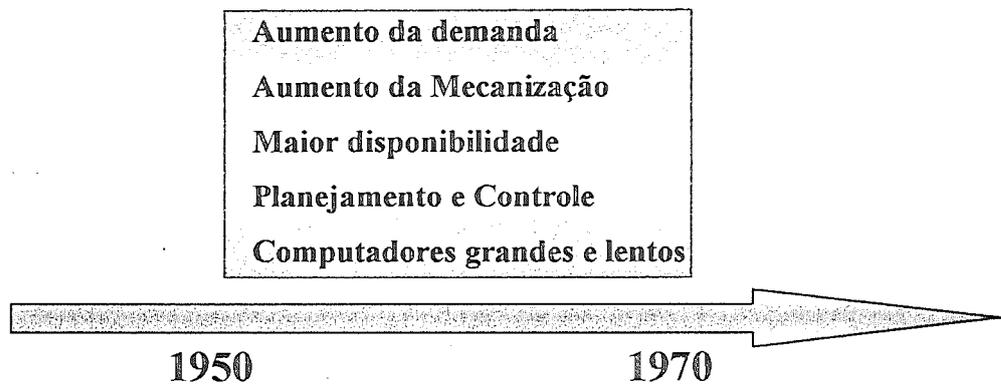


FIGURA 04 - Evolução das Técnicas de Manutenção - Década de 70
(MOUBRAY, 1992)

Na figura 5 nota-se que na década de 70 inicia-se a terceira geração, consequência das mudanças dos mercados e da economia, onde produtividade e redução de custos tornam-se preocupações presentes. Paradas não programadas devido a falhas passam a ter desdobramentos nefastos, pois a própria cadeia logística dos produtos foi

alterada (just in time, redução de estoques, etc.). Portanto nesta geração, ocorre o surgimento de novas necessidades devido às mudanças tecnológicas (aumento de mecanização e automação em todos os setores), além de disponibilidade e confiabilidade há preocupação com a qualidade do produto, segurança e meio ambiente, e maximização da vida útil dos equipamentos, do custo-eficiência e também utilização de novas técnicas como FMEA (Failure Mode and Effect Analysis - Análise do Modo e efeito das falhas) e a FTA (Failure Tree Analysis - Análise da árvore de falhas), posteriormente verificadas por este trabalho no capítulo 3.

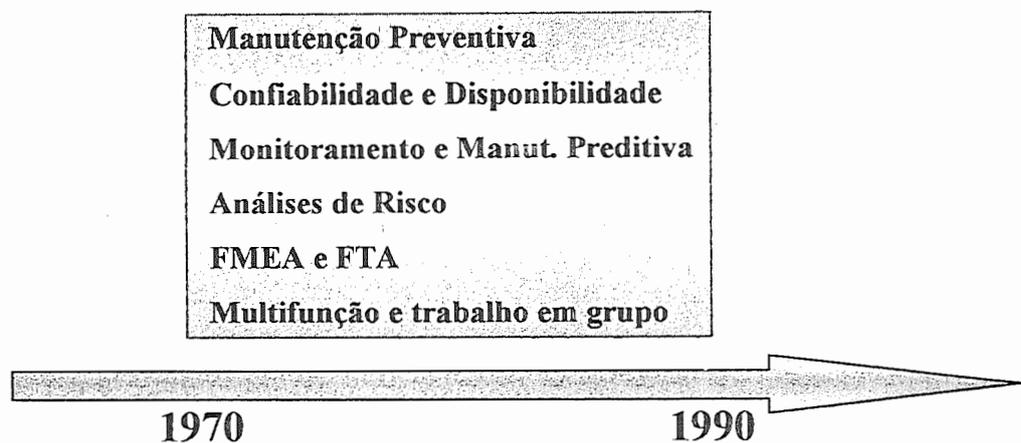


FIGURA 05 - Evolução das Técnicas de Manutenção - Década de 90
(MOUBRAY, 1992)

Reforça-se o conceito de Manutenção Preventiva por condição (manutenção Preditiva), o melhor reconhecimento das interações das fases de implantação de um sistema conduz a projetos mais preocupados com a manutenabilidade (facilidade de manutenção) e confiabilidade. Estudos sobre riscos, modos de falha e análise dos seus defeitos e as causas geradoras destes, sua clara identificação e eliminação na fonte (Manutenção pró-ativa), mostram claramente as novas tendências, sendo desenvolvidas e aprimoradas novas metodologias de análise dos sistemas em decorrência da complexidade sempre crescente destes, ao passo que os recursos de trabalho também se desenvolvem.

Na figura 6 estão representados os estágios tradicionalmente reconhecidos na literatura sobre manutenção, sendo o primeiro estágio caracterizado pela simples necessidade de manter os equipamentos em operação devido a demanda crescente,

fazendo com que os períodos de inatividade à espera de recuperação de falhas não eram muito importantes.

A partir do reconhecimento de vida útil e também da possibilidade do tratamento estatístico da falha associada aos altos custos, aumento da quantidade e da complexidade das máquinas, levou a indústria da época a avaliar suas metas e diretrizes em relação a produtividade e a manutenção de seus equipamentos.

Este processo de evolução, mostra a preocupação com as novas tecnologias e suas aplicações, tendo como objetivo manter os padrões de qualidade satisfatórios, tanto em relação a serviços como também ao produto final.

Computadores com maior capacidade de processamento permitem análises estatísticas mais precisas bem como bancos de dados mais completos. A importância do fator humano é melhor percebida e enfatizada, o feeling do operador passa a ser uma informação valorizada.

Desta forma, a expectativa em relação as metodologias e futuros programas de manutenção, a partir da década de 80, passaram a ser relevantes do ponto de vista gerencial.

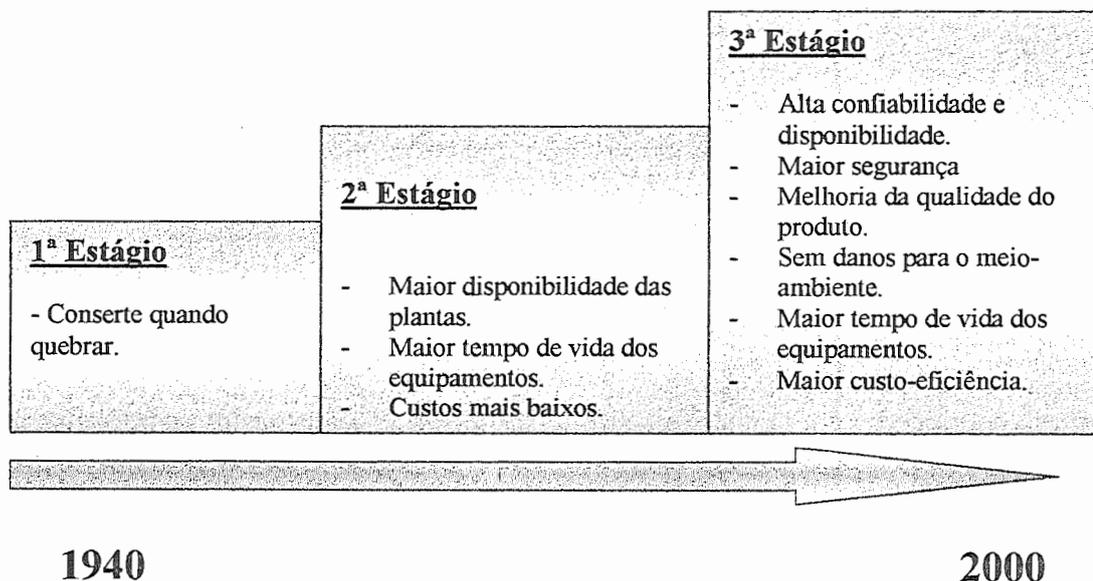


FIGURA 06 – Aumento da Expectativa em Relação a Manutenção
(MOUBRAY, 1992)

2.2.1 - A Evolução da Manutenção Corretiva à Manutenção Preventiva

De acordo com KELLY & HARRIS (1980) e LEWIS & PEARSON (1965) as organizações industriais existem em função do lucro, utilizando-se de equipamentos e de mão-de-obra para transformar materiais brutos em produtos acabados de maior valor.

Em outras palavras, o lucro é a diferença entre a receita da venda de um produto e seus custos de fabricação e de comercialização. A rentabilidade é influenciada por muitos fatores, entre os quais a demanda de mercado, o preço do produto, o volume de produção e outros custos relacionados com o investimento, a vida útil e a operação dos equipamentos. A manutenção está correlacionada com a rentabilidade, na medida em que influencia na capacidade de produção e no custo operacional dos equipamentos.

Durante a evolução do Sistemas de Manufatura (produção artesanal, massa e enxuta) é notado que a indústria estava entrando cada vez mais no caminho da **automacão**, o capital investido em equipamentos especializados era cada vez maior e a tendência era exigir-se o máximo de eficiência destes equipamentos através de sua utilização máxima.

Para que isso fosse possível, seria necessário evitar que uma máquina parada pudesse afetar a programação da produção, sendo necessário a criação de um sistema preventivo de manutenção visando eliminar as **falhas** de máquinas devido à ausência total de reparos.

De acordo com ELLENRIEDER (1991), *"a falha é um estado físico anormal de um sistema que seja ameaça para sua operação."* A anormalidade é entendida como o desvio de algum parâmetro mensurável além dos limites do que o projeto e a experiência consideram aconselhável para uma operação normal.

Segundo MIRSHAWKA (1993), é muito importante dar alguns detalhes a mais sobre as falhas. Faz parte do espírito da manutenção, principalmente da corretiva, não apenas retirar um equipamento do estado de pane ou reparar um sistema avariado, mas também procurar evitar o reaparecimento do defeito. Torna-se, dessa forma, muito importante a análise de falhas. Nunca se deve esquecer a identificação da natureza da falha(mecânica, elétrica, eletrônica, hidráulica, pneumática, etc.) e também as seguintes situações:

- Espaço (localização onde ocorreu);

- Tempo (data);
- Número de unidades em uso;
- Supervisão preventiva (sensoriamento, inspeções periódicas, rondas etc.)

A velocidade de manifestação das falhas ocorrem segundo um dos modelos mostrados na figura 7.

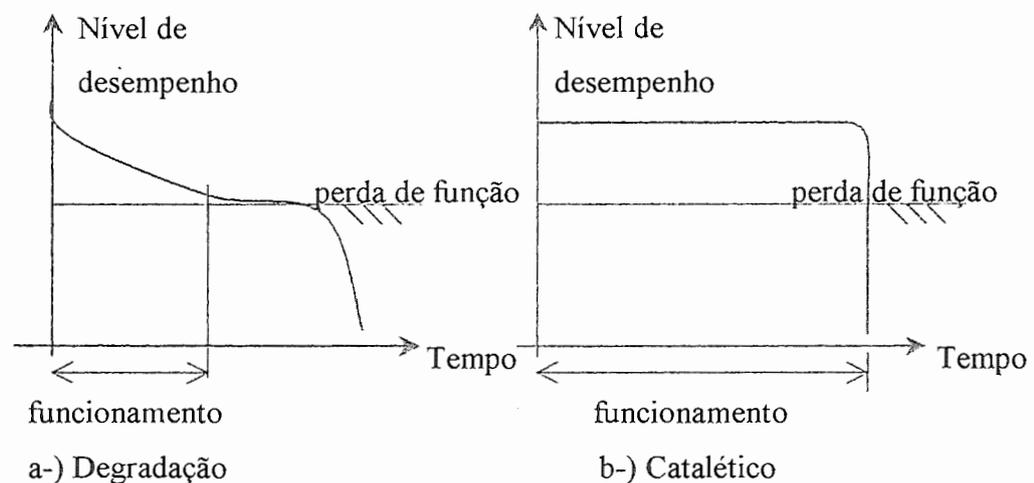


FIGURA 07 - Modelo de manifestação de falhas (MIRSHAWKA; 1993)

Cada modelo de falha degrada um item mecânico de modo particular, porém, frequentemente, vários modos se enquadram bem dentro do esquema da figura abaixo.



FIGURA 08 - Processo de evolução de uma falha (MIRSHAWKA; 1993)

Durante a fase de "iniciação" encontra-se normalmente um defeito na "saúde da máquina", um defeito de concepção, de fabricação, e/ou uma causa extrínseca (choque, sobrecarga repentina etc.).

Na fase de "propagação", acontece geralmente por modos de falha em funcionamento, tais como a fadiga, o desgaste, chegando desta forma a fase de "ruptura", ocorrendo perda acelerada do bom funcionamento do equipamento.

A curva característica da taxa de falhas em sistemas mecânicos, válvulas, bombas, motores possui um período inicial de decréscimo - onde são observados as falhas oriundas do controle de qualidade - seguido por um crescimento ao longo do tempo. Nestes sistemas as falhas passam a ter, em sua maioria, característica acumulativa, desgaste, corrosão, fadiga, etc de modo que a manutenção planejada deve se reportar a uma prática em que seja possível estimar a vida útil dos equipamentos.

A vida útil de um equipamento é definida a partir de um determinado tempo em que ele possa desempenhar a sua operação de modo seguro e economicamente viável no contexto da produção.

De acordo com MONCHY (1989) parte do espírito da manutenção corretiva não é só retirar um material do estado de "pane" ou reparar um sistema avariado, mas procurar evitar a reincidência do defeito.

"Seria ilusório querer tirar um equipamento do estado de pane ou fazer um reparo no material sem ter previamente elucidado a natureza da falha a remediar"

O "modo" ou "tipo da falha" é entendido como eventos que levam associados a eles, uma diminuição parcial ou total da função do produto e de suas metas de desempenho. Desta forma entende-se por "efeito da falha" as formas como os modos de falha afetam o desempenho do sistema, do ponto de vista do cliente, ou seja, é o que o cliente observa, e finalmente as "causas da falha" são os eventos que geram, provocam e induzem o aparecimento do tipo (modo) de falha.

A figura 9 mostra a relação de eventos (Causa-Modo-Efeito) identificado em um processo de falha.

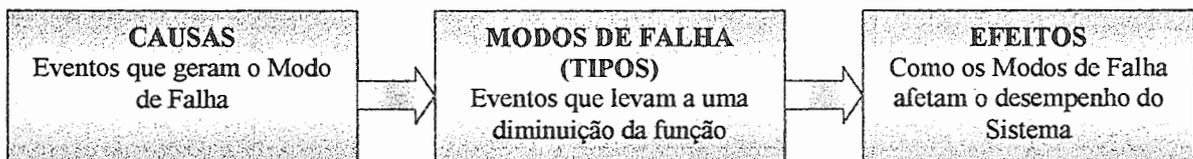


FIGURA 09 - Relação: "Causa - Modo - Efeito"(HELMAN et al.; 1995)

De uma maneira geral, levando-se em conta o tempo, pode-se dizer que a forma em que a falha aparece é:

1. Numa operação prematura
2. Operar em tempo prescrito
3. Cessar operação em tempo prescrito
4. Durante a operação.

Através da figura 10, pode-se identificar os principais elementos para se fazer uma análise e um diagnóstico de uma falha.



FIGURA 10 - Elementos para análise de uma falha (HELMAN et al.; 1995)

O perfil de falha ao longo da vida de um equipamento, pode ser determinada através de uma combinação de funções estatísticas das principais modalidades de falha, mostrando uma curva que ilustra o comportamento geral do equipamento.

Segundo com KELLY & HARRIS (1980), a estimativa dos parâmetros do perfil de probabilidades de falhas ao longo da vida dos componentes constituem um requisito essencial à previsão da confiabilidade do sistema, principalmente na fase II - Vida Útil, no que se diz respeito a taxa de falhas, conforme mostra a figura 12.

2.2.1.1- Tratamento Estatístico da Falha

Muitos dos problemas na área da manutenção e da confiabilidade são situações que envolvem variáveis probabilísticas. Com o objetivo de se estabelecer um modelo destas situações é necessário compreender os princípios básicos da estatística da falha,

ou seja, aplicação de técnicas à descrição e à análise dos padrões de falha de componentes e de equipamentos.

A necessidade de uma análise rápida dos dados de confiabilidade, fez com que se usasse um procedimento analítico gráfico através do papel de probabilidade de Weibull. Este procedimento descreve várias técnicas gráficas de análise e projeto de ensaio, ilustrando como as previsões podem ser feitas, mesmo na circunstância de se recorrer a pequenas amostras, possibilitando também que se determine a previsão dos riscos associados em termos de intervalos de confiança.

Weibull foi um dos primeiros a usar esta distribuição na análise dos resultados nos ensaios de fadiga, tendo sido usada predominantemente na análise dos dados de ensaios de vida nos quais a variável de interesse é a vida.

A distribuição acumulada de Weibull pode ser descrita da seguinte forma:

$$P_T(\text{vida} < t) = 1 - e^{-(t-\gamma \cdot (\eta^{-1}))^\beta}$$

γ - parâmetro de localização (vida mínima)

β - parâmetro da forma

η - parâmetro da escala

Para aplicações práticas, faz-se necessário admitir que a vida mínima (γ) seja sempre igual a zero, salvo quando se tratar de produto que sofreu tratamento de recondicionamento.

Desta forma, a distribuição acumulada de probabilidade de falhas de Weibull adquire uma forma mais simples:

$$F(t) = 1 - e^{-(t \cdot (\eta^{-1}))^\beta}$$

Matematicamente dizendo, a função densidade de probabilidade de Weibull é a primeira derivada da função probabilidade acumulada.

O parâmetro β é chamado de parâmetro de forma ou coeficiente angular, ou seja, é o coeficiente angular da reta a partir dos dados experimentais.

$$e^{-(t \cdot (\eta^{-1}))^\beta}$$

É possível verificar através da figura que a esta função pode variar desde uma distribuição altamente côncava para $\beta = 0,5$ até uma distribuição com pronunciada saliência quando $\beta=6$. Um exame rápido da figura 11, mostra que quanto maior for o

valor de β , tanto maior será a tendência de todos os itens falharem ao mesmo tempo. Assim β é uma medida de consistência da ocorrência da falha.

A aplicação mais importante da estatística da falha na manutenção consiste no fornecimento de informações aos projetistas e aos engenheiros especialistas em confiabilidade, permitindo assim a determinação de vidas esperadas, disponibilidades e confiabilidades de sistemas, entre outras aplicações, com maior precisão.

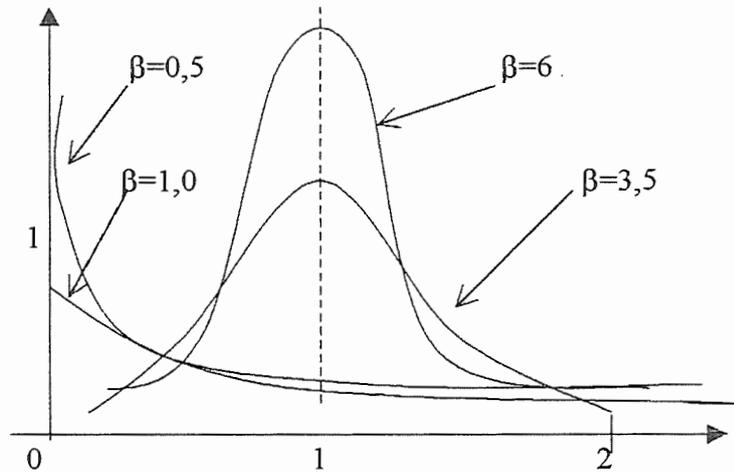


FIGURA 11 - Parâmetro de forma de Weibull (HELMAN et al.; 1995)

A estatística de falha também pode ser utilizada para diagnosticar a natureza das falhas repetitivas e também prescrever soluções aos problemas de manutenção.

A aprendizagem dos princípios e das técnicas da análise estatística da falha, deve estar prontamente acessível e vinculados por procedimentos seguros de coleta dos dados, tornando estas informações suficientemente confiáveis.

A figura 12 mostra a combinação de algumas curvas determinadas pela distribuição de Weibull, apresentando uma forma bastante genérica, ou seja, o perfil de probabilidade de falha dos componentes de um equipamento, ao longo de sua vida.

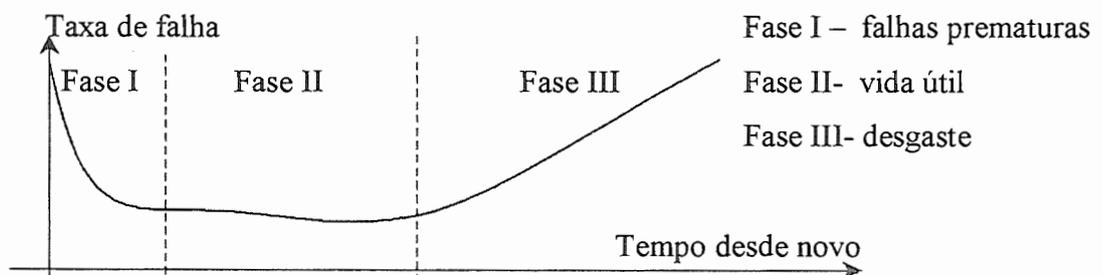


FIGURA 12 - Curva da Banheira (KELLY; 1980)

2.2.1.2 - Problemas Gerenciais da Manutenção Corretiva devido às falhas.

Devido a um grande número de falhas, começaram a ocorrer situações de divergências entre Produção e Manutenção, onde a Produção exigia a continuidade do processo e a Manutenção passava a exigir uma parada do equipamento para reparos rápidos para que o mesmo pudesse produzir sem a ocorrência de falhas, evitando assim, uma possível parada repentina do processo de produção da empresa.

Segundo VERRI (1995), é histórico o antagonismo entre os Departamentos de Operação (Produção) e Manutenção em indústrias em geral, e em particular nas indústrias de processamento contínuo. O profissional de manutenção costuma generalizar o pensamento de que o pessoal de Operação "maltrata" os equipamentos; por sua vez o homem de operação costuma associar a Manutenção ao problema, pois geralmente a Manutenção só aparece quando existem problemas em equipamentos. O autor comenta também que ninguém quer ser responsabilizado pelos problemas, porque os mesmos acabam trazendo muito prejuízo para a empresa e desta forma a liberação de equipamentos para manutenção preventiva torna-se muito difícil.

A correlação entre os trabalhos de manutenção e rentabilidade (ciclo produtivo) tem sido progressivamente fortalecida ao longo dos tempos, uma vez que as instalações industriais tornaram-se maiores, seus custos de paralisação conseqüentemente se elevaram e os trabalhos de manutenção tornaram-se mais sofisticados e caros.

De acordo com VERRI (1995), existem empresas que tem disponibilidade financeira e esclarecimento suficiente para que seja elaborado um plano de gerenciamento da manutenção da futura planta antes da partida da unidade para produção, mas geralmente ocorrem falhas na execução deste procedimento, ocorrendo na maioria das vezes incipientes planos genéricos, que muitas vezes não são seguidos, ou mesmo a inexistência de qualquer sistema de gerenciamento adequado, levando o profissional da área de manutenção a um círculo vicioso, conforme figura 13.

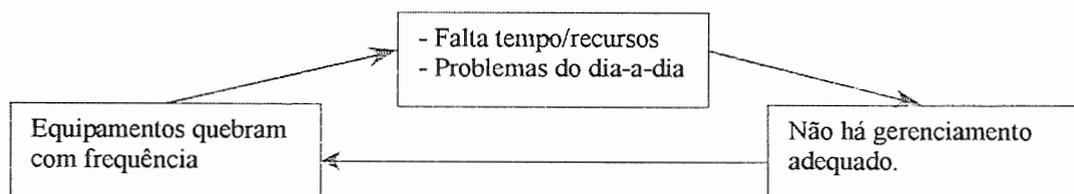


FIGURA 13 - Ciclo vicioso da Manutenção (VERRI, 1995).

A manutenção corretiva tem sido definida como aquela que se conduz quando o equipamento falha, ou cai abaixo de uma condição aceitável, enquanto em operação. O tempo de paralisação decorrente da falha, consiste não só do tempo necessário para conduzir o reparo, mas também consiste dos atrasos devido a falta de recursos ou de informações. Diante desta situação, tornou-se necessário o desenvolvimento de estudos de análise de falhas (FMEA e FTA) e também promovendo cursos para desenvolver o analista de falhas, com o objetivo de reduzir os tempos de parada de produção e conseqüentemente elaborar um controle estratégico das manutenções preventivas agregando ao equipamento uma maior confiabilidade e disponibilidade de funcionamento.

Segundo HELMAN (1995), os métodos FMEA (Failure Mode and Effect Analysis - Análise do Modo e Efeitos das Falhas) e FTA (Fault Tree Analysis- Análise da Árvore de Falhas), podem auxiliar eficientemente na etapa de busca das causas fundamentais dos problemas, bem como na etapa de elaboração do correspondente plano de ação para seu bloqueio. A utilização lógica inerente a estes métodos tem sido empregada com sucesso na solução de problemas, já que frequentemente permite chegar às causas dos problemas com relativa facilidade. Neste sentido, estes métodos fornecem também um critério para priorizar as ações gerenciais a serem adotadas na solução dos problemas abordados.

A figura 14 mostra uma seqüência de perguntas a serem feitas na montagem de um relatório de falhas, para ser utilizado nas situações em que se estuda um processo em operação, fornecendo informações preciosas para identificação dos modos e causas de falha.

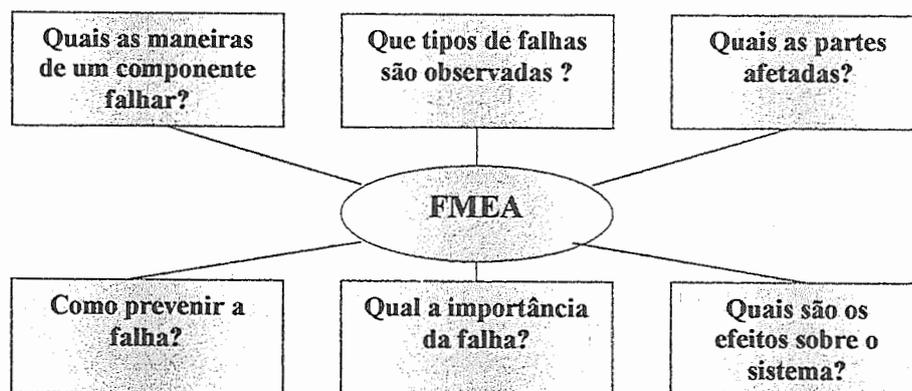


FIGURA 14 - Procedimento para Análise de Falhas (HELMAN, 1995)

Segundo o mesmo autor, a análise da árvore de falha é um método sistemático e padronizado, capaz de fornecer bases objetivas para funções diversas tais como a análise de modos comuns de falhas em sistemas, justificação de alterações em sistemas e demonstração de atendimento a requisitos regulamentares e/ou contratuais, dentre outras. Adaptado posteriormente a outras funções, sua utilização abrange aspectos diversos que vão desde projetos de máquinas e equipamentos até análise de processos industriais ou administrativos.

Sendo um procedimento altamente detalhado, a FTA requer um considerável volume de informações e um profundo conhecimento do produto ou processo em estudo.

A análise se inicia a partir de uma falha ou problema particular do sistema, motivo do estudo, denominada "evento de topo", e continua com a elaboração da sequência ou combinação dos fatos capazes de conduzir ao tal evento.

De uma forma geral a árvore de falha é um modelo gráfico que permite mostrar de uma maneira simples, o encadeamento dos diferentes eventos que podem dar resultado ao evento de topo.

A utilização da árvore de falha tem como objetivo:

- Auxiliar o analista de falhas a identificar dedutivamente as falhas do Sistema.
- Assinalar os aspectos do Sistema mais relevante em relação a uma falha particular.
- Fornecer ao analista uma maior compreensão do comportamento do Sistema.
- A FTA, requer um considerável volume de informações e um profundo conhecimento do produto ou processo em estudo.

A complexidade da árvore de falhas cresce com a complexidade do equipamento ou processo e com o nível de detalhamento desejado. Uma análise na FTA permite avaliar qual é o real conhecimento que a empresa tem sobre o produto ou processo.

Árvores de falhas que abordam um mesmo evento de topo podem ser diferentes entre si, porque diferentes pessoas podem ter compreensão distinta do sistema. Pode ser útil combinar várias árvores, consolidando o conhecimento sistematizado por diferentes pessoas ou equipes.

A figura 15 mostra uma estrutura de árvore em forma de fluxograma, permitindo observar que o evento indesejado aparece no topo, ligado a eventos mais básicos por meio de símbolos.

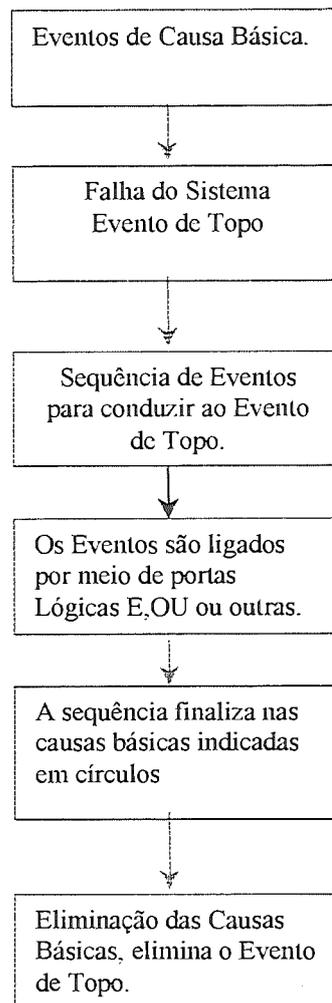


FIGURA 15 - Estrutura da Árvore de Falhas (HELMAN; 1995)

2.2.2 - A Confiabilidade e a Manutenção Preventiva

Em termos simples, a confiabilidade se caracteriza pela aptidão de um item não falhar durante sua utilização. O problema de construir equipamentos capazes de funcionar sem falha deve ser tão antigo quanto o de sua concepção e construção; desde que o primeiro passo após a criação do bem tenha sido o problema de seu bom funcionamento. RODRIGUES (1985).

A abordagem quantitativa desta técnica ocorreu apenas a três décadas atrás, com o objetivo de prever, medir, controlar e melhorar esta aptidão ao bom funcionamento.

No início, estas técnicas estavam restritas a apenas a artefatos bélicos, devido a importância estratégica do domínio militar, mas logo em seguida passou para outros setores e hoje praticamente atingiu todos os ramos de atividades.

A elevada complexidade dos artefatos bélicos, operacional e técnico, aumentaram de modo considerável a necessidade de assegurar um bom funcionamento sem o qual os mesmos numa situação limite não poderiam completar uma missão, configurando uma posição extremamente crítica do ponto de vista militar.

Um sistema não confiável não tem sempre efeitos catastróficos, mas graves consequências econômicas, no aspecto das intervenções de manutenção de um equipamento, em pessoal (mão de obra), troca de peças de reposição e estoque de sobressalentes.

Para equipamentos em funcionamento contínuo, por necessidade operacional, cada falha corresponde a uma imobilização do item acarretando perdas financeiras não desprezíveis.

De uma forma geral, uma missão frustrada pode levar a graves consequências econômicas, onerando sobremaneira um orçamento, podendo chegar a suspensão de um projeto.

A confiabilidade trata-se de uma grandeza numérica que caracteriza a aptidão de um material a funcionar sem falha e também um ramo de atividade científica com métodos para prever, estimar, controlar, melhorar e otimizar visando outras solicitações, ou seja, aptidão ao bom funcionamento.

A confiabilidade é uma disciplina que tem seus métodos próprios, suas teorias e suas técnicas. As teorias que tem por base o cálculo de probabilidades, a análise estatística e a pesquisa operacional. As técnicas repousam sobre o estudo físico-químico das falhas, da tecnologia dos componentes, das ferramentas da concepção dos circuitos, dos diferentes dispositivos e das regras habituais do controle de qualidade.

A figura 16 mostra a necessidade de um programa de confiabilidade, nos níveis de concepção, fabricação e utilização dos equipamentos

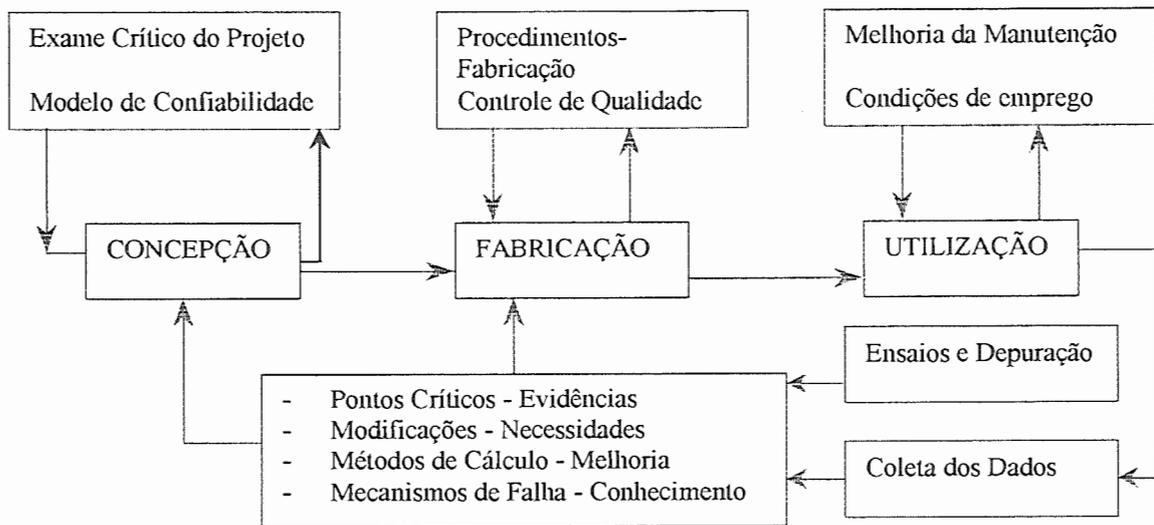


FIGURA 16 - Melhoria e Aperfeiçoamento da Confiabilidade (RODRIGUES, 1985)

Os esforços exercidos nos últimos anos quanto à economia de escala, tem resultado em um crescimento sem paralelo nas dimensões dos equipamentos utilizados na maioria das indústrias, a exemplo das indústrias petroquímicas e de processamento de petróleo, da aviação comercial e dos conjuntos geradores de energia elétrica, resultando daí que as consequências de uma falha tem se tornado muito mais dispendiosas, como no caso de uma reduzida disponibilidade de operação de uma central elétrica, ou mesmo potencialmente catastróficas, a exemplo da falha do mecanismo de parada de um reator nuclear.

Assim se torna cada vez mais importante a capacidade de previsão da vida esperada de uma fábrica e de seus equipamentos principais, bem como da carga esperada de manutenção e da disponibilidade da fábrica e, portanto, dos recursos de sistemas de suporte necessários a uma operação eficiente. Tal previsão, só pode resultar da cuidadosa consideração dos fatores relacionados com sua confiabilidade e manutenibilidade no estágio de projeto.

"Manutenção Preventiva é conduzida para controlar o nível de falhas, mas por vezes sua execução requer que se para a fábrica, isto é, que esta passe para um estado não disponível." KELLY & HARRIS (1980)

De acordo com LEWIS & PEARSON (1965), na década de 60 a implantação de um programa de Inspeções Preventivas, bem organizado e bem controlado, dependia

não apenas do apoio total da administração, mas também da compreensão e da cooperação dos órgãos de linha por ele afetados. O principal argumento que se pode oferecer à alta administração em favor da Manutenção Preventiva é a economia, demonstrada por nítido decréscimo no custo total unitário de fabricação.

Um programa de inspeções preventivas torna-se praticamente inútil se não for precedido de um sistema de controle de manutenção bem planejado. Embora não se possa prescindir da Manutenção Preventiva, ela é apenas parte da organização da Manutenção.

"De nada adianta prever falhas se não há um sistema efetivo e eficiente de manutenção periódica. Os programas de Manutenção Preventiva são planejados com base nos relatórios de manutenção; se estes não forem corretos e completos, o planejamento será feito em bases falsas."

As inspeções nos equipamentos são pressupostos básicos da manutenção planejada. As inspeções também inserem-se no contexto de uma avaliação econômica das medidas a serem tomadas, de modo a evitar a deterioração do equipamento e acompanhar o seu ciclo de vida.

De acordo com REYS (1995), as inspeções devem ser realizadas de conforme os seguintes padrões:

- criticidade dos equipamentos
- local da inspeção
- itens a serem inspecionados
- frequência da inspeção
- método da inspeção
- instrumentos a serem utilizados
- critérios e ações após a inspeção.

De uma forma geral a Manutenção Preventiva é realizada para manter o sistema em uma condição consistente com os níveis requeridos de desempenho e confiabilidade. A Manutenção Preventiva é efetuada com o objetivo de se reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do serviço prestado pela mesma.

Segundo PALLEROSI (1993), a manutenção preventiva também pode ser entendida como uma intervenção de manutenção programada, com uma certa

regularidade antes do possível aparecimento de uma falha, tendo como objetivo principal aumentar a confiabilidade do sistema agindo-se sobre os efeitos do desgaste, corrosão, fadiga e fenômenos correlatos.

As atividades de Manutenção Preventiva também podem fornecer informações que podem ser utilizadas para prever quando um equipamento pode atingir um nível inaceitável de desempenho. Desta forma, um plano de manutenção preventiva pode conter atividades de monitoramento contínuo ou atividades consideradas preditivas.

O controle dos trabalhos é uma função da organização da manutenção preventiva, cujo objetivo consiste em harmonizar a mão-de-obra, os sobressalentes e os equipamentos com a carga de trabalho corretivo e preventivo necessário. Esta função também inclui a localização das falhas, o estabelecimento de prioridades e a coordenação e o controle de pessoal, dos sobressalentes e do equipamento de manutenção.

O controle da condição da fábrica é necessário para atingir um desempenho ótimo a longo prazo e sua função consiste em identificar os problemas mais importantes, diagnosticar as causas e indicar soluções.

Considerando as características das falhas de um equipamento, a alteração da política de manutenção preventiva é apenas uma dentre várias alternativas que poderiam otimizar a fábrica. Outras alternativas seriam a modificação do projeto (principalmente no início da vida do equipamento) e as alterações da política de produção.

A realimentação, o processamento e a análise das falhas e dos dados de custo constituem um requisito essencial para tal organização, sendo que muitos desses dados são também necessários para as tomadas de decisões no âmbito da manutenção corretiva.

Uma função adicional da investigação das falhas e dos custos consiste na transmissão de informações ao fabricante do equipamento, para incorporação aos futuros projetos

A manutenção planejada, vista como uma vantagem competitiva sustentável, reduz os custos proporcionais decorrentes da perda de produção oriunda das paralisações previstas. Existem também algumas considerações quanto à segurança humana e o efeito de uma eventual falha em equipamentos interconectados.

A figura 17 mostra um modelo de Sistema de Manutenção, classificando a entrada de serviços em "urgente" e "programada".

Seguindo o fluxo "urgente" é possível verificar a necessidade de determinar a existência das peças de reposição do equipamento em manutenção, no caso de não existir determinada peça, o fluxo determina a emissão de um documento de compra, que deverá ser enviado ao Departamento de Suprimentos da empresa.

Após a compra do item de reposição, o serviço de manutenção poderá ser executado e as informações enviadas para um sistema de arquivos da empresa com o objetivo de preservar o histórico das manutenções realizadas.

No caso dos serviços não serem de caráter urgente, os mesmos poderão ser programados e nesta situação, o Departamento de Manutenção poderá emitir um plano de manutenção preventivo para ser realizado em momento oportuno, sendo o mesmo negociado com o Departamento de Produção da empresa.

A terceira situação seria se os serviços fossem de caráter corretivo mas podendo ser programado a curto prazo, ou seja, no caso da emissão de Pedidos de Trabalho solicitados pelo Departamento de Produção através de uma programa de TPM (Total Productive Maintenance- Manutenção Produtiva Total), fazendo com que o Departamento de Manutenção prepare Planos de Trabalhos a serem executados através de Ordens de Serviços, com reservas de peças como itens de reposição. Tais reservas poderão gerar ou não, pedidos de compra encaminhados ao Departamento de Suprimentos, no caso deste item não existir no estoque da empresa.

Estas informações também serão armazenadas em arquivos, para posteriormente serem analisadas para tomadas de decisão em relação as melhorias e investimentos a serem realizados nos equipamentos, visando também um ganho a nível do Planejamento e Controle da Produção.

A avaliação do equipamento é condição necessária da manutenção planejada. A esta avaliação estão somadas as atividades de reparo ou manutenção corretiva, estando estas atividades ligadas intimamente ao treinamento dos mantenedores.

Pode se dizer a princípio, que a detecção da falha não significará a redução no número de falhas ou em maiores prazos para a manutenção corretiva, necessitando para isso de melhores técnicas de reparos e "set-up".

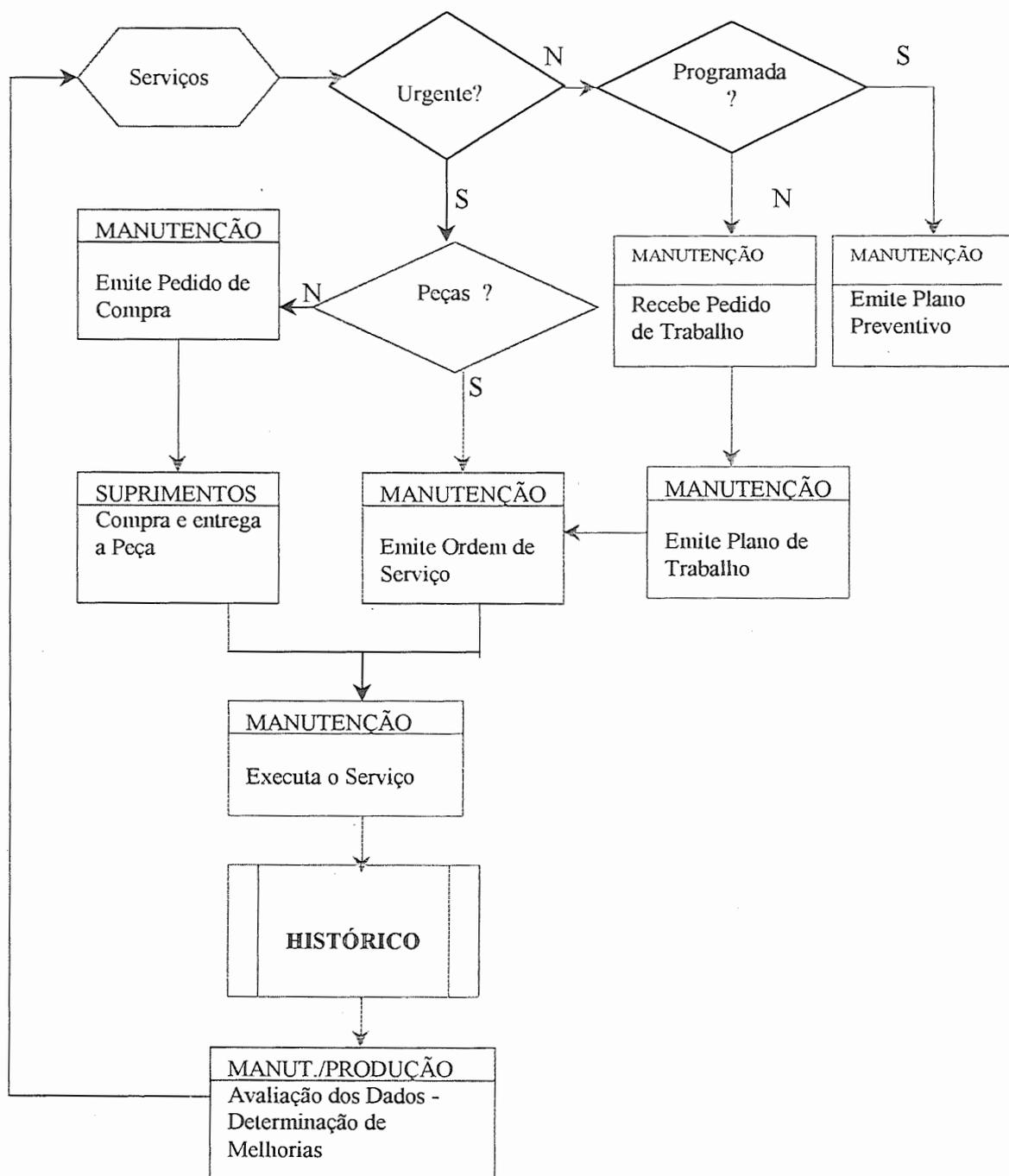


FIGURA 17 - Modelo de um Sistema de Manutenção

A figura 18 mostra a divisão das atividades de manutenção, entretanto, no contexto da manutenção preventiva não é sempre possível observar continuamente a condição operacional de um equipamento e/ou sistema. Desta forma, inspeções

periódicas são efetivadas para se conhecer a situação de um sistema antes de uma tomada de decisão.

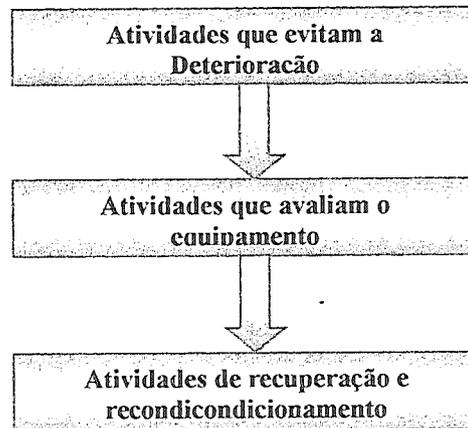


FIGURA 18 - Atividades da manutenção (VALDEZ et al., 1989)

Nos últimos anos esta atividade de planejamento das inspeções tem sido uma preocupação constante da manutenção, levando alguns pesquisadores a estudá-la, conforme VALDEZ (1989), que propõe alguns modelos em que a premissa básica é a redução das perdas devido as paralisações de produção por motivo de inspeções periódicas e frequentes.

A forte pressão para a redução das inspeções está também ligado ao seu alto custo de execução, extrapolando o orçamento do Depto. De Manutenção da empresa, previsto para período vigente.

As atividades do planejador de manutenção, normalmente está voltada para duas situações distintas, após a realização das inspeções consideradas perfeitas.

- Determinar qual a ação que deve se tomada.
- Determinar qual o próximo período de inspeção.

Estas duas opções para tomada de decisão estão sendo mais exploradas por diversos autores no que concerne às diferentes variáveis do sistema:

- Tipo e quantidade de informação.
- Período de tempo analisado.
- A natureza dos custos.

Normalmente um equipamento não é projetado para não sofrer nenhum tipo de manutenção sendo esta, entretanto, feita de modo que o equipamento ou módulo, desde

que avariado, seja rapidamente substituído colocando-o novamente em operação. Para que isto ocorra é necessário que se possua domínio tecnológico sobre os mesmos, sendo que este domínio mantido através de uma padronização de atividades.

De acordo com CAMPOS (1992), a padronização de atividades de prevenção e preservação dos equipamentos da empresa deve ter os seguintes objetivos:

- prevenir problemas nos equipamentos de produção
- prevenir o aumento da dispersão das características da qualidade do produto devido à deterioração das condições do equipamento.
- prevenir a queda da eficiência do equipamento
- prevenir o aumento dos custos de manutenção

2.2.3 - O Monitoramento Contínuo e a Manutenção Preditiva

De acordo com o autor REYS (1995), o principal objetivo do monitoramento contínuo é a detecção de condições de falha e este objetivo pode ser atingido definindo-se regiões de trabalho classificadas com regiões de operação normal, de alerta e de emergência.

Conforme a quantidade monitorada, a classificação deve ser baseada sobre dados coletados em operação normal em cada máquina, conforme rotas de inspeções preestabelecidas para cada área fabril.

A detecção de mau funcionamento de um equipamento e a identificação do tipo de falha torna possível uma ação mais eficiente, melhorando as condições de segurança e a disponibilidade do equipamento.

A figura 19 mostra que, segundo esta hierarquia de Monitoração, a monitoração de situação tem como objetivo verificar se o sistema está funcionando.

A monitoração de condição verifica se o equipamento está funcionando adequadamente, dependendo evidentemente de um maior número de dados coletados para a análise final.

O terceiro nível da hierarquia é o monitoramento de desempenho, sendo na realidade o monitoramento de condição, acrescentado das condições operacionais em que se deseja que o sistema funcione.

O monitoramento de diagnóstico utiliza-se dos dados coletados anteriormente e atuais para poder diagnosticar as condições operacionais do equipamento, verificando se existe alguma coisa de errado na operação do equipamento.

No último nível da hierarquia está o monitoramento de prognóstico, onde pretende-se prever quando o equipamento ou sistema poderá falhar usando para isto informações anteriores, o histórico do equipamento, as condições operacionais e também as teorias tipo FMEA ou FTA já mencionadas anteriormente.

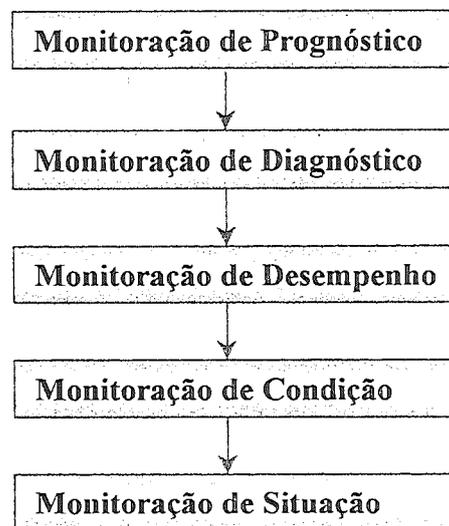


FIGURA 19 - Hierarquia do Monitoramento (CUNHA, 1996)

De acordo com CUNHA (1996), historicamente tem-se observado que os processos de manutenção têm seguido dois caminhos:

- Manutenção Corretiva, atuando após a ocorrência da falha e no melhor dos casos,
- Manutenção Preventiva, onde pode se programar paradas periódicas para a substituição de componentes, inspeção e lubrificação das partes, sendo a periodicidade determinada por parâmetros tais como, vida útil nominal, experiência anterior(histórico) e outros que levam em conta estudos estatísticos e não a "real condição de funcionamento do equipamentos"

Neste último caso, para evitar o risco de quebras em operação, procura-se antecipar as intervenções, aumentando-se consideravelmente o custo da manutenção pela troca desnecessária de componentes e aumento das paradas para inspeção.

Com o objetivo de aprimorar um processo de definição mais oportuno para as intervenções corretivas, foram desenvolvidas as técnicas preditivas, vinculada a manutenção preventiva.

De acordo com VERRI (1995), a manutenção preditiva é um avanço com relação à manutenção preventiva, porque a preditiva favorece e dá condições de análise intervindo no equipamento somente quando necessário, e no caso da preventiva, a intervenção passa a ser obrigatória ocorrendo em determinado intervalo de tempo.

A manutenção preditiva tem como premissa a intervenção condicional sobre uma máquina. Ela acompanha a evolução de determinado parâmetro até que este indique a hora da intervenção. Neste contexto se estabelecem quatro fases distintas:

- A medição de um parâmetro de controle;
- O estabelecimento de um diagnóstico;
- A análise da tendência;
- A intervenção.

Para se fazer a medição de um parâmetro de controle, o manutentor escolhe uma grandeza que varie antes da máquina apresentar um defeito; como a vibração, temperatura, pressão, corrente, etc. Faz-se, então, medições periódicas desta grandeza.

Quando uma variação significativa desta grandeza que está sendo monitorada é observada, o responsável pela manutenção preditiva terá o encargo de estabelecer, na medida do possível, um diagnóstico concernente à origem e à gravidade do defeito. Isto deve, naturalmente, ser conseguido antes de se programar o reparo.

De acordo com a hierarquia de monitoração já mencionada acima, é possível o estabelecimento de um diagnóstico, permitindo que o engenheiro responsável possa pré-julgar o tempo que ele dispõe, antes da quebra ou da avaria propriamente dita para que equipamento possa funcionar sob uma vigilância forçada e prever o reparo.

A figura 20, demonstra que o período de medição e os níveis de alarme e atenção são um dos elementos mais difíceis de se definir durante a implantação de um programa de manutenção preditiva.

Quando o nível de alarme é atingido, o intervalo entre as medições diminui e se reduz mais ainda quando o nível de vibração se aproxima do perigo.

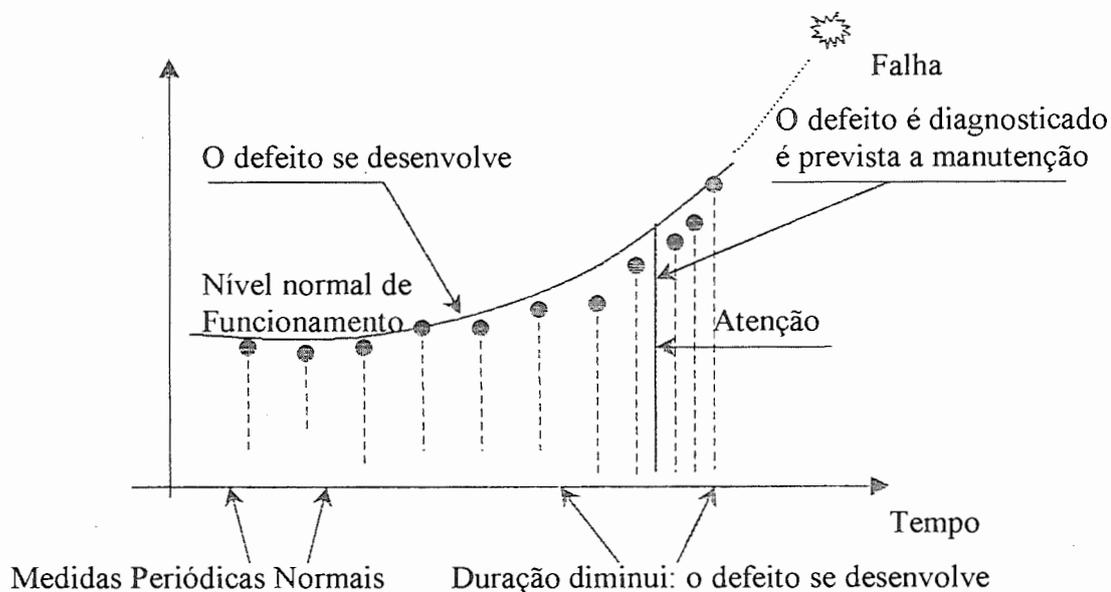


FIGURA 20 – Periodicidade de medição num programa de monitoramento (MANUTENÇÃO PREVENTIVA E PREDITIVA; 1995)

De acordo com CUNHA (1996), a manutenção preditiva, consiste no planejamento e na definição antecipada das intervenções corretivas, a partir do conhecimento da real condição de funcionamento das máquinas, através da aplicação sistemática de técnicas de monitoração, como a análise de vibrações, capazes de detectar e diagnosticar com antecedência os problemas a serem corrigidos, atingindo os seguintes benefícios:

- Aumento da segurança e disponibilidade dos equipamentos para produção, com redução dos riscos de acidentes e interrupções inesperadas de produção.
- Eliminação das intervenções preventivas desnecessárias.
- Diminuição dos prazos e custos das intervenções, pelo conhecimento antecipado dos defeitos a serem corrigidos.

Estes benefícios podem ser verificados através dos gráficos fornecidos pela empresa Semapi Manutenção Preditiva Ltda. em trabalhos realizados nos equipamentos rotativos da unidade de Luiz Antonio do grupo VCP (Votorantim Celulose e Papel).

A figura 21 mostra os dados coletados de um motor, acompanhado por um linha de tendência a qual determina o aumento do nível de vibração do mancal Lado Acoplado do motor ultrapassando o nível de perigo. Após a intervenção programada, pode-se notar uma redução significativa dos níveis de vibração.

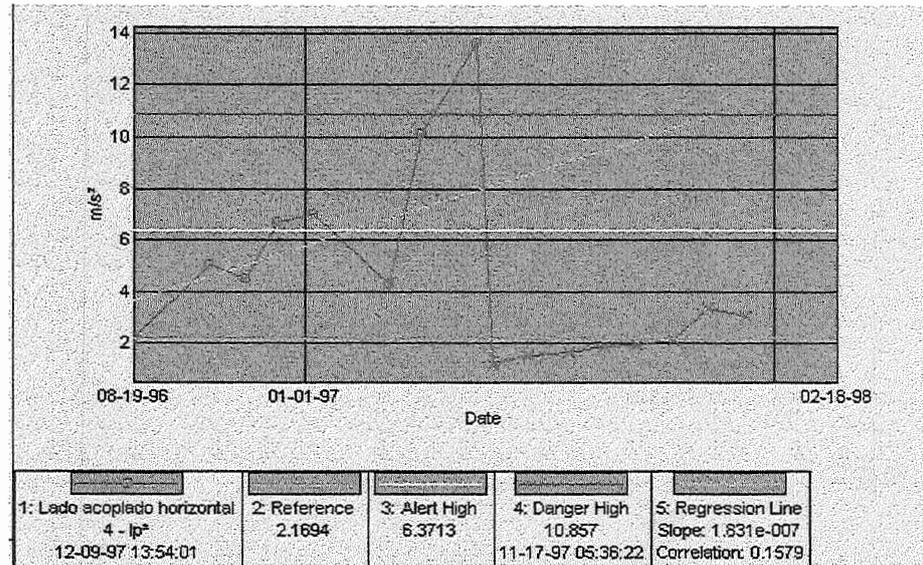


FIGURA 21 - Análise de Vibração do Motor (SEMAPI, 1998)

Após a coleta destas informações procede-se conforme fluxograma da figura 23 onde será executada uma análise das vibrações encontradas no motor em questão.

A figura 22 mostra a análise de vibração realizada no mancal Lado Acoplado, mostrando a evolução do defeito antes e após a troca do rolamento.

Se a avaliação for RUIM é realizada uma nova análise mais detalhada destas vibrações, informando as causas e os motivos que estão provocando o mau funcionamento do equipamento.

Um relatório, é emitido em seguida, informando ao cliente um diagnóstico mais completo sugerindo algumas recomendações para minizar ou eliminar totalmente o problema.

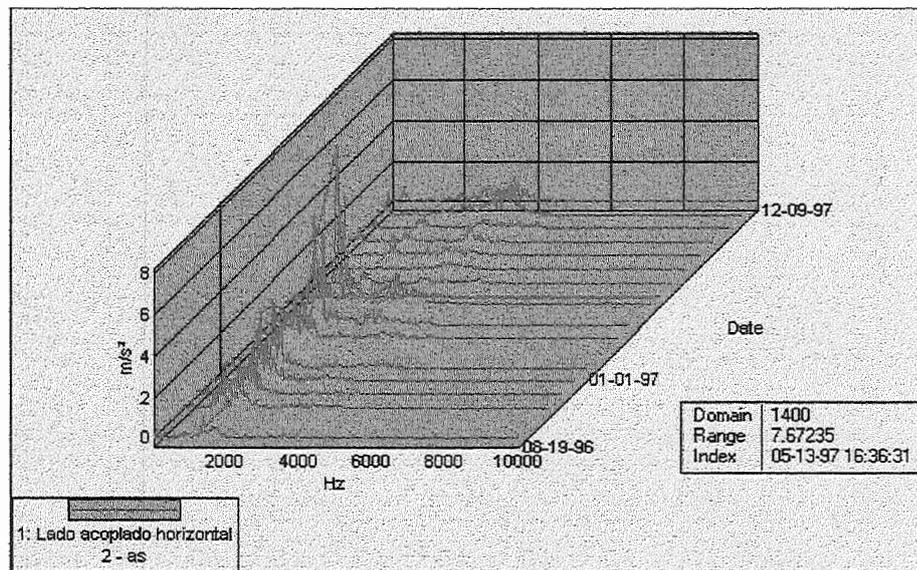


FIGURA 22 - Análise de Vibração do mancal Lado Acoplado(SEMAPI, 1998)

Na figura 23 é possível identificar cada fase do Ciclo Operacional da Manutenção Preditiva, ou seja, mostra o acompanhamento da Qualidade de funcionamento dos equipamentos, monitorando as vibrações e avaliando seu desenvolvimento em um determinado período.

Nesta fase deve ser analisada a necessidade de uma possível intervenção, sendo a mesma planejada e programada para um momento oportuno. Executando a intervenção no período determinado, o resultado deverá ser avaliado e no caso de ser positivo, o equipamento é liberado para a produção, ajustando em seguida o "BaseLine"(condições básicas de referência sobre o comportamento dinâmico do equipamento), iniciando novamente o ciclo com os acompanhamentos sistemáticos.

Se caso a intervenção no equipamento em questão não atingiu o resultado esperado, novas medidas poderão ser realizadas, replanejando-se uma nova parada programada.

A implantação e o ciclo operacional da Manutenção Preditiva é realizada através das seguintes atividades:

- Levantamento de Dados
- Testes Preliminares
- Medições Sistemáticas

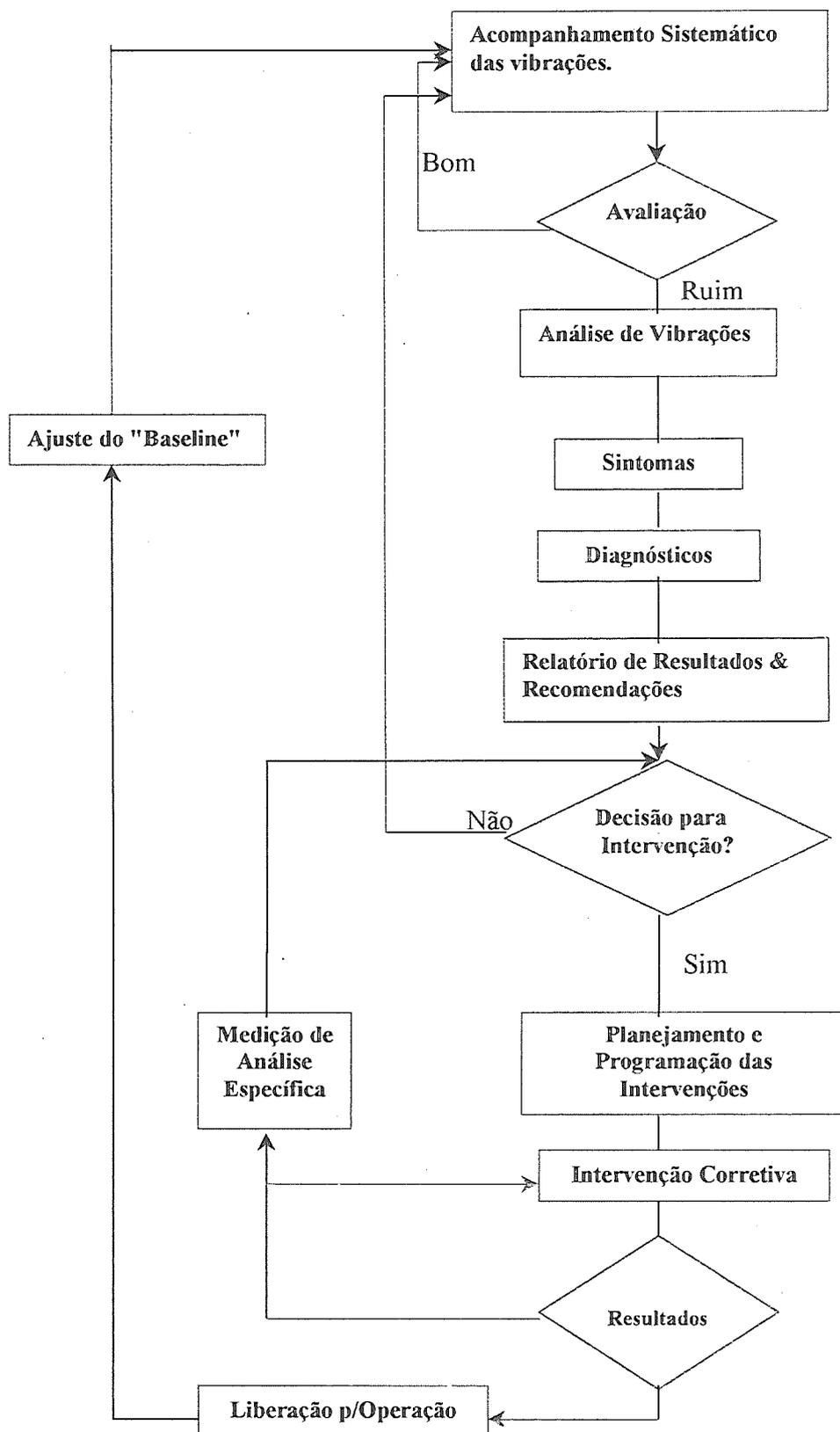


FIGURA 23 - Ciclo Operacional da Manutenção Preditiva (SEMAPI; 1998)

Durante o levantamento dos dados, são cadastrados os equipamentos a serem monitorados e registrados os dados básicos de projeto e funcionamento das máquinas, indispensáveis para avaliação e interpretação dos resultados das medições, e na fase dos testes preliminares, são realizadas medições detalhadas sobre o comportamento dinâmico das máquinas, estabelecendo-se as condições básicas de referência "BASELINES" para posterior comparação e análise.

Nesta fase são estabelecidos os pontos, direções e as grandezas de medida, fixados os níveis de alarme, implantados os procedimentos de medição e análise das vibrações, os roteiros de coleta de dados e inicializados os registros de tendência e históricos de manutenção, através do software de gerenciamento da Preditiva.

Em seguida são iniciadas as Medições Sistemáticas, registrando-se periodicamente as grandezas monitoradas, as quais são avaliadas e analisadas com o objetivo de detectar e diagnosticar falhas de funcionamento, para orientação das intervenções corretivas, estabelecendo assim o Ciclo Operacional da Manutenção Preditiva.

O Ciclo funcional e benefícios da Manutenção Preditiva podem ser avaliados da seguinte forma:

- Acompanhamento da Qualidade de Funcionamento
- Detecção e diagnóstico de falhas
- Avaliação das intervenções antes da entrega para operação
- Identificação de problemas crônicos
- Avaliação do desempenho e aprimoramento da Manutenção Corretiva
- Programa de melhoria da Qualidade de Funcionamento das Máquinas.
- Aumentar a disponibilidades e reduzir os custos de manutenção.

De uma forma geral os sistemas de monitoração para Manutenção Preditiva visam definir:

- A qualidade de funcionamento da máquina
- A origem e gravidade das falhas a serem corrigidas.

Apesar do número elevado de técnicas e da grande quantidade de instrumentos disponíveis, pode-se definir 4 tipos básicos de sistemas de monitoração, a saber:

- "Análise das variáveis de desempenho" em que a condição de funcionamento da máquina e de seus componentes é avaliada através de variáveis que caracterizam o seu desempenho, como potência gerada, a aceleração, a vazão ou a pressão produzida. A termografia, através de visores infravermelhos, tem sido empregada com bastante sucesso para detectar pontos quentes em painéis elétricos, como forma de monitorar a condição de funcionamento de vários tipos de componentes.
- "Análise dos perfis de desgaste" em que a condição de funcionamento de componentes críticos é avaliada pelo desgaste das superfícies submetidas à carga e movimentos relativos (como os mancais) geralmente através da análise dos resíduos captados em óleo lubrificante. A Ferrografia através da contagem de partículas metálicas, separadas quanto ao seu tamanho, forma e composição química, permite identificar o elemento faltoso e a extensão da falha desde que as superfícies analisadas estejam em contato com o óleo lubrificante.
- "Análise das Características Elétricas" através da qual a condição de funcionamento dos elementos que compõem a parte ativa das máquinas elétricas é avaliada monitorando-se a tensão, a corrente, fase ou grau de isolação, além da temperatura que informa sobre seus desempenhos.
- "Análise de Vibrações" onde a qualidade de funcionamento das máquinas é avaliada pela intensidade e a natureza das vibrações geradas pelo seu funcionamento. Este processo tem como principal vantagem a previsão de falhas com boa antecedência e a revelação de suas origens, identificadas (pela análise de espectros), através das frequências diretamente relacionadas com as próprias imperfeições no funcionamento das máquinas e seus componentes.

3.0 – GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO

3.1 – O Homem de Manutenção

A importância do elemento humano na atividade mantenedora é citada por vários autores. Dentro do contexto da determinação de critérios para a escolha de metodologias de manutenção, as implicações da interferência humana tem um papel muito importante a ser analisado.

As pesquisas de desenvolvimento industrial estão voltadas tanto para o desenvolvimento de equipamentos e sistemas, quanto para a atividade dos operadores e dos quadros na empresa em relação a sua organização do trabalho.

A empresa deve e pode proporcionar a seus colaboradores treinamento centrado no ser humano, onde, sob a coordenação de profissionais habilitados, o funcionário possa refletir com maior profundidade sobre :

- Autoimagem – estruturação de forma positiva.
- Autoconsciência – perceber-se a si mesmo como pessoa e profissional
- Autoconfiança – finalidade de garantir aspectos decisórios.
- Automotivação – força motivacional que supera as circunstâncias adversas.
- Autodeterminação – vontade e persistência em prol dos objetivos traçados.
- Autonomia – livre arbítrio para tomar decisões, errar, corrigir e aperfeiçoar.

De acordo com ZEN (1997), o novo profissional de manutenção deve abrir-se para o novo e aprender a fluir e a liberar o potencial criativo, pressupõe-se portanto disposição para mudar e para se conhecer ousando na busca de respostas inovadoras, compartilhando decisões, informações, riscos e conseqüentemente tornar-se mais assertivo, ao dizer o que pensa e o que é preciso fazer exigindo para isso enfrentar pessoas de posição hierárquica mais elevada.

Para que este profissional do futuro tenha sucesso garantido é necessário também desenvolver um certo potencial criativo, com estímulo ao desenvolvimento da

intuição e da percepção favorecendo desta forma o aparecimento da parceria que praticamente obriga a administrar expectativas próprias e também a capacidade de legitimar.

É possível verificar que as necessidades de cumprimento de um alto grau de produtividade aliado ao aspecto da administração participativa, coloca para essa nova era também um novo profissional de manutenção, que deve desta forma estar inserido dentro deste novo contexto.

Dentro desta nova postura, o profissional de manutenção deverá possuir a condição de gestor, ou seja, somente pessoas preparadas e qualificadas terão condições de gerir a complexidade das relações humanas, determinante como fator crítico de sucesso para a implantação de metodologias de manutenção.

Estas metodologias tem como contribuição auxiliar no gerenciamento das atividades de manutenção. As metodologias atualmente mais utilizadas pelos gestores do setor de manutenção industrial são as seguintes:

- KAIZEN
- 5 “S”
- TPM
- RCM 2

3.2 - A Metodologia "KAIZEN"

De acordo com IMAI (1992), Kaizen significa melhoramento, mais que isso, significa contínuo melhoramento na vida pessoal, na vida domiciliar, na vida social e na vida no trabalho. Quando aplicado no local de trabalho, Kaizen significa contínuo melhoramento envolvendo todos - tantos os Gerentes quanto os operários.

O melhoramento, como parte de uma estratégia bem sucedida de Kaizen, vai além da definição da palavra no dicionário. Melhoramento é um conjunto de idéias ligadas entre si, para manter e melhorar os padrões. Em um sentido ainda mais amplo melhoramento pode ser definido como Kaizen e inovação, onde a estratégia do Kaizen mantém e melhora o padrão de trabalho através de melhoramentos pequenos e graduais e onde a inovação realiza melhoramentos radicais, como resultado de grandes investimentos em tecnologia e/ou equipamento.

De acordo com o Kaizen Institute, Sistema Kaizen deve ser implementado na

organização de forma geral. Os gerentes tem a responsabilidade de conduzir o processo de mudança, levando aos empregados novas oportunidades de melhorias, através de uma nova forma de aproximação, fazendo com que estas melhorias realmente aconteçam.

Desta forma a meta é simples: todos passam a ter dois objetivos: executar o trabalho e melhorar a execução do mesmo.

Segundo CHALMERS (1998), muitos problemas são eliminados apenas melhorando os padrões já utilizados na companhia. O primeiro destes conceitos foi herdado do conhecido PDCA para SDCA (Standardize-Do-Check-Action), ou seja, Padronizar-Executar-Verificar e Agir. Desta forma é possível que o processo seja executado de acordo com os padrões predeterminados, conferindo que o resultado desejado fosse obtido de forma adequada e padronizada.

De acordo com a SITE DESIGN MIOS LTD (1998), não existe uma única forma de implementar um Sistema Kaizen. Quando se trabalha com um cliente em áreas específicas (linha de produção por exemplo), a implementação de um Sistema Kaizen na organização é realizada através de alguns itens de efetividade comprovada:

- estabelece o que precisa ser feito e institui os princípios de melhoria contínua.
- desenvolve a cultura pela organização.
- elabora procedimentos de controle para manter o sistema implementado.

Desta forma, companhias de Classe Mundial dos anos 90 passaram a ter maturidade suficiente para observarem o aparecimento do mercado global, buscando a vantagem competitiva, não apoiados apenas através de inovações tecnológicas.

O recurso humano anteriormente desprezado, passa a ter importância efetiva para a administração de um sucesso empresarial, de tal forma que o único caminho para a melhoria contínua de uma empresa é fazer com que as pessoas trabalhem cada vez mais em equipe administrando sua eficiência e sua eficácia diante de um processo produtivo.

De acordo com EBY (1998), o Kaizen é uma atividade de melhoria contínua do negócio, do local de trabalho e de si próprio, sendo utilizado para eliminar as perdas na seguinte ordem:

- reduzir custos
- melhorar a qualidade

- reduzir o tempo de espera

O próprio questionamento do porque algumas coisas não são feitas de forma correta, pode-se verificar que existem muitos valores não agregados ao processo.

Esta flexibilidade pode ser atingida através da qualificação dos funcionários, em vários setores da área produtiva, assegurando uma compreensão geral de todo o processo de produção facilitando a execução dos trabalhos e a solução dos problemas.

Segundo DANIELS (1995), Kaizen é uma série de pequenas regras que facilitam e dão suporte ao programa de gerenciamento das atividades na empresa. O Kaizen simplesmente exige que todos os seus participantes não se esqueçam de seguir as seguintes regras:

- Manter a mente aberta para mudanças
- Manter atitudes e perspectivas positivas
- Nunca deixar de discutir as divergências
- Criar um ambiente de trabalho saudável
- Praticar o respeito mútuo todos os dias.
- Tratar os outros como você quer ser tratado
- Uma pessoa, um voto
- Não deixar questões sem respostas
- Entender o processo como um todo.
- Executar isto sempre.

Segundo RABELO (1994), “seria impossível pensar em melhoria contínua com operários robotizados, incapazes de acumular funções assumir responsabilidades”.

O Kaizen também é um processo que promove o desenvolvimento de uma estratégia que faz da produção uma arma competitiva dentro das empresas onde a metodologia é implantada, porque determinado processo acaba agindo na redução do ciclo produtivo, valorizando atividades onde pode ocorrer redução das perdas e falhas do processo produtivo. Desta forma o Kaizen permiti avaliar melhor as atividades diárias que não agregam valor ao produto fazendo com que as pessoas envolvidas no processo tenham condições de melhor observar e avaliar suas atividades reduzindo o tempo improdutivo e aumentando a eficiência do processo de produção da companhia.

De acordo com o Kaizen Institute, após vários sistemas implementados em

muitas empresas do mundo, foi desenvolvido um modelo dinâmico do Sistema Kaizen, permitindo trabalhar com vários clientes de um forma bastante flexível, integrando a estes programas a iniciativas do clientes, fazendo com que os mesmos possam avançar de forma orientada para uma melhoria contínua.

Normalmente em companhias onde a multifunção é norma, não existe tempo suficiente para treinar as pessoas para que as mesmas possam alcançar um determinado desempenho em suas funções.

Um negócio crescente que está em franca expansão, além de ter que reconhecer as necessidades do cliente, que está constantemente variando, tem também de fazer todo possível para que sua empresa tenha um desenvolvimento efetivo, adotando desta forma uma cultura de melhoria contínua dentro de sua organização.

Os produtos japoneses dos anos 50 possuíam baixa qualidade, confiabilidade e tecnologia obsoleta. Atualmente esta concepção mudou radicalmente. Como e porque isto ocorreu, pode ser explicado pelas teorias do Professor Deming, um acadêmico americano que aderiu ao uso do controle de qualidade estatístico e um planejamento estruturado de controle chamado de PDCA (Planejar, Fazer, Verificar e Agir).

Este planejamento estruturado tinha como objetivo alcançar padrões de melhorias dos produtos, dentro das várias técnicas utilizadas, o KAIZEN passou a ser a metodologia básica para que a melhoria contínua de produtos e serviços pudesse ser implementada.

Várias empresas britânicas implantaram a cultura de melhoria contínua nos anos 90. Os conceitos, estratégias e ferramentas são aplicáveis a qualquer organização de grande ou pequeno porte, que possuam uma visão de planejamento futuro compartilhada com seus empregados, existindo para isso oportunidades e disponibilidades para desenvolvimento baseada na realidade de cada companhia.

3.3 - A Metodologia 5S

Segundo SILVA (1994), o contínuo desenvolvimento da autodisciplina promove o crescimento humano em iniciativa, criatividade e respeito. Com o desenvolvimento do senso de utilização, decreta-se guerra ao desperdício de inteligência, tempo e matéria-prima.

O autor RIBEIRO (1994) verifica que descobrir o novo é, às vezes, ressuscitar o

que temos de mais antigo em nosso processo educacional. Ao travar os primeiros contatos com os ensinamentos do 5S, podemos incorrer no erro de imaginar tratarem-se de técnicas japonesas revolucionárias, desenvolvidas às custas de muito investimento e de profundos saberes.

No entanto, quando começamos a praticar seus ensinamentos constatamos que quase nada há de novo. Quase tudo já intuímos ou sabemos e por questões diversas, deixamos de incorporar tais ensinamentos ao nosso dia-a-dia.

Na realidade a metodologia 5S é, no âmago, uma espécie de ponte que liga a educação para a vida com o necessário treinamento para o trabalho. Não é só educação, pois pode ser direcionada e orientada para um fim específico, e tampouco é apenas treinamento, já que prepara o indivíduo para algo maior do que simplesmente executar tarefas.

O termo 5S vem de cinco palavras em japonês, que são:

- SEIRI – Arrumação
- SEITON - Ordenação
- SEISOU - Limpeza
- SEIKETSU - Asseio
- SHITSUKE - Auto disciplina

Na sua tese de mestrado o autor VERRI (1995) verifica que existem contestações às traduções e várias interpretações. Existe também uma certa polêmica se o programa 5S tem o mesmo conceito do “housekeeping” americano, ou se filosoficamente os dois programas são bem diferentes.

O fundamental é o entendimento do programa como um todo e sua contribuição como facilitador da implantação de um gerenciamento voltado para a qualidade.

O Principal objetivo do programa 5S é criar um ambiente e desenvolver atitudes favoráveis à prática da Qualidade Total.

A prática do 5S tem produzido consequências visíveis no aumento da auto estima, no respeito ao semelhante, no respeito ao meio ambiente e no crescimento pessoal. Uma maior aproximação entre pessoas tem sido incentivada por meio da melhoria do relacionamento interpessoal, principalmente mediante a escuta ativa, e pela eliminação de privilégios que impedem o esforço coletivo em prol de objetivos comuns.

Os 5S's foram interpretados como “sensos” não só para manter o nome original do Programa, mas porque refletem melhor a idéia de profunda mudança comportamental. É preciso “sentir” a necessidade de fazer. Assim, adotou-se: senso de utilização, para seiri; senso de ordenação para seiton; senso de limpeza para seisou; senso de saúde para seiketsu e senso de autodisciplina, para shitsuke.

Em resumo pode-se dizer que os cinco sentidos citados constituem um sistema e, como tal não faz sentido discutí-los isoladamente.

Do ponto de vista da qualidade, esses sentidos são fundamentais para lubrificar as interfaces entre os sub-sistemas máquina/procedimento/homem e constituem a base do trabalho da rotina diária. Se bem conduzido o 5S pode representar a preparação do ambiente para a implantação maciça do trabalho em equipe.

A figura 24 mostra, segundo uma visão sistêmica a posição de cada senso e seu relacionamento entre os demais.

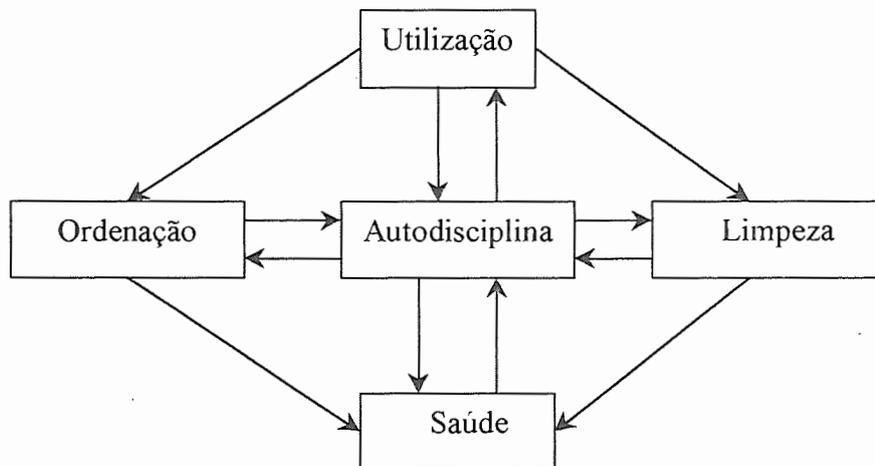


FIGURA 24 - Uma visão Sistêmica dos Cinco Sentos (SILVA; 1994)

O gerenciamento do programa como um todo implica na aplicação do também conhecido ciclo PDCA, já mencionado no gerenciamento da metodologia Kaizen, que tem como objetivo manter o programa ativo e eliminar divergências entre as áreas ou setores da companhia, tornando as atividades comuns em toda a empresa.

Através desta sistemática é possível verificar a ocorrência de desigualdade entre algumas áreas, onde as avaliações, diagnósticos e auditorias poderão ser verificados pelo item C do PDCA, ou seja “Check” (Verificação), onde serão tomadas as ações corretivas ou preventivas para que o processo não se perca ou que haja estagnação ou regressão no futuro.

3.4- A Metodologia TPM

Não se pode tratar de excelência na Manutenção sem mencionar o processo Total Productive Maintenance, conhecido pela sigla TPM, derivada das iniciais. Neste trabalho, será usada sempre a sigla TPM, consagrada no mundo inteiro, para designarmos a manutenção produtiva Total.

3.4.1 – Conceitos e Objetivos de TPM

Segundo NAKAJIMA (1989), TPM significa Falha Zero e Quebra Zero das máquinas, ao lado do defeito zero nos produtos e perda zero no processo. Representa a mola mestra do desenvolvimento e otimização da performance de uma indústria produtora; através da maximização da eficiência das máquinas.

No Brasil o TPM foi apresentado pela primeira vez em 1986, e desde então os seus conceitos estão sendo cada vez mais compartilhados, tanto pelos dirigentes como pelo pessoal operacional das indústrias.

TPM significa a reformulação da postura, tanto dos homens como das máquinas. Em outras palavras, a sua abrangência é por toda a organização, ou seja, trata-se da reformulação para uma nova empresa. Estas mudanças provocam a consolidação do novo sistema, pois quando o homem decide por uma realização (força de vontade) e aprimora a sua capacidade (treinamento e habilidade), a Perda Zero/ Falha Zero torna-se viável.

A eliminação das perdas significa melhoria das máquinas, refletindo positivamente sobre o homem, que é o verdadeiro responsável pela reformulação da empresa.

A participação maciça da empresa inteira na campanha TPM, tem como objetivo conseguir a máxima utilização do equipamento existente, utilizando a filosofia do gerenciamento orientado para o equipamento, sendo possível desta forma destacar algumas atividades do TPM:

- Investigar e promover melhorias nos equipamentos, de modo que sejam confiáveis, seguros e de fácil manutenção
- Treinamento de todo o pessoal para fornecer e garantir a qualidade do

produto através da utilização das máquinas e acessórios disponíveis.

- Melhorar e aumentar a eficiência da operação maximizando sua durabilidade
- Despertar o interesse nos operadores para cuidem dos equipamentos da fábrica.

Se a garantia da máxima disponibilidade dos equipamentos para a produção, for entendida como a missão da manutenção, então esta técnica pode ser concluída através da execução parcial da manutenção do equipamentos pelo próprio operador da máquina, diminuindo significativamente os tempos de máquinas paradas por problemas de manutenção, deixando o operador cada vez mais conhecedor dos principais sintomas e possíveis diagnósticos de sua máquina.

O TPM engloba segundo NAKAJIMA (1989), os seguintes aspectos:

- Normalização
- Sistematização
- Administração
- Produtividade e Qualidade
- Redução de Custos
- Diminuição dos acidentes de trabalho
- Meio Ambiente
- Clima Organizacional

Em algumas empresas, os conceitos como “Quebra Zero” e “Zero Defeitos” acabam conduzido os operadores dos equipamentos para a manutenção espontânea levando a slogans como “DA MINHA MÁQUINA CUIDO EU” ou “MINHA MÁQUINA DEVE SER PROTEGIDA POR MIM” como verificado pelo autor VERRI (1995).

Esses conceitos implicam que as pequenas manutenções, incluindo limpeza do equipamento (que é fundamental para o método) são de responsabilidade do operador da máquina, já que o mesmo está em contato diário com a máquina e por isso conhece bem o estado de sua máquina.

Para que o operador possa efetuar estas pequenas manutenções, que na verdade englobam também inspeções, é necessário, além de motivá-lo, também treiná-lo para

determinada função.

As manutenções de maior porte deve ficar a critério do departamento de manutenção da empresa, sendo executada de acordo com o planejamento de manutenção estabelecido em conjunto com os manutentores e o fabricante do equipamento.

Cabe também ao Departamento de manutenção da empresa, realizar a “gestão do equipamento” como é chamado por NAKAJIMA (1989), que compreende tanto o recebimento do equipamento, como também testes de comissionamento, assim como modificações vindo de consensos entre produção, engenharia e manutentores com o objetivo de eliminar problemas crônicos e facilitar a operação pelos operadores.

3.4.2 – Implantação do TPM

De acordo com NEFF (1998), o aumento do número de fabricantes nos Estados Unidos, tem trazido um impacto positivo em relação ao programa de TPM, levando a um aumento da eficiência e do custo efetivo da produção. Alguns especialistas no assunto comentam que a implantação do TPM pode ser um processo relativamente longo exigindo um forte comprometimento de todos os níveis hierárquicos dentro do processo de produção de uma empresa.

A exemplo disto o autor cita a companhia química Exxon's Baytown no Texas, onde o processo de implementação foi dividido em três fases em um período de oito anos. Todo o pessoal da empresa somente havia iniciado a terceira e última fase da implementação após cinco anos do início do processo.

Para a maioria das companhias, a necessidade de se fazer TPM é melhorar os níveis de eficiência da planta, o qual levam a uma redução dos custos de manutenção, onde também reduzem os custos de produção.

De acordo com a empresa americana CONSTANCE Dyer (1998), especializada em TPM, diz que o potencial de redução dos custos de manutenção de uma empresa após a implementação do programa TPM, varia entre 40 a 70%.

A transferência gradual da limpeza, inspeção e algumas tarefas de manutenção, para os operadores, deixando os manutentores livres para desempenharem atividades mais especializadas nos equipamentos, otimizando de forma mais eficaz a mão de obra especializada.

De acordo com empresas de consultoria especializadas na implementação do programa TPM nas empresas, o primeiro passo exige a formalização dos times de manutenção, operação e engenharia para que seja possível definir com eficiência os níveis de performance dos equipamentos críticos da planta da companhia.

NAKAJIMA (1989), afirma que as falhas que aparecem nos equipamentos é apenas a “ponta do iceberg” e que na parte submersa do mesmo aparecem as causas das falhas, que são a sujeira, atrito, folgas, trincas e deformações, para as quais sugere algumas medidas visando a quebra zero:

- Atacar causas básicas: lubrificação, limpeza e aperto
- Operar dentro dos limites dos equipamentos
- Recuperar as degenerações
- Sanar as não-conformidades de projeto
- Melhorar a capacitação técnica de manutenção e operação.

Segundo relatórios da WCS International , empresa de consultoria americana, especializada na implantação do TPM em várias empresas como Carnaud Metalbox, General Motors, Glaxo, Smith Kline Beecham e Sony, afirma que o TPM é essencialmente, um processo de capacitação, que tem como aplicação prática a qualidade total.

O objetivo principal do TPM é ajudar os operadores e o “staff” da manutenção a entender como ele podem melhorar a eficiência do equipamento com os quais eles trabalham. O grande desafio do TPM é produzir um senso comum ou até uma fusão de responsabilidades entre operadores e os homens de manutenção não simplesmente para manter os equipamentos em perfeitas condições de operação, mas também estender e otimizar sua performance global.

Esse grande objetivo pode ser medido pelo índice OEE (Overall Equipment Effectiveness) e atualmente nos Estados Unidos existem mais de dois milhões de pessoas que são envolvidas em manutenção com uma estimativa de custo que varia de 125 a 170 bilhões de dólares. Em muitas industrias o índice OEE que na realidade indica a disponibilidade do equipamento para o processo produtivo, que varia de 50 a 60% em empresas onde o TPM ainda não foi implementado.

Para empresas que possuem esta metodologia já implementada este índice varia

de 80 a 90% de disponibilidade do equipamento, mostrando uma verdadeira integração entre a teoria e a prática com total comprometimento das pessoas envolvidas no processo.

Segundo NEFF (1998), a demanda por produtos de alta qualidade e custo reduzido, estão levando os fabricantes a dirigir seus esforços na busca de um melhor gerenciamento dos equipamentos de produção, com o objetivo de melhorar os índices de disponibilidade dos equipamentos, principalmente em relação a alguns casos em que os custos de manutenção podem variar de 15 a 70% do custo total de produção.

3.4.3 – Objetivos Estratégicos do TPM

A empresa de consultoria CONSTANCE Dyer (1998), ainda defini alguns objetivos estratégicos para o TPM:

- Times multifuncionais para eliminar paradas desnecessárias ou não planejada e problemas de qualidade relacionado ao equipamento e consequentemente melhoria da operacionalidade e da manutenibilidade .
- Programa de manutenção preventiva rigoroso para controlar possíveis deteriorações através da participação efetiva dos operadores e manutentores.
- Atividades para melhorar o gerenciamento da manutenção bem como a eficiência nas operações da manutenção.
- Treinamento com o objetivo de inovar na prática as habilidades tanto do pessoal de manutenção como também do pessoal de produção.
- Qualidade nas atividades de manutenção, identificando e controlando as condições dos equipamentos, com o objetivo de assegurar a qualidade do produto final.
- Desenvolvimento de sistemas de informação, com o objetivo de facilitar, ajustar e manter a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos da planta.

Segundo VERRY (1995), ao contrário do que as correntes terceirizantes apregoam, os adeptos do TPM indicam como condição de vantagem competitiva no futuro que as empresas devem dominar com seus recursos próprios a tecnologia de suas

máquinas sofisticadas.

Verifica-se ainda, que essa técnica só produz seus resultados adequados, quando a adesão dos empregados é voluntária. Outra variável que deve ser examinada também é o tipo de produção (processo).

Assim sendo, nas indústrias de processo contínuo o TPM passa a ter uma conotação um pouco diferente em relação as outras indústrias, ou seja estas indústrias se caracterizam pelo grande porte dos equipamentos (caldeiras, torres de resfriamento, evaporadores, tubulações), que muitas vezes são operados em conjunto por um pequeno grupo de operadores que são operados a distância a partir de uma sala de controle computadorizada onde o contato com o equipamento no campo não ocorre.

A indústria petroquímica, química, papel e celulose ou indústrias de alimentos possuem tal característica, tornando difícil colocar em prática o programa de gerenciamento do TPM, porém é possível promover uma maior intimidade do operador e do executante da manutenção do chão de fábrica, com os vários equipamentos e sistemas operados por eles, acarretando muitos benefícios na prática da manutenção em geral.

Nas indústrias que se beneficiam das chamadas entressafras do produto, é possível uma maior facilidade e adequação do pessoal da produção e manutenção devido aos treinamentos realizados nesta época dando enfoque principalmente as “pequenas manutenções” que são realizadas pelos operadores.

Nestas empresas, a prática mais comum realizada pelos operadores, que pode ser citada como exemplo, é o tensionamento de correntes de transmissão de elevadores de cargas verticais, pequenas lubrificações e inspeções, onde podem ser detectados problemas mais específicos, garantindo desta forma um melhor retorno as equipes multifuncionais do departamento de manutenção. De qualquer forma é importante notar que apesar de existirem dificuldades para uma completa implantação de todo o processo do TPM nas indústrias de processo contínuo, é perfeitamente possível utilizar vários de seus conceitos e conseqüentemente seus benefícios.

De acordo com NAKAJIMA (1989), em seu livro sobre a introdução do TPM, afirma que “uma empresa que despreza os critérios preconizados pela manutenção está conscientemente diminuindo a vida útil das suas máquinas.

De uma forma análoga os operadores dos equipamentos estariam agindo como médicos e enfermeiros buscando uma cobertura total da situação, atuando em conjunto

com a equipe de manutenção conforme mostra a figura 25.



FIGURA 25 - Inspeção e Diagnóstico Preventivo (NAKAGIMA; 1989)

Existem algumas considerações básicas para se implantar um programa de TPM com algumas variações inevitáveis para indústrias de processamento contínuo.

- Comprometimento da alta administração, percebendo a importância da manutenção.
- Muitos paradigmas terão que ser quebrados, e para tanto os empregados devem ser treinados em todos os níveis, buscando um preparo psicológico para as mudanças que irão ocorrer na empresa.
- Formação técnica para os novos operadores e desde o início na companhia esclarecer os novos paradigmas a serem seguidos.
- Motivação para a implantação de uma nova mentalidade, visando o aumento da competitividade e também da produtividade.

3.5 - A Metodologia RCM

3.5.1 – Conceitos Básicos

A **disponibilidade**, funciona como o indicador mais importante, onde os números relativos às perdas devido as falhas em equipamentos geralmente são enormes, e o objetivo maior da manutenção deve ser o de propiciar a máxima continuidade

operacional através de uma grande disponibilidade.

De acordo com a norma brasileira da ABNT de número 5462/81, disponibilidade é a “medida do grau em que um item estará em estado operável e confiável no início da missão, quando a missão for exigida aleatoriamente no tempo.”

De uma forma bastante simples, pode-se dizer que a disponibilidade mede o tempo médio em que uma certa quantidade de equipamentos de uma indústria está disponível para a produção, com referência ao tempo total do período considerado. Levando em consideração a teoria da confiabilidade, verifica-se que a disponibilidade depende de duas outras características: a confiabilidade e a manutenibilidade.

Desta teoria pode-se concluir que quanto mais confiável for o equipamento, menor a probabilidade de falha e, portanto, maior a probabilidade de estar disponível para a produção.

A manutenção pode aumentar a confiabilidade através do estudo detalhado e profundo de cada falha, indo atrás da(s) causa(s) básica(s) e eliminando esta condição de projeto, de material, de montagem ou também da própria manutenção.

O conceito de manutenibilidade está diretamente ligado ao tempo de reparo do equipamento; ou seja, quanto menor o tempo em que se recoloca um equipamento em condições de operação, maior a manutenibilidade e conseqüentemente maior a disponibilidade.

A teoria da confiabilidade mostra que, por mais que se execute a manutenção preditiva, preventiva ou a baseada em confiabilidade, tudo falha fazendo com que os trabalhos sejam dirigidos para que os tempos médios entre falhas sejam cada vez maiores, destacando desta forma a importância e a relevância da manutenibilidade do equipamentos.

Conforme NAGAO (1998), a manutenção hoje está intimamente ligada ao conceito de confiabilidade. A complexidade das plantas exige uma abordagem sistêmica buscando instalações mais “confiáveis”, visando a continuidade operacional e disponibilidade das instalações.

Deve existir também uma preocupação destacando a importância em relação a Segurança Industrial e ao Meio Ambiente, minimizando os riscos de acidentes e incidentes, que podem causar danos materiais e humanos indesejáveis.

O conceito de “Confiabilidade” está ligado a algumas palavras chaves como confiança, confiável, crença, fé, esperança, acreditar, poder, contar, sem falhas, pronto

para operar e probabilidade de sucesso.

De acordo com NAGAO (1998), o autor Morita em seu trabalho publicado em 1993, enumera alguns conceitos básicos de **confiabilidade**:

- Disponibilidade: é o percentual de tempo considerado em que o sistema funciona com sucesso.
- Falha: condições em que determinado equipamento ou sistema não consegue cumprir a missão para a qual foi designado.
- Taxa de falha: quantidade de falhas em um tempo determinado
- Falha Funcional: é a falha de determinada função de um sistema.
- Exemplo: perda de vazão.
- Modo de falha: é a maneira como o componente falha.
- Exemplo: desgaste do rotor
- Tempo Médio Entre Falhas (MTBF): intervalo de tempo entre uma falha e a posterior.
- Tempo Médio de Reparo (MTTR): tempo necessário para reparar uma função do sistema.
- Falhas de modo comum: falhas que tem consequências em vários itens do sistema.
- Risco: Frequência x Consequência
- Erro Humano: falhas ocasionadas pelo elemento humano.
- 2 • Risco: Frequência x Consequência

3.5.2 – Objetivos da RCM

Do ponto de vista técnico, existem dois pontos a considerar no gerenciamento de qualquer item físico. Ele deve ser mantido e, de tempos em tempos, pode também necessitar de modificações.

Alguns dicionários definem *manter* como *fazer continuar* ou *permanecer no estado atual*. Isso sugere que a manutenção significa a preservação de algo.

Quando decidimos manter algo, o que estamos querendo fazer é *fazer continuar* e em seguida vem a pergunta Qual é o *estado atual* que desejamos preservar?

A resposta a esta pergunta pode encontrar-se no fato de que todo item físico é colocado em serviço para cumprir uma função (ou funções) específica. Portanto podemos concluir que, quando mantemos um item, o estado que queremos preservar tem que ser aquele que continua a cumprir as funções desejadas.

Obviamente para que isso seja possível, no mínimo, o equipamento tem de ser capaz de cumprir a função desejada. Isso é porque a manutenção – o processo de “fazer continuar” pode apenas recuperar a capacidade interna (ou a confiabilidade inerente) de qualquer item. Ela não pode aumentar esta capacidade.

Na prática a maioria dos equipamentos é fundamentalmente capaz de ter o desempenho desejado, portanto, na maior parte dos casos isso não é um problema.

Entretanto, alguns itens são simplesmente incapazes de ter o desempenho desejado para sequer começar. Nesses casos, a manutenção sozinha não vai habilitá-los a apresentar tal desempenho; logo, ou os itens tem que ser modificados, para que possam ter o desempenho desejado, ou temos que diminuir nossas expectativas.

A Manutenção Centrada em Confiabilidade é um processo que envolve consideração sistemática das funções do sistema, o seu modo de falhas e um critério de priorização baseado em fatores econômicos e de segurança para aplicação de uma Política de Manutenção adequada e eficaz.

PRADHAN (1993), traça a estratégia de manutenção centrada em confiabilidade buscando maximizar a disponibilidade da instalação.

MOUBRAY (1996), em seu artigo sobre a introdução da Manutenção Centrada em Confiabilidade, mostra as mudanças na concepção de falha de equipamento e a evolução das técnicas de manutenção. Apresenta também os seis padrões de falha, que é o desdobramento da curva da banheira clássica vista no capítulo 2.

McCRORY (1995), aconselha sobre a escolha de técnicas adequadas de manutenção e estratégias de gerenciamento e aborda sobre as diferenças entre RCM e TPM.

A SAE (1995), em sua bibliografia afirma que a manutenibilidade e a confiabilidade são ingredientes chaves para preservar a eficiência da produção e conduzir a custos de ciclo de vida reduzidos, que são necessários para manter uma vantagem competitiva.

A confiabilidade e a manutenibilidade, resulta em maior disponibilidade. Máquinas de produção com alta disponibilidade oferecem meios para produzir

consistentemente produtos de alta qualidade a custos mais baixos e a níveis mais elevados de produção. Uma aplicação bem sucedida de técnicas de confiabilidade e manutenibilidade tem um efeito muito positivo na moral e orgulho dos empregados pois reduzir paradas de máquinas também reduz significativamente a fadiga e frustração dos empregados.

A tabela 5 mostra como a confiabilidade e a manutenibilidade melhora e beneficia usuários e fornecedores.

TABELA 5: Benefícios da Confiabilidade e Manutenibilidade

<u>Benefícios do Usuário</u>	<u>Benefícios do Fornecedor</u>
- Maior disponibilidade de máquinas	- Custos de garantia reduzidos
- Paradas não-programadas reduzidas	- Custos de construção reduzidos
- Custos de Manutenção reduzidos	- Custos de projeto reduzidos
- Programa de trabalho estabilizado	- Maior satisfação do usuário
- Aumento de desempenho J.I.T.	- Maior vantagem competitiva
- Aumento da satisfação dos empregados	- Ampliação das aplicações do produto
- Custo global de produção mais baixo	- Melhor posicionamento no mercado
- Melhor e maior lucratividade	- Aumento do volume de venda

NAGAO (1998), caracteriza a metodologia MCC pela utilização dos seguintes conceitos básicos de Confiabilidade:

- Preservação da função operacional do sistema
- Análise sistemática dos modos de falha que podem levar o sistema a não cumprir suas funções operacionais, aplicando-se a técnica da Análise dos Efeitos e Modos de Falha – FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).
- Análise das consequências da falha
- Identificação dos tipos de intervenções de manutenção adequados através de um diagrama de decisão.
- Seleção de ações aplicáveis e eficazes.

BARRINGER (1996), apresenta a hierarquia da confiabilidade utilizando as novas ferramentas para reduzir as falhas e seus efeitos: boas práticas de manutenção,

manutenção produtiva total, análise das causas raízes e utilização dos princípios da engenharia de confiabilidade, mostradas na figura 26.

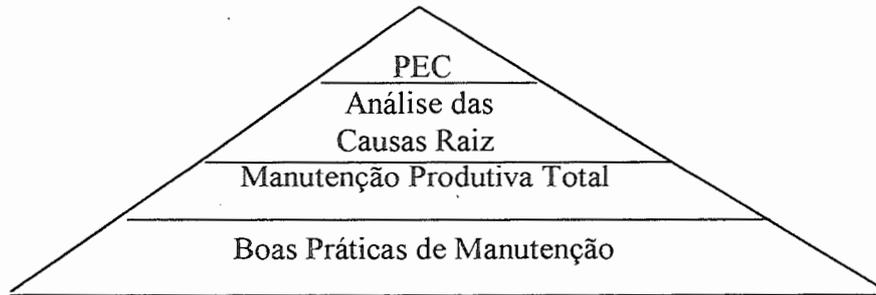


FIGURA 26 – Hierarquia da Confiabilidade(BARRINGER; 1996)

3.5.3- Etapas do Processo de Implementação da RCM.

Na prática, a equipe de manutenção simplesmente não pode responder por todas as perguntas, cabendo as equipes de operação ou produção complementarem os fatos. Isto aplica-se especialmente a questões relativas as funções, desempenho desejado, efeitos de falhas e consequências de falhas.

Desta forma, uma revisão dos requisitos de manutenção de qualquer equipamento deve ser feita por equipes pequenas que incluem, pelo menos, uma pessoa da função de manutenção e uma função de operação. O conhecimento completo da cada membro do grupo em relação ao equipamento revisado é vital para que os objetivos sejam alcançados com sucesso, não dispensando também um bom treinamento na metodologia RCM.

De acordo com consultoria ALADON LTD (1998) e a SQL SYSTEMS (1998) , a composição de um grupo de revisão deve ser composto conforme figura 27.

Desta forma podem ser formuladas algumas etapas do processo de implementação conforme ilustrado por NAGAO (1998):

- Formação de uma cultura voltada à confiabilidade
- Formação do Grupo de Confiabilidade.
- Identificação da área de atuação
- Análise da situação atual e a definição dos objetivos
- Definição da política de manutenção
- Análise da unidade de processo através de:
 - Análise do fluxograma de engenharia

- Definição de criticidade global dos equipamentos
- Análise preliminar dos modos de falha.
- Análise detalhada dos modos de falha
- Definição das ações para evitar ou reduzir os modos de falha ou diminuir o tempo de intervenção
- Definição de recursos necessários para a implantação das ações
- Implantação das ações.
- Acompanhamento da implementação das ações e dos indicadores
- Rever o processo utilizando o ciclo da melhoria(PDCA) e implementação em outras áreas.

Se bem implementada, uma revisão de RCM gera os seguintes resultados:

- Conhecimento aprimorado de como o equipamento funciona.
- Melhor compreensão de como o equipamento pode falhar.
- Listas de tarefas propostas projetadas para assegurar que o equipamento opere nos níveis de desempenho desejado.
 - cronogramas de manutenção a serem elaboradas pelo Depto. de Manutenção.
 - Procedimentos operacionais revisados para os operadores.
 - Lista de áreas onde serão feitas alterações(projeto)



FIGURA 27 - Grupo de Revisão RCM (ALADON et al.; 1998)

3.5.4- Definição da Política de Manutenção

Uma vez conhecidos e analisados os problemas da área, o grupo discute e propõe uma Política de Manutenção para a área. A política de Manutenção define as

diretrizes gerais de atuação para a consecução dos objetivos traçados, de acordo com a estratégia do negócio da atividade industrial.

A formação de uma cultura Organizacional voltada à Confiabilidade é a base para o sucesso de processo MCC. É importante que todos os envolvidos no processo estejam familiarizados com os conceitos básicos de confiabilidade.

É necessário dar uma formação básica sobre os conceitos de confiabilidade para início da aplicação da metodologia. A utilização da metodologia na prática é que irá sedimentar os conceitos adquiridos. Com os primeiros resultados práticos, ganha-se mais confiança na utilização da ferramenta.

Uma vez identificada a área em que vão atuar, faz-se a análise da situação atual, identificando-se os atuais níveis de performance, os principais problemas a atacar e finalmente define-se os objetivos do grupo de trabalho e os níveis desejados de performance.

Existem alguns estudos de casos que comprovam este critério, como o proposto por COOPER (1996), onde demonstra que as principais razões e objetivos para o desenvolvimento destas metodologias são:

- Assegurar que a maximização das atividades de manutenção seja executada com segurança mantendo a integridade das instalações
- Fornecer documentação que justifique as estratégias de manutenção para determinado equipamento.
- Assegurar a viabilidade econômica de novos ciclos produtivos, selecionando uma perfeita configuração do processo e estratégias de manutenção dos novos equipamentos instalados.

Durante três anos COOPER (1996), implementou a metodologia RCM na Shell UK Exploration e and Production (Shell Expro), onde priorizou a otimização das estratégias de manutenção, visando a redução dos custos efetivos de manutenção através de melhorias dos procedimentos aplicados no setor produtivo.

Os principais objetivos deste trabalho traçados pelo autor foram os seguintes:

- Estabelecer o nível de processo produtivo, através da otimização das configurações do equipamento, e de suas manutenções estratégicas.

- Aumentar a eficiência, reduzir homens-hora, aumentar a disponibilidade de produção, reduzir os riscos de falhas ou aumentar a disponibilidade de segurança das funções críticas dos equipamentos.
- Revisão das estratégias, com o objetivo de esclarecer e possivelmente alterar as características operacionais e conseqüentemente a confiabilidade dos equipamentos.
- Revisão das estratégias com o objetivo de alterar as normas e os procedimentos atualmente em prática na companhia.
- Estabelecer a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos do parque-fábrica.

COOPER (1996), estabelece 4 passos práticos para um desenvolvimento estratégico utilizando conceitos da metodologia RCM:

Passo n.º 1- FMEA

O princípio fundamental da metodologia RCM é determinar o que a manutenção deve fazer para assegurar que um equipamento continue a cumprir suas funções operacionais, conforme especificado em projeto.

Na prática, observa-se que a metodologia estabelece o que deve ser feito para prevenir a falha funcional e não catalogar todas as manutenções que podem ser feitas.

O grande benefício desta observação é o seguinte:

- Redução de manutenções desnecessárias
- Redução das falhas e conseqüentemente das falhas funcionais.

Passo n.º 2 – Categorias de Falhas Conseqüentes.

Uma vez que a falha funcional tenha sido identificada através de métodos de decisão lógica, usando para ^{isso} técnicas como a “árvore de decisão”, já comentada no capítulo 2, e conseqüentemente, selecionada a tarefa de manutenção a ser executada, será possível identificar com relativa segurança a falha e subseqüentemente as ações de manutenção a serem tomadas para prevenir e eliminar a falha determinada.

Passo nº3 – Análise da Característica da Falha

O estabelecimento das características da falha e sua validade, é parte integrante do processo de seleção das atividades de manutenção necessárias e conseqüentemente determina a frequência com que cada atividade será executada. Neste processo o ideal seria calcular e classificar os riscos das possíveis falhas funcionais.

Neste caso a experiência mostra que estas classificações não podem ser obtidas de registros de históricos de sistemas de gerenciamento ou através de discussões com o “staff” da manutenção.

Este trabalho requer um estudo detalhado de todas as variáveis encontradas, utilizando técnicas estatísticas, modelagens e também técnicas de análises para avaliar a confiabilidade das análises realizadas, conforme item 2.2.1.2, capítulo 2.

Passo nº4 – Seleção das estratégias de manutenção

Os objetivos desta fase é selecionar a correta estratégia de manutenção baseada em decisões lógicas utilizando a metodologia RCM, convertendo estas estratégias em tarefas de manutenção com intervalos consistentes de acordo com os objetivos da manutenção. Em síntese a estratégia é derivada da avaliação da característica de cada modo de falha e consequência da falha utilizando para isso diagramas de tomadas de decisão.

3.5.5 – Processo final de Implementação

A parte final do procedimento é gravar e documentar as estratégias e processos utilizados para cada equipamento assegurando que os mesmos possam auditados, confirmando desta forma a implementação do sistema.

Para que isto possa ocorrer, COOPER (1996), explica que o alvo das avaliações de performance está dirigido para as manutenções planejadas e as instruções de trabalho, de forma a coletar informações suficientes para que seja possível realizar as análises necessárias e estimar alguns índices como:

- Custos da manutenção corretiva e planejada.
- Determinação de melhorias e disponibilidade dos equipamentos

- Determinação de homens - hora e materiais.

Como exemplo do que foi dito, podemos citar CASCONE (1992), que observa em seu trabalho alguns conceitos básicos de Sistemas Reparáveis e Não Reparáveis, mostrando que ser confiável é apresentar poucas falhas, mas nenhum produto é a prova de falha, ou seja, sempre podem ocorrer falhas, mas embora ocorram falhas, as recolocações em serviço permitem uma continuidade de operação, implicando em aumento da Disponibilidade, ou seja, um equipamento que falha não implica em falha do sistema. A figura 28 resume a correlação da qualidade de um sistema, referida aos três aspectos básicos da trilogia Confiabilidade-Mantenabilidade-Disponibilidade.

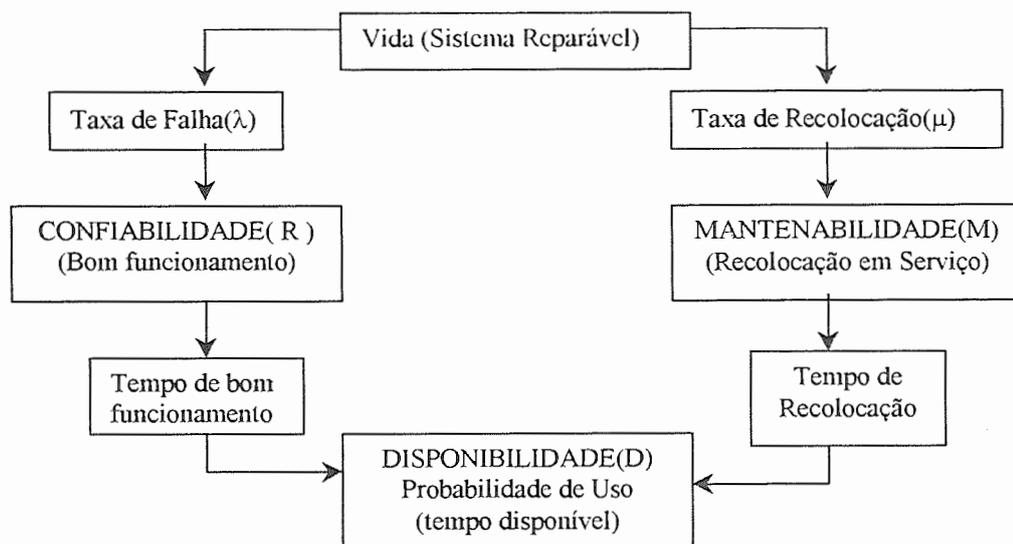


FIGURA 28 – Ocorrência de Falha (CASCONE, 1992)

A figura 29 mostra uma variação típica das Probabilidades associadas à Disponibilidade(D), Manutenabilidade(M) e Confiabilidade (R). Quando o sistema não reparável (sem manutenção), resultará $D(t) = R(t)$ pois tem-se $\mu = 0$ (taxa de recolocação em serviço). Se a manutenção é instantânea, resulta $D(t) = 1$, para qualquer tempo (t) de uso, ou seja, quando o sistema falha ele é imediatamente colocado em uso. O caso $R(t) = D(t)$ significa após a falha, o sistema aguardaria um tempo infinito para recolocação em serviço.

Quanto menor o tempo de recolocação em serviço, maior a Disponibilidade do sistema, que se aproximaria mais do valor limite $D(t) = 1$.

Da mesma forma que COOPER (1996), os autores BODSBERG et al.(1996), afirmam que a RCM atualmente é a metodologia de análise global, que mais frequentemente é usada para identificar os custos efetivos de um programa de manutenção de uma companhia.

O alvo principal da RCM, é identificar a manutenção “ótima” para cada componente, tomando como requisito, a segurança, os custos de manutenção e os custos e perdas de produção.

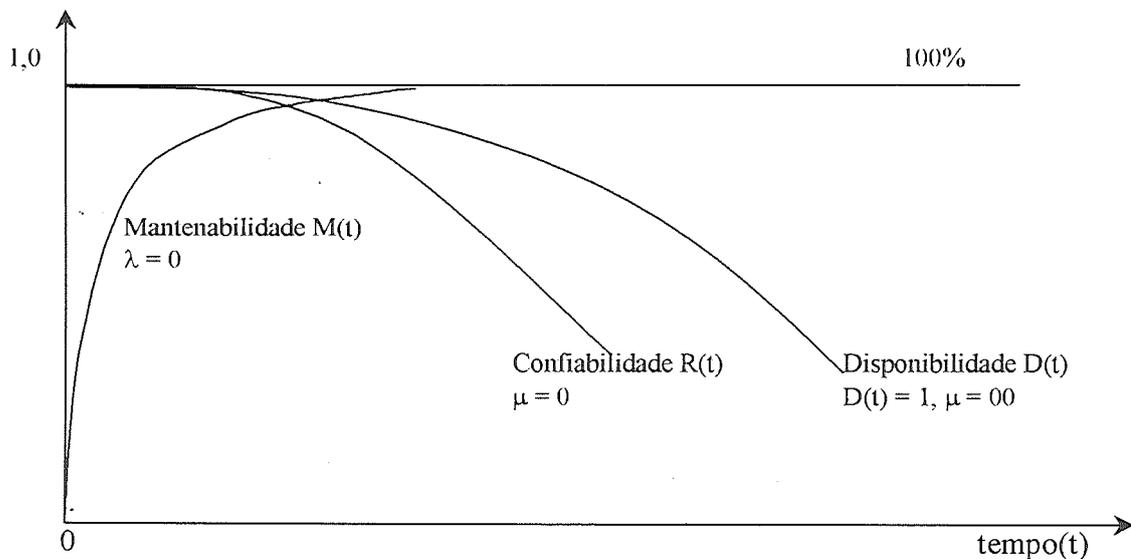


FIGURA 29 – Variação típica dos valores de Disponibilidade(D), Manutenibilidade(M) e Confiabilidade(R), em função da vida (tempo de uso) do sistema.(CASCONI; 1992)

O autor confirma que a metodologia RCM fornece um prático e estruturado caminho para se chegar uma estratégia de manutenção recomendada para cada componente instalado na planta produtiva.

De acordo com a ELLMANN Y ASOCIADOS (1992) a RCM é uma filosofia que fornece um âmbito de trabalho estratégico para enquadrar as necessidades reais de manutenção dentro de modelos coerentes, de maneira de poder avaliar a aplicar os avanços tecnológicos que, entre todos os possíveis, resultem os mais vantajosos para a empresa.

ABDUL-NOUR et al.(1993), destaca que a metodologia RCM incorpora um guia para os gerentes que desejam alcançar os elevados padrões de manutenção e operação de suas unidades produtivas. Desde então a importância e o tipo de manutenção aplicado depende fortemente do equipamento e a vida útil de seus componentes, levando-se em consideração os custos de substituição, a segurança e a confiabilidade dos dados gerados a partir das análises das falhas ocorridas, para otimizar um programa de manutenção.

HOLLICK & NELSON (1995), também destacam que a RCM é uma metodologia de lógica disciplinada usada para identificar tarefas de manutenção preventiva necessárias para realizar a confiabilidade inerente ao equipamento a um custo mínimo de recursos. A confiabilidade inerente de um equipamento, é o elevado nível de confiabilidade e segurança que pode ser esperado para aquele equipamento, se os mesmos receberam manutenção efetiva. Portanto, RCM é um processo lógico no qual os requisitos de manutenção são identificados e aplicados.

De certa forma, a manutenção preventiva é incluída como uma característica inerente do projeto de um equipamento. Portanto, tais tarefas não podem melhorar a confiabilidade inerente de cada equipamento. De qualquer modo é possível, que diante da perspectiva da manutenibilidade, as tarefas de manutenção preventiva passem a ter um efeito oposto, ou seja, passa a não antecipar o problema como seria esperado.

Em todos os casos, o potencial das falhas de manutenção, recaem pesadamente contra os benefícios realizados de qualquer tarefa particular de manutenção preventiva que tenha sido realizada com acentuado desempenho.

Os autores HOLLICK & NELSON (1995), resumiram em dois passos o processo de implementação da metodologia RCM:

Passo nº1:

Este primeiro passo do processo, envolve a caracterização lógica do modo de falha como uma função de qualquer modo de falha que seja, buscando sua evidência operacional e suas potenciais consequências de falhar.

A RCM reconhece que apesar de todos os equipamentos têm uma tendência de falhar, medidas podem frequentemente ser tomadas como uma forma de atacar mais rapidamente o modo de falha ou prevenir uma falha funcional de ocorrer por completo.

Passo nº2:

Neste segundo passo, estão definidos os critérios lógicos da RCM, onde os mesmos podem ser aplicados para selecionar uma tarefa efetiva de manutenção.

Quando uma tarefa de manutenção é julgada como ineficiente ou não aplicável, e os riscos de falha são potencialmente severos e com consequências danosas, a decisão lógica da RCM identifica a necessidade de re-projetar o equipamento em questão.

Uma vez que as tarefas são selecionadas, as tarefas de elevada eficiência devem ter suas frequências bem determinadas, de forma que estas tarefas podem ser agrupadas em intervalos comuns, originando desta forma, vários planos de manutenção.

Os autores MARTORELL et al. (1995) e MARTORELL et al.(1996), concluíram que a RCM é uma metodologia utilizada para estabelecer tarefas de manutenção para componentes críticos com elevado grau de complacência com as regras estabelecidas, ou seja propõe a identificação e a aplicação das tarefas mais eficientes para prevenir que esses componentes desenvolvam suas causas de falhas dominantes, e finalmente melhorar os níveis de disponibilidades dos componentes a um custo mais baixo.

Os autores também chegam a conclusões, que determinadas tarefas devem ser modificadas ou até mesmo eliminadas, devido ao resultado final da análise do efeito do modo de falha (FMEA).

3.6 - Sistemas Informatizados de Manutenção

Em um mundo em que negócios são afetados por uma competição muitas vezes desonesta, o sucesso depende da posse e uso tático de informações em tempo hábil. Ao longo das últimas décadas houve um tremendo crescimento na relação entre os sistemas de informação e as empresas. Nesse mesmo período, a indústria da tecnologia da informação tem testemunhado extraordinários avanços nas áreas de hardware e software. Tal desenvolvimento tecnológico nos abre grandes oportunidades para melhores serviços a custos reduzidos, mas também traz desafios tão grandes quanto tais oportunidades.

Hoje, os executivos de sistemas de informação devem alcançar a integração tecnológica para alavancar os investimentos da instituição, ao mesmo tempo em que assimila novos desenvolvimentos e tendências. Além disso, eles devem ajustar-se à

evolução de novos ambientes multiplataforma, que permitam a exploração de tais tecnologias.

Historicamente, os produtos de software tem sido adquiridos em bases individuais, dissociados de um planejamento estratégico de negócios. Processos foram automatizados para liberar recursos humanos para atender a tarefas mais complicadas.

As decisões de compra de software foram baseadas estritamente na habilidade de um produto em atender a uma única necessidade, com pouca atenção à sua capacidade de se comunicar com outros aspectos dos sistemas de informação das empresas. Produtos de software também tem sido projetado e selecionado para plataformas específicas de hardware. Isso significa que empresas estavam ou fechadas com vendedores específicos ou encurraladas com sistemas separados que não se comunicam.

Além disso, a relativamente breve história da indústria da tecnologia de informação tem presenciado uma rápida sucessão de avanços tecnológicos em hardware e software, oferecendo numerosos saltos tecnológicos. Essas novas tecnologias foram apresentadas pela indústria como panacéias, substitutos às tecnologias existentes. Na realidade, as novas tecnologias não devem nem precisam abolir o que veio antes.

No entanto, como resultado das decisões de compras ou desenvolvimentos tecnológicos, as empresas estão atualmente enfrentando uma prolusão de “ilhas de tecnologias”, a que são independentes, incompatíveis e não integradas, e não há forma de coordenar a integração entre elas. Essas “ilhas” são em grande parte responsáveis pela inabilidade dos sistemas de informação em atender às metas de negócio.

Tecnologias conflitantes criam redundância e inconsistências. Sistemas incompatíveis apresentam diversas “versões da verdade”, com resultados divergentes para a mesma solicitação de informação de duas fontes.

As organizações dos anos 90 tem trabalhado com o objetivo de exigir o lucro máximo e rápido retorno de seus investimentos. Com o passar dos anos, estes investimentos começaram a ficar mais caros e complexos, maximizando a eficiência da função manutenção e minimização dos custos, mostrando desta forma que em alguns casos que este procedimento não era totalmente eficaz.

Atualmente as empresas estão se deparando com algumas alterações na implantação/implementação dos Sistemas informatizados p/ gerenciamento da manutenção e as modernas metodologias como o 5S, Kaizen, TPM e RCM.

Sem dúvida alguma, que os CMMS's (Computerised Maintenance Management Systems) melhoram a eficiência da manutenção, mas em contrapartida não melhora sua eficácia. O “mix” das metodologias e estratégias de manutenção são necessários para melhorar e otimizar este desempenho.

A manutenção deve ter como foco, manter as funções de qualidade da condição de operação e evitar as consequências da falha.

OLESEN & VEDEL (1996), mencionam em seu artigo que os CMMS's desta forma poderiam ser chamados de CAMMS,s (Computerised Asset Maintenance Management Systems - Sistemas Informatizados para o Gerenciamento da Qualidade na Manutenção), somente desta forma é que poderia ser corrigida e melhorada o desempenho da manutenção.

Os custos de manutenção tem sido objeto de estudo desde 15 à 20 anos atrás, tendo sempre como objetivo principal, o desenvolvimento de estratégias para assegurar a máxima garantia de produção aliada a uma máxima condição de segurança das pessoas e do meio-ambiente.

A filosofia que poderá capturar a essência de todos os problemas e mostrar o caminho adiante, tem sido o foco do estudo destas estratégias.

Portanto é importante entender que para resolver os problemas da manutenção sem o claro entendimento entre as diferenças destas estratégias e suas técnicas de implementação, as organizações não conseguiram obter nenhuma melhoria, provocando alterações e mudanças mal sucedidas.

Nenhuma estratégia é intrinsecamente melhor que a outra, cada estratégia tem uma posição, e o desafio é descobrir que posição é esta?

3.6.1 - O Gerenciamento da Manutenção e os Sistemas Informatizados

O conceito de gerenciamento da manutenção está basicamente e diretamente ligado a uma atividade de caráter departamental. Esta definição ^{a ver} tem haver com a logística e eficiência do planejamento dos trabalhos, como por exemplo:

- Planejamento das Ordens de Serviços
- Fornecimento de Materiais e Serviços
- Manuseio de Materiais
- Acompanhamento dos Custos

- Administração do Histórico da Manutenção

A eficiência destas atividades são importantes, devido a necessidade de se depurar os custos de manutenção, mostrando que os mesmos estão sendo observados e também estão sob controle eficaz.

O histórico de manutenção tem sido visto como o caminho em busca da redução de custos, devido a análise apurada dos fatos e do trabalho realizado pelos departamentos de manutenção em realizar as melhorias cabíveis apontadas pelo banco de dados do sistema com o objetivo de reduzir as paradas corretivas, aumentando e prolongando suas intervenções preventivas através do monitoramento contínuo de equipamentos com criticidade elevada da planta de produção.

Muitas empresas que tem usado os CMMS's, atualmente tem observado pontos onde estes sistemas podem rapidamente saber através de relatórios gerenciais quanto a planta está custando e também como administrar com eficiência os recursos, mas se for perguntado se a performance da planta melhorou devido a implantação destes sistemas, pode ser que a resposta não seja afirmativa.

Este problema está dividido em 3 áreas distintas:

- Razão Técnica - Encontrar o que a manutenção deveria ter feito.
- Organização da Manutenção - Como o Depto. de Manutenção está organizado junto com os outros departamentos dentro da organização.
- Sistemas Informatizados - A realidade e a confiabilidade das informações coletadas pelos CMMS's.

A Manutenção sempre foi vista com o objetivo de preservar as funções dos equipamentos, fazendo com que o usuário participe mais ativamente de suas funções, ou em outras palavras, manter a integridade do processo de produção da organização.

A título de ilustração a figura 30 mostra a tela de módulo “Livro de Ocorrências” de uma dos vários sistemas de gerenciamento informatizado de manutenção disponíveis no mercado.

Ocorrências

65 - mangueira do transporte avariada

Dados Gerais | Recursos | Peças | Perdas | Custos

Equipamento: HU-0003 Huller 3 - Transfer Linear - 719527

Ocorrência: 65 mangueira do transporte avariada

Tarefa: Trocar

Motivo Ocor.: Problema Hidráulico

Causa Ocor.: Vazamento

Centro Custo: Usinagem

Falha: <a definir>

Parada: <Houve parada>

Início ocorrência: 17/11/97 10:01 Início conserto: 17/11/97 10:05

Fim conserto: 17/11/97 12:30 Fim ocorrência: 18/11/97 12:30

FIGURA 30 - Tela do módulo Livro de Ocorrências do Sistema MANTec propriedade da empresa SEMAPI Sistemas Ltda.

As principais atividades da manutenção, relacionadas aos “pacotes” informatizados, que asseguram a funcionalidade dos equipamentos e também a motivação dos usuários e mantenedores, podem ser colocadas na seguinte ordem:

- Ações Corretivas de emergência.
- Ações Preventivas e Planejadas.
- Ações Preditivas ou baseadas na condição
- Ações de Detectivas, ou seja, informações obtidas através da análise dos dados dos CMMS's, disponível no setor.

3.6.2 - Sistemas Informatizados: Tecnologia e Integridade

A experiência tem mostrado que os Sistemas Informatizados de Manutenção são complexos conjuntos de procedimentos operacionais, que incluem equipamentos, análises estatísticas, controle de custos, controle de pessoal, profissionais técnicos e administrativos, organizados de maneira lógica para o atendimento a um objetivo definido e no qual se utiliza informática como ferramenta para viabilizar tanto a organização quanto as metas e os objetivos a serem atingidos pela própria manutenção.

Em outras palavras os Sistemas Informatizados podem ajudar a fornecer informações para aumentar a eficiência da função manutenção, sendo a efetividade uma outra questão a ser discutida.

Observando o CMMS tradicional, verifica-se o valor técnico destes sistemas está em guardar todo o histórico de todas as atividades realizadas ao longo da "vida útil" dos equipamentos.

Os atuais Sistemas informatizados tem a capacidade de gerenciar todas as movimentações de ativos físicos fazendo com que a integração manutenção/produção possa ser concretizada.

A seleção balanceada de Estratégias de Manutenção, aliado aos Sistemas de Gerenciamento Informatizados em conjunto com uma implementação adequada de prestação de serviços oferecem uma possibilidade de realizar um completo controle de gestão da manutenção oferecendo as organizações lucratividade e competitividade com uma confiabilidade assegurada.

De acordo com COHEN (1995), os CMMS's estão sendo usados também pelos Departamentos de Engenharia Clínica dos Hospitais com o objetivo de coletar, armazenar, analisar e gerar relatórios sobre os itens reparados e a performance dos serviços prestados pela manutenção nos equipamentos da área médica, incluindo também o gerenciamento das pessoas, das ferramentas, das peças de reposição, das melhorias e principalmente dos custos praticados nestes serviços.

3.6.3 - Efetividade e Confiabilidade dos Sistemas de Gerenciamento.

O principal objetivo das organizações sempre foi exigir o lucro máximo a um custo mínimo e consequentemente rápido retorno de seus investimentos.

O objetivo do trabalho de gerenciar é manter a confiabilidade dirigida a redução dos custos, através da confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, gerenciada pela confiabilidade humana.

A confiabilidade no equipamento está diretamente ligada na melhoria e aumento do desempenho da produção a um custo operacional da manutenção significativamente reduzido.

PARDOE (1998) comenta que atualmente a confiabilidade humana esta sendo uma variável de vital importância neste processo porque a mesma dentro de sua subjetividade poderá ser identificada e analisada fornecendo resultados que poderão ajudar na análise e na tomada de decisões gerenciais de forma efetiva.

Geralmente o sucesso é medido em termos da confiabilidade do equipamento, mas na realidade é a confiabilidade humana que necessita ser gerenciada.

Está se tornando cada vez mais comum encontrar companhias onde um determinado sistema foi implantado e a confiabilidade dos dados gerados não apresenta nenhuma evidência da realidade praticada.

Isto tem mostrado que a falta de integridade sistêmica, está provocando distorções e tensões internas entre os departamentos envolvidos no processo, favorecendo a formação de “ilhas de informação”, onde conseqüentemente ocorre o isolamento ou a desconexão entre os vários subsistemas vitais da companhia, criando desta maneira alguns centros de custos “virtuais”, onde parte do faturamento da empresa é esgotado.

De uma forma geral, o gerenciamento de um trabalho começa com a identificação do trabalho. Um alarme sempre é acionado quando algum setor da empresa está se sentindo ameaçado e pressionado pelas mudanças que ocorrem no mercado financeiro mundial, trazendo conseqüentemente problemas no mercado interno, podendo inviabilizar determinadas atividades de uma empresa, caso a mesma não esteja preparada para enfrentar tais mudanças.

Esta somatória de problemas evidentemente humanos, acabam provocando nos sistemas implantados algumas interrupções no planejamento da manutenção, fazendo com que a produção tome suas próprias decisões, acarretando desta forma, outros problemas, porque as prioridades definidas pela manutenção estão diretamente vinculadas ao histórico operacional dos equipamentos e não somente ao processo produtivo definido pela produção. JONES (1994), mostra que em algumas pesquisas, 50% dos resultados das auditorias executadas nos últimos 20 anos, observaram que

houve um significativo aumento dos investimentos nas atividades de gerenciamento da manutenção em busca de resultados no controle, eficiência e confiabilidade dos dados gerados assegurando garantia de análise e conversão desta garantia em uma maior disponibilidade dos equipamentos da planta produtiva. Através da pesquisa foram identificados também que apenas 15% dos entrevistados tinham uma estratégia bem definida das necessidades e das virtudes de um sistema de gerenciamento da manutenção. Na figura 31 é possível identificar como exemplo quais seriam os itens de avaliação no caso de um estratégia técnica, para a implantação e gerenciamento das atividades de manutenção através de um sistema informatizado.

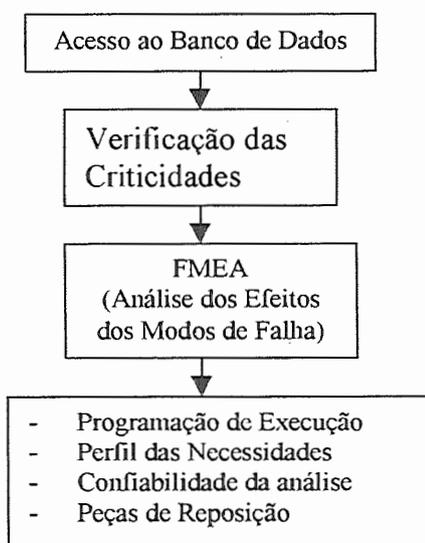


FIGURA 31 - Estratégia Técnica: Gerenciamento das atividades (JONES; 1994)

Atualmente estamos observando a integração dos Sistemas em ambientes de tecnologia que nada mais é do que a ligação por meio de programas entre os Sistemas existentes nas empresas.

A importância dos ambientes de tecnologias estão intimamente ligados à escolha de plataformas de tecnologia e de produtos de fornecedores específicos.

A escolha criteriosa destas tecnologias também é de fundamental importância para que os sistemas possam ser totalmente integrados com garantias de pleno desempenho operacional, evitando o constrangimento do usuário em suas aplicações.

Através desta integração será possível utilizar e desenvolver metodologias e Sistemáticas de Diagnósticos que vão poder identificar o grau de maturidade do gerenciamento dos sistemas de manutenção, mostrando qual o patamar que a companhia

se encontra e o que cada gestor deverá fazer para otimizar suas técnicas gerenciais para romper um determinado paradigma buscando a elevação para um patamar superior da evolução, conforme mostra a figura 32.

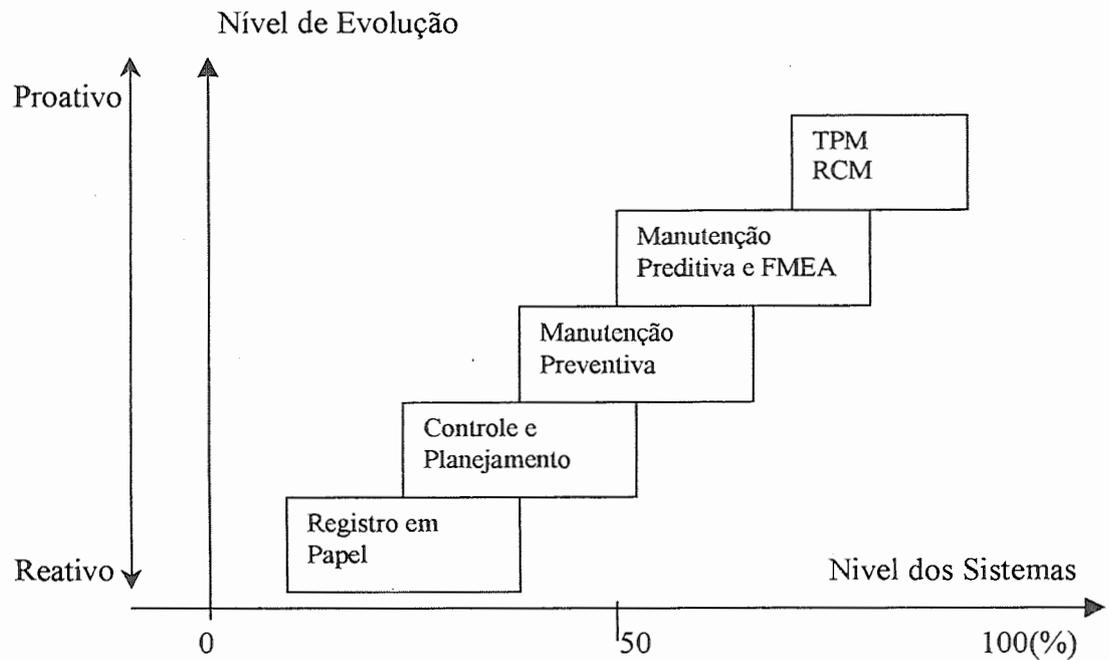


FIGURA 32 - Nível de Maturidade dos Sistemas (JONES; 1994)

4.0 – METODOLOGIAS DE DIAGNÓSTICO DE MANUTENÇÃO

Às portas do século 21, as organizações enfrentam crescentes desafios, os clientes estão buscando cada vez mais, qualidade, preço e serviço e os investidores buscam maior rendimento e máxima segurança para seu investimento. As pessoas perseguem melhores condições de trabalho, a sociedade exige atenção para assuntos relacionados ao meio ambiente e as normas de convivência e a competência já não é mais local e sim global.

Para satisfazer simultaneamente estas múltiplas expectativas crescentes, as empresas vão necessitar de estratégias e ações em vários campos e disciplinas.

Neste contexto, surge como campo importante a manutenção industrial, cujas consequências de sua ausência podem afetar clientes, investidores, pessoal, sociedade e Estado, como a própria competitividade da empresa (BLANCO; 1996).

Para disciplinar tais expectativas, LEVITT (1991), acredita que somente com o aporte de conhecimento, domínio de novas técnicas gerenciais e novas tecnologias, a manutenção terá condições de cumprir a sua grande missão que é a de garantir a máxima eficiência operacional dos equipamentos e instalações, e com isto possibilitar à empresa atender à demanda crescente do mercado por produtos em quantidade e principalmente em qualidade.

Aparentemente, essas afirmações parecem óbvias, e que nada existe de novo, mas acontece que a experiência tem mostrado que a maioria das empresas não seguem o óbvio, tornando difícil estabelecer qual será a melhor forma para gerenciar a manutenção dos equipamentos e instalações, garantindo desta maneira, condições de competitividade e sobrevivência para a sua empresa.

Pela sua própria natureza, o campo da manutenção industrial tem se revelado muito fértil e propício para a aplicação de procedimentos formais de análise de problemas de decisão. Como se sabe, a tomada de decisão é a principal característica que distingue os

gerentes dos outros funcionários da empresa: tomar decisões é provavelmente a maior tarefa de qualquer gerente.

CAMPOS (1999), comenta que dentro do processo de tomada de decisão existem três estágios: o PORQUÊ de se tomar uma decisão, ou seja, uma necessidade a gerou; o COMO essa decisão foi tomada, usando-se certos parâmetros e o GRAU DE COMPLEXIDADE, referente à quantidade e volume de informações até se chegar nos parâmetros decisivos na manutenção.

As tomadas de decisões no âmbito da gerência da manutenção atravessa inevitavelmente as fronteiras departamentais, por necessitar de informações de diversas fontes, em cada um dos aspectos relacionados com sua função, seus objetivos, sua estrutura organizacional e suas ações.

Segundo MOREIRA (1993), o problema de decisão também apresenta aquilo que podemos chamar genericamente de “dados”, que nada mais são do que um conjunto de informações (medidas, registros, levantamentos), a partir das quais o problema deverá ser analisado. A natureza e a variedade dessas informações dependem de cada caso particular: problemas com poucas informações e muitas dúvidas sem uma resposta precisa são problemas mal estruturados, cuja solução dependerá muito de qualidades pessoais de quem toma a decisão.

Por outro lado, problemas com dados bem definidos, geralmente numéricos, onde inexistam indagações sem respostas, são chamados de problemas bem estruturados. Para eles, a aplicação de modelos formais de análise é bastante facilitada. Como sempre na prática acaba-se ficando em um ponto intermediário entre os problemas muito bem e muito mal estruturados.

Se o problema for bem estruturado, ou seja, os dados são conhecidos e quantificáveis, é possível pensar-se em uma análise quantitativa de forma a se obter uma solução matemática para ele; de qualquer forma, é provável que mesmo nas situações mais favoráveis, antes de implementar a solução, seja necessário levar em conta alguns fatores qualitativos que resistam à quantificação.

Se o problema for pouco estruturado, então muitas informações serão não quantificáveis ou até mesmo virão cercadas de alguma indefinição. Neste caso, não haverá

muito lugar para a modelagem matemática e o gerente terá que tomar a decisão baseado em sua experiência, poder de avaliação e julgamento da situação.

Podem surgir, sem dúvida, casos intermediários, sendo as informações daí derivadas úteis como um apoio as decisões do gerente, que não poderá entretanto dispensar uma análise personalizada dos fatores imponderáveis.

Diante desta “massa de dados operacionais” geradas e pouco aproveitadas pelo setor de manutenção, empresas de consultoria desenvolveram alguns métodos estatísticos de análise para medir e auxiliar o desempenho das atividades operacionais da manutenção industrial.

Em muitos casos estes métodos foram chamados de “metodologias” descritas e aplicadas conforme o critério de cada empresa.

4.1 – Uma Revisão das Metodologias de avaliação da Manutenção.

A palavra metodologia é definida como sendo a orientação para o ensino de uma disciplina, dirigida na investigação da verdade caracterizada por uma sequência de procedimentos.

A metodologia é um estado intermediário entre uma filosofia (no sentido geral) e uma técnica ou método. A filosofia pode ser entendida como uma diretriz ampla e não específica e; técnica, no outro extremo, como um programa de ação específico e preciso, que produz um resultado padrão: se a técnica for aplicada adequadamente pode-se, com certeza, resolver uma grande variedade de problemas específicos.

Na área da Manutenção Industrial existem algumas metodologias desenvolvidas com o objetivo de identificar problemas de ordem gerencial e administrativa, buscando maior eficiência com melhoria na otimização de procedimentos internos ao setor.

4.1.1 – Metodologia da Emerson Consultants INC. – USA

No final da década de 70, a Emerson Consultants, uma empresa de consultoria dos Estados Unidos, citada por NAGAO (1998), realizou uma análise e avaliação das técnicas de controle gerencial na área de manutenção em algumas unidades industriais.

Esta metodologia teve como objetivo:

- Identificar as oportunidades significativas para melhorar a eficácia do controle gerencial e de supervisão sobre as atividades da manutenção.
- Reduzir custos anuais dos seus serviços.
- Apoiar a unidade industrial para estabelecer metas econômicas relacionadas à manutenção.
- Apresentar à gerência da empresa, um conjunto de recomendações práticas visando chegar às metas econômicas determinadas.

A metodologia utilizada consistiu na aplicação de “Auditorias de Manutenção”. Foram também realizados um breve estudo da amostragem de trabalho para determinar o nível de produtividade das equipes de manutenção e a extensão das principais atividades não produtivas e entrevistas detalhadas com vários gerentes e supervisores, principalmente no departamento de manutenção.

As categorias de controle gerencial utilizadas foram as seguintes:

- Organização
- Pessoal
- Planejamento e Programação
- Controle de Materiais e Inventários
- Relações Interdepartamentais.
- Manutenção Preventiva
- Engenharia de Manutenção
- Controle de Custos
- Controle da Carga de Trabalho

- Controle da Produtividade

Cada questão teve um peso específico de acordo com o impacto nos resultados:

- Máximo – 6 a 9: Grande Impacto
- Médio – 3 a 6: Efeito significativo sobre segmentos discretos
- Mínimo – 0 a 3 – Influência limitada.

Através do cálculo das pontuações conseguidas em cada categoria em comparação à pontuação máxima, definem-se as categorias mais críticas, propondo ações de melhorias.

4.1.2 – Método AMIS – CEMAN.

Esta metodologia tem sido aplicada pela CEMAN citado por NAGAO (1998), que é uma empresa de serviços de manutenção, licenciada pela consultoria AMIS.

No início da análise são levantadas as informações gerais da manutenção em que são coletados os dados sobre o perfil dos empregados (organograma e quadro de funcionários), com dados financeiros (orçamento anual da manutenção, valor de estoque, faturamento anual da empresa, valor de reposição da planta), perfil do trabalho (carga de trabalho da administração, back-logs dos serviços, taxa média de horas extras, idade das instalações).

Após coleta desta informações, o processo se divide em 2 partes:

- Parte I – Revisão Estratégica
- Parte II – Avaliação da Eficácia Gerencial

Na revisão estratégica são analisados: a estratégia de manutenção, a missão, o envolvimento com a operação, os modos e efeitos da falha, manutenção preventiva/preditiva, definição das suas necessidades e os índices de manutenção e de produção.

As categorias da Administração da Manutenção analisadas foram:

- Nível Geral de Manutenção

- Organização
- Planejamento e Controle do Trabalho
- Controle de Custos
- Produtividade e Eficácia da Manutenção
- Administração de Materiais
- Análise de Falhas e Programas de Melhorias
- Treinamento e Segurança

Cada categoria tem um peso que permite dar ênfase adequada na avaliação final. Esta ponderação está baseada em muitos anos de experiência em diversas situações de administração de manutenção. Cada categoria é contemplada com diversas questões que também tem um pontuação de acordo com a importância de cada questão.

4.1.3 – Sistema de Auditoria de Manutenção – SIEMENS SERVICE.

Este sistema propõe uma análise macro através de uma grade contendo os procedimentos e sistemas de manutenção, definindo os 5 níveis (0 a 4) com a descrição de cada nível.

Foram definidos os seguintes campos de análise:

- Avaliação de análise de falhas e performance histórica.
- Compra e design pela confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade.
- Sistema de Controle da Manutenção
- Planejamento da Manutenção e procedimentos programados
- Implementação do sistema de gerenciamento da manutenção informatizado.
- Envolvimento da Força de Trabalho na Manutenção
- Treinamento e programa de educação.
- Políticas de Sobressalentes
- Manuais, desenhos e documentação
- Contratos e controles da manutenção

- Análise operacional
- Planejamento e estratégia de manutenção
- Gerenciamento do ciclo de vida de equipamentos e sistemas
- Monitoramento de condições
- Controle de revisões e paradas
- Procedimento de emergência e programa de segurança

4.1.4 – Quadro de excelência em Manutenção Industrial -AT KEARNEY.

A empresa de consultoria AT Kearney (NAGAO; 1998), que realiza consultorias em diversos segmentos industriais, inclusive manutenção, utiliza-se também de um quadro para diagnose do estágio de manutenção.

Ela considera os seguintes campos de análise:

- Descrição Geral
- Organização
- Práticas:
 - Planejamento
 - Programação
 - Qualidade
 - Treinamento
- Manutenção Preventiva
- Controle de Custos
- Gestão de Materiais e Estoques
- Projeto de Administração de Capital
- Sistemas de Administração de Manutenção
- Nível Geral:
 - Índice de Custos
 - Disponibilidade
- Distribuição de Trabalho

- Cumprimento da Programação
- Uso do Tempo.

4.1.5 – Metodologia de NAGAO

NAGAO (1998), mostra através da figura 33, que a primeira etapa deste processo consiste na apresentação do processo de análise, diagnóstico e propostas de melhoria de performance para a equipe de manutenção.

O objetivo desta metodologia é uniformizar os conceitos e esclarecer dúvidas a respeito dos procedimentos de manutenção implementados.

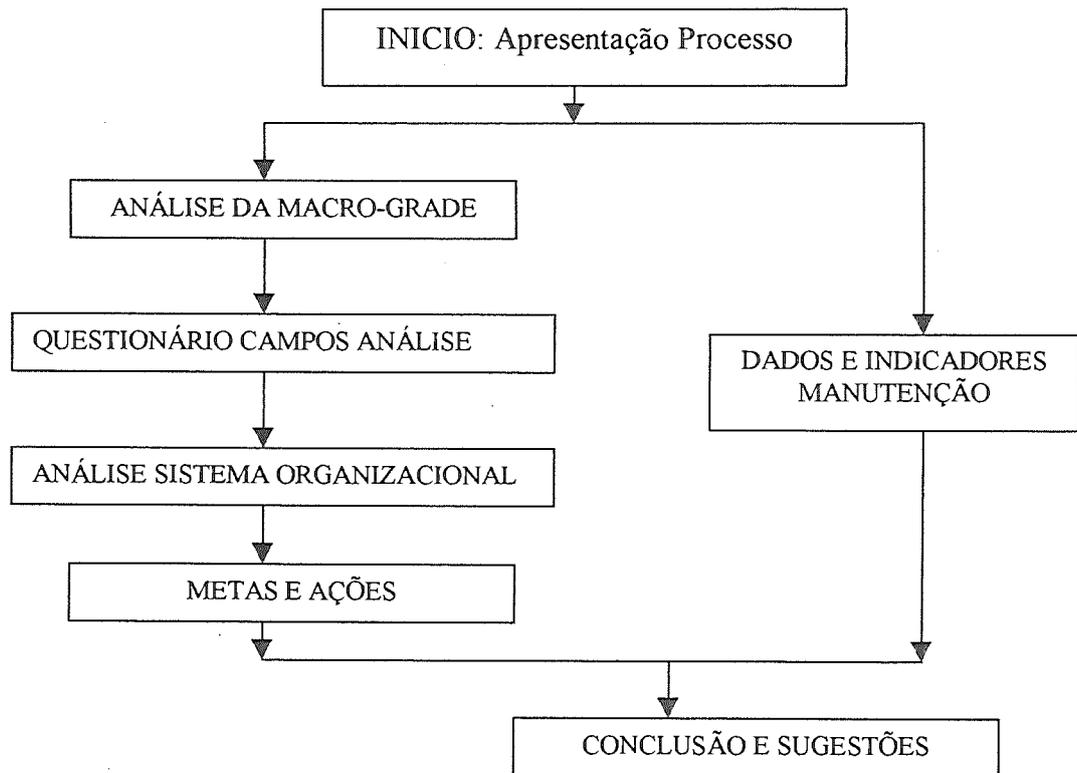


FIGURA 33 - Diagrama do Processo da Metodologia (NAGAO;1998)

O questionário dos campos de análise dá o detalhamento das características da macro-grade. Desta forma são identificados os pontos fortes e fracos da estrutura da manutenção.

Esta análise termina com ações e metas, propostas pela equipe de manutenção, onde acredita-se no “engajamento” dos funcionários para a implementação das ações.

4.2 – Análise Comparativa das Metodologias

Pelas metodologias apresentadas até agora, é possível identificar critérios semelhantes entre as mesmas, como por exemplo avaliações realizadas por várias pessoas envolvidas no processo, que passam a atribuir notas ou fatores percentuais a cada subsistema analisado.

Desta forma, a subjetividade da análise passa a ser um fator significativo, porque para tal julgamento seriam necessários entender melhor os critérios utilizados, mesmo sendo citados que são baseados na experiência de cada pessoa.

O processo da Emerson Consultants mostra muita ênfase às estruturas e planejamento, mas possui uma deficiência quando se trata de atualização tecnológica e gerencial.

O sistema de pontuação é interessante, podendo se ter uma avaliação mais estruturada e quantitativa.

O método da AMIS, tem certa semelhança com o da Emerson Consultants, porém traz um diferencial básico na preparação do relatório que é dividido em:

- Informações Gerais
- Revisão Estratégica
- Avaliação da Eficácia

As vantagens deste método são que com as informações gerais e com a revisão estratégica, já é possível ter uma idéia macro da situação da manutenção.

A metodologia de NAGAO (1998), é a que mais se aproxima das necessidades atuais da manutenção, porque praticamente eliminou o que não era relevante nas outras

metodologias apresentadas, mas não é completa porque se apoia no “engajamento” da equipe de manutenção para implementar e medir as melhorias propostas.

Conforme declara SENGE (1990), a dificuldade desse tipo de análise está exatamente na realidade contrária, ou seja, a falta de “engajamento” dos funcionários, porque a maioria acha que o objetivo da redução de custos e outras melhorias propostas pela direção da empresa não são deles e sim da empresa que fazem parte, caracterizando a definição de “obediência formal” ou “genuína” exposto pelo autor em seu trabalho.

De uma forma geral as metodologias apresentadas mostram que existem algumas diferenças de conceitos, termos utilizados e em todas elas aparece uma boa dose de experiência e subjetividade, mas sem uma fundamentação científica rigorosa, apresentando soluções para problemas definidos, permanecendo a dificuldade de identificar e priorizar os problemas ainda não conhecidos e que devem ser resolvidos.

Esta fundamentação científica é útil para esclarecer com mais clareza que uma metodologia também pode ser entendida como os fundamentos teóricos, lógicos e filosóficos que dão sustentação a um processo de investigação, sendo este processo intermediário entre *o que fazer?* e *o como fazer?*, conforme mostra a figura 34.

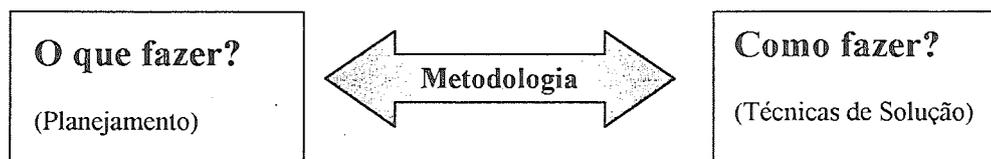


FIGURA 34 - Estrutura de Referência sobre o Conceito de Metodologia

A metodologia passa a ser a fusão dos conceitos de método e técnica, sendo o método o estabelecimento de uma sequência de passos para a aplicação da metodologia e a técnica a forma estabelecida para se resolver os problemas identificados (o modo de fazer).

Diante deste conceito verifica-se que as “metodologias” das empresas de consultoria citadas anteriormente, na realidade não poderiam ser tratadas como metodologias, porque seus procedimentos caracterizam um “método” ou seja, um sequência de passos, não estabelecendo a técnica ou a forma para se resolver o problema identificado.

Os resultados da aplicação destas “metodologias”, propostas pelas empresas de consultoria, caracteriza um problema estruturado onde a conclusão está baseada na somatória dos fatores coletados ou até mesmo do cálculo de uma média por meios estatísticos.

Desta forma fica caracterizada a necessidade de um tratamento nos dados operacionais transformando-os em informações gerenciais, exigindo para isto uma postura estratégica, para que a análise e a tomada de decisão seja a mais correta e adequada possível.

Este tratamento, segundo CAMPOS (1999), é realizado através de uma análise sistêmico-conjuntural por similaridade, *feeling*, *benchmarking*, modelagem e enquadramento, fazendo com que esta análise tenha um caráter mais semi-estruturado, ou seja, passando a ser um meio termo entre a reprodução de passos e normas(algoritmos) bem definidos, claros e conhecidos e a busca de alternativas gerenciais com alto grau de subjetividade.

Esta subjetividade resulta de algumas variáveis e parâmetros importantes em um processo decisório gerencial, como por exemplo tendências políticas, financeiras, sociais, experiências e cenários diversos encontrados no cotidiano da manutenção industrial.

Uma possível técnica de solução (como fazer?), pode ser evidenciada através dos programas de manutenção (FTA, FMEA, TPM, RCM – ver capítulo 3) atualmente implementados por várias técnicas e métodos.

Estes programas de manutenção tratam mais o conjunto não evidenciando as interfaces entre as suas partes. Já é de conhecimento do setor, que somente estes programas não resolvem os problemas gerenciais atuais enfrentados pela manutenção, tornando-se necessário saber também quando e como aplicar tecnicamente cada um, identificando para isto seus componentes, características, propriedades e os resultados possíveis a serem atingidos, antes mesmo que sejam efetivos.

Através das “metodologias” citadas e aplicadas pelas empresas de consultoria esta situação não poderia ser identificada com antecedência e somente posterior a sua implementação, levando a resultados imprevisíveis do ponto de vista do custo/benefício da implementação pouco ou mau sucedida.

Na prática existe uma necessidade de se identificar e diagnosticar um problema gerencial através de parâmetros estruturados (dados operacionais) e semi-estruturados (dados subjetivos), tendo como resultado uma tomada de decisão dirigida para que as ações e melhorias a serem implementadas sejam significativas e duradouras.

A ferramenta mais simples e poderosa encontrada na literatura foi a visão sistêmica, onde de acordo com SENGE (1990), declara que os sistemas ajudam a encontrar as soluções em situações extremamente complexas definindo as estruturas que geram as mudanças.

O raciocínio sistêmico não significa ignorar a complexidade mas, sim organizá-la numa história coerente que evidencie as causas dos problemas e a forma de remediá-los com eficiência.

4.3 - A Abordagem de Sistemas

Como sistema, entende-se como qualquer conjunto de elementos que guardem relações de dependência e interação que se inter-relacionem.

A visão sistêmica torna mais abrangente e integrada a compreensão das organizações, porque força a uma visão da parte para o todo, relacionando muito mais fortemente componentes com os objetivos pretendidos para o sistema (SENGE;1990).

Desta forma também será possível identificar claramente os focos de necessidades de racionalização, já que, ao repassar as decisões do todo para a parte acabam surgindo alguns problemas de integração.

BELHOT (1997) relata que a troca do enfoque do reducionismo pelo expansionismo, é uma forma de analisar um objeto em relação ao sistema mais amplo no qual ele está inserido, é um elemento importante no entendimento do fenômeno da globalização. Traduz-se no mapeamento das variáveis (dados operacionais e subjetivos) que fazem parte do sistema amplo e na identificação das relações de influência, isto é, como o sistema influencia e é influenciado por essas variáveis.

Em termos práticos, significa reconhecer no setor de manutenção as ameaças e as oportunidades e internalizá-las através de procedimentos e ações.

Ainda dentro deste escopo, torna mais objetiva a análise de operações do setor de manutenção, por sua própria natureza, identificando claramente os focos de necessidade de controle, à proporção que estabelece uma relação clara entre os resultados, os insumos e os processos operacionais.

BELHOT (1989) relata que, na era das máquinas as situações problemáticas eram abordadas analiticamente. Elas eram quebradas em problemas discretos simples, que se acreditava serem passíveis de solução, independentemente uns dos outros.

Na era dos sistemas, o esforço está sendo concentrado no desenvolvimento de métodos eficientes para o planejamento.

Em situações problemáticas, dentro da abordagem sistêmica, a orientação deve ser “O Que Planejar”.

Na era das máquinas, grande esforço foi dedicado ao desenvolvimento de métodos e técnicas de solução de problemas, mas pouca atenção foi dedicada ao Planejamento.

A metodologia da análise de sistemas trata da avaliação e seleção de alternativas propostas para a solução de um problema, colocando-se em ordem de preferência, segundo um critério adotado e usando técnicas científicas de diferentes áreas do conhecimento.

É uma abordagem sistemática que auxilia na escolha de um curso de ação, examinando o problema no todo, esclarecendo os objetivos e alternativas, e verificando as suas consequências, sempre que possível, de uma maneira analítica, de modo a incorporar o julgamento de valores e a intuição humana.

FILGUEIRAS (1997) afirma que, curiosamente, os sistemas mais críticos são ao mesmo tempo os mais dependentes da ação humana, e também os mais sensíveis aos erros humanos. Assim sendo é possível verificar que os equívocos ocorrem associados à necessidade de diagnóstico de uma situação e conseqüentemente a uma tomada de decisões, sendo a mesma associada de forma errada através de um procedimento à um objetivo, ou ainda pelo conhecimento incompleto da realidade. O tempo disponível para diagnóstico e decisão influencia o aparecimento de equívocos, isto é, estes são mais frequentes quanto menor o tempo disponível.

Essas idéias baseiam-se no fato de que o ser humano só compreende ou percebe realidades pouco complexas e daí, portanto, sua capacidade estar limitada a pequenos sistemas, que possuam um número reduzido de componentes e inter-relações.

De acordo com BELHOT (1989), a idéia de uma análise fornecer conselhos não é nova, o que há de novo é o questionamento que deve ser feito para que a análise dê bons resultados.

Os elementos que compõem o processo de análise, em termos gerais são os seguintes:

- **Objetivos:** Descobrir quais os objetivos que o tomador de decisão está tentando alcançar.
- **Alternativas:** São do meios através dos quais espera-se que os objetivos sejam alcançados.
- **Custos:** A medida recomendada é em termos de custos de oportunidades (entre alternativas diferentes).
- **Modelos:** Cujo papel é estimar as consequências das alternativas escolhidas.
- **Critérios:** Uma regra ou padrão para priorizar as alternativas em ordem de desejabilidade.

O fator que une os estudos sistêmicos, resultantes de pesquisas realizadas em diversos tipos de problemas e de organizações, em que um único grupo com características bem determinadas, é o fato de todos esses estudos serem meios (veículos) para a mesma coisa, ou seja, o desenvolvimento de princípios relativos ao uso das idéias de sistema para a solução de problemas em situações reais. Todos os estudos tem em comum a *metodologia de sistemas*.

Nas situações onde a técnica indica *o como* e a filosofia indica *o que*, uma metodologia conterá elementos de *o que e como*. Neste sentido, uma metodologia que englobe os conceitos de sistemas deve ter quatro características:

- Ser aplicável a problemas reais.
- Não ser vaga (mais base para uma ação – pouca filosofia)

- Não deve ser precisa como uma técnica (permitir entendimento e compreensão)
- Permitir novos desenvolvimentos na ciência de sistemas.

4.3.1 – A Metodologia de Checkland

Com o objetivo de resolver problemas difusos e mal estruturados, de um modo padronizado, CHECKLAND (1985) propôs uma metodologia que proporciona uma estrutura conceptual dentro da qual os diversos aspectos da "situação problema" podem ser acomodados. A situação problema poderá ser turbulenta, mas poderá também conter situações com elementos de estrutura, os quais são relativamente estáticos e elementos de processo os quais são dinâmicos.

De certa forma possibilita àqueles que estão envolvidos com o problema a tomar decisões gradativas ou radicais objetivando resolvê-los ou eliminá-los.

A metodologia contém dois tipos de atividades: As que são desenvolvidas dentro da realidade, envolvendo, necessariamente, as pessoas da situação problemática; e as atividades desenvolvidas dentro do enfoque sistêmico.

A linguagem das atividades do primeiro tipo é a linguagem normalmente adotada para a descrição de um problema. A do segundo tipo é a linguagem de sistemas, onde a complexidade dos problemas reais é desvendada e entendida como resultado da transformação em uma linguagem de sistemas de alto nível. A figura 35 ilustra tais afirmações.

Os estágios 1 e 2 (Análise) são fases de descrição, durante os quais é feita uma tentativa de se construir o quadro mais completo (rico) possível, não do problema, mas da situação na qual percebe-se estar o problema. A melhor maneira de se fazer esta análise, sem impor uma estrutura particular na construção do quadro, é através do registro dos elementos "estruturais" (com baixa taxa de mudança) e dos elementos de processos (mudanças contínuas), para formar uma idéia de como o processo e a estrutura se relacionam dentro da situação investigada.

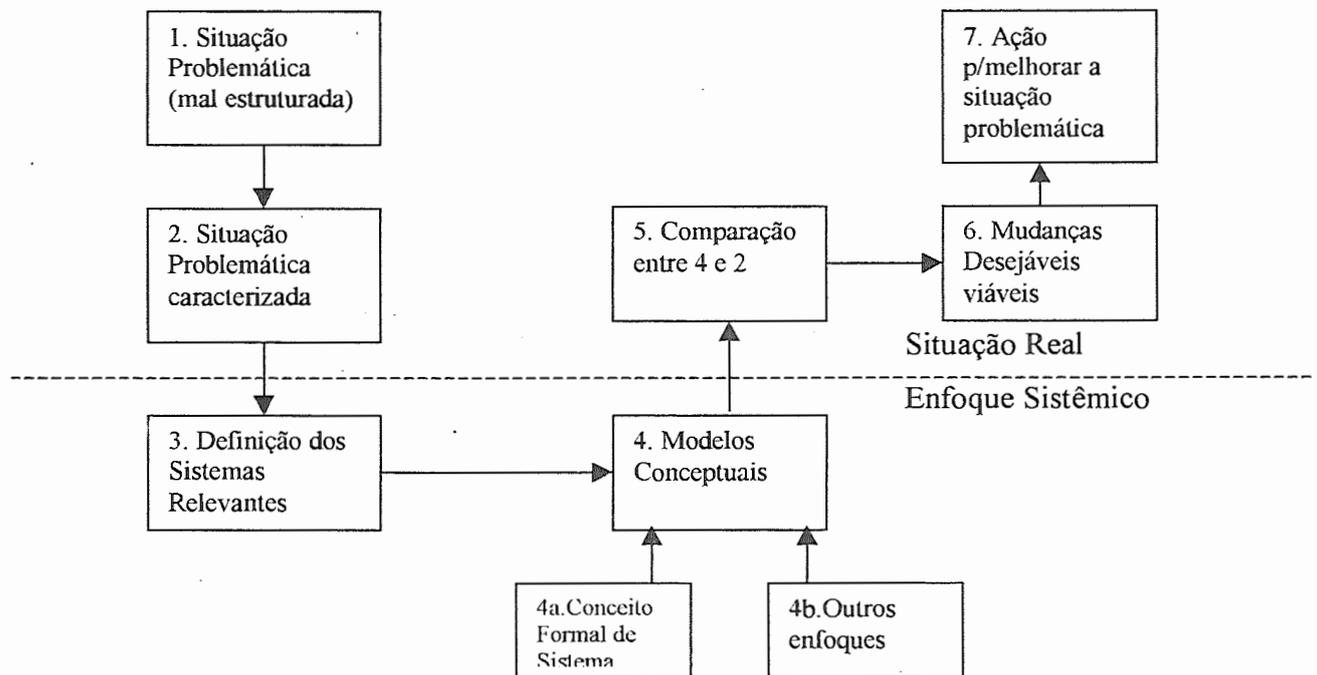


FIGURA 35 - Estrutura de Referência da metodologia de Checkland (CHECKLAND;1985)

Os elementos de “estrutura” são compostos de lay-out físico, hierarquia de poder, modelos de comunicação(formal ou informal), organogramas e cultura organizacional.

Os elementos de “processo” são compostos de normas e procedimentos, controle e processos, ou seja, a forma de fazer com as ações corretivas dos desvios encontrados.

A relação existente entre “estrutura” e “processo”, define a situação “Clima”, onde se verifica se a estrutura funcional adapta-se bem ao sistema de realização das tarefas, conforme pode ser visto na figura 36.

O estágio 3 envolve a identificação de alguns sistemas, que podem ser relevantes para o problema identificado(inferido), e a preparação de definições concisas do que esses sistemas são – em oposição ao que eles fazem.

O intuito é obter afirmações explícitas da natureza de alguns sistemas que serão úteis, nas próximas etapas, para melhorar a situação problemática.

O estágio 4 ocupa-se da construção de modelos conceituais dos sistemas, alimentada pelos estágios 4a e 4b. O estágio 4a refere-se ao uso de um modelo geral de

qualquer sistema de atividades humanas, que possa ser usado para verificar se os modelos construídos não são deficientes.

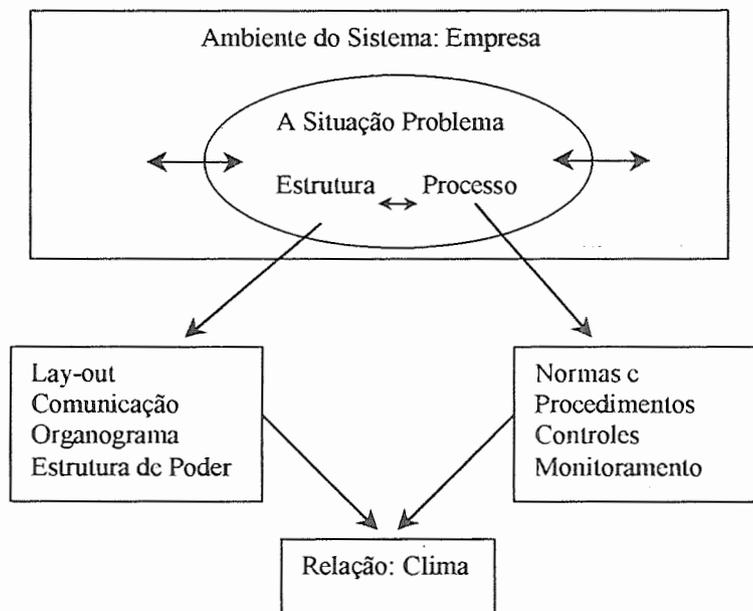


FIGURA 36 - Ambiente do Sistema (CHECKLAND; 1985)

O estágio 4b consiste na modificação ou transformação do modelo, se desejado, em outra forma que seja considerada adequada à situação.

No estágio 5, levados para a situação real os modelos são comparados com a percepção do que existe. O objetivo desta comparação é gerar um debate que no estágio 6 define possíveis mudanças que satisfaçam duas restrições: sejam desejáveis e, ao mesmo tempo, viáveis dadas as atitudes e estrutura de poder existentes, guardando relação com a história da situação sob exame.

O estágio 7, então, envolve a ação (tomada de posição), baseada no estágio 6, para melhorar a situação problemática.

Como pode ser visto a metodologia proposta por CHECKLAND (1985), é genérica e abrangente. Isto significa que pode ser aplicada a qualquer domínio, área de conhecimento ou tipo de empresa, mas desde que seja realizada uma adaptação (apropriação) à situação em que será aplicada.



Em outras palavras ela não se aplica diretamente, mas precisa ser ajustada, para que na prática possa ser utilizada não somente por especialistas em metodologias, mas também por executivos dos setores envolvidos em uma “situação problema” , a qual desejam resolver.

5.0 – SISTEMÁTICA DE DIAGNÓSTICO PARA MANUTENÇÃO

Segundo GALBRAITH (1993), uma organização só será viável nas próximas décadas, se a mesma investir em processos de inovação, processo de melhoria e auto desenvolvimento.

Em síntese as organizações eficientes tornar-se-ão comunidades eficientes no aprendizado. Terão que ser eficientes na aplicação de múltiplas perspectivas e tipos de “know-how” para os complexos problemas e oportunidades que enfrentam.

As organizações terão que ser mais “achatadas” e mais ágeis. Os níveis hierárquicos e gerenciais retardam o funcionamento da organização, inibem o aprendizado e aumentam os custos.

Nas organizações mais “achatadas”, diretrizes amplas e a gerência por objetivos substituirão os controles rígidos.

A mudança em um sistema, envolve conflito, porque a essência de um processo de mudança é um processo de administração de tensão, embora possa ser parcialmente planejada, grande parte não o será.

A mudança envolve tanto o projeto técnico, como processos humanos eficazes. Esses dois aspectos são as duas faces da moeda da “mudança”. Um fracasso em qualquer área pode evitar que a “mudança” aconteça. Atender às questões do sistema de projeto gerencial da relações humanas é necessário, mas insuficiente para lidar com as questões do processo humano.

Desta forma é possível identificar o meio complexo de atividades que as organizações já estão enfrentando e cuja tendência é se agravar no futuro.

A metodologia do professor CHECKLAND (1990) (SSM-Soft Systems Methodology), fornece conceitos e objetivos essenciais para o desenvolvimento de uma

aplicação prática onde existam grande variedade de sistemas gerenciais de natureza complexa, envolvendo a organização dos sistemas de atividades humanas.

A abrangência desta metodologia levam os pesquisadores como DRAKOS (1994), CROWE (1996), WEST & STANSFIELD (1999), a reconhecer as dificuldades de sua aplicação teórica e prática referentes a seus estágios de desenvolvimento .

Estes autores declaram que existe a necessidade de se estabelecer um “filtro” entre a metodologia de Checkland e sua aplicação para determinadas áreas específicas onde evidentemente, existam elementos de pesquisa necessários para que o SSM possa ser aplicado e conseqüentemente trazer os resultados necessários.

Como se trata de uma metodologia de enfoque sistêmico, na grande maioria dos casos os “sistemas” que estão sendo observados são sempre parte de outro sistema maior muitas vezes ainda não identificado como o “todo”, ou seja, o sistema observado passa ser na realidade o subsistema do sistema principal.

Cada subsistema tem os mesmos elementos que um sistema, isto é, recebe entradas e produz saídas através de componentes e processos, podendo o mesmo ser analisado individualmente.

Através da metodologia de CHECKLAND (1990), fica difícil verificar toda a essência da análise sistêmica, isto é, detectar até que ponto interessa a decomposição para a compreensão do sistema para o fim desejado, e acaba explorando muito mais o lado filosófico, não se dirigindo a um setor específico, como o que está sendo abordado por este trabalho.

Para que seja possível aplicar a metodologia proposta por CHECKLAND (1990) em uma situação específica, alguns passos intermediários são necessários:

- Apropriar o esquema conceptual (da metodologia)
- Determinar a sequência de passos em que a metodologia será aplicada(método)
- Identificar as técnicas de análise e solução de problemas.

5.1 – Concepção da Proposta

Dentro desse contexto, é apresentada a seguir uma proposta de diagnóstico, gerada a partir da metodologia de CHECKLAND (1990), adaptada para a área de manutenção.

A necessidade de desenvolvimento desta sistemática está ligado ao cenário de crescente competitividade, correlacionado a qualidade do gerenciamento das relações tanto com os clientes (produção) e seus colaboradores (manutenção).

A competitividade entre os dois setores existe devido a falta de comprometimento das necessidades de cada um, aliada da falta de interesse em relação aos resultados e objetivos da organização. As divergências de objetivos as diferenças de políticas de gestão de cada área e mais as peculiaridades da área de manutenção industrial foram determinantes para o desenvolvimento desta sistemática de diagnóstico, tendo como estrutura a metodologia de Checkland, que devido a sua característica de analisar a integridade do enfoque sistêmico e a situação real da área em estudo.

A aplicação desta ferramenta de diagnóstico, permitirá a partir de informações gerenciais, traçar planos de ação que potencializem os fatores de satisfação e minimizem as causas de insatisfação, bem como estruturar uma base de dados que permita monitorar os resultados das ações implementadas. Os programas de manutenção (Kaizen, 5S, TPM, RCM e etc), quando implementados, não apresentam resultados expressivos e duradouros, porque os mesmos não são capazes de identificar *quando* esta atividade deve ocorrer. Neste particular a sistemática apresenta uma inovação, porque pode determinar exatamente *o quando* estes programas deverão ser implementados, justamente em função da realidade encontrada e diagnosticada em cada empresa analisada.

Através do monitoramento das atividades de manutenção, aplicando periodicamente a sistemática proposta, a manutenção poderá ser orientada na definição de novos programas e investimentos futuros de curto, médio e longo prazos.

Uma outra característica importante, que trará maior vitalidade organizacional a área de manutenção, será justamente uma melhor qualidade dos processos decisórios, trazendo maior rapidez as decisões a serem tomadas, devido conseqüentemente a uma melhoria da confiabilidade das informações, garantida pela comunicação e integração das

“partes” para com o “todo” e vice-versa, ou seja, as informações poderão fluir nos dois sentidos facilitando a coordenação dos esforços e a realização dos objetivos.

Alguns fatores de sucesso considerados relevantes coletados após a aplicação da sistemática proposta:

- Clareza dos Objetivos
- Adequação da Estrutura Hierárquica
- Qualidade dos Processos Decisórios
- Vitalidade Organizacional
- Integração e Comunicação
- Orientação para o desempenho profissional
- Estilo Gerencial renovado.

Na figura 37 são detalhadas todas as etapas da sistemática de diagnóstico proposta para a área de manutenção industrial.

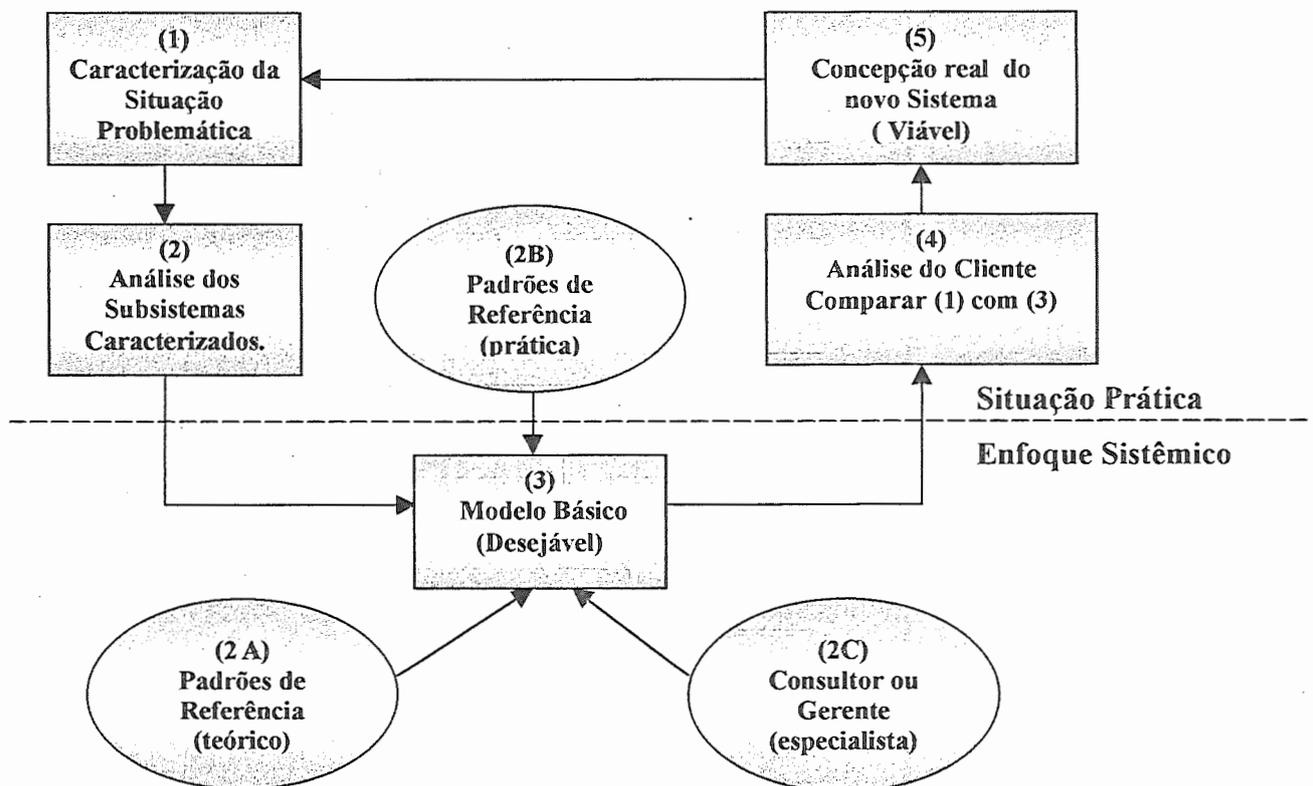


FIGURA 37 - Estrutura de Referência da Sistemática Proposta

FASE 1 - Caracterização da Situação Problemática, consiste da análise detalhada (auditoria) do Planejamento da Manutenção Industrial com base no levantamento dos campos de análise (subsistemas), proposto por NAGAO (1998). Os subsistemas são detalhados no item 5.2.

FASE 2 - Análise dos Subsistemas Caracterizados, nesta fase são feitas análises com base no método de CHECKLAND & SCHOLES (1990), para extrair a base de conhecimento relevante de cada subsistema. Esta fase é suportada por dois itens (2A e 2B), comparando a situação pesquisada pela bibliografia deste trabalho e a situação pesquisada nas empresas entrevistadas.

No item **2A - Padrões de Referência em Manutenção (Teoria)**, são identificadas situações relevantes extraídas da literatura disponível, que poderiam se tornar desejáveis para que o Sistema pudesse ter sua efetividade garantida, incluindo também os programas de manutenção (5S, Kaizen, TPM e RCM), citados no capítulo 3 deste trabalho.

De acordo com CHECKLAND & SCHOLES (1990), a escolha é sempre subjetiva devendo ser feitas para se efetivar a tomada de decisão, tomando o cuidado de verificar quais implicações lógicas que estas escolhas provocariam procurando desta forma aprender o caminho mais curto para a determinação dos Sistemas Relevantes.

Através dos SSM, (Soft Systems Methodology), desenvolvidos por CHECKLAND & SCHOLES (1990) foi possível encontrar o que era relevante diante das bibliografias propostas pelos autores pesquisados no setor de manutenção industrial.

O item **2B – Padrão de Referência em Manutenção (Prática)**: é um ponto de referência dos conhecimentos coletados na prática e através das entrevistas realizadas nas empresas do setor de manutenção que fazem parte do Anexo A deste trabalho. A partir desta base de conhecimento, foram extraídas a essência básica e relevante para o sistema de manutenção industrial de acordo com os gerentes de cada empresa entrevistada.

O item **2C – Consultor ou Gerente (Especialista)**: a dependência do especialista é caracterizada como um agente coordenador das informações disponíveis, devendo estar envolvido na situação problema, identificando e propondo soluções com base na análise dos dados coletados, podendo recorrer a modelos de decisão, conforme a complexidade do processo de investigação exigir.

Nesta fase ocorre a sistematização do método (etapa de aplicação da metodologia).

Na **FASE 3 - Modelo Básico (Desejável)**: é concebido um modelo de sistema a partir da comparação dos dois itens da FASE 2 (2A e 2B), ou seja, os padrões de referência na teoria comparados com os padrões de referência na prática conquistados pelas empresas entrevistadas.

Das aplicações potencialmente favoráveis é que se pode extrair a essência deste trabalho e transformá-lo em uma aplicação mais favorável e menos custosa para a empresa, levando a uma completa otimização da área técnica e administrativa dentro do setor de manutenção e conseqüentemente evitando o desgaste e a saturação dos efeitos negativos do insucesso. A partir da comparação acima citada, pode ser gerado um modelo de gestão compatível com o desejável, para atender as necessidades do setor.

FASE 4 - Comparação e Discussão (análise do Cliente): a partir do resultado obtido na FASE 3 e comparado com a FASE 1, será possível a concepção de um Sistema obtido da análise e discussão entre o especialista/Gerente da área e o cliente onde a situação problemática foi caracterizada.

FASE 5 – Concepção do novo Sistema (viável/desejável): para que este resultado seja o mais efetivo possível, o término do processo é complementado nesta fase, sendo esta análise realizada e fundamentada em função de parâmetros tecno-comerciais e gerenciais para que as medidas tomadas sejam viáveis na prática, ou seja, que esta soluções possam literalmente reduzir os custos diretos e indiretos da manutenção industrial e conseqüentemente possam trazer melhorias significativas do ponto de vista empresarial.

A contribuição do modelo está exatamente em reduzir o tempo de avaliação e levar mais rapidamente a uma tomada de decisão efetiva e mais confiável buscando melhorias objetivas e concisas da situação problemática caracterizada pelos subsistemas analisados.

A inexistência de uma sistemática, levam os profissionais da área de manutenção industrial, a execução de suas atribuições extremamente dependentes de sua própria criatividade e experiências profissionais

Através da sistemática proposta pretende-se elaborar uma maneira de analisar e diagnosticar se o Sistema de Manutenção em vigor está satisfazendo os objetivos da

empresa do ponto de vista da eficiência, da eficácia, tendo como meta principal manter sua efetividade administrativa através da implantação de novos procedimentos gerenciais.

A idéia da sistemática pode ser melhor caracterizada através do trabalho de CROWE (1996), o qual identifica e analisa uma intervenção de uma situação vista como problema, ou seja, verifica a necessidade de desenvolver uma sistemática para resolver tal situação para um determinado problema específico.

Os principais elementos de pesquisa identificados por CROWE(1996), conforme a figura 38 foram os seguintes:

- Diagnóstico
- Plano de Ação
- Tomada de Decisão
- Avaliação
- Especificação do Problema

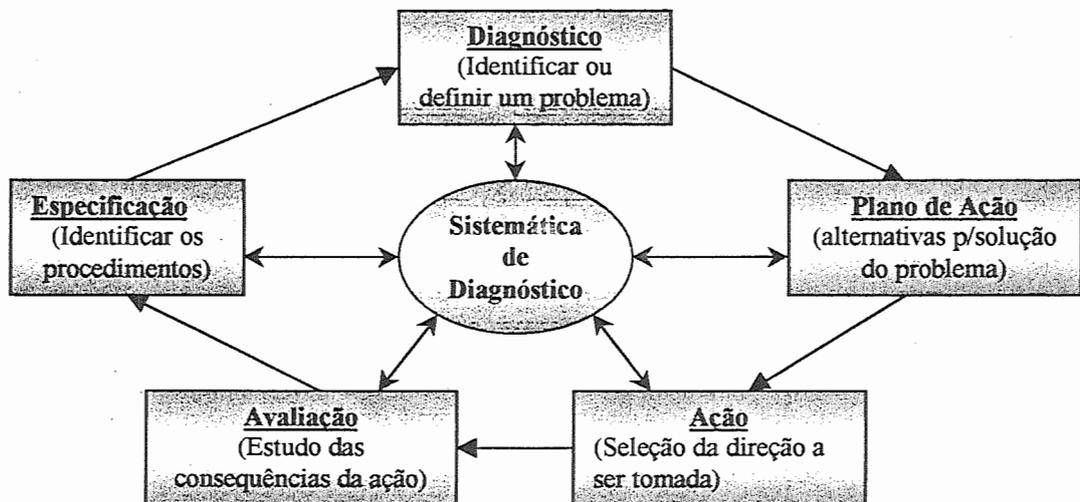


FIGURA 38 - Disposição dos Elementos de Pesquisa (CROWE; 1996)

5.2 – Detalhamento da Sistemática proposta

5.2.1 – Caracterização da Situação Problemática (FASE 1)

Os subsistemas identificados como relevantes para a área de manutenção onde a situação problema é caracterizada, deverão ser avaliados em função de suas características predominantes.

Os subsistemas considerados relevantes são:

- Gestão de Recursos Humanos
- Estrutura Organizacional da Manutenção
- Infra-estrutura, Limpeza e Organização
- Sistema de Gerenciamento da Manutenção Industrial
- Políticas de Intervenções de Manutenção
- Planejamento, Programação e Controle de Serviços
- Gestão de Custos
- Gestão de Materiais
- Gestão da Contratação de Serviços
- Análise do Estado Físico da Instalação
- Cultura Organizacional e Novos Modelos de Gestão
- Segurança Industrial e Meio Ambiente
- Indicadores de Desempenho

5.2.2 – Análise dos Subsistemas Caracterizados (FASE 2)

Gestão de Recursos Humanos

Os recursos humanos de uma empresa segundo TAPSCOTT & CASTON (1995), incluem pessoas em todos os tipos de ocupações funcionais, desde produção até suporte administrativo, funcionários, profissionais da área e gerência.

Estas pessoas diferem umas das outras em termos de ocupação funcional e grau de trabalho manual versus requisitos intelectuais envolvidos na condução de suas atividades de trabalho.

Desta forma, uma Gestão de Recursos Humanos eficiente se inicia através de um processo de seleção estruturado, selecionando profissionais adequados para o preenchimento de uma determinada função. No caso da Manutenção o perfil do cargo deve ter a seguinte abrangência: técnico, administrativo e social, principalmente a liderança, capacidade de se relacionar com outras pessoas e o perfil de trabalhar em equipe.

Uma vez identificadas as lacunas entre o perfil ideal e o real, existe a necessidade de se ter um plano de formação, estruturado para suprir as deficiências de formação identificadas.

O processo de avaliação de desempenho do funcionário deve abranger não só o cumprimento das metas negociadas, mas também a postura e atitudes frente ao trabalho e às relações interpessoais. O antigo processo de avaliação realizado pelo chefe deve ceder lugar à avaliação multidirecional: pelo líder, pelos liderados, pelos colegas e pelos clientes e fornecedores. Podemos ter então um processo mais abrangente, democrático e com visão compartilhada por várias pessoas.

Deve-se se ter também um plano de carreira e de remuneração de acordo com a responsabilidade e o impacto nos resultados da empresa. Os níveis salariais devem ser compatíveis aos do mercado e a empresa deve ter uma política salarial com o posicionamento da quartil de remuneração que ela pretende atuar.

Estrutura Organizacional da Manutenção

A estrutura organizacional é o retrato da organização. Através dela é possível analisar os diversos aspectos de atuação da estrutura e os aspectos gerenciais e técnicos que ela valoriza.

Pode-se notar se ela é autocrática, se há muitos níveis hierárquicos com um fluxo lento de informações, se há dicotomia entre fabricação e manutenção, se é uma estrutura

centralizada ou descentralizada, se valoriza o planejamento e a programação de serviços, se tem uma engenharia de manutenção forte.

Infra-estrutura, Limpeza e Organização

Deve-se ter uma infra-estrutura que possa suportar as necessidades de demanda dos serviços de manutenção. Esta estrutura de apoio deve estar dimensionada para tal. As oficinas devem comportar as especialidades necessárias para atender a esta demanda. Estes recursos podem ser internos como externos.

A infra-estrutura das oficinas de manutenção tende a mostrar como elas estão preparadas para o atendimento dos serviços. Podemos analisar: quantidade e tipo de máquinas operatrizes, equipamentos de testes e calibração, ferramentas, bancadas de serviço, organização e limpeza da área.

Sistema de Gerenciamento da Manutenção Industrial

Nestes Sistema, devem estar registradas todas as informações necessárias das atividades de manutenção realizadas na planta.

Através de uma análise da base de dados e da coleta de documentos gerados pelo sistema será possível identificar a confiabilidade dos dados armazenados, confirmando sua veracidade, com vistorias nos equipamentos previamente identificados.

Poderá também ser verificado quais os procedimentos utilizados pelo cliente para que o sistema de gerenciamento da manutenção tenha sua disponibilidade e credibilidade garantida e integrada a realidade do usuário final.

Recursos Tecnológicos.

As inovações tecnológicas utilizadas pela equipe de manutenção retratam o estágio tecnológico em que ela se encontra. Além dos recursos informáticos pode ser analisada a atualização tecnológica em diversos campos, como os tipos de ferramentas, materiais e

serviços utilizados nas oficinas e nas intervenções nos equipamentos como, por exemplo, a utilização de alinhadores a laser para o alinhamento de equipamentos, aquecedor indutivo para montagem de rolamentos, balanceamento de rotores e de peças em bancada e no campo, coletores e analisadores de vibração e outros equipamentos e serviços na área de manutenção preditiva, utilização de óleos lubrificantes e graxas de alto desempenho.

Política de Intervenções de Manutenção

O nível de evolução na política de intervenções nos equipamentos dá uma visão muito clara do estágio em que a manutenção se encontra. Se as intervenções se baseiam em manutenção acidental (quebra-conserta) de maneira reativa, com predominância de solicitações de vales tipo emergência, há necessidade de evoluir neste processo.

O primeiro passo é ter uma política de intervenções de acordo com a criticidade do equipamento. Considera-se os planos de revisão de equipamentos, planos de lubrificação e inspeção de equipamentos, utilização de técnicas de manutenção preditiva e trabalhos de manutenção voltado a melhorias.

Outro aspecto importante é o trabalho voltado a confiabilidade dos equipamentos. Se existe uma Política de Manutenção Centrada em Confiabilidade-MCC (RCM – Realibility Centred Maintenance), analisando os modos e efeitos de falhas dos equipamentos (FMEA) – ver capítulo 3.

Planejamento, Programação e Controle de Serviços

O Planejamento, programação e controle de serviços de manutenção são fundamentais para a melhoria de produtividade da manutenção. Antes, devem ser distinguidos basicamente dois tipos de serviços. Existem pequenas intervenções em que não há necessidade da intervenção da área de planejamento da manutenção, e o próprio executante prepara, planeja e executa o serviço. É o auto-planejamento.

Existem serviços mais complexos em que há necessidade de envolver o planejamento de manutenção para a preparação do serviço, como a requisição dos materiais e equipamentos, bem como a programação da mão de obra necessária à intervenção.

Gestão de Custos

Um dos critérios de performance da manutenção são os indicadores associados ao custo da manutenção. A estrutura dos custos de manutenção envolve a mão de obra própria, os serviços contratados e os materiais utilizados nos serviços. Alguns indicadores associados ao custo da manutenção podem ser citados:

- Custo da manutenção pela quantidade produzida (US\$/ton produzida)
- Custo da manutenção pelo valor de reposição de uma planta industrial.

O custo é resultado de todo um processo, envolvendo diversos fatores. Reduzir custos deixando de fazer as tarefas necessárias de manutenção, sem critérios muito bem definidos, pode levar ao sucateamento da instalação com uma rapidez muito grande. Além do sucateamento, normalmente, os indicadores associados à segurança industrial e ao meio ambiente, como também os de disponibilidade e confiabilidade, também deterioram.

Nesta situação ocorre também um aumento na taxa de falhas provocando consequentemente uma queda na qualidade do produto final. Resolver somente os problemas de curto prazo implica em um custo global maior. Muitas vezes, a instalação industrial estará tão degradada que pode acabar inviabilizando o próprio negócio.

Gestão de Materiais

A gestão dos materiais são um dos itens mais importantes para a manutenção, devido a necessidade e garantia que as peças de reposição dos equipamentos, possam estar disponíveis durante paradas programadas e principalmente não programadas da planta produtiva.

Normalmente, de 70 a 90% do estoque, exceto a matéria-prima e a energia, são de responsabilidade da manutenção. Considerando os materiais de almoxarifado de peças e componentes junto com o estoque dos equipamentos reserva, muitas vezes chega a ser atingido valores de 30 a 80% do orçamento da manutenção. Em muitas empresas, o estoque dos equipamentos e subconjuntos reserva não estão valorizados. Os estoques de manutenção envolvem valores significativos de capital de giro.

Gestão de Contratação de Serviços

De acordo com a Associação Brasileira de Manutenção – ABRAMAN (1995), conclui que os serviços contratados pela manutenção representam 21,6% em média de seus custos.

As indústrias de processo contratam de uma maneira geral muito mais serviços do que os outros segmentos: petróleo (33,3%) papel e celulose(32,9%), petroquímico(26,5%).

Existem algumas exceções como por exemplo o setor químico(19%) que está abaixo da média, mas tem evoluído em relação aos dados de 93 que apontam 16,5% dos custos.

Com relação a forma de contratação praticada as pesquisa tem mostrado que 28% dos serviços são contratados na forma de “Pacote”, 18% por “Administração”, 14% são totalmente terceirizados e 40% contratados por preço global.

Os contratos em forma de “pacotes” são definidos através de um escopo de serviço, onde o mesmo é submetido a cotações ganhando o fornecedor que possuir melhor preço e qualidade comprovada dos serviços a serem prestados.

No caso dos contratos por “administração” existe também um escopo do serviço a ser executado, mas o controle da mão de obra passa a ser da empresa contratante sem um prazo rígido definido para término dos serviços.

Os contratos por preço global são semelhantes aos “pacotes” com a diferença do preço ser fechado pela contratante, ganhando o prestador de serviço que conseguir realizar os trabalhos dentro das condições da empresa contratante.

De uma maneira geral, o efetivo próprio de manutenção da empresa vem diminuindo apresentando uma grande tendência da contratação de serviços especializados,

sendo facilmente encontrados no mercado como serviços de obras civis, montagens, isolamento térmico e pintura.

Análise do Estado Físico da Instalação

Através do estado físico da instalação, é possível verificar mesmo que superficialmente a qualidade da manutenção praticada na planta.

A análise é verificada através da constatação de vazamentos de produtos, grau de corrosão das estruturas metálicas e das instalações, o estado da manutenção dos pisos e canaletas, pintura e isolamento térmico, tubulações, tanques de estocagem, limpeza e organização da área.

Cultura Organizacional e Novos Modelos de Gestão

Num cenário de crescente competitividade, o sucesso das organizações estará, cada vez mais, correlacionado com a qualidade do gerenciamento das relações, tanto com clientes, quanto com os colaboradores. Desta forma é importante conhecer a aplicação dos novos programas utilizados na gestão empresarial e de manutenção como a Kaizen, TPM – Manutenção Produtiva Total ou a RCM em português MCC – Manutenção Centrada em Confiabilidade (ver capítulo 3)

De acordo com a Wisdom Gestão Organizacional S/C citado em NAGAO (1998), devem ser incorporados instrumentos de diagnósticos organizacionais, para que possam ser identificadas e gerenciadas, construtivamente, as diferenças e peculiaridades inerentes a cultura das diversas áreas da organização incluindo com sobra de evidência o setor de manutenção da empresa.

A partir das informações gerenciais obtidas, devem ser traçados planos de ação que potencializem os fatores de satisfação e minimizem as causas de insatisfação, e estruturada uma base de dados que permita monitorar os resultados das ações implementadas.

A cultura organizacional, os estilos de liderança utilizados, o trabalho em equipe, os painéis de atividades na área, os indicadores de performance, a utilização de suas

ferramentas e o seu nível de implementação são sinais visíveis de mudança de paradigma do ponto de vista gerencial na área de manutenção.

Neste ponto, a grande alavancagem dos resultados de manutenção ocorrerá por meios de um trabalho integrado maior junto à equipe de produção. Todos os programas de manutenção apontam resultados significativos quando implementados, buscando a integração dos processos da manutenção em conjunto com a produção na definição e conclusão de objetivos comuns.

De acordo com EAZOR & ROSS (1995) em seu último trabalho sobre reengenharia da produção implementada na Sweeny, SBU da Phillips Petroleum, em que foram definidos os seguintes critérios para a nova organização:

- Concentrada nos resultados do negócio
- Concentrada no Cliente
- Baseada em equipes e habilidades
- Achatada

A conclusão dos autores sobre o sucesso das novas organizações, se baseiam na existência de equipes de pessoas com habilidades complementares trabalhando juntas para objetivos comuns sendo avaliadas pelos resultados obtidos no negócio e que se sentem comprometidas com o desempenho.

Segurança Industrial e Meio Ambiente

Os trabalhos de Manutenção em indústrias de processo envolvem diversas atividades de risco. Estão constantemente expostos a diversos tipos de riscos: explosão e incêndio, produtos químicos, altas temperaturas, altas pressões e necessidade de entrar em ambientes confinados como reservatórios e tanques.

O item Segurança Industrial neste contexto tem um peso muito importante. As indústrias de processo têm procedimentos e normas muito rigorosas quanto à liberação de fichas de intervenção, utilização de EPI's (Equipamentos de Proteção Individual).

Indicadores de Performance

A análise dos Indicadores de Performance ou desempenho nos dá um parâmetro sobre a efetividade da Manutenção Industrial. É possível verificar que existem dificuldades em definir tais patamares.

A grande dificuldade das equipes de manutenção é saber como estão as máquinas onde prestam serviços, comparar umas máquinas com outras e ainda saber como a equipe está realizando as tarefas propostas. Comparar o que foi feito com o que foi preestabelecido. Outra dificuldade é fazer com que as coisas aconteçam no momento mais adequado, de uma forma ordenada e planejada para a máxima eficiência, medir o que foi feito e comparar com o que desejávamos.

Para isto é preciso ter conhecimento do que poderá acontecer e estar preparado para o evento com sobressalentes, materiais e mão de obra treinada.

De uma forma geral, para o processo de manutenção estar sob controle é preciso ter domínio sobre o que acontece ou poderá acontecer, sobre o que está acontecendo e ter condição de interferir para corrigir eventuais desvios. Só é possível manter um processo sob controle quando se tem o domínio tecnológico sobre ele. A equipe precisa ter o domínio tecnológico sobre seus processos de manutenção.

No anexo 1 deste trabalho, são mostrados os resultados da aplicação desta sistemática através de um estudo de caso realizado em uma empresa do setor químico.

5.2.3– Análise dos Padrões de Referência em Manutenção (item 2A)

De acordo com o item 2 A (figura 37-Estrutura de Referência da Sistemática), pode-se avaliar em relação aos autores pesquisados, quais seriam as melhores formas de se medir e avaliar o desempenho da manutenção industrial.

Os tópicos frequentemente citados foram o seguintes:

- Aumento do desempenho dos equipamentos
- Menor índice de paradas de máquinas

- Consequente aumento da produção (maior disponibilidade)
- Melhoria da qualidade do produto
- Menores custos de manutenção
- Melhor Planejamento de recursos
- Melhor controle de peças e materiais
- Menores perdas por paradas
- Reparos mais rápidos
- Maior produtividade da equipe de manutenção
- Planejamento e controle efetivo da manutenção
- Melhor controle da mão de obra
- Identificação das tendências
- Maior confiabilidade dos dados gerados

5.2.4 – Análise dos Padrões de Referência na Prática (item 2B)

Através das entrevistas realizadas nas empresas e cujo resultado encontra-se no apêndice A, foi possível extrair uma base de conhecimento que na realidade passa a servir de apoio conceitual para o futuro sistema a ser concebido na fase 3 do escopo da sistemática proposta, conforme item 2B (figura 37 - Estrutura de Referência da Sistemática Proposta).

Os itens abordados pelos entrevistados, como sendo relevantes ao Sistema de Manutenção foram os seguintes:

- Qualidade Total - Treinamento (Aspecto Humano)
- Reestruturação - Reengenharia (Organograma Funcional)
- Informatização (Sistema de Gerenciamento da Manutenção)
- Implantação da Manutenção Planejada e Preditiva.
- Desenvolvimento de Fornecedores
- Implantação de Programas de Manutenção:
 - Kaizen

- Housekeeping (5S)
- TPM - Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total)
- RCM - Realibility Centred Maintenance (Manutenção baseada em confiabilidade)
- Auditorias Técnicas de Manutenção.

5.2.5 – Características e Conceitos do Modelo Básico (FASE 3)

Nesta fase é realizada uma análise com base nos parâmetros de "estrutura e "processo" já mencionados por CHECKLAND & SCHOLLES (1990) em seu trabalho, para dar origem ao modelo Básico (desejável) para a empresa sob análise, conforme figura 37 (FASE 3).

O parâmetro "estrutura" é composto de quatro variáveis.

- Hierarquia
- Organograma
- Comunicação
- Lay-out

O parâmetro "processo" também é composto por quatro elementos;

- Tomada de Decisão
- Monitoramento e controle
- Ações efetivas sobre as decisões tomadas
- Ações Preventivas e proativas.

A análise é realizada em função da existência de todos os parâmetros para caracterizar o vínculo gerando o parâmetro "Clima", o qual irá mostrar como a estrutura funcional pode ser adaptada a um sistema de realização de tarefas.

Esta análise será realizada pelo especialista consultor ou gerente da área (item 2C) embasados pelos padrões de referências teóricos e práticos (item 2A e 2B da sistemática

proposta), onde os mesmos deverão estabelecer um critério para identificar os itens relevantes com objetivo de constituir o sistema básico e desejável para a manutenção industrial. (ANEXO 1).

Os itens selecionados no caso do presente trabalho foram os seguintes:

- Informatização das atividades de manutenção integrado a outros sistemas da companhia (parceria e globalização)
- Treinamento e conscientização da utilização dos sistemas de informação como sendo ferramentas de trabalho (confiabilidade).
- Planejamento e Gerenciamento efetivo de todas as atividades administrativas e técnicas da manutenção industrial (auditorias e tomada de decisão).

5.2.6 - Comparação e Discussão (Análise do Cliente – FASE 4)

Nesta fase, está resumida toda a contribuição desta Sistemática, porque através dela que será possível provocar uma discussão harmônica dos objetivos, entre os envolvidos no processo, além dos gerentes e dos consultores, que iniciaram este trabalho. (FASE 4).

Com esta discussão, poderá se estabelecer uma hierarquia de objetivos (ANEXO 1) que servirá para direcionar e dar referências para que o trabalho realizado pela manutenção tenha sua dependência garantida e que através disto a empresa como um todo possa buscar uma estratégia gerencial que melhor atenda os seus objetivos, dentro dos critérios técnicos e comerciais estabelecidos, gerando desta forma uma base para ações e iniciativas a serem tomadas pelo próprio cliente ou vítima da situação problema.

No caso do presente trabalho, esta discussão geraram ^{as} decisões que serão colocadas aqui de forma resumida e podem ser consultadas no ANEXO 1, com mais detalhes.

As decisões para implementação do novo sistema após as comparações sugeridas pela sistemática de diagnóstico proposta foram as seguintes:

- Alteração do Organograma da empresa (ANEXO 1)
- Alteração do Fluxograma Operacional da Empresa. (ANEXO 1)

- Troca do Sistema de Manutenção atual, por um sistema totalmente integrado a outros sistemas existentes na fábrica (ANEXO 1)
- Alteração da estrutura de cargos e funções da companhia.(ANEXO 1)
- Treinamento para conscientização de novos procedimentos e novas formas de trabalho.
- Implantação das Auditorias Técnicas de Manutenção.

5.2.7 – Concepção do Novo Sistema (Viável/Desejável – FASE 5)

De acordo com a FASE 5, deverá ser elaborado um Plano de Ação para implementação dos itens propostos pela sistemática de diagnóstico.

A figura 39 mostra que para a implantação do novo sistema será necessário a elaboração de um plano estratégico composto de:

- Objetivos da Manutenção
- Regras e Procedimentos
- Criticidades de Prioridades
- Recursos Necessários

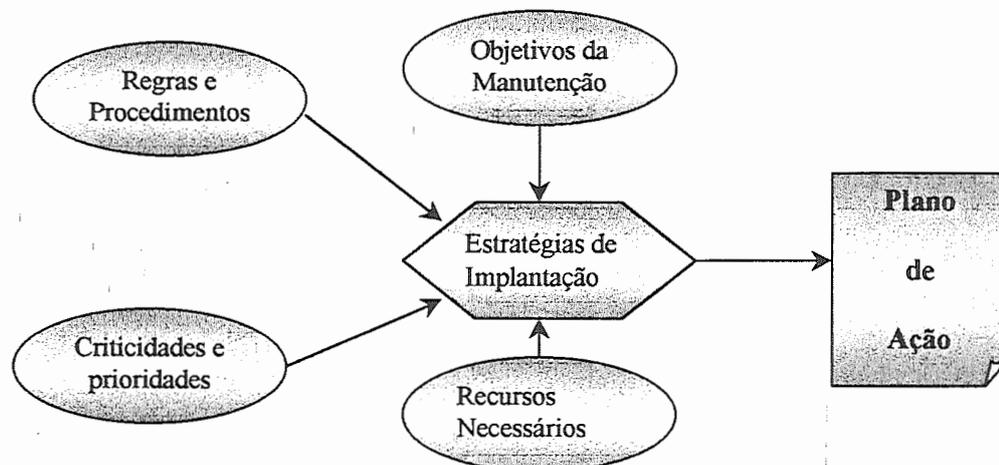


FIGURA 39 - Fatores Estratégicos para Implantação do Novo Sistema.

Os recursos necessários envolvidos neste processo também deverão ser analisados, a nível de mão de obra própria ou contratada e também a infra-estrutura requerida como novas salas com estudo de lay-out's aprimorados, equipamentos, "hardwares" e "softwares" para uma completa implantação do novo sistema concebido.

Através da composição destes itens será possível elaborar uma estratégia de implantação que terá como resultado um Plano de Ação aprovado pela área envolvida, designando as pessoas responsáveis para cada evento (figura 39).

Após a concepção do novo sistema, os objetivos da manutenção deverão ser revistos principalmente porque os objetivos anteriores levaram a caracterização da situação problema identificada pela aplicação da sistemática proposta. A reformulação destes objetivos deverão estar de acordo com o novo enfoque gerencial determinado e aprovado pelos envolvidos no setor de manutenção da empresa analisada.

Para que a implementação seja realizada e efetivada, também deverão ser alterados as regras e procedimentos internos do setor e companhia devido as distorções identificadas nos subsistemas analisados pela sistemática proposta. Esta alteração possibilitará avaliar e medir o nível das alterações sugeridas e conseqüentemente avaliar o envolvimento das pessoas com a nova sistemática implantada.

6.0 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de uma pesquisa dentro dos moldes científicos significa utilizar meios que tornem viável o melhor entendimento de certos fatos, que sendo observados como existentes na realidade necessitam ser investigados para permitir um maior avanço no conhecimento científico já existente (BERGAMINI, 1997).

Em outras palavras, uma pesquisa científica precisa estar apoiada no conhecimento existente, demonstrando no que avança, corrige, completa ou melhora o conhecimento já produzido.

Da mesma forma, sistematizar o conhecimento em torno de um problema de pesquisa é, de uma perspectiva, localizar esse problema no conjunto da produção do conhecimento, ou seja, demonstrar de que maneira uma possível produção de conhecimento em torno desse problema avança o conhecimento existente ou contribui para melhorá-lo (BOTOMÉ, 1997).

No presente trabalho, a caracterização da situação problema (gestão da manutenção) e sua sistematização passou a ser o problema de pesquisa e o diagnóstico (abordagem sistêmica), passou a ser a intervenção necessária para se produzir conhecimento. Esta produção de conhecimento teve como principal objetivo propor mudanças estruturais e organizacionais (sistema desejável e viável), avançando no conhecimento existente, visando corrigi-lo, melhorá-lo e também completar o conhecimento já produzido.

Retomando a revisão bibliográfica deste trabalho, nota-se que o grande desafio das empresas para o próximo milênio é justamente a mudança no enfoque gerencial, exigindo mudanças urgentes em relação ao que existe atualmente.

As mudanças forçam a evolução das empresas, garantindo desta forma maiores perspectivas de competitividade e lucratividade para as organizações, que na realidade significa a razão de sua existência.

Naturalmente, estas mudanças de paradigmas costumam trazer muito conflito, confusão e incerteza, sendo recebidas costumeiramente com frieza e hostilidade pelo setor envolvido. Esta situação pode ser pior quando a sua implementação é feita sem a utilização de critérios bem definidos.

A luta pela competitividade e em alguns casos pela própria sobrevivência, exige das empresas, respostas e ações com tal rapidez e em ambientes tão turbulentos, que as mesmas transitam sobre o tênue fio que separa o sucesso do fracasso.

A mudança exige uma visão tão diferente das coisas que os líderes estabelecidos são frequentemente os últimos a serem convencidos, quando se conseguem que o sejam, levando o setor e a empresa a enfrentar situações delicadas e inviáveis do ponto de vista administrativo e financeiro (CAMPOS, 1999).

Neste contexto, marcado pela necessidade de “mudanças” para garantir a sobrevivência das empresas, tornou-se necessário fazer uma verificação prática das atividades e “metodologias” utilizadas pelas empresas de consultoria para “diagnosticar” os problemas gerenciais de seus clientes.

Para tanto, foi feito um levantamento das principais metodologias disponíveis, na área de manutenção, procurando esclarecer as similaridades e diferenças existentes e seus procedimentos de análise.

A principal diferença entre as metodologias existentes e a que foi proposta neste trabalho, é a aplicação de uma nova sistemática de diagnóstico apoiada por uma metodologia que tem como enfoque a abordagem sistêmica, ou seja, possibilita a identificação e caracterização do problema analisando sua relação do “conjunto” (sistema principal) e suas ramificações ou interferências com as “partes” que na realidade passam a ser os subsistemas (pequenos sistemas) comparado com o sistema principal, e neste particular a sistemática proposta inova.

Através das entrevistas realizadas nas empresas, os gerentes de manutenção relataram casos de tentativas fracassadas de implantação de novos programas, porque não existiu nenhuma análise prévia da necessidade e contribuição do programa a ser implantado.

A expectativa era que o programa implantado pudesse identificar e medir seu próprio desempenho, o que muitas vezes não ocorre, e sem dúvida alguma a culpa passa a ser da própria metodologia do programa, provocando frustração e desmotivação dos envolvidos na implantação.

Além disso, vale a pena ressaltar que estas tentativas frustradas são caracterizadas muitas vezes pelo “modismo” e promessas dos novos programas em ajustar, inovar e até mesmo reestruturar a empresa ou o setor alvo da implantação do novo programa. Na maioria das vezes não é avaliado se a empresa ou o setor identificado como o alvo das mudanças está suficientemente preparado para tais mudanças.

Por outro lado, verifica-se também casos de sucessos onde não somente um programa de manutenção, mas vários puderam ser implementados sem grandes problemas, ou seja, tanto sua implantação como sua efetividade podiam ser facilmente comprovadas, conforme as entrevistas realizadas (Apêndice 1). Os gerentes entrevistados garantiram que estavam melhor “preparados” para tais modificações, mas não conseguem explicar quais foram os caminhos que levaram a este sucesso, justamente porque os ajustes foram feitos durante a implantação dos programas de manutenção e a sistemática utilizada faz parte do conhecimento individual e cognitivo de cada gerente da situação considerada como problema.

Estas características aparentemente sem explicação, transformam o gerente da área em um *engenheiro do conhecimento*, onde seus conhecimentos necessitam ser extraídos para compor o caminho onde a tomada de decisão realizada teve seu sucesso comprovado. É a dependência do gerente que acaba conduzindo com sucesso a implantação de um determinado programa.

A sistemática de diagnóstico do presente trabalho procurou estruturar estes conhecimentos já adquiridos por um especialista, dando um critério sistêmico para que novas soluções sejam propostas para problemas já identificados e analisados.

Através do critério estabelecido por esta sistemática de diagnóstico é possível identificar, analisar ou criar caminhos alternativos para viabilizar as implantações de novos programas de manutenção com as adaptações necessárias à realidade atual da empresa ou do setor desejado.

Com o objetivo de validar esta proposta, esta sistemática de diagnóstico foi aplicada na área de manutenção industrial de uma empresa do setor químico.

O “cliente” ou a “vítima” da situação problema dizia que existia um problema na manutenção, mas estava com dificuldades para identificar o que estava acontecendo. O que se percebia era que o setor simplesmente não funcionava, conclusão tirada devido aos custos operacionais do mesmo, que sempre estavam no “vermelho”.

Em resumo, a sistemática identificou problemas em todos os subsistemas analisados, sendo a variável mais crítica a de “processo” devido a **grande falta de comunicação, tomada de decisão e ações preventivas** entre os subsistemas gerenciais da empresa.

A falta de integração e motivação dos funcionários, resultado também da falta de tomada de decisão dos níveis hierárquicos superiores, estavam provocando um colapso das atividades administrativas e financeiras da empresa, gerando um impacto direto no planejamento e controle da manutenção e conseqüentemente sua gestão de custos e materiais foram os subsistemas mais afetados.

Utilizando os padrões de referência prático e teórico do setor de manutenção industrial, em conjunto com o conhecimento de um especialista da área, foram realizadas as propostas em busca de um novo sistema básico desejável para viabilizar o funcionamento da manutenção. Diante desta realidade foram feitos ajustes para transformar o que era básico e desejável em um sistema também viável do ponto de vista técnico e gerencial. Após sua estruturação foram feitas simulações das situações implementadas, através de uma atividade “pilôto” onde puderam ser analisadas as conseqüências das modificações realizadas em uma escala reduzida. Desta forma, a sistemática de diagnóstico poderia ser aplicada novamente para avaliar qual o subsistema que ainda estava apresentando problemas e neste caso, corrigir seus desvios antes mesmo de sua implantação final. Após algumas simulações o novo sistema estava pronto para ser implantado não somente na manutenção, mas também em toda a empresa com maior integridade, confiabilidade e também maior motivação pelos envolvidos na situação problema.

O novo sistema foi implantado com várias modificações estruturais e também comportamentais, alterando funções, cargos, responsabilidades, procedimentos, normas e regras para que sua funcionalidade pudesse ser mais efetiva e duradoura. É bom lembrar também que esta nova forma de trabalho provocou profundas mudanças afetando também o comportamento das pessoas, como já era de se esperar, colocando resistências as mudanças. Esta resistência normalmente ocorre devido as dificuldades culturais encontradas em várias empresas de vários setores, com maior intensidade em empresas nacionais.

Os pontos levantados podem ser contornados em qualquer situação, através da simulação da sistemática de diagnóstico em atividades “pilôto” para que tais situações

possam ser resolvidas como novas situações problema a serem caracterizadas e conseqüentemente solucionadas.

O estudo de caso mostrou a necessidade de desenvolver um novo sistema, para a empresa, socializando e otimizando sua estrutura hierárquica, tornando as pessoas envolvidas mais atuantes e responsáveis diante das atividades definidas pela gerência de manutenção.

Também merece destaque a motivação da maioria dos funcionários e de todos envolvidos na situação problema, ocorreu devido a prática de atividades que envolviam situações como:

- ter oportunidade de usar lógica e organização.
- contar com tempo suficiente para garantir a boa qualidade daquilo que está sendo feito.
- dispor de fontes confiáveis de consulta
- reconhecer-se importante dentro do grupo

Com esta motivação organizacional, a empresa realizou sua reestruturação estratégica, permitindo ao setor de manutenção buscar uma considerável redução do quociente custo/benefício de suas atividades administrativas

Para que seja possível identificar ameaças e oportunidades é necessário que o profissional da área de manutenção aprenda a *aprender*, ou seja, os profissionais devem adquirir capacidade de raciocínio, habilidade em tomar decisões, resolver problemas e interpretar resultados (BELHOT; 1997).

A aplicação desta sistemática de diagnóstico torna possível minimização e muito provavelmente a eliminação de tentativas fracassadas de implantação de novos programas de manutenção onde os mesmos poderão ser submetidos a simulações e testes para verificar as conseqüências e benefícios de suas atividades no novo sistema a ser concebido reduzindo desta forma os prejuízos de insucesso por falta de critérios.

Esta proposta também permite identificar qual o patamar gerencial em que a empresa se encontra, através da comparação dos padrões de referência em manutenção entre a teoria e prática, trabalhando em conjunto com a avaliação de um especialista da área ou gerente da situação considerada como problema. A sistemática analisa e avalia a empresa como um todo, mostrando suas deficiências do ponto de vista administrativo,

propondo uma otimização para que a companhia possa evoluir e atingir suas metas pretendidas ou planejadas.

As divergências encontradas no setor de manutenção industrial de várias empresas no Brasil, abre uma grande oportunidade de aplicação desta sistemática com o objetivo de canalizar esforços para as áreas que realmente apresentam problemas gerenciais mostrando a necessidade de mudar a “rumo” e corrigir os desvios existentes, voltando os olhos para o mercado, permitindo identificar as ameaças e também as oportunidades atuais que o setor de manutenção vem exigindo.

Retomando ao objetivo inicialmente proposto por este trabalho, fazem-se necessárias as seguintes considerações:

Do ponto de vista científico, a aplicação da metodologia de CHECKLAND (1990), não seria possível devido aos seus conceitos serem muito genéricos e demasiadamente complexos para uma aplicação específica como o setor de manutenção industrial, objeto de estudo deste trabalho.

Sua complexidade fica melhor caracterizada, porque interfere mais no modo *o que fazer*, não ficando esclarecido *o como fazer*, ou seja, para cada solução específica, as técnicas a serem aplicadas ainda deverão ser definidas e é exatamente onde a presença do especialista em conjunto com os padrões de referência inova o modelo proposto, diferenciando-o de uma aplicação direta da metodologia de Checkland.

Além disso, para que a metodologia de CHECKLAND (1990), pudesse ser aplicada a uma situação específica seriam necessárias adaptações e materializações de seus amplos princípios para situações reais encontradas na prática do setor manutenção, objeto de estudo deste trabalho. Neste particular, a sistemática proposta leva em consideração aspectos e questões concebidas para a área de manutenção tornando possível sua aplicação prática de forma direta e objetiva.

A revisão bibliográfica realizada, deixa clara a necessidade de se criar uma sistemática de diagnóstico a partir da metodologia estudada de CHECKLAND (1990), para que sua utilização pudesse ser realizada por qualquer setor onde houvesse a necessidade de se identificar um problema específico.

Esta sistemática de diagnóstico também pode ser aplicada para outras áreas, onde os seus subsistemas e os itens de apoio como, os padrões de referências na prática e na teoria possam ser identificados.

Do ponto de vista **empresarial**, as dificuldades gerenciais que o setor vem enfrentando atualmente, mostra comprovada necessidade de criar critérios de avaliação para que se possa diagnosticar e analisar o perfil de cada empresa, para que se possa desmistificar o “modismo” de implantações de programas de manutenção onde os objetivos e conceitos não fazem parte da realidade da empresa interessada, levando muitas vezes a empresa a perder créditos devido tentativas mau sucedidas.

Desta forma, este objetivo também foi atingido, porque a sistemática proposta busca tais critérios, evitando desperdício de tempo e dinheiro minimizando o fracasso e o insucesso destas mudanças de paradigmas gerenciais necessários para atualização não somente de setores como o de manutenção, mas também a todos os setores onde o enfoque destas mudanças forem gerenciais.

Como futuros trabalhos e também com o objetivo de melhoria desta sistemática de diagnóstico, sugere-se: a elaboração do método que sistematiza a sua aplicação na área de manutenção (dispensando desta forma a presença de um especialista/ auditor/ consultor); como o desenvolvimento de ferramentas informatizadas, que poderão ter como suporte os sistemas de apoio a decisão (SAD), os sistemas especialistas (SE), ou até mesmo a utilização de inteligência artificial (IA), como os sistemas baseados em *redes neurais*, que podem teoricamente simular o raciocínio humano utilizando como fonte de conhecimento o próprio conhecimento do especialista como nos sistemas KBS (Knowledge Based Systems), integrado aos sistemas de gerenciamento corporativo das empresas, lembrando que o enfoque deverá ser sempre gerencial.

ANEXO 1 – ESTUDO DE CASO

APLICAÇÃO DA SISTEMÁTICA DE DIAGNÓSTICO

[fonte: Anhesine (1999)]

Um exemplo de aplicação da sistemática proposta.(Estudo de Caso)

Este estudo de caso foi realizado em uma empresa de produtos químicos utilizados no processo de fabricação da indústria papelreira mundial, fazendo deste grupo um dos maiores líderes do mercado no ramo.

A empresa é composta atualmente por 70.000 funcionários distribuídos em 50 países, atuando em produtos farmacêuticos, fibra e revestimentos.

De acordo com a diretoria da empresa analisada a unidade brasileira necessitava de mudanças extremamente urgentes na área de gestão organizacional que incluía também a manutenção industrial.

Desta forma, foi proposto a utilização desta sistemática de diagnóstico com o objetivo de identificar um novo modelo de gestão organizacional e também verificar as atividades de planejamento e controle da manutenção, procurando otimizar e ajustar as necessidades às exigências, buscando com isso, eficácia e eficiência, visando principalmente a redução dos custos gerais de manutenção e da planta produtiva em geral.

O processo será realizado através de uma auditoria técnica onde serão coletadas todas as informações necessárias para cumprir todas as fases da sistemática de diagnóstico proposta

O processo inicia-se através da caracterização da situação problema, onde serão determinados e avaliados os subsistemas ou campos de análises já mencionados no Capítulo 5 deste trabalho.

A - Subsistemas de Análise – (FASE 1)

A1 - Gestão de Recursos Humanos

- Existe algum critério de Seleção dos Funcionários da Manutenção? (Mostrar Procedimento e verificar formação, plano de treinamento, avaliação de desempenho e plano de carreira).

A2 - Estrutura Organizacional da Manutenção

- Verificação da estrutura hierárquica e seu efetivo.

Quadro da estrutura hierárquica:

Categoria	Efetivo Manutenção		Operação	Outros	Total
	Próprio	Terceiros			
Gerentes					
Supervisores					
Técnicos					
Executantes:					
- Mecânica					
- Elétrica					
- Instrument.					
- Civil					
Planejadores					

A3 - Infraestrutura, limpeza e organização das Oficinas

- Existe uma infra-estrutura para suportar as necessidades de demanda dos serviços de manutenção?
(verificar quantidade e tipos de máquinas operatrizes, equip.testes e calibração, ferramentas, bancadas de serviço, organização e limpeza da área).

A4 - Análise do Sistema de Gerenciamento da Manutenção

- Plataforma de operação do Sistema Atual (Access, Oracle, SQL Server, Informix, etc)
- Número de usuários que tem acesso ao Sistema.
- Tipo de hardware instalado(Configuração da máquina)
- Rede(Characterísticas da Rede)
- Servidor(Configuração)

- Processamento(Local ou Remoto)
- Base da Dados(única ou distribuída)
- Perfil do Usuário(manutenção e produção) para acessar o Sistema
- Quem opera o Sistema no chão de fábrica? (perfil)
- Conhecimento do ambiente Windows.(treinamento)
- Integração do Sistema atual com outros Sistemas Corporativos.
- Quais são os módulos de gestão do Sistema atual?(Relacionar todos os módulos e verificar o grau de utilização de cada um).

Recursos Tecnológicos

- Quais as técnicas preditivas implantadas e qual o número de equipamentos controlados em cada técnica.
- Existem equipamentos preditivos? Quais são?(Verificar perfil do usuário).

A5 -Política de Intervenções da Manutenção

Tipos de Intervenção	%
Manutenção Corretiva	
Manutenção Preventiva Sistemática	
Manutenção Preditiva(sob condição)	
Melhorias/Investimento	
Inspeção/Diagnóstico	

-Sistemática Implantada (Solicitar fluxograma dos serviços de manutenção, desde o início do serviço até a correção, indicando os passos seguidos e as informações coletadas/armazenadas.

- Prioridade dos Serviços

Discriminação	%
Emergências(atuação imediata)	
Urgências(Serviços fora de programação)	
Serviços Programados	

A6 - Planejamento, Programação e Controle de Serviços

Equipamentos

- Qual é a estrutura de codificação dos equipamentos?
- Qual a quantidade de equipamentos cadastrados no Sistema Atual?
- Existe uma estrutura de conjuntos e peças (Qual é o limite de bateria?)
- Existe uma estrutura de posição do equipamento?
- Os custos gerados são atribuídos a posição ou ao equip. físico?

Equipamento p/Criticidade	Qte
Tipo "A"	
Tipo "B"	
Tipo "C"	
Tipo ISO 9000	

Equipamento p/Classe	Qte
Mecânica	
Elétrica	
Instrumentação	
Automação	
Hidráulica/Pneumática	

- Existem Dados Técnicos cadastrados por equipamento?
- Existe alguma referência cruzada Peça x Equipamento?
- Existe o conceito de equipamento padrão ou tipo?
- Quem elabora o Planejamento? Quem executa? Quanto tempo é dedicado a esta atividade?

- Como são realizados o Planejamento dos Serviços de Manutenção? (Solicitar fluxo de operações desde o início até o término dos serviços.)
- Todas as atividades de planejamento são executadas pelo Sistema de Gerenciamento atual?
- Qual é a sistemática/procedimento do Planejamento da Manutenção para as atividades do cotidiano e atividades de paradas programadas? (Emissão de OS's, PT's)
- Como são realizadas as atividades de inspeções periódicas nos equipamentos? Existe alguma Rota de Serviços específica?
- Como são gerenciadas as atividades de lubrificação dos equipamentos? Existe alguma rota de serviços impressa e detalhada?
- Como é verificada a eficácia da mão de obra, utilizando tempos planejados x real?
- Existe alguma interação entre serviços planejados pela manutenção e o planejamento da produção(PCP)?
- Qual o índice de qualidade das informações inseridas no Sistema após a execução dos serviços?(Verificar)
- Existe algum procedimento de análise e ação corretiva em relação aos dados cadastrados no histórico do Sistema atual? Com que frequência isto é executado?

A7 - Gestão de Custos

- O “Budget” da manutenção é preparado levando-se em conta o histórico, as necessidades de intervenções, as paradas programadas e o programa de melhorias previstas para o próximo ano?
- Existe algum acompanhamento periódico do “Budget” da manutenção com objetivo de verificar os desvios e analisar as ações corretivas necessárias?
- Existe algum procedimento para aprovação dos custos gerados via Sistema?(Verificar alçada em OS's,RL's, RI's).
- Como são calculados os custos na manutenção? (P/equipamento, p/área ou setor produtivo, p/centro de custo, p/ tipo de falha, p/ tipo de equipamento, etc).

- Os custos de peças de reposição, mão de obra, lubrificantes são controlados pelo Sistema Atual? Como?
- Existe algum procedimento que possa medir o nível de confiabilidade dos custos gerados no Sistema atual?

Prod/mês (ton./mês)	Custo Manut./Prod. (US\$/ton)	Disponib.devido a Manut.(%)	Faturamento (MUS\$)

Dados de Custos da Manutenção

Custo Manut. (MUS\$)	Custo Manut./ Faturamento(US\$)	Mão de Obra (%)	Materiais (%)	Serviços (%)

A8 - Gestão de Materiais

- Existe alguma integração entre o Sistema do Almoxarifado e o Sistema atual de gerenciamento da manutenção?

	Almoxarifado Peças/Comp.	Almoxarifado Equip.Reserva	Total/ Média
Valor Estoque			
Nº. de Itens			
Rotatividade(meses)			
ValorEstoque/Custo Manut.(%)			

- Como são especificadas as reservas de peças de reposição para as manutenções planejadas, ou paradas programadas?
- Existe algum critério para qualificação de fornecedores na manutenção?

A9 - Gestão da Contratação de Serviços

- Existe algum procedimento para qualificação e desenvolvimento dos prestadores de serviços?
- Como é feita a especificação e o detalhamento pelos serviços adquiridos pela manutenção?
- Através do histórico do equipamento no Sistema atual, é possível medir o nível da qualidade dos serviços contratados?
- Qual o procedimento de gestão dos serviços contratados?

A10 - Análise do Estado Físico da Instalação

- Estado de Conservação dos equipamentos (vida útil, melhorias, novas aquisições, pintura)
- Estado de conservação das edificações(Pinturas, Reformas, novos projetos).
- Estado de conservação da área dos tanques e reservatório(corrosão, pintura)
- Quantidade de equipamentos desativados e não desmontados.(verificar)
- Verificar no planejamento da manutenção, revisões realizadas com o objetivo de conservação da planta.

A11 - Cultura Organizacional e as Novas Metodologias de Manutenção

- Existe algum programa de participação nos resultados?
- Quais foram as melhorias implementadas, com base na participação de funcionários da manutenção.
- Existe alguma metodologia de manutenção implantada? Em caso afirmativo, quais foram os critérios para sua escolha? E conseqüentemente quais os resultados alcançados após sua implementação?
- No caso de existir uma metodologia implantada, como são executados o gerenciamento de suas atividades no sistema atual?

A12 - Segurança Industrial e Meio Ambiente.

- Quais são as taxas de acidentes com pessoal próprio da manutenção?
- Qual o nível da taxa de acidentes da empreiteira?
- Existe algum monitoramento para implementação de ações para diminuição e melhoria dos índices de poluição ambiental?
- Existe procedimentos para utilização de EPI's e atendimento a recomendações de segurança?
- Existe algum procedimento recomendando cuidados na prática da manutenção a ser executada no equipamento(BPM), e também como devem ser corretamente utilizadas as ferramentas de apoio nesta prática?
- Se a resposta a pergunta anterior for afirmativa, como estes procedimentos foram implementados no Sistema atual?

A13 - Indicadores de Performance

- Como é acompanhado o desempenho das atividades de manutenção?
- Quais os indicadores utilizados?

B - Auditoria Técnica (Análise dos Subsistemas Caracterizados – FASE 2)

Para melhor avaliar a situação problema será utilizada a metodologia de CHECKLAND (1990), para extrair o que é relevante e significativo para cada campo ou subsistema de análise.

B1 - Gestão de Recursos Humanos

Em visita ao Departamento de RH, foram coletadas evidências da existência de um plano de treinamento para o ano de 1998, que foi preparado em função das responsabilidades de cada cargo e função envolvendo as chefias dos departamentos em questão.

No caso específico da manutenção, não verificamos nenhuma evidência da existência de uma avaliação de desempenho e plano de carreira dos funcionários deste setor, o qual já vem sendo solicitado a algum tempo pelos funcionários.

O Setor também não apresentou nenhuma estrutura hierárquica ou organograma que pudesse evidenciar sua completa estruturação física e funcional.

Foi verificado também, falta da atividade de controle e monitoramento e inclusive planejamento dos futuros treinamentos envolvendo a equipe da manutenção.

B2 - Estrutura Organizacional da Manutenção

Através dos dados da Auditoria realizada, verificamos a existência de um organograma funcional e correspondente hierarquia com efetivo reduzido, mas com distribuição e lay-out prejudicados.

Devido as dificuldades de lay-out a comunicação entre os efetivos torna-se difícil e casual, fazendo com que o gerenciamento da mão de obra própria seja totalmente deficiente.

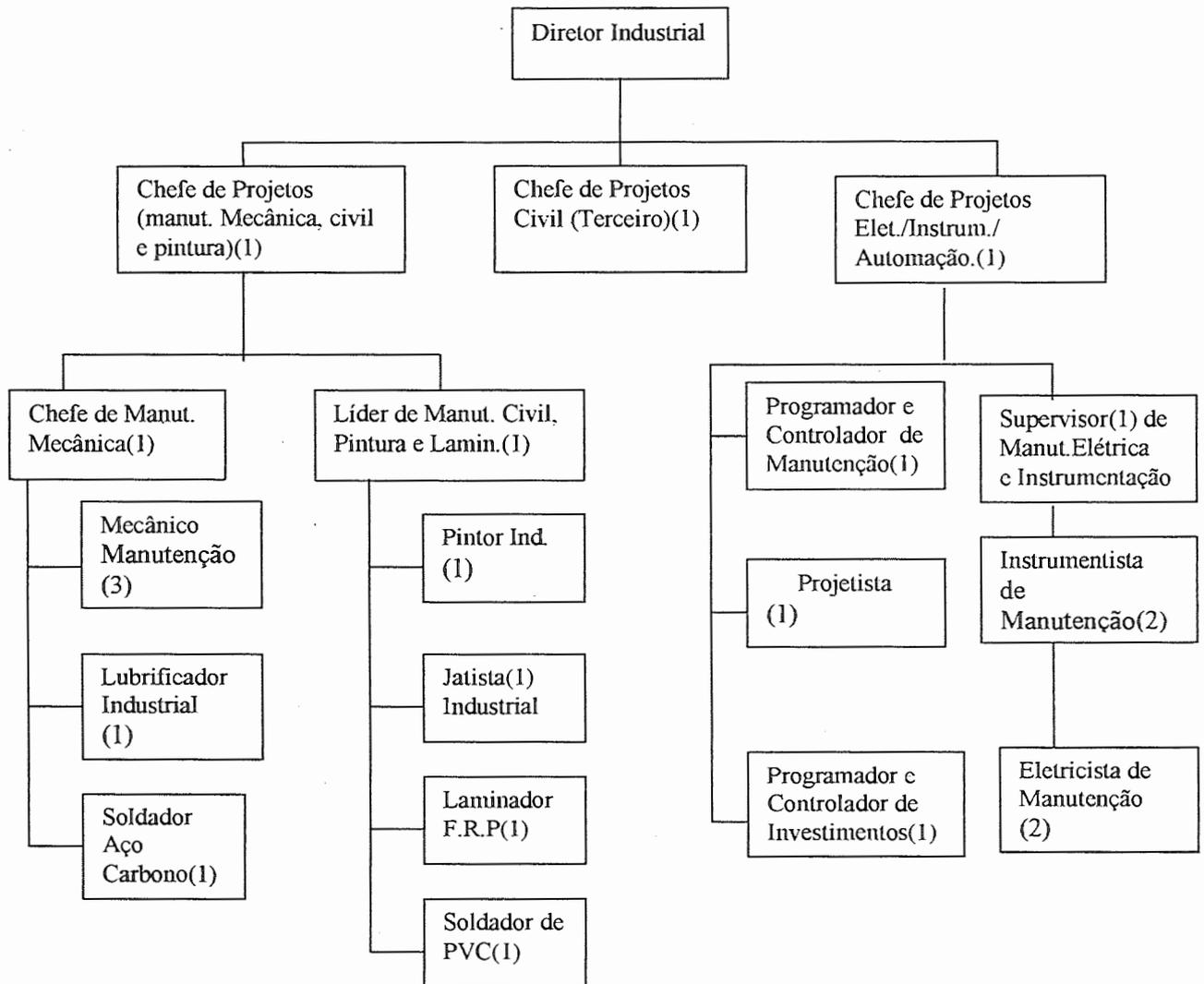
Desta forma, as descrições de cargos e responsabilidades descritas no manual de procedimentos da empresa, não demonstram nenhuma evidência entre as atividades praticadas no campo e sua descrição propriamente dita.

B3 - Infra-estrutura limpeza e organização

Pelo que foi observado a oficina mecânica central não apresenta uma infra-estrutura para suportar as necessidades de demanda dos serviços de manutenção, sendo na sua maioria terceirizados e conseqüentemente a organização e conservação da área deixam a desejar.

A oficina de elétrica e instrumentação central devido ao seu uso mais efetivo e também por estar localizada no prédio de construção mais recente (C-94), sua organização e conservação mostrou ser significativamente melhor em relação a oficina mecânica.

Organograma da Manutenção



As oficinas de terceiros de montagens estão localizadas numa área cuja infraestrutura é muito precária, mostrando-se bastante desorganizada e suja.

A manutenção está lado a lado com a Engenharia de Projetos, ocupando o mesmo lugar e seus membros se dividem entre as duas atividades, tornando complicado e difícil a organização do local de trabalho.

As mesas de trabalho em função desta situação apresentam um volume de papel excessivo tornando difícil a organização e busca de determinados documentos do dia a dia.

A logística e o lay-out do setor de manutenção, mostram também algumas dificuldades na área de comunicação interna do seu efetivo, onde por exemplo o Chefe

de Manutenção Mecânica tem sua mesa na sala de projetos e suas atividades estão diretamente vinculadas as atividades de manutenção do chão de fábrica.

Um outro exemplo está na localização da oficina de elétrica e instrumentação distante do centro de informações onde ocorre o planejamento de toda a manutenção da fábrica.

B4 - Sistema de Gerenciamento da Manutenção

O Sistema atual opera na plataforma Windows e banco de dados DBASE IV, com 12 usuários (12 máquinas) com uma configuração média de Pentium 233 MMX, 32 MB, HD 2.1.

O ambiente de rede é uma Novell 4.11 em conjunto com NT, trabalhando com 4 servidores(2 Netware e 2 NT), configurados da seguinte forma:

Netware - Pentium II 300MHz, 4Gb de HD e mais 4 Gb espelhado,

128 Mb RAM, modelo Compaq – Prosignia 200

NT – Pentium 266 MHz com duas HD's de 9 GB uma espelhada,

256 Mb de RAM. Modelo Compaq – Proliant 1600

A base de dados do Sistema de Gerenciamento da Manutenção atual é única e possui processamento local.

O Sistema é composto de módulos operacionais que atualmente estão parcialmente implantados no Cliente.

Devido as dificuldades operacionais do Setor o Sistema está sendo pouco utilizado pela usuário final, dificultando o gerenciamento das atividades de manutenção, porque as informações contidas no Sistema não apresentam a confiabilidade adequada que permita sua plena utilização.

Os principais módulos atualmente instalados no cliente, e a sua utilização confirmada pelo usuário é a seguinte:

Módulos do Sistema - Utilizados	%
- Grupos de Acesso	0
- Usuários no Sistema	100
- Reorganização	100
<i>Classificação</i>	
- Prioridades	100
- Tipos de Serviços	100
- Especialidades	20
- Agrupamento Econômico	100
- Componentes	0
- Sintomas	0
- Causas	0
- Intervenção	0
- Impedimento	0
- Condição de Funcionamento	0
<i>Recursos</i>	
(Controle de MOP)	0
<i>Equipamentos</i>	75
<i>Solicitação de Manutenção</i>	0
<i>Ordens de Serviço</i>	30
<i>Programação</i>	0
<i>Análises</i>	0
<i>Lubrificação</i>	80
<i>Fichas Técnicas</i>	70
<i>Preditiva</i>	Não tem
<i>Estoque</i>	Não tem

O Sistema Atual não possui nenhuma integração com os outros sistemas da empresa, estando operacional apenas em 4 estações (Planejamento e Instrumentação).

O número de equipamentos cadastrados é de 2542, dos quais 1871 não possuem equipamento pai.

A codificação dos equipamentos segue a estrutura alfanumérica constituída de siglas que vem do inglês e francês, seguida de um número sequencial

EQUIPAME	PAI	DESCRICAO	TIP	CC	POSICAO
ME 2067	TR 2506	MOTOR ELETRICO WEG 2	ME	2110	T-2506
RV 211	TR 2506	REDUTOR SEW SA 60 LP 70	RV	2110	T-2506
TR 2506	T-2506	TRANSPORTADOR ROSCA	TR	2110	T-2506
V-2501		EXAUSTOR DO TANQUE R- V		2110	V-2501
ME 2083	V-2501	MOTOR ELETRICO WEG 20	ME	2110	V-2501
V 2501	V-2501	VENTILADOR RADIAL	VR	2110	V-2501

(*) Redutor de Velocidade

Ex.: CL – Colunas de Lavagem

EP – Trocadores de Placas

A estrutura de posição é conhecida apenas por Pai e Filho, sem limite de bateria e todos os custos gerados podem ser atribuídos ao Pai ou ao filho, dependendo do tipo de intervenção realizada.

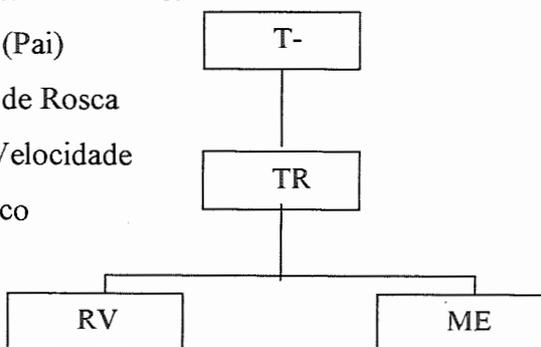
Exemplo da estrutura Pai/Filho:

T- Transportador (Pai)

T- Transportador de Rosca

RV- Redutor de Velocidade

ME- Motor Elétrico



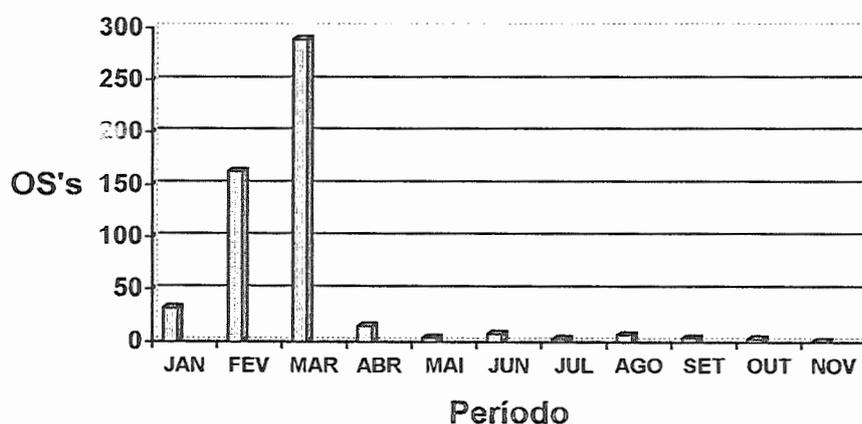
A ficha técnica dos equipamentos está cadastrada no Sistema, mas devido a dificuldades operacionais não foi possível verificar sua evidência.

Atualmente não existe nenhuma referência Peça x Equipamento, mas segundo informações, o Sistema atual tem condições para isso.

Não existe um conceito formal de equipamento padrão, mas através do cadastro de equipamentos, um equipamento semelhante pode ser copiado levando consigo as peças vinculadas a ele.

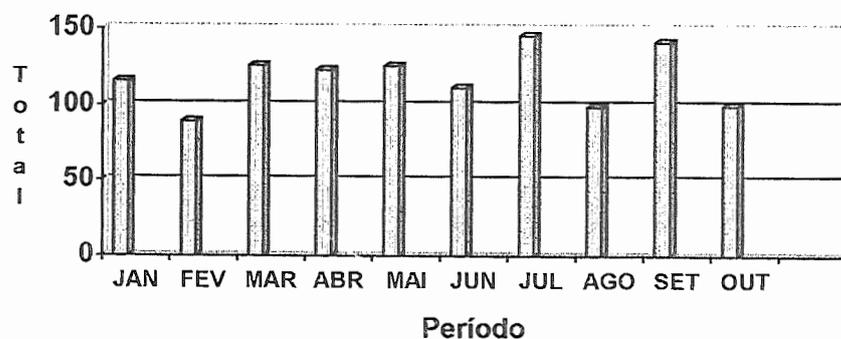
Através do acesso ao banco de dados do Sistema de Gerenciamento da Manutenção foi possível fazer algumas análises com o objetivo de avaliar o grau de utilização do Sistema como uma evidência objetiva.

Número de OS's Emitidas p/Mês



Através do gráfico podemos observar que a partir de abril do ano corrente houve uma diminuição muito grande do número de OS's emitidas por mês, demonstrando que os índices e os custos de manutenção deveriam ser menores se fossem verificados por grupo de equipamentos.

Custos por Período(US\$x1000)



Analisando a planilha de custos da manutenção podemos observar que os custos no período sofreram algumas variações, mas quando comparados com as intervenções realizadas(OS's emitidas) para o mesmo período, verificamos que o número de OS emitidas não é significativo diante dos custos praticados, mostrando que o Sistema de Gerenciamento da Manutenção não está sendo utilizado corretamente diante da realidade verificada.

B5 - Política de Intervenções de Manutenção

Foi verificado que o documento da qualidade cod.MQ2-08-06-01, que propõe um fluxograma operacional, não funciona na realidade, e partindo deste foi gerado um fluxograma alternativo, conforme exposto na figura abaixo.

Corretiva Emergencial

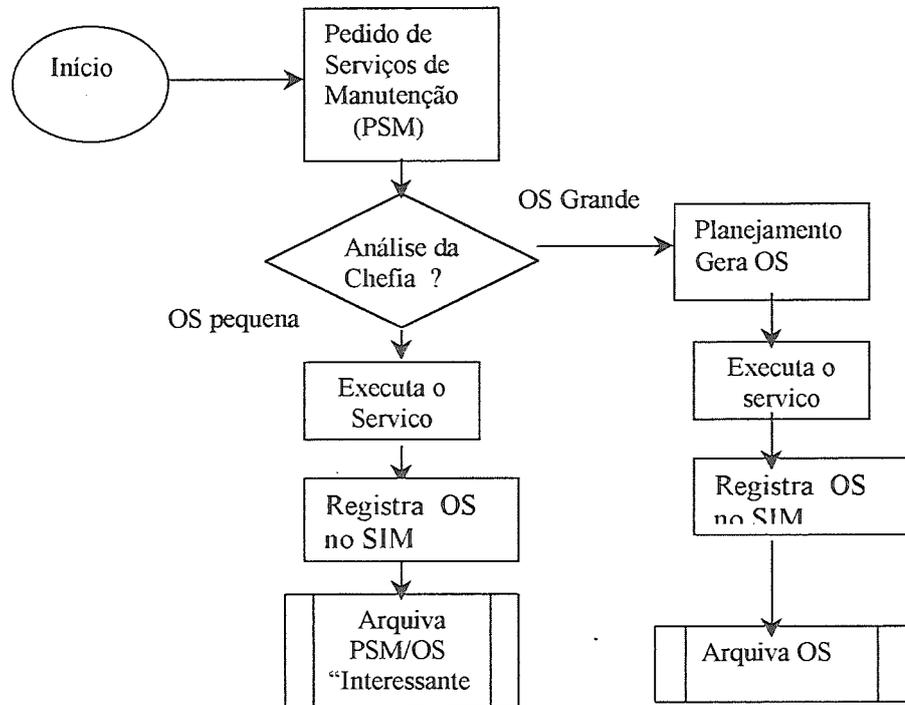
Os serviços como troca de gaxeta, correção de vazamentos em bombas, aperto de parafusos e conexões em geral, são realizados na maioria das vezes sem OS's, podendo ou não serem cadastrados como rotina (dia a dia) via PSM.

Conforme observado, os serviços de manutenção de caráter emergencial, são executados através de um PSM (Pedido de Solicitação de Manutenção) após análise do Chefe de Manutenção da área envolvida (Mecânica, Elétrica ou Instrumentação)se caso for OS pequena, o serviço é executado e registrado no PSM (formulário) o número da OS, e após sua execução, retorna ao Planejamento de Manutenção para que os PSM's mais "interessantes" sejam arquivados.

O PSM é um formulário que diariamente é analisado pelos Chefes de Manutenção e Produção para determinar sua prioridade para a programação dos serviços.

Da forma como é realizado, os custos de materiais, mão de obra e o histórico das intervenções são cadastrados em uma única OS cujo número é o seu próprio centro de custo.

Fluxograma Operacional da Manutenção (alternativo)



Manutenção Corretiva Programada

As rotas de lubrificação estão cadastrados como serviços programados e são emitidas mensalmente e enviadas ao lubrificador, onde o mesmo terá o período de 1 mês para lubrificar os equipamentos. No final do período as rotas são devolvidas para cadastramento no Sistema de Manutenção.

Apesar dos equipamentos possuírem períodos de lubrificação com frequência variada, o lubrificador atende a oficina mecânica de forma parcial ficando a critério do mesmo quando e como deverá executar a lubrificação no período acima mencionado.

Conforme declarações, muitas vezes as rotas de lubrificação são executadas dentro das possibilidades do lubrificador, devido a outras atividades também executadas por ele(mecânica).

As rotas de lubrificação são devolvidas ao planejamento da manutenção indevidamente preenchidas(sem o consumo de lubrificante)

Manutenção Preventiva

Através da verificação no Sistema de Gerenciamento atual, existem algumas preventivas constituídas por tarefas ou atividades, sem procedimentos pré definidos.(OS's Grandes).

Conforme verificado no Sistema de Gerenciamento atual, não existe nenhum critério para a verificação das tarefas, ou seja, o Sistema não verifica se o cumprimento ou não de uma determinada tarefa, foi realizada pelo executante da manutenção.

A preventiva é emitida através de uma OS comum direta onde só é possível identificá-la através dos campos “Tipo de Serviço” e “Prioridade” onde aparece o “status” CP(Corretiva Programada), IN(Inspeção) e PRO (Programar) respectivamente.

Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é realizada na prática para equipamentos elétricos, cujas técnicas mais aplicadas são a cromatografia para análise de transformadores e a termografia para avaliar o estado de funcionamento de disjuntores, contadores e conexões elétricas em geral, sendo que estas atividades são contratadas por terceiros.

Existem segundo o Planejamento da Manutenção 250 equipamentos rotativos controlados(em média 8 pontos por equipamento) através de análise de vibração mecânica, dentro do universo de 2542 equipamentos cadastrados.

O único recurso adquirido pela empresa foi um analisador MICROLOG EMVA-10.

Por uma análise da tabela OS do banco de dados do Cliente, não existem OS's destinadas a manutenção preditiva, dificultando uma análise mais profunda dos custos de materiais e mão de obra envolvidos nesta atividade.

Não foram verificadas evidências da execução de atividades de medição e controle sobre os equipamentos rotativos mencionados acima.

B6 – Planejamento, Programação e Controle de Serviços

Através da auditoria realizada não foi identificado nenhuma evidência das atividades deste item, ou seja, não existe atividades comprovadas de planejamento e controle de serviços.

B7 - Gestão de Custos

O orçamento da Manutenção é preparado levando-se em conta o histórico das intervenções por grupo de equipamentos e através de relatórios mensais é possível acompanhar os desvios e tomar as ações corretivas necessárias.

Faz parte também das obrigações do programador de manutenção, executar o apontamento da mão de obra própria via cartão de pontos e enviar via planilha excel para o departamento de RH e custos, para seja possível o cálculo do custo da mão de obra própria e de terceiros.

Este controle é realizado e controlado através do cartão de pontos de cada funcionário, onde é verificada também a sua frequência ou ausência ao trabalho.

O fechamento destas horas trabalhadas deverá estar sempre de acordo com o total previsto para a categoria que é de 44 horas semanais.

O dia do fechamento é todo dia 25 de cada mês, onde o programador de manutenção envia a planilha com o total de horas trabalhadas pelo efetivo da manutenção(excluídos as horas do programador e dos chefes de projeto), para o RH e Custos.

No caso de algum funcionário faltar nos últimos 5 dias após o fechamento do total de horas trabalhadas, o programador deverá verificar novamente todos os cartões para que o ajuste seja feito e uma nova planilha é emitida corrigindo a diferença e informando qual o funcionário que gerou esta diferença, para que no mês seguinte seja descontado do mesmo o valor pago no mês anterior (conforme acordo poderá descontar nas férias).

O departamento de Custos da empresa calcula o valor médio da mão de obra da seguinte forma:

$$\text{MOP} = \frac{\text{Valor Total da Folha + Encargos}}{\text{Total de Horas Trabalhadas}} = \text{Preço Médio}$$

A manutenção cadastra este custo como valor único da mão de obra do seu efetivo, não existindo uma variação por especialidade, ou seja, todos passam a ter os mesmos custos de Homem Hora (HH), não fazendo diferença se o executante é um mecânico especializado ou um mecânico 1 por exemplo.

Os custos de materiais são importados para o sistema integrado de manutenção, onde é possível se fazer o fechamento dos custos mensais de materiais e também da mão de obra contratada, que na maioria das vezes ocorre no regime “por Administração”.

Atualmente não existe nenhum procedimento de aprovação dos custos gerados via Sistema e nem pela empresa.

De acordo com o departamento contábil da empresa existe um elevado custo de materiais comprados via direta e atualmente não existe um limite para estes gastos, ficando na dependência da necessidade da manutenção em adquirir o componente não existente no estoque da empresa, sendo que este item muitas vezes é negociado num valor mais elevado devido sua urgência de utilização no atendimento da produção.

Prod/mês (ton./mês)(*)	Custo Manut./Prod. (US\$/ton)	Disponib.devido a Manut.(%)	Faturamento (US\$)
2500(**)	70,57(**)	99	2.000.000(**)

(*) – Produção de Clorato de Sódio

Custo Manut. (US\$/mês(**))	Custo Manut./ Faturamento(%)	Mão de Obra (%)	Materiais (%)	Serviços (%)
120.000	6	30(**)	30(**)	40(**)

	Almoxarifado (US\$)(**)	Almoxarifado Equip.Reserva
Valor Estoque	500.000	NC
Nº. de Itens	2250	NC
Rotatividade(meses)	NC	NC
ValorEstoque/Custo Manut.(%)	33	NC

(**)Fonte: Departamento de Custos e Manutenção

O departamento contábil estima que aproximadamente existem uma grande quantidade de itens obsoletos, ou seja, a manutenção não está mais fazendo uso destes itens, que continuam como inclusão de estoque.

O Valor estimado está em torno de US\$ 100.000,00, podendo ser maior ou menor conforme a análise de cada caso.

B8 - Gestão de Materiais

As paradas programadas ou Serviços Especiais são programados da mesma forma como descrito anteriormente e ocorrem em intervalos semestrais.

A eficiência da mão de obra (Planejada X Real) não é verificada, porque conforme declaração dos usuários do Sistema, as informações não possuem uma qualidade assegurada, ou seja, não são confiáveis para se fazer esta análise.

Da mesma forma que na lubrificação, na preventiva também não existe um critério definido de pontos e variáveis(Set's de Especificação).

A atividade de planejamento concentra-se apenas na verificação da mão de obra e materiais disponíveis para a execução dos serviços e o tempo dedicado a esta atividade depende do plano de trabalho proposto pelos Chefes de Manutenção da área envolvida, que são discutidas em reuniões diárias com a produção

Foi verificado também que não existem rotas de inspeção dos equipamentos (multi-tarefa/multi-equipamento) como atividade preventiva.

Devido a inexistência das rotas existia uma grande quantidade de OS's e acúmulo destas OS's na fila do Planejamento para serem encerradas. Desta forma passaram a emitir OS's apenas para serviços classificados como “ mais específicos”, mantendo algumas OS's abertas por vários meses(2120-01/04/98 à 25/08/98) para que os serviços e a mão de obra própria, de terceiros e os materiais possam ser lançados.

Estes lançamentos são realizados para outros equipamentos da planta, sendo que todo o custo será acumulado para o equipamento específico da OS em questão.

Devido não existir nenhum vínculo entre o Sistema de Almojarifado atual e o Sistema de Gerenciamento da Manutenção, os itens de estoque são requisitados através de formulário manual.

Desta forma não existem reservas de materiais alocadas por equipamento e nem valores de alçadas para controlar e gerenciar as requisições de materiais realizadas no almoxarifado.

A necessidade de se adquirir um determinado item de estoque é realizada através da RM manual, onde é colocado o ‘numero da OS, do equipamento e o seu centro de custo.

Para manter o controle dos custos por OS emitida atualizados, o CPD gera arquivos de transferência txt, os quais são importados para o Sistema de Gerenciamento da Manutenção atual.

Neste arquivos verificou-se inconsistências dos dados importados devido aos erros no preenchimento das RM's(Requisição de Materiais), onde o número da OS registrado não existe no Sistema de Gerenciamento da Manutenção, dificultando e até mesmo impossibilitando uma análise final daquele custo específico, porque não existindo a OS, a descrição de sua aplicação também não existe.

B9 - Gestão da Contratação de Serviços

Foi observado que na contratação de serviços a serem realizados internamente na unidade de produção do cliente, existe uma lista de verificação detalhando os serviços que deverão ser executados pela empresa contratada, enviada pelo setor de projetos para os fornecedores pré- qualificados e após uma análise técnica das propostas, este documento é enviado para compras, para que o processo seja definido comercialmente.

Não houve uma evidência objetiva da verificação e análise dos serviços prestados por terceiros, visando sua avaliação a nível de custos, prazos de conclusão e qualidade no atendimento, com a utilização dos registros do histórico dos equipamentos no Sistema de Gerenciamento da Manutenção atual.

Através destas informações foi feita uma verificação da base de dados atual do Sistema e pode-se concluir que do total de OS emitidas no período de janeiro à novembro de 98, 20% destas OS's não foram encerradas, trazendo prejuízo para qualquer análise que pudesse ser realizada no Sistema atual.

B10 - Análise do Estado Físico da Instalação

Foi feita uma visita às instalações da unidade fabril e observamos algumas instalações e inclusive edificações em estado precário de conservação, com alto índice de corrosão e vazamentos de produtos químicos, aumentando significativamente a probabilidade de acidentes em larga escala, com risco de vida e danos ao meio ambiente.

De acordo com informações coletadas, foi esclarecido que esta unidade de produção está para ser desativada, mas até agora não existe uma posição definitiva por parte da diretoria da empresa.

Em função disto, foi necessário verificar novamente o Sistema de Gerenciamento da Manutenção, para observar a existência de OS's com motivo de conservação da planta, verificando ser praticamente inexistente com índice inferior a 0,5% das OS emitidas no período corrente.

B11 - Cultura Organizacional e Novas Metodologias de Manutenção

Neste item foi verificado, que existe um programa de participação nos resultados para uma meta definida de produção alcançada.

Algumas melhorias propostas por funcionários foram submetidas a aprovação e implementadas pela Diretoria Industrial.

Atualmente não existe nenhuma metodologia de manutenção implantada (TPM, 5S ou RCM) nesta unidade, dificultando sobremaneira a organização interna do “staff” da manutenção, reduzindo conseqüentemente sua eficiência e eficácia do ponto de vista da melhoria contínua, auto confiança, automotivação e autodeterminação do profissional da área de manutenção.

A implantação das novas metodologias de manutenção, significa uma reformulação da postura, tanto dos homens como das máquinas. Em outras palavras, a sua abrangência é por toda a organização, ou seja, trata-se da reformulação para uma nova empresa.

B12 - Segurança Industrial e Meio Ambiente.

Os índices de acidentes na unidade são relativamente baixos e quando ocorre algum acidente com afastamento, é feito um relatório e o mesmo é enviado para a matriz na Suécia porque este índice é controlado e analisado de forma individual por cada unidade do grupo no mundo todo.

Da mesma forma que o índice dos funcionários diretos, os terceiros também possuem um baixo índice de acidentes que é controlado através de treinamento e conscientização de seus funcionários prevista na contratação dos serviços a serem realizados.

Com referência ao meio ambiente, esta atualmente em andamento o processo de certificação ISO 14000, por onde poderão ser monitorados e controlados seus resíduos industriais e conseqüentemente os índices de poluição ambiental.

B13 - Indicadores de Performance

O fato de não existir nenhuma metodologia de manutenção implementada, dificulta também definir quais seriam os indicadores de performance que melhor avaliariam o desempenho e a qualidade da manutenção industrial.

Atualmente a empresa utiliza apenas os custos de manutenção por produção para avaliar seu desempenho, ficando excluídos desta avaliação os outros índices que poderiam comparar o desempenho das máquinas e das equipes de manutenção.

C - Análise do Modelo Básico (FASE 3)

De acordo com a sistemática proposta, é nesta fase que será feita uma comparação com os parâmetros de “estrutura” e “processo”, proposto por CHECKLAND & SHOLES (1990) e citados no capítulo 5 deste trabalho.

Os resultados desta análise são apresentados na tabela abaixo:

Estrutura	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13
Hierarquia	■	■	■				■						
Organograma		■		■		■							
Comunicação					■		■	■				■	
Lay-Out	■			■					■				
Processo													
Tomada de Decisão		■		■		■	■						
Monitoramento e Controle			■					■				■	
Ações sobre Decisões					■	■							
Ações Preventivas/Proativas												■	
Clima													

Observação:

As colunas (B1, B2...B13), representam um resumo da análise realizada para determinar as variáveis “estrutura” e “processo” com o objetivo de mostrar a existência da relação “clima” necessária para integridade completa dos subsistemas analisados.

Através de uma análise rápida, também pode-se notar, que a variável processo apresenta um menor número de quadros preenchidos, indicando desta forma, a necessidade de maior atenção as atividades pertinentes a este parâmetro.

D - Análise do Cliente (FASE 4)

É objetivo desta proposta, apresentar um modelo de gestão das atividades de Planejamento de Manutenção que visa tornar estas atividades mais eficientes, tecnificando e organizando as atividades de Manutenção para diminuir as paradas emergenciais e principalmente reduzir os custos gerais de manutenção dos equipamentos da planta.

Este é um ponto bastante comum nas empresas que lutam por melhores índices de produtividade, no mundo inteiro, quanto menos se paralisa a planta, maior é a disponibilidade para a produção, conseqüentemente maior flexibilidade e maior lucro, que no final é o objetivo maior de qualquer empresa.

A qualidade é uma tendência mundial e dentro desta tendência se realça a manutenção como um elemento propulsor e indispensável na implementação da

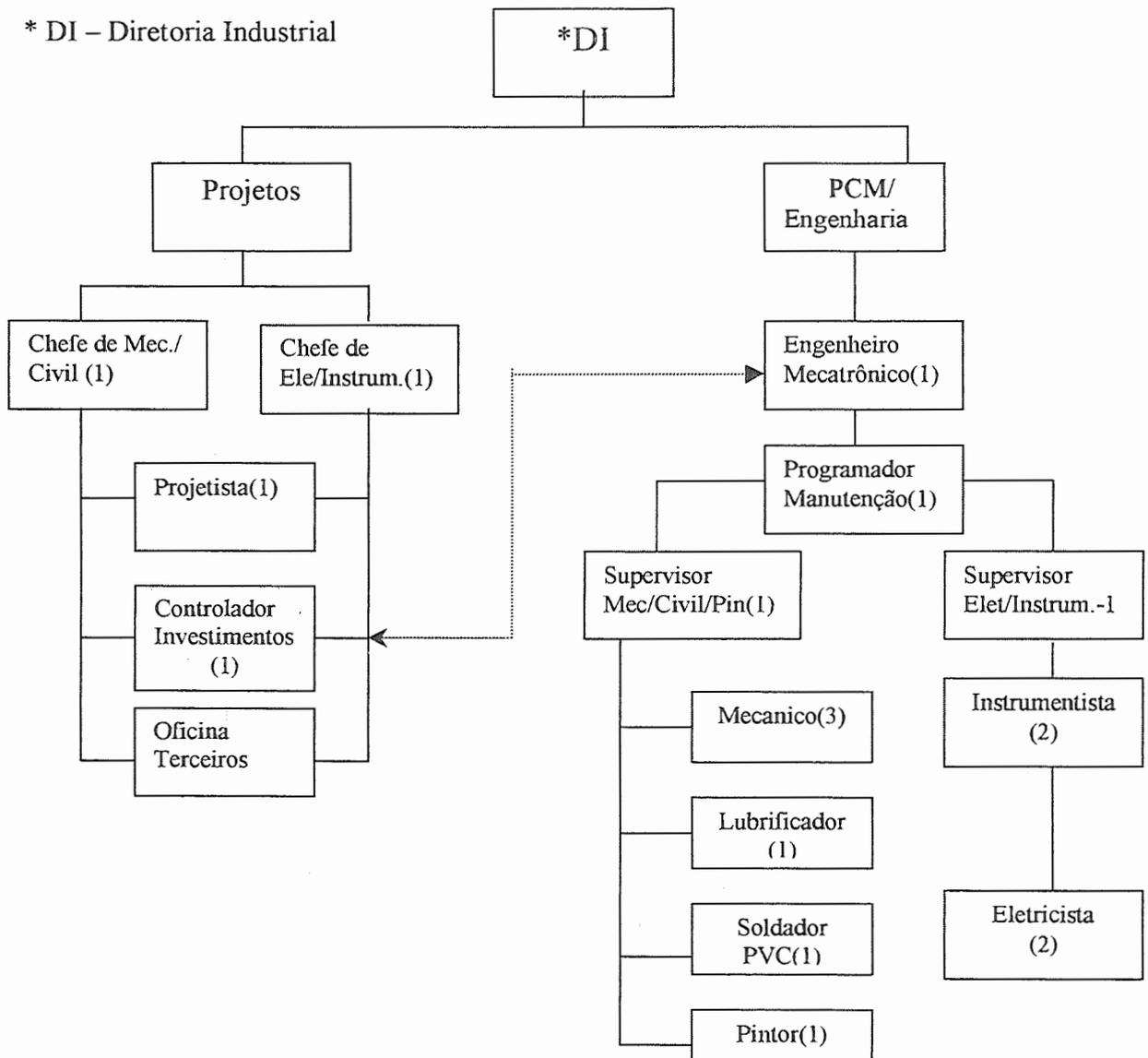
corrente da qualidade e diante disto, aspectos como mudança na cultura da organização, importância da gerência participativa e a relação interpessoal devem ser lembrados.

Após uma análise detalhada da situação atual da empresa propomos uma atividade “piloto” simulando a gestão e o planejamento da manutenção diante da nova realidade que teve como consequência direta algumas alterações na estrutura organizacional e funcional da companhia, visando com isso otimizar e melhorar sua sistemática operacional e principalmente gerencial.

O modelo de fluxograma organizacional, que apresentou melhor resultado, após as comparações e simulações realizadas está representado pela figura abaixo.

Diagrama Organizacional (proposto)

* DI – Diretoria Industrial



Atualmente existe uma situação de conflito entre as áreas de Projeto e Manutenção da empresa, não existindo uma delimitação de função entre os cargos ocupados pelo seus integrantes, nem uma visão clara do que é um Projeto ou é uma atividade de Manutenção.

Assim as atividades misturam-se e por conseguinte os Custos, sendo difícil através da análise de dados existentes fazer uma distinção clara.

Desta forma estamos propondo uma divisão estruturada de cargos e funções, com o objetivo de determinar sua atuação efetiva, não prejudicando o desempenho e o profissionalismo individual de cada cargo. Obviamente ambas as atividades precisam ser harmoniosas quanto a possibilidade de compartilhar recursos e informações, para tal prevemos a existência de uma interface entre os dois setores a nível de Planejamento. A mesma será realizada entre o Controlador de Investimentos da área de Projetos e o Engenheiro Mecatrônico responsável pelo Planejamento de Manutenção.

Características das Funções e Divisão de Responsabilidades (proposto)

Chefes de Projeto

- Definição das Fases do Projeto
 - Planejamento (Análise de Problemas Potenciais e Programação de Recursos)
 - Acompanhamento
 - Modificações
 - Fechamento e Avaliação
- Contratação de serviços em investimentos (projeto, montagem, equipamentos, materiais)
- Definições de materiais, peças e equipamentos de estoque (sobressalentes)
- Definição da Ficha Técnica do Equipamento.
- Coordenação das Atividades do Controlador de Investimentos

Controlador de Investimentos

- Elaboração e Controle do Plano de Investimentos
- Elaboração do Plano de Controle de cada Projeto (MO, Materiais, Necessidades).
- Cadastro e acompanhamento do avanço dos Projetos.
- Elaboração e análise do Relatório Mensal de Investimentos (Correção e adequação)
- Coordenação de empresas contratadas para serviços em investimentos .
- Análise do Relatório Mensal do Budget de Investimentos Industriais. (Correção e Adequação).

Engenheiro Mecatrônico

- Responsável pela gerência e execução das atividades do Sistema de Gerenciamento da Manutenção.
- Elaboração e Controle do Plano de Melhorias da Engenharia de Manutenção com base nas análises do Sistema de Gerenciamento da Manutenção.
- Elaboração do Planejamento Estratégico da Manutenção da fábrica.
- Acompanhamento e coordenação das atividades do programador de manutenção.
- Elaboração e atualização dos Planos de Manutenção (Preventivo, Preditivo e Lubrificação), conforme estratégia definida.
- Elaboração de Relatórios Gerenciais mensais de análise dos índices de manutenção.
- Elaboração de Relatórios Técnicos propondo modificações e executando-as quando possível com recursos próprios com o objetivo de resolver situações inadequadas nos Equipamentos em função das análises dos eventos de manutenção e do histórico de intervenções dos equipamentos.
- Assessoria e participação efetiva na elaboração de novos projetos, com ênfase no Plano de Manutenção dos novos equipamentos.
- Elaboração de um plano de avaliação de desempenho da equipe de manutenção com objetivo de determinar necessidades de treinamento e conscientização das atividades do Planejamento da Manutenção.
- Coordenação, implantação e adequação de novos procedimentos e normas relacionados as atividades de manutenção da planta. (ISO 9000/ 14000)

Planejador de Manutenção

- Acompanhamento da execução dos Planos de Manutenção
- Programação e treinamento do usuários da manutenção e produção na utilização dos Sistema de Gerenciamento da Manutenção.
- Verificação diária dos Pedidos de Trabalho e das prioridades na geração das Ordens de Serviços
- Acompanhamento dos Pedidos de Compra da Manutenção
- Cadastramento de equipamentos novos e existentes.
- Cadastramento dos Planos de Manutenção(Preventivo, Preditivo e Lubrificação).
- Acompanhamento e reprogramação dos Planos de Manutenção(Agenda)
- Emissão de Relatórios Semanais solicitados pela produção e manutenção e Engenharia.
- Cadastramento e verificação do perfil de cada usuário da manutenção e produção.

Obs: Os demais cargos citados no programa de adequação do Sistema de Manutenção (Divisão Responsabilidades), não sofreram nenhuma alteração, permanecendo como proposto.

Fluxograma Operacional da Manutenção (proposto)

Após as análises realizadas junto ao Cliente da situação problema em parceria com o especialista da área e também após a realização do projeto “piloto” para simular situações e verificar os ajustes necessários, o fluxograma operacional proposto é o modelo que mais se aproximou das necessidades reais e gerenciais do perfil do Cliente.

O objetivo do fluxograma, foi propor uma forma estruturada de organizar a origem e o destino das informações, caracterizando uma maior confiabilidade dos dados gerados e armazenados.

Descrição do fluxograma proposto

O processo inicia-se através da geração de solicitações ou pedidos de trabalho (PT), que poderão ser emitidos tanto pela manutenção como pela produção.

O Emissor do PT deverá avaliar o caráter de urgência de sua solicitação. Se o resultado desta avaliação for “URGENTE”, o receptor do pedido(manutenção), deverá verificar a existência das peças, componentes ou equipamentos reserva para o atendimento deste pedido. Em caso afirmativo o receptor deverá emitir uma Ordem de Serviço(OS) disponibilizando para isso os recursos necessários para sua execução.

Após emissão e execução da OS devidamente registrada no histórico do Sistema de Gerenciamento da Manutenção, a produção e a manutenção deverão avaliar se o serviço executado está satisfatoriamente aceito, no que se refere a sua solicitação. Se caso esta avaliação for positiva, o processo está encerrado e em caso contrário, o processo se reinicia através da geração de um novo PT/PM (Pedido de Trabalho/Pedido de Manutenção).

Retomando o fluxograma no seu início, notou-se que, mesmo sendo de caráter “URGENTE” o PT/PM e o receptor do pedido(manutenção), não encontrar as peças, componentes e nem os equipamentos de reserva para sua execução, o mesmo deverá solicitar através do Sistema de Compras que está integrado ao corporativo(SIEC), um pedido de compra do(s) item (s) faltante(s), para que o mesmo seja adquirido e entregue num prazo aceitável para a execução dos serviços.

Após a aquisição do(s) item(s) solicitado(s), a manutenção executa o serviço seguindo o fluxo de informações acima citado.

Retomando novamente o início do fluxo, verificamos existe uma segunda condição que determina o caráter não urgente deste pedido(PT/PM) ao seu receptor(manutenção), onde o mesmo poderá ser programado já prevendo um reserva de peças, componentes, equipamentos reservas e também a necessidade de mão de obra própria ou de terceiros para a execução deste(s) serviço(s).

A manutenção executará o(s) serviço(s), conforme sua programação, registrando o resultados no histórico do equipamento em questão, sendo também submetido a uma análise dos departamentos de manutenção e produção.

Diagrama de Fluxo Operacional do Sistema de Manutenção (proposto)

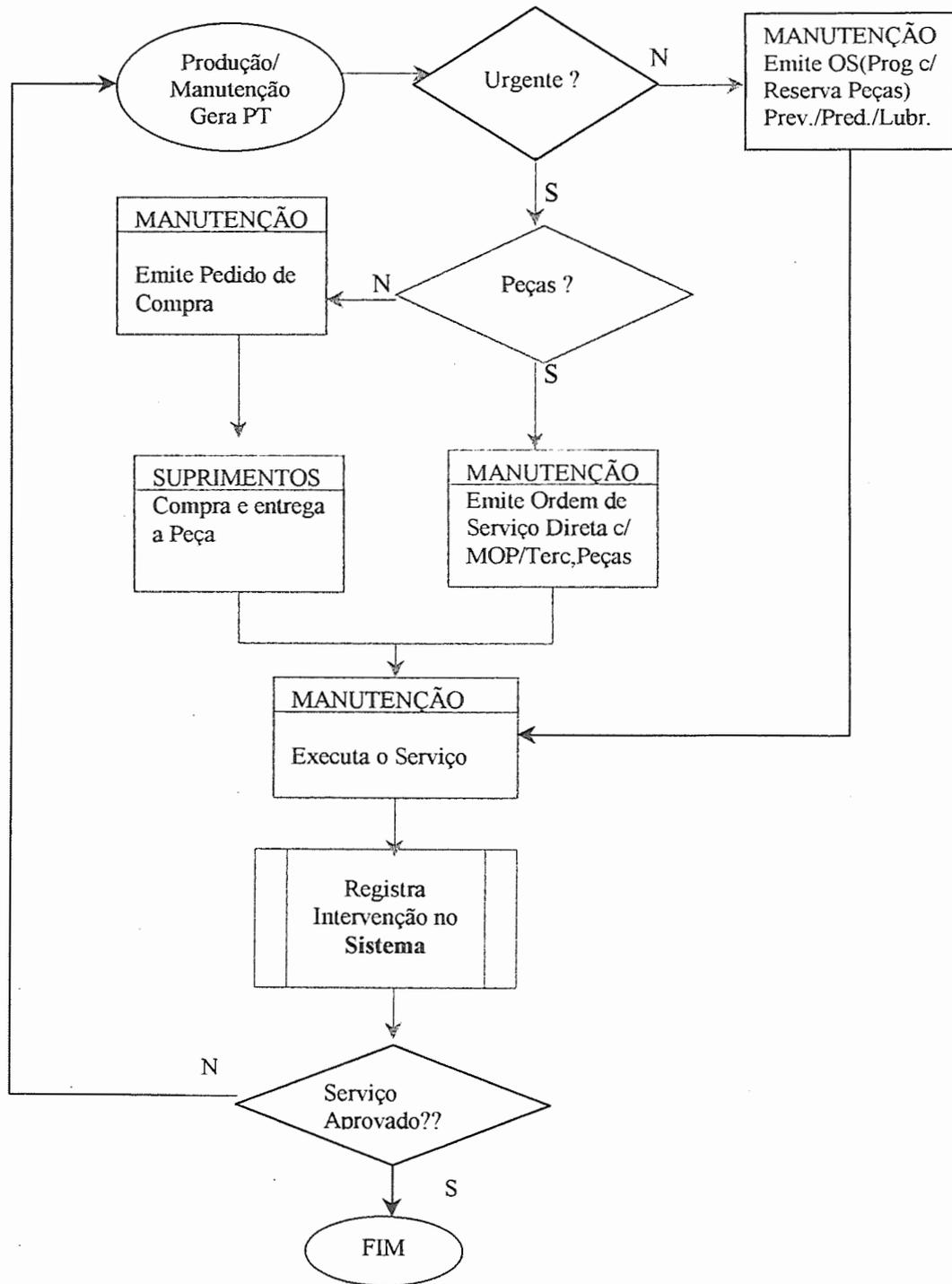
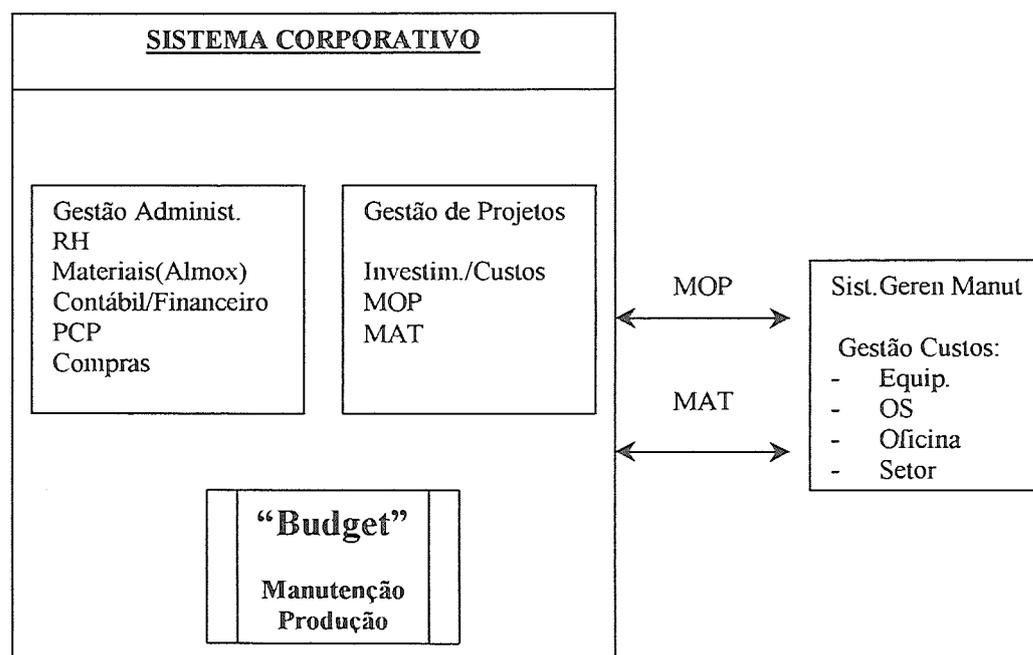


Diagrama de Fluxo Operacional do Sistema Corporativo (proposto)

O projeto “piloto” desta área ainda está em andamento, mas após algumas simulações pode-se concluir o fluxograma abaixo mostrado.



O Sistema Corporativo estando na mesmo ambiente que o Sistema de Gerenciamento da Manutenção, permitirá acesso a navegação dos dados de uma base de dados para a outra, favorecendo a emissão do Relatório de Controle do Budget (Orçamento) da Manutenção e Produção.

As informações terão maior confiabilidade devido ao critério de consistência dos dados existente entre os dois sistemas.

E – Concepção do novo Sistema(viável/desejável)

Nesta serão realizados os ajustes técnicos e comerciais necessários para que a proposta simulada e analisada possa se tornar viável e imediatamente implementada, conforme já analisado no capítulo 5 deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMAN (1995)-Associação Brasileira de Manutenção-*A Situação da Manutenção no Brasil* – Documento Nacional Rio de Janeiro.

ABDUL-NOUR, G. et. al.(1993) - *A reliability based maintenance policy; a case study*. Laboratoire de recherche en productique, Département de génie industriel, Université du Québec à Trois-Rivières - Canada.p.363-366.

ALADON LTD & SQL SYSTEMS (1998) – *Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM2) A pedra angular da Terceira Geração de Gerenciamento de Manutenção*.

ALMEIDA, C.S.;SILVA, J.V.B.(1996) - *A manutenção centrada no cliente* - Manutenção nº 59, p.61-66, Jul/Ago. Editora Abramam.

ALONSO A.;CASTRO C.C. (1997) *Aspectos Gerais de Manutenção de Sistemas Elétricos*. Manutenção e Qualidade Ano 3, número 15, p.15-16.

AZEVEDO, C.(1997) - *Otimização da Manutenção pela Confiabilidade, abordagem sistêmica aplicada à manutenção industrial* - Manutenção nº 65, p.A143-A149, Jul/Out. Editora Abramam.

✓ BACA, B (1997) *A Successful Approach to implementing a CMMS – Defining what the system should manage and planning the implementation are two keys to a successful computerized maintenance management system*. – Sandia National Laboratories.

<http://www.mt-online.com/current/11-97mis.html>

BARRINGER, H.P.(1996) – *Practical Reliability Tools for Refineries and Chemical Plants* In: NPRA Maintenance Conference, Tennessee – USA.

- BATEMAN, J.F.(1995) *Preventive maintenance stand alone manufacturing compared with cellular manufacturing.*
- BELHOT, R.V.(1989). *Introdução à Teoria dos Sistemas.* – Publicação 009/92, Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – USP.
- BELHOT, R.V.; CARDOSO, I.A.P.(1993). *Reflexos da Manutenção no Contexto Global da Organização*, IV Seminário sobre Engenharia, Construção e Manutenção de Equipamentos – ABM 23 a 25 de novembro de 1993. 11p.
- BELHOT, R.V.(1997). *Reflexões e Propostas sobre o “Ensinar Engenharia” para o Século XXI.* Tese (Livre Docência), Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo – USP
- BELOHLAV, J.A (1993). *Quality, Strategy and Competitiveness*, California Management Review, p.55-67.
- BERGAMINI, C.W.(1996). *Imagens da Organização (Mudança)*, São Paulo, Atlas, 421p.
- BERGAMINI, C, W.(1997). *Motivação nas Organizações.* 4.ed. São Paulo, Atlas, 214p.
- BINDER, F.V.(1994). *Sistemas de Apoio à Decisão.* Editora Érica Ltda, 98 p.
- BLANCO, S.S.(1996). *Manutenção Classe Mundial* Manutenção nº 60 p.77-82, Set/Out. Editora Abraman
- BRAIDOTTI JUNIOR, J.W.(1996). *Metodologia de Avaliação da Limpeza, Organização e Segurança de uma Empresa.* II Seminário Paulista de Manutenção da ABRAMAN, Seção Regional V, São Paulo, p.21-40.

BRANCO FILHO, G.(1996). *Dicionário de termos de manutenção confiabilidade e qualidade*, Rio de Janeiro: ABRAMAN, 122p.

BODSBERG, L et. al.(1996). *An overall model for maintenance optimization. SINTEF Safety and Reliability*, 7034 Trondheim, Norway

BOETGER, R.(1996). *Mudanças na Gestão*, Revista Celulose & Papel nº 53 p.8.

BOTOMÉ, S.P.(1997). *Processos comportamentais básicos em metodologia de pesquisa: da delimitação do problema à coleta de dados*. Revista Chronos. Caxias do Sul: Educs.,v.30, n.1, p.43-69, jan/jun.

BUFFA, E.S. & SARIN, R.K. (1987). *Modern Production/ operations management*. New York, John Wiley & Sons.

CAMPBELL, A (1994). *New Information Systems for New Situations*. Computing and Information Systems p.26-31.

CAMPOS, F.C.(1999). *Proposta de Interface Baseada em Conhecimento para Apoio à Gestão da Manutenção de Frotas de Veículos*, Tese (Doutorado), p.247, Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo - USP

CAMPOS, V.F.(1992). *Controle de Qualidade Total* – Fundação Christiano Ottoni, Belo Horizonte.

CARVALHO, L. T.(1995) - *A manutenção na dinâmica das mudanças* - Manutenção nº 55, p.3, Nov/Dez. Editora Abraman

CARVALHO, R.S.N.(1997). *Manutenção Baseada em Confiabilidade (MBC) na Petroflex*. I Seminário Brasileiro de Confiabilidade na Manutenção- Instituto de Engenharia S.Paulo.

CARY, M.S.(1995). *How to become a Quality Person – Quality Progress*.pp.75-78.

CASCONE, N.R.(1992). *Metodologia para análise e otimização da confiabilidade da manutenibilidade e disponibilidade de um processo contínuo de produção*. Campinas. 218p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas.

CHALMERS, S.(1998). *Kaizen Stories – A case for standards* rm12.html(06/04/98)
<http://www.gembaikaizen.com>

CHECKLAND, P.B. (1985). *Systems Thinking, Systems Practice*. Brisbane John Wiley & Sons. Part. II.

CHECKLAND, P.B.; SCHOLE, J.(1990). *Soft Systems Methodology and Action*, 346p. John Wiley & Sons.

✓ COHEN, T.(1995). *Computerized Maintenance Management Systems: How to Match Your Department's Needs With Commercially Available Products*. University of California – Sacramento p.457-468.

CONSTANCE Dyer, Productivity, Inc.(1998). *Autonomous maintenance steps and activities*(15/06/98). <http://www.industry.net/discussions/team1.html>

CONSTANCE Dyer, Productivity, Inc.(1998). *Key TPM strategies*(15/06/98)
<http://www.industry.net/discussions/team1.html>

CONSTANCE Dyer, Productivity, Inc.(1998). *TPM and Product Quality*(15/06/98)
<http://www.industry.net/discussions/team1.html>

CORREIA, H.L.; GIANESI, I.G.N.(1993). *Just in Time, MRP II e OPT – Um enfoque estratégico*. S.Paulo. Editora Atlas S/A p.15 – 55.

- COOPER, B.(1996). *Maintenance Strategy procedures Development and Implementation*. Mining Technology. v.78, p.3-6.
- CROWE, M.(1994). *What is the use of software engineering?*, Computing and Information Systems p.59-64.
- CROWE, M.(1996). *What is the use of Information Systems?*, Computing and Information Systems, p.1-7.
- ✓ CUNHA, P.M.R. ; PIERRI, R.A. (1996). *Manutenção Preditiva*, São Paulo, ABRAMAN (associação brasileira de manutenção).
- DANIELS, R.(1995). *Kaizen: Empowerment in Action* – Circuits Assembly 3p. May.
- DEKKER, R.(1994). *Preventive Maintenance at Opportunities of Restricted Duration* – Vrije Universiteit, Amsterdam, Naval Res. Logistics, vol.44, p.335-353.
- DETECÇÃO *Analítica de Falhas*. (1975). São Paulo, Proação Consultoria, Kepner Tregoe Associada.
- DRAKOS, N.(1994). *Soft Systems Methodology*
http://www.csu.au/ci/vol1/andrew.finegan/section3_2.html
- EAZOR, J.; ROSS, J.A (1995). *Beyond Reengineering: Implementing an Organization for the future* – A Case Study. In: NPRA Annual Meeting. S. Francisco.
- EBY,D.(1998). *What is Kaizen?* deby@imc.com (08 Jun)

ELLENRIEDER, A R.V.; MARTINS, C.M.(1991). *Projeto, Desenvolvimento e Produção de Produtos*, São Paulo, Associação Brasileira de Controle de Qualidade, módulo 4, cap.1, p.303-325.

ELLMANN Y ASOCIADOS (1992). *RCM2 – Reliability Centered Maintenance*.p.3.

EVERDELL, R.(1990). *From lowell to sunyvale: manufacturing in United States – Strategic Manufacturing*. p.20-50.

FILGUEIRAS, L.V.L.(1997). *Aspectos da Confiabilidade Humana*, I Seminário Brasileiro de Confiabilidade na Manutenção. P./113-129.

FONSECA, L.A.N. et.al.(1995). - *Manutenção baseada em confiabilidade a experiência aeronáutica a serviço da industria em geral*.- Manutenção nº 55, p.A1-A8, Nov/Dez. Editora Abraman

FRANCO, S.(1996). *Pessoas e Tecnologia*, Revista Celulose & Papel nº 53, p.12.

FREIHERR, G.(1995). *Competing for quality: How japanese manufacturing principles improved Critikon*. Medical Device & Diagnostic Industry. p.68-113.

GALBRAITH, J.R.; LAWLER III, E.E & Asociados(1995). *Organizando para Competir no Futuro*. Rio de Janeiro, Makron Books. Segunda Parte.

GARGARIAN,G. (1992) *Industrialized Education and Lean Thinking: a gedanken experiment*.

GIURLANI, S.(1996) - *Automação exige nova postura profissional* - Manutenção nº 61, p.15-18, Nov/Dez. editora Abraman

GIURLANI, S.(1998) - *O homem de manutenção*. Manutenção nº 67 p.8-18, Mar/Abr., editora Abraman

GOMES, E.R.(1999). *Curso dos Pilares do TPM – Total Productive Maintenance*. IMC International. JIPM Japan Institute of Plant Maintenance.157p.

GUSMÃO, C.A .(1996) - *Índices de desempenho da manutenção um enfoque prático - Manutenção* nº 57, p.34-37, Mar/Abr. Editora Abraman.

HALL, R.W.(1988). *Excelência na Manufatura* 3.ed São Paulo, 255p.

HAMACHER, E.C.(1996). *A methodology for implementing Total Productive Maintenance in the Comercial Aircraft Industry*(14/06/98)

http://w3.mit.edu/lfin/www/working_papers/1996_Abstracts/hamacher_abstract_1996.html

HAAS, C.; et al.(1995). *Evaluation of New Underground Infrastructure Maintenance Technologies, Journal of Infrastructure Systems*, p.204-213.

HAYES, R.H. et al.(1988). *Dynamic Manufacturing Creating the Learning Organization*. New York, Free Press, 429p.

HELMAN, H. ; ANDERY, P.R.P., (1995). *Análise de Falhas (Aplicação dos métodos FMEA e FTA)*. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni.

HILBERG, G.(1995). *Comprehensive maintenance program ensures reliable operation*. Cogen Technologies Camden Plant, p.27-31.

HOLLICK, L.J.; NELSON G.N.(1995). *Rationalizing scheduled maintenance requirements using reliability centered maintenance. A Canadiam Air Force Perspective*. Annual Reliability and Maintainability Symposium IEEE, Washington pp.11-17.

HYPER Reality Productions(1998). *Successfully installing a customized TPM program in your plant.* (15/06/98) <http://www.TPM-Institute.com/seminaroutline.html>

IMAI, M.(1992). *Kaizen a Estratégia para o Sucesso Competitivo* – Instituto IMAN

JAHN, R.G.; DUNNE, B.J.(1998). *Science of the Subjective.* Princeton University.
<http://www.jse.com/jahn/1.html>

✓ JONES, R.(1994). *Computer-Aided Maintenance Management Systems*, MCP Management Consultants, p.189-192.

JONES, E.K.(1997). *Assessing Maintenance Performance.* Dupont Co., Rohm and Haas Co. p.1-8.

<http://www.mt-online.com/current/11-97mm.html>

KAIZEN: *Building Competitive Organizations*(1998)(06/04/98)

KELLY, A. ; HARRIS, M.J. (1980). *Administração da Manutenção Industrial*, Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Petróleo.

LAAKSO, K. (1996). *Assessing the effectiveness of a maintenance program.* EuroMaintenance96 21-23 May, Conpenhagen. 11p.

LÄMMERT, E (1994) *O que fazer com tanto conhecimento*, Instituto de Estudos Avançados da Universidade de S.Paulo – USP.

LATINO, C.J.,(1998). *Defining & Achieving the Reliability Culture.* *Hydrocarbon Processing 3rd International Conference on Improving Reliability in Petroleum Refineries and Chemical Plants.* p.1-18.

<http://www.maintenanceresources.com/ReferenceLibrary/FailureAnalisys/Defining.htm>

- LEVITT, T.(1991) *Gerência e Conhecimento*, Editora Campus, Rio de Janeiro, p.2
- LÉVY, P. (1993) *As tecnologias da Inteligência – O futuro do Pensamento na Era da Informática*, Coleção Trans, Editora 34. Rio de Janeiro.
- LEWIS, B.T. ; PEARSON, W.W. (1965). *Manual de Manutenção Preventiva*. 1.ed. Rio de Janeiro, DENISA.
- LIMA, J.G.S.(1992). *Organização da Manutenção em Empresas de Transportes*. São Paulo.190p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica - Universidade de São Paulo.
- LIN, T; TITMUSS, D.(1995). *Critical component reliability and preventive maintenance improvement to reduce machine downtime*. 17th International Conference on computers and industrial engineering pp.21-23.
- LOVELOCK, C.H.(1992). *Managing Services*. New Jersey, Prentice Hall International Editions Part I, p.20.
- MCCRORY, P.J.(1995). *Selecting the right maintenance techniques end management strategies for your company* APMI.
- MANUTENÇÃO Preventiva e Preditiva (1995). Campinas, Unicamp/FEM.
- MARTINS, R.A. (1993). *Flexibilidade e integração no novo paradigma produtivo mundial*. São Carlos. 137p Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- MARTORELL, S.; et al.(1995). *An approach to integrating surveillance and maintenance tasks to prevent the dominant failure of critical components*. Reliability Engineering and Systems Safety, p.179-187. Printed in Northern Ireland.

- MARTORELL, S; et al.(1996) - *Age-Dependent Models for Evaluating Risks & Costs of Surveillance & Maintenance of Components*. P.433-441.Universidad Politécnica da Valencia, Spain
- MIRSHAWKA, V. (1993). *Manutenção - Combate aos Custos da Não-Eficácia - A vez do Brasil*. Makron Books. Cap.1, p. 14-19.
- MONDEN, Y.(1984). *Sistema Toyota de Produção*. São Paulo, 141p. IMAN.
- MONCHY, F. (1989) *A Função Manutenção*. São Paulo, Editora DURBAN Ltda./EBRAS Editora Brasileira Ltda.
- MOREIRA, D.A(1993). *Introdução à Administração da Produção e Operações – FEA – Universidade de São Paulo – USP – São Paulo*.
- MOUBRAY, J.(1992). *Reliability-Centered Maintenance*, Industrial Pressing INC, 336p.
- MOUBRAY, J.(1996). *Introdução à Reliability Centred Maintenance*. Aladon, Inglaterra.
- MOUBRAY, J.(1999) - *Maintenance Management - A new Paradigm*
<http://www.aladon.co.uk/p13.html>
- MOURA, F.P.(1996) - *A manutenção produtiva total ou manutenção da produtividade total?* - Manutenção nº 59, p.67-71, Jul/Ago. Editora Abraman.
- MUKHERJEE, B.N.(1988). *Evaluation of Maintenance effectiveness in continuous Process Plant*. Journal of the Institution of. Engineers – India.
- MUSA, E.V.(1996). *Mudanças na Gestão Empresarial*, Revista Celulose & Papel n.º53, p.8.

✓ NAGAO, S.K.(1998) *Manutenção Industrial – Análise e Diagnóstico e propostas de melhoria de performance em indústrias de processo*.S.Paulo (219) Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de S.Paulo – USP.

NAJJAR, E.R.(1995). *Administração Participativa*. Escola de propaganda e marketing ESPM, p.34-35.

NAKAJIMA, S.(1989).. *Introdução ao TPM(Total Productive Maintenance) – IMC Internacional Sistemas Educativos. Ltda.*

NEFF, S.E.(1998). *Manufactures embracing TPM in effort to lower maintenance costs*(15/06/98). <http://www.industry.net/discussions/team1.html>

NEFF, S.E.(1998).*Implementing TPM requires commitment and a clear understanding of. Your goals.*(14/06/98). <http://www.industry.net/discussions/team1.html>

OLESEN, T.B.; VEDEL, M.(1996). *Implementing Modern Maintenance Philosophies in Connection with Computerised asset Management and Maintenance Systems (CAMMS)*, EuroMaintenance96, 21-23 May, Conpenhagen.

OHNO, T.(1988). *Just in time for today and tomorrow*, Cambridge, Mass. Productivity Press, 145p.

OPTIMAL MAINTENANCE - DREAM OR REALITY?

<http://www.zip.com.au/~datateam/INDEX.HTM> (17/08/98)

PALLEROSI, C.A (1993). *Apostila do curso de confiabilidade em sistemas mecânicos – Faculdade de Engenharia Mecânica – UNICAMP.*

- ✓ PARDOE, B.L. (1998) *CMMS Failure is Not na Option – Helpful information for getting a failing CMMS implementation projectback on track.* – Enterprise Management Systems.
<http://www.mt-online.com/current/04-98mis.html>
- ✓ PARKER, B.D.(1998) *Why CMMS Implementations Fail* - MCI Systemhouse Corp.
<http://www.mt-online.com/current/09-98mis.html>
- ✓ PHILLIPPI, N.(1997). *Evaluating Maintenance Information Management Systems.* HSB Reliability Technologies p.1-4.
<http://www.mt-online.com/current/4-97mis.html>
- PRADHAN, S.(1994). *Maintenance Strategies for Greater Avaibility Hydrocarbon Processing*, p.51-54.
- RABELO R.(1994). *Kaizen a moda brasileira.* Qualidade Total p.10-11 julho.
- RELIABILITY-CENTRED MAINTENANCE
<http://www.maxhon.com.hk/serv01.html>
- REYS, M.A. (1995) *Determinação de Critérios para a escolha de metodologias de manutenção.* Campinas, 134 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Departamento de Projeto Mecânico, Universidade Estadual de Campinas.
- RIBEIRO, H.(1994). *5S A base para a Qualidade Total* – Casa da Qualidade 115p.
- RICHET, D. et al.(1995). *Application of Reliability centred maintenance in foundry sector.* Control Eng. Practice vol.3 n°7 pp.1029-1034.
- RODRIGUES, R.S. (1985). *Confiabilidade e Controle de Qualidade.* Cap. 1, p.1-18

SAE (1995)-Society of Automotive Engineers & National Center for Manufacturing Sciences, INC. *Confiabilidade e Manutenibilidade para Máquinas e Equipamentos de Produção*.

SALES, N.P (1997). *Gerenciamento da Manutenção: Um novo paradigma*. I Seminário Brasileiro de Confiabilidade na Manutenção – Instituto de Engenharia S.Paulo.

SEMAPI (1998). *Manual de treinamento do Sistema MANTec*, 180p. Semapi Sistemas Ltda.

SCHJOLBERG P.; HUNSTAD, S. (1996). *Application of Maintenance Indicators in Maintenance Management*, EuroMaintenance96, 21-23 May, Conpenhagen.

SCHONBERGER, R.P.(1984). *Técnicas Industrias Japonesas: Nove Lições Ocultas sobre simplicidade*. São Paulo, Pioneira, 309p.

SENGE, P.M. (1990). *A Quinta Disciplina*, S.Paulo. Editora Best Seller Ltda. Cap.5.

SHRIEVE, P.(1994). *Condition Monitoring – a step by step approach*, Acoustic Technology Ltd, Condition Monitoring Division, p.11-13.

SILVA, J.M.(1994). *5S O ambiente da Qualidade* – Fundação Christiano Ottoni 160p – Editora Lítera Maciel.

SILVA, M.J.(1996). *O desafio do gerenciamento do futuro: Pessoas e Tecnologia*. Papel e Celulose nº 53.

SIQUEIRA, K.T. (1996) - *Crítérios para escolha de um sistema de gerenciamento da manutenção*. Manutenção nº 57 p.29-33. Editora Abraman.

SITE DESIGN MIOS LTD (1998)

<http://www.mios.com/>

SUMANTH, D.J. ; RECKFORD, S.J.(1992) *A power plant maintenance worker productivity process*, p.54 – 57, Industrial Engineering October 92.

TAKAHASHI, Y ; OSADA, T. (1993) *TPM/MPT - Manutenção Produtiva Total*. São Paulo, Instituto IMAM.

TALAVAGE, J.; HANNAN, R.G.(1988). *Flexible Manufacturing systems in practice applications, design and simulation*. New York, Marcel Dekker, INC, 358p.

TAPSCOTT, D; CASTON, A.(1995). *Mudança de Paradigma*. S.Paulo, Makron Books. Cap.12.

TOLEDO, J.C.; TRUZZI, OM.S; FERRO, J.R.(1993). *Algumas características básicas da indústria de processo contínuo: conceituação, tecnologia, trabalho, economia e mão de obra*.p.4-31.

TPM's Eight Fundamental Development Activities(1998) 14/06/98.

<http://www.industry.net/discussions/team1.html>

VALDEZ - FLORES, C.; FELDMAN, R.M.(1989). *A survey of preventive maintenance model for stochastically deteriorating single-unit systems*. Naval Res.Log., vol.36, p.419-446.

VERRY, L.A (1995). *Gerenciamento pela Qualidade Total na Manutenção Industrial: Aplicação prática*. Campinas 211p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação. Universidade Estadual de Campinas.

VIANNA, L.P.(1994) - *Obsolescência Programada: Um benefício da manutenção do primeiro mundo*. - Manutenção nº 50, p.38-45, Set/Out. Editora Abramam.

VIANNA, L.P.(1996). Manutenção no século XXI: Reciclar ou Desaparecer, II Seminário Paulista de Manutenção da ABRAMAN, p.11-19.

VIEIRA, M.G.(1991). Introdução à Manutenção. Publ.EESC-USP M.017/92, S.Carlos, 15p.

VINEYARD, M.L. ; MEREDITH, J.R.(1992). *Effect of Maintenance policies on FMS failures*. Int.J.Prod. Res., vol 30 nº 11, 2647-2657.

WARIHAY, F.D.(1997). *Increased productivity with a reduced workforce*. Take Charge Consultants, Inc, p.1-3, Pennsylvania.USA.

<http://www.plantservices.com/protected/ps1197/man.shtml>

WILD, R. (1980). *Operations Management a Policy Framework*. Oxford, Pergamon Press Ltd. P.7-26.

WILLMOTT, P.(1998). *Total Productive Maintenance (TPM)*. (15/06/98).

<http://www.industry.net/discussions/team1.html>

WOMACK, J.P. et al.(1992). *A máquina que mudou o mundo*, 2ed. Rio de Janeiro, Campus, 347p.

ZEN, M.AG(1996). *O Engenheiro de Manutenção*. Contribuição Técnica ao 2º Seminário Paulista de Manutenção da ABRAMAN Seção regional 5 S.Paulo 29 a 30 de agosto.

ZEN, M.AG.(1997). *Metodologia para estruturação de uma equipe de manutenção*. Contribuição Técnica ao Curso de Gerenciamento da Manutenção na Faculdade FEI-IECAT.p.1-16.

ZEN, M.AG.(1996). *Operação + Planejamento + Manutenção + Recursos Humanos = Produção*. Contribuição Técnica ao XIII Congresso Brasileiro de Manutenção.

APÊNDICE A

ENTREVISTAS REALIZADAS NAS EMPRESAS

[fonte: Anhesine (1998)]

Entrevista realizada com consultores e gerentes de manutenção de empresas do setor químico, alimentício, metalúrgico, papel e celulose e automotivo.

A entrevista foi dividida em 7 questões básicas.

1-) Faça um comentário sobre a evolução do Depto. de Manutenção de sua empresa. *Desde sua chegada até os dias de hoje.*

2-) Quais foram as principais metas a serem atingidas pelo Depto. e quais foram as principais medidas tomadas para que se atingisse tal objetivo? *Melhorias de engenharia, de processo operacional, de lay-out, treinamento, perfil do profissional.*

3-) Existiu alguma reestruturação organizacional interna, a nível da manutenção e da empresa? *Citar fluxo operacional inicial.*

4-) Existiu alguma variável de mercado que influenciou as metas a serem atingidas. Se existiu quais foram elas? *Dificuldades de MOP, Materiais, Fornecedores*

5-) Quais foram os investimentos e prioridades ligadas a cada uma das mudanças (cronologia da evolução) ? *Desenvolver uma evolução ao longo do tempo*

6-) O que se tentou e não deu certo? *(Comentar as tentativas de reestruturação que não deram certo e explicar o porque deste impedimento)*

7-) Faça um comentário sobre as novas metodologias de manutenção e de exemplos sobre atual metodologia em implantação em sua empresa? (Kaizen, 5S, TPM, RCM2).

Entrevista com o Eng. Milton A. Zen da Mercedes Benz do Brasil

1-) A minha vinda para fábrica de eixos resultou de uma atividade de “Job Rotation” realizada durante os mês de maio de 1995, e efetivando-se em 5 de junho de 95. O motivo desse “Job Rotation” seria a implantação da metodologia de manutenção implantada na área de fabricação de cabinas precisamente no departamento de manutenção.

Esse “Job Rotation” fez com que a chefia anterior da fabrica de eixos passasse a assumir a fabrica de cabinas que já tinha o processo implementado e a minha chegada na fábrica de eixos seria com o princípio de implantar a nova metodologia.

2-) Com relação as principais metas, uma delas seria sem dúvida a redução do volume de horas paradas de máquina que em 1995 a média girava em torno de 27.000 horas onde a disponibilidade de máquina estava variando de 94.2 a 94.3%, sendo que atualmente a média de horas paradas mensal está em torno de 4300 a 4400 horas elevando o índice de disponibilidade de equipamentos para 98.7%.

Uma outra meta que foi atingida com sucesso, foi justamente o desenvolvimento do profissional com relação ao aspecto humano, sendo este aspecto trabalhado a nível de liderança, com o objetivo de desenvolver o “eu interno” do profissional para que fosse possível o desenvolvimento da qualidade total na empresa com enfoque na manutenção.

Desse forma se buscava não só uma melhoria do profissional ser humano com relação a ele mesmo, mas também uma relação “família” que por consequência resultaria numa relação de transformação do ambiente de trabalho.

Foram também reestruturadas os cursos voltados para a área de mecânica e eletro-eletrônica. A atividade de mecânica especialidade lubrificação passo a ter seus cursos estruturados e acompanhados pelo cliente, ou seja, nós em relação a atividade de treinamento prestadora de serviço, onde foram fechados todos os cursos básicos para mecânica e hidráulica de lubrificação.

Toda atividade eletro-eletrônica foi estruturada em conjunto com a SIEMENS, formando um pacote de treinamento de cerca de 380-400 horas anuais, onde uma boa

parte de nossos técnicos especializados em eletro-eletrônica vem passando por este processo.

Outro item que foi bastante trabalhado e que também tínhamos como meta, foi a transformação ou modificação da imagem que o homem de manutenção tinha em relação aos seus clientes e também a imagem que os próprios clientes faziam do homem de manutenção.

Há três anos atrás a imagem do homem de manutenção era muito ruim, inclusive sendo taxado por alguns de incompetente em função dos serviços executados para o cliente.

Atualmente esta imagem mudou para melhor, havendo também uma reestruturação por parte do cliente, apesar de termos o conhecimento de que não somos uma excelente equipe, mas estamos buscando esse nível junto ao cliente.

Com o passar do tempo fazemos pesquisas junto ao cliente, para que o mesmo possa opinar se os serviços prestados pelo homem de manutenção estão satisfazendo a contento suas expectativas.

3-) Com relação a reestruturação organizacional interna, aconteceu em 1992, quando a fábrica foi segmentada em unidades fabris, onde passamos de unidades funcionais para unidades de processo e os processos foram divididos em tres áreas:

- Fábrica de Motores
- Fábrica de Eixos
- Fábrica de Montagem de Veículos.

Cada uma destas unidades passou a contar com atividades de manutenção, a partir do momento que a estrutura de engenharia de manutenção passou a fazer parte da estrutura da área técnica, voltada a área de produção.

A reorganização dentro das áreas de manutenção também aconteceu partindo-se de um princípio que nós precisávamos sair de uma situação de manutenção corretiva e partir para o princípio de manutenção preventiva, e desta forma foram implantados os trabalhos de manutenção preditiva, que na realidade não deixa de ser uma manutenção planejada.

4-) Em primeiro lugar o que nos influenciou basicamente a mudar rapidamente a nossa estratégia foi justamente os resultados que a empresa como um todo vinha obtendo no mercado.

O volume e o nível de concorrência cresceu e muito levando a empresa a possuir 73% do mercado de ônibus, onde hoje produzimos o chassi e as plataformas e estávamos com 53% do mercado de caminhões.

Atualmente estamos com 40% do mercado de caminhões porque entraram novos concorrentes como a GMC, Fiat, Scania, Ford e a própria VW, com uma fábrica instalada em Resende. Desta forma o mercado obrigou a Mercedes Benz a agir rapidamente e fazer modificações para que as mudanças pudessem ser implementadas de forma eficaz, como por exemplo a implantação da metodologia Kaizen e 5S e atualmente estamos implantando a metodologia TPM, a qual esperamos estar com todo o processo concluído até o ano 2001.

Com relação as dificuldade de mão de obra própria, através de uma pesquisa interna, detectamos que tínhamos um razoável número de funcionários que ainda não tinham o segundo grau completo e a Diretoria determinou que até o ano 2000 não trabalharão mais na Mercedes funcionários que não tenham o segundo grau completo.

Com relação aos materiais dos fornecedores, os mesmos estão sendo trabalhados junto aos próprios fornecedores, principalmente os grandes fornecedores , devido as alterações a serem executadas na linha de produção com a utilização de materiais mais modernos e atualizados.

Este trabalho inclui visitas aos fornecedores para mostrar aos mesmos o que mudou em nossa linha de montagem em função das metodologias implantadas em nossa empresa, como por exemplo o Kaizen que determina um processo de melhoria contínua da produção, Kanban e Just in time , com objetivo de reduzir os estoques da empresas obrigando aos fornecedores a se adaptarem as estas mudanças de tal forma a colocarem os materiais dentro da empresa de uma forma mais rápida eficiente.

Há tres anos atrás possuíamos no estoque 3400 eixos estocados entre dianteiros e traseiros e hoje temos cerca de 160-200 eixos entre os dois tipos. Nos últimos 4 anos tivemos uma redução do volume de estoque de cerca de US\$ 48.000.000,00 (quarenta e oito milhões de dólares), ficando hoje apenas com US\$ 17.000.000,00(dezessete milhões de dólares)

5-) Os investimentos que foram realizados dentro da Mercedes Benz do Brasil nos últimos anos tem sido basicamente voltados a desenvolvimentos de novas tecnologias.

A atividade de desenvolvimento para nós foi uma atividade bastante forte e bastante necessária, em função da competitividade do mercado.

Nós estávamos sem muita agilidade em função do nosso parque fabril não estar devidamente adequado as funções e objetivos da produção e desta forma os equipamentos que não mais atendiam as nossas expectativas, foram desativados, permitindo desta forma ganhos astronômicos em termos de área e volume de peças.

Com relação as prioridades ligadas a estas mudanças, a que teve de maior importância foi a realização do Kaizen, sendo sem dúvida a maior prioridade da empresa, levada a nível de Diretoria e cobrada diariamente, que em função disso gerou muitas alterações e modificações de comportamento na prática. A metodologia Kaizen foi implementada a partir do “Chão de fábrica” passando pela área de projeto, produto e manutenção da empresa.

Atualmente a figura do Kaizen dentro das principais empresas a nível mundial que tem desenvolvido o Kaizen, a Mercedes Benz do Brasil é a que mais se destaca em termos de realização de Kaizen e essa informação é da própria consultoria Kaisen.

6-) Dentro da reestruturação Organizacional a nível de empresa, nós tivemos algumas falhas eventuais que na época não se detectaram como sendo falhas no mesmo sentido que ocorreu na reengenharia.

A Mercedes Benz também passou por um excesso de reengenharia, onde houve eventualmente ocorreram os “cortes de cabeças”, que provavelmente não teria ocorrido se fosse nos dias de hoje. Dessa forma, acabou trazendo mais transtornos do que benefício a estrutura da empresa.

Neste caso a reengenharia se fosse realizada de uma forma melhor estruturada ou até mesmo melhor pensada, ou seja, com as bases estruturais de hoje, com certeza não teríamos cometido as falhas que cometemos no passado, mas na época não se entendiam como falhas e sim o naquele momento se tornou a nível de consenso como sendo o melhor caminho a ser tomado.

Dentro das atividades de manutenção basicamente tudo aquilo que nós tentamos implantar, tínhamos a certeza da possibilidade da implantação, ou seja, nós estávamos embasados na opinião do cliente e a partir do momento que voce houve a opinião do cliente voce cria a possibilidade ainda maior de fazer com que as coisas deem certo, principalmente quando se trabalha em conjunto com o cliente.

A atividade que eventualmente deixou de ser mais produtiva e inclusive voltamos atrás, foi quando tomamos a decisão de implantar o processo de “postos avançados” no período noturno, porque nos dividimos inicialmente toda a atividade da manutenção nos 2 turnos de trabalho. Estes postos avançados possuíam equipes de multifunção, com homens de lubrificação, mecânicos, eletricitas e ferramenteiros e etc.

No turno B a equipe acabou demonstrando menos agilidade do que no turno A, em função do menor número de máquinas em operação. Desta forma o trabalho estava desigualmente distribuído, fazendo com que o homem de manutenção ficasse improdutivo levando mesmo a desmotivação do funcionário.

Em função disto retrocedemos um pouco passando a ter no turno B uma equipe centralizada, onde todas as solicitações de ordem de serviços que eram geradas pelo homem de produção pudesse cair exatamente no posto avançado de manutenção, que desta forma poderia posicionar melhor a equipe, se tornando mais objetiva e produtiva do que era anteriormente.

7-) Como já foi dito o Kaizen foi implantado em meados de 93/94, com forte posicionamento por parte da Diretoria da empresa que em função disso acabou implantando também o 5S unindo as duas metodologias em uma só. Diante desta situação optamos também para a implantação da metodologia TPM, com o objetivo de eliminar os últimos níveis de “gordura” que possivelmente concluiremos até o ano 2001.

Atualmente a empresa já está iniciando os projetos para a implantação de mais uma metodologia de manutenção, ainda como um projeto piloto em direção ao RCM, ou seja, manutenção centrada na confiabilidade, em parceria com algumas empresas de consultoria na área.

É intenção da Mercedes Benz do Brasil dentro da figura do TPM implantar a metodologia RCM como sendo um dos tópicos para a determinação para a aquisição e compra de máquinas e equipamentos novos para a empresa.

Desta forma pretendemos controlar os equipamentos desde do momento do nacedouro do projeto da máquina até o momento em que o mesmo passa a ser um bem patrimonial da empresa a que se destina.

Entrevista com Eng. Fernando Celso de Godoy (Celpav- Florestal)

Pergunta n. 1

R. Entrei na empresa em 1990 na época em que se dedicava mais basicamente a civicultura, a empresa estava ainda em formação e os tratores eram basicamente de civicultura, fui contratado para cuidar de uma área de campo e de uma oficina montada onde tinha chefe de departamento.

Na área de campo deveria Ter toda uma estrutura montada com oficinas móveis e todo o maquinário porque era a intenção da empresa ter tudo próprio, ou seja, desde o corte da madeira até a entrega na fábrica. Nessa época não foi difícil fazer um bom trabalho porque a manutenção era muito deficitária, com minha experiência em usina açucareira, a manutenção não é muito diferente. Não existiam planos de manutenção ficando a critério do operador fazer as intervenções cabíveis. Desta forma implantamos as corretivas e as preventiva programadas, trazendo uma disponibilidade muito maior do equipamento no campo.

Após tres anos a visão da empresa mudou e nós começamos a pensar em terceirização, e desta forma foi feito um trabalho de re-engenharia assumindo eu a chefia do depto. e assim começamos a terceirizar a oficina que possuía serviços especiais, começaram a ser entregues a especialistas da área, como funilaria, pintura e montagem de motores, começamos a trabalhar naquilo em que nós éramos bons na execução como atendimento de campo e oficina, com isso começamos a diminuir o tamanho de nossa oficina e depois acabamos terceirizando a parte de manutenção veicular (caminhões) ficando exclusivamente com a parte de manutenção de campo.

Pergunta 2

R. As principais metas cobradas do depto. era a disponibilidade de máquina, quando nós partimos para a manutenção exclusivamente de campo e também através do processo de re-engenharia, a operação também passou a cuidar da manutenção, fazendo com que aquele desencontro entre operação e manutenção deixasse de existir.

O próprio chefe operacional passou a ter mais cuidado com o equipamento e com isso nós começamos a melhorar a qualidade do operador que também começou a fazer pequenas manutenções, melhorar a qualidade do lubrificador, do mecânico e gente que cuidava mais especificamente da parte de manutenção, passamos a ser um área de apoio técnico, sendo treinados para isso e também com a implantação de um novo "software" para desenvolver este apoio técnico melhor sendo bem mais técnicos do que já éramos. Implantando a manutenção preditiva, manutenção baseada em confiabilidade análises de óleo e paradas programadas, TPM e etc.

Pergunta 3

Existiu sim, contávamos com 75 funcionários na área de manutenção, com a primeira reestruturação este número caiu para 54 e com a terceirização na parte de caminhões e veículos leves e alguns serviços menores este contingente passou para 25 pessoas e também com a reestruturação da própria empresa passando a operação a cuidar da manutenção também, este pessoal passou para a manutenção e ficou uma parte da manutenção exclusivamente de apoio técnico. Hoje desenvolvendo este trabalho de detecção de problemas as falhas passaram a ocorrer com menor frequência.

Pergunta 4

Existiu sim, primeiramente existiu aquela grande onda de terceirização que começou a mudar os rumos da manutenção e então esta já foi a primeira dificuldade.

Tivemos dificuldade em encontrar bons parceiros e com isso a manutenção ficou algumas vezes deficitária e no caso de mão de obra própria não foi problema encontrar no começo, porque nos estávamos numa região de muita usina açucareira.

A parte de materiais é que foi o maior problema, porque nós tínhamos uma série de máquinas tratores de civicultura que foram sendo desativados, sendo que a própria fábrica deste tratores teve problemas, não mais a facilidade de se encontrar as peças necessárias para a manutenção.

Depois vieram o maquinário importado que começou a entrar no Brasil sem a estrutura necessária, começamos também a sentir a dificuldade em peças de reposição principalmente algumas peças específicas, onde tínhamos que fazer algumas modificações, algumas medidas que tornavam inviáveis fazendo com que as máquinas trabalhassem por pouco tempo em condições mais precárias até a estruturação dessas empresas, sendo que hoje ainda trabalha assim mas nós estamos firmando contrato com essas empresas e elas tem nos oferecido uma maior quantidade de peças em melhor condição, peças em consiguinação e montaram também uma estrutura para nos atender melhor, inclusive com pessoal qualificado dentro de nossa empresa.

Com relação a terceirização no início foi bom começamos a passar principalmente na área, montagem de motores, fazíamos tudo em casa, mas não tínhamos garantia deste serviços que a própria montadora da retífica nos dá, sendo que se nós montássemos no caso de haver qualquer problema o risco era todo nosso. A partir do momento em que passamos a trabalhar diretamente com a retífica nós começamos a Ter outros benefícios além da garantia que a empresa nos dava, efetuando serviços até a retirada do motor do veículo para nossa empresa e montagem sem custo adicional, havendo desta forma uma maior redução de custo nesta área, isto também ocorria com a parte hidráulica, ganhando garantia dos equipamentos e considerável redução de custo. Na funilaria tínhamos pessoas ociosas, esperando que alguma coisa acontecesse para que se tivesse serviços e a partir do momento que se terceirizou deixou de existir esta ociosidade dentro da oficina.

Pergunta 5

Nós tivemos aqui 2 fases distintas, primeira a evolução de uma parte genética do material, com o desenvolvimento de novas plantas e de clones conseqüentemente uma floresta muito melhor, sendo obrigados a partir para um modelo de máquina que atendesse essas especificações que a floresta estava querendo, havendo uma mudança

radical. Antes se fazia um plantio como se plantasse uma cultura normal, ou seja, tendo que se fazer preparo de solo adubação e outras técnicas adicionais e com a vinda deste material genético, isto deixou de ser feito com mais ganho, fazendo com que o corte deixasse de determinadas máquinas para o preparo do solo (maquinário pesado), quando precisamos de alguma coisa especial, contratamos terceiros para a realização destes serviços.

Resolvemos investir na parte de colheita mecanizada e aí começou-se a comprar equipamentos mecanizados de muito mais produtividade com custo mais baixo que o corte manual, sendo este um investimento grande que está sendo feito até agora, estando previsto até o ano 2000. Todo o corte e colheita será mecanizado.

Comentários sobre as metodologias implantadas

A empresa optou em implantar o TPM, mas a florestal primeiramente partiu para o 5S, que passaria a ser o alicerce para a implantação da metodologia TPM.

Houve grande dedicação aos treinamentos nas duas metodologias. Na florestal o TPM foi implantado através da utilização de algumas ferramentas devido a diversidade do setor. As ferramentas mais utilizadas passou a ser a Matriz de Habilidades, Reuniões de Pequenos Grupos e também a Lição Ponto a Ponto. Atualmente estamos trabalhando somente com as Reuniões de Pequenos Grupos, transformando esta reunião como se fosse uma "etiquetagem" que é feita na indústria hoje. Como existem dificuldades de manter o equipamento com etiquetas nós fazemos reuniões semanais onde são detectados os problemas e para esses problemas são determinadas datas para que os mesmos sejam resolvidos.

Na data citada acima são realizadas espécies de auditorias para verificar se tais problemas apontados em reuniões anteriores foram resolvidos, ou se não foram resolvidos, analisar os motivos pelo qual o problema não foi abordado como deveria e desta forma é possível avaliar o desempenho do pessoal de campo, tanto da manutenção como também da produção.

O resultado disto é possível verificar através dos valores de máquina disponível e também em relação a produtividade alcançada pelo equipamento (Feller Buncher) do corte mecanizado antes e após a implementação das metodologias.

A metodologia TPM contribui sobremaneira para estes resultados, porque faz com que o próprio operador do equipamento no campo faça pequenas manutenções evitando uma súbita parada da máquina durante o período de produção.

Alguns itens que compõe estas manutenções são por exemplo fixação de parafusos, suportes, troca de lâmpadas e conseqüentemente alguns itens de conservação e limpeza do equipamento que também são levados em consideração.

Diante dos resultados alcançados o setor está ampliando esta metodologia para outros equipamentos da frota, devido a demonstração de confiança da área de operação/produção em relação ao programa implantado.

Inicialmente como já tínhamos um sistema informatizado, e praticamente estas metodologias já estavam em andamento e em fase de implementação, ou seja, os funcionários já estavam acostumados a preencher os formulários que eram enviados ao campo e do campo para base central de planejamento da manutenção, mas conforme pode-se observar estas informações não eram completamente confiáveis.

Com a entrada das novas metodologias 5S e TPM, foi possível melhorar a qualidade da informação e conseqüentemente avaliar e analisar o histórico das informações que o próprio sistema estava gerenciando e desta forma acabou melhorando o planejamento das manutenções preventivas que eram enviadas ao campo.

Observamos também que estes sistemas contribuem substancialmente no controle das atividades, dando prioridade aos serviços e até mesmos alfabetizando boa parte dos funcionários de baixa escolaridade e até mesmo conscientizando o mesmo que o retorno das informações bem detalhadas garante melhorias no seu próprio serviço, ou seja, valorizando sua mão de obra ou a prestação de serviços.

Comentários sobre sistemas de informações da empresa.

Nós já tínhamos um "software" instalado antes das metodologias serem implantadas, sendo o mesmo muito forte na área de controle de lubrificação, deixando muito a desejar na área de manutenção de oficinas, ou seja, no controle de gestão e planejamento destas áreas.

Com a reestruturação da empresa, foi adquirido um novo pacote que tinha por objetivo integrar todo o ambiente contábil-financeiro da empresa, inclusive as áreas de

manutenção da indústria e florestal.

Este sistema irá funcionar via satélite integrando não só a unidade de Luiz Antonio, mas também todas as 6 empresas do grupo VCP no Brasil. No caso da manutenção a indústria adquiriu outro Sistema que integrado ao Sistema contábil-financeiro da empresa irá trazer uma significativa agilidade nas informações ganhando com isso uma maior facilidade aliada a confiabilidade das informações gerenciais de cada setor da empresa.

A unidade florestal da empresa tem como meta através da facilidade acima citada, implantar a manutenção preditiva nas máquinas de campo, para as mesmas venham a parar o menos possível. Desta forma, temos como objetivo tornar 80 % da manutenção executada atualmente em manutenção planejada, como primeiro passo e em segundo chegar aos 100%, acreditando nos subsídios que o novo sistema nos fornecerá.

Entrevista com Eng. Antonio Roberto Gaban(Citrosuco Paulista S/A e Skam Indústria e Comercio Ltda.)

1. Iniciei minha atuação na função manutenção em 1973, na indústria de auto peças, na Indústria e Comércio BROSOL (Carburadores SOLEX). Era uma empresa extremamente organizada e com a Alta direção voltada para resultados, sendo portanto a função manutenção muito importante já que o aumento da produtividade era uma busca incansável, logo as paradas para manutenção deviam ser programadas e executadas de forma organizada e precisa. Nunca houve restrições ao treinamento do pessoal nem a novas idéias para aumentar os ganhos da empresa através da manutenção. Foi lá que, com a mudança do sistema produtivo para *Just in Time*, que busquei as alternativas necessárias para atender a nova forma de produção, onde o esquema de trabalho antigo, baseado na manutenção preventiva era improdutivo. Fomos uma das primeiras empresa no Brasil, isso por volta de 1975, a implantar algo no direção da TPM (*total productive maintenance*). Os resultados foram excelentes, já que tinha no quadro funcionários muito bem formados, que atendiam plenamente às necessidades de polivalência. Quando saí de lá em 1989 a empresa tinha ótimos índices de produtividade e algumas áreas já tinham consolidado o conceito de zero parada

para manutenção, com o próprio operador executando os pequenos reparos. Cabe mencionar que a seção de estamperia, com cerca de sessenta prensas excêntricas com alimentação automática através de estampos progressivos, onde o índice que parada era muito grande devido a quebra das ferramentas, que era ocasionada pela perda do corte dos estampos, com a aplicação do CEP (controle estatístico do processo) na avaliação das ferramentas, estava há seis meses com zero problema por quebra de ferramenta ou parada para manutenção. Em 1989 ingressei na indústria alimentícia (Citrosuco), para gerenciar a manutenção, A empresa tinha tido gastos da ordem de 2,5 milhões de dólares na tentativa de implantar um sistema de manutenção preventiva mas, devido as resistências internas e a inabilidade das pessoas que comandavam a empresa não surtira efeito algum, ou pelo menos contribuíra somente para reforçar a idéia que planejamento era desnecessário em empresa de suco de laranja. Lá encontrei um pessoal totalmente despreparado que no conhecimento técnico para o serviço de manutenção que na auto motivação para implementar mudanças. Foi um grande desafio, pois transformei uma área totalmente desorganizada numa estrutura que contribuía para com os objetivos da empresa quando saí em 1997.

2. Na indústria de auto peças a meta era ZERO PERDA e isso foi alcançado com o maciço treinamento do pessoal nas técnicas preditivas de manutenção, informatização da área e a implantação do TPM integrado com a produção. Na indústria de suco foi diferente, pois houve a necessidade de modificar a estrutura, extremamente verticalizada e departamentalizada para uma estrutura “lean”, se investindo muito em treinamento e informatização da área, porém, apesar dos bons resultados obtidos, em meados de 1995 houve uma mudança de direção causada pela mudança de acionistas da empresa, onde os homens que assumiram não tinham a visão do que a manutenção poderia ajudar em termos de produtividade, tendo sido decretada a volta ao quebra conserta, razão pela qual me desmotivei e deixei a empresa.
3. Daqui para a frente estarei comentando somente a indústria de suco. Houve uma grande reestruturação na área de manutenção (posso afirmar com certeza que

isso puxou a reestruturação do resto da companhia, pelo menos até 1995). Existia seis níveis na Divisão de Manutenção – Gerente – Coordenador – Supervisor–Encarregado–Líder–Operacional (mecânicos, eletricitas, instrumentistas, torneiros, fresadores, caldeireiros, montadores) em tres níveis (III – II – I). Quando sai o fluxo era Gerente – supervisor – operacionais num só nível especialista.

4. A maior dificuldade, que levou às mudanças foi a ineficiência da manutenção que causava grandes perdas em dinheiro para a empresa.
5. Na ordem das implantações : Treinamento – Renovação do pessoal inadequado e/ou incapaz de ser treinado – softwares especialistas.
6. Na Citrosuco no início as mudanças estruturais não deram certo devido a resistência interna das pessoas envolvidas, solucionado esse impasse tudo se fez como planejado. O maior problema era a multiespecialização que causava o desemprego e por isso existia a resistência, já que onde havia dois ou três funcionários após as implantações restava somente um.
7. Não tenho a menor dúvida em afirmar que, seja qual for a metodologia utilizada ela dará os resultados esperados se e somente se houver um empenho da alta administração da empresa, o que convenhamos não é muito comum na área cítrica, pela total ignorância dos métodos administrativos de empresa que se tem nessa área.

Entrevista com Eng. Eduardo Toscano de Sá (Celpav – Industrial)

Pergunta n 1.

Estou na fábrica desde 88 mas propriamente na área de manutenção desde janeiro de 91. O depto. de manutenção da fábrica começou efetivamente a se estruturar em torno das necessidades de manutenção. A partir de janeiro de 91, quando faltavam

exato 6 meses para "start-up" da primeira unidade que foi a máquina de papel C1. Nesta ocasião o depto. de Manutenção da fábrica contava com a estrutura tradicional dos anos 80, onde havia um gerente que cuidava da manutenção de toda a fábrica e este gerente tinha como apoio um chefe de depto. para cada uma das disciplinas, que eram elas:

- chefe de depto. mecânica
- chefe de depto elétrica
- chefe de depto de instrumentação

Agregado a estas funções, o depto de gerência de manutenção também possuía um chefe de departamento cargo esse ocupado por mim. Essa estrutura da área da manutenção, durou aproximadamente 3 anos, sendo que por volta de 94 manteve-se o cargo de gerência de manutenção no entanto a estrutura de chefia de departamento teve uma mudança, deixando de ter os chefes de departamento de disciplinas, ou seja, chefe do depto de mecânica por toda a fábrica e esses chefes passaram a ser chefes de manutenção de área, onde esse elemento então respondia pelas três disciplinas daquela área:

- chefe de manutenção mecânica
- chefe de manutenção da área de celulose(mecânica/elétrica, instrumentação e automação)

Isto ocorreu no ano de 94, sendo uma estrutura que permaneceu por um ano, em seguida através da re-engenharia que entrou por volta de 95 onde foi feito o Projeto Repensar das estruturas da fábrica levando a manutenção a uma nova modificação, que veio por volta do ano de 96 onde então o antigo cargo de gerente de manutenção passou a ser o cargo de Coordenador da Célula de Apoio Técnico(CAT), onde a modificação fundamental desde novo modelo foi que o CAT passou de executante da manutenção a ser o responsável pela elaboração de todos os procedimentos de manutenção, definindo o que fazer e em que equipamento a partir de sua criticidade dentro do processo produtivo. A execução da manutenção passou para as células produtivas e as equipes de manutenção passaram a fazer parte das células produtivas, onde estes executantes cumpriam as determinações do CAT.

Sintetizando o exposto acima por período, temos 3 modelos de gerência:

- 1-) Jan 91 a meados de 93: modelo tradicional(gerente de manutenção e chefes por disciplina)
- 2-) Meados de 93 a 95: gerente de manutenção e chefe de depto. de Manutenção por unidade de produção(utilidades/celulose e papel)
- 3-) Meados de 96 até o presente: Modelo Conceitual do Projeto Repensar(re-engenharia da unidade VCP): Coordenador do CAT - antigo gerente de manutenção e os times de execução da manutenção ficaram alocados nas células produtivas (celulose, papel e utilidades e recuperação).

Pergunta 2.

A unidade de LA que é uma unidade nova começou a preparar seus profissionais desde a fase inicial do projeto, sendo contratados sem experiência a nível técnico, sendo conduzidos para uma unidade de treinamento especializado com SENAI Campinas na área de instrumentação e SENAI para cursos de mecânica e elétrica, sendo contratados também uma quantidade de pessoas com experiência nas áreas de papel e celulose, sendo que nem sempre esses profissionais possuíam formação técnica, mas eram necessários para complementar as experiências que as escolas e cursos de especialização não conseguiam transmitir.

Essa foi a fase inicial da preparação dos profissionais. Ao longo de toda a existência da área de manutenção sempre investiu pesadamente na preparação de pessoas no tocante a tornar os profissionais adaptados as novas tecnologias que foram colocadas em processo visto que a unidade teve 3 estágios de "start-up" em julho de 91 março de 92 quando partiu a unidade de celulose e um terceiro "start-up" em novembro de 92 quando partiu a máquina de papel C2.

A cada entrada de um estágio desse, naturalmente novas tecnologias eram colocadas a disposição da operação exigindo que os recursos de manutenção também se adequassem para poderem dar atendimento as necessidades de manutenção.

Além do investimento em pessoas já relatadas, a unidade de LA já partiu a sua manutenção com o apoio da manutenção preditiva sendo que na ocasião ela resolveu treinar profissionais e criar um depto de Planejamento que continha funções de

inspetores de manutenção que já usavam técnicas preditivas como por exemplo: análise e medição de vibrações, monitoramento de dados sensoriais como temperatura, ruídos anormais e todas as possibilidades captadas pelo sentido e além disso na sequência, poucos meses depois da partida da primeira unidade, começou a se formar a necessidade de adicionar aos programas de manutenção, programas preditivos como a termovisão que de cara se decidiu a não preparar profissionais internos e sim terceirizar esta função, atividade essa que dura até a data de hoje. No caso da preditiva de rotativos, mais adiante por volta de 93 resolveu-se também terceirizar este trabalho que era feito pelo pessoal da casa, por razões de Ter pessoal exclusivo para esta atividade, uma vez que a experiência com o pessoal da casa não foi produtiva, porque os mesmos possuíam mais de uma função, ou seja, atividades de planejamento da manutenção, levando a atividade de inspeção sendo menosprezada não tirando todo o resultado esperado.

A terceirização desta atividade conseguiu eliminar a distorção anteriormente citada, na área de rotativos.

Um outro ponto que também foi fundamental na evolução dos processos, foi a informatização do processos de lubrificação na unidade, atividade essa que também se deu através da terceirização a partir de 93 quando se comprou da mesma empresa que fazia a preditiva de rotativos o programa e a montagem do plano de lubrificação informatizado, sendo que esta atividade alavancou um confiabilidade muito forte nos equipamentos. Antes desse programa, todo o processo de lubrificação era feito sem nenhum controle ou seja aleatório sem metodologia regulado por um calendário.

Pergunta 4

Naturalmente que a evolução da área de manutenção se deu a "reboque" de variações e situações novas de mercado . A primeira delas ocorreu quando se mudou da estrutura convencional para a estrutura "Repensar" já citada como resposta da primeira pergunta, ou seja, houve a necessidade do desenvolvimento de fornecedores para adaptar e melhorar o atendimento as oficinas de manutenção.

As oficinas centrais de manutenção de LA, nunca foram estruturadas para fazer todas as atividades que a área de manutenção demandava, tanto que as instalações são bastantes econômicas poucos equipamentos na área de ajustagem. Desta forma optou-se

por se fazer contratos de prestação de serviços na área das oficinas, sendo estes fornecedores potencialmente capazes de atender as atividades exigidas pela área de manutenção.

Pergunta 5

As mudanças no modelo de gestão de manutenção esteve sempre atrelado a um plano estratégico da unidade que era tornar a companhia em uma uma companhia de classe mundial, sendo um grande projeto da VCP. Desta forma eram necessários reduzir os custos de manutenção por toneladas produzida para cada uma dos produtos da companhia (Celulose e Papel), compatíveis com as melhores práticas do mercado internacional.

Para isto houve investimentos na área de treinamento, onde alguns gerentes participaram de viagens ao exterior coordenada por associações internacionais.

Este treinamento no exterior incluiu a visita em várias fábricas da Escandinávia e Norte da Europa, que tinham como modelo referencial a manutenção em caráter mundial.

Algumas visitas também ocorreram na América do Norte, com o objetivo de construir modelos referenciais para se poder se identificar a que custos tínhamos que trazer nossos processos de manutenção.

Feito isto verificou-se que a VCP tinha uma deficiência muito forte na questão de automação dos processos de gestão, era uma fábrica fortemente automatizada nos processos produtivos, mas não possui um processo de gestão bem definido, sendo eles gestão na área produtiva e de manutenção.

Desta forma houve a necessidade de se contratar dois consultores estrangeiros em épocas diferentes na fábrica sendo um americano e outro canadense que no final de seu diagnóstico também concluiu uma necessidade dos modelos de gestão em manutenção da companhia.

Após esta conclusão a empresa partiu para um grande investimento que ainda está em andamento, ou seja, o investimento na área de tecnologia de informação, sendo definido no final de 95, quando a companhia no caso se reuniu corporativamente em torno deste modelo e resolveu então a fazer um trabalho e definir entre as diversas

companhias do grupo um processo corporativo que tinha por objetivo definir os "Cases" necessários para alavancar a automação e a informatização da manutenção.

No final de 95 esse modelo foi criado e durante este mesmo ano todos os "cases" foram concluídos e em 96 foram definidos os "softwares" disponíveis no mercado e foi feito laboratórios para teste de "softwares" e eleito o sistema no final de 96.

Do final de 96 até a presente data, partiu para o processo de preparação para implantação da informatização da manutenção juntamente com o processo corporativo que a unidade chamou de SII - Sistema Integrado de Informação, onde a manutenção foi integrada a implantação SAP, para uma completa integração da companhia nas áreas contábil - financeira, industrial e suprimentos.

Pergunta 6

1-) Tentativa de se fazer a Manutenção Preditiva de rotativos com a equipe da casa.

2-) Tentativa de se implantar um Plano consistente de Manutenção Planejada baseada na inspeção visual de equipamentos, que se certa forma não deu certo pela falta de suporte de uma ferramenta informatizada que ajudasse na gestão destes problemas.

3-) Duas tentativas frustradas de implementação de "softwares" de manutenção de grande porte para o ambiente de "Main Frame", sendo que posteriormente a companhia passou a investir na área de "dowsizing systems" tornando a implantação da ferramenta anterior incompatível com a realidade da empresa.

4-) Após o "dowsizing" tentou-se produzir um ferramenta interna para o planejamento da manutenção (SPS), com o objetivo de consolidar o departamento de serviços de manutenção, sendo inviável porque a mesma foi desenvolvida para ambiente DOS que dependia de uma interface com o sistema de materiais da empresa atualmente em "Main Frame", ou seja plataformas diferentes de aplicação, com uma dificuldade a mais, porque o SPS não estava em rede corporativa dificultando a integração com outros sistemas da companhia.

GLOSSÁRIO

Termos mais usuais usados na área de Manutenção Industrial, utilizados neste trabalho, para facilitar a compreensão do texto.

Os termos constam do "Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade" de Gil Branco Filho, editado pela ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção. - 1996.

ANÁLISE DE FALHAS - Exame lógico e sistemático de um item para identificar e analisar as probabilidades, as causas e consequências de possíveis falhas.(NBR 5462 - 1994).

ANÁLISE DE WEIBULL - Uso da estatística e da Distribuição de Probabilidade de Weibull para determinar o "porquê" de alguns problemas de manutenção. As equações de Weibull possuem parâmetros que permitem que se possa determinar causas desconhecidas, ou negadas, de falhas e defeitos em máquinas e equipamentos, e que envolvem não só o uso da máquina, a manutenção, os sobressalentes, o pessoal executante, etc.

ÁRVORE DE FALHAS – FT (Fault Tree) - Sistema lógico sequencial de eventos utilizados para análise da Confiabilidade de um item. Modernamente o uso de computadores com programas especialmente feitos tornaram esta análise bem simples de ser executada e de ser conduzida, além de segura.

BACKLOG - 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. Como se sabe, os atrasos ou pendências podem ser por falta de mão de obra, falta de material ou sobressalentes, falta de máquina não liberada ou aguardando outra equipe interferindo no trabalho.

BANCO DE DADOS - Conjunto de informações referente à manutenção, ao seu pessoal, aos eventos e ocorrências com as máquinas, seu cadastramento e seus códigos, podendo ser informatizado ou não. A finalidade de um banco de dados computadorizado de equipamentos existentes em uma unidade, (seja predial, industrial, de serviços ou qualquer outra) é proporcionar um acesso mais rápido e sistemático às características e eventos relacionados com determinada máquina, item, sistema ou unidade.

CAPABILIDADE - capacidade de um item atender a uma demanda de serviço de determinadas características quantitativas, sob dadas condições externas. As condições internas se referem, por exemplo, a qualquer combinação de subitens em pane ou não. (NBR 5462-1994).

CINCO "S" - Programa de melhoria do ambiente de trabalho voltado à limpeza e organização. É conhecido também como Housekeeping. O 5S deriva das iniciais das palavras japonesas Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke. Existe variação incluindo mais 2 palavras que são o Shido e Shikari-Yaro.

COMPONENTE - Unidade pertencente a um conjunto, que geralmente não é funcional por si mesma, e está formada por peças (rotor de turbina, rolamento, cilindros de um motor). Parte de uma unidade, instalação ou equipamento que é essencial ao seu funcionamento.

CONFIABILIDADE - Capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um intervalo de tempo. Também é entendido como a probabilidade de um item desempenhar uma função requerida, sob dadas condições, durante um intervalo de tempo.

CRITICIDADE - O quanto um item é crítico ou influencia o funcionamento de uma máquina ou sistema. O efeito de um mau funcionamento ou falha de um item para o desempenho de um sistema.

CURVA DA BANHEIRA - Representação gráfica característica que relaciona a Taxa de Falhas de um item com seu Tempo de Operação, onde o equipamento estudado passa pelas tres fases de sua vida: partida ou mortalidade infantil(falhas prematuras), vida útil ou vida adulta (falhas aleatórias) e fim de vida econômica ou fase de desgaste(falhas por desgaste). Deve-se levar em conta que as modernas técnicas de qualidade estão fazendo o possível para que a mortalidade infantil seja reduzida ou eliminada e que as máquinas bem mantidas com programas de preditiva monitorados as vezes levam muito tempo para atingir o que se chama "fim de vida útil" ou "fim de vida econômica".

Além disto, certos bens, tidos como descartáveis, outros trocados por desejos de algo mais moderno, ou outros de fácil reposição, fazem com que muitos casos o fim de vida útil não seja atingido. Neste caso, sobram apenas as falhas aleatórias ou seja, a vida adulta, que é o período que é estudado em confiabilidade.

DESEMPENHO - Informação de resultados numéricos obtidos dos processos e produtos que permite avaliar a comparação em relação a metas, padrões resultados do passado e com outros processos e produtos. Mais comumente os resultados expressam qualidade, eficiência e tempo, e podem ser apresentados em termos financeiros ou não. Normalmente o desempenho é avaliado e identificado de quatro modos: desempenho operacional, desempenho da qualidade do produto, desempenho relativo ao cliente, e desempenho financeiro.

DIAGNÓSTICO - Dedução da natureza de uma falha baseada nos sintomas detectados. Em manutenção a identificação da causa provável de uma falha ou de um defeito, com ajuda de dados levantados, experiência e raciocínio. Espera-se que quem está fazendo o diagnóstico utilize ferramentas de qualidade adequadas, para que esta dedução seja a mais próxima possível da realidade verificada.

DOWNSIZING – palavra de origem inglesa usada para exprimir a atividade de redução de níveis hierárquicos em uma empresa, com a finalidade de fazer com que os níveis operacionais fiquem mais próximos da alta administração o que deverá tornar a empresa mais eficaz e eficiente e conseqüentemente mais ágil. – BRANCO FILHO (1996).



ECLETISMO – Sistema filosófico que aproveita o que há de melhor nos demais sistemas.

ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO - Órgão consultivo, normalmente de staff, que constitui o sistema de controle da Gerência de Manutenção para corrigir e melhorar a sua gestão. Sua missão é aperfeiçoar as técnicas de organização, os métodos e procedimentos de trabalho, favorecendo a implantação da política de manutenção mais adequada e o desenvolvimento de novas técnicas, novos métodos de trabalho e controle.

FMEA - (Failure Mode and Effect Analysis) - Modo de Falha e Análise de Efeitos - Procedimento usado para efetuar uma análise de como uma máquina ou sistema pode falhar, e que enumera todas as possibilidades de falhas, todas as falhas possíveis, e todos os graus de reações adversas que podem resultar de tais falhas assim analisadas. É uma técnica para melhorar a confiabilidade de uma máquina ou sistema com a indicação de procedimentos para atenuar o efeito de uma falha. É importante que também seja adicionado uma estimativa de frequência com que estas falhas podem ocorrer. As falhas devem ser divididas em classes, conforme sua gravidade e normalmente são classificadas em catastróficas, críticas, marginais e seguras.

ÍNDICES DE CONFIABILIDADE - Os índices que tratam a confiabilidade são vários:

MTBF(Mean Time Between Failure) ou TMEF(Tempo Médio entre Falhas), TMPF(Tempo Médio para Falhas), TMPR (Tempo Médio para reparos) ou também conhecido como MTTF(Mean Time to Repair), PMEF(Produção Média entre Falhas), etc.

KBS - Sistema Baseado em Conhecimento, um aplicativo para representação de conhecimento dotado da habilidade de analisar este conhecimento usando SE...ENTÃO (CAMPOS, 1999).

LIVRO DE OCORRÊNCIAS – Registros de ocorrências de intervenções em equipamentos, sem uma prévia programação dos serviços onde são associados os custos relativos à mão de obra, peças e custos gerais.

MANTENABILIDADE - Capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar as suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos. O termo "mantenabilidade" é usado como uma medida do desempenho de manutenibilidade. (ABNT NBR 5462 - 1994).

MANUTENABILIDADE - O mesmo que manutenibilidade.

MANUTENÇÃO - É a atividade que se destina a manter em condições de funcionamento os equipamentos e as instalações, de modo que a empresa tenha a produtividade que se deseja. A origem da palavra é latina que compondo-se as palavras Manus(mão) + Téner(sensível), significa "que sabiam mexer nas máquinas, com as mãos - VIEIRA (1991).

MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE (do inglês, Reability Centred Maintenance-RCM) - Procedimento usado na Engenharia de Confiabilidade para análise de falhas de equipamentos e seus efeitos, e as providências que devem ser tomadas para adequar a manutenção à esta análise que visa reduzir tarefas de manutenção e adequar programas de manutenção preventiva. Sigla MCC.

MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - (do inglês, Total Productive Maintenance-TPM) - Sistema de organização do trabalho, no qual parte da manutenção (limpezas, lubrificações, ajustes, troca de ferramentas e peças de desgaste, pequenos reparos e verificações, inspeção visual) é realizada pelo operador do equipamento ou máquina, ficando a cargo da própria organização de manutenção as inspeções, revisões e reparos de maior porte.

MANUTENÇÃO PREDITIVA - Manutenção que permiti garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

MANTec – Sistema computadorizado abrangente para gerenciamento de engenharia e manutenção. Voltado para o usuário final, apresenta interface amigável, oferecendo funções gerenciais e técnicas integradas ao sistema. (SEMAPI, 1998).

MULTIFUNÇÃO - Capacidade de um funcionário para desempenhar os trabalhos próprios de mais de um ofício ou especialidade.

ORDEM DE SERVIÇO - instrução escrita que define o trabalho que deve ser realizado pela organização da manutenção.

PDCA - São as iniciais dos verbos planejar, executar, verificar, e agir, significando que todas as ações administrativas podem ser melhoradas através da aplicação cuidadosa deste ciclo.

POLÍTICA DE MANUTENÇÃO - Estratégia que rege as decisões da gerência de manutenção com o objetivo de organizar os níveis de intervenções de manutenção a serem aplicados para os equipamentos de uma planta produtiva.

É da responsabilidade do Gerente de Manutenção determinar a política adequada à empresa onde trabalha, usando todos os argumentos e técnicas existentes para fundamentar sua exposição.

REDE NEURAL - um sistema que emula o sistema nervoso humano e o funcionamento do cérebro para processar informação. Redes Neurais são usadas para coisas tais como sensor, processamento de sinal e reconhecimento de padrões – (CAMPOS; 1999).

SAD – (Sistema de Apoio a Decisão) – São sistemas mais complexos que permitem acesso à base de dados corporativa, modelagem de problemas, simulações e possuem uma interface amigável. Além disso, auxiliam o executivo em todas as fases de tomada de decisão, principalmente, nas etapas desenvolvimento, comparação e classificação dos riscos, além de fornecer subsídios para a escolha de uma boa alternativa. (BINDER; 1994).

SISTEMAS ESPECIALISTAS (SE) - Tecnologia projetada para codificar o conhecimento de um especialista em um programa de computador na forma de regras SE...ENTÃO – (CAMPOS; 1999).

TAXA DE FALHAS - define-se como sendo a relação entre um incremento do número de falhas ocorridas e o incremento correspondente de tempo, em qualquer instante da vida de um sistema, subsistema ou equipamento.

VIDA ÚTIL - é o período de tempo durante o qual um sistema, subsistema ou equipamento desempenha sua função com uma taxa de falhas aceitável.