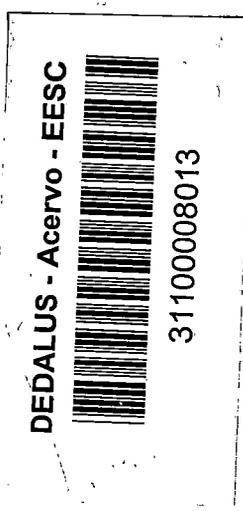


**DESENVOLVIMENTO DE UMA SISTEMÁTICA PARA
PADRONIZAÇÃO E GERENCIAMENTO DA PROGRAMAÇÃO
DA MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES A
PARTIR DOS CONCEITOS DA QUALIDADE**



Eng. Maurício Coragem Pasqua

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Cesar R. Carpinetti



**São Carlos
1999**

| | |
|--------|-----------|
| Class. | TESE-EESC |
| Curr. | P43931 |
| Tombo | 007 00 |

311 0000 1013

S/S 1070542

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

P284d Pasqua, Maurício Coragem
Desenvolvimento de uma sistemática para padronização e gerenciamento da programação da manutenção de equipamentos e instalações a partir dos conceitos da qualidade / Maurício Coragem Pasqua. -- São Carlos, 1999.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1999.

Área: Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Cesar R. Carpinetti.

1. Conceitos de qualidade. 2. Manutenção.
3. Padronização e gerenciamento da programação.
4. Equipamentos e instalações de transmissão de energia elétrica. 5. PDCA. 6. TPM. 7. TQM. I. Título.

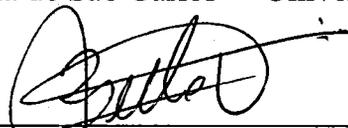
FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Engenheiro **MAURÍCIO CORAGEM PASQUA**

Dissertação defendida e aprovada em 17-12-1999
pela Comissão Julgadora:



Prof. Doutor **LUIZ CÉSAR RIBEIRO CARPINETTI (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



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



Prof. Doutor **PAULO AUGUSTO CAUCHICK MIGUEL**
(Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP)



Prof. Associado **RENATO VAIRO BELHOT**
Coordenador da Área de Engenharia de Produção



JOSÉ CARLOS A. CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

**À querida Sandra, minha esposa, ao Rodrigo e Guilherme, meus queridos filhos,
pela compreensão e atitudes constantes de incentivo.**

AGRADECIMENTOS

Quero externar meus agradecimentos especiais:

Ao Prof. Luiz Cesar R. Carpinetti, pela atenção, apoio e orientação constantes que foram fundamentais para a consecução desta dissertação.

Ao Prof. Renato Vairo Belhot pela avaliação crítica e altamente positiva no exame de qualificação.

Ao Eng. Nelson Roberto Cavichioli, pelo apoio incondicional e pela defesa intransigente da importância do Planejamento e Programação na área de Manutenção.

Ao Eng. Celso Sebastião Cerchiari, por entender e estimular a necessidade de crescimento do ser humano.

Aos colegas de trabalho da Divisão de Transmissão de Santa Bárbara da CTEEP, com quem tive oportunidade de praticar e vivenciar a temática deste trabalho.

Aos professores da área de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos com quem pude aprender, compartilhar e despertar para novos conhecimentos.

À Universidade de São Paulo, pela oportunidade de materializar o sonho do desafio do Mestrado.

E sobretudo a Deus, nas Pessoas da Santíssima Trindade, pela graça da vida, inteligência e vontade.

“A razão cardeal de toda a superioridade humana é sem dúvida a vontade. O poder nasce do querer. Sempre que o homem aplique a veemência e a perseverante energia de sua alma a um fim, ela vencerá os obstáculos, e se não atingir o alvo, fará pelo menos coisas admiráveis”. (José de Alencar)

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 01 |
| 1.1 A manutenção como fator estratégico e de competitividade | 01 |
| 1.2 Visão panorâmica do novo ambiente regulatório, institucional e organizacional do Setor Elétrico Brasileiro e desdobramentos no Setor Elétrico Paulista | 02 |
| 1.3 O papel da manutenção nas empresas prestadoras de serviço de transmissão de energia elétrica | 05 |
| 1.4 A gestão pela qualidade aplicada ao gerenciamento da manutenção | 06 |
| 1.5 Delimitação do assunto e o problema em foco | 06 |
| 1.6 Objetivo | 09 |
| 1.7 Desenvolvimento do trabalho | 09 |
| 1.8 Estruturação da dissertação | 10 |
| | |
| 2. UMA VISÃO GERAL DE MANUTENÇÃO (REVISÃO BIBLIOGRÁFICA) | 11 |
| 2.1 Introdução | 11 |
| 2.2 Conceito de manutenção | 11 |
| 2.3 Missão da manutenção | 12 |
| 2.4 Benefícios da manutenção | 13 |
| 2.5 Evolução organizacional da manutenção | 14 |
| 2.6 Conceitos básicos de confiabilidade aplicada à manutenção | 18 |
| 2.7 Tipos de manutenção | 20 |
| 2.8 A importância da engenharia de manutenção | 21 |
| 2.9 Abordagens, técnicas e ferramentas aplicadas à manutenção | 22 |
| 2.9.1 FMEA | 22 |
| 2.9.2 FTA | 25 |
| 2.9.3 RCM | 28 |
| 2.9.4 TPM | 31 |
| 2.10 Custos da manutenção | 34 |
| 2.11 Tópicos de planejamento e programação da manutenção | 36 |
| 2.11.1 Considerações preliminares | 36 |
| 2.11.2 Diretrizes para programação da manutenção | 37 |
| 2.12 Seleção e implementação de um sistema de programação de manutenção | 40 |

| | |
|--|----|
| 3. FILOSOFIA, CONCEITOS, MÉTODOS, TÉCNICAS E FERRAMENTAS DA QUALIDADE (REVISÃO BIBLIOGRÁFICA) | 43 |
| 3.1 A importância do papel da manutenção no sistema de qualidade da organização | 43 |
| 3.2 Conceito de qualidade na visão de Juran | 43 |
| 3.2.1 Conceito | 43 |
| 3.2.2 Palavras-chave para a definição de qualidade | 44 |
| 3.3 Conceito de qualidade na visão de Garvin | 46 |
| 3.4 Conceito de qualidade na visão de Slack et al. | 47 |
| 3.4.1 A visão da operação | 47 |
| 3.4.2 A visão do consumidor | 48 |
| 3.4.3 Conciliação das visões de qualidade da operação e do consumidor | 48 |
| 3.4.4 Diagnóstico de problemas de qualidade | 52 |
| 3.5 Conceito de qualidade na visão de Falconi Campos | 55 |
| 3.6 A função qualidade | 57 |
| 3.7 Padronização | 58 |
| 3.7.1 A importância da padronização | 58 |
| 3.7.2 Algumas definições envolvendo padronização | 58 |
| 3.7.3 Papel do gerente na padronização | 59 |
| 3.7.4 Método de padronização | 60 |
| 3.7.5 Resultados da padronização | 61 |
| 3.8 Conceituando processo | 63 |
| 3.8.1 Introdução | 63 |
| 3.8.2 Conceito de processo (Harrington, Campos, Suzaki) | 63 |
| 3.9 Ciclo PDCA | 69 |
| 3.10 Outras técnicas e ferramentas da qualidade | 70 |
| 3.11 Conceituação de Total Quality Management (TQM) | 74 |
| 3.11.1 A filosofia do TQM | 75 |
| 3.11.2 Abordagens do TQM (Deming, Juran, Crosby, Harrington, Ishikawa) | 76 |
| 3.11.3 O papel do gerente no TQM | 80 |
| | |
| 4. DESENVOLVIMENTO DE UMA SISTEMÁTICA PARA PADRONIZAÇÃO E GERENCIAMENTO DA PROGRAMAÇÃO DA MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DOS CONCEITOS DA QUALIDADE | 82 |
| 4.1 Introdução | 82 |

| | |
|--|-----|
| 4.2 A importância dos processos de planejamento e programação da manutenção nas empresas prestadoras de serviço de transmissão de energia elétrica | 82 |
| 4.3 A complexidade do processo de programação | 83 |
| 4.4 A engenharia de manutenção como unidade de negócio | 84 |
| 4.5 Modelo da sistemática para padronização e gerenciamento da programação da manutenção a partir dos conceitos da qualidade | 86 |
| 4.6 Etapas do processo de programação | 87 |
| 4.7 Detalhamento das etapas do processo | 88 |
| 4.8 Ferramenta computacional de apoio | 92 |
| 4.9 Supervisão e programadores experientes em manutenção | 92 |
| 4.10 O TQM como estratégia gerencial para gerenciamento do processo | 93 |
| | |
| 5. APLICAÇÃO DA SISTEMÁTICA DESENVOLVIDA PARA PADRONIZAÇÃO E GERENCIAMENTO DA PROGRAMAÇÃO DA MANUTENÇÃO | 100 |
| 5.1 Introdução | 100 |
| 5.2 Visão geral da Companhia | 100 |
| 5.3 A Divisão de Transmissão de Santa Bárbara | 102 |
| 5.4 Aplicação da sistemática | 103 |
| 5.4.1 A PAM gerenciando o processo de programação | 105 |
| 5.4.2 Envolvendo as áreas de manutenção e operação | 105 |
| 5.4.3 Padronizando o processo de programação da manutenção | 106 |
| 5.4.4 A ferramenta computacional de apoio ao processo | 108 |
| 5.4.5 Adotando o 5S como ambiente da qualidade | 108 |
| 5.4.6 Liderando para a qualidade | 109 |
| | |
| 6. CONCLUSÃO | 111 |
| | |
| ANEXO A | 116 |
| ANEXO B | 118 |
| ANEXO C | 122 |
| | |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 124 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 1.1 | Processos principais da estrutura de planejamento e controle da manutenção | 08 |
| Figura 2.1 | Posicionamento da manutenção até a década de 30 | 14 |
| Figura 2.2 | Posicionamento da manutenção nas décadas de 30 e 40 | 15 |
| Figura 2.3 | Percentuais de tempo de diagnose e reparo em função da natureza dos equipamentos | 15 |
| Figura 2.4 | Desmembramento organizacional da manutenção | 16 |
| Figura 2.5 | Subdivisão da engenharia de manutenção em área de estudos e PCM | 16 |
| Figura 2.6 | Posicionamento do PCM assessorando a supervisão de produção | 17 |
| Figura 2.7 | Fluxograma de procedimentos para elaboração de FMEA | 24 |
| Figura 2.8 | Estrutura da árvore de falhas | 26 |
| Figura 2.9 | Fluxograma da sequência de procedimentos para a FTA | 27 |
| Figura 2.10 | Curva da banheira | 29 |
| Figura 3.1 | A qualidade percebida é governada pela lacuna entre as expectativas dos consumidores e sua percepção do produto ou serviço | 49 |
| Figura 3.2 | A qualidade percebida é governada pelo tamanho e pela direção da lacuna existente entre as expectativas dos consumidores e suas percepções do produto ou serviço | 49 |
| Figura 3.3 | O domínio dos consumidores e o domínio da operação na determinação da qualidade percebida | 51 |
| Figura 3.4 | Uma lacuna entre as expectativas de consumidores e suas percepções de um produto ou serviço poderiam ser explicadas por uma ou mais lacunas em outro lugar no modelo | 52 |
| Figura 3.5 | A responsabilidade organizacional pelo fechamento das lacunas de qualidade | 54 |
| Figura 3.6 | Dimensões da qualidade total | 55 |
| Figura 3.7 | A espiral do progresso da qualidade | 57 |
| Figura 3.8 | Método de padronização | 60 |
| Figura 3.9 | Diagrama de Ishikawa para correlação do efeito e suas causas | 65 |
| Figura 3.10 | Impacto do gerenciamento do chão de fábrica na eficácia da empresa | 66 |
| Figura 3.11 | Sistema de feedback para controle do processo | 68 |
| Figura 3.12 | Ciclo PDCA de controle de processos | 69 |
| Figura 3.13 | Diagrama da Trilogia de Juran | 78 |

| | | |
|-------------------|---|------------|
| Figura 4.1 | Descrição típica do negócio da área de Engenharia de Manutenção | 85 |
| Figura 4.2 | Modelo da sistemática para padronização e gerenciamento do processo de programação da manutenção | 86 |
| Figura 4.3 | Visão sistêmica dos cinco sentidos | 94 |
| Figura 5.1 | Organograma da Diretoria de Operação da CTEEP | 101 |
| Figura 5.2 | Organograma simplificado da Divisão de Transmissão de Santa Bárbara | 103 |
| Figura 5.3 | Modelo da sistemática para padronização e gerenciamento do processo de programação da manutenção | 104 |
| Figura 5.4 | Fluxograma do processo de programação da manutenção com a identificação das tarefas críticas | 107 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABRAMAN: Associação Brasileira de Manutenção
- ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica
- CCQ: Círculos de Controle de Qualidade
- CCT: Contrato de Conexão ao Sistema de Transmissão
- CESP: Companhia Energética de São Paulo
- CIPA: Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
- CPEE: Companhia Paulista de Energia Elétrica
- CPFL: Companhia Paulista de Força e Luz
- CPST: Contrato de Prestação de Serviço de Transmissão
- CTEEP: Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista
- DEC: Duração Equivalente por Consumidor
- DNAEE: Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
- EGE: Taxa de Efetividade Geral de Equipamentos
- ELEKTRO: Eletricidade e Serviços
- ELETROPAULO: Eletricidade de São Paulo
- FAA: Federal Aviation Agency
- FEC: Frequência Equivalente por Consumidor
- FMEA: Failure Modes and Effects Analysis (Análise dos Modos e Efeitos das Falhas)
- FTA: Fault Tree Analysis (Análise da Árvore de Falhas)
- JIPM: Japan Institute of Plant Maintenance
- kV: Unidade de Tensão Elétrica "kiloVolt"
- LT's: Linhas de Transmissão
- MAE: Mercado Atacadista de Energia
- MANTEC: Software para Controle da Manutenção
- MBO: Management By Objectives (Gerenciamento por Objetivos)
- MPP's: Manutenções Preventivas Periódicas
- MSP: Método de Solução de Problemas
- MTBF: Mean Time Between Failures (Tempo Médio Entre Falhas)
- MTTR: Mean Time To Repair (Tempo Médio Para Reparo)
- NBR: Norma Brasileira Registrada
- OCSE: Seção de Manutenção de Equipamentos

OCSL: Seção de Manutenção de Linhas de Transmissão

OCSM: Seção Descentralizada de Transmissão de Mococa

OCSP: Seção de Planejamento e Análise da Manutenção

ONS: Operador Nacional do Sistema

OS's: Ordens de Serviço

PAM: Planejamento e Análise da Manutenção

PBQP: Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade

PCM: Planejamento e Controle da Manutenção

PDCA: Plan, Do, Check, Act (Planejar, Fazer, Verificar, Atuar)

PES: Pedido para Execução de Serviço

PNQ: Programa Nacional da Qualidade

POP: Procedimento Operacional Padrão

PROGMAM: Ferramenta Computacional para Programação

PTT: Plano de Trabalho da Diretoria de Operação

QCESM: Qualidade, Custo, Entrega, Segurança e Moral

RCM: Reliability Centered Maintenance (Manutenção Centrada em Confiabilidade)

SEBRAE: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SE's: Subestações de transmissão

SOP: Standard Operation Procedure (Procedimento Operacional Padrão)

TPM: Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total)

TQC: Total Quality Control (Controle de Qualidade Total)

TQM: Total Quality Management (Gerenciamento pela Qualidade Total)

ZD: Zero Defects (Defeito Zero)

5M: Man, Machine, Material, Method, Measure (Homem, Máquina, Material, Método, Medida)

5S: Programa 5S

5W 1H: What, Who, Where, When, Why, How (O quê, Quem, Onde, Quando, Por Quê, Como)

RESUMO

PASQUA, M. C. (1999). *Desenvolvimento de uma sistemática para padronização e gerenciamento da programação da manutenção de equipamentos e instalações a partir dos conceitos da qualidade*. São Carlos, 1999. 128p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

A manutenção deixou de ser uma atividade comum para tornar-se uma autêntica ciência devido à sofisticação de máquinas, equipamentos e instalações que exibem graus de complexidade cada vez mais crescentes. Para se gerenciar corretamente a manutenção desses modernos meios de produção, são exigidos métodos e sistemas de programação, controle e execução da manutenção tão ou mais eficientes que os próprios equipamentos em questão. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é desenvolver e aplicar, a partir dos conceitos da qualidade, uma sistemática para padronização e gerenciamento do processo de programação da manutenção de equipamentos e instalações de transmissão de energia elétrica para se obter uma programação otimizada, eficiente e eficaz. Desta forma, a Gestão pela Qualidade coloca-se como uma poderosa estratégia à disposição dos administradores para ser utilizada no gerenciamento dos processos produtivos em geral, e no processo de programação da manutenção em particular. Inicialmente, é feita uma revisão geral dos principais conceitos, classificações, abordagens, técnicas e ferramentas associadas à manutenção bem como dos principais elementos, filosofias, metodologias, técnicas e ferramentas aplicadas à Qualidade. A sistemática proposta é desenvolvida e baseada na Gestão pela Qualidade e no ciclo PDCA. Posteriormente, esta sistemática é aplicada em uma unidade de uma empresa de transmissão de energia elétrica como estudo de caso orientado à prática. Como vantagens e benefícios desta aplicação citam-se: maior eficiência e eficácia operacionais do processo de programação; maior otimização da programação da manutenção; melhoria da produtividade dos serviços de manutenção e maior integração entre as áreas de engenharia de manutenção, manutenção e operação, condição básica para a implementação da TPM – Manutenção Produtiva Total.

Palavras-chave: conceitos de qualidade; manutenção; padronização e gerenciamento da programação; equipamentos e instalações de transmissão de energia elétrica; PDCA; TPM; TQM.

ABSTRACT

PASQUA, M. C. (1999). *Development of a framework for standardization and management of the maintenance schedule of equipment and plants based on the quality concepts*. São Carlos, 1999. 128p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Maintenance has not been a common activity and became an authentic science due to machines sophistication, equipment and plants that present complexity degrees more and more increasing. The correct management of the maintenance of these modern means of production requires methods and systems of scheduling, controlling and carrying out maintenance as efficient as the equipment itself or even more efficient than the equipment itself. In this sense, the objective of this work is developing and applying, based on the quality concepts, a framework for standardization and management of the maintenance schedule process of electric power transmission equipment and plants, to get an optimized, efficient and effective schedule. In this sense, Total Quality Management becomes a powerful strategy for managers to manage productive processes in general terms, and to manage the maintenance schedule process in particular. Firstly, a general revision is done about main concepts, classification, approaches, techniques and tools regarding maintenance besides main elements, philosophies, methodologies, techniques and tools applied to quality. The proposed framework is developed based on Total Quality Management and PDCA cycle. After the framework is applied to an unit belonging to a electric power transmission company as a case study. Some advantages and benefits of this application are: better operational efficiency and effectiveness of the schedule process; major optimization of the maintenance schedule; productivity improvement of the maintenance services and a major integration among maintenance engineering, maintenance and operation areas, understood as a basic condition for the TPM –Total Productive Maintenance implementation.

Keywords: quality concepts; maintenance; standardization and management of schedule; equipment and plants of electric power transmission; PDCA; TPM; TQM.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 A MANUTENÇÃO COMO FATOR ESTRATÉGICO E DE COMPETITIVIDADE

A competição entre mercados nacionais e internacionais chegou a níveis extremos com o advento da globalização no final do século XX. Onde existem concorrentes existe competição com o objetivo de satisfazer cada vez mais o cliente. Neste contexto, a função manutenção exerce um papel estratégico para a garantia de continuidade dos processos em condições produtivas tanto de manufaturas quanto de prestação de serviços.

PINTO & XAVIER (1998) afirmam: “é importante pensar e agir estrategicamente para que a atividade de manutenção se integre de maneira eficaz ao processo produtivo, contribuindo, efetivamente, para que a empresa caminhe rumo à excelência empresarial. Esta nova postura é fruto dos novos desafios que se apresentam para as empresas neste novo cenário de uma economia globalizada e altamente competitiva, onde as mudanças se sucedem em alta velocidade e a manutenção, como uma das atividades fundamentais do processo produtivo, precisa ser um agente proativo.”

Instalações e equipamentos parados em momentos inoportunos ou em condições fora de controle podem significar perdas irrecuperáveis diante de um concorrente num momento em que o mercado prescinde do produto ou serviço. Há que se considerar também o custo fixo por unidade produzida diretamente associado ao grau de utilização dos equipamentos que influencia fortemente o custo de produção.

Neste cenário, a Manutenção deixou de ser uma atividade qualquer para tornar-se uma autêntica ciência devido à sofisticação das máquinas, equipamentos e instalações que exibem graus de complexidade cada vez mais crescentes. Deve-se considerar também o altíssimo valor dessas instalações modernas quase sempre destinadas a altos volumes de produção.

Para se gerenciar corretamente esses modernos meios de produção são exigidos conhecimentos de métodos e sistemas de programação, controle e execução tão ou mais eficientes que os próprios equipamentos em questão. Nesta linha de raciocínio a adequada gestão da manutenção adquire uma dimensão de fundamental importância nos sistemas produtivos.

A energia elétrica é um serviço essencial e imprescindível para suprir as necessidades humanas da sociedade atual nos segmentos residencial, comercial e industrial. É um insumo fundamental utilizado em praticamente todos os processos produtivos importantes da sociedade moderna.

A garantia de continuidade do fornecimento de energia elétrica passa necessariamente pela necessidade de equipamentos e instalações do sistema elétrico apresentarem alta disponibilidade e confiabilidade operativa. Ou seja, as usinas geradoras, os sistemas de transmissão e de distribuição de energia elétrica devem apresentar alta disponibilidade e confiabilidade operativa. Neste contexto, a função manutenção assume um papel estratégico: a necessária disponibilidade e confiabilidade exigem que esses equipamentos e instalações passem por adequada manutenção de natureza preventiva.

Como fator de competitividade, a função manutenção também tem outro importante papel a desempenhar: a adequada manutenção das instalações é condição necessária para garantir a continuidade de fornecimento e, conseqüentemente, a satisfação do cliente. A satisfação do cliente é decisiva para a sobrevivência do empreendimento no mercado emergente e competitivo de energia elétrica conforme será visto na seção seguinte.

1.2 VISÃO PANORÂMICA DO NOVO AMBIENTE REGULATÓRIO, INSTITUCIONAL E ORGANIZACIONAL DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO E DESDOBRAMENTOS NO SETOR ELÉTRICO PAULISTA

Com o objetivo de situar o contexto empresarial em que se insere este trabalho, será apresentada, nesta seção, uma visão sucinta sobre as principais transformações que vêm ocorrendo no Setor Elétrico Brasileiro, além das principais entidades criadas para atuar neste setor. Por razões de aplicação deste trabalho em uma companhia de transmissão situada no Estado de São Paulo, serão destacadas, nesta visão panorâmica, a função da transmissão de energia elétrica e os desdobramentos das mudanças do setor neste Estado.

O Setor Elétrico Brasileiro vem passando atualmente por profundas reformulações nos aspectos regulatório, institucional e organizacional. Os governos nas esferas federal e estadual consideram exauridas suas capacidades de investimento em novos empreendimentos. Dessa forma, as novas diretrizes que vêm sendo colocadas para o setor elétrico mostram que os governos federal e estadual optaram por ser formuladores de políticas e reguladores setoriais, transferindo para os agentes econômicos a expansão do sistema elétrico e os ativos atuais.

De acordo com UNICAMP; EFEI; USP-IEE (1999), as alterações mais significativas em andamento no Setor são as seguintes:

- **Desverticalização do Setor Elétrico:** esta desverticalização está sendo efetuada através da divisão do setor em empresas de geração, transmissão e distribuição e do estabelecimento do Sistema de Transmissão único. Ou seja, essas atividades que antes eram desempenhadas simultaneamente na mesma empresa, passam a ser separadas e desempenhadas individualmente por empresa. As empresas de geração e de distribuição já vêm sendo privatizadas e ou abertas ao capital privado. Já o Sistema de Transmissão único deverá garantir o “livre acesso”, apresentando como característica básica a neutralidade com relação às empresas geradoras, de distribuição e aos denominados consumidores livres;
- **Competição no mercado:** deverá ser incentivada com a criação dos consumidores livres que poderão negociar com os seus possíveis fornecedores, celebrando contratos específicos de compra e venda de energia. Um aspecto importante a ser considerado na competição é o papel da Transmissão que, devido ao livre acesso, poderá viabilizar a negociação entre geradores e consumidores distantes que, para isto, deverão pagar tarifas de uso do Sistema de Transmissão;
- **Novas oportunidades de negócios:** haverá um impacto significativo no conceito de negócio devido a estas mudanças de cenário, o que poderá levar as empresas à busca de novas oportunidades. O desenvolvimento de novos negócios pode ser visualizado como por exemplo: comercialização de serviços tais como assessoria, manutenção, operação, capacitação, treinamento, e outros, associados a sistemas de informação e automação; serviços de estrutura básica para infovias; parcerias no setor global da energia e ou da infra-estrutura; etc.

As principais entidades criadas sob os aspectos de fiscalização, regulação e operação para gestão desse novo ambiente do Setor Elétrico são os seguintes:

- **ANEEL¹:** Agência Nacional de Energia Elétrica, criada pela lei nº 9.427 de 26/12/1996, cujo artigo 2º expressa sua finalidade como “regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal.”;
- **MAE¹:** Mercado Atacadista de Energia Elétrica, criado pela lei 9648 de 27/05/98, é um ambiente de negócio organizado e regido por regras claramente estabelecidas, no qual se processam a compra e venda de energia entre seus participantes, tanto através de

¹ As definições e finalidades das entidades foram obtidas a partir de UNICAMP; EFEI; USP-IEE (1999). *Curso de especialização sobre o novo ambiente regulatório, institucional e organizacional do Setor Elétrico*. São Paulo.

contratos bilaterais como em regime de curto prazo, tendo como limites os Sistemas Elétricos Interligados do País;

- ONS¹: Operador Nacional do Sistema Elétrico, criado pela lei 9648 de 27/05/98, é uma pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, autorizada a executar a coordenação e controle da operação da geração e transmissão de energia elétrica na rede básica² do sistema interligado, a ser integrada por titulares de concessão, permissão ou autorização e consumidores conforme disposto na criação e regulamentação da referida lei.

Os termos e condições para a prestação de serviços de transmissão de energia elétrica para o ONS por uma concessionária detentora de instalações de transmissão pertencentes à rede básica, são estabelecidos através de um instrumento legal denominado CPST – Contrato de Prestação de Serviço de Transmissão. Já o CCT - Contrato de Conexão ao Sistema de Transmissão é o instrumento legal que estabelece os termos e condições para a conexão dos usuários ao Sistema de Transmissão.

Segundo MOTTA (1999), o processo de privatização das empresas estatais de concessionárias de energia elétrica trouxe o advento da concorrência para este setor e, com ela, a necessidade de adoção de estratégias competitivas por parte das empresas, de acordo com o posicionamento que almejam no mercado. Este posicionamento é sustentado se as empresas dispuserem de vantagem competitiva, que se traduza em produtividade superior à dos concorrentes. Em um primeiro momento, a prioridade das empresas desse setor tem sido a de focar a busca pela melhoria de competitividade via redução de custos, embora já se possa notar os primeiros movimentos no sentido da diferenciação via nível de serviço.

Dentro deste contexto, o Estado de São Paulo, acionista majoritário das empresas concessionárias estatais de energia elétrica, vem implementando ações para enquadramento dessas empresas neste novo modelo setorial. Entre estas ações, as principais foram a criação da Comissão Estadual de Serviços Públicos, o saneamento e a privatização daquelas empresas: CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz, já privatizada; ELETROPAULO - Eletricidade de São Paulo, desmembrada em três empresas, duas delas já privatizadas e outra com controle acionário do estado; e a CESP - Companhia Energética do Estado de São Paulo. Esta última empresa foi desverticalizada e desmembrada em uma empresa de

² Rede básica são as instalações identificadas segundo regras e condições estabelecidas pela Resolução ANEEL nº 245/98, com acesso e operação legalmente coordenados pelo ONS.

distribuição já privatizada, três empresas de geração, duas delas já privatizadas, e uma empresa de transmissão denominada *CTEEP - Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista*, com controle acionário do Governo do Estado de São Paulo. Em uma das unidades de manutenção desta companhia foi aplicada a sistemática objeto deste trabalho que será posteriormente apresentada nos capítulos 4 e 5.

1.3 O PAPEL DA MANUTENÇÃO NAS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇO DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

De acordo com UNICAMP; EFEI; USP-IEE (1999), é de responsabilidade da empresa de transmissão a manutenção das instalações de sua propriedade de forma a garantir a maior disponibilidade das mesmas. No novo ambiente regulatório, institucional e organizacional do setor elétrico brasileiro, os encargos constantes dos novos Contratos de Prestação dos Serviços de Transmissão, serão definidos com base na disponibilização das instalações da rede básica de propriedade da empresa de transmissão. Estes encargos serão constituídos de duas parcelas³:

- Parcela fixa: receita anual autorizada, fixa e específica para cada concessionária e em função das instalações da rede básica de propriedade da empresa de transmissão;
- Parcela variável: calculada para cada instalação separadamente e refletirá a efetiva disponibilização de cada instalação. Desta parcela dependerão, em última análise, os descontos ou prêmios que ocorrerão em função do desempenho operativo de cada instalação e dos desvios entre os serviços de manutenção programados e os efetivamente realizados.

Portanto, de acordo com os critérios de encargos e remuneração comentados, conclui-se que é de fundamental importância o papel da manutenção para a disponibilização, desempenho e confiabilidade das instalações nas empresas de transmissão, já que destas variáveis dependerá o montante da receita e, portanto, a viabilização econômica dessas empresas.

³ Para informações complementares quanto à fórmula e metodologia de cálculo das parcelas, ver UNICAMP; EFEI; USP-IEE (1999). *Curso de especialização sobre o novo ambiente regulatório, institucional e organizacional do Setor Elétrico*. São Paulo.

1.4 A GESTÃO PELA QUALIDADE APLICADA AO GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO

No atual mercado mundial globalizado as organizações são submetidas a crescentes pressões para melhorar a qualidade de seus produtos e serviços para se manterem nesse mercado cada vez mais competitivo. Este fato impõe às empresas a necessidade constante de rever suas práticas de administração e adotar novas estratégias de administração e organização do trabalho e da produção. Dentre as novas estratégias disponíveis estão as práticas baseadas na Gestão pela Qualidade. Como será visto no capítulo 3, existem vários conceitos e significados para a palavra “qualidade” assim como diferentes linhas clássicas de pensamento filosófico para aplicação desses conceitos como forma de gerenciamento. Independentemente das diferenças entre esta ou aquela linha de pensamento, a Gestão pela Qualidade é uma poderosa estratégia à disposição dos administradores que pode ser utilizada no gerenciamento dos processos dos sistemas produtivos.

As principais idéias e conceitos que fundamentam a Gestão pela Qualidade surgiram nos Estados Unidos e o seu aperfeiçoamento ocorreu principalmente com a aplicação destas idéias no Japão após a Segunda Guerra Mundial. Países mais desenvolvidos como o Japão e os Estados Unidos por exemplo, instituíram programas de âmbito nacional para fomentar a busca pela qualidade e produtividade nas organizações. No Brasil, por ocasião da abertura da economia no final dos anos 80 e como forma de inserção das empresas brasileiras no contexto internacional da competição empresarial, foi instituído pelo Governo Federal em 1990 o PBQP – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade. Nessa linha, foi lançado em 1992 o PNQ – Prêmio Nacional da Qualidade, por iniciativa de representantes da indústria brasileira de manufatura, serviços, consultoria e do meio acadêmico. Este trabalho busca mostrar a aplicação e contribuição dos conceitos e elementos da Gestão pela Qualidade para o gerenciamento da manutenção de modo geral, e do processo de programação da manutenção de modo particular.

1.5 DELIMITAÇÃO DO ASSUNTO E O PROBLEMA EM FOCO

Pode-se afirmar que os principais processos envolvidos na gestão da manutenção são:

- Os estudos, análise e diagnóstico da manutenção;
- O controle da manutenção;
- O planejamento da manutenção;
- A programação da manutenção;
- A execução da manutenção.

Nesta ótica, este trabalho está diretamente relacionado com o processo programação da manutenção. Para situar e delimitar o tema objeto desta dissertação, recorreu-se à adaptação de uma estrutura apresentada por PINTO & XAVIER (1998) na qual estão representados os processos principais que compõem o macroprocesso de planejamento e controle da manutenção. Esta estrutura é mostrada na figura 1.1.

O documento Diretrizes para Elaboração de Dissertações e Teses da EESC - USP (1996) define dissertação como "Documento que representa o resultado de um trabalho experimental ou exposição de um estudo científico recapitulativo, de tema único e bem delimitado em sua extensão, com o objetivo de reunir, analisar e interpretar informações. Deve evidenciar o conhecimento da literatura existente sobre o assunto e a capacidade de sistematização do candidato. É feito sob orientação de um pesquisador, visando a obtenção do título de Mestre."

A partir desta definição e de acordo com a figura 1.1, o tema objeto desta dissertação foi delimitado pelos **Processos de Programação de Serviços, Gerenciamento dos Recursos Disponíveis e Sistemática de Programação**. Neste trabalho a palavra **programação** *deve ser entendida como a alocação de recursos em tempo definido para atendimento de demandas de manutenção, principalmente preventiva, de equipamentos e instalações de transmissão de energia elétrica.*

O problema em foco parte da hipótese de que se pretende como resultado deste processo de elaboração da programação da manutenção, uma programação que seja otimizada, eficiente e eficaz. Otimizada do ponto de vista de compatibilização de liberações e aproveitamentos para eliminação de pendências das instalações e equipamentos liberados evitando novos pedidos de liberação. Eficiente do ponto de vista de utilização racional e econômica dos recursos envolvidos. E eficaz do ponto de vista de se convergir esforços em demandas de maior prioridade de manutenção. Nesse sentido, entende-se que esse processo de programação é dinâmico, complexo e de difícil realização porque exige das pessoas nele envolvidas as seguintes exigências principais:

- Habilidades técnicas e competências gerenciais para a adequada alocação de recursos em demandas prioritárias de manutenção;
- Conhecimento técnico das instalações e do pessoal responsável pela execução da manutenção;
- Interface constante com a operação e suas limitações inerentes para disponibilização de equipamentos e instalações para manutenção;
- Gerenciamento de um grande volume de informações.

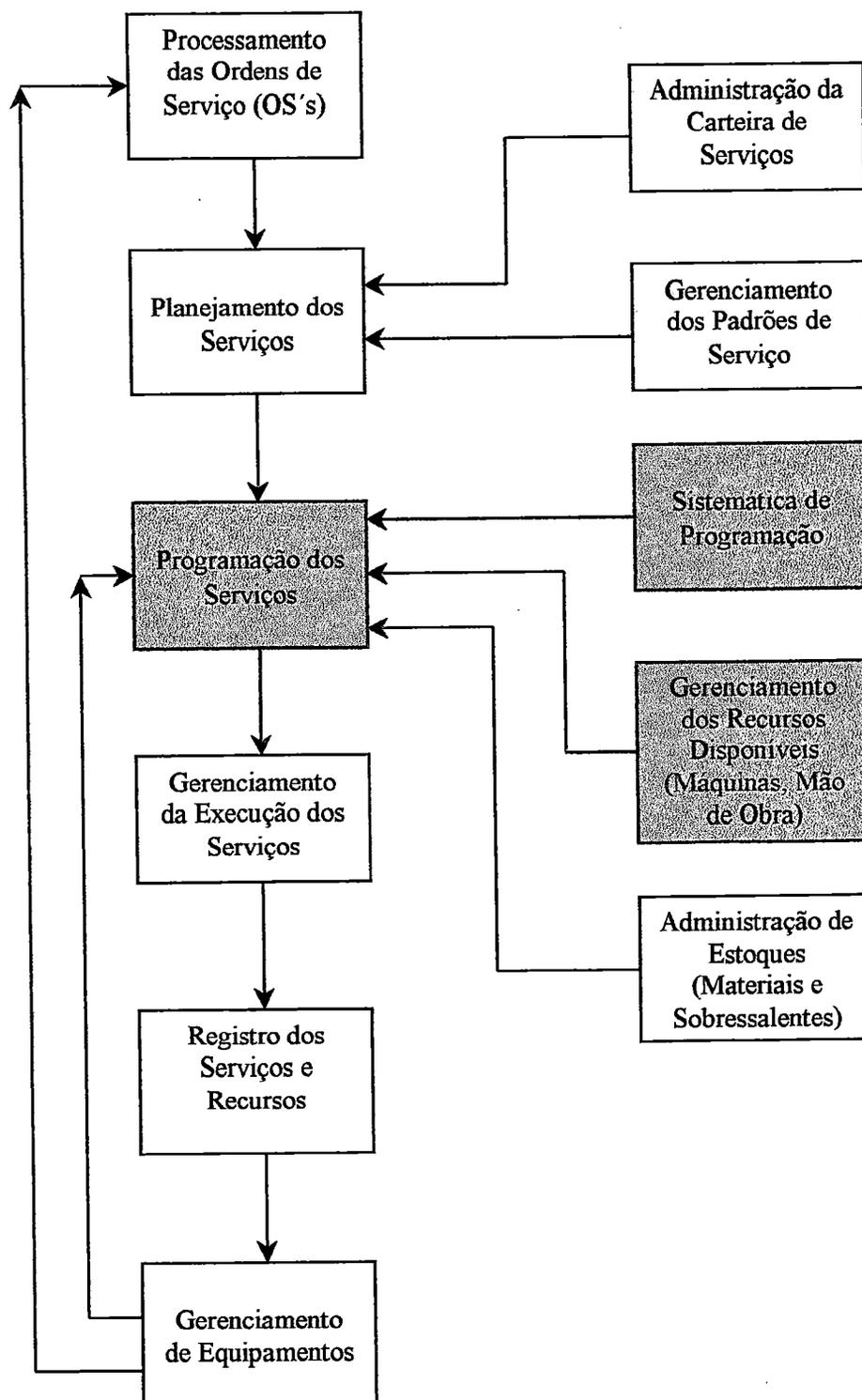


Figura 1.1 – Processos principais da estrutura de planejamento e controle da manutenção

(Adaptado de PINTO & XAVIER – 1998)

1.6 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é desenvolver e aplicar, a partir dos conceitos da qualidade, uma sistemática para padronização e gerenciamento do processo de programação da manutenção de equipamentos e instalações de transmissão de energia elétrica para se obter uma programação otimizada, eficiente e eficaz.

Para subsidiar o atingimento do objetivo principal são estabelecidos os seguintes objetivos secundários:

- Valorizar a Engenharia de Manutenção como unidade de negócio nas atividades de análise, planejamento, controle, programação e estratégias de manutenção;
- Apresentar conceitos, métodos, técnicas, e ferramentas úteis à solução de problemas em geral e à programação da manutenção em particular;
- Responder a questões como:
 - a) Qual área deve elaborar a programação da manutenção?
 - b) A programação da manutenção deve ser centralizada ou descentralizada?
 - c) Qual a carga de manutenção que deve ser programada?
 - d) Qual deve ser a periodicidade da programação da manutenção?
 - e) Qual deve ser o envolvimento das áreas de operação e de execução da manutenção com o processo de programação da manutenção?

1.7 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Nesta seção serão apresentados de forma sucinta os pontos principais que nortearam o desenvolvimento deste trabalho.

Partindo-se da problemática fundamentada na necessidade de se obter uma programação de manutenção de equipamentos e instalações de transmissão de energia elétrica, em que sejam contempladas as características de otimização, eficiência e eficácia, esta dissertação tem, de acordo com SALVADOR (1980), um caráter argumentativo e prescritivo, na medida em que as idéias e conceitos apresentados a partir da revisão bibliográfica foram trabalhados para refletir o posicionamento do autor. Para suprir tal necessidade é desenvolvida uma sistemática para padronização e gerenciamento da programação da manutenção a partir dos conceitos da qualidade.

Para dar sustentação à sistemática proposta para atender a necessidade acima descrita, propõe-se um modelo construído sobre alguns pontos importantes na visão do autor.

Após o desenvolvimento da sistemática, a mesma foi aplicada como estudo de caso orientado para a prática em uma das unidades de uma empresa de transmissão de energia elétrica, com posterior citação e comentários das vantagens e benefícios da aplicação.

1.8 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos com a seguinte descrição básica:

O capítulo 1 contextualiza a importância da função manutenção e o setor empresarial em que se insere este trabalho, delimita e introduz o problema em foco, valoriza a Gestão pela Qualidade aplicada à manutenção, estabelece os objetivos da dissertação e apresenta a forma de desenvolvimento do trabalho.

O capítulo 2 é uma revisão bibliográfica sobre os principais conceitos, tipos, classificação e evolução histórica da manutenção; abordagens, técnicas e ferramentas aplicadas ao gerenciamento da manutenção; considerações sobre custos de manutenção e tópicos de programação de manutenção.

O capítulo 3 é uma revisão bibliográfica dos principais conceitos, filosofias, metodologias, técnicas e ferramentas aplicadas à Gestão pela Qualidade.

No capítulo 4 é desenvolvida uma sistemática para padronização e gerenciamento do processo de programação da manutenção de instalações de transmissão de energia elétrica a partir dos conceitos da qualidade que é o objetivo principal da dissertação.

No capítulo 5 é apresentada a aplicação da sistemática desenvolvida no capítulo 4 na Divisão de Transmissão de Santa Bárbara, localizada no município de Santa Bárbara D'Oeste no estado de São Paulo. Esta unidade pertence à CTEEP – Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista.

No capítulo 6, finalmente são apresentados os resultados e vantagens da aplicação da sistemática de programação, as conclusões do trabalho e sugestões para pesquisas futuras.

CAPÍTULO 2

UMA VISÃO GERAL DE MANUTENÇÃO (REVISÃO BIBLIOGRÁFICA)

2.1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é dar uma visão geral sobre os principais conceitos da manutenção como função, missão, benefícios, evolução histórica e tecnológica, tipos de manutenção, principais abordagens, técnicas e ferramentas aplicadas à gestão da manutenção, algumas considerações sobre custos de manutenção e aspectos de confiabilidade aplicada à manutenção. Nesta revisão bibliográfica, serão abordados também alguns tópicos de planejamento e programação da manutenção, com o intuito de dar maior sustentação e argumentação ao tema e objetivo desta dissertação.

Segundo SMITH, A. (1993), a partir dos anos 80 a Operação e a Manutenção de instalações industriais passaram a ser reconhecidas como disciplinas tão importantes para o sucesso das estratégias corporativas quanto o desenvolvimento de produtos e a engenharia de fabricação. Entre os principais fatores que contribuíram para isso, consta o papel decisivo que a operação e a manutenção desempenham atualmente em questões ambientais, de segurança e nível de rentabilidade das empresas.

2.2 CONCEITO DE MANUTENÇÃO

Existem várias definições e terminologias utilizadas para conceituar manutenção. Neste trabalho foram selecionadas definições de alguns autores e órgãos para o estabelecimento do conceito de manutenção.

Segundo DE CAMPOS (1998) o vocábulo *manutenção* deriva do latim e é composto por duas palavras : *Manus* (mão) + *Téner* (sensível), significando “o que sabia mexer nas máquinas com as mãos”.

De acordo com MONCHY (1989), o termo manutenção foi originado no segmento militar e significava manter em um nível estável os equipamentos e efetivos de combate. Por volta de 1950, o termo passou a ser utilizado na indústria norte-americana. Até então o termo utilizado era conservação, que significava consertar os equipamentos para assegurar a continuidade da produção.

A norma NBR 5462 da ABNT (1994) define manutenção como sendo a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.

Segundo MIRSHAWKA & OLMEDO (1993), a função manutenção é o conjunto de atividades técnicas e administrativas cuja finalidade é conservar ou restituir um item a fim de que o mesmo cumpra a função dele exigida.

TAVARES (1996) define manutenção como sendo todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado, de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada.

MOTTA (1999) sustenta que em termos gerais estas definições com idéia de restauração ou conservação aplica-se à manutenção industrial, onde o que se necessita manter ou conservar é o funcionamento dos equipamentos produtivos. Tecnicamente, porém, as estratégias de ação, associadas ao termo, sofreram mudanças importantes, especialmente nos últimos 60 anos, ampliando-lhe o significado. No primeiro quarto deste século manutenção significava “consertar o que quebrou”, ao passo que atualmente significa também tomar atitudes preventivas em relação às falhas, reduzindo-lhes a probabilidade de ocorrência. A manutenção que antes era uma função concernente apenas à fase de operação, hoje é um processo que diz respeito a todo o ciclo de vida do equipamento.

Para SLACK et al. (1997), manutenção é o termo usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas cuidando de suas instalações físicas. É uma parte importante da maioria das atividades de produção, especialmente aquelas cujas instalações físicas têm um papel fundamental na produção de seus bens e serviços. Em operações como centrais elétricas, hotéis, companhias aéreas e refinarias petroquímicas, as atividades de manutenção serão responsáveis por uma parte significativa do tempo e da atenção da gerência de produção.

As definições e conceitos de manutenção apresentados representam, de certa forma, os estágios de evolução tecnológica da manutenção. Verifica-se também que há vários pontos de convergência e similaridade entre alguns conceitos.

2.3 A MISSÃO DA MANUTENÇÃO

Para PINTO & XAVIER (1998), o conceito moderno da missão da manutenção é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente com confiabilidade, segurança e custo adequados.

Para as grandes empresas de manufatura do Japão, o termo manutenção engloba um significado bem mais abrangente que os conceitos tradicionais adotados pelas indústrias do mundo ocidental. WILLMOTT (1994) afirma que para um profissional de uma indústria japonesa de manufatura de classe mundial, “manutenção significa manter e melhorar a integridade dos sistemas de produção através de máquinas, processos, equipamentos e de pessoas que agregam valor” aos produtos e serviços, ou seja, das pessoas que operam e mantêm os equipamentos.

Corroborando esta visão, XENOS (1998) propõe que as atividades de reparo de equipamentos devem se constituir em uma pequena parte das atribuições da manutenção, já que a maioria de suas ações devem ser direcionadas no sentido de se evitar sistematicamente a ocorrência de falhas.

Quanto aos sistemas elétricos de potência em particular, a missão da manutenção na prestação de serviços de transmissão de energia elétrica adquire contornos de extrema importância. As ações de manutenção devem ser canalizadas com o objetivo de manter a qualidade da energia entregue às empresas distribuidoras com parâmetros definidos de qualidade¹ a custos adequados.

2.4 BENEFÍCIOS DA MANUTENÇÃO

Para SLACK et al. (1997), a produção deve se preocupar em cuidar e manter suas instalações de forma sistemática pelas seguintes razões:

- **Melhor segurança:** instalações bem mantidas têm menor probabilidade de se comportar de forma não previsível ou não padronizada, ou falhar totalmente, podendo todas apresentar riscos para o pessoal;
- **Maior confiabilidade:** conduz a um menor tempo gasto com conserto das instalações, menos interrupções das atividades normais de produção, menor variação da vazão de saída e níveis de serviço mais confiáveis;
- **Melhor qualidade:** equipamentos mal mantidos têm maior probabilidade de desempenhar abaixo do padrão e causar problemas de qualidade;

¹ A qualidade do fornecimento de energia elétrica é regulamentada através de duas portarias: Portaria DNAEE nº 046 de 17/04/78 que dispõe sobre a continuidade de serviços através dos indicadores DEC – Duração Equivalente por Consumidor e FEC – Frequência Equivalente por Consumidor, Portaria DNAEE nº 47 de 17/04/78 alterada pela Portaria DNAEE nº 4 de 10/01/89 que dispõe sobre os limites de tensão elétrica. Em função das mudanças que vêm ocorrendo no Setor Elétrico novos regulamentos que definem a qualidade de fornecimento de energia elétrica serão definidos pela ANEEL.

- Custos de operação mais baixos: muitos elementos de tecnologia de processo funcionam mais eficientemente quando recebem manutenção regularmente como veículos por exemplo;
- Tempo de vida mais longo: cuidado regular, limpeza ou lubrificação podem prolongar a vida efetiva das instalações, reduzindo os pequenos problemas na operação, cujo efeito cumulativo causa desgaste ou deterioração;
- Valor final mais alto: instalações bem mantidas geralmente são mais fáceis para ser vendidas.

2.5 EVOLUÇÃO ORGANIZACIONAL DA MANUTENÇÃO

Segundo TAVARES (1996), a história e a evolução organizacional da manutenção acompanham o desenvolvimento técnico-industrial da humanidade. No fim do século XIX, com a mecanização das indústrias, surgiu a necessidade dos primeiros reparos. Até 1914, a manutenção tinha importância secundária e era executada pelo mesmo pessoal efetivo de operação. Com a eclosão da primeira Guerra Mundial e o advento da produção em série instituída por Ford, as fábricas passaram a estabelecer programas mínimos de produção e, em consequência, sentiram necessidade de criar equipes que pudessem efetuar reparos em máquinas-operatrizes no menor tempo possível. Daí surgiu um órgão subordinado à operação, cujo objetivo básico era prover a manutenção hoje conhecida como *corretiva*.

Assim, os organogramas da empresa apresentavam o posicionamento da manutenção, como indicado na figura 2.1.



Figura 2.1 – Posicionamento da manutenção até a década de 30 (TAVARES-1996)

Essa situação se manteve até a década de 30, quando, em função da Segunda Guerra Mundial e da necessidade de aumento da rapidez de produção, a alta administração industrial passou a se preocupar não apenas em corrigir falhas, mas em evitar que elas ocorressem; e o pessoal técnico de manutenção passou a desenvolver o processo de *prevenção* de avarias

que, juntamente com a correção, completava o quadro geral de manutenção, formando uma estrutura tão importante quanto a da operação, passando os organogramas a se apresentarem como indicado na figura 2.2.

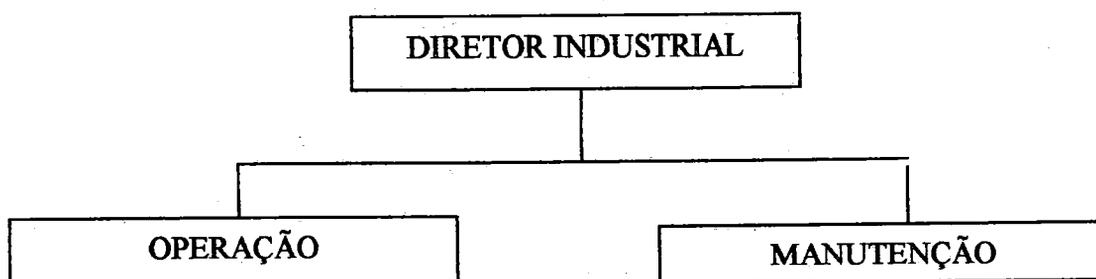


Figura 2.2 – Posicionamento da manutenção nas décadas de 30 E 40 (TAVARES-1996)

Por volta de 1950, com o desenvolvimento da indústria, para atender aos esforços do pós-guerra, e com o progresso da aviação comercial e da indústria eletrônica, os gerentes de manutenção observaram que, em muitos casos, o tempo gasto para diagnosticar as falhas era maior do que o despendido na execução do reparo conforme mostra a figura 2.3.

| TEMPOS DE DIAGNOSE E REPARO DE EQUIPAMENTOS EM FUNÇÃO DE SUA NATUREZA CONSTRUTIVA | | |
|--|--------------------|---------------|
| NATUREZA | DIAGNÓSTICO | REPARO |
| MECÂNICO | 10% | 90% |
| HIDRÁULICO | 20% | 80% |
| ELÉTRICO | 60% | 40% |
| ELETRÔNICO | 90% | 10% |

Figura 2.3 – Percentuais de tempo de diagnose e reparo em função da natureza dos equipamentos (TAVARES-1996)

A partir daí passaram a selecionar equipes de especialistas para compor um órgão de assessoria que se chamou **Engenharia de Manutenção**, recebendo os encargos de planejar e controlar a manutenção preventiva, e analisar as causas e efeitos das avarias. Assim os organogramas se subdividiram, como indicado na figura 2.4.

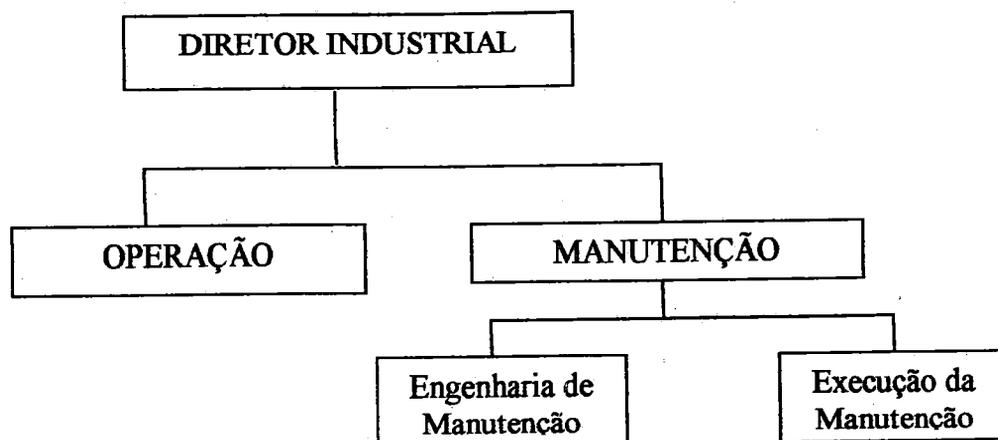


Figura 2.4 – Desmembramento organizacional da manutenção (TAVARES-1996)

A partir de 1966, com a difusão dos computadores, com o fortalecimento das Associações Nacionais de Manutenção, criadas no fim do período anterior, e com a sofisticação dos instrumentos de proteção e medição, a Engenharia de Manutenção passou a desenvolver critérios de predição ou previsão de falhas, visando a otimização do desempenho de suas equipes. Esses critérios, conhecidos como **manutenção preventiva** ou **previsiva**, foram associados a métodos de planejamento e controle de manutenção automatizados, reduzindo os encargos burocráticos dos executantes de manutenção. Essas atividades acarretaram o desmembramento da Engenharia de Manutenção, que passou a ter duas equipes: a de estudos de ocorrências crônicas, e a de PCM – planejamento e controle de manutenção, esta última com a finalidade de desenvolver, implementar e analisar os resultados dos Sistemas Automatizados de Manutenção, conforme ilustrado na figura 2.5.

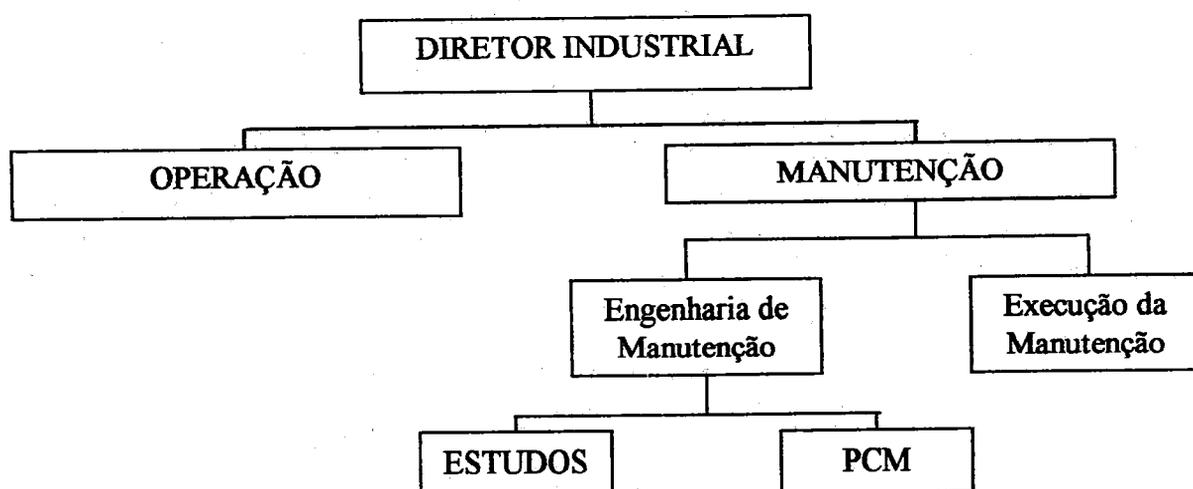


Figura 2.5 – Subdivisão da engenharia de manutenção em estudos e PCM (TAVARES-1996)

A partir de 1980, com o desenvolvimento dos microcomputadores, a custos reduzidos e com linguagem simples, os órgãos de manutenção passaram a desenvolver e a processar seus próprios programas, eliminando os inconvenientes da dependência de disponibilidade humana e de equipamentos para o atendimento às suas prioridades de processamento das informações pelo computador central, bem como as dificuldades de comunicação na transmissão de suas necessidades para o analista de sistemas, nem sempre familiarizado com a área de manutenção. Em algumas empresas, esta atividade se tornou tão importante que o PCM – Planejamento e Controle de Manutenção, passou a compor um órgão de assessoria à supervisão geral de produção (figura 2.6), uma vez que influencia também a área de operação.

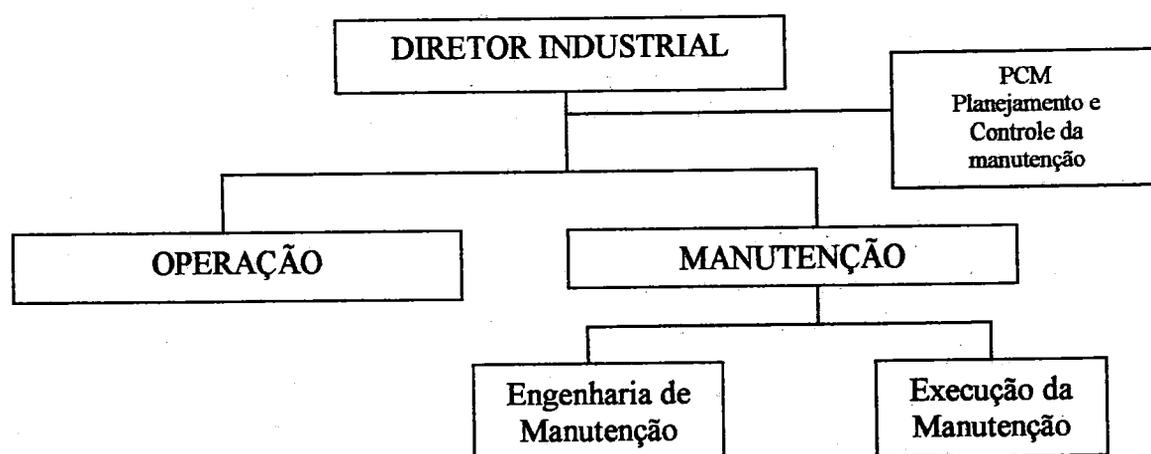


Figura 2.6 – Posicionamento do PCM assessorando a supervisão geral de produção
(TAVARES-1996)

A partir do final da década de 80, com as exigências de aumento da qualidade dos produtos e serviços, feitas pelos consumidores, a manutenção passou a ser um elemento importante no desempenho dos equipamentos, em grau de importância equivalente ao que já vinha sendo praticado na operação.

Esses estágios evolutivos se caracterizam pela busca constante da redução de custos de produção e garantia da qualidade através da confiabilidade e produtividade dos

equipamentos, e pelo atendimento a prazos mais exíguos por meio da maior disponibilidade dos equipamentos.

2.6 CONCEITOS BÁSICOS DE CONFIABILIDADE APLICADA À MANUTENÇÃO

Nas indústrias de serviço ou de processamento contínuo em geral, e na prestação de serviços de transmissão de energia elétrica em particular, onde a continuidade de fornecimento é um requisito de importância fundamental, a qualidade do serviço está diretamente relacionada com a sua disponibilidade e, portanto, com a confiabilidade do sistema produtivo. Nesse sentido, a adequada aplicação da função manutenção em dispositivos, máquinas, equipamentos e instalações leva a um aumento da confiabilidade das mesmas e consequentemente de maior disponibilidade e qualidade.

Confiabilidade é um conceito diretamente relacionado ao conceito de falha. A partir de PINTO & XAVIER (1998) e HELMAN & ANDERY (1995) são sistematizadas e estabelecidas as seguintes definições de *falha*, *confiabilidade* e *probabilidade de falha*:

- **Falha:** é a cessação da função requerida de um item ou incapacidade de satisfazer a um padrão de desempenho definido.

Quando um item não apresenta o desempenho previsto, é utilizado o conceito de *falha* para caracterizar essa situação. Logo, *falha* pode representar ou ser representada pela interrupção da produção, operação em regime instável ou fora de controle, redução da quantidade produzida ou deterioração da qualidade do produto ou serviço.

- **Confiabilidade:** é a probabilidade de que um item (componente, equipamento ou sistema) possa desempenhar sem falhas sua função requerida, por um intervalo de tempo estabelecido, sob suas condições definidas de uso.

Por ser uma probabilidade, a confiabilidade é uma medida numérica que varia entre 0 (zero) e 1 (um), ou 0 e 100% em termos percentuais. Zero é a ausência total de confiabilidade e 1 (um) representa a condição de total confiabilidade. Frequentemente, a confiabilidade é expressa na forma " $R(t)$ ". Em geral, seu valor depende do instante t considerado. A título de exemplo, pode-se dizer que se a confiabilidade de um sistema for 90% para um período de 12 (doze) meses, isso significa que essa é a probabilidade de funcionamento sem defeitos durante o período especificado.

- **Probabilidade de falha:** representada por $F(t)$ é a probabilidade de um item falhar ao longo de um período de tempo especificado. Em geral, seu valor depende do instante t considerado.

HELMAN & ANDERY (1995) correlacionam confiabilidade e probabilidade de falha através da seguinte equação, assumindo-se um mesmo período de tempo para o cálculo de $R(t)$ e $F(t)$ respectivamente:

$$R(t) + F(t) = 1 \quad \Rightarrow \quad R(t) = 1 - F(t)$$

Ou seja, à medida que as atividades associadas à função manutenção são adequadamente aplicadas, reduz-se a probabilidade de falha e conseqüentemente aumenta-se a confiabilidade do componente, equipamento ou sistema considerado.

As quantidades através das quais a confiabilidade é quantificada são denominadas por FREITAS & COLOSIMO (1997) como “figuras de mérito”. Além da probabilidade de falha $F(t)$ e confiabilidade $R(t)$ destacam-se os seguintes tempos:

- Tempo médio entre falhas, ou MTBF (*mean time between failures*): corresponde ao valor médio entre falhas consecutivas em um dado período da vida de um equipamento.
- Tempo médio para reparo, ou MTTR (*mean time to repair*): corresponde ao tempo médio necessário para o reparo de um equipamento. Inclui também os tempos relativos às manutenções preventivas.

MOTTA (1999) coloca que a confiabilidade é uma medida da efetividade de um sistema. Este autor coloca ainda que a efetividade de um sistema reparável é caracterizada por meio de três parâmetros inter-relacionados: a disponibilidade, a confiabilidade e a manutenibilidade. A disponibilidade é definida como “a probabilidade de que um item estará disponível quando requerido, ou como a proporção do tempo total que o item é disponível para uso” (O’CONNOR, 1991). A manutenibilidade de um sistema é determinada pela facilidade com que os reparos ou outros serviços de manutenção podem ser executados (O’CONNOR, 1991). É medida através do tempo médio de reparo (MTTR). Existe um relacionamento estreito entre confiabilidade e manutenibilidade, um afetando o outro e ambos afetando a disponibilidade e os custos.

Segundo PINTO & XAVIER (1998), a quantificação da confiabilidade a nível prático só começa a fazer sentido quando a questão econômica é considerada. É imprescindível traduzir as medições da confiabilidade ou da falta de confiabilidade de itens ou da planta para o contexto dos negócios. Isso pode ser entendido da seguinte forma:

- Plantas, instalações e equipamentos que apresentam alta confiabilidade também apresentam menores custos operacionais de manutenção, redução de produtos e serviços fora de especificação, menor consumo de energia, etc., pela redução de falhas em seus itens;
- As falhas reduzem a produção e, conseqüentemente os lucros;
- As falhas podem interferir na qualidade dos produtos e serviços;
- Quanto mais competitiva maior a chance de sobrevivência da empresa.

2.7 TIPOS DE MANUTENÇÃO

A maneira pela qual é feita a intervenção nos equipamentos ou instalações caracteriza os vários tipos de manutenção existentes e a literatura apresenta uma grande variedade de denominações para classificar a atuação da manutenção. Em complementação à terminologia apresentada por TAVARES (1996) no item 2.5 deste trabalho sobre a evolução histórica e organizacional da manutenção, apresenta-se uma classificação elaborada por DE CAMPOS (1999), que sistematizou e nivelou os conceitos e terminologias utilizados por vários autores e pesquisadores renomados do setor, originando os seguintes tipos ou classes de manutenção:

- a) Manutenção preventiva: todos os serviços de inspeções sistemáticas, ajustes, conservação e eliminação de defeitos, visando evitar falhas;
- b) Manutenção preventiva por tempo: serviços preventivos estabelecidos através de programação (preventiva sistemática, lubrificação, inspeção ou rotina), definidos por unidade-calendário (dia, semana, mês) ou por unidade não calendário (horas de funcionamento, quilômetros rodados, etc);
- c) Manutenção preventiva por estado: serviços preventivos executados em função da condição operativa do equipamento (reparos de defeito, preditiva por monitoramento e reforma ou revisão geral);
- d) Manutenção corretiva: todos os serviços executados nos equipamentos com falha;
- e) Emergência ou socorro: serviço que deve ser imediatamente realizado para manter a continuidade da operação. Pode ocorrer fora das instalações da empresa ou "in loco";
- f) Manutenção sistemática: é a assistência técnica dada ao equipamento com freqüência em função da vida útil física que possui um elemento constituinte do sistema, a partir da qual o mesmo deve ser trocado independentemente de seu estado e condição;
- g) Manutenção por oportunidade: corresponde a trabalhos corretivos de manutenção executados na primeira oportunidade surgida devido a uma parada imprevista de um

equipamento ou instalação. Usada normalmente quando o componente é complexo e demanda um longo tempo de manutenção;

- h) Manutenção preditiva: é a assistência técnica dada ao equipamento, mediante o acompanhamento, medição, análise e comparação de índices e parâmetros indicativos do estado e condição do sistema, comparados com padrão de desempenho ótimo ou de projeto (análise por sintomas característicos), sendo alguns destes parâmetros: pressão, temperatura, vibrações, análises químicas, índices de desgaste, potência, vazão, velocidade, consumo e outros.

2.8 A IMPORTÂNCIA DA ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

Como o enfoque deste trabalho se insere na área de Engenharia de Manutenção, mais especificamente nas atividades de Planejamento e Controle da Manutenção, são tecidas a seguir algumas considerações a respeito deste ramo emergente da Engenharia no Brasil. Alguns autores assim definem a Engenharia de Manutenção:

CAMPBELL (1995): “uma função de apoio cujo objetivo é assegurar que as técnicas de manutenção sejam efetivas, que os equipamentos sejam projetados visando uma ótima manutenibilidade, que os problemas persistentes e crônicos sejam analisados e que sejam realizadas modificações e ações corretivas”.

BRANCO FILHO (1996): “a Engenharia de Manutenção é um órgão consultivo, normalmente a nível de staff, que constitui o sistema de controle da gerência de Manutenção para corrigir e melhorar a 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 idéias, novos métodos de trabalho e de controle.”

A evolução histórica e organizacional da manutenção discorrida no item 2.5 a partir de TAVARES (1996) culmina com a introdução da Engenharia de Manutenção como outra classe ou tipo de manutenção.

PINTO & XAVIER (1998) colocam a Engenharia de Manutenção como uma quebra de paradigma na manutenção: praticar a Engenharia de Manutenção significa uma mudança cultural; é deixar de ficar consertando continuamente, para procurar as causas básicas, modificar situações permanentes de mau desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, desenvolver a manutenibilidade, dar *feedback* ao projeto, interferir tecnicamente nas compras. Engenharia de Manutenção significa perseguir *benchmarks*, aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção do primeiro mundo. No momento em que a estrutura de manutenção de uma empresa estiver

utilizando para análises, estudos e proposições de melhorias todos os dados, em especial os oriundos da manutenção preditiva, estará praticando a Engenharia de Manutenção. Ou seja, a Engenharia de Manutenção utiliza dados adquiridos pela Manutenção para melhorar sempre.

2.9 ABORDAGENS, TÉCNICAS E FERRAMENTAS APLICADAS À MANUTENÇÃO

Nesta seção serão abordados alguns conceitos, técnicas e ferramentas utilizadas para análise de problemas, investigação de falhas, melhoria de desempenho de equipamentos e resultados na gestão da manutenção. Considerando que o objetivo e o escopo deste trabalho estão mais voltados à programação da manutenção, optou-se por apresentar uma conceituação básica destas técnicas e ferramentas sem um aprofundamento maior. Serão abordadas a FMEA, FTA, RCM e a TPM.

2.9.1 FMEA

De acordo com HELMAN & ANDERY (1995), a FMEA (*Failure Modes and Effects Analysis* – Análise dos Modos e Efeitos das Falhas) é um método de análise de projetos de produtos ou processos industriais ou administrativos usado para identificar todos os possíveis modos potenciais de falha e determinar o efeito de cada uma sobre o desempenho do sistema (produto ou processo), mediante um raciocínio basicamente dedutivo e em geral sem necessidade de cálculos. É portanto um método analítico padronizado para detectar e eliminar problemas potenciais de forma sistemática e completa.

Na FMEA raciocina-se de “baixo para cima”: procura-se determinar modos de falha dos componentes mais simples, as suas causas e de que maneira eles afetam os níveis superiores do sistema. De acordo com HELMAN & ANDERY (1995), as perguntas básicas que são feitas em uma análise de FMEA são:

1. Que tipos de falhas são observadas?
2. Que partes do sistema são afetadas?
3. Quais são os efeitos da falha sobre o sistema?
4. Qual é a importância da falha?
5. Como preveni-la?

PINTO & XAVIER (1998) destacam que o pessoal de manutenção está mais envolvido na FMEA de processo, pois nessa fase os equipamentos estão instalados e operando. Além disso, os especialistas são da Manutenção. Sugere-se que o grupo de FMEA, na fase de processo orientado para manutenção, tenha engenheiros e técnicos de manutenção e de operação. Os grupos devem ser multidisciplinares pela complementaridade de

conhecimentos, além da vantagem de decisões colaborativas. Está comprovado que esse tipo de grupo apresenta maior produtividade, além de eficiência no aspecto de custos. FMEA é fundamentalmente a medida do risco de falha. Desse modo, quanto mais pessoas estiverem envolvidas na definição da taxa de risco, mais preciso será o resultado.

Os resultados da FMEA são registrados em um formulário padronizado².

A seqüência dos procedimentos para elaboração da FMEA pode ser visualizada segundo o fluxograma da figura 2.7.

² Para detalhamento do formulário de FMEA consultar HELMAN & ANDERY (1995).

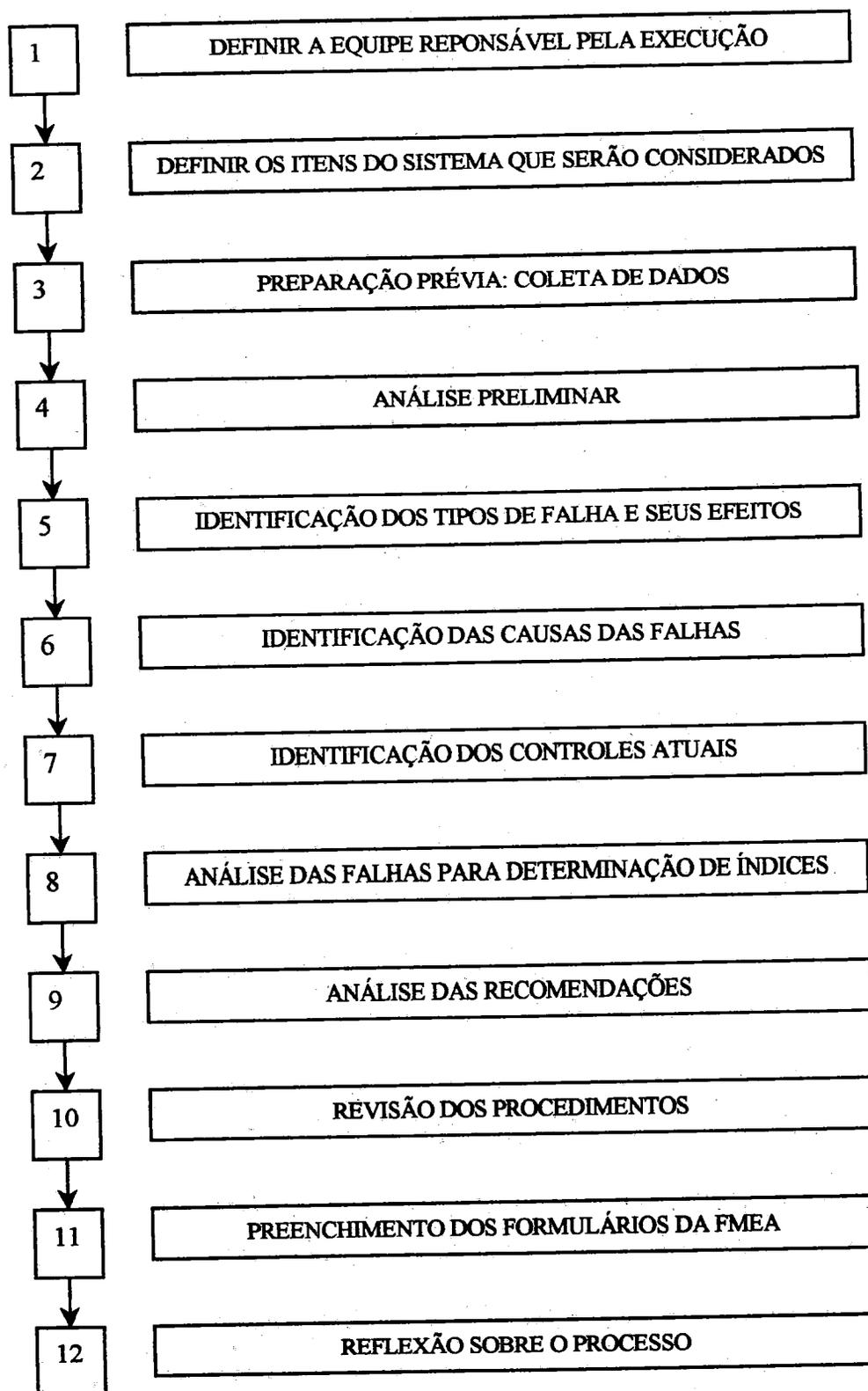


Figura 2.7 – Fluxograma de procedimentos para elaboração da FMEA (HELMAN & ANDERY –

2.9.2 FTA

De acordo com HELMAN & ANDERY (1995), a FTA (*Fault Tree Analysis* – Análise da Árvore de Falhas) 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, justificção de alterações em sistemas e outras aplicações. Sua utilização abrange aspectos diversos que vão desde projetos de máquinas e equipamentos até a análise de processos industriais ou administrativos.

Seu emprego resulta particularmente útil para:

- Auxiliar o analista a identificar dedutivamente as falhas do sistema;
- Assinalar os aspectos do sistema mais relevantes em relação a uma falha em particular;
- Fornecer ao analista uma maior compreensão do comportamento do sistema.

A análise se inicia a partir de uma falha ou problema particular do sistema denominada “evento de topo”, e continua com a elaboração da seqüência ou combinação de fatos capazes de conduzir ao tal evento. O evento de topo é um estado do sistema considerado anormal e pode ser obtido como consequência de fatos anormais e ou normais do mesmo. A *árvore de falha* é um modelo gráfico que permite mostrar de uma maneira simples o encadeamento dos diferentes eventos que podem dar como resultado o evento de topo. A análise é conduzida até atingir eventos ou situações básicas cuja análise não se considera necessária aprofundar. Estes eventos constituem o denominado *limite de resolução* da árvore. A análise parte de uma situação anômala e desce até as causas mais básicas responsáveis por ela; por isso o raciocínio é caracterizado como sendo “de cima para baixo” ou “top down”. Uma vez obtido o conjunto de eventos que constituem o limite da árvore e identificadas as denominadas *causas básicas*, deverá ser elaborado um *plano de ação* visando ao bloqueio das mesmas. Este bloqueio significará automaticamente o bloqueio do evento de topo. Eventualmente as estruturas completas das árvores de falha podem combinar-se com informações probabilísticas a fim de estabelecer o grau de criticidade das diferentes falhas do sistema. Caso estas informações não se encontrem disponíveis, a lógica inerente ao método permanece válida para uma análise qualitativa, visando ao estabelecimento das causas fundamentais do evento de topo.

A estrutura da árvore de falha é apresentada na figura 2.8. Nela pode-se observar que o evento indesejado aparece no topo, ligado a eventos mais básicos por meio de símbolos de eventos e portas lógicas³.

³ Para detalhamento dos elementos, símbolos de eventos, construção e exemplos de árvores de falha consultar HELMAN E ANDERY (1995).

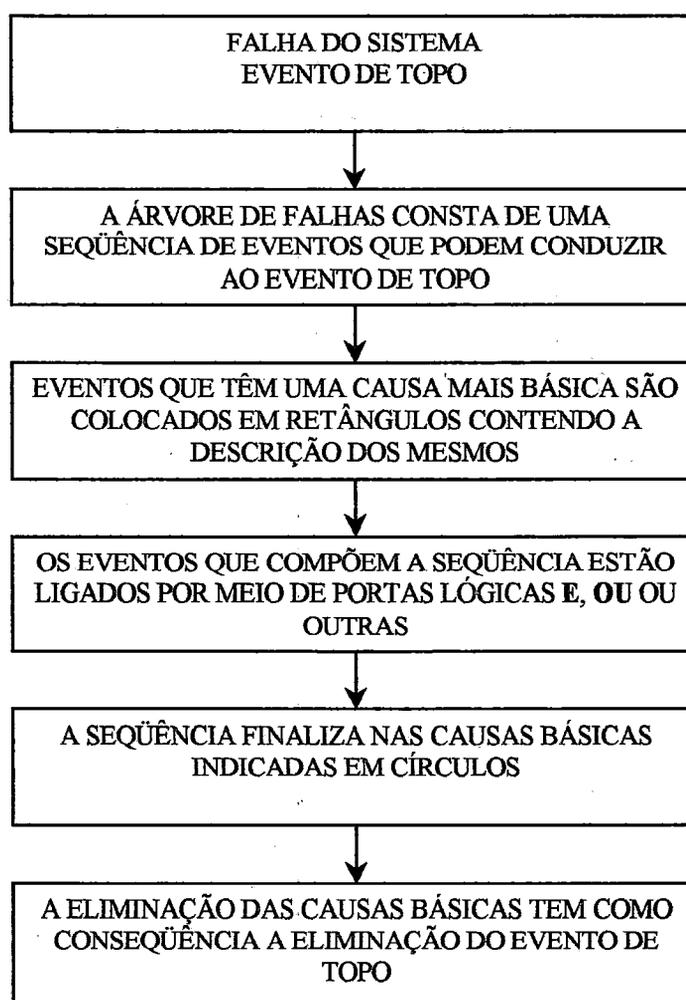


Figura 2.8 – Estrutura da árvore de falhas (HELMAN E ANDERY – 1995)

A seqüência dos procedimentos para análise pela FTA pode ser representada segundo o fluxograma da figura 2.9.

Para HELMAN & ANDERY (1995), além de sua aplicação na análise de falhas, a técnica da FTA oferece uma interessante aplicação como ferramenta auxiliar no processo de manutenção, com múltiplas possibilidades. A facilidade de apresentar uma perfeita inter-relação funcional entre uma falha e suas possíveis causas, permite a elaboração de uma árvore associada a cada uma das falhas principais ou mais comuns que podem acontecer no equipamento. Na elaboração da árvore, a falha em questão será considerada como o evento de topo. A árvore de falhas correspondente a cada defeito será montada por uma equipe

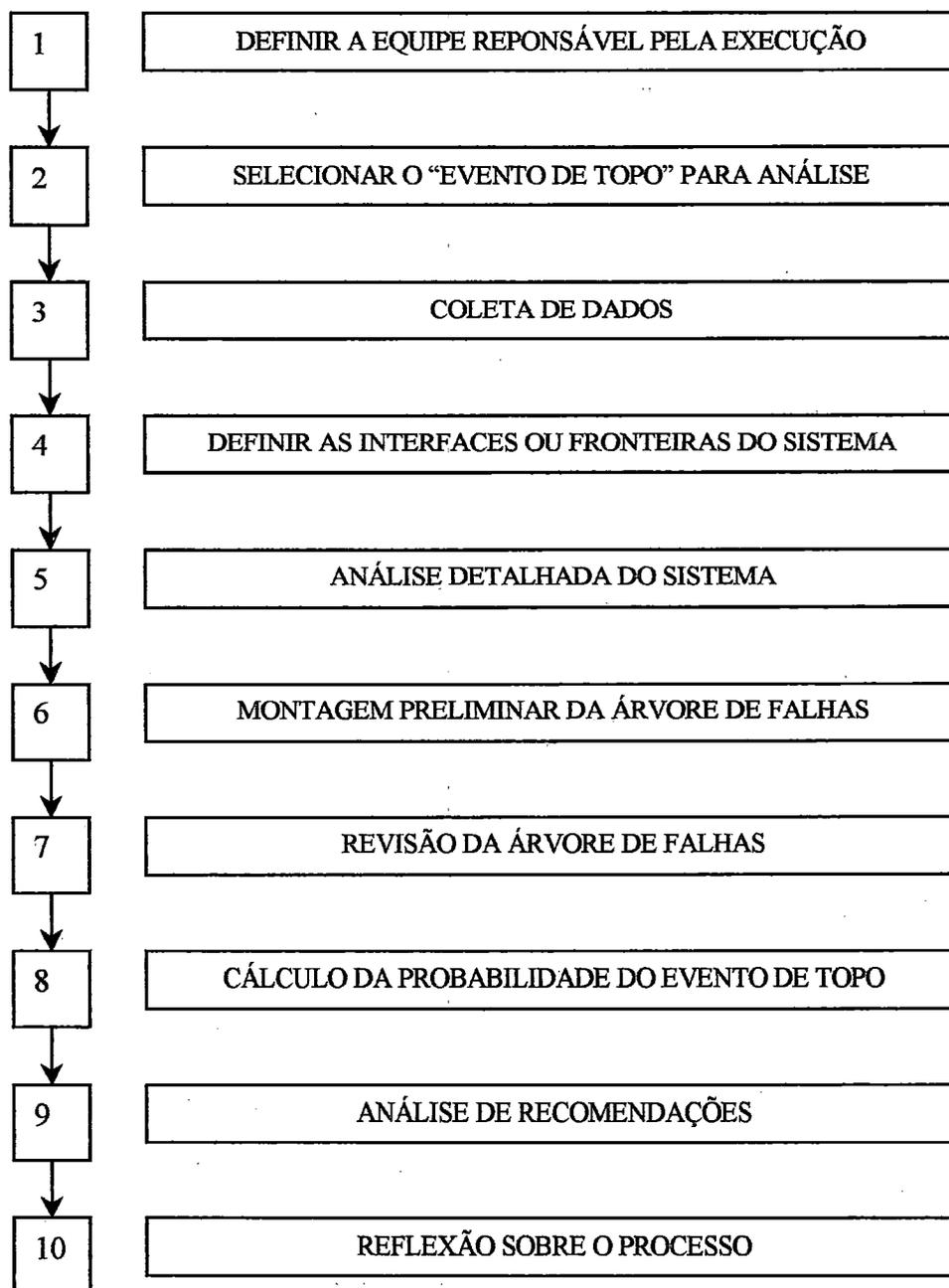


Figura 2.9 – Fluxograma da seqüência de procedimentos para a FTA (HELMAN & ANDERY - 1995)

constituída pelo pessoal de manutenção mais apropriado para cada caso. Desta forma, uma pessoa menos experiente poderá beneficiar-se da análise realizada por profissionais com maior conhecimento do assunto. Pelas suas características, esta árvore poderá ser atualizada ou completada à medida que se disponha de novas informações sobre o problema. Assim sendo, a árvore de falhas constitui um método simples de registrar a memória da empresa no tocante aos procedimentos de manutenção e uma forma muito conveniente para o treinamento das pessoas encarregada de executá-los.

PINTO & XAVIER (1998) enfatizam o alto potencial de ganho da técnica de FTA em manutenção e recomendam o uso mais generalizado principalmente em problemas crônicos, que podem chegar a consumir até 50% do orçamento da manutenção, significando que custam mais do que falhas em equipamentos importantes. Problemas não devem se tornar crônicos, pois de outra forma não se faz uma boa gestão da manutenção.

2.9.3 RCM (RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE – MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE)

A introdução da RCM como quebra de paradigma da manutenção preventiva

De acordo com MOTTA (1999), até a década de 60 a manutenção preventiva tinha como fundamento a “curva da banheira” indicada na figura 2.10. Tal curva relaciona a taxa de falha em função do tempo, indicando três regiões bem definidas: a das falhas precoces, a das falhas aleatórias e a das falhas cronodependentes. Ou seja, a grande maioria dos componentes dos equipamentos apresentava um limite de tempo de uso a partir do qual eram necessários grandes reparos ou reformas nos equipamentos, para garantir a sua confiabilidade operacional. No final dos anos 60 foi realizada uma completa reavaliação desta estratégia de manutenção preventiva para viabilizar a certificação do Boeing 747 pela FAA – Federal Aviation Agency. A aplicação de programas tradicionais de manutenção preventiva implicaria em custos insuportáveis para a operação comercial da nova geração de aeronaves de porte muito maior e de tecnologia mais complexa.

No estudo realizado por uma força tarefa constituída pela indústria de aviação civil americana e pela FAA, em um banco de dados histórico de operação de componentes não estruturais de aeronaves da United Airlines, concluiu-se que não existiam um ou dois, mais sim 6 (seis) padrões de falhas⁴ em relação ao tempo (NOWLAN & HEAP, 1978).

⁴ Para visualização das curvas representativas dos 6 (seis) padrões de falha consultar MOTTA (1999).

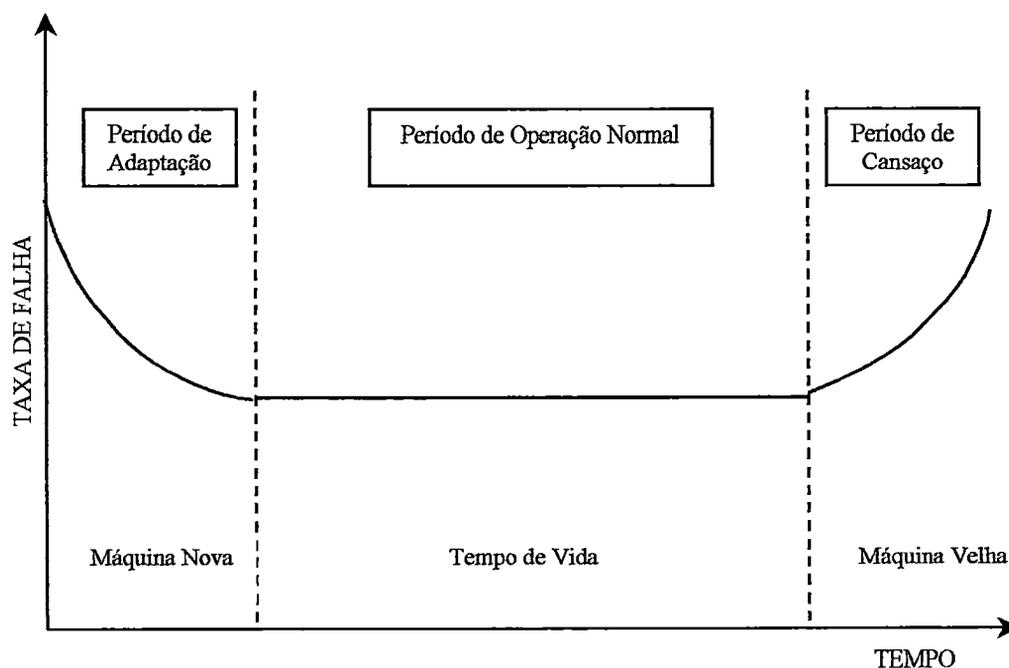


Figura 2.10 – Curva da banheira (NEPOMUCENO – 1989)

Mais surpreendentemente ainda, apenas 6% dos componentes apresentavam uma região de desgaste na curva de taxa de falha em relação ao tempo e, inversamente, 89% destes componentes não apresentavam nenhum padrão de envelhecimento ou desgaste com o tempo. No sumário executivo do relatório produzido a partir do estudo, NOWLAN & HEAP (1978) relatam duas descobertas surpreendentes, que fundamentaram o desenvolvimento da Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM):

- a) *“Reformas programadas têm pouco efeito na confiabilidade global de um item complexo, a não ser que o item possua um modo de falha predominante;*
- b) *Existem muitos itens para os quais não existe nenhuma forma efetiva de manutenção programada”.*

A partir destas constatações a utilização da RCM passou a ser aplicada não apenas na indústria aeronáutica, mas também em outros segmentos, especialmente naqueles onde as questões ambientais e de segurança são cruciais, como a produção de energia nuclear, a indústria petrolífera, etc.

Conceito de RCM

MOUBRAY (1998) define RCM como “um processo usado para determinar o que deve ser feito para assegurar que qualquer item físico continue a desempenhar as funções requeridas pelos seus usuários em seu atual contexto operacional”. Para isso, as 7 (sete) questões básicas que devem ser formuladas a respeito dos itens sob análise são:

- a) Quais são as funções e os padrões de desempenho dos itens em seu contexto operacional?
- b) De que forma eles falham no cumprimento de suas funções?
- c) Quais são as causas de cada falha funcional?
- d) O que acontece quando ocorre cada falha?
- e) Quais são as conseqüências de cada falha?
- f) O que pode ser feito para prever ou prevenir cada falha?
- g) O que deve ser feito se não houver nenhuma tarefa preventiva apropriada?

A aplicação da RCM proposta por MOUBRAY (1992) é sistematizada através da utilização de três documentos principais:

- A planilha de informação;
- O diagrama de decisão;
- A planilha de decisão.

A planilha de informação é utilizada para o registro das respostas às questões (a), (b), (c) e (d) acima formuladas. O diagrama de decisão sintetiza os critérios utilizados para responder às questões (e), (f) e (g). Já a planilha de decisão é utilizada para registrar as respostas dadas às questões (e), (f) e (g)⁵.

A adoção e prática da RCM proporciona às empresa uma série de benefícios para as áreas envolvidas com a manutenção. PINTO & XAVIER (1998) destacam os seguintes benefícios:

- Aprimoramento do desempenho operacional de máquinas e equipamentos;
- Maior relação de custo benefício;
- Melhoria das condições ambientais e de segurança;
- Aumento da vida útil dos equipamentos;

⁵ Dado o escopo e objetivo deste trabalho não são mostrados os três documentos básicos utilizados na proposta para a aplicação da RCM. Para maior detalhamento, ver MOUBRAY (1992).

- Atualização e melhoria do banco de dados da manutenção;
- Atualização dos desenhos e manuais de manutenção utilizados;
- Otimização dos estoques de segurança de itens sobressalentes;
- Maior motivação do pessoal;
- Maior compartilhamento dos problemas de manutenção e grupos multifuncionais;
- Geração de maior senso e espírito de equipe.

2.9.4 TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE - MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL)

Conceito e objetivos da TPM

Segundo TAVARES (1996), a TPM foi desenvolvida pelo JIPM – Japan Institute of Plant Maintenance e implementada na indústria japonesa a partir de 1971, na Nippon Denso, pertencente ao grupo Toyota. No Brasil, os conceitos da TPM foram trazidos pela primeira vez em 1986.

PINTO & XAVIER (1998) consideram que a TPM deriva da Manutenção Preventiva, originalmente concebida nos Estados Unidos. A evolução do processo até a sua caracterização atual passou pelas etapas da Manutenção Preventiva (1950), Manutenção com Introdução de Melhorias (1957), Prevenção de Manutenção (1960) e a introdução da TPM em 1970.

NAKAJIMA (1988) considera as seguintes características mais importantes da TPM:

- A maximização da efetividade geral dos equipamentos (efetividade total);
- Sistema de manutenção total, que inclui prevenção de manutenção, melhoria da manutenibilidade e manutenção preventiva;
- A participação de todos os trabalhadores, incluindo a manutenção autônoma realizada pelos operadores e a responsabilidade compartilhada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos.

Ou seja, a TPM é um sistema de manutenção de equipamentos que envolve todos os trabalhadores de várias áreas da empresa, principalmente engenharia, manutenção e operação e tem como objetivos principais alcançar zero falhas e zero defeitos. Como consequência da eliminação das falhas e defeitos consegue-se aumentar a disponibilidade dos equipamentos, reduzir custos e aumentar a produtividade do trabalho.

De acordo com NAKAJIMA (1988), a medida da efetividade geral dos equipamentos (EGE) acima mencionada é dada pelo produto de três fatores: a

disponibilidade, a taxa de desempenho e a taxa de qualidade. A disponibilidade é influenciada pelas falhas e pelo tempo de *set up*; a taxa de desempenho, pelas pequenas paradas e pela redução de velocidade; e a taxa de qualidade, pelas perdas por defeitos de qualidade e retrabalhos e pelas perdas na partida. Desta forma, define-se na TPM, de acordo com NAKAJIMA (1988):

$$\text{EGE} = \text{disponibilidade} \times \text{taxa de desempenho} \times \text{taxa de qualidade}$$

Quebra ou falha zero e a estrutura das equipes de TPM

PINTO & XAVIER (1998) distinguem outro conceito importante na filosofia do TPM: a Quebra Zero ou Falha Zero, considerando que a quebra ou falha é o principal fator que prejudica o rendimento operacional. Se se considerar que as máquinas foram projetadas para trabalhar com Zero Defeito, passa a ser obrigação o equacionamento das medidas e soluções para atingir esse objetivo. É importante observar que a Quebra Zero ou Falha Zero significa que a máquina não pode parar durante o período em que foi programada para operar e é diferente da condição de a máquina nunca poder parar.

A TPM busca melhorar a efetividade geral dos equipamentos atuando na eliminação ou minimização das perdas. Na abordagem de NAKAJIMA (1988) para a TPM, as 6 (seis) grandes perdas consideradas são:

- a) Paradas por falhas;
- b) Tempos excessivos para ajustes dos equipamentos produtivos (*set up*);
- c) Pequenas paradas;
- d) Funcionamento à velocidade reduzida;
- e) Perdas na partida, devido a falhas e pequenas paradas até que o processo se estabilize;
- f) Defeitos de qualidade e retrabalhos.

A característica mais marcante da TPM é a sua estrutura de trabalho através de atividades de pequenos grupos. Os pequenos grupos podem ser divididos em duas grandes categorias, de acordo com NAKAJIMA (1988):

- Os grupos CCQ (Círculos de Controle de Qualidade) integrados aos programas de TQC (Total Quality Control);
- Os grupos do movimento ZD (Zero Defects) que foi iniciado nos Estados Unidos em 1965.

Os grupos de CCQ são voluntários, informais, independentes da estrutura organizacional e organizados para o aprendizado de técnicas de controle da qualidade e a

capacitação dos trabalhadores para a solução de problemas. Já os grupos de ZD são formais, conduzidos dentro da estrutura organizacional e formados com o objetivo de eliminar defeitos e atingir metas coerentes com as metas da organização. Os pequenos grupos da TPM baseiam-se no modelo de grupos de ZD e, como tal, integram-se na estrutura organizacional e caracterizam-se pela manutenção autônoma realizada pelos operadores através de limpeza, lubrificação, reapertos e inspeções.

PINTO & XAVIER (1998) defendem que os empregados devem ser adequadamente treinados e capacitados para o desenvolvimento do programa de TPM segundo os seguintes perfis:

- Operadores: execução de atividades de manutenção de forma espontânea (lubrificação, regulagens, reapertos, etc);
- Pessoal de manutenção: execução de tarefas nas áreas de mecânica, eletricidade e eletrônica;
- Engenheiros: planejamento, projeto e desenvolvimento de equipamentos com característica de prevenção de manutenção, ou seja, equipamentos que “não exijam manutenção”.

Implantação e condução dos programas de TPM

O desenvolvimento de um programa de TPM deve ser conduzido de forma a se adaptar às particularidades de cada organização, pois cada uma tem, em geral, sua cultura, necessidades e problemas específicos, que dependem do tipo de indústria, do sistema produtivo e dos tipos e condições operacionais dos equipamentos. Para NAKAJIMA (1988), os princípios os básicos que devem nortear a implementação com sucesso de um programa de TPM são:

- Eliminação das seis grandes perdas para melhorar a efetividade geral dos equipamentos;
- Estabelecimento de um programa de manutenção preventiva;
- Estabelecimento de um programa de manutenção autônoma;
- Educação e treinamento;
- Melhoria dos equipamentos e prevenção de manutenção.

WILLMOTT (1994) apresenta uma abordagem ocidental para a TPM, e defende a idéia de que a TPM deve ser também desenvolvida de acordo com as especificidades de cada organização. Para este autor, a TPM é uma ferramenta de aplicação prática da qualidade total e do trabalho em equipe, que permite otimizar a efetividade dos equipamentos ao se

estabelecer uma ótima relação entre as pessoas e as máquinas e se eliminar todas as fontes de desperdícios, obtendo-se desta forma uma vantagem competitiva consistente e sustentável para a organização. O autor distingue três características principais na TPM:

- Incorporação de métodos para coleta e análise de dados, solução de problemas e controle de processo, visando o aumento da efetividade dos equipamentos;
- Promoção de parceria entre os departamentos de produção e de manutenção e envolvimento de outros departamentos que mantém uma relação mais direta com os equipamentos como projeto, qualidade, finanças e compras;
- Utilização da padronização, organização do local de trabalho, gestão à vista e solução de problemas para a promoção da melhoria contínua dos equipamentos.

Tendências da TPM no Brasil

PINTO & XAVIER (1998) colocam que a partir da definição básica de TPM o conceito de manutenção se amplia pela participação de todos na manutenção do sistema produtivo da empresa e tem-se observado os seguintes destaques:

- a) Atualmente, verifica-se uma tendência de contratação de pessoal oriundo das áreas de manutenção para exercer funções de operação, à medida que o nível de atuação pelo conhecimento e habilidades já desenvolvidas, oferece um novo patamar de ganho sob vários aspectos;
- b) Os números constantes dos documentos nacionais editados pela ABRAMAN - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO (1997), indicam que a participação do pessoal de produção e operação nas atividades de manutenção tem sido crescente no período de 1993 a 1997.

2.10 CUSTOS DE MANUTENÇÃO

O custo sempre foi uma variável importante na gestão dos negócios, principalmente nos dias atuais em que a necessidade de maior competitividade leva naturalmente a uma maior pressão para redução de custos nas empresas de um modo geral. No caso particular da manutenção, DE CAMPOS (1994) argumenta que os custos respectivos influenciam sensivelmente as estruturas organizacionais e administrativas vigentes.

VIEIRA (1991) destaca que os serviços de manutenção possuem duas características importantes:

- É um processo caro, com seus gastos representando somas significativas ao longo da vida operacional dos equipamentos e instalações;

- É um processo do tipo “mão de obra intensiva” e, ao que tudo indica, continuará a sê-lo mesmo que se lhe incorporem mais e mais avanços tecnológicos.

PINTO & XAVIER (1998) destacam: *“existe uma grande preocupação gerencial em reduzir o custo da manutenção, e isto é saudável à medida que se constata que, na quase totalidade das empresas brasileiras e na maioria das empresas internacionais, o custo de manutenção é elevado e não compatível com a competitividade globalizada”*.

Pesquisa constante do Documento Nacional ABRAMAN – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO (1997), mostra que no Brasil o custo da manutenção em relação ao faturamento bruto das empresas vem apresentando uma tendência de queda, situando-se em 1997 em 4,39%.

Quanto à composição dos custos de manutenção, PINTO & XAVIER (1998) citam um estudo da ABRAMAN de 1995 relatando a seguinte composição:

- Custo de pessoal: 35%
- Custo de material: 34%
- Custo de serviços de terceiros: 22%
- Outros: 9%

Para efeito de controle, PINTO & XAVIER (1998) propõem uma classificação dos custos de manutenção em três grandes famílias:

- a) **Custos diretos:** são aqueles necessários para manter os equipamentos em operação. Neles se incluem as manutenções preventiva, preditiva, reparos, revisões e manutenção corretiva de um modo geral. Os componentes dos custos diretos são o custo de mão de obra direta, o custo de materiais e o custo de serviços de terceiros;
- b) **Custos de perda de produção:** são os custos oriundos de perda de produção causados:
 - pela falha do equipamento principal sem que o equipamento reserva, quando existir, estivesse disponível para manter a unidade produzindo;
 - pela falha do equipamento, cuja causa determinante tenha sido ação imprópria da manutenção;
- c) **Custos indiretos:** são aqueles relacionados com a estrutura gerencial e de apoio administrativo, custos com análises e estudos de melhoria, engenharia de manutenção, supervisão, aquisição de equipamentos, ferramentas e instrumentos da manutenção. Incluem ainda os custos de amortização, depreciação, energia elétrica, aluguel e outras utilidades.

Estes dois autores mostram ainda um estudo interessante sobre a zona de organização econômica⁶ que correlaciona *custo de perda de produção*, *custo de manutenção* e *disponibilidade operacional e nível de manutenção* e citam as seguintes conclusões importantíssimas quanto aos custos de manutenção:

- (a) *“O custo total mínimo de manutenção pode ser obtido com alta taxa de disponibilidade, algo em torno de 97%”;*
- (b) *“Os custos de manutenção crescem de modo inverso aos custos de parada de produção, desde que se espera que esse aumento de custos com a manutenção se traduza em redução de paradas de emergência. No limite máximo - manutenção em excesso - , podemos imaginar uma manutenção que em intervalos muito pequenos de tempo esteja intervindo no equipamento e substituindo componentes desnecessariamente. No outro extremo, a falta de manutenção provocará paradas cada vez mais longas, traduzidas por intervalos cada vez maiores de perda de produção”.*

Desse modo, pode-se estabelecer um nível ótimo de intervenção que varia para cada tipo de instalação ou equipamento. Ou seja, entre as duas opções de intervir mais ou menos no equipamento, existe a opção de intervir justamente no momento necessário. Isso é possível com a adoção da manutenção preditiva que favorece sensivelmente o aumento da disponibilidade da instalação sem incorrer no aumento dos custos diretos de manutenção.

2.11 TÓPICOS DE PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA MANUTENÇÃO

2.11.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Segundo MIRSHAWKA & OLMEDO (1993), é comum o equívoco de se encontrar supervisores fazendo o planejamento do serviço pouco antes do mesmo ser iniciado, não havendo pois, muito tempo para o planejamento de ferramentas, materiais, métodos, etc., necessários para a execução da tarefa. Ou então, o que é pior, deixa-se para os artífices da manutenção o planejamento do seu próprio trabalho. Esta prática acaba resultando em perdas de materiais, atrasos, tarefas incompletas, métodos ineficientes, interrupções de serviços e outros tantos desperdícios. Nenhum tipo de meta é estabelecida pelos elementos da manutenção para acompanhar e medir seu desempenho, como por exemplo as horas planejadas para o trabalho em relação às horas padrão.

Os tempos de execução das diversas tarefas não são disponíveis para se poder

⁶ O autor utiliza o conceito de ponto de equilíbrio da Microeconomia para introduzir o conceito de zona de organização econômica. Para maior detalhamento e representação gráfica, ver aspectos gráficos em PINTO & XAVIER (1998).

programar convenientemente o trabalho. O planejamento é um dos aspectos mais importantes de uma boa administração da manutenção e contribui de forma significativa para se obter uma melhor produtividade da manutenção.

Ou seja, ainda que estes autores dêem enfoque ao planejamento, pode-se extrapolar estas considerações para a programação da manutenção já que toda programação deve, em princípio, decorrer do planejamento.

2.11.2 DIRETRIZES PARA PROGRAMAÇÃO DE MANUTENÇÃO

Nesta seção será apresentada a visão de alguns autores sobre algumas diretrizes para alocação de trabalho e recursos humanos em manutenção que estão diretamente relacionadas ao tema central deste trabalho que é a programação de serviços de manutenção.

Visão de MIRSHAWKA & OLMEDO (1993)

MIRSHAWKA & OLMEDO (1993) propõem que devam ser desenvolvidas e instaladas a função planejamento da manutenção e a função de programação da manutenção de acordo com os critérios orientativos constantes dos itens (a) e (b) seguintes:

a) Desenvolver e instalar a função planejamento da manutenção:

Deve-se selecionar e treinar pessoas para serem os planejadores da manutenção (em média 1 pessoa para cada 20 homens de manutenção). O desenvolvimento ou aquisição de um banco de dados é necessário para que sejam gerados os tempos básicos para as diferentes tarefas. Um procedimento básico para o planejamento seria:

- Determinar os itens prioritários das demandas de manutenção (talvez seja necessário ir ao campo; estima-se que 25% do tempo de um planejador seja usado nestas tarefas);
- Estabelecer o número de profissionais necessários para cada tarefa;
- Estabelecer os tempos necessários;
- Planejar e solicitar os componentes e o material;
- Planejar o uso de equipamentos e ferramentas especiais;
- Alocar as pessoas considerando especialidades e habilidades;
- Ajustar as prioridades;
- Preencher a OS (ordem de serviço).

As melhorias decorrentes desta abordagem seriam:

- Redução dos atrasos;

- Diminuição das interrupções dos serviços;
- Eliminação de visitas extras;
- Melhor controle de materiais;
- Melhoria de coordenação;
- Melhoria da qualidade do trabalho;
- Serviços executados integralmente;
- Supervisão simplificada;
- Desempenho melhor;
- Eliminação de superdimensionamento de pessoal.

Devido à ausência da programação, frequentemente serviços sem muita importância e de pouca prioridade são feitos em primeiro lugar. O planejador bem preparado é a melhor pessoa para evitar isso: ele conhece as prioridades, sabe quando cada manutentor está apto a iniciar um determinado serviço e quanto tempo levará para terminá-lo. A programação fica bem mais simples para ser elaborada uma vez que um bom trabalho de planejamento tenha sido feito.

b) Desenvolver e instalar a função de programação da manutenção integrada com a função do planejador:

Deve-se elaborar e introduzir um formulário apropriado para a programação semanal. Alguns procedimentos para a programação poderiam ser:

- Participar de reuniões semanais com a produção da fábrica;
- Classificar o *backlog*⁷ de OS's planejadas para ser distribuídas entre os colaboradores;
- Classificar as OS's por prioridade;
- Levantar a relação de trabalhos já terminados e os que ainda estão em andamento;
- Considerar a duração do trabalho, a distância a ser percorrida e o tipo de local onde será feito o serviço quando da execução da programação. É interessante aproveitar e executar diversos trabalhos quando se está num determinado local;
- Efetuar a coordenação com o cliente;
- Programar serviços que envolvam várias pessoas, quando não for viável executá-los em um único turno;

⁷ *Backlog* é o período de tempo necessário para um grupo executar todas as atividades de manutenção pendentes, supondo que durante esse tempo nenhum outro serviço será solicitado a esse grupo (TAVARES, 1996).

- Emitir uma programação diária, exceto para os trabalhos de projeto e de construção;
- Atribuir ao supervisor o despacho ou distribuição dos trabalhos;

Entre as melhorias resultantes dessa prática são citadas:

- Redução dos atrasos entre os serviços;
- Aumento da utilização da força de trabalho da manutenção;
- Eliminação de deslocamentos extras;
- Melhor coordenação entre produção e manutenção;
- Melhor disponibilidade de materiais e equipamentos;
- Supervisão simplificada.

Visão de HIGGINS (1988)

As questões levantadas e diretrizes propostas por este autor quanto à programação da manutenção são:

- **Programar ou não programar?**

É geralmente consensual que em qualquer departamento de manutenção com mais de 10 (dez) pessoas com 2 (dois) ou 3 (três) especialistas, alguns planejando e outros alocando o trabalho do dia a dia para os executores responsáveis, isto pode resultar em melhoria de eficiência. À medida que o tamanho da área de manutenção aumenta, a escala em que o planejamento do trabalho pode ser formalizado e o montante de tempo empregado nesta atividade aumentam. As atividades de planejamento só devem ser incrementadas para efeito de maximização da eficiência geral se o custo do sistema for menor que a operação sem o sistema. Portanto, esta deve ser a diretriz para balizar a decisão de incrementar as atividades de planejamento e, por decorrência, as de programação.

- **Quanto Programar?**

Há limitações de ordem prática em qualquer sistema de programação. Uma programação bastante detalhada que se torne obsoleta depois de uma ou duas horas devido a emergências tem pouco valor. Se, entretanto, o desempenho real da programação indica uma consistência de 60 a 80% durante a sua operação normal, a programação tem valor real.

Alguns aspectos devem ser considerados no estabelecimento de um bom procedimento de programação de serviços:

Unidade de trabalho: a maioria de programações detalhadas são baseadas em termos de homens-horas ou frações de horas se forem utilizados tempos padrão. Outros sistemas de

programação utilizam um meio-homem-dia como a menor unidade de trabalho enquanto outros usam um homem-dia ou mesmo um homem-semana como base.

Tamanho dos trabalhos programados: alguns sistemas de programação de serviços lidam com pequenos trabalhos tão bem como com grandes trabalhos. Outros programam somente grandes trabalhos onde o número de pessoas e a escala de tempo envolvidos são consideráveis.

Porcentagem programada da carga total de trabalho: embora em alguns casos todo o trabalho possa ser programado, os sistemas mais eficazes reconhecem a incapacidade de qualquer departamento de engenharia de manutenção para prever todos os trabalhos, especialmente aqueles de natureza emergencial e por isso não programam toda a força de trabalho. Uma porção da força de trabalho é mantida livre para o rápido atendimento de emergências ou outros trabalhos prioritários não previstos por ocasião da programação.

Tempo de ciclo para programação: o tempo de ciclo para programação ou a extensão de tempo coberta pela programação é uma outra variável a ser considerada. Alguns sistemas de programação não atendem a cobertura de reparos devido a quebras e são limitados às rotinas de manutenção preventiva e aos trabalhos que podem ser previstos e programados com antecedência. Nestes casos uma programação com periodicidade mensal ou bimensal é suficiente. Na maioria dos casos, no entanto, uma programação semanal com 2 (dois) ou 3 (três) dias de tempo de ciclo resulta em bom desempenho, e ainda é suficientemente flexível para administrar demandas imprevistas. Em situações extremas uma programação diária com 16 (dezesesseis) a 18 (dezoito) horas de tempo de ciclo pode ser necessária para prover o controle necessário. Uma solução mais razoável para esta situação, no entanto, envolve a utilização de uma programação mestre para um mínimo de 1 (uma) semana com possibilidade de modificá-la diariamente.

2.12 SELEÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO DE MANUTENÇÃO

HIGGINS (1988) tece algumas considerações sobre a seleção e implementação de uma sistema de programação de manutenção:

Demandas de trabalho: antes de se iniciar a formalização do sistema de programação, o método de requisição de demandas de trabalho deve ser formalizado. As demandas podem apresentar a forma de descrição de trabalho relacionando a mão de obra ou equipamentos

necessários, ou podem ser em forma de uma folha de trabalho em que são acumuladas informações de natureza verbal ou escrita. Independentemente da forma com que a demanda se apresenta, ela deve ser direcionada a um ponto central quando um sistema de programação é utilizado. Numa pequena planta o destino pode ser o encarregado, o superintendente de manutenção ou engenheiro da planta. Num departamento de manutenção maior, o destino deve ser uma assessoria individual ou em equipe.

A quantidade de informação na demanda de trabalho depende consideravelmente do talento dos componentes da equipe de programação. Se o indivíduo encarregado da programação é bastante familiarizado com as necessidades do serviço e pode determinar a mão de obra especializada envolvida, o equipamento necessário e qualquer outra informação necessária para programação, um resumo do trabalho será suficiente. Por outro lado, onde a complexidade do trabalho é tal, que é praticamente impossível para qualquer indivíduo dispor destas informações, ou se a pessoa encarregada da programação não tem habilidade e treinamento necessários para analisar o trabalho, a informação na demanda de trabalho deve ser apresentada com maior detalhamento. O número de homens-horas necessário por especialidade, o tempo, a relação entre as especialidades, a localização e disponibilidade das partes e equipamentos e quaisquer outras necessidades especiais relacionadas com a programação da produção ou pessoal deve ser incluída.

Adicionalmente à informação necessária para planejamento, é igualmente importante ter-se uma realimentação sobre o desempenho real em termos de conclusão e tempo real consumido por especialidade. Estas informações podem ser incorporadas no sistema de requisição de serviço e retornadas ao centro de programação. O sistema de programação deve prover também trabalhos programados mas não concluídos que se tornam parte do *backlog*. Como tais serão consideradas novas demandas para novas programações.

Coordenação e despacho: Na execução de um sistema de programação eficaz é necessário comprometer-se com as considerações de ordem prática do trabalho que deve ser realizado de forma econômica. Se um responsável e seu pessoal assumem que o trabalho deve ser concluído no tempo exato que foi estimado e continuam a trabalhar com base na estimativa do tempo necessário, é óbvio que isso resultará em confusão, trabalho incompleto e ociosidade da equipe. Uma programação formal emitida semanalmente e seguida cegamente teria os mesmos efeitos. Ao invés disso, a programação deve ser utilizada como um guia e modificações podem ser feitas quando necessárias. A rápida comunicação de tais modificações aos responsáveis por executá-las é essencial para o sucesso de um trabalho programado.

Determinação de prioridade: Em qualquer organização de manutenção eficientemente administrada, a carga de trabalho em termos de quantidade ou tempo excede a disponibilidade de homens e ou equipamentos. Por esta razão o problema de se definir e estabelecer prioridades existe e é um fator importante na programação. Numa pequena planta com um departamento de operação e uma pequena organização de manutenção, o estabelecimento de prioridades pode resultar em discussões eventuais entre manutenção e produção. No entanto, à medida que a planta cresce e o departamento de manutenção é obrigado a prestar serviços a mais de um departamento de produção, o problema da determinação imparcial e eficiente de prioridade torna-se mais significativo. Um dos problemas mais sérios para manter boas relações entre os departamentos de manutenção e produção ocorre nesta esfera, e isto pode reduzir a eficiência geral da planta.

Os meios para determinação de prioridades de trabalho figuram como os mais importantes no estabelecimento de um sistema de programação. Superficialmente a solução para este problema reservaria decisões relativas a prioridades para um indivíduo que tivesse condição de avaliar o efeito no desempenho geral da planta. Numa planta de qualquer tamanho, é usualmente mais eficaz administrar tais decisões num nível mais baixo de gerenciamento, com o gerente da planta tendo a palavra final na decisão quanto ao trabalho que deve ser priorizado.

Um método que tem sido satisfatório em muitas casos, é através de uma alocação distribuída de habilidades de mão de obra para cada departamento de produção para o posterior estabelecimento da prioridade de trabalho dentro de cada departamento, mediante consultas com seus supervisores. Quando houver a necessidade de variar a alocação de homens, isto pode ser feito por negociação entre os departamentos de produção para uma troca negociada. Se tal realocação não puder ser concluída, como um último recurso o gerente da planta deve tomar a decisão.

CAPÍTULO 3

FILOSOFIA, CONCEITOS, MÉTODOS, TÉCNICAS E FERRAMENTAS DA QUALIDADE (REVISÃO BIBLIOGRÁFICA)

3.1 A IMPORTÂNCIA DO PAPEL DA MANUTENÇÃO NO SISTEMA DA QUALIDADE DA ORGANIZAÇÃO

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

Para PINTO & XAVIER (1998), a competitividade de uma organização depende de vários subsistemas que se interligam através de relações extremamente fortes e interdependentes. Neste contexto, a manutenção tem um papel muito importante, pois, para cumprir a sua missão, ela precisa atuar como elo de ligação das ações dos subsistemas de engenharia, suprimento, inspeção de equipamentos, dentre outros, para atender ao cliente interno que é a operação.

A partir do conceito da função qualidade que será apresentado no item 3.6, conclui-se que a qualidade do produto ou serviço é resultado da qualidade do trabalho de todos os departamentos ao longo da espiral da qualidade. Nesse sentido, as áreas normativas e executivas de manutenção devem desempenhar a função manutenção o mais correta e adequadamente possível para permitir o atingimento da missão da manutenção. Assim, a qualidade resultante dos processos de manutenção deve interferir positivamente na qualidade do produtos e serviços da organização.

3.2 CONCEITO DE QUALIDADE NA VISÃO DE JURAN

3.2.1 CONCEITO

A literatura traz uma série de definições da palavra *qualidade*. Segundo JURAN (1990) não é simples chegar-se a uma definição para o significado de qualidade. Uma das definições que obteve larga aceitação é *adequação ao uso*. Esta definição conduz a duas direções diferentes:

Características do produto que atendam as necessidades dos clientes: nesta direção a qualidade mais alta permite que a empresa:

- Aumente a satisfação com o produto;
- Tome os produtos vendáveis;
- Atenda à competição;
- Aumente a participação no mercado;
- Aumente o faturamento de vendas;
- Consiga preços vantajosos.

Nesta direção o principal efeito reside nas vendas. Em geral, mais qualidade custa mais.

Ausência de deficiências: nesta direção a qualidade mais alta permite que a empresa:

- Reduza a frequência de erros;
- Reduza retrabalho e desperdício;
- Reduza falhas no campo e despesas com garantia;
- Reduza insatisfação do cliente;
- Reduza inspeção e testes;
- Diminua o tempo necessário para colocar novos produtos no mercado;
- Aumente o rendimento e capacidade;
- Melhore o desempenho de entrega.

Nesta direção o principal efeito reside nas vendas e, em geral, mais qualidade custa menos.

3.2.2 PALAVRAS-CHAVE PARA A DEFINIÇÃO DE QUALIDADE

JURAN (1990) propõe a definição de algumas palavras e expressões-chave para um entendimento mais completo do significado de qualidade. Essas palavras-chave são: produto, características do produto, cliente, satisfação com o produto e satisfação do cliente e deficiências.

Ainda segundo JURAN (1990), os conceitos destas palavras e expressões-chave são:

Produto: é a saída de qualquer processo. Produto consiste principalmente de bens, “software” e serviços.

Bens são coisas físicas como lápis e aparelhos de televisão.

“*Software*” tem mais de um significado. Um dos principais significados é o de programa para computadores. Outro sentido é informação de um modo geral: relatórios, planos, instruções, conselhos e ordens.

Serviço é trabalho desempenhado para outra pessoa. Existem indústrias inteiras para prover serviços nas formas de, por exemplo, energia, transporte, comunicação e entretenimento. Serviço também inclui trabalho desempenhado para outras pessoas ou áreas dentro das empresas, ou seja, preparação da folha de pagamento, recrutamento de novos empregados e manutenção da fábrica. Esses serviços são geralmente chamados de serviços de apoio.

Características do produto: uma característica de produto é uma propriedade do produto com o objetivo de atender a certas necessidades dos clientes e, dessa forma, prover satisfação ao cliente. As características do produto podem ser de natureza tecnológica – por exemplo, o consumo de combustível de um veículo, as dimensões de um componente mecânico, a viscosidade de um produto químico ou a uniformidade da tensão de fornecimento de energia elétrica. As características do produto também podem assumir outras formas como pontualidade na entrega, facilidade de manutenção e cortesia no serviço.

Cliente: Um cliente é qualquer um que recebe ou é afetado pelo produto ou processo. Clientes podem ser internos ou externos.

Os *clientes externos* são afetados pelo produto mas não pertencem à empresa que o produz. Os clientes externos incluem os clientes que compram o produto, órgãos governamentais de regulamentação e o público que pode ser afetado por produtos inseguros ou por danos ao meio ambiente.

Os *clientes internos* são afetados pelo produto e também são membros da empresa que fabrica o produto. Eles são freqüentemente chamados clientes apesar do fato de não serem clientes no sentido anteriormente definido, ou seja, não são consumidores externos.

Satisfação com o produto e satisfação do cliente: atinge-se a satisfação com o produto quando as características do produto respondem às necessidades do cliente. Geralmente é um sinônimo de satisfação do cliente. A satisfação com o produto é um estímulo às possibilidades de venda do produto. O principal impacto reside no faturamento das vendas.

Deficiências: deficiência de um produto é a falta de uma característica que resulta na insatisfação com o produto. As deficiências dos produtos ocorrem, por exemplo, sob as formas de cortes de energia, falhas no cumprimento de prazos de entrega, bens inoperantes, aparência imperfeita e não-conformidade à especificação. O principal impacto reside nos custos implicados para refazer trabalho anterior e para responder às reclamações do cliente.

3.3 CONCEITO DE QUALIDADE NA VISÃO DE GARVIN

Segundo SLACK et al. (1997), como qualidade é tão importante para o desenvolvimento de qualquer organização, uma tarefa chave da função de operações deve ser garantir que ela proporcione bens e serviços de qualidade para seus consumidores internos e externos. Isso não é necessariamente direto. Por exemplo, apesar da “revolução da qualidade”, não há definições claras ou consensuais do que significa “qualidade”. Na verdade, parece haver aproximadamente tantas definições de “qualidade” quanto há pessoas escrevendo sobre ela.

GARVIN* apud SLACK et al. (1997) categorizou muitas das várias definições em cinco abordagens de qualidade: *a abordagem transcendental, a abordagem baseada em manufatura, a abordagem baseada no usuário, a abordagem baseada no produto, e a abordagem baseada no valor.* Estas abordagens são descritas a seguir.

Abordagem transcendental: a abordagem transcendental vê a qualidade como um sinônimo de excelência inata. Um carro de “qualidade” é um Rolls Royce. Um relógio de “qualidade” é um Rolex. Usando esta abordagem, a qualidade é definida como absoluta – o melhor possível em termos da *especificação* do produto ou serviço.

Abordagem baseada em manufatura: a abordagem baseada em manufatura preocupa-se em fazer produtos ou proporcionar serviços que estão *livres de erros* que correspondem precisamente às suas especificações de projeto. Um carro mais barato que um Rolls Royce, ou um relógio Swatch, embora não necessariamente o “melhor” disponível, são definidos como produtos de qualidade desde que tenham sido feitos ou entregues precisamente conforme suas especificações de projeto.

Abordagem baseada no usuário: a abordagem baseada no usuário assegura que o produto ou o serviço está *adequado a seu propósito*. Essa definição demonstra preocupação não só com a conformidade a suas especificações, mas também com a adequação das especificações ao consumidor. Um relógio que é feito precisamente de acordo com suas especificações de projeto e quebra depois de oito dias é claramente “não adequado a seu propósito”. O serviço

* GARVIN, D. (1984). What does “Product Quality” really mean? Sloan Management Review, Fall 1984 apud SLACK, N. et al. (1997). Administração da Produção. São Paulo, Atlas. p.550

de bordo em um vôo noturno de Sidney a Estocolmo pode ter sido projetado para servir drinques aos passageiros a cada quinze minutos, refeições a cada quatro horas e avisos sobre a posição do avião. Essas especificações de qualidade podem não ser adequadas, todavia, para o consumidor cuja principal necessidade é ter um sono ininterrupto.

Abordagem baseada em produto: a abordagem baseada em produto vê a qualidade como um *conjunto mensurável e preciso de características*, que são requeridas para satisfazer ao consumidor. Um relógio, por exemplo, pode ser projetado para funcionar sem precisar de assistência técnica por pelo menos cinco anos, mantendo o tempo preciso em mais ou menos cinco segundos.

Abordagem baseada em valor: a abordagem baseada em valor leva a definição de manufatura a um estágio além e define qualidade em termos de *custo e preço*. Essa abordagem defende que qualidade seja percebida em relação a preço. Um consumidor pode muito bem estar querendo aceitar algo de menor especificação de qualidade, se o preço for menor. Um relógio simples e inexpressivo pode ter bom valor, se funciona satisfatoriamente por um período de tempo razoável. Um passageiro pode estar disposto a voar de Cingapura a Amsterdã, com quatro horas de espera em Bancoc, e suportar assento apertado e refeições medíocres e economizar centenas de florins holandeses quando comparado a um vôo direto.

3.4 CONCEITO DE QUALIDADE NA VISÃO DE SLACK et al.

SLACK et al. (1997) procuram estabelecer o conceito de qualidade a partir de duas visões: a visão da operação e a visão do consumidor abaixo descritas. A partir destas visões, o conceito de qualidade é desenvolvido buscando-se a conciliação entre as mesmas. Estes autores destacam a importância de se trabalhar a diferença entre as expectativas dos consumidores e suas percepções quanto ao produto ou serviço no estabelecimento do conceito de qualidade.

3.4.1 A VISÃO DA OPERAÇÃO

Procurando conciliar as diferentes abordagens anteriores citadas no item 3.3, SLACK et al. (1997) conceituam qualidade *como sendo a consistente conformidade com as expectativas dos consumidores*. O uso da palavra *conformidade* indica que há necessidade de atender a uma especificação clara (a abordagem da manufatura); garantir que um produto ou serviço esteja conforme às especificações é uma tarefa chave de produção. *Consistente* implica que a conformidade às especificações não seja um evento aleatório e ocasional, mas que materiais, instalações e processos tenham sido projetados e então controlados para

garantir que o produto ou o serviço atenda às especificações, usando um conjunto de características de produto ou serviço mensuráveis (a abordagem baseada em produto). O uso da expressão *expectativas dos consumidores* tenta combinar as abordagens baseadas no usuário e no valor. Reconhece que um produto ou serviço precisa atingir as expectativas dos consumidores, que podem, de fato, ser influenciadas por preço.

Ainda segundo SLACK et al. (1997), o uso da palavra *expectativa* nessa definição, em vez de necessidades ou exigências, é importante. *Exigência* implicaria que qualquer coisa que o consumidor queira deveria ser proporcionada pela organização. *Necessidades* implica somente em atingir os requisitos básicos. *Expectativa*, todavia, é o que se acredita ser provável.

3.4.2 A VISÃO DO CONSUMIDOR

Para SLACK et al. (1997), um problema de se basear a definição de qualidade nas expectativas do consumidor é que as expectativas dos consumidores individuais podem ser diferentes. Experiências passadas, conhecimento individual e seu histórico vão dar forma às suas expectativas. Além disso, os consumidores ao receberem o produto ou o serviço, podem recebê-lo, cada um de maneira diferente. A qualidade precisa ser entendida do ponto de vista do consumidor porque, para o consumidor, a qualidade de um produto ou serviço em particular é aquilo que ele percebe como sendo qualidade. Qualidade está nos olhos do observador e toda *percepção* de qualidade do consumidor é importante. Além disso, em algumas situações os consumidores podem ser incapazes de julgar as especificações operacionais técnicas do serviço ou produto e usar medidas substitutivas como base para suas percepções de qualidade.

3.4.3 CONCILIAÇÃO DAS VISÕES DE QUALIDADE DA OPERAÇÃO E DO CONSUMIDOR

De acordo com SLACK et al. (1997), a visão de qualidade da operação é traduzida pela preocupação em se tentar atingir as *expectativas* dos consumidores. A visão de qualidade do consumidor é o que ele *percebe* ser o produto ou o serviço. Para criar uma visão unificada, SLACK et al. (1997), a partir de BARRY & PARASURAMAN (1991), define qualidade como sendo o *grau de adequação entre as expectativas dos consumidores e a percepção deles do produto ou serviço*. O uso dessa idéia permite que a visão de qualidade do consumidor e, portanto, da satisfação com o produto ou serviço seja encarada como o resultado da comparação de suas expectativas sobre o produto ou serviço com suas percepções sobre o seu desempenho. A figura 3.1 representa esta comparação.

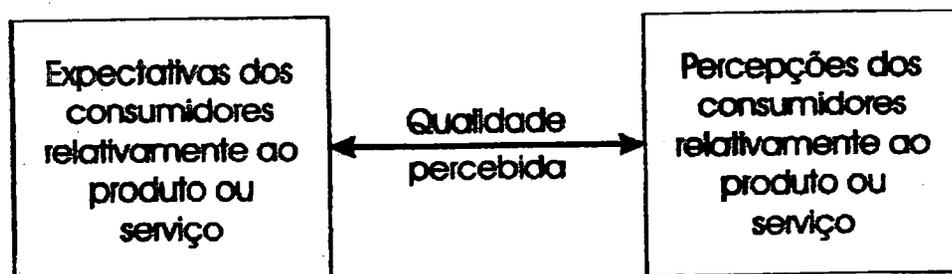


Figura 3.1 – A qualidade percebida é governada pela lacuna entre as expectativas dos consumidores e sua percepção do produto ou serviço (SLACK et al. (1997), baseado em GUMMESSON (1987), PARASURAMAN et al. (1985) e BARRY & PARASURAMAN (1991))

Se a experiência com o produto ou serviço foi melhor do que a esperada, então o consumidor está satisfeito e a qualidade é percebida como sendo alta. Se o produto ou serviço esteve abaixo das expectativas do consumidor então a qualidade é baixa e o consumidor pode estar insatisfeito. Se o produto ou serviço corresponde às expectativas, a qualidade é percebida como aceitável. A figura 3.2 ilustra essas relações:

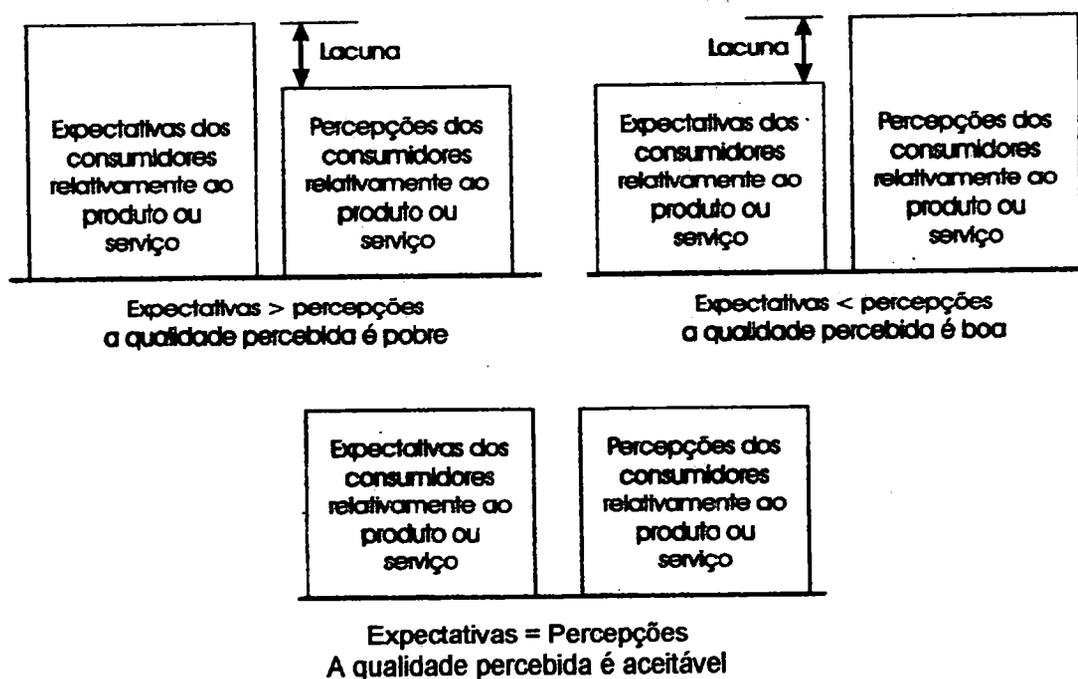


Figura 3.2 – A qualidade percebida é governada pelo tamanho e pela direção da lacuna entre as expectativas dos consumidores e suas percepções do produto ou serviço (SLACK et al. (1997), baseado em GUMMESSON (1987), PARASURAMAN et al. (1985) e BARRY & PARASURAMAN (1991))

Tanto as expectativas como as percepções dos consumidores são influenciadas por fatores, alguns dos quais não podem ser controlados pela operação e outros, em alguma medida, podem ser gerenciados. A figura 3.3 mostra alguns dos fatores que influenciarão a *lacuna* (ou *gap*) entre as expectativas e percepções. Este modelo de qualidade percebida pelo consumidor pode ajudar a entender como as operações podem gerenciar a qualidade e identificar alguns dos problemas de se fazer isso.

A parte inferior do diagrama representa o “domínio” de qualidade da operação e a parte superior, o “domínio” do consumidor. Esse dois domínios encontram-se no produto ou serviço real, que é proporcionado pela organização e experimentado pelo consumidor. Dentro do domínio da operação, o gerenciamento é responsável por projetar o produto ou serviço e proporcionar as especificações de qualidade com que o produto ou serviço deve ser criado. As especificações de um carro, por exemplo, podem incluir o acabamento da superfície da lataria, suas dimensões físicas, a confiabilidade, etc. Dentro do domínio do consumidor, suas expectativas são conformadas por fatores como experiência prévia com o produto ou serviço em particular, imagem de marketing proporcionada pela organização e informação boca a boca de outros usuários. Essas expectativas são internalizadas como um conjunto de características de qualidade. As expectativas de qualidade sobre um carro, por exemplo, podem incluir sua aparência, desempenho, espaço para bagagem, consumo de combustível, espaço para pernas, etc.



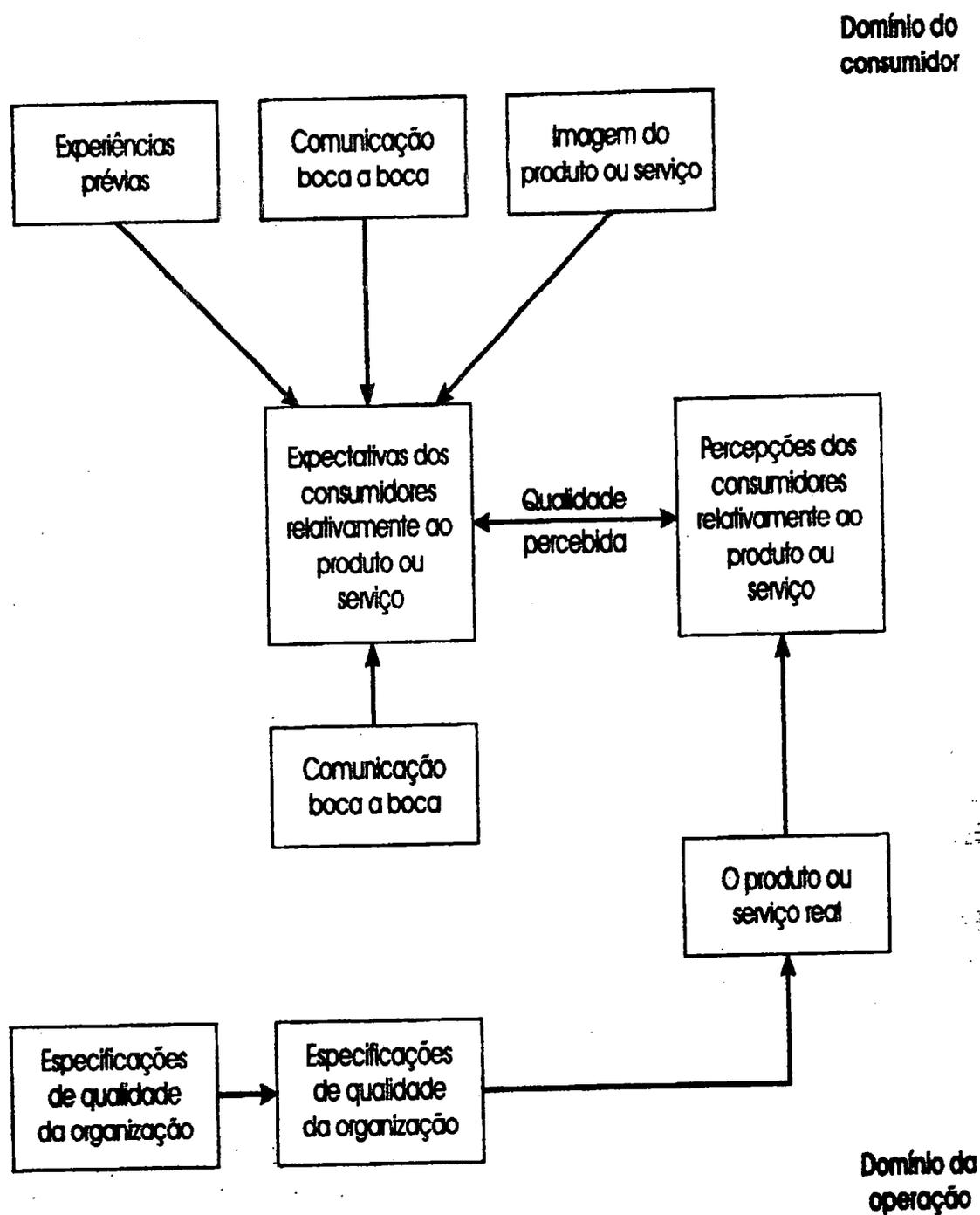


Figura 3.3 – O domínio dos consumidores e o domínio da operação na determinação da qualidade percebida (SLACK, et al (1997), adaptado de PARASURAMAN et al. (1985))

3.4.4 DIAGNÓSTICO DE PROBLEMAS DE QUALIDADE

PARASURAMAN et al.* apud SLACK et al. (1997), propõem que o diagnóstico de problemas de qualidade seja feito com base na qualidade percebida ilustrada na figura 3.3. Se a lacuna da qualidade percebida é tal que a percepção do consumidor do produto ou serviço não consegue encaixar-se com as expectativas com relação a ele, a razão ou razões devem estar em outras lacunas de outros lugares do modelo. Quatro lacunas poderiam explicar a lacuna de qualidade percebida entre as percepções e as expectativas dos consumidores, conforme ilustra a figura 3.4:

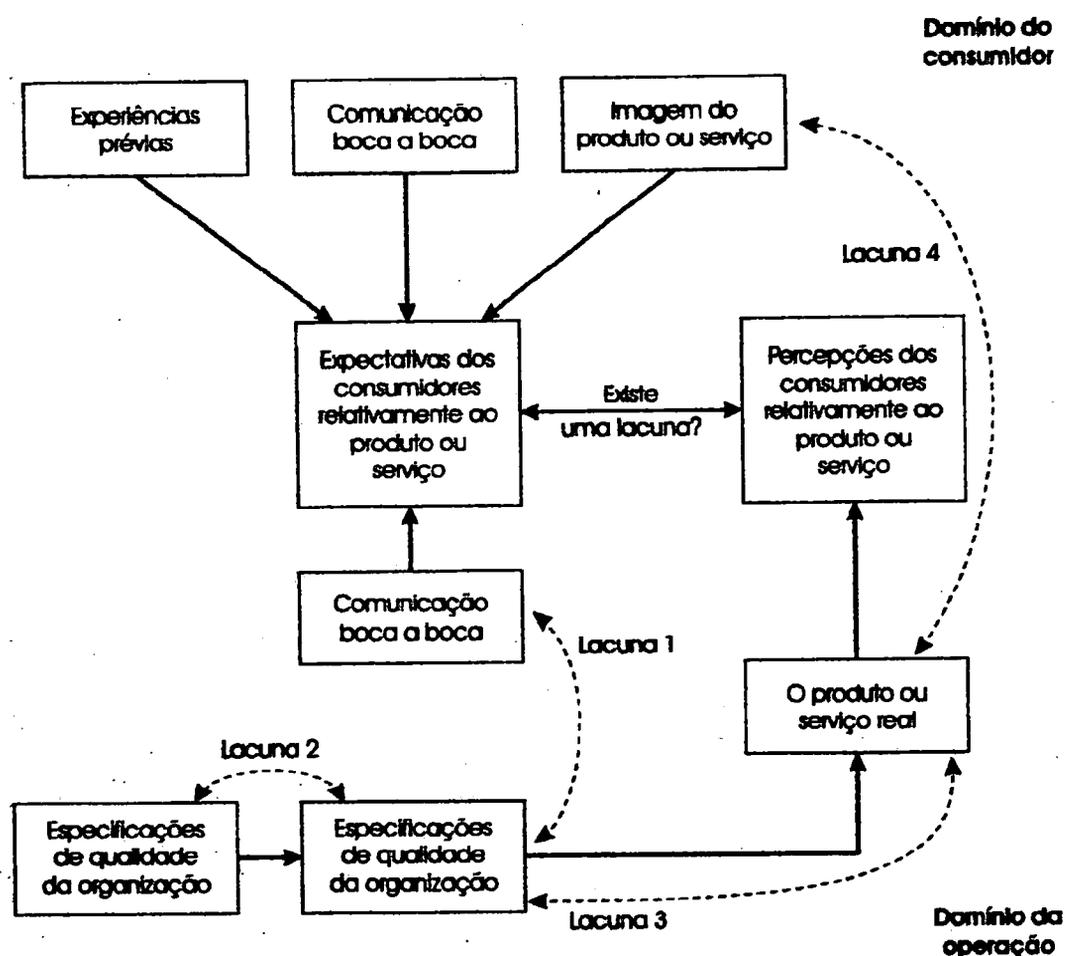


Figura 3.4 – Uma lacuna entre as expectativas de consumidores e suas percepções de um produto ou serviço poderiam ser explicadas por uma ou mais lacunas em outro lugar no modelo (SLACK et al. (1997), baseado em PARASURAMAN et al. (1985))

* PARASURAMAN, A.; ZEITHAML, V. A.; BERRY, L. L. (1985). A Conceptual Model of Service and Implications for Future Research. *Journal of Marketing*, v. 49, p. 41-50, Fall 1985.

De acordo com PARASURAMAN et al. (1985), essas lacunas poderiam ser as seguintes:

Lacuna 1: A lacuna entre as especificações do consumidor e as especificações da operação

A qualidade percebida poderia ser insuficiente pelo descasamento entre as especificações de qualidade internas próprias da organização e as especificações que são esperadas pelos consumidores. Por exemplo, um carro pode ser projetado para precisar de assistência técnica a cada 10.000 quilômetros, mas o consumidor pode ter expectativas de intervalos de assistência técnica de 15.000 quilômetros.

Lacuna 2: A lacuna conceito-especificação

A qualidade percebida poderia ser insuficiente porque há um descasamento entre o conceito do produto ou serviço e a forma como a organização especificou a qualidade do produto ou do serviço internamente. Por exemplo, o conceito de um carro pode ter sido definido como um meio de transporte barato e eficiente em consumo de energia, mas a inclusão de um conversor catalítico pode ter agregado custos como ter tornado o produto menos eficiente em termos de consumo de energia.

Lacuna 3: A lacuna especificação de qualidade-qualidade real

A qualidade percebida poderia ser insuficiente porque há um descasamento entre a qualidade real do serviço ou produto proporcionado pela operação e suas especificações de qualidade internas. Isso pode, por exemplo, ser o resultado de uma especificação inadequada ou inatingível, ou de pessoal inexperiente ou mal treinado, ou porque sistemas efetivos de controle não estão em posição de garantir os níveis definidos de qualidade. Por exemplo, as especificações de qualidade internas para um carro podem ser tais que a distância entre as portas fechadas e o corpo do carro não exceda 7 mm. Todavia, devido a equipamento inadequado, a distância real é de 9 mm.

Lacuna 4: A lacuna qualidade real-imagem comunicada

A qualidade percebida também poderia ser insuficiente porque existe uma lacuna entre as comunicações externas da organização, ou entre imagem de mercado e a qualidade real de serviços ou produtos entregues ao consumidor. Isso pode ser o resultado da função de marketing estabelecer expectativas inatingíveis nas mentes dos consumidores, ou de as operações não proporcionarem o nível de qualidade esperado pelos consumidores. Por

exemplo, uma campanha publicitária para uma companhia de aviação pode mostrar um comissário de bordo oferecendo-se para substituir a camisa de um consumidor sobre a qual tenha sido espirrada comida ou bebida, enquanto esse serviço pode não estar, de fato, disponível se isso vier a ocorrer.

Responsabilidade organizacional pelo fechamento das lacunas

A existência de qualquer dessas lacunas é provável que resulte em um descasamento entre as expectativas e as percepções e resultar em qualidade percebida insuficiente. É, portanto, importante que os administradores tomem ações para prevenir as lacunas de qualidade. A figura 3.5 mostra as ações que seriam requeridas para fechar cada uma das colunas e indica as funções da organização que têm a principal responsabilidade neste sentido.

| <i>Lacuna</i> | <i>Ação requerida para garantir alta qualidade percebida</i> | <i>Principal responsabilidade organizacional</i> |
|---------------|---|--|
| Lacuna 1 | Garantir que haja consistência entre as especificações de qualidade internas do produto ou serviço e as expectativas dos consumidores | Marketing Operações Desenvolvimento de produto/serviço |
| Lacuna 2 | Garantir que as especificações internas do produto ou serviço vão ao encontro de seu conceito pretendido ou projeto | Marketing Operações Desenvolvimento de produto/serviço |
| Lacuna 3 | Garantir que o produto ou serviço real esteja conforme com seus níveis de qualidade internamente especificados | Operações |
| Lacuna 4 | Garantir que as informações e especificações passadas aos consumidores relativamente ao produto ou serviço podem na realidade ser propiciadas pela operação | Marketing |

Figura 3.5 – A responsabilidade organizacional pelo fechamento das lacunas de qualidade

(SLACK et al. 1997)

3.5 CONCEITO DE QUALIDADE NA VISÃO DE FALCONI CAMPOS

Segundo CAMPOS (1992a), um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente. Ou seja, o verdadeiro critério da boa qualidade é a preferência do consumidor. É isto que garantirá a sobrevivência da empresa: a preferência do consumidor pelo seu produto em relação à concorrência, hoje e no futuro.

Nesse enfoque, CAMPOS (1992a) propõe o TQC – *Total Quality Control*, Controle da Qualidade Total, como uma abordagem gerencial para justamente criar condições internas que garantam a sobrevivência das organizações a longo prazo. Portanto, a qualidade total são todas aquelas dimensões que afetam a satisfação das necessidades das pessoas e, por conseguinte, a sobrevivência da empresa. Estas dimensões são mostradas na figura 3.6.

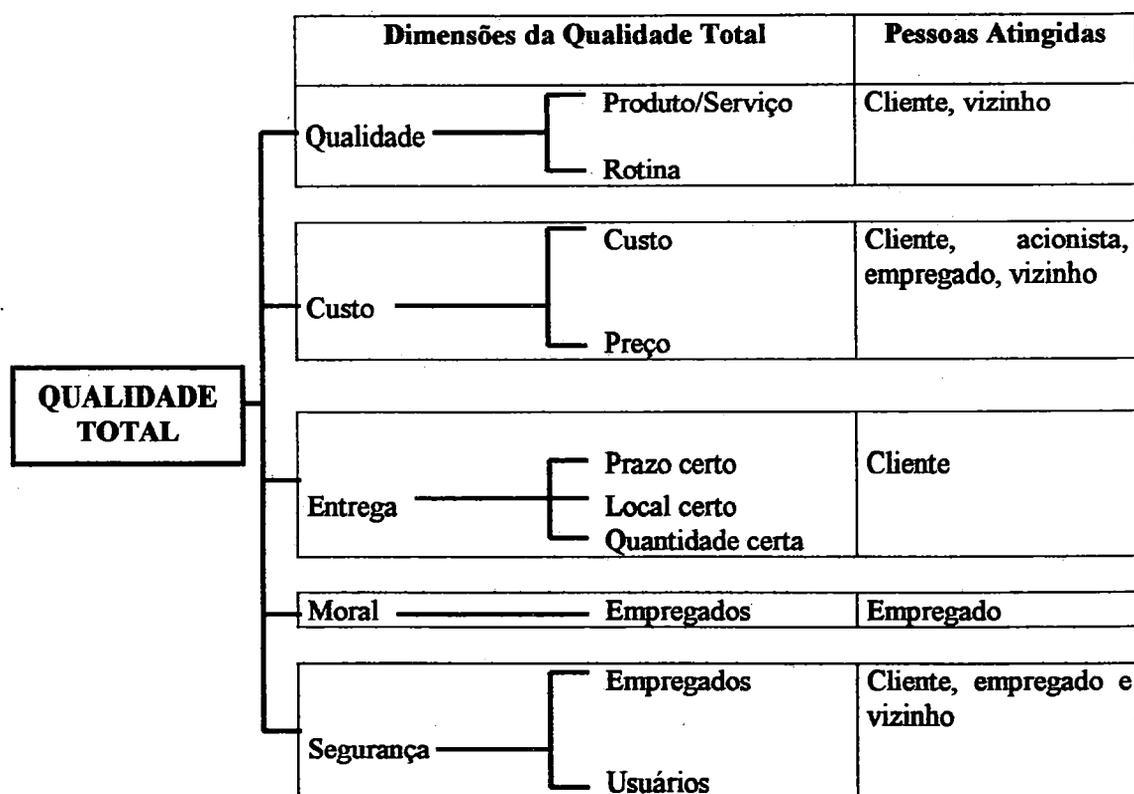


Figura 3.6 – Dimensões da qualidade total (CAMPOS 1992a)

Estas dimensões têm o seguinte significado:

Qualidade: esta dimensão está diretamente ligada à satisfação do cliente interno ou externo. Portanto, a qualidade é medida através das características da qualidade dos produtos ou

serviços finais ou intermediários da empresa. Ela inclui a qualidade do produto ou serviço (ausência de defeitos e presença de características que irão agradar o consumidor), a qualidade da rotina da empresa (previsibilidade e confiabilidade em todas as operações), a qualidade do treinamento, a qualidade da informação, a qualidade das pessoas, a qualidade da empresa, a qualidade da administração, a qualidade dos objetivos, a qualidade do sistema, etc..

Custo: o custo é aqui visto não somente como o custo final do produto ou serviço, mas inclui também os custos intermediários como custo médio de compras, custo de vendas, custo do recrutamento e seleção. O preço também é importante, pois ele deve refletir a qualidade. Deve-se cobrar pelo valor agregado ao produto ou serviço.

Entrega: sob esta dimensão da qualidade total são medidas as condições de entrega dos produtos ou serviços finais e intermediários de uma empresa: índices de atrasos de entrega em local errado e índices de entrega de quantidades erradas.

Moral: esta é uma dimensão que mede o nível médio de satisfação de um grupo de pessoas que pode ser o grupo de todos os empregados da empresa ou os empregados de um departamento ou seção. Este nível médio de satisfação pode ser medido de várias maneiras tais como o índice de turn-over, absenteísmo, índice de reclamações trabalhistas, etc.

Segurança: sob esta dimensão avaliam-se a segurança dos empregados e a segurança dos usuários do produto. Mede-se aqui a segurança dos empregados através de índices tais como número de acidentes, índice de gravidade, etc. A segurança dos usuários é ligada à responsabilidade civil pelo produto.

Portanto, se o objetivo é atingir a Qualidade Total, deve-se medir os resultados para saber se este objetivo foi alcançado ou não. Deve-se então medir a qualidade do produto ou serviço, o número de reclamações dos clientes, a fração de produtos ou serviços defeituosos, o custo do produto ou serviço, os atrasos de entrega de cada produto, a fração de entrega realizada em local errado, a fração de entrega realizada em quantidade errada, o índice de turn-over de pessoal, o índice de absenteísmo, o índice de acidentes, etc..

3.6 A FUNÇÃO QUALIDADE

Segundo JURAN (1991), uma organização produz e distribui seus produtos através de uma série de atividades especializadas executadas por departamentos especializados. Nas indústrias, esses departamentos especializados incluem o desenvolvimento do produto, o desenvolvimento de processos, a produção, marketing, etc. A figura 3.7 denominada “espiral da qualidade” descreve uma seqüência típica das atividades executadas em uma empresa. Cada departamento especializado é responsável pela execução da função especial que lhe foi designada, além de ser co-responsável pela execução de certas funções de âmbito geral dentro da empresa, tais como relações humanas, finanças e qualidade.

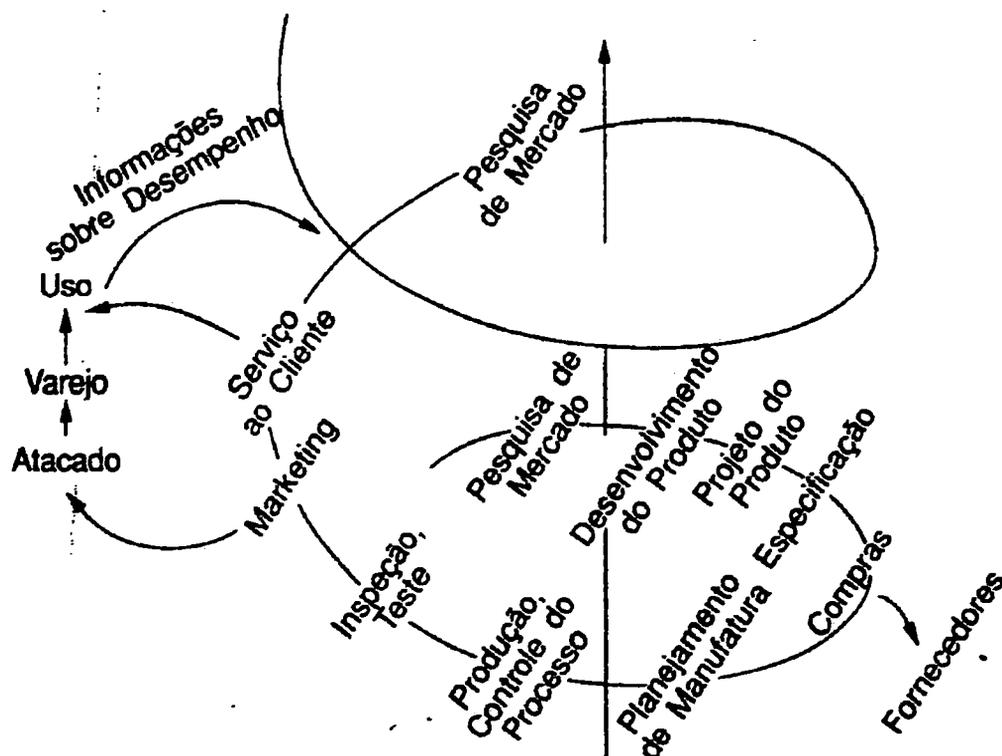


Figura 3.7 – A espiral do progresso da qualidade (JURAN-1991)

Segundo JURAN (1991), a função qualidade a nível da empresa surge do fato de que a qualidade do produto é resultado do trabalho de todos os departamentos ao longo da espiral. Cada um desses departamentos especializados é responsável por suas funções especiais e deve fazer seu trabalho o mais corretamente possível – seus produtos devem adequar-se ao uso. Dessa forma, cada departamento tem uma atividade voltada para a

qualidade, a qual deve ser executada juntamente com a função principal. É conveniente que se tenha um nome que represente essas atividades, tanto a do departamento quanto a da companhia, que resultem coletivamente na qualidade do produto. Para isso é utilizada a expressão “função qualidade”. Portanto, “a função qualidade é o conjunto das atividades através das quais atingimos a adequação ao uso, não importando em que parte da organização essas atividades são executadas” (JURAN, 1991).

3.7 PADRONIZAÇÃO

3.7.1 A IMPORTÂNCIA DA PADRONIZAÇÃO

Segundo CAMPOS (1992b) a padronização é considerada a mais fundamental das ferramentas gerenciais nas empresas modernas do mundo. Na Qualidade Total a padronização é a base para o gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia. As pessoas que ocupam cargos gerenciais precisam entender que a padronização é o caminho seguro para a produtividade e competitividade ao nível internacional, pois é uma das bases onde se assenta o moderno gerenciamento.

3.7.2 ALGUMAS DEFINIÇÕES ENVOLVENDO PADRONIZAÇÃO

CAMPOS (1992b) coloca as seguintes definições:

Padrão: documento consensado estabelecido para um objeto, desempenho, capacidade, ordenamento, estado, movimento, seqüência, método, procedimento, responsabilidade, dever, autoridade, maneira de pensar, conceito, etc., com o objetivo de unificar e simplificar de tal maneira que, de forma honesta, seja conveniente e lucrativo para as pessoas envolvidas.

Padronização: atividade sistemática de estabelecer e utilizar padrões.

Sistema: composição de uma série de itens (“hardware”, “software” e elemento humano) que são selecionados e alinhados para operar relacionando-se mutuamente para cumprir uma dada missão.

Missão: uma tarefa definida que o sistema deve cumprir.

3.7.3 PAPEL DO GERENTE NA PADRONIZAÇÃO

Ainda segundo CAMPOS (1992b), o gerente é o responsável pelo domínio tecnológico em sua área e, portanto, é o responsável pela padronização. Em última instância, o presidente é o responsável pela padronização da empresa.

Toda pessoa que ocupa um cargo gerencial deverá perguntar a si mesma:

- Tenho todos os fatores do meu processo (sistema) padronizados?
- Mantenho o domínio tecnológico do meu sistema?

Cada gerente deve enxergar sua área de atuação (seu sistema) como sendo uma empresa à parte. Ele deve, junto com seus subordinados, definir sua visão, estratégia e diretrizes. Deve localizar seus clientes e fornecedores e praticar o desdobramento da qualidade. Portanto, o conceito de domínio tecnológico é válido também para as pequenas empresas dentro das empresas. Somente é possível manter o domínio tecnológico de um sistema mediante a padronização.

Ter *domínio tecnológico* significa:

- a) Ser capaz de estabelecer sistemas (inclui especificar e projetar produtos e processos, “hardware” e “software”);
- b) Assegurar-se de que o que está sendo executado pelas pessoas corresponde ao que está registrado no sistema (treinamento no trabalho e auditoria);
- c) Assegurar os objetivos de qualidade, custo, prazo, quantidade, local, moral e segurança (gerenciamento);
- d) Ser capaz de analisar o sistema para garantir o atendimento das metas (controle de qualidade).

Basicamente, o gerente deve fazer as seguintes perguntas:

- Quem é o meu cliente (interno e externo)?
- O que quer o meu cliente?
- Que devo fazer para satisfazer o meu cliente?
- Como fazer com que minha equipe faça exatamente aquilo que foi projetado para satisfação do meu cliente?
- Como fazer para atingir os meus objetivos de qualidade, custo, atendimento, moral e segurança?

É absolutamente necessário que todas as pessoas da empresa pratiquem o controle da qualidade para garantir as necessidades ou exigências dos clientes. Padrões mensuráveis são necessários para garantir que estas exigências estejam incorporadas nos produtos ou serviços.

3.7.4 MÉTODO DE PADRONIZAÇÃO

Segundo CAMPOS (1992) jamais se deve estabelecer um padrão sem que haja um objetivo definido nas dimensões de qualidade intrínseca, custo, atendimento, segurança ou moral e a consciência de sua necessidade. Decidida a padronização, as etapas básicas são:

- a) Elaboração do fluxograma;
- b) Descrição do procedimento;
- c) Registro em formato padrão.

A figura 3.8 mostra a seqüência geral das etapas da padronização:



Figura 3.8 – Método de padronização (CAMPOS – 1992b)

Especialização: escolher o sistema a ser padronizado determinando a sua repetibilidade, questionando-se o que é repetitivo no sistema. Nesta etapa é importante estabelecer o fluxograma do processo.

Simplificação: uma vez delimitada a repetibilidade e definido o sistema (processo), o próximo passo é a simplificação, que consta da redução do número de produtos, componentes, materiais e procedimentos e da simplificação do projeto dos produtos visando a reduzir custos.

Redação: redigir numa linguagem que as pessoas entendam, inclusive gíria e linguagem coloquial local.

Comunicação: comunicar e consensar com todas as outras pessoas ou departamentos afetados pelo padrão.

Educação e treinamento: o objetivo da padronização é conseguir que as pessoas façam exatamente aquilo que deve ser feito e sempre da mesma maneira. O objetivo é fazer com que cada um seja o mais competente do mundo em sua função.

Verificação da conformidade aos padrões: este é o principal papel de todas as chefias. O gerente audita o trabalho do operador e o ensina.

3.7.5 RESULTADOS DA PADRONIZAÇÃO

Resultados Gerais

Segundo CAMPOS (1992b) os resultados gerais da padronização são:

- a) **Padronização como meio de transmissão de informações:** a padronização viabiliza a transferência de tecnologia que de outra forma só poderia ser feita de forma verbal; viabiliza a informação dos clientes mediante especificações, catálogos de preço, etc.; viabiliza a transmissão de informações sobre os regulamentos internos da empresa; viabiliza a educação e treinamento como forma de se levar aos níveis inferiores da hierarquia as informações necessárias ao desempenho de suas funções; promove a melhoria do moral.
- b) **Registro da técnica da empresa:** o sistema de padronização permite registrar a técnica da empresa ao pessoal técnico e difundir esta técnica por meio de educação e treinamento.
- c) **Manutenção e melhoria da qualidade:** permite a melhoria da intercambiabilidade dimensional, funcional e de componentes; a mínima utilização de componentes; a melhoria e garantia da confiabilidade; a fabricação com qualidade uniforme; a

eliminação de dificuldades e problemas de processamento; a prevenção de ocorrência de problemas; o estabelecimento de procedimentos padrão de operação.

- d) **Redução do custo:** para melhoria da intercambiabilidade dimensional, funcional e de componentes; pela utilização mínima de componentes; pela simplificação.
- e) **Manutenção e melhoria da produtividade:** por permitir o projeto e melhoria do processamento em produção de massa; por permitir melhoria no processo; por ser a base para a implantação de automação; por ser a base para a informatização.
- f) **Contribuição social:** por permitir melhores condições de segurança no trabalho; por permitir o controle ambiental; por permitir a garantia da segurança aos clientes.

MIYAUCHI* apud CAMPOS (1992b) cita os resultados da padronização em função de cada setor da empresa. São citadas as áreas administrativa, vendas, técnica, produção, manutenção de máquinas e ferramentas e suprimentos. Dentro do escopo deste trabalho, será dada ênfase à área de manutenção de máquinas e ferramentas.

Área de manutenção de máquinas e ferramentas

Os resultados citados são:

- a) Execução de atividades de manutenção conforme o planejado;
- b) Transferência das operações simples de manutenção rotineira aos operários;
- c) Padronização do fluxo de trabalho produtivo mediante a execução do trabalho de manutenção de forma seletiva;
- d) Implantar as atividades de manutenção de forma sistemática e planejada ao longo do ano;
- e) Buscar o aumento da eficiência do trabalho de manutenção, sem contudo impor sobrecarga;
- f) A execução dos trabalhos de forma sistemática possibilita inclusive o planejamento logístico;
- g) Possibilita a otimização do custo da manutenção e da distribuição da mão de obra;
- h) Possibilita a educação e treinamento dos elementos da manutenção de forma seletiva e dirigida;
- i) Diminuição das paradas de máquinas resultantes de defeitos não corrigidos;
- j) Melhoria da capacitação técnica dos elementos da manutenção;

*MYAUCHI, I. (1987). Juse, Japanese Union of Scientists and Engineers, Consultor, contatos pessoais. Belo Horizonte, apud CAMPOS, V. F. (1992b). Padronização de Empresas. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni. P82

- k) Diminuição dos desvios qualitativos (maior estabilidade) dos produtos
- l) Maior compreensão das atividades e dificuldades da manutenção por parte dos elementos envolvidos em funções produtivas;
- m) A participação de todos em prol das atividades da manutenção possibilita a realização de trabalhos até então impossíveis de serem executados, além de consolidar o espírito de equipe e de cooperação mútua.

3.8 CONCEITUANDO PROCESSO

3.8.1 INTRODUÇÃO

Segundo HARRINGTON (1991) surgiu uma nova verdade sobre gerenciamento. Companhias perseguindo qualidade como uma estratégia competitiva descobriram que melhoria da qualidade, aumento de produtividade, redução de custos e satisfação do cliente são conceitos interligados. Ao mesmo tempo descobriram que a melhor maneira de assegurar a satisfação do cliente externo é satisfazer todo cliente interno em cada etapa do processo. Esta condição é válida tanto para empresas de manufatura quanto de serviços. Barreiras que interrompem o fluxo de trabalho devem ser removidas e os processos alinhados para reduzir desperdícios e abaixar custos. A melhor forma para se fazer isso é através da *melhoria dos processos de negócio*. A melhoria dos processos de negócio é crítica porque esses processos representam de 30 a 50% dos custos de empresas de manufatura e até 80% dos custos de empresas de serviços.

Nessa linha de raciocínio, entende-se que o processo de programação da manutenção em particular, objeto desta dissertação, faz parte dos processos de negócio dos sistemas produtivos de manufaturas e prestação de serviços. E deve, portanto, merecer atenção crítica dada a grande potencialidade de melhoria e redução dos custos envolvidos neste processo.

3.8.2 CONCEITO DE PROCESSO

Vários autores conceituam processo segundo diferentes abordagens. Algumas dessas abordagens são:

De acordo com HARRINGTON (1991):

Não há nenhum produto ou serviço sem um processo, assim como não há nenhum processo sem um produto ou serviço.

As seguintes definições são importantes na conceituação de processos de negócios:

Sistema: os controles que são aplicados a um processo para assegurar a sua operação eficaz e eficiente.

Processo: qualquer atividade ou conjunto de atividades que têm uma entrada, adiciona valor a ela e disponibiliza uma saída para um cliente interno ou externo. Os processos utilizam recursos de uma organização para gerar resultados definitivos.

Processo de produção: qualquer processo que implica em contato físico com hardware ou software que será entregue para um cliente externo até o ponto de embalagem sem incluir os processos de carregamento e distribuição do produto.

Processo de negócio: todos os processos de serviço e processos que dão suporte aos processos de produção (como por exemplo processos de engenharia, projetos de processos de manufatura, folha de pagamento). Um processo de negócio consiste de um conjunto de tarefas logicamente organizadas que usam recursos da organização para prover resultados definidos como suporte aos objetivos da organização.

Organização: qualquer grupo, companhia, corporação, divisão, departamento, planta, escritórios de venda, etc.

Função: um grupo dentro de uma organização funcional. Funções típicas seriam vendas e marketing, contabilidade, engenharia de produto, compras e qualidade assegurada.

Departamento: um gerente ou supervisor e todos os empregados que se reportam a ele.

Com base nestas definições, percebe-se que quase tudo o que é feito é um processo e os processos de negócio assumem um papel importante na sobrevivência econômica das organizações.

Conforme HARRINGTON (1991), em todas as companhias há centenas de processos de negócio que ocorrem todos os dias. Mais de 80% deles são repetitivos. Estes processos repetitivos, tanto os de funções gerenciais como os de funções operacionais, podem e devem ser controlados da mesma forma como são controlados os processos de manufatura.

No passado, a maior parte das atenções eram voltadas somente aos processos de manufatura. Atualmente, a preocupação está voltada para praticamente todos os processos típicos de negócios para as várias funções existentes.

O autor relaciona uma lista de funções com os respectivos processos de negócio típicos. São relacionadas as funções de desenvolvimento, distribuição, contabilidade

financeira, planejamento financeiro, sistemas de informação, controle de produção, venda, área de pessoal, programação, qualidade, e outros serviços.

Conforme CAMPOS (1992a):

Relacionamento Causa/Efeito: o controle de processo é a essência do gerenciamento em todos os níveis hierárquicos da empresa, desde o presidente até os operadores. O primeiro passo no entendimento do controle de processo é a compreensão do relacionamento causa-efeito. Sempre que algo ocorre (efeito, fim, resultado) existe um conjunto de causas (meios) que podem ter influenciado. Observando a importância da separação das causas de seus efeitos no gerenciamento e como há uma tendência natural de confundi-los, os japoneses criaram o *diagrama de causa e efeito*. Este diagrama também chamado de *diagrama espinha de peixe* ou *diagrama de Ishikawa* é mostrado na figura 3.9. Este diagrama foi criado para que todas as pessoas da empresa pudessem exercitar a separação dos fins dos meios.

Definição de processo: processo é um conjunto de causas que provoca um ou mais efeitos. Observa-se na figura 3.9 que o processo foi dividido em famílias de causas (matérias-primas, máquinas, medidas, meio ambiente, mão de obra e método), que também são chamadas *fatores de manufatura*; para as áreas de serviço seriam os *fatores de serviço*.

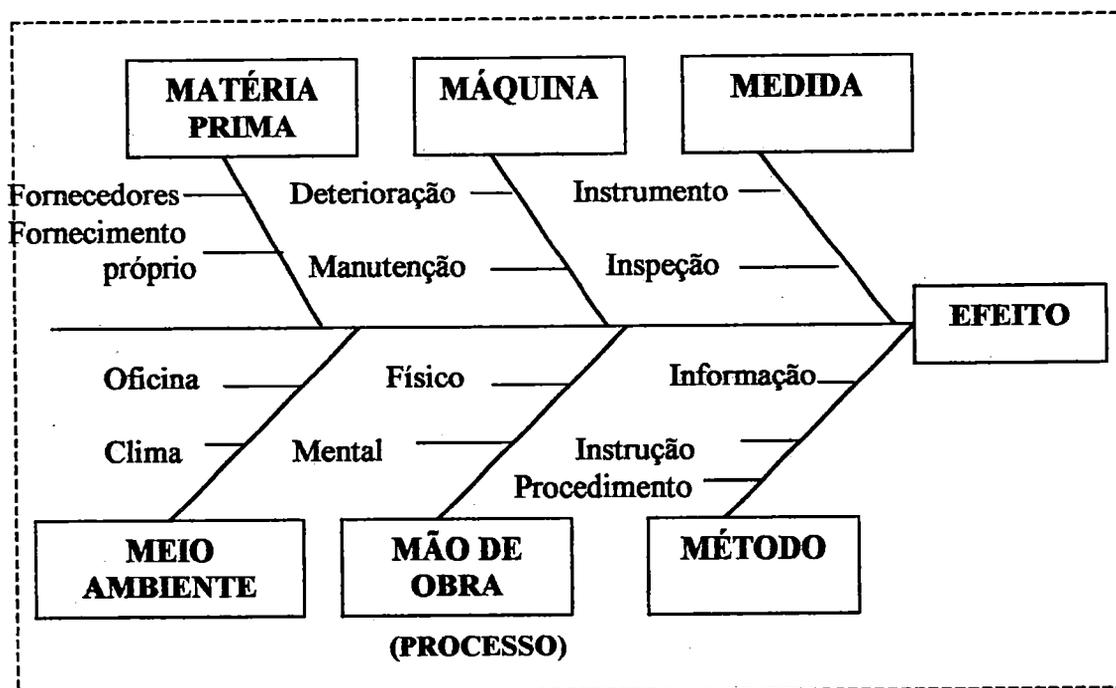


Figura 3.9 – Diagrama de Ishikawa para correlação do efeito e suas causas (CAMPOS, 1992a)

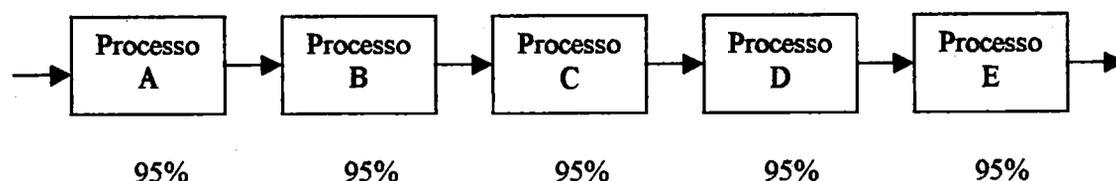
Uma empresa é um processo e dentro dela existem vários processos: não só processos de manufatura como também processos de serviço. Os processos são divisíveis em outros processos menores que podem ainda ser subdivididos em outros processos de forma a facilitar o gerenciamento. Enquanto houver causas e efeitos haverá processos. Este conceito de divisibilidade de um processo permite controlar sistematicamente cada um deles separadamente, podendo desta maneira conduzir a um controle mais eficaz sobre o processo todo. Controlando-se os processos menores é possível localizar mais facilmente o problema e agir mais prontamente sobre sua causa. Infere-se que o controle de processos é uma prática que se inicia com o presidente da empresa, pois o processo maior, a empresa, é de sua responsabilidade.

Itens de controle: o processo é controlado através de seus efeitos. Cada processo pode ter um ou mais resultados (efeitos, fins). Para que se possa gerenciar de fato cada processo é necessário medir (avaliar) os seus efeitos. Para isso utilizam-se os *itens de controle* do processo que são índices numéricos estabelecidos sobre os efeitos de cada processo para medir sua qualidade total.

SUZAKI (1993) define que:

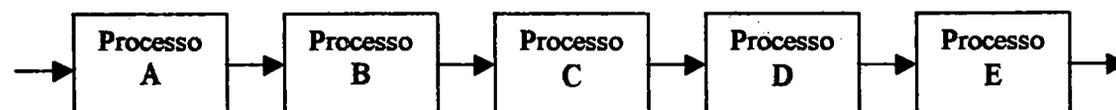
As operações de qualquer companhia podem ser divididas numa cadeia de processos conforme mostra a figura 3.10:

Companhia A



$$\text{Eficácia Total} = (95\%) \times (95\%) \times (95\%) \times (95\%) \times (95\%) = 77\%$$

Companhia B



$$\text{Eficácia Total} = (99\%) \times (99\%) \times (99\%) \times (99\%) \times (99\%) = 95\%$$

Figura 3.10 – Impacto do gerenciamento do chão de fábrica na eficácia da empresa (SUZAKI – 1993)

Analisando-se a figura 3.10, constata-se que quanto maior a eficácia de cada processo da cadeia, melhor será o resultado final medido pela taxa de defeito, desempenho comparado a um padrão ou tempo de entrega.

Se no exemplo da figura 3.10 forem medidas taxas de defeito, a da companhia A é 23% enquanto a da companhia B é 5%. Portanto, se A e B estão competindo entre si, a companhia A requer uma quantidade de recursos mais de quatro vezes superior à companhia B para resolver os problemas. Se for considerado todo o poder de fogo necessário à companhia A para que com esses recursos adicionais impactem-se as relações com o cliente tão bem quanto a companhia B, percebe-se facilmente a vantagem que a companhia B leva sobre a companhia A. No exemplo dado, o processo pode representar um processo de manufatura para fabricar bens, um processo de serviço que lida com pessoas, um processo de informação que lida com papel ou computadores ou um processo de gerenciamento para compartilhamento de informações, para se obter resultados e liderar pessoas com eficácia.

Para controlar o processo é necessário desenvolver algum tipo de sistema de *feedback* como o representado na figura 3.11.

A premissa aqui é que o próprio *feedback* de informação permite tomar uma ação corretiva e então controlar melhor a entrada ou próprio processo.

Se for medida a produtividade como forma de desempenho do processo, pode-se raciocinar da seguinte forma:

$$\text{Produtividade} = \text{Saída} / \text{Entrada}$$

OU

$$\text{Produtividade} = \text{Valor criado} / \text{Valor investido} = \text{Performance em QCESM} / 5M$$

Onde:

QCESM = Qualidade, custo, entrega, segurança e moral

5 M = Homem + máquina + material + método + medida

Em outras palavras, é necessário controlar os 5 M's para eliminar desperdícios e poder produzir produtos de alta qualidade no momento adequado para os clientes, a um

baixo custo, dentro de um ambiente com segurança e pessoas com moral alto na organização. Portanto, é necessário trabalhar com um *feedback* adequado e controlar o processo com a máxima eficiência e eficácia.

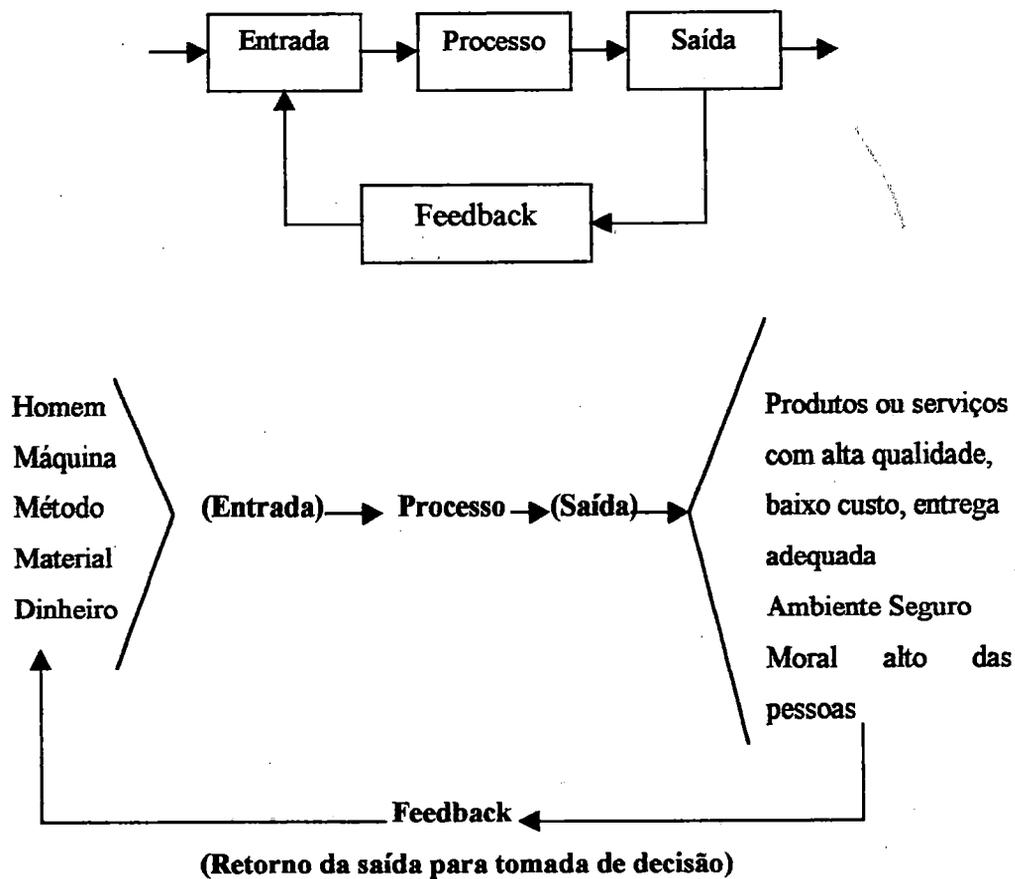


Figura 3.11 – Sistema de feedback para controle do processo (SUZAKI – 1993)

3.9 CICLO PDCA

Segundo CAMPOS (1992a) o ciclo PDCA é um método para a prática do controle de processo. A figura 3.12 mostra o ciclo PDCA (*PLAN, DO, CHECK, ACTION*) composto de quatro fases básicas do controle de processo: planejar, executar, verificar e atuar corretivamente.

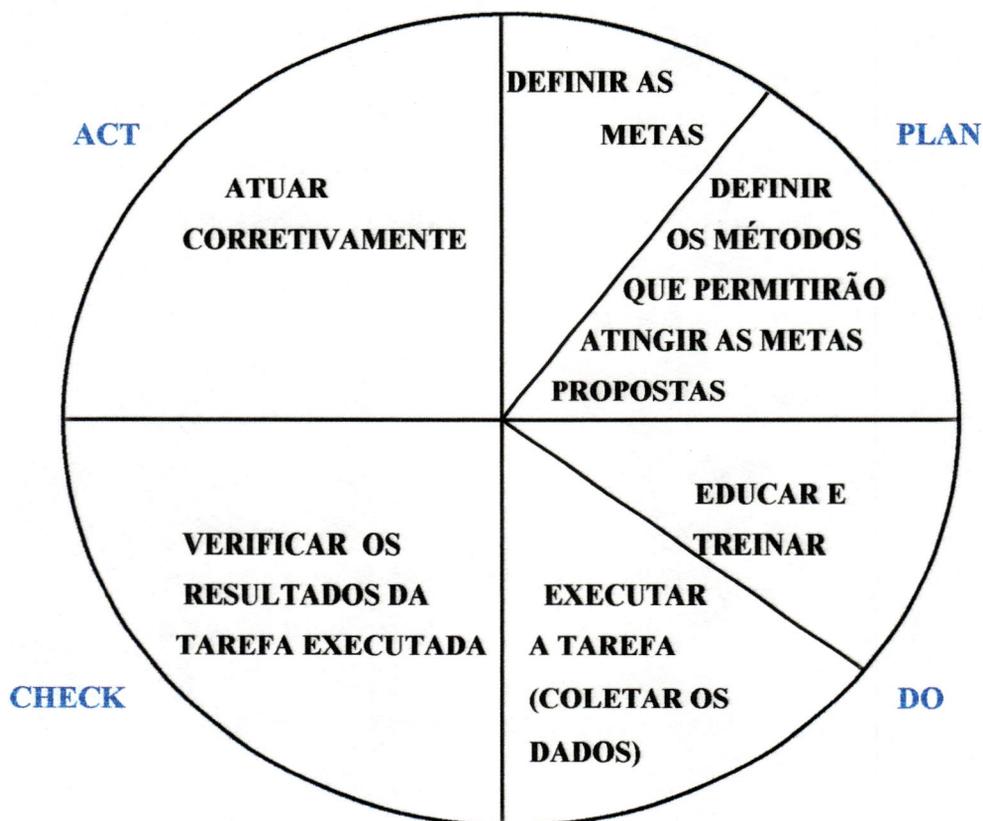


Figura 3.12 – Ciclo PDCA de controle de processos (CAMPOS – 1992a)

Os termos no ciclo PDCA têm o seguinte significado:

PLANEJAMENTO (P): consiste em estabelecer metas sobre os itens de controle e a maneira (caminho, método) para se atingir as metas propostas;

EXECUÇÃO (D): execução das tarefas exatamente como previstas no plano e coletas de dados para verificação do processo. Nesta etapa é essencial o treinamento decorrente da fase de planejamento;

VERIFICAÇÃO (C): a partir dos dados coletados na execução, compara-se o resultado alcançado com a meta planejada;

ATUAÇÃO CORRETIVA (A): esta é a etapa onde o usuário detectou desvios, e atuará no sentido de fazer correções definitivas, de tal modo que o problema nunca volte a ocorrer.

O ciclo PDCA pode ser utilizado tanto na manutenção como em melhorias do resultado do processo. O caminho do sucesso para se obter melhorias nos processos é o de conjugar os dois tipos de gerenciamento: manutenção e melhorias.

Para SUZAKI (1993), o PDCA é um conceito extremamente útil e de fácil utilização em todos os níveis da empresa. É interessante lembrar que na prática as etapas “*check*” e “*act*” são utilizadas antes do “*plan*”, ou seja, “verificar” e “agir” são pré-requisitos para um bom planejamento. Apesar de fácil, a utilização do PDCA requer muita disciplina para que as pessoas evitem a tendência de apagar incêndios via “*plan-do-plan-do*”. O PDCA é um processo sólido de gerenciamento cuja clareza e simplicidade facilitam o progresso dos resultados. Ainda segundo este autor, dois problemas típicos ocorrem no uso do PDCA:

- a) Não há disciplina na aplicação da metodologia, como falta de análise, coleta de dados, estabelecimento de padrões e planos detalhados;
- b) Não há integração entre os PDCA's das diversas unidades, o que pode causar confusão e perda de disciplina na sua aplicação.

3.10 OUTRAS TÉCNICAS E FERRAMENTAS DA QUALIDADE

A sistematização é uma premissa em Sistemas de Qualidade. A solução de problemas nos vários ramos de conhecimento em geral, e dos problemas ligados à manutenção em particular, passa necessariamente pelo uso de ferramentas e técnicas sistematizadas quando os problemas são abordados pela filosofia da Qualidade. Nesse enfoque, serão apresentadas nesta revisão bibliográfica algumas técnicas e ferramentas mais utilizadas na solução de problemas. Os conceitos serão apresentados de forma mais sucinta e para um aprofundamento maior poderão ser consultadas as referências bibliográficas BRASSARD (1985), CAMPOS (1992a), CAMPOS, (1994) e MACEDO & PÓVOA FILHO (1995).

- a) **As Sete Ferramentas da Qualidade:** trata-se do conjunto de ferramentas gerenciais da qualidade e são: Estratificação, Folha de Verificação, Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Correlação, Histograma e Cartas de Controle;

- b) **Estratificação:** processo de classificação dos dados em subgrupos baseados em características ou categorias. Estratificar é dividir as informações (dados) em grupos (estratos), constituindo-se numa ferramenta para a busca das causas ou origens de um problema. Os dados podem ser agrupados por tempo, local, tipo, sintoma ou outros fatores. A estratificação é fundamental para a construção do Gráfico de Pareto;
- c) **Folha de Verificação:** qualquer planilha ou formulário no qual os itens a serem verificados já estão listados, facilitando a coleta de dados bem como seu uso posterior;
- d) **Gráfico de Pareto:** gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a hierarquização dos problemas. Sua maior utilidade é a de permitir uma fácil visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes, possibilitando a concentração de esforços sobre os mesmos. O princípio de Pareto estabelece que para todo problema existem poucos itens (ou causas) vitais e muitos triviais. As principais e maiores causas dos problemas estão concentradas em poucos itens vitais e não em muitos itens triviais;
- e) **Diagrama de Causa e Efeito:** mostra a relação entre um conjunto de causas que provoca um ou mais efeitos. É uma forma organizada de correlacionar o efeito com suas causas, agrupando-as em “famílias de causas”, tais como: matéria prima, máquina, mão de obra, medida, método e meio ambiente. O diagrama de causa e efeito proporciona ao gerente melhor entendimento de que ele tem autoridade sobre as causas e responsabilidade sobre os efeitos (resultados) de um processo. É também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Espinha de Peixe;
- f) **Diagrama de Correlação:** originado da Estatística, este diagrama representa a possível relação entre duas variáveis quantitativas. É usado para se verificar a possível existência de relação entre uma causa e um efeito;
- g) **Histograma:** gráfico de barras que representa a distribuição de frequência de uma população, segundo uma divisão ou agrupamento por classes. É usado para a análise da de variação existente entre o conjunto de dados que formam as classes.
- h) **Carta de Controle:** representação gráfica de uma característica do processo que registra os valores estatísticos dessa característica e um ou dois limites de controle. Os objetivos

principais de uma carta de controle são: avaliar se um processo está sob controle, auxiliar a obtenção e manutenção do controle estatístico e auxiliar a pesquisa sobre a origem das causas das variações do processo.

- i) **Controle Estatístico do processo:** condição do processo que permite remover as causas especiais após evidenciadas pelas cartas de controle para não ocorrência de pontos fora de limites de controle e não ocorrência de tendências dentro destes limites. A expressão CEP – Controle Estatístico de Processo é a expressão utilizada para significar o uso de técnicas estatísticas para auxiliar o controle da qualidade de processos. O CEP também auxilia o estudo de capacidade do processo.
- j) **Fluxograma:** diagrama que apresenta o fluxo ou seqüência normal de um trabalho ou processo, através de uma simbologia própria. É uma maneira gráfica de se visualizar as etapas de um processo. É o modo mais eficaz e seguro de se identificar os clientes do processo. As principais vantagens do fluxograma são as seguintes: permite uma melhor compreensão do conjunto, de modo que cada integrante da equipe tenha um pleno conhecimento do processo como um todo e não apenas do seu departamento; torna o processo mais claro para os que não fazem parte da equipe; facilita a fixação dos limites de cada processo ou tarefa;
- k) **5W 1H:** tipo de *check list* utilizado para garantir que a operação seja conduzida sem nenhuma dúvida por parte das chefias e colaboradores. Os 5 W's correspondem às seguintes palavras do inglês: *What* (O quê?); *Who* (Quem?); *Where* (Onde?); *When* (Quando?) e finalmente *Why* (Por quê?). O 1H corresponde a *How* (Como?), ou seja, o método a ser utilizado para conduzir a operação. Atualmente, procura-se incluir um novo "H" para *How much* (Quanto custa?), transformando assim a ferramenta em 5W 2H. Portanto, esta ferramenta é particularmente útil para implementação e acompanhamento de planos de ação;
- l) **Procedimento Operacional Padrão (POP):** documento feito pelo operador e para uso do operador contendo: listagem dos equipamentos, peças e materiais utilizados na tarefa, incluindo-se os instrumentos de medida, padrões da qualidade; descrição dos procedimentos da tarefa por atividades críticas; condições de fabricação e de operação e pontos proibidos de cada tarefa; pontos de controle (itens de controle e características da qualidade) e os métodos de controle; relação de anomalias passíveis de ação; roteiro de

inspeção periódica dos equipamentos de produção. Em inglês a terminologia usada é “SOP – Standard Operation Procedure”;

- m) **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia:** prática do controle da qualidade baseada na padronização e consta de: estabelecer padrões para a satisfação das necessidades das pessoas, manter padrões e melhorar estes padrões. Se a rotina estiver bem montada o produto ou serviço apresentará o mesmo padrão de qualidade. O gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia consta de um conjunto de atividades voltadas para alcançar os objetivos atribuídos a cada processo. Essas atividades são: definição de função, macrofluxograma, determinação dos itens de controle, montagem de forma participativa dos fluxogramas das tarefas para ajudar a padronização, definição dos métodos para se atingir as metas. Definição clara dos problemas e de como resolvê-los com participação de todas as pessoas e, finalmente, educação e treinamento do pessoal. Em inglês a terminologia usada é “Daily Work Routine Management”;
- n) **Kaizen:** palavra japonesa que se refere à prática da melhoria contínua através de pequenas mudanças, em processos existentes, utilizando-se de métodos, técnicas e da criatividade das pessoas no seu próprio setor de trabalho, em quaisquer níveis hierárquicos, sem maiores investimentos;
- o) **Análise de Valor:** esforço organizado dirigido à análise das funções de sistemas, produtos, especificações, padrões, práticas e procedimentos com a finalidade de satisfazer às funções requeridas a um custo menor. Esta ferramenta é também conhecida como engenharia de valor;
- p) **Método de Solução de Problemas (MSP):** consiste na utilização do PDCA para a solução de problemas. É um método gerencial utilizado tanto na manutenção como na melhoria dos padrões. Este método constitui-se em peça fundamental para o controle da qualidade e deve ser dominado por todas as pessoas da empresa. O Método de Solução de Problemas apresenta duas grandes vantagens: possibilita a solução de problemas de maneira científica e efetiva e permite que cada pessoa da organização se capacite para resolver os problemas específicos de sua responsabilidade. Na aplicação do MSP são utilizadas as “sete ferramentas da qualidade”. O MSP é constituído de oito etapas:
1. Identificação do problema (definição clara do mesmo);

2. Observação (investigação das características do problema);
 3. Análise (descoberta das causas fundamentais);
 4. Planejamento da ação (planejar a ação de bloqueio das causas fundamentais do problema);
 5. Ação (executar o plano de ação para bloquear as causas fundamentais);
 6. Verificação (verificar se o bloqueio foi efetivo);
 7. Padronização (prevenir contra o reaparecimento do problema);
 8. Conclusão (recapitulação de todo o processo e planejamento das ações futuras);
- q) **Programa 5S:** programa de gerenciamento participativo que objetiva criar condições de trabalho adequadas a todas as pessoas em todos os níveis hierárquicos da organização. A sigla 5S deriva das iniciais de 5 palavras japonesas:
- **Seiri (Senso de utilização):** classificar e selecionar os utensílios, materiais e equipamentos adequados para o trabalho, incluindo também informações e dados. Corresponde, pois, a identificar o necessário e descartar o desnecessário;
 - **Seiton (Senso de ordenação):** ter o lugar certo para guardar os objetos, organizando o local de trabalho. É também organizar o sistema de armazenamento e reposição de dados e informações. É ordenar o necessário para acesso rápido;
 - **Seisou (Senso de limpeza):** manter o local de trabalho limpo. Limpar e não sujar. É também ter apenas as informações e dados necessários para as decisões e tarefas específicas;
 - **Seiketsu (Senso de saúde):** manter boas condições de higiene e sanitárias verificando itens como: iluminação, ventilação, poluição atmosférica, ruído, temperatura ambiente, etc. É também manter boa apresentação de dados e informações para fácil assimilação e compreensão. Exercitar os 3S's anteriores e preocupar-se com a saúde física e mental;
 - **Shitsuke: (Senso de autodisciplina):** hábito de observar preceitos, normas, exercício de auto-controle e auto-direção buscando manter aquilo que foi conseguido;

3.11 TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM)

O Departamento de Defesa dos EUA* apud TREVISAN (1994) assim conceitua TQM: "TQM é uma filosofia e uma série de princípios que formam a base para que uma empresa melhore continuamente. TQM é a aplicação de métodos quantitativos e recursos

*Departamento de Defesa dos EUA, apud TREVISAN CONSULTORES DE EMPRESAS (1994). Total Quality Management. São Paulo, Trevisan. p.2

humanos para melhorar os materiais e os serviços fornecidos para uma organização, todos os processos dentro da organização e o grau com que as necessidades do consumidor são atingidas, agora e no futuro. O TQM integra técnicas administrativas fundamentais, esforços de melhoria e ferramentas técnicas sob uma abordagem disciplinada focada na melhoria contínua.”

Embora se observem na literatura variações da conceituação de TQM, esta definição do Departamento de Defesa dos EUA inclui os elementos essenciais do TQM:

- Melhoria contínua do processo
- Orientação das pessoas
- Métodos quantitativos
- Foco no cliente

Mas a real compreensão do TQM ocorre quando há um desdobramento da expressão *Total Quality Management* ou Gerenciamento pela Qualidade Total, e são definidos cada termo:

Total: significa o envolvimento de tudo e de todos na organização em busca da melhoria contínua.

Qualidade: é a satisfação total do cliente. Ela é o foco do TQM. O cliente é todo aquele afetado pelo produto ou serviço e é definido de duas formas. O cliente como usuário final do produto ou serviço conhecido como *cliente externo*, e o cliente como próximo processo na organização conhecido como *cliente interno*. Ou seja, o TQM foca a satisfação de todos os clientes, internos e externos.

Gerenciamento: são todas atividades necessárias para a liderança da organização gerenciar. O gerenciamento cria e mantém o ambiente TQM.

3.11.1 A FILOSOFIA DO TQM

Segundo TREVISAN CONSULTORES DE EMPRESAS (1994), o TQM tem como filosofia prover os conceitos que provoquem a melhoria contínua na organização, enfatizando o aproveitamento de todas as pessoas, normalmente em grupos multifuncionais. Os elementos-chave da filosofia TQM são:

- Prevenção de defeitos
- Qualidade no projeto
- Redução de desperdícios
- Redução da variabilidade

- Desenvolvimento de relacionamentos entre empregados, fornecedores e clientes.

Pode-se estabelecer a seguinte comparação entre o gerenciamento tradicional e o

TQM:

| Gerenciamento Tradicional | TQM |
|----------------------------------|---|
| Apagar incêndios | Metodologia |
| Foco no curto prazo | Foco no longo prazo com melhoria contínua |
| Busca de erros | Prevenção de erros e foco na qualidade do projeto |
| Opiniões | Fatos e dados |
| Movido pelo lucro | Foco na satisfação do cliente |
| Operação sempre do velho modo | Quebra de paradigmas com pequenas inovações |

3.11.2 ABORDAGENS DO TQM

Dentre as várias abordagens existentes, serão apresentadas aquelas cujos autores são mais conhecidos e populares, tais como W. Edwards Deming, Joseph Juran, Philip Crosby, H. James Harrington e Kaoru Ishikawa.

Segundo DEMING (1986), a abordagem do TQM é totalmente baseada em 14 (quatorze) pontos, cujos enunciados sucintos são:

1. Criar e publicar para todos os empregados uma declaração dos objetivos e propósitos da companhia. A gerência precisa demonstrar continuamente o seu comprometimento com esta declaração;
2. Todas as pessoas, tanto a alta administração como os empregados, devem adotar a nova filosofia;
3. Compreender o propósito da inspeção, para melhoria dos processos e redução de custos;
4. Cessar a prática de fazer negócios com base apenas no preço;
5. Melhorar continuamente e para sempre o sistema de produção e serviços;
6. Instituir o treinamento;
7. Ensinar e instituir a liderança;
8. Acabar com o medo. Criar a verdade. Criar um clima para inovação;
9. Otimizar os esforços das equipes, dos grupos, do staff;
10. Eliminar exortações para a força de trabalho;

11. Eliminar as cotas numéricas para a produção. Ao invés disso, ensinar e instituir métodos de melhoria. Eliminar o gerenciamento por objetivos (MBO). Ao invés disso, ensinar as capacidades dos processos e como melhorá-los;
12. Remover as barreiras que tiram das pessoas o orgulho pelo trabalho realizado;
13. Encorajar à educação e ao auto-desenvolvimento de todos;
14. Tomar ações para realizar a transformação.

Para JURAN (1991) o TQM é baseado em três macro processos: planejamento da qualidade, controle da qualidade e melhoramento da qualidade.

- a) **Planejamento da qualidade:** consiste no desenvolvimento de um produto ou processo e consiste nas seguintes etapas principais:
 - Identificar os clientes internos e externos;
 - Determinar as necessidades dos clientes;
 - Desenvolver produtos que respondam às necessidades dos clientes;
 - Estabelecer metas de qualidade que atinjam as necessidades de clientes e de fornecedores a um custo reduzido;
 - Desenvolver um processo que possa produzir os produtos necessários aos clientes;
 - Provar a capacidade do processos, ou seja, demonstrar que o processo pode atingir as metas de qualidade dentro das condições de operação.

- b) **Controle da qualidade:** consiste em manter a operação do processo conforme o que foi planejado. O processo básico de controle da qualidade é:
 - Selecionar os itens de controle (o que controlar);
 - Escolher unidades de medida;
 - Estabelecer padrões de desempenho;
 - Medir o desempenho real;
 - Interpretar a diferença entre desempenho real e padrão;
 - Atuar na diferença.

- c) **Melhoramento da qualidade:** consiste em atacar a baixa qualidade e estabelecer novos processos com melhoria de qualidade. As etapas principais do processo de melhoria são:
 - Provar a necessidade de melhoria;
 - Identificar projetos específicos para melhoria;
 - Organizar a direção dos projetos;
 - Organizar o diagnóstico para descoberta das causas;

- Diagnosticar e encontrar as causas;
- Promover melhorias;
- Garantir que essas melhorias sejam eficazes sob as condições de operação e administrar os ganhos.

JURAN (1992) unificou o conceito dos três macroprocessos de planejamento da qualidade, controle da qualidade e melhoramento da qualidade num único diagrama conhecido como Trilogia de Juran e representado na figura 3.13.

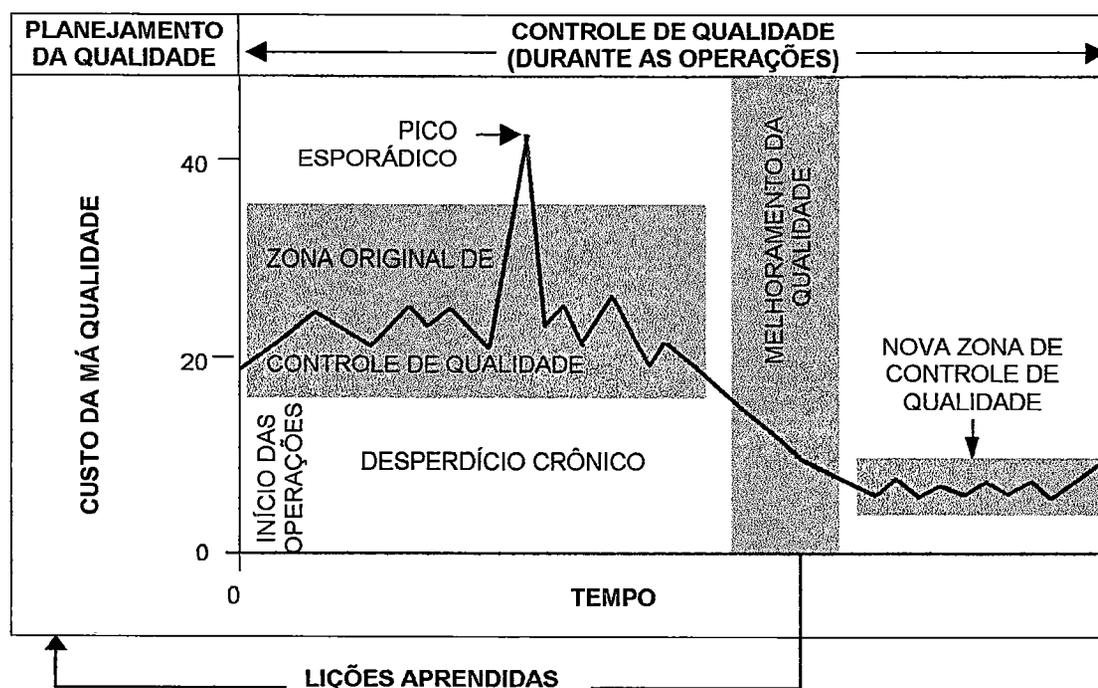


Figura 3.13 – Diagrama da trilogia de Juran (JURAN – 1992)

O conceito da Trilogia de Juran não é apenas uma forma de se explicar a qualidade para a gerência. Ele também é um conceito abrangente que se estende por toda a empresa. Cada função possui características únicas, assim como cada produto ou processo. Porém, para cada um deles é gerenciado para a qualidade usando os mesmos três processos genéricos da trilogia: planejamento, controle e melhoramento. A figura 3.13 da Trilogia de Juran mostra o inter-relacionamento destes três processos. O gráfico tem o tempo no eixo horizontal e o custo da má qualidade, as deficiências de qualidade, no eixo vertical. A atividade inicial é o planejamento da qualidade. Os planejadores determinam quem são os

clientes e quais são as suas necessidades. Em seguida desenvolvem projetos de produtos e processos capazes de atender a essas necessidades. Finalmente, os planejadores passam os planos para o pessoal operacional. A tarefa do pessoal operacional é de executar os processos e produzir os produtos. À medida em que prosseguem as operações, fica claro que o processo não é capaz de produzir um trabalho 100% bom. A figura 3.13 mostra que 20% do trabalho precisa ser refeito devido às deficiências de qualidade. Esse desperdício passa então a ser crônico, porque assim foi planejado. Pelos padrões convencionais de responsabilidade, o pessoal operacional é incapaz de eliminar aquele desperdício planejado. O que eles fazem, ao invés disso, é executar o controle de qualidade para impedir que as coisas piorem. O controle inclui o apagar de incêndios, como o pico esporádico mostrado na figura 3.13. A figura 3.13 mostra também que, com o passar do tempo, o desperdício crônico foi levado a um nível muito abaixo daquele originalmente planejado. Esse ganho foi conseguido pelo terceiro processo da trilogia, o melhoramento da qualidade. Com efeito, descobriu-se que o desperdício crônico também era uma oportunidade para melhoramento. Dessa forma, foram tomadas medidas para se aproveitar essa oportunidade. Na maioria das empresas existe uma situação geral na qual:

- a) Numerosos processos operacionais são deficientes. Cada um deles constitui uma oportunidade para melhorar a qualidade abordando um projeto de cada vez;
- b) A abordagem do planejamento da qualidade também é deficiente. Essa deficiência é a causa do surgimento de muitos dos processos operacionais deficientes. Esse mesmo processo deficiente de planejamento continua a criar novos processos operacionais antieconômicos. A solução é, portanto, melhorar o processo de planejamento.

CROSBY (1986) aborda o TQM com base no *zero defeito*. Os pontos principais da zero defeito são:

1. Comprometimento da gerência;
2. Estabelecimento de times de melhoria da qualidade;
3. Medição da qualidade;
4. Custo de avaliação da qualidade;
5. Conhecimento da qualidade;
6. Ação corretiva;
7. Programa Zero Defeito;
8. Treinamento dos supervisores;
9. Dia do Zero Defeito;
10. Estabelecimento de metas;

11. Remoção de causas e erros;
12. Reconhecimento;
13. Conselhos da qualidade;
14. Fazer tudo de novo.

HARRINGTON (1988) aborda o TQM com base nas 10 (dez) seguintes atividades de aperfeiçoamento, que devem fazer parte das características básicas de todas as companhias:

1. Obter o comprometimento da alta administração;
2. Criar um conselho orientador do processo de melhoria;
3. Obter a participação total da gerência;
4. Assegurar a participação dos empregados;
5. Obter o envolvimento individual;
6. Estabelecer equipes para o aperfeiçoamento do sistema (equipes para o controle do processo);
7. Desenvolver atividades de envolvimento do fornecedor;
8. Estabelecer sistemas que garantam a qualidade;
9. Desenvolver e implantar planos de qualidade a curto prazo e estratégias de qualidade a longo prazo;
10. Estabelecer um sistema de reconhecimento.

ISHIKAWA (1986) propõe uma revolução da filosofia gerencial baseada nos seguintes pontos:

- Primazia pela qualidade sem perseguição do lucro imediato;
- Postura voltada ao consumidor, pela qual tudo deve ser orientado e dirigido assumindo a posição do consumidor, sem imposição do ponto de vista do produtor;
- A etapa subsequente do processo é cliente da precedente: destruir os seccionanismos existentes entre os setores;
- Representar os fatos através dos dados com o uso das técnicas estatísticas;
- Administração participativa com respeito à pessoa humana;
- Adoção de comitês funcionais.

3.11.3 O PAPEL DO GERENTE NO TQM

Segundo SOUZA et al. (1991), para atuar num ambiente TQM o gerente deve ser um indivíduo que apresenta e procura desenvolver as seguintes características:

- Visão sistêmica;
- Facilidade de expressão;
- Vontade de ensinar;
- Catalisador de idéias;
- Firmeza;
- Coerência;
- Empatia;
- Credibilidade;
- A qualidade como um valor.

Num processo contínuo de produção que opera com base no TQM, não basta o gerente estar envolvido e comprometido com o atingimento das metas de qualidade pré-estabelecidas, mas é preciso que seja um catalisador do engajamento de todos, provendo os recursos necessários, analisando os processos do sistema e fazendo os reconhecimentos, além de trabalhar as aspirações e insatisfações daqueles que, efetivamente, são os responsáveis pelo atingimento das metas.

Ainda segundo SOUZA et al. (1991), dentro da filosofia do TQM destacam-se, do ponto de vista da gerência, duas cadeias fundamentais. A primeira é a da liderança, que se inicia no mais alto nível da organização e termina no chão de fábrica. Deve ser ressaltado que os elos mais importantes de sustentação da filosofia do TQM na organização são os da alta administração, a qual dará ou não personalidade à implantação e ao amadurecimento do processo. A segunda cadeia, também fundamental para o sucesso da implantação do TQM, é a educacional, que busca, dentro da cadeia de liderança, desencadear na organização um processo de educação em cascata. Com isto, objetiva-se o desenvolvimento de uma cultura própria onde é estimulado o diálogo e a aproximação dos diversos níveis da organização, além da legitimação e aceitação daqueles que lideram o processo.

O que se espera dos gerentes (líderes) que atuam no ambiente TQM é que os mesmos encarem a qualidade como um valor que deve estar inserido em todas as atividades. Devem estimular a participação das pessoas, trabalhando principalmente as relações de poder e, o que é mais importante, desempenhando um papel permanente de educadores.

CAPÍTULO 4

DESENVOLVIMENTO DE UMA SISTEMÁTICA PARA PADRONIZAÇÃO E GERENCIAMENTO DA PROGRAMAÇÃO DA MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DOS CONCEITOS DA QUALIDADE

4.1 INTRODUÇÃO

Dentro do novo contexto do Setor Elétrico brasileiro e considerando os aspectos principalmente de natureza estratégica e econômica, é de extrema importância que, uma vez estabelecidas as prioridades das demandas de manutenção, elas sejam atendidas com a utilização racional e eficiente dos recursos humanos e materiais. Isto somente será possível através de competências técnicas e gerenciais ancoradas nas modernas estratégias e práticas de administração empresarial. Nesse sentido, acredita-se que a filosofia, metodologias e técnicas da Gestão pela Qualidade oferecem uma valiosa oportunidade para esta finalidade. Ou seja, competências técnicas e gerenciais baseadas na Gestão pela Qualidade devem facilitar a programação otimizada, eficiente e eficaz da manutenção, fator decisivo para o sucesso da manutenção como um todo.

O objetivo deste capítulo é desenvolver, a partir dos conceitos da Qualidade, uma sistemática que permita padronizar e gerenciar a programação da manutenção de forma otimizada, eficiente e eficaz.

4.2 A IMPORTÂNCIA DOS PROCESSOS DE PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA MANUTENÇÃO NAS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇO DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Conforme foi explanado no item 1.3, a receita das empresas de transmissão de energia elétrica terá como parâmetro básico a disponibilidade das instalações para a operação. Esta receita é constituída de duas parcelas, uma fixa e outra variável. A parcela fixa é específica para cada empresa e depende dos ativos e instalações da rede básica de propriedade da empresa. Já a parcela variável é calculada separadamente para cada instalação e refletirá a efetiva disponibilidade de cada instalação. Uma variável que impacta esta parcela será o desvio entre os serviços programados e pré-acordados com o ONS e os serviços efetivamente realizados. Daí advém a importância fundamental dos processos de planejamento e

programação da manutenção, pois quanto menor esse desvio maior será a receita apurada da parcela variável. Portanto, há que se convergir prioridade e esforços tanto por parte do corpo gerencial quanto dos níveis operacionais para que esses processos sejam bem conduzidos e gerenciados, já que os mesmos interferem diretamente nos resultados financeiros das empresas de transmissão de energia elétrica.

De acordo com MIRSHAWKA & OLMEDO (1993), o planejamento é um dos aspectos mais importantes de uma boa administração da manutenção e contribui de forma significativa para se obter uma melhor produtividade da manutenção. Ou seja, ainda que os autores dêem enfoque ao planejamento, estas considerações podem se extrapoladas para a programação da manutenção já que toda programação decorre do planejamento com os devidos ajustes. Nesse sentido, estes autores propõem que devam ser desenvolvidas e instaladas a função planejamento e a função programação da manutenção.

4.3 A COMPLEXIDADE DO PROCESSO DE PROGRAMAÇÃO

A programação de uma determinada demanda de manutenção consiste em se determinar com antecedência a data de início e término do trabalho, bem como o local, instalação, equipamentos e pessoas envolvidas no trabalho de manutenção. A antecedência com que a demanda será programada dependerá das características particulares de cada empresa, equipamentos e instalações envolvidas, podendo ser de um mês, uma quinzena, uma semana ou outros horizontes de tempo. Mas por mais rigorosa que seja a elaboração de uma programação, e por mais sofisticada que seja a técnica para se coordenar os trabalhos para cumpri-la, a exata designação do trabalho é geralmente uma tentativa quando elaborada com muito tempo de antecedência.

RESENDE & SACOMANO (1997) afirmam que “replanejamento e reprogramação são, de conformidade com a maioria dos autores, tarefas de grande monta, devido à grande quantidade de informações que devem ser manuseadas em curto intervalo de tempo, e de grau de dificuldade muito maior que a elaboração dos planos iniciais”. Pelo fato de ser realizada com antecedência, a programação trabalha com fatores imponderáveis, como condições de tempo, novas prioridades até então inexistentes, emergências, imprevistos com pessoal de manutenção, indisponibilidade de equipamentos por parte da produção ou operação, alterações nos planos de produção, revisão de orçamento, etc. Esses fatores imponderáveis acabam gerando retrabalhos de replanejamento e reprogramação que impactam sobremaneira o processo de programação da manutenção.

Pretendeu-se com este trabalho desenvolver uma sistemática para padronização e gerenciamento do processo de programação cujo resultado seja uma programação otimizada,

eficiente e eficaz. *Otimizada* do ponto de vista de compatibilização de liberações e aproveitamento para eliminação de pendências das instalações e equipamentos liberados evitando novos pedidos de liberação. *Eficiente* do ponto de vista de utilização racional e econômica dos recursos humanos envolvidos. E *eficaz* do ponto de vista de se convergir esforços em demandas de maior prioridade de manutenção.

Portanto, a necessidade de uma programação otimizada, eficiente e eficaz aliada às dificuldades inerentes de replanejamento e reprogramação fazem da programação da manutenção um processo complexo e de difícil realização.

4.4 A ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO COMO UNIDADE DE NEGÓCIO

De acordo com o item 2.5 da revisão bibliográfica, a evolução organizacional da manutenção apresentada por TAVARES (1996) culmina com a introdução da Engenharia de Manutenção com duas vertentes de atuação: estudos e análise da manutenção e planejamento e controle da manutenção. Os objetivos e enfoque deste trabalho estão voltados ao processo de programação da manutenção e, portanto, se inserem mais especificamente nas atividades de planejamento e controle da manutenção.

Com visão de unidade de negócio¹ para a engenharia de manutenção dentro dos encargos de planejar e controlar a manutenção, o autor deste trabalho propõe que a equipe de especialistas que compõem esta área ou estrutura equivalente tenha a atribuição de programar a manutenção a ser executada pelas equipes executivas de manutenção. Ou seja, a programação da manutenção seria um dos produtos a serem fornecidos pela engenharia de manutenção como unidade de negócio.

A partir da metodologia de CAMPOS (1994), uma descrição típica de negócio aplicada à área de engenharia de manutenção, dentro de uma estrutura de manutenção, seria a indicada na figura 4.1. Dados os objetivos e enfoque deste trabalho, aparecem em destaque as programações mensal e semanal como produtos desta unidade de negócio. Os clientes internos principais desses produtos são naturalmente as equipes executivas de manutenção com os respectivos supervisores e as áreas de operação.

¹ CAMPOS F. (1994) define negócio como uma série de processos entendidos como um conjunto de meios destinado a produzir determinado fim ou produto. Propõe que, independentemente do seu posicionamento hierárquico, cada pessoa tem um negócio na empresa onde trabalha. Na unidade de negócio, o dono do negócio deve ter autoridade sobre os meios colocados à sua disposição e assumir responsabilidade pelos resultados do negócio. A representação do negócio pode ser feita através de um diagrama de causa e efeito como o mostrado na figura 4.1, onde o negócio é o conjunto de causas e os seus produtos são os efeitos.

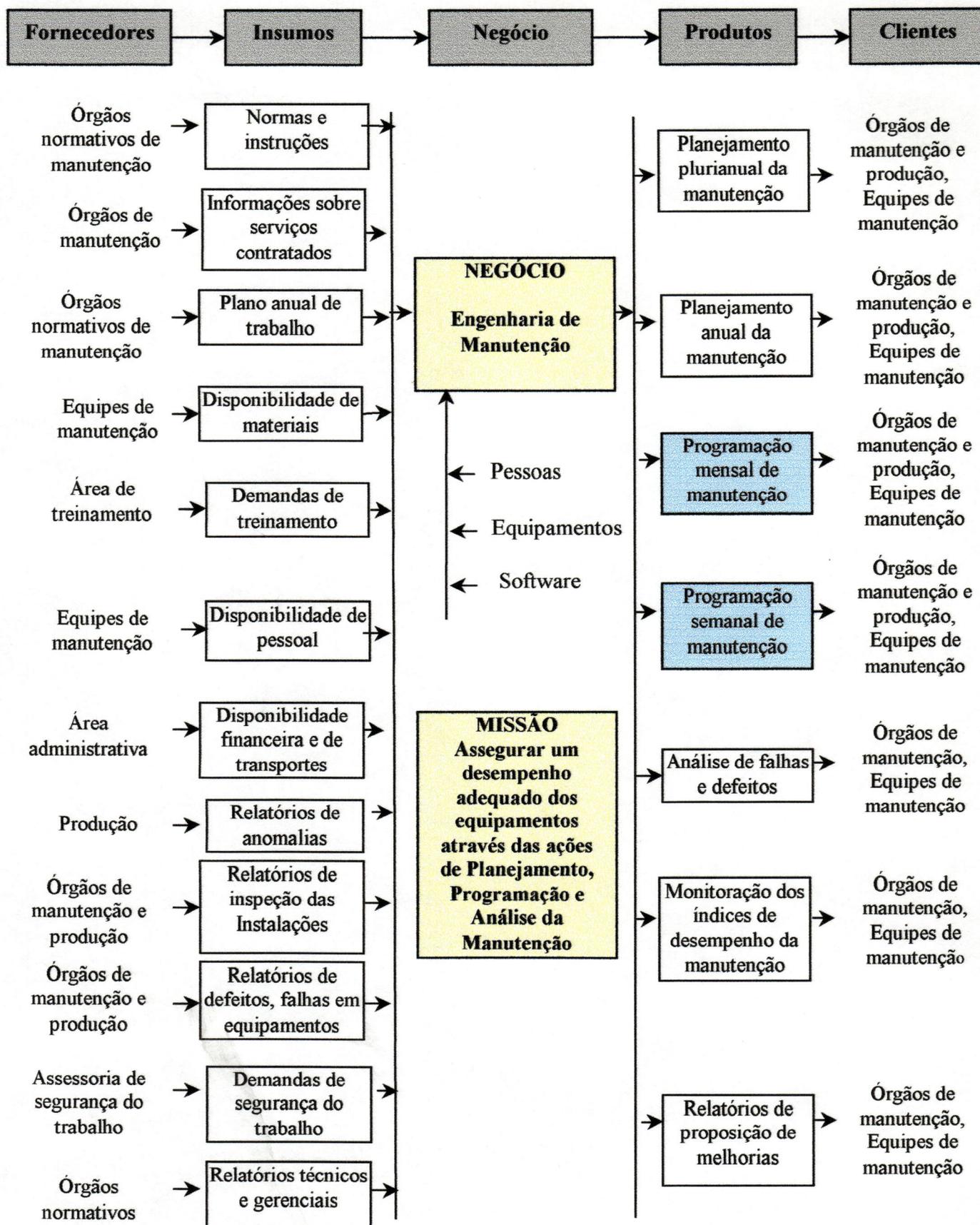


Figura 4.1 – Descrição típica do negócio da área de Engenharia de Manutenção (desenvolvido pelo autor)

O processo para elaboração, padronização e gerenciamento das programações mensal e semanal é baseado numa sistemática cujo modelo é discutido na seção 4.5 seguinte.

4.5 MODELO DA SISTEMÁTICA PARA PADRONIZAÇÃO E GERENCIAMENTO DA PROGRAMAÇÃO DA MANUTENÇÃO A PARTIR DOS CONCEITOS DA QUALIDADE

De acordo com HIGGINS (1988) e MIRSHAWKA & OLMEDO (1993), a instalação da função programação traz uma série de benefícios já relacionados na revisão bibliográfica. A figura 4.2 apresenta o modelo a ser adotado para a sistemática do processo de programação da manutenção:



Figura 4.2 – Modelo da sistemática para padronização e gerenciamento do processo de programação de manutenção (desenvolvido pelo autor)

A sistemática tem por objetivo a padronização e o gerenciamento do processo de programação de manutenção. O gerenciamento do processo propriamente dito está fundamentado no PDCA que é o método para a prática do controle de processo conforme CAMPOS (1992).

No modelo proposto, o ciclo PDCA mostra e materializa a idéia do caráter dinâmico da programação para acomodar as constantes revisões de prioridade em função dos fatores imponderáveis já comentados.

A programação semanal deve se originar a partir da programação mensal e os dois horizontes de programação mensal e semanal são trabalhados concomitantemente.

De acordo com as considerações anteriores, uma ferramenta computacional de apoio tecnológico ao processo exerce um papel determinante nos contínuos giros do PDCA para atender a necessidade de constantes atualizações da programação dado o seu caráter dinâmico e o grande volume de dados e informações que são trabalhadas.

Os recursos humanos de supervisão da programação devem apresentar experiência técnica e gerencial adequadas pelo fato de serem responsáveis, em última análise, pela alocação dos recursos humanos e materiais para a execução da manutenção. Para operacionalização da programação os programadores também devem apresentar experiência técnica adequada.

A partir de agora, serão detalhadas e sistematizadas as partes que compõem o modelo proposto para a sistemática de programação da figura 4.2, bem como a inter-relação sistêmica entre estas partes.

4.6 ETAPAS DO PROCESSO DE PROGRAMAÇÃO

As etapas do processo proposto para a padronização e gerenciamento da programação de manutenção fundamentado no PDCA são as seguintes, de acordo com a figura 4.2:

P (PLANEJAMENTO)

1. Levantamento de insumos para programação
2. Envolvimento da manutenção
3. Envolvimento da produção

D (EXECUÇÃO)

1. Elaboração das programações mensal e semanal
2. Elaboração dos pedidos de liberação

C (VERIFICAÇÃO)

1. Análise da programação original para revisão de prioridades

A (ATUAÇÃO CORRETIVA)

1. Ajuste das programações mensal, semanal e dos pedidos de liberação

4.7 DETALHAMENTO DAS ETAPAS DO PROCESSO

Serão detalhadas e conceituadas cada uma das etapas do processo de programação propriamente dito.

PLANEJAMENTO (PLAN)

1. Levantamento de insumos para programação

Nesta fase, a área de engenharia de manutenção ou outra equivalente responsável pela programação da manutenção deve levantar e listar todas as atividades que demandarão cargas de trabalho envolvendo a participação do pessoal executivo de manutenção. Essas fontes de demanda serão aqui denominadas de *insumos* para a programação. Devem ser considerados e priorizados todos os insumos tais como: manutenções preventivas já vencidas ou previstas, anomalias e defeitos de máquinas e equipamentos que exijam atenção diferenciada, ordens de serviço pendentes ou a ser programadas, etc. Outras demandas tais como reuniões de trabalho, reuniões de Cipa, afastamentos médicos, férias, licenças e outros fatores restritivos também devem ser considerados. Nesta fase, fica evidenciada a importância da visão do todo, e a experiência do pessoal responsável pela programação que tem a prerrogativa de priorizar as demandas que serão programadas para serem realizadas pelo pessoal executivo de manutenção. De posse das prioridades, já é possível obter-se uma visão básica da carga de manutenção que deve ser programada. HIGGINS (1988) propõe que a programação seja elaborada com horizonte anual, mensal, semanal ou diário. Na sistemática desenvolvida foram adotadas duas programações: uma com horizonte mensal e outra, dela decorrente, com horizonte semanal. Entende-se que a vantagem de se trabalhar com dois horizontes de programação, um maior e outro menor decorrente do primeiro, é que poderão ser mais facilmente acomodadas demandas imprevistas que não haviam sido consideradas no início do processo de elaboração da programação.

Paralelamente ao levantamento dos insumos para a elaboração da programação, deve haver um gerenciamento dos recursos necessários como força de trabalho, equipamentos, instrumentos, veículos especiais e outros recursos para que a programação seja confiável para a posterior realização pelas equipes executivas. De acordo com PINTO & XAVIER (1998), a força de trabalho é o recurso que mais necessita de gerenciamento visando à

otimização de sua aplicação, dado que este recurso representa a maior fatia (35%) dos custos da manutenção conforme mencionado no item 2.10 da revisão bibliográfica.

2. Envolvimento da manutenção

Os principais clientes internos do processo de programação são as equipes executivas de manutenção e os respectivos supervisores. É de fundamental importância o envolvimento desses clientes no processo de programação pelas seguintes razões principais:

Obtenção de informações como insumos para programação: há que se considerar que o pessoal executivo de manutenção, operacionais e supervisores, por estarem cotidianamente nas frentes de manutenção, detêm uma grande quantidade de informações extremamente úteis para o processo de programação da manutenção, como restrições de máquinas, equipamentos, instrumentação, ferramentas e restrições de disponibilidade de material e pessoal. Se essas restrições não forem devidamente consideradas, seguramente trarão dificuldades e retrabalho no processo de programação. Estas informações de conhecimento do pessoal executivo da manutenção devem ser agregadas às disponibilizadas pelos relatórios do sistema de controle da manutenção.

Mobilização: na medida em que as pessoas responsáveis pela execução da manutenção passam a ter informações concretas sobre as demandas que serão programadas, as mesmas se mobilizam para providenciar ou ajustar os recursos necessários para isso. Podem também atuar para eliminar ou minimizar as restrições de várias ordens acima mencionadas para viabilizar a realização dos serviços que serão programados.

Comprometimento: o envolvimento prévio do pessoal executivo de manutenção no início do processo leva naturalmente a um maior comprometimento com o resultado do processo por parte do pessoal executivo da manutenção, que confere ao processo uma maior previsibilidade de efetiva realização das demandas que são programadas.

3. Envolvimento da operação

Outro cliente interno importante é a área de produção ou operação, daí a importância do envolvimento desta área no processo. Equipamentos e instalações que passarão por manutenções corretivas ou preventivas estão, via de regra, sob responsabilidade da área de operação. Logo, para que os serviços possam ser realizados, os equipamentos e instalações devem ser liberados pela área de operação. É natural que as liberações não devam implicar

em soluções de continuidade para a operação, tais como: impacto negativo nos planos e programação de produção, carregamento excessivo de outros equipamentos em função das liberações, etc. Outro aspecto muito importante que exige e valoriza a participação da área de operação, são possíveis solicitações coincidentes de liberação que, sem uma análise mais profunda desta área, poderiam provocar impactos indesejáveis no processo produtivo. Portanto, o envolvimento formal e a ciência antecipada da operação quanto às demandas de manutenção que serão programadas, facilita bastante o processo de programação da manutenção. As áreas de operação passam a se mobilizar e adequar o processo produtivo para que sejam possíveis as liberações pretendidas pela área de manutenção na medida em são envolvidas no processo.

EXECUÇÃO (DO)

1. Elaboração das programações mensal e semanal

De posse das informações e insumos obtidos nas fases anteriores de planejamento, os programadores iniciam o planilhamento da programação mensal do mês subsequente. Nesta fase, a supervisão e os programadores da área de engenharia de manutenção, ou outra equivalente responsável pelo processo de programação da manutenção, devem ter experiência, sensibilidade e visão de conjunto necessárias e suficientes para a priorização dos serviços que deverão ser programados. Conforme HIGGINS (1988), em qualquer organização de manutenção eficientemente administrada, a carga de trabalho em termos de quantidade ou tempo excede a disponibilidade de homens e ou equipamentos. Daí a importância da priorização. Neste sistema, conforme foi proposto no item 1 do planejamento, levantamento de insumos para programação, a programação semanal de manutenção será decorrente da programação mensal.

2. Elaboração dos pedidos de liberação

Nas empresas com um nível mínimo de organização das áreas de operação e manutenção, os serviços de manutenção em instalações e equipamentos devem ser precedidos de procedimentos formais de solicitação e liberação para conferir segurança dos manutentores, preservação da integridade e confiabilidade das instalações e do processo produtivo. Estes procedimentos normalmente são denominados *pedidos ou solicitações de liberação* e são elaborados em impressos próprios.

VERIFICAÇÃO (CHECK)

1. Análise da programação original para revisão de prioridades

A partir das demandas de manutenção propostas para o mês subsequente constantes nas planilhas de programação mensal, é possível quantificar os recursos humanos que serão necessários. Conforme HIGGINS (1988), dada a possibilidade de trabalhos futuros de natureza emergencial não se deve, em princípio, programar toda a força de trabalho. Uma parte deve ser mantida livre para o rápido atendimento de emergências ou outros trabalhos prioritários não previstos por ocasião da programação inicial. Propõe-se, como referência, um comprometimento percentual de 70% dos homens-hora disponíveis da força de trabalho para empenho na programação. Portanto, nesta fase do processo de programação, devem ser confrontados os recursos humanos necessários para o atendimento das demandas já planilhadas com este referencial de empenho da força de trabalho. Em função do resultado deste confronto e de novas demandas de manutenção surgidas após a elaboração da programação inicial, devem ser revistas as prioridades para que haja uma reserva da força de trabalho para o atendimento de serviços emergenciais e para que sejam acomodadas essas novas demandas de manutenção.

ATUAR (ACT)

1. Ajuste das programações mensal e semanal e dos pedidos de liberação

Nesta fase, a redefinição de prioridades do item anterior deve ser implementada e processada pelos programadores através do replanejamento da programação mensal, de forma a permitir uma folga da força de trabalho para atendimento de serviços emergenciais e contemplar novas demandas de manutenção surgidas após a elaboração da programação original. Da mesma forma, os pedidos de liberação devem ser compatibilizados com este ajuste da programação mensal, ou seja, enquanto alguns pedidos devem ser cancelados outros devem ser incluídos ou modificados.

O constante envolvimento e integração das áreas de manutenção e operação durante o processo de programação da manutenção, pressupõe a existência, senão de todas, mas pelo menos desta condição importante para o desenvolvimento da TPM – Manutenção Produtiva Total. Conforme visto na revisão bibliográfica, a TPM é um sistema de manutenção de equipamentos que envolve todos os trabalhadores de várias áreas da empresa, principalmente engenharia, manutenção e operação e tem como objetivos principais alcançar zero falhas e zero defeitos. Como consequência da eliminação das falhas e defeitos, consegue-se aumentar a disponibilidade dos equipamentos, reduzir custos e aumentar a produtividade do trabalho. Ou seja, o envolvimento e a integração constantes entre as áreas de engenharia, planejamento

e análise, manutenção e operação que devem ocorrer neste processo, é uma condição muito importante para o desenvolvimento e consolidação da TPM.

4.8 FERRAMENTA COMPUTACIONAL DE APOIO

O objetivo de se obter uma programação otimizada, eficiente e eficaz impõe um caráter altamente dinâmico ao processo de programação da manutenção. A seqüência das etapas do processo proposto na figura 4.2, aliada aos fatores imponderáveis inerentes ao conceito de programação e o surgimento de novas prioridades não consideradas na programação inicial, revelam esse caráter dinâmico do processo de programação. Demandas de replanejamento e reprogramação exigem uma grande interação entre os programadores e o processo. Estes fatores inviabilizam, na prática, que o processo de programação seja controlado manualmente. Este fato leva a propor como solução para este problema a adoção de uma ferramenta computacional de apoio ao processo de programação para controle e gerenciamento dos itens a ser programados e reprogramados. É importante destacar que a adoção desta ferramenta computacional de apoio não elimina a forte interface existente entre o programador e o processo de programação.

De acordo com CUSHING & ROMNEY (1994) as necessidades específicas de uma empresa em termos de softwares e ferramentas computacionais podem ser atendidas segundo as seguintes alternativas:

- Aquisição de produto no mercado com aplicação direta;
- Adaptação ou customização de produto no mercado às necessidades específicas da empresa;
- Desenvolvimento de software ou ferramenta internamente na empresa com pessoal próprio ou através de contratação de pessoal especializado.

Independentemente da forma com que a necessidade da ferramenta computacional seja atendida, é importante que fique patente a sua necessidade como apoio ao processo para facilitar a elaboração da programação da manutenção com otimização, eficiência e eficácia. Na aplicação da sistemática de programação que será apresentada no capítulo 5, serão citados os dados de entrada e planilhas utilizadas na programação originadas da ferramenta computacional desenvolvida internamente com este objetivo.

4.9 SUPERVISÃO E PROGRAMADORES EXPERIENTES EM MANUTENÇÃO

A importância, a complexidade e o caráter altamente dinâmico do processo de programação da manutenção de equipamentos e instalações de transmissão de energia elétrica, além da forte interface com as áreas de operação e execução da manutenção, exigem

que o supervisor do processo e os programadores tenham perfil adequado para essas exigências. Entre as habilidades que compõem este perfil inclui-se, necessariamente, a experiência e vivência em manutenção. Conforme citação anterior na revisão bibliográfica, de acordo com HIGGINS (1988), em qualquer organização de manutenção eficientemente administrada, a carga de trabalho em termos de quantidade ou tempo excede a disponibilidade de homens e ou equipamentos. Nesse sentido, o estabelecimento de prioridades de itens a ser programados passa a ser uma prerrogativa de fundamental importância no processo para a busca das características de otimização, eficiência e eficácia da programação. O estabelecimento de prioridades é facilitado na medida em que os recursos humanos responsáveis pelo processo de programação tenham experiência e vivência adequadas em manutenção.

Na abordagem da qualidade, a sistematização é importante para a análise e solução dos problemas que impactam os clientes. Ou seja, os problemas surgidos no processo de elaboração da programação que impactam a operação e as equipes executivas de manutenção devem ser tratados, preponderantemente, utilizando-se os conceitos, técnicas e ferramentas da qualidade. Dessa forma, uma outra característica desejável e importante que o supervisor e programadores devem apresentar é o conhecimento desses principais conceitos, bem como a disposição para a aplicação dos mesmos. Naturalmente, deve haver um clima organizacional que favoreça essa postura. Este ponto será explorado na próxima seção com o ambiente e gerenciamento do processo pelo TQM.

4.10 O TQM COMO ESTRATÉGIA GERENCIAL PARA GERENCIAMENTO DO PROCESSO

No item 3.8.1 da revisão bibliográfica foi visto que a melhoria dos processos de negócio é uma questão crítica porque esses processos podem representar até 80% dos custos das empresas do ramo de serviços. Nessa linha de raciocínio, entende-se que os processos de manutenção em geral, assim como o processo de programação da manutenção em particular, podem ser classificados como processos de negócio das empresas prestadoras de serviço de transmissão de energia elétrica. Estes processos devem, portanto, merecer atenção crítica das empresas, dada a grande potencialidade de melhoria e redução de seus custos.

Para isso, é fundamental que seja adotada uma estratégia gerencial para canalizar a atenção necessária no processo de programação. Na sistemática adotada para a programação da manutenção, a estratégia adotada foi o TQM. Conforme visto no capítulo 3 da revisão bibliográfica sobre os principais conceitos da qualidade, o TQM se constitui numa filosofia fundamentada numa série de princípios úteis que formam a base para a melhoria contínua

dos processos de uma organização. Apesar das diferentes visões dos principais autores da qualidade sobre o TQM, pode-se concluir que as visões apresentam mais pontos convergentes que pontos divergentes, o que demonstra a base comum dos princípios que regem o TQM como filosofia gerencial. Focado no longo prazo, no envolvimento das pessoas, na satisfação do cliente, na utilização de metodologias e ferramentas sistematizadas para a solução de problemas e no uso de fatos e dados para a tomada de decisão, o TQM se diferencia desta maneira das formas tradicionais de gerenciamento.

Os seguintes aspectos são considerados relevantes no desenvolvimento da sistemática de programação da manutenção de equipamentos e instalações de transmissão de energia elétrica: adoção do programa 5S; envolvimento do cliente; padronização; fatos e dados e indicadores de desempenho e a liderança para a qualidade.

Para evidenciar a importância e o impacto na sistemática de programação, serão desdobrados cada um desses aspectos:

- a) **Programa 5S:** na revisão bibliográfica do capítulo 3 foram apresentados os fundamentos do Programa 5S, constituído pelos cinco sentidos: senso de utilização, senso de ordenação, senso de limpeza, senso de saúde e senso de autodisciplina. A palavra “senso” é associada à maneira de pensar e agir, ou seja, a prática dos cinco sentidos deve levar as pessoas a pensar e agir segundo o significado de cada um destes sentidos.

É interessante observar que embora os cinco sentidos sejam conceituados individualmente, na prática, entretanto, eles ocorrem simultânea e sistemicamente. A figura 4.3 mostra esta visão sistêmica dos cinco sentidos.

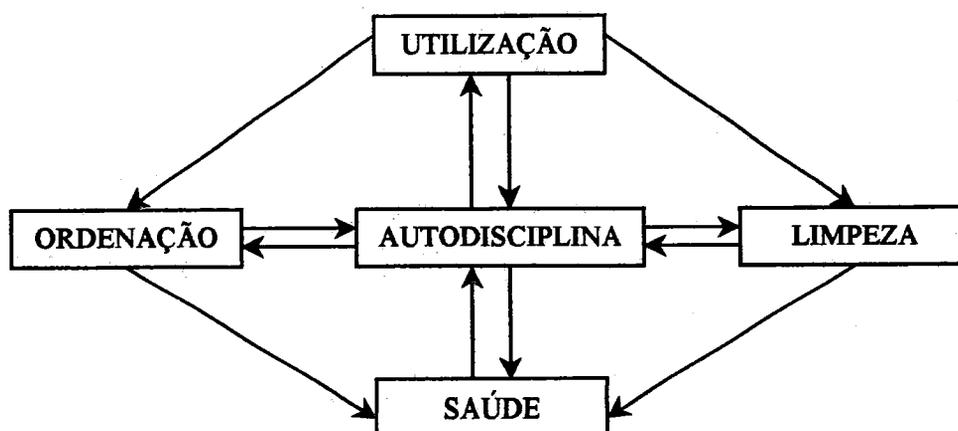


Figura 4.3 – Visão sistêmica dos cinco sentidos (SILVA – 1994)

A essência do Programa 5S é promover a qualidade de vida no trabalho, entendida como um clima organizacional favorável onde as pessoas em alto grau de moral e motivação possam produtivamente produzir os resultados que a organização necessita.

O Programa 5S pode ser considerado um excelente instrumento de apoio à mudança cultural e é ao mesmo tempo simples, profundo e natural. Simples e natural porque a sua aplicação é fácil e está fundamentada em conceitos básicos, tangíveis e de fácil assimilação pelas pessoas. Profundo porque sua aplicação pode abranger coisas, processos e atitudes, com repercussões, portanto, nos aspectos físicos, lógicos e sociais respectivamente.

SILVA (1994) comenta: *“o 5S é um programa simples. Os primeiros resultados obtidos com a implantação dos três primeiros sentidos impressionam, mas a sua manutenção e melhoria a longo prazo é extremamente difícil. Entretanto, é um desafio do qual não se pode fugir, já que é impossível obter excelência empresarial sem excelência no 5S. A mudança comportamental deve iniciar por meio desse programa. Todo o conhecimento disponível sobre psicologia de mudança, psicopedagogia e tecnologia de comunicação deve ser usado para conseguir o seu sucesso.”*

Para CAMPOS (1994), a implantação do Programa 5S é uma boa maneira de iniciar o melhoramento do Gerenciamento da Rotina. O 5S potencializa o Gerenciamento da Rotina, ou seja, se os resultados da aplicação apenas do Gerenciamento da Rotina são bons, com a adoção também do 5S esses resultados são exemplares. Para elevar o moral das pessoas, entre outras ações, deve-se manter um vigoroso 5S cada vez mais abrangente e profundo.

O processo de programação da manutenção exige um apurado senso de autodisciplina e requer, entre outras necessidades, grande esforço intelectual, acesso e processamento de uma grande quantidade de dados e informações e cumprimento rigoroso de prazos. Nesse sentido, o Programa 5S constitui-se num excelente e oportuno instrumento gerencial que também pode ser aplicado no gerenciamento do processo de programação da manutenção.

- b) **Envolvimento do Cliente:** do ponto de vista de clientes internos, o processo de programação da manutenção apresenta uma grande interface com seus principais clientes internos: as áreas de execução da manutenção e as áreas de operação. O processo é altamente dinâmico e requer constantes acomodações de novas demandas. Do lado da

operação, essas acomodações são motivadas por necessidade de reprogramações de serviços devido a restrições de liberação de equipamentos e instalações não previstas nas programações iniciais. Do lado da manutenção, as reprogramações são motivadas principalmente por repriorizações de manutenção devido a fatos novos e ocorrências que interferem no desempenho dos equipamentos em operação. Este caráter dinâmico do processo impõe a necessidade do constante envolvimento desses clientes internos durante o processo de elaboração da programação. Aplicando o conceito de qualidade em serviços de SLACK et al. (1997), a satisfação destes clientes internos é afetada pela diferença entre as expectativas e a percepção quanto ao produto do processo de programação que é a programação da manutenção propriamente dita. Daí a importância do envolvimento destes clientes no processo. Além dos contatos informais entre as áreas, a área de engenharia de manutenção tem contatos formais com as áreas de operação e de execução da manutenção nas reuniões mensais de programação. Essas reuniões são de extrema importância pelas razões já explicitadas no item 4.7 e devem constar de cronograma previamente elaborado e encaminhado às áreas envolvidas.

- c) **Padronização:** o desempenho eficaz das funções operacionais é uma condição necessária para que as funções gerenciais possam ser bem cumpridas e conduzidas. Ou seja, deve-se assegurar que as funções operacionais sejam bem desempenhadas para as que as pessoas de nível gerencial possam dedicar seu tempo para encontrar novas oportunidades e melhoria do seu negócio. Utilizando este raciocínio no processo de programação da manutenção em questão, a adoção dos conceitos de padronização exerce um papel de grande importância: a garantia de que o processo é conduzido sempre da mesma maneira garante uma previsibilidade do resultado final do processo que são as programações mensal e semanal. Além de evitar problemas com os clientes, esta ação de padronização libera tempo dos supervisores envolvidos para dedicação à melhoria não apenas do próprio processo, mas de outros pertinentes à área de engenharia de manutenção. O fluxograma e os procedimentos operacionais padrão, citados no item 3.10 da revisão bibliográfica, são duas ferramentas úteis que serão utilizadas na padronização do processo. A representação gráfica do processo permite aos programadores e supervisores uma melhor compreensão e visão de conjunto de como é elaborada a programação. Permite também a identificação das tarefas críticas ou prioritárias do processo. CAMPOS (1994) define tarefas prioritárias aquelas que:
- a) se houver um pequeno erro, afetam fortemente a qualidade do produto ou serviço;
 - b) já ocorreram acidentes no passado;

c) ocorrem problemas na visão das pessoas envolvidas no processo.

Uma vez identificadas as tarefas críticas no fluxograma do processo, as mesmas devem ser padronizadas através dos procedimentos operacionais padrão. Aplicando-se os conceitos de procedimento operacional padrão e do método de padronização constantes dos itens 3.10 e 3.7.4 da revisão bibliográfica, os próprios programadores orientados pelo supervisor devem elaborar os POP's numa linguagem fácil e inteligível para os programadores.

d) **Fatos e Dados e Indicadores de Desempenho:** de acordo com HIGGINS (1988), em qualquer organização de manutenção eficientemente administrada, a carga de trabalho em termos de quantidade ou tempo excede a disponibilidade de recursos humanos e ou equipamentos. Por isso é fundamental que haja priorização das demandas de manutenção para que os recursos sejam canalizados e aplicados. A busca constante das prioridades de manutenção deve ser baseada em fatos e dados que é um critério chave no TQM. Algumas questões que podem ser formuladas para orientar a busca de fatos e dados para priorização são as seguintes:

- Quais os principais problemas da operação ou produção enquanto cliente interno da manutenção que podem ser resolvidos ou minimizados com ações de manutenção ?
- Quais os problemas crônicos que afetam a disponibilidade de equipamentos e instalações?
- Qual é a escala de prioridade do *backlog* da manutenção?
- Quais indicadores de desempenho da manutenção como taxas de falha, tempos de indisponibilidade e outros que exigem ações de manutenção orientadas para reversão desses indicadores?

Como a sistematização é uma das características dos sistemas da qualidade, é importante ressaltar que a busca dos fatos e dados através destas questões orientadoras deve ser suportada e fundamentada na utilização dos métodos, técnicas e ferramentas como FMEA, FTA, PDCA e as citadas no item 3.10 da revisão bibliográfica.

Quanto aos indicadores de desempenho de equipamentos e instalações de transmissão de energia elétrica, pode-se dizer que as taxas de falha e tempos de indisponibilidade utilizados referem-se principalmente a disjuntores, transformadores, sistemas de proteção e linhas de transmissão. Outros indicadores importantes para a operação são o DEC e o FEC originados por falhas de equipamentos e instalações.

- **Liderança para a Qualidade:**

A importância, a complexidade e o caráter altamente dinâmico do processo de programação da manutenção de equipamentos e instalações de transmissão de energia elétrica exige que os programadores, supervisores e gerentes responsáveis pelo processo tenham um perfil adequado do ponto de vista técnico conforme comentado no item 4.9. Do ponto de vista gerencial, optando-se por um gerenciamento do processo baseado na gestão pela qualidade, os supervisores e gerentes envolvidos devem apresentar um perfil de liderança para a qualidade compatível com os princípios do TQM e de acordo com as abordagens dos autores mais conhecidos e populares apresentadas no item 3.11. Com o intuito de complementar as características deste perfil são apresentadas algumas visões de três outros autores no período de 1989 a 1999:

a) ROSANDER (1989) defende que o sucesso das ações de qualidade depende das qualificações de gerentes, supervisores e profissionais que devem se engajar no trabalho do dia a dia. Para este autor as qualificações de maior importância são as seguintes habilidades:

- Explicitar o significado de qualidade;
- Identificar problemas de qualidade;
- Coletar e analisar dados de boa qualidade;
- Prever e alocar os recursos necessários;
- Diagnosticar problemas e procurar suas causas;
- Bloquear as causas dos problemas;
- Contratar e treinar assistentes competentes;
- Pesquisar clientes e identificar suas necessidades e visões;
- Estimular o crescimento das pessoas e o trabalho em equipe;
- Recompensar e elogiar o talento e realizações dos colaboradores;
- Procurar resolver as reclamações e queixas dos colaboradores;
- Promover a comunicação limpa e eficaz em todos os locais;
- Evitar conflitos através da promoção do bom relacionamento entre as pessoas;
- Dar crédito e reconhecimento às áreas e pessoas merecedoras do crédito.

b) SMITH, E. (1993) sustenta que sob uma gestão participativa ou de alto envolvimento, as pessoas têm alguma forma de controle sobre a maneira de como realizam seus trabalhos. Conceitos de trabalho participativo apoiam a crença de que os funcionários

querem se envolver em atividades organizacionais importantes. As pessoas apoiam o que elas ajudam a criar, ou desenvolvem um senso de realização ou mesmo de propriedade.

c) O SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas assim define o papel da liderança² no trabalho em equipe na gestão pela qualidade: *“à frente das equipes que atuam nas diferentes áreas de planejamento e operação, existe o líder, o diretor ou gerente que representa a própria figura do empreendedor, agindo por sua delegação e às vezes tomando decisões em seu lugar. Exercer a liderança significa influenciar um indivíduo ou um grupo nos esforços destinados a atingir um determinado objetivo. O líder é o principal responsável pela motivação das equipes. Para isso, deve conhecer bem cada um dos que trabalham ao seu lado, suas necessidades pessoais e sociais, habilidades e talentos, expectativas profissionais e potenciais não explorados. Quem exerce cargo de direção deve ser confiável, justo e equilibrado em seu relacionamento com os colaboradores, incentivando o gerenciamento participativo e estimulando sistemas de trabalho para a busca da qualidade”*.

Para efeito de aplicação prática da sistemática desenvolvida para padronização e gerenciamento do processo de programação da manutenção, a figura 4.2 constitui o núcleo da aplicação que é sustentada pelos seguintes elementos do modelo:

- PDCA;
- Ferramenta computacional de apoio;
- Supervisão e programadores experientes em manutenção;
- Ambiente e gerenciamento pelo TQM.

No capítulo 5, será apresentada a aplicação da sistemática desenvolvida, em uma unidade de uma empresa prestadora de serviço de transmissão de energia elétrica, localizada no estado de São Paulo.

² Este conceito de liderança para a qualidade foi publicado na coluna semanal Qualidade Sebrae do Pannel de Negócios do jornal O Estado de São Paulo de 14/9/99, p.6.

CAPÍTULO 5

APLICAÇÃO DA SISTEMÁTICA DESENVOLVIDA PARA PADRONIZAÇÃO E GERENCIAMENTO DA PROGRAMAÇÃO DA MANUTENÇÃO

5.1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é apresentar a aplicação da sistemática desenvolvida no capítulo 4 para padronização e gerenciamento da programação da manutenção, evidenciando os principais aspectos da aplicação. Antes porém, será apresentada uma visão geral da estrutura da companhia e da unidade onde foi aplicada a sistemática.

5.2 VISÃO GERAL DA COMPANHIA

A CTEEP – Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista, localizada no Estado de São Paulo, é uma das empresas resultantes do processo de cisão acionária e patrimonial ocorrido em 1999 na CESP – Companhia Energética de São Paulo. De acordo com o novo ambiente regulatório, institucional e organizacional do Setor Elétrico brasileiro, a CTEEP, cujo controle acionário pertence ao Governo do Estado de São Paulo, é uma empresa prestadora de serviços de transmissão de energia elétrica operando principalmente em tensões de 138 a 440 kV.

A CTEEP possui 50 subestações de até 138 kV, 5 subestações de 230 kV e 17 subestações de 440 kV, totalizando 72 subestações distribuídas no estado. Possui também 5421 km de linhas de transmissão em até 138 kV, 5610 km de linhas entre 230 e 440 kV, totalizando 11031 km de linhas de transmissão distribuídas no estado. Entre os principais clientes da CTEEP incluem-se as empresas concessionárias de distribuição de energia elétrica como a ELEKTRO, a CPFL, a CPEE e outras.

A estrutura organizacional da CTEEP possui quatro níveis hierárquicos: Presidência, Diretorias, Departamentos e Divisões. Ligadas diretamente à Presidência estão as áreas de Auditoria, Coordenadoria Executiva, Assessoria de Comunicação, Assessoria de Meio Ambiente e Organização e Qualidade Total.

Ligadas diretamente à Presidência estão a Diretoria de Operação, Diretoria Administrativa e Diretoria Financeira e de Relações com o Mercado.



A aplicação deste trabalho foi realizada na Divisão de Transmissão de Santa Bárbara vinculada à Gerência Regional de Cabreúva no âmbito da Diretoria de Operação cujo organograma é apresentado na figura 5.1:

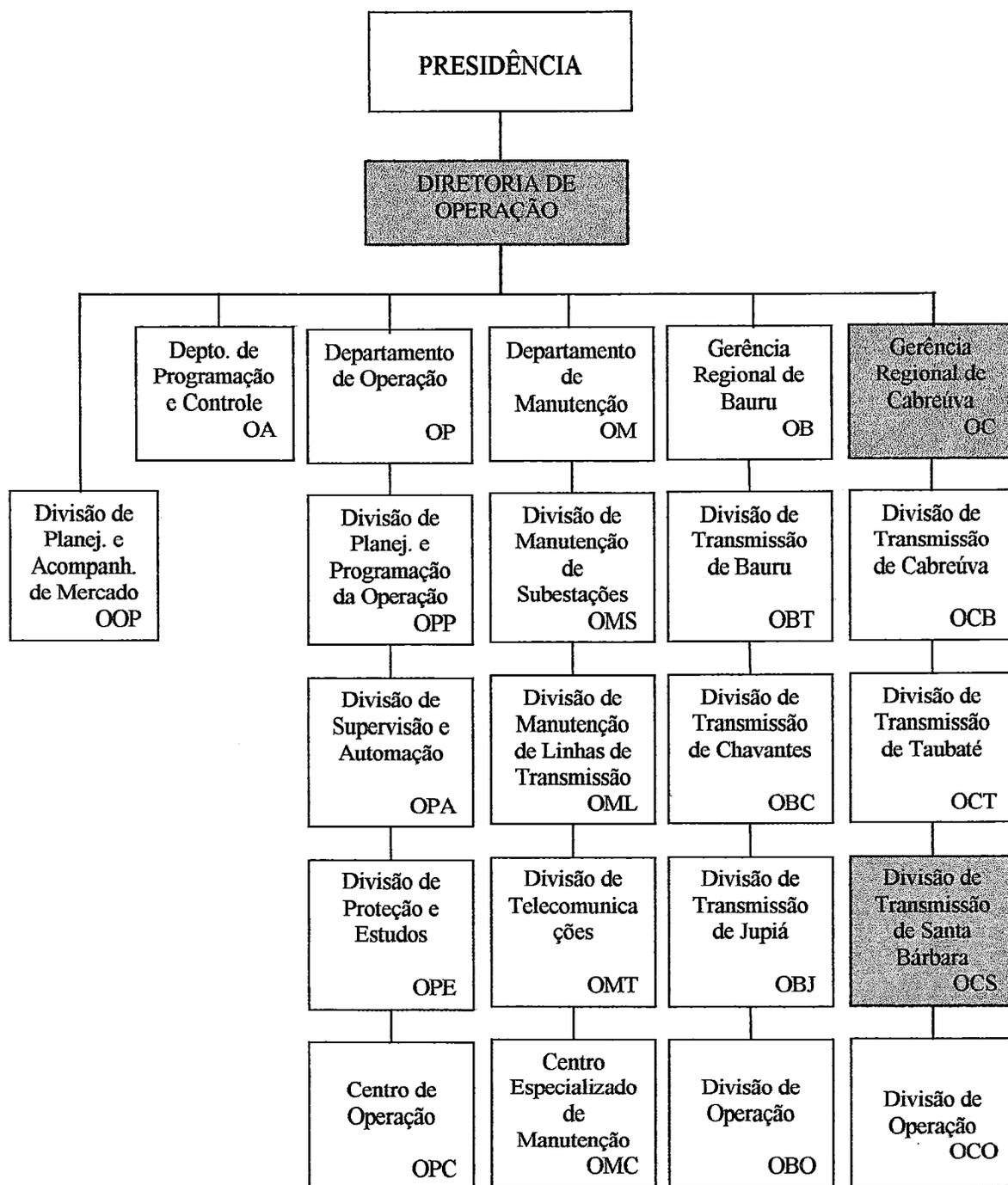


Figura 5.1 – Organograma da Diretoria de Operação da CTEEP

5.3 A DIVISÃO DE TRANSMISSÃO DE SANTA BÁRBARA

A sistemática para padronização e gerenciamento da programação da manutenção desenvolvida no capítulo 4 foi aplicada nas atividades de programação da manutenção da Divisão de Transmissão de Santa Bárbara. Esta unidade da CTEEP vinculada à Gerência Regional de Cabreúva da Diretoria de Operação está localizada no município de Santa Bárbara D'Oeste na região de Campinas. A Divisão de Transmissão de Santa Bárbara conta com um quadro de 135 pessoas incluindo técnicos e supervisores das áreas de Planejamento e Análise da Manutenção, Linhas de Transmissão, Subestações, Comandos e Controles e Telecomunicações. Há também um quadro de pessoal para apoio administrativo, recursos humanos, medicina e segurança do trabalho.

A Divisão de Transmissão de Santa Bárbara responde pela manutenção das seguintes instalações principais:

- 862 Km de linhas de transmissão de energia em 440 kV;
- 2117 Km de linhas de transmissão de energia em 138 kV;
- 04 subestações em 440 kV;
- 13 subestações em 138 kV;
- 2752 MVA de capacidade instalada de bancos de transformadores e transformadores;
- 20 estações de microondas;
- Frota de 67 viaturas e 6 veículos especiais.

A figura 5.2 mostra o organograma simplificado da Divisão de Transmissão de Santa Bárbara evidenciando as áreas ligadas diretamente à manutenção:

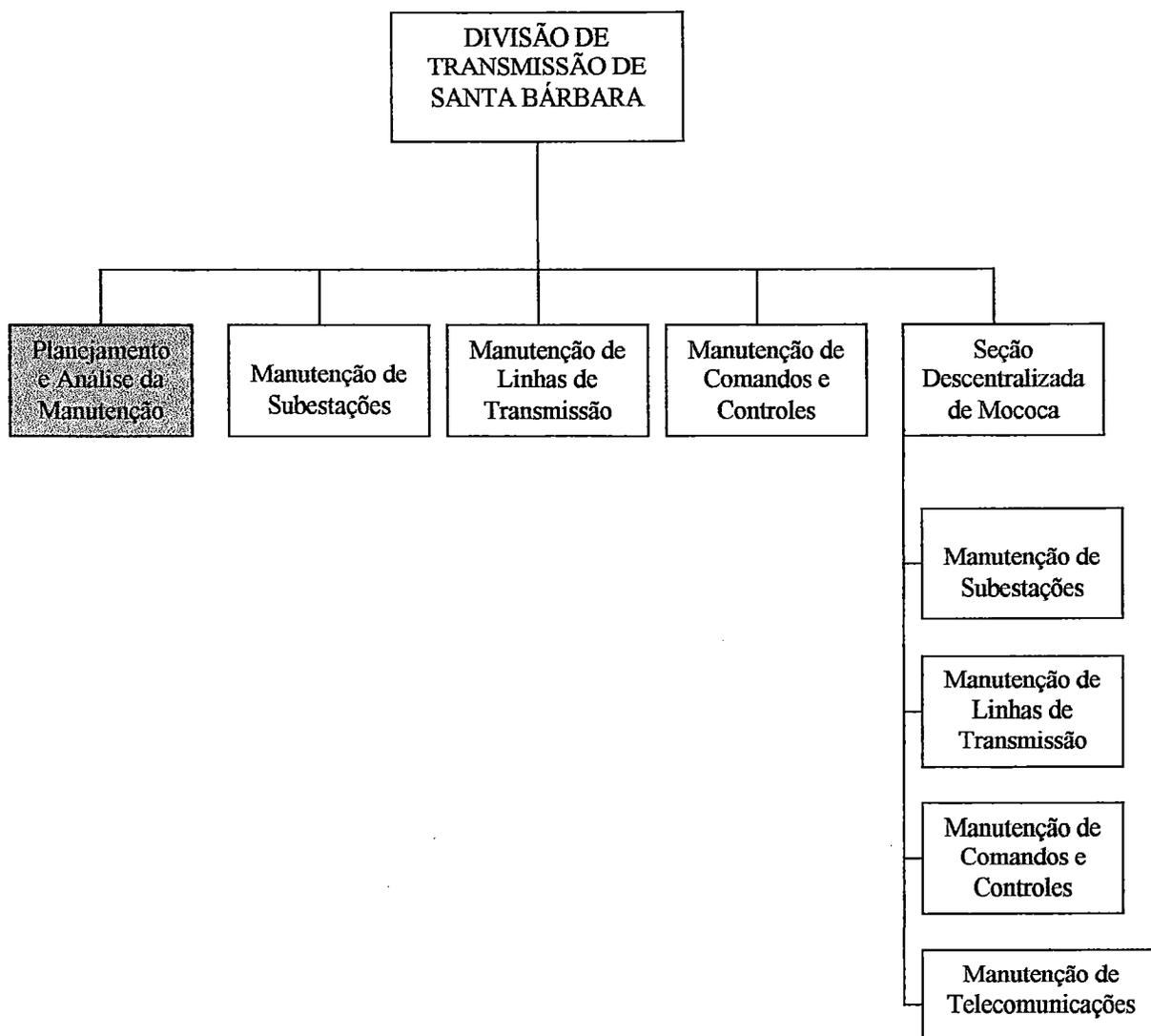


Figura 5.2 – Organograma simplificado da Divisão de Transmissão de Santa Bárbara

5.4 APLICAÇÃO DA SISTEMÁTICA

Neste item serão evidenciados os aspectos principais da aplicação da sistemática para padronização e gerenciamento da programação da manutenção desenvolvida no capítulo 4. Para melhor compreensão da aplicação será reproduzida na figura 5.3 o modelo utilizado para a sistemática desenvolvida.

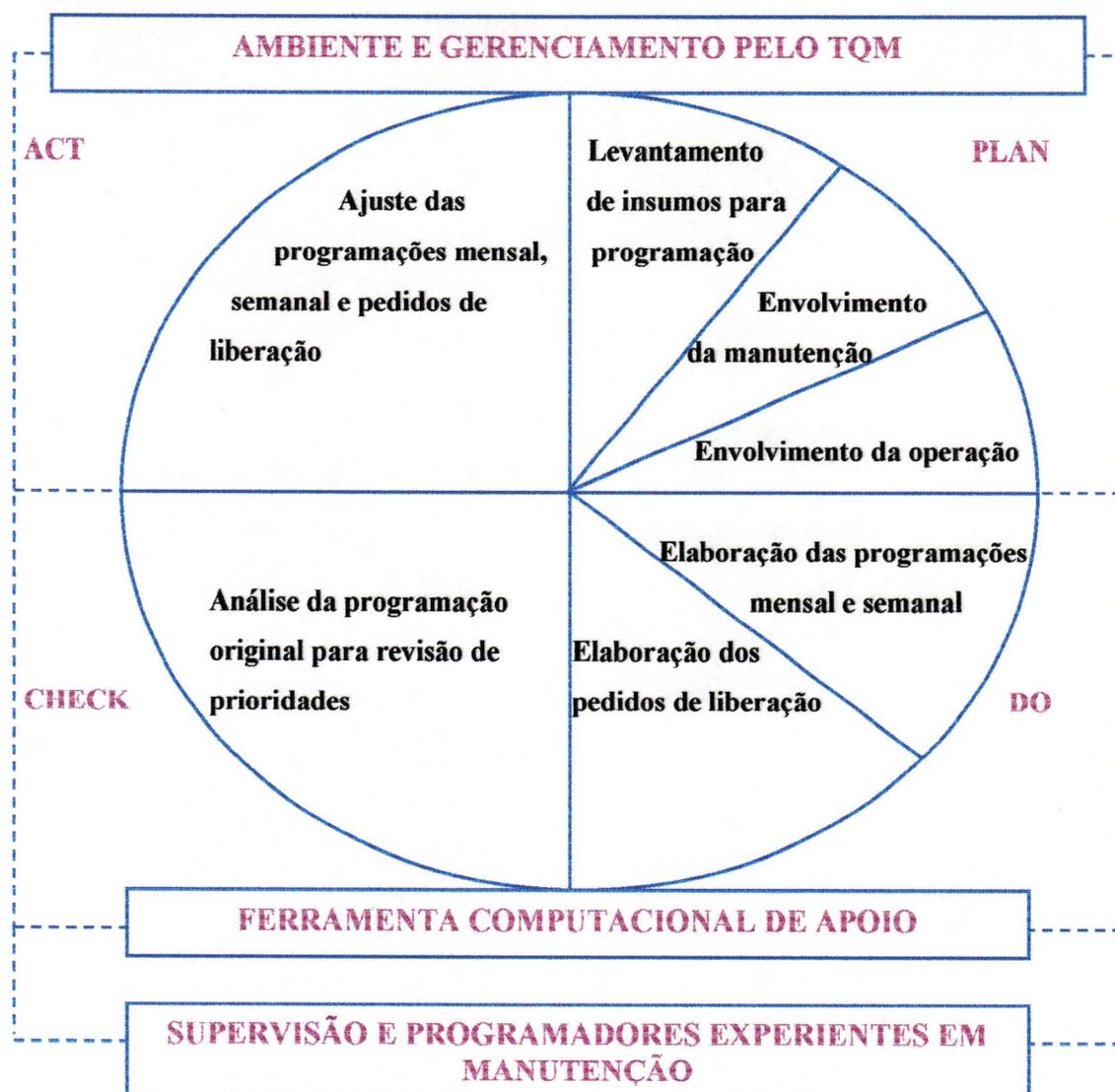


Figura 5.3 – Modelo da sistemática para padronização e gerenciamento do processo de programação de manutenção (desenvolvido pelo autor)

5.4.1 A PAM GERENCIANDO O PROCESSO DE PROGRAMAÇÃO

O processo de programação da manutenção é gerenciado pela área de Planejamento e Análise da Manutenção – PAM, representando a área de Engenharia de Manutenção abordada no item 4.4 do capítulo 4. Para esta atribuição, a área conta com 5 pessoas incluindo 1 (um) engenheiro supervisor e 4 (quatro) técnicos programadores experientes e oriundos das áreas de manutenção de subestações, comandos e controles e linhas de transmissão. A PAM gerencia o processo de programação da manutenção envolvendo aproximadamente 114 colaboradores alocados nas áreas de manutenção de subestações, comandos e controles, linhas de transmissão e telecomunicações. HIGGINS (1988) sustenta que em qualquer departamento de manutenção com mais de 10 (dez) pessoas com 2 (dois) ou (três) especialistas, alguns planejando e outros alocando o trabalho do dia a dia para os executores responsáveis, isto pode resultar em melhoria de eficiência. De acordo com esta referência, e com a de MIRSHAWKA & OLMEDO (1993) que sugere 1 (um) programador para cada 20 (vinte) mantenedores, conclui-se, então, que a relação de 5 (cinco) pessoas da PAM para 114 mantenedores é favorável do ponto de vista de eficiência para alocação de pessoal para atividades de manutenção.

5.4.2 ENVOLVENDO AS ÁREAS DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO

Conforme foi abordado nos itens 4.7 e 4.10.(b) é de fundamental importância o envolvimento da manutenção e operação enquanto principais clientes internos da PAM no processo de programação da manutenção. Como proposto no item 4.7, as reuniões mensais de programação devem constar de cronograma previamente elaborado pela PAM e encaminhado às áreas envolvidas. Nas reuniões entre a PAM e as áreas de manutenção, há participação dos supervisores e líderes de equipe de todas as áreas de manutenção. Nas reuniões entre a PAM e a operação, há participação do supervisor e técnicos da área de operação. O Anexo A exemplifica um cronograma de reuniões mensais de programação. Todas as reuniões envolvendo as áreas de manutenção, planejamento e análise da manutenção e operação, são coordenadas pela PAM. São elaboradas as memórias das reuniões que posteriormente subsidiarão a elaboração das programações mensal e semanal. A dinâmica das reuniões segue os conceitos e pontos discutidos no item 4.7 (envolvimento da manutenção e envolvimento da operação).

5.4.3. PADRONIZANDO O PROCESSO DE PROGRAMAÇÃO DA MANUTENÇÃO

Conforme foi abordado nos itens 3.7 da revisão bibliográfica sobre padronização e 4.10.(c) da sistemática desenvolvida, a padronização é muito importante para a garantia de previsibilidade do resultado final do processo de programação da manutenção. Duas ferramentas particularmente importantes para a padronização são o fluxograma e os procedimentos operacionais padrão (POP's). A figura 5.4 mostra o fluxograma elaborado pela equipe da PAM. Nele estão identificadas as tarefas (5), (7), (11) e (13) como sendo as tarefas críticas do processo. Estas tarefas devem ser muito bem conduzidas sob pena de incorrer em riscos envolvendo segurança de pessoal e do sistema, cancelamento de serviços, desperdício de tempo pelas equipes de manutenção e operação e retrabalho para as áreas. Dada a criticidade destas tarefas, elas devem ser padronizadas através de procedimentos operacionais padrão. No Anexo B são apresentados os procedimentos operacionais padrão destas tarefas críticas desenvolvidos pela equipe da PAM.

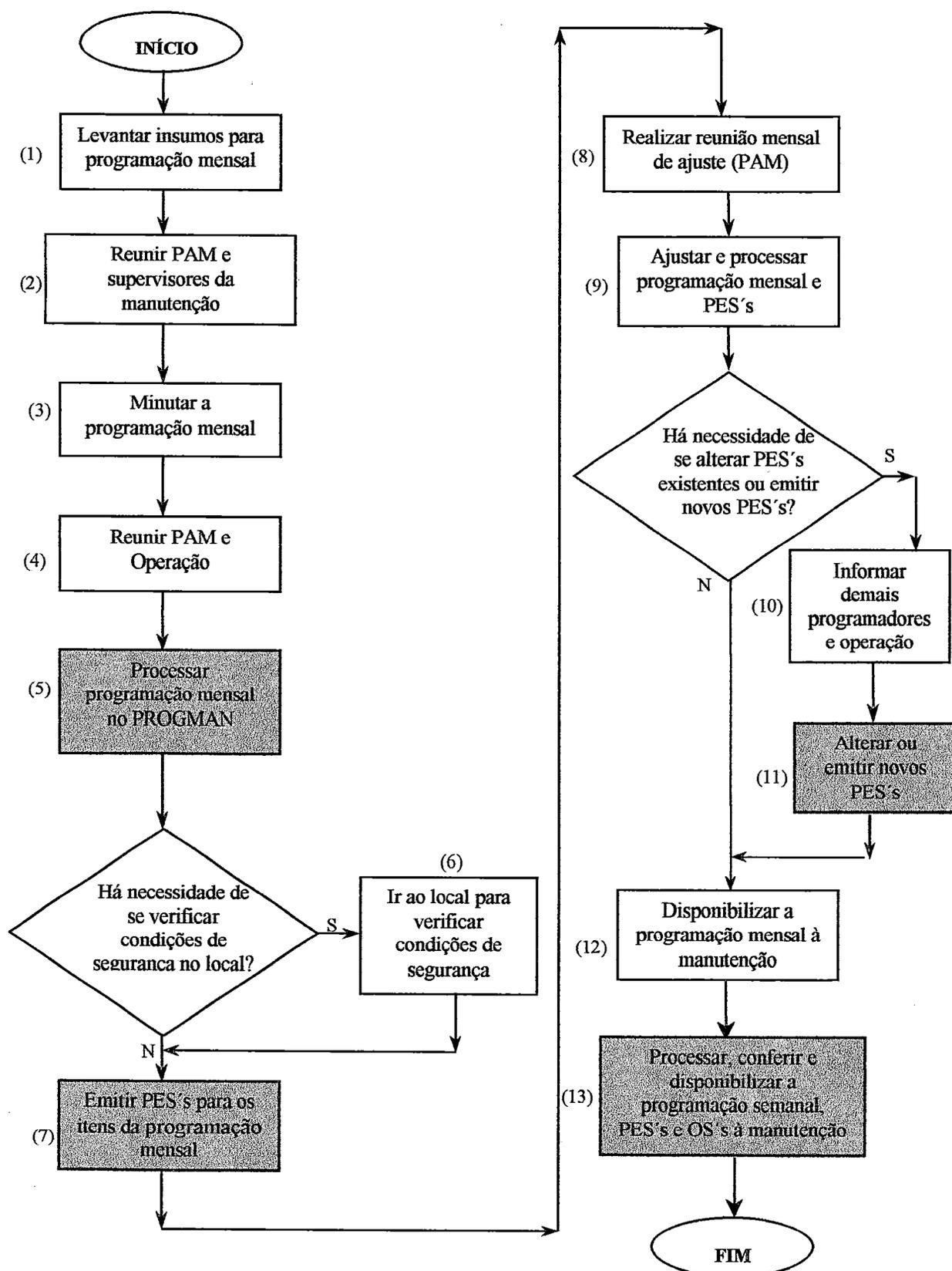


Figura 5.4 – Fluxograma do processo de programação da manutenção com a identificação das tarefas críticas (desenvolvido pelo autor)

5.4.4. A FERRAMENTA COMPUTACIONAL DE APOIO AO PROCESSO

No item 4.8 foi demonstrada a importância do processo de programação da manutenção estar suportado por uma ferramenta computacional de apoio dado o seu caráter dinâmico. Para suprir esta necessidade foi desenvolvida pela própria área uma ferramenta computacional denominada *Progran*. Os principais relatórios do programa são as programações mensal, semanal e o relatório de itens cancelados que devem ser reprogramados. Definido o mês de competência e a área de manutenção envolvida, cada item de serviço é processado com base nos seguintes dados de entrada:

- Local de realização do serviço;
- Instalação ou equipamento envolvido;
- Descrição do serviço;
- Data e horário;
- Identificação do número do PES;
- Colaborador responsável pelo serviço;
- Supervisor responsável pelo serviço;
- Identificação do motorista ou credenciado e placa do veículo;
- Membros da equipe de manutenção envolvida.

Para efeito de empenho na programação do pessoal lotado nas equipes executivas de manutenção, de acordo com HIGGINS (1988), embora em alguns casos todo o trabalho possa ser programado, os sistemas mais eficazes reconhecem a incapacidade de qualquer departamento de engenharia de manutenção para prever todos os trabalhos, especialmente aqueles de natureza emergencial e por isso não se programa toda a força de trabalho no início. Como referência, na aplicação em questão, adota-se no início do processo de programação um empenho de 70% dos homens-hora disponíveis do mês de competência. É interessante observar que a quantidade de homens-hora empenhados é dinâmica e aumenta à medida que a programação é ajustada para acomodar novas demandas e o mês de competência se aproxima. Ajustes mais finos de empenho são feitos por ocasião da programação semanal de serviços.

5.4.5 ADOTANDO O 5S COMO AMBIENTE DA QUALIDADE

Foi destacado nos itens 3.10.(q) da revisão bibliográfica e 4.10.(a) a importância do Programa 5S como estratégia para promoção da qualidade de vida no trabalho e criação de um clima físico e psicológico favorável ao moral e produtividade das pessoas. Nesse sentido,

foi implantado e mantido o programa nas unidades da companhia após o devido treinamento e envolvimento de todas as pessoas. O Anexo C exemplifica um gráfico tipo radar indicando os resultados obtidos pela PAM para cada um dos sensores de utilização, ordenação, limpeza e saúde nas auditorias realizadas em 1999. Como o programa está em andamento, o sensor de auto-disciplina não vem sendo ainda quantificado.

5.4.6 LIDERANDO PARA A QUALIDADE

A liderança para a qualidade pressupõe aplicar e vivenciar de fato os princípios do TQM abordados no item 3.11 da revisão bibliográfica e baseados na visão dos autores clássicos da filosofia da qualidade como Deming, Juran, Crosby, Harrington, Ishikawa e outros. O item 4.10 também explora a aplicação do TQM como estratégia para liderança e gerenciamento pela qualidade do processo de programação da manutenção.

De acordo com o item 4.3, o processo de programação da manutenção é dinâmico e de alta complexidade quando se tem por objetivo imprimir eficiência, eficácia e otimização ao mesmo. Para liderança e gerenciamento deste processo com visão de qualidade, alguns aspectos específicos e importantes devem ser destacados:

- a) Procurar trabalhar com parceria com as áreas de manutenção e operação enquanto principais clientes internos do processo. O envolvimento destas áreas é importante não apenas nas reuniões formais de programação, mas também em função dos desvios gerados por fatores imponderáveis e imprevistos que impactam as prioridades da manutenção;
- b) Trabalhar de forma positiva o conflito natural entre as áreas de manutenção e operação. A missão da manutenção está, em geral, associada em assegurar um desempenho adequado aos equipamentos e instalações através de intervenções que, via de regra, exigem que os equipamentos estejam fora de serviço. Ao contrário, a missão da operação está associada à entrega de energia com níveis adequados de qualidade exigindo, portanto, continuidade de serviço de equipamentos e instalações. Daí o conflito natural entre estas áreas. Por isso, é necessário e importante que, através do gerenciamento do processo de programação, sejam compatibilizadas as necessidades de forma a atender a missão das áreas de manutenção e operação;
- c) Estimular a criatividade da equipe de programadores para a solução dos problemas e dificuldades inerentes ao processo de programação. A dinâmica e complexidade do

processo devem-se, principalmente, aos fatores imponderáveis que impactam a programação e à necessidade de se atender a prioridades de manutenção com utilização eficiente dos recursos e otimização das liberações. Este fato impõe constantemente dificuldades e problemas que devem ser resolvidos pelos programadores. Nesse sentido, é fundamental que a equipe tenha autonomia para a solução dos problemas e desvios ocorridos na programação, e seja apoiada pela supervisão para a solução dos problemas mais complexos ou que envolvam níveis hierárquicos superiores. Erros que eventualmente ocorram no processo devem se constituir em oportunidades de melhoria, evitando-se a busca de culpa, mas incentivando-se a identificação das causas dos problemas e o estabelecimento de contramedidas para o bloqueio das mesmas;

- d) Procurar alocar a equipe de programadores e supervisor da área de planejamento e análise no mesmo ambiente físico de trabalho para maior interação e integração da equipe e maior efetividade de comunicação na área. O caráter dinâmico do processo implica em se trabalhar constantemente com novas demandas e informações. Nesse sentido, a equipe de programadores e supervisor alocada no mesmo espaço físico é uma condição importante para imprimir uma maior velocidade na solução dos problemas;
- e) A liderança deve promover a boa comunicação na área, prestigiar os talentos, estimular o crescimento das pessoas e o trabalho em equipe, motivando-a a melhorar continuamente o processo e destacando a importância de cada um nesse sentido. A supervisão deve liderar utilizando-se dos elementos essenciais do TQM: melhoria contínua do processo, orientação das pessoas, uso de metodologias, visão de longo prazo e foco nos clientes;

CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver e aplicar, a partir dos conceitos da qualidade, uma sistemática para padronização e gerenciamento do processo de programação da manutenção de equipamentos e instalações de transmissão de energia elétrica, com o intuito de se obter uma programação otimizada, eficiente e eficaz. Para melhor compreensão dos resultados deste objetivo principal e dos objetivos secundários, são feitas as considerações a seguir:

Quanto ao desenvolvimento este objetivo principal foi atingido na medida em que o modelo que deu sustentação à sistemática contempla dois aspectos fundamentais:

- a) Do ponto de vista gerencial, o TQM facilita a criação dos elementos essenciais da qualidade incluindo temas filosóficos, culturais, metodológicos e técnicos;
- b) Do ponto de vista metodológico, a adoção do PDCA como método clássico para controle e melhoria de processos facilita o gerenciamento do processo, embora o método não tenha sido aplicado com objetivo de mensuração e gerenciamento de resultados numéricos.

Além destes dois aspectos, o modelo contemplou e valorizou a necessidade de pessoal experiente e com perfil adequado para operacionalização e gerenciamento da programação da manutenção, e de uma ferramenta computacional de apoio dado o caráter dinâmico e grande volume de informações trabalhadas durante o processo.

Para que o processo resultasse em uma programação otimizada, eficiente e eficaz, tentou-se demonstrar que este resultado seria obtido mediante uma sistemática baseada nos aspectos acima comentados, incluindo uma grande interação da área de Planejamento e Análise ou Engenharia de Manutenção com as áreas de Manutenção e Operação enquanto clientes internos principais do processo.

Quanto à aplicação, o objetivo também foi atingido na medida em que os principais pontos da sistemática foram aplicados em um estudo de caso orientado para a prática, em

uma empresa prestadora de serviço de transmissão de energia elétrica. Foram aplicados o modelo, conceitos, métodos, técnicas e ferramentas discutidos no desenvolvimento.

O objetivo secundário de valorizar a área de Engenharia de Manutenção como unidade de negócio nas atividades de análise, planejamento, programação, controle e estratégias de manutenção foi atingido sobretudo quanto à função programação, já que na sistemática desenvolvida é esta a área responsável pelo gerenciamento do processo de programação da manutenção. A Engenharia de Manutenção constitui o sistema de controle da gerência de manutenção para melhorar a gestão e tem como objetivos o aperfeiçoamento das técnicas de organização, métodos e procedimentos de trabalho, favorecendo a implantação da política de manutenção mais adequada e o desenvolvimento de novas idéias e novos métodos de trabalho e controle. Nessa linha de pensamento, entende-se que a sistemática desenvolvida nesta dissertação contribuiu para o atingimento da linha de objetivos da Engenharia de Manutenção.

Os demais objetivos secundários estabelecidos através da formulação das questões do item 1.6 foram atendidos através da revisão bibliográfica, desenvolvimento e aplicação da sistemática de programação. Para efeito de síntese e conclusão da dissertação, as referidas questões são aqui sucintamente abordadas:

- a) Qual área deve elaborar a programação da manutenção?
- b) A programação da manutenção deve ser centralizada ou descentralizada?

A proposta defende a centralização da programação em uma área que seja responsável pelo processo de programação, podendo ser a área de engenharia de manutenção, planejamento e análise da manutenção ou outra área com função equivalente. A amplitude da descentralização do processo dependerá naturalmente do porte, especificidades e visão da empresa quanto à organização da manutenção.

Algumas vantagens e benefícios da centralização deste processo são:

- i) Maior racionalização na utilização e distribuição do pessoal de manutenção conferindo, portanto, maior eficiência operacional ao processo de programação;
- ii) Maior efetividade no levantamento de prioridades da manutenção e maior velocidade de atendimento a estas prioridades. Este fato resulta em maior eficácia do processo de programação;

iii) Melhor visão de conjunto do processo e, conseqüentemente, maior otimização na aplicação dos recursos alocados na programação e melhor aproveitamento das liberações das instalações;

iv) Maior produtividade dos serviços de manutenção na medida em aumentam a eficiência, eficácia e otimização da programação, conforme os itens (i), (ii) e (iii) anteriores;

v) Melhor coordenação do processo, face à necessidade de interface constante entre as áreas de manutenção, operação, engenharia e planejamento e análise, o que implica em menor dispersão de recursos, tempo e custos no processo. Por decorrência, há uma maior integração entre as áreas de planejamento e análise, manutenção e operação;

vi) Liberação de tempo dos supervisores e líderes das equipes de manutenção para maior dedicação aos processos de manutenção no campo, com conseqüentes reflexos na qualidade intrínseca dos serviços de manutenção e segurança do trabalho.

vii) Conforme o item 4.10 d, alguns indicadores de desempenho importantes da manutenção de equipamentos e instalações de transmissão de energia elétrica são as taxas de falha de disjuntores, transformadores, sistemas de proteção e linhas de transmissão. Embora estes indicadores dependam fundamentalmente da qualidade intrínseca das manutenções preventivas realizadas nestes equipamentos, a programação, de certa forma, também os influencia, pois a característica de eficácia do processo de programação deve considerar estes equipamentos e instalações como demandas prioritárias de manutenção. Portanto, espera-se que a médio e longo prazo, ocorra uma tendência de melhoria destes indicadores.

viii) Devido às características de eficiência e otimização do processo de programação, espera-se também que ocorra uma redução do *backlog* da manutenção a médio e longo prazo.

c) Qual a carga de manutenção que deve ser programada?

Não se deve, em princípio, empenhar toda a disponibilidade de pessoal na programação de serviços elaborada com antecedência. A razão disso são preponderantemente os serviços emergenciais que ocorrem devido a falhas inesperadas de equipamentos e mudança de prioridades, além de restrições de pessoal não previstas. Portanto, uma porção da força de trabalho deve ser mantida livre para essas situações.

Sugere-se um empenho da ordem de 70% dos homens-hora disponíveis em serviços programados com antecedência, conforme proposto no item 4.7.

d) Qual deve ser a periodicidade da programação da manutenção?

Existe uma grande flexibilidade para a adoção da periodicidade de elaboração da programação podendo variar de dias ou semanas, até meses. O tipo de processo produtivo e os procedimentos operativos são algumas das variáveis interferentes na definição da periodicidade. No estudo de caso de aplicação deste trabalho, o ciclo da programação da manutenção é mensal, com as programações sendo iniciadas 45 dias antes do mês executivo. A programação mensal é dividida em programações semanais referentes às semanas do mês executivo, com os devidos ajustes conforme discorrido nos capítulos 4 e 5.

e) Qual deve ser o envolvimento das áreas de operação e de execução da manutenção com o processo de programação da manutenção?

Neste trabalho advoga-se o pleno envolvimento destas áreas, já que com o processo centralizado a manutenção e operação são os clientes internos principais da área responsável pelo processo – a engenharia de manutenção, planejamento e análise da manutenção ou área similar. A partir deste envolvimento cada vez mais sintônico e profundo são criadas as condições básicas para a implantação da TPM – Manutenção Produtiva Total, através da qual se busca a participação de todas as pessoas de engenharia, manutenção, operação e outras áreas para a maximização da efetividade dos equipamentos e alcance das metas de zero falhas, zero defeitos e maior disponibilidade de equipamentos e instalações.

A energia elétrica é um serviço essencial à sociedade em suas várias formas de utilização e aplicação e tudo indica que continuará a sê-lo. Com a responsabilidade de prestar este serviço essencial à coletividade, o Setor Elétrico Brasileiro vem passando por grandes transformações e desafios que devem ser encarados, também, como oportunidades para consolidação das empresas emergentes resultantes do processo de desverticalização das atividades de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Nesse grupo de empresas inclui-se a CTEEP – Companhia de Transmissão de Energia Paulista. Acredita-se que este trabalho possa também contribuir para a CTEEP e empresas congêneres para a melhoria e evolução da gestão da manutenção de modo geral, e para a melhoria das atividades de planejamento, programação, controle e análise da manutenção em particular.

Deve-se observar que este trabalho procurou evidenciar o papel estratégico da função manutenção para a competitividade da empresa. Como fator estratégico, ela ajuda a garantir a continuidade dos sistemas produtivos em geral, e da continuidade dos serviços de transmissão de energia elétrica em particular. Considerando que a continuidade dos serviços leva à satisfação dos clientes externos, a função manutenção constitui-se também como fator importante para a competitividade das empresas. O custo atual da manutenção no Brasil representa em torno de 4% do faturamento bruto das empresas. Estas considerações do ponto de vista estratégico, de competitividade e dos custos envolvidos dão a dimensão da importância que a manutenção deve ter na gestão e no planejamento estratégico das organizações.

Quanto a pesquisas futuras, sugere-se o desenvolvimento de outros sistemas informatizados como ferramentas de apoio ao processo de programação, com a idéia central de se reduzir a forte interação existente entre o processo de programação e o programador, e conseqüentemente, reduzir o grande esforço intelectual das pessoas responsáveis pela programação. Este esforço é empregado na determinação das prioridades da manutenção, análise de recursos disponíveis, restrições do sistema operativo para liberação das instalações e equipamentos para manutenção e as constantes revisões inerentes ao processo. Sugere-se também o desenvolvimento de modelos para aplicação de técnicas de confiabilidade para, em conjunto com as técnicas preditivas, subsidiar as decisões de priorização de demandas de manutenção. Outro tema sugerido é a aplicação da sistemática desenvolvida em empresas de outros segmentos de mercado nas atividades de programação da manutenção, naturalmente com as devidas adaptações às especificidades e realidade cultural e empresarial de cada empresa.

Finalmente, reconhece-se ainda como resultado desta dissertação, a importante oportunidade de uma troca altamente positiva e sinérgica de conhecimentos e experiências entre a Universidade e a Empresa, aqui representadas pela EESC-USP e CTEEP.

ANEXO A: Cronograma de reuniões mensais de programação envolvendo as áreas de Planejamento e Análise, Manutenção e Operação

OCSP - PLANEJAMENTO E ANÁLISE DA MANUTENÇÃO

Cronograma de Reuniões de Programação da Manutenção 1999/2000

Reuniões entre OCSP E OCSM

| Programação do Mês | Data da Reunião | Dia da Semana | Horário | Local |
|--------------------|-----------------|---------------|---------|--------|
| Novembro | 13/09 | 2ª f | 10:00 | Mococa |
| Dezembro | 13/10 | 4ª f | 10:00 | Mococa |
| Janeiro | 17/11 | 4ª f | 10:00 | Mococa |
| Fevereiro | 10/12 | 6ª f | 10:00 | Mococa |
| Março | 11/01 | 3ª f | 10:00 | Mococa |

Reuniões entre OCSP E OCSE/OCSC

| Programação do Mês | Data de Reunião | Dia da Semana | Horário | Local |
|--------------------|-----------------|---------------|---------|-------|
| Novembro | 15/09 | 4ª f | 13:00 | PAM |
| Dezembro | 15/10 | 6ª f | 13:00 | PAM |
| Janeiro | 12/11 | 6ª f | 13:00 | PAM |
| Fevereiro | 15/12 | 4ª f | 13:00 | PAM |
| Março | 14/01 | 6ª f | 13:00 | PAM |

Reuniões entre OCSP E OCSSL

| Programação do Mês | Data de Reunião | Dia da Semana | Horário | Local |
|--------------------|-----------------|---------------|---------|-------|
| Novembro | 15/09 | 4ª f | 9:00 | PAM |
| Dezembro | 15/10 | 6ª f | 9:00 | PAM |
| Janeiro | 12/11 | 6ª f | 9:00 | PAM |
| Fevereiro | 15/12 | 4ª f | 9:00 | PAM |
| Março | 14/01 | 6ª f | 9:00 | PAM |

Reuniões da OCSP e Operação (Programação Mensal)

| Programação do Mês | Data da Reunião | Dia da Semana | Horário | Local |
|--------------------|-----------------|---------------|---------|-------|
| Novembro | 22/09 | 4ª f | 9:00 | PAM |
| Dezembro | 20/10 | 4ª f | 9:00 | PAM |
| Janeiro | 22/11 | 2ª f | 9:00 | PAM |
| Fevereiro | 22/12 | 4ª f | 9:00 | PAM |
| Março | 21/01 | 6ª f | 9:00 | PAM |

Reuniões da OCSP (Ajuste)

| Ajuste do Mês | Data da Reunião | Dia da Semana | Horário | Local |
|---------------|-----------------|---------------|---------|-------|
| Outubro | 17/09 | 6ª f | 9:00 | PAM |
| Novembro | 18/10 | 2ª f | 9:00 | PAM |
| Dezembro | 19/11 | 6ª f | 9:00 | PAM |
| Janeiro | 17/12 | 6ª f | 9:00 | PAM |
| Fevereiro | 18/01 | 3ª f | 9:00 | PAM |

ANEXO B: Procedimentos operacionais padrão (POP's) das tarefas críticas do fluxograma do processo de programação da manutenção da figura 5.4

QUALIDADE**PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO**

POP Nº OCSP-001/99

Área: PLANEJAMENTO E ANÁLISE DA MANUTENÇÃO
 Processo: PROGRAMAÇÃO DE SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO
 Tarefa Crítica: Nº 05: PROCESSAR A PROGRAMAÇÃO MENSAL NO PROGMAN
 Executor: PROGRAMADOR

Versão 2
 Data da Vigência
 01 / 08 / 1999

Material Necessário

- Minutas da programação mensal de SE's, LT's, Telecomunicações e transparências utilizadas na reunião com a operação;
- Insumos: Mantec, PTT, anomalias, itens da reunião com supervisores, férias, reuniões de CIPA, itens cancelados e itens adicionais;
- Microcomputador com Progman instalado.

Atividades Críticas

1. Definir períodos impeditivos para cada empregado (férias, auxílio, enfermidade, treinamento, prestação de serviços);
2. Verificar aproveitamento de LT's a serem desligadas para manutenção de SE's;
3. Verificar aproveitamento de cada item proposto para correção de anomalias;
4. Garantir a programação de itens do PTT, MPP's de trafos e disjuntores, itens de manutenção preventiva de LT's, telecomunicações e sistemas de proteção
5. Definir o prazo de emissão dos PES's para serviços em 138 e 440 kV.

Manuseio do Material

1. Minutas das programações em papel e transparência legíveis;
2. Processar a programação mensal no banco de dados de cada equipe de manutenção.

Resultados Esperados

1. Programação do mês subsequente contemplando itens do PTT, MPP's de trafos e disjuntores, itens críticos de manutenção de LT's e telecomunicações, férias e reuniões de CIPA pelo menos;
2. Programação mensal legível processada no Progman;
3. Programação de serviços sem liberações conflitantes do ponto de vista operativo.

Ações Corretivas

1. Envolver o supervisor da PAM em caso de necessidade de priorização de demandas coincidentes que impactem a operação.

Elaborado por:

Maurício Coragem Pasqua

Aprovação Executor

Chefia Formal

 Nelson Roberto Cavichioli



PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

POP Nº OCSP-002/99

| | | |
|-----------------|--|------------------|
| Área: | PROGRAMAÇÃO E ANÁLISE DA MANUTENÇÃO | Versão 2 |
| Processo: | PROGRAMAÇÃO DE SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO | Data da Vigência |
| Tarefa Crítica: | Nº 07 e 11: EMITIR PES's PARA OS ITENS DA PROGRAMAÇÃO MENSAL | 01 / 08 / 1999 |
| Executor: | PROGRAMADOR | |

Material Necessário

- Programação mensal de serviços;
- Esquemas unifilares de manobras atualizados;
- Microcomputador com programa para elaboração de PES.

Atividades Críticas

1. Identificar as condições de impedimento exatas e necessárias para a realização do serviço;
2. Prever a entrada de viaturas no pátio e uso de aterramento móvel em substituição à chave terra;
3. Elaborar os PES's no micro preenchendo todos os campos;
4. Conferir os dados referentes às atividades 1, 2 e 3 anteriores;
5. Anotar o número do PES no campo "PES" da planilha de programação mensal.

Manuseio do Material

1. Manter os unifilares de manobra atualizados e em ordem alfabética;
2. Salvar a última versão dos PES's no microcomputador.

Resultados Esperados

1. PES com as condições exatas e necessárias para a realização dos serviços;
2. Planilhas de programação mensal com o campo "PES" preenchido para os PES's já elaborados.

Ações Corretivas

1. Preencher os PES's manualmente em caso de indisponibilidade ou problema com programa do PES ou da rede de informática.

Elaborado por:

Aprovação Executor

Chefia Formal

Maurício Coragem Pasqua

 Nelson Roberto Cavichioli

QUALIDADE**PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO**

POP Nº OCSP-003/99

| | | |
|-----------------|---|------------------|
| Área: | PLANEJAMENTO E ANÁLISE DA MANUTENÇÃO | Versão 2 |
| Processo: | PROGRAMAÇÃO DE SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO | Data da Vigência |
| Tarefa Crítica: | Nº 13: PROCESSAR, CONFERIR E DISPONIBILIZAR A PROGRAMAÇÃO SEMANAL, PES'S, ANOMALIAS E OS's À MANUTENÇÃO | 01 / 08 / 1999 |
| Executor: | PROGRAMADOR | |

Material Necessário

- Programação semanal impressa no Progman;
- PES's da programação semanal impressos e aprovados;
- Anomalias a serem sanadas e OS's a serem realizadas.

Atividades Críticas

1. Verificar a consistência da programação em termos de responsabilidade e disponibilidade de pessoal;
2. Verificar a disponibilidade de viaturas, credenciados e motoristas e enviar planilha ao transporte;
3. Entregar em mãos a cada supervisor 01 via da programação e respectivos PES's até 15:00 hs da 5ª feira;
4. Entregar ao apoio 01 via da programação até 15:00 hs da 5ª feira.

Manuseio do Material

1. Cuidado para evitar extravio da documentação (programação, PES's, OS's e anomalias) que serão entregues aos supervisores.

Resultados Esperados

1. Programação semanal entregue aos supervisores e apoio até 15:00 hs da 5ª feira e consistente sob os aspectos de responsabilidade pelo serviço, viaturas, motoristas e credenciados;
2. PES's, OS's e anomalias entregues aos supervisores sem erro até 15:00 hs da 5ª feira.

Ações Corretivas

1. Em caso de ausência do supervisor entregar também os PES's, OS's e anomalias em mãos ao apoio até 15:00hs da 5ª feira.

Elaborado por:

Maurício Coragem Pasqua

Aprovação Executor

Chefia Formal

Nelson Roberto Cavichioli

ANEXO C: Gráfico tipo radar como resultado da avaliação do Programa 5S na área de Planejamento e Análise da Manutenção

GRÁFICO DE AVALIAÇÃO 5S

Período de Avaliação: JAN a AGO/99

OCSP

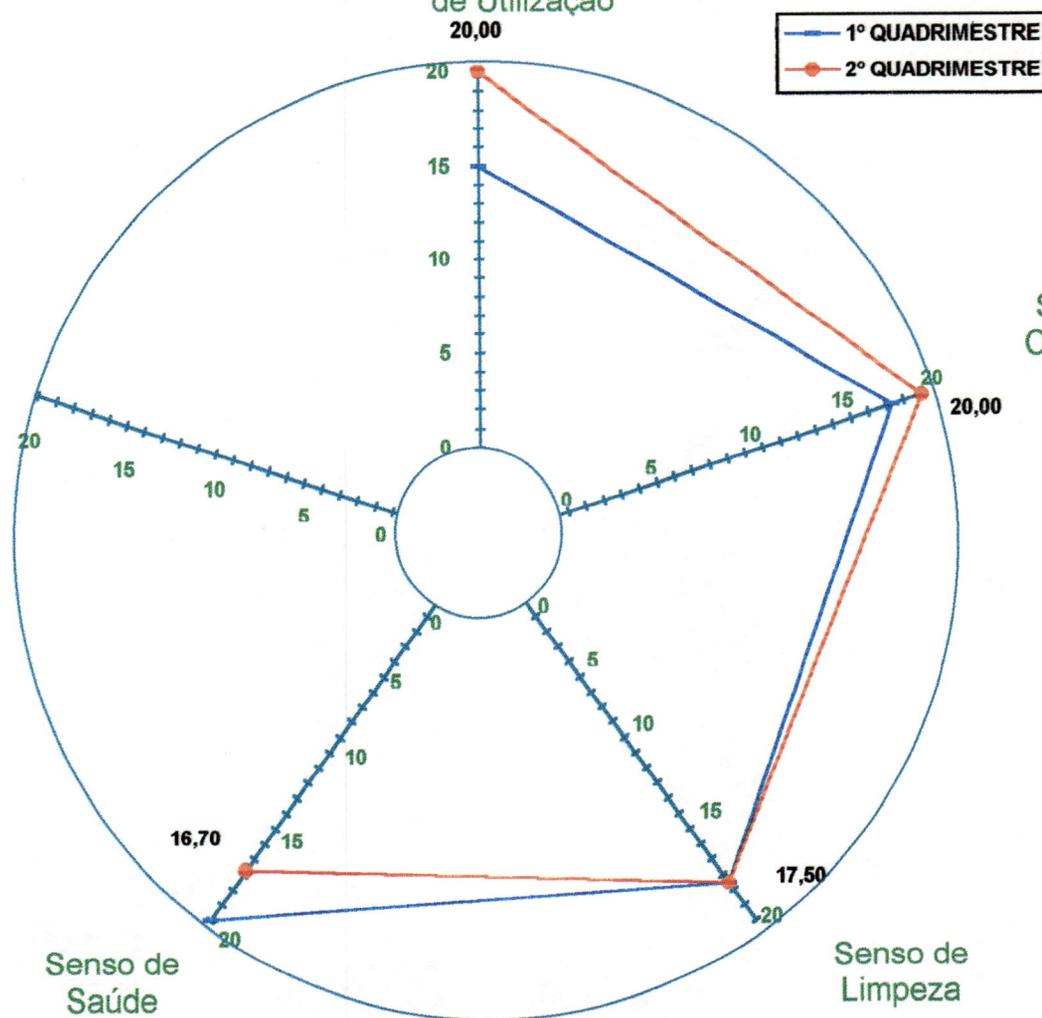
Senso de Utilização
20,00

Senso de Auto-Disciplina

Senso de Ordenação

Senso de Saúde

Senso de Limpeza



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO (1997). *A Situação da Manutenção no Brasil – Documento Nacional*. Abraman. São Paulo.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1994). *NBR 5462 – Confiabilidade e Manutenibilidade*. Rio de Janeiro.
3. BARRY, L. L.; PARASURAMAN, A. (1991). *Marketing Services: Competing Through Quality*. New York, Free Press.
4. BRANCO FILHO, G. (1996). *Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade*. Rio de Janeiro, Abraman.
5. BRASSARD, M. (1985). *Qualidade – Ferramentas para uma Melhoria Contínua – The Memory Jogger*. Rio de Janeiro, Qualitymark.
6. CAMPBELL, J. D. (1995). *Uptime Strategies for Excellence in Maintenance Management*. Portland, Productivity Press.
7. CAMPOS, V.F. (1992a). *Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)*. 4. ed. Rio de Janeiro, Bloch.
8. CAMPOS, V.F. (1992b). *Qualidade Total Padronização de Empresas*. 4. ed. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni.
9. CAMPOS, V.F. (1994). *Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia*. Rio de Janeiro, Bloch.
10. CROSBY, P.B. (1986). *Qualidade é Investimento*. 2. ed. Rio de Janeiro, José Olympio.
11. CUSHING, B.E.; ROMNEY, M.B. (1994). *Accounting Information Systems*. 6. ed. New York, Addison-Wesley Publishing Company.

12. DE CAMPOS, F. C. (1994). *Um Sistema de Apoio à Decisão em Gerência de Manutenção de Frotas de Veículos*. São Carlos. 112p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
13. DE CAMPOS, F. C. (1999). *Proposta de Interface Baseada em Conhecimento para Apoio à Gestão da Manutenção de Frotas de Veículos*. São Carlos. 140p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
14. DEMING, W.E. (1986). *Out of Crisis*. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology.
15. FREITAS, M. A.; COLOSIMO, E. A. (1997). *Confiabilidade, Análise e Tempo de Falha e Testes de Vida Acelerados (Ferramentas da Qualidade - V6)*. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni.
16. GUMMENSSON, E. (1987). Lip Service: A Neglected Area In Services Marketing. *Journal of Services Marketing*, v. 1, nº 1, p. 19-23, Summer 1987.
17. HARRINGTON, H.J. (1991). *Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity and Competitiveness*. New York, McGraw-Hill.
18. HARRINGTON, H. J. (1997). *Gerenciamento Total da Melhoria Contínua*. São Paulo, Makron Books.
19. HARRINGTON, H.J. (1988). *O Processo do Aperfeiçoamento: Como as Empresas Americanas Líderes de Mercado Aperfeiçoam o Controle de Qualidade*. São Paulo, McGraw-Hill.
20. HELMAN, H.; ANDERY, P.R.R. (1995). *Análise de Falhas (Aplicação dos Métodos de FMEA - FTA)*. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni.
21. HIGGINS, L. R. (1988). *Maintenance Engineering Handbook*. 4. ed. U.S.A, McGraw-Hill.

22. ISHIKAWA, K. (1986). *TQC – Total Quality Control – Estratégia e Administração da Qualidade*. São Paulo, IMC Internacional Sistemas Educativos.
23. JURAN, J.M. (1990) *Juran na Liderança pela Qualidade Total*. São Paulo, Pioneira.
24. JURAN, J.M.; GRZYNA, F.M. (1991). *Manual Controle da Qualidade – VI Conceitos, Políticas e Filosofia da Qualidade*. São Paulo, Makron Books.
25. JURAN, J.M. (1992). *A Qualidade desde o Projeto: Os Novos Passos para o Planejamento da Qualidade em Produtos e Serviços*. São Paulo, Pioneira.
26. MACEDO, A. A.; PÓVOA FILHO, F. L. (1995). *Glossário da Qualidade Total* .2. ed. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni.
27. MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N.L. (1993). *Manutenção Combate aos Custos da Não-Eficiência A Vez do Brasil*. São Paulo, Makron Books.
28. MONCHY, F. (1989). *A Função Manutenção: Formação para a Gerência da Manutenção Industrial*. São Paulo, Durban.
29. MOTTA, S. B. (1999). *Periodicidade de manutenções preventivas em dispositivos de proteção de sistemas elétricos de potência – Aplicação de técnicas quantitativas de confiabilidade à engenharia de manutenção*. Belo Horizonte. 216 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais.
30. MOUBRAY, J. (1992). *Reliability-Centered Maintenance*. New York, Industrial Press.
31. MOUBRAY, J. (1998). Responsible Custodianship. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MANUTENÇÃO DO SETOR ELÉTRICO, 2., Curitiba, 1998. *Anais*. Curitiba, Subcomitê de Manutenção do Grupo Coordenador para a Operação Interligada do Sistema Elétrico Brasileiro. 1998p.
32. NAKAJIMA, S. (1988). *Introduction to TPM – Total Productive Maintenance*. Cambridge, Productivity Press.

33. NEPOMUCENO, L. X. (1989). *Técnicas e Manutenção Preditiva*. São Paulo, Edgard Blucher.
34. NOWLAN, F. S.; HEAP, H. F. (1978). *Reliability-Centered Maintenance*. National Technical Information Service. USA. (Report nº AD/A066-579).
35. O'CONNOR, P. D. T. (1991). *Practical Reliability Engineering*. 3. ed. England, John Wiley & Sons.
36. PARASURAMAN, A.; ZEITHAML, V. A.; BERRY, L. L. (1985). A Conceptual Model of Service and Implications for Future Research. *Journal of Marketing*, v. 49, p. 41-50, Fall 1985.
37. PINTO, A.K.; XAVIER, J.N. (1998). *Manutenção Função Estratégica*. Rio de Janeiro, Qualitymark.
38. RESENDE, M. D. O.; SACOMANO, J. B. (1997). *Princípios dos Sistemas de Planejamento e Controle da Produção*. São Carlos, EESC.
39. ROSANDER, A. C. (1989). *The Quest for Quality in Services*. USA, Asqc Quality Press.
40. SALVADOR, A. D. (1980). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Bibliográfica: elaboração de trabalhos científicos*. 8. ed. Porto Alegre, Sulina.
41. SEBRAE (1999). O Papel do Líder no Trabalho em Equipe. *O Estado de São Paulo*. São Paulo, 14 set. Painel de Negócios, p.6.
42. SILVA, J. M. D. (1994). *5 S: O Ambiente da Qualidade*. 2. ed. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni.
43. SLACK, N. et al. (1997). *Administração da Produção*. São Paulo, Atlas.
44. SMITH, A. M. (1993). *Reliability-Centered Maintenance*. USA, MacGraw-Hill.

45. SMITH, E. A. (1993). *Manual da Produtividade: Métodos e Atividades para Envolver os Funcionários na Melhoria da Produtividade*. Rio de Janeiro, Qualitymark.
46. SOUZA, J.F.B.D. et al. (1991). *Gerenciamento da Qualidade: O Caminho para a Modernização (Prêmio Jovem Cientista 1991)*. Rio de Janeiro, Fundação Roberto Marinho.
47. SUZAKI, K. (1993). *The New Shop Floor Management*. New York, The Free Press.
48. TAVARES, L.A. (1996). *Excelência na Manutenção – Estratégias, Otimização e Gerenciamento*. 2. ed. Salvador, Casa da Qualidade.
49. TREVISAN CONSULTORES DE EMPRESAS. (1994). *Total Quality Management TQM*. São Paulo.
50. UNICAMP; EFEI; USP-IEE (1999). *Curso de Especialização sobre o Novo Ambiente Regulatório, Institucional e Organizacional do Setor Elétrico (Apostila)*. São Paulo.
51. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola de Engenharia de São Carlos. Serviço de Biblioteca (1996). *Diretrizes para Elaboração de Dissertações e Teses na EESC-USP*. 2. ed. São Carlos.
52. VIEIRA, M. G. (1991). *Introdução à Manutenção. Publicação EESC-USP no 017/92*. São Carlos, EESC.
53. VIEIRA, S. (1998). *Como Escrever Uma Tese*. 4. ed. São Paulo, Pioneira.
54. WILLMOTT, P. (1994). *Total Productive Maintenance: The Western Way*. England, Butterworth Heineman.
55. XENOS, H. G. (1998). *Gerenciando a Manutenção Produtiva*. Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial.