

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**MESTRADO PROFISSIONALIZANTE**

**PROPOSTA DE FUNDAMENTOS HABILITADORES**  
**PARA A GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM**  
**INDÚSTRIAS DE PROCESSAMENTO CONTÍNUO**  
**BASEADA NOS PRINCÍPIOS DA**  
**MANUTENÇÃO DE CLASSE MUNDIAL**

**Cleber Calligaro**

**Porto Alegre, 2003**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**MESTRADO PROFISSIONALIZANTE**

**PROPOSTA DE FUNDAMENTOS HABILITADORES**  
**PARA A GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM**  
**INDÚSTRIAS DE PROCESSAMENTO CONTÍNUO**  
**BASEADA NOS PRINCÍPIOS DA**  
**MANUTENÇÃO DE CLASSE MUNDIAL**

**Cleber Calligaro**

Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia – modalidade Profissionalizante – Ênfase Gerência de Produção

Orientador: Professor Dr. Flávio Sanson Fogliatto

**Porto Alegre, 2003**

**Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pelo Coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.**

---

**Prof. Flávio Sanson Fogliatto, Dr.**

Orientador Escola de Engenharia/UFRGS

---

**Profa. Helena Beatriz Bettella Cybis, Dra.**

Coordenadora MP/Escola de Engenharia/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Dr. César Antônio Leal**  
**PROMEC/UFRGS**

**Prof. Dra. Carla Schwengber ten Caten**  
**PPGEP/UFRGS**

**Prof. Dr. Flávio José Lorini**  
**PROMEC/UFRGS**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha esposa Sandra e às minhas filhas Mariana e Camila, às quais atribuo esta e muitas das minhas conquistas.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha esposa, pelo apoio, paciência e compreensão ao longo do desenvolvimento desta dissertação.

Ao orientador, Prof. Dr. Flávio Sanson Fogliatto, pelo crédito depositado em minha pessoa, por sua paciência e dedicação na apreciação de minhas idéias e por suas valiosas contribuições, sem as quais este trabalho não teria sido possível.

Ao Eng. Moacir Megiolaro, pelo estímulo e incentivo à realização deste mestrado e pela experiência profissional proporcionada, decisiva para o desenvolvimento dessa dissertação.

À REFAP S.A. e toda equipe, pelo incentivo e apoio recebido.

## RESUMO

Com a abertura do mercado brasileiro e aumento da pressão competitiva, as organizações têm buscado incessantemente a melhoria de desempenho de seus processos produtivos. Dentro deste contexto, surge a Manufatura de Classe Mundial, que se caracteriza pela alta disponibilidade e flexibilidade dos meios de produção. Para o alcance desse estágio na manufatura, a manutenção industrial é um elemento chave, que, adaptada ao ambiente de competição globalizado, caracteriza o que se chama de Manutenção de Classe Mundial (MCM), representando um importante diferencial competitivo. Nas Indústrias de Processamento Contínuo do segmento petroquímico, em particular, a manutenção industrial tem papel ainda mais decisivo, ao assegurar o funcionamento estável e seguro dos equipamentos e instalações a custos otimizados, sem comprometimento da saúde e segurança dos trabalhadores e com respeito ao meio ambiente. Apresenta-se nesta dissertação uma proposta de fundamentos habilitadores para a implantação de um sistema de gerenciamento de manutenção, totalmente integrado com o processo produtivo, desenvolvido e aplicado numa refinaria de petróleo brasileira. Os fundamentos selecionados com base nos princípios da MCM, juntamente com outros temas relevantes como planejamento e gestão estratégica, estrutura e aspectos organizacionais, mapeamento de processo, terceirização, suprimento de materiais e sobressalentes e política de Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional, apresentam-se como decisivos para o sucesso do sistema de manutenção implementado.

**Palavras-chave:** Manutenção, Produção.

## **ABSTRACT**

The liberalizing of the Brazilian market and the raising of competition pressure are driving companies to look for manufacture process improvements. In this context, World-class Manufacturing, characterized by its high production resources availability and flexibility, emerges as an alternative to increase competitiveness. Industrial maintenance is a key-element in this process. Once adapted to the global competition environment, it characterizes the so-called World-class Maintenance (WCM) that represents an important competitive advantage. In continuous process industries related to the petrochemical sector, maintenance has a more important role: to ensure stable and safe equipment and system operation at an optimum cost, keeping safety and environmental issues under control. In this thesis we propose the key enablers of a Management Maintenance System, totally integrated with the productive process, which has been developed and applied in a Brazilian oil refinery. Such key enablers, based on WCM principles, along with other relevant aspects, such as maintenance as a process and its strategic management, organization issues, outsourcing and materials supply, are considered critical to the success of the implemented maintenance system.

**Key Word:** Maintenance, Production.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Ciclo de vida e fatores que afetam o custo de manutenção segundo a Terotecnologia.....	28
Figura 2.2 – Modelo de estratégia para manutenção .....	32
Figura 2.3 – Pirâmide da manutenção .....	37
Figura 2.4 – Arco da manutenção.....	38
Figura 2.5 – Os elementos da ECM .....	39
Figura 2.6 – Insumos do planejamento .....	45
Figura 2.7 – Matriz de decisão - Terceirização .....	60
Figura 3.1 – Fundamentos do sistema de gerenciamento de manutenção.....	64
Figura 3.2 – Processo de elaboração dos planos de trabalho.....	67
Figura 3.3 – Processos e sua influência sobre o desempenho de equipamentos.....	69
Figura 3.4 – Agentes de influência sobre o processo de manutenção .....	70
Figura 4.1 – Evolução organizacional da manutenção .....	86
Figura 4.2 – Macro-processos da REFAP.....	87
Figura 4.3 – Organograma da REFAP .....	87
Figura 4.4 – Custos de manutenção (US\$/EDC) .....	92
Figura 4.5 – Disponibilidade mecânica (%).....	92
Figura 4.6 – FOI das unidades de processo (%).....	93
Figura 4.7 – Organograma da manutenção .....	97
Figura 4.8 – Processo de manutenção de rotina.....	99
Figura 4.9 – Processo de manutenção de Pronto Atendimento .....	100
Figura 4.10 – Indicadores de desempenho para o processo de planejamento .....	102
Figura 4.11 – Atividades de engenharia de manutenção x Planos da REFAP.....	104
Figura 4.12 – Tempo Médio entre Falhas (TMEF), Tempo Médio para Reparos (TMPR) e Disponibilidade para bombas de processo.....	105
Figura 4.13 – Duração das campanhas das unidades de processo (meses) .....	108
Figura 4.14 – Distribuição das equipes executantes de manutenção.....	110

Figura 4.15 – Fluxo de documentos no planejamento de manutenção.....	113
Figura 4.16 – TFCA da REFAP ao longo dos últimos anos.....	116

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Comparação de organizações de manutenção .....	41
Quadro 2.2 – Organização da manutenção na indústria brasileira .....	43
Quadro 2.3 – Atividades de manutenção com e sem planejamento .....	48
Quadro 3.1 – Distribuição típica de atividades em uma IPC .....	72
Quadro 4.1 – Equipamentos Industriais da REFAP .....	85
Quadro 4.2 – Processos internos e sua relevância no planejamento estratégico .....	89
Quadro 4.3 – Objetivos do planejamento estratégico para a manutenção industrial .....	90
Quadro 4.4 – Plano de atividades da Gerência de Mecânica e Caldeiraria .....	90
Quadro 4.5 – Relacionamento de atividades com os objetivos estratégicos .....	91
Quadro 4.6 – Diagnóstico da situação da manutenção em Times .....	96
Quadro 4.7 - Técnicas de manutenção preditiva implementadas na REFAP .....	105
Quadro 4.8 - Manutenções preventivas implantadas na REFAP .....	106
Quadro 4.9 – Atribuições das equipes de execução .....	109
Quadro 4.10 – Programa de bonificações por resultados em contratos de manutenção .....	112

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção
API	<i>American Petroleum Institute</i>
APR	Análise Preliminar de Risco
AST	Análise de Segurança do Trabalho
BSC	<i>Balanced Scorecard</i>
CAFOR	Casa de Força
ECM	<i>Effectiveness-Centered Maintenance</i>
EDC	<i>Equivalent Distillation Capacity</i>
ETA	Estação de Tratamento de Água
FOI	Fator Operacional Interno
FUT	Fator de Utilização
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GPA	Grupo de Pronto Atendimento
GQT	Gestão pela Qualidade Total
IBR	Inspeção Baseada no Risco
IPC	Indústria de Processamento Contínuo
IT	Instrução de Trabalho
JIT	<i>Just-in-Time</i>
LCC	<i>Life-Cycle Cost</i>
LCP	<i>Life-Cycle Profit</i>
MCC	Manutenção Centrada em Confiabilidade
MCM	Manutenção de Classe Mundial
MPT	Manutenção Produtiva Total
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTBR	<i>Mean Time To Repair</i>
OHSAS	<i>Occupation Health and Safety Assessment Series</i>
OpMan	Operador de Manutenção
OT	Ordem de Trabalho
PDCA	<i>Plan – Do – Check - Action</i>
PE	Planejamento Estratégico

P&P .....	Planejamento e Programação de Serviços de Manutenção
PGQP .....	Prêmio Gaúcho de Qualidade e Produtividade
PNQC .....	Programa Nacional de Qualificação e Certificação
RBI .....	<i>Risk Based Inspection</i>
RBM .....	<i>Risk Based Maintenance</i>
RBWS .....	<i>Risk Based Work Selection</i>
RCM .....	<i>Reliability-centered Maintenance</i>
SPIE .....	Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos
SMM .....	<i>Strategic Maintenance Management</i>
SMS .....	Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional
STBR .....	Seleção de Trabalho Baseada em Risco
TFCA .....	Taxa de Frequência de Acidentes com Afastamento
TLT .....	Treinamento no Local de Trabalho
TPM .....	<i>Total Productive Maintenance</i>
TQMain .....	<i>Total Quality Maintenance</i>
TQM .....	<i>Total Quality Management</i>
UDS .....	Unidade de Desaromatização de Solventes
USOL .....	Unidade de Solventes
URE .....	Unidade de Recuperação de Enxofre
WCM .....	<i>World-Class Manufacturing</i>

## SUMÁRIO

RESUMO .....	5
ABSTRACT.....	6
LISTA DE FIGURAS .....	7
LISTA DE QUADROS .....	9
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	10
SUMÁRIO .....	12
INTRODUÇÃO.....	14
<b>1.1. Considerações Iniciais .....</b>	<b>14</b>
<b>1.2. Tema e Justificativa .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3. Objetivo .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4. Método de Pesquisa e de Trabalho .....</b>	<b>19</b>
<b>1.4.1. Método de Pesquisa .....</b>	<b>19</b>
<b>1.4.2. Método de Trabalho .....</b>	<b>19</b>
<b>1.5. Estrutura do Trabalho .....</b>	<b>20</b>
<b>1.6. Delimitações.....</b>	<b>21</b>
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
<b>2.1. Planejamento Estratégico .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2. Gestão Estratégica da Manutenção .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3. Sistemas de Gestão de Manutenção.....</b>	<b>32</b>
<b>2.4. Aspectos Organizacionais da Manutenção .....</b>	<b>40</b>
<b>2.5. Planejamento e Programação da Manutenção .....</b>	<b>43</b>
<b>2.6. Táticas de Manutenção e Confiabilidade.....</b>	<b>49</b>
<b>2.7. Materiais e Sobressalentes na Manutenção.....</b>	<b>53</b>
<b>2.8. A Terceirização da Manutenção .....</b>	<b>55</b>
<b>2.9. Segurança Industrial, Saúde e Meio Ambiente.....</b>	<b>60</b>
FUNDAMENTOS HABILITADORES DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO EM UMA IPC .....	63
<b>3.1. A Escolha dos Fundamentos para a Gestão da Manutenção .....</b>	<b>63</b>
<b>3.2. A Manutenção e o Planejamento Estratégico.....</b>	<b>65</b>
<b>3.3. O Processo de Manutenção.....</b>	<b>68</b>
<b>3.4. A Estrutura Organizacional da Manutenção.....</b>	<b>70</b>
<b>3.5. Primeiro Fundamento: Planejamento e Programação da Manutenção .....</b>	<b>72</b>

3.6.	<b>Segundo Fundamento: Otimização da Demanda de Serviços de Manutenção</b>	75
3.7.	<b>Terceiro Fundamento: Engenharia de Manutenção</b>	76
3.8.	<b>Quarto Fundamento: Qualidade na Execução dos Serviços de Manutenção</b>	77
3.9.	<b>Suprimento de Materiais e Sobressalentes</b>	80
3.10.	<b>Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional na Manutenção de uma IPC</b>	82
<b>OS FUNDAMENTOS HABILITADORES DA MANUTENÇÃO NA REFINARIA ALBERTO PASQUALINI - REFAP S.A.</b>		83
4.1.	<b>Descrição da Empresa</b>	83
4.2.	<b>O Planejamento Estratégico e o papel da Manutenção Industrial na REFAP</b>	88
4.3.	<b>O Desempenho da Manutenção Industrial da REFAP</b>	91
4.4.	<b>A Evolução Organizacional da Manutenção na Empresa</b>	93
4.5.	<b>Planejamento na Manutenção</b>	97
4.6.	<b>Otimização da Demanda de Manutenção</b>	100
4.7.	<b>Engenharia de Manutenção</b>	103
4.8.	<b>Qualidade na Execução</b>	108
4.9.	<b>Suprimento de Materiais</b>	114
4.10.	<b>Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional – Responsabilidade da Linha</b>	115
4.11.	<b>Avaliação do Sistema de Gerenciamento de Manutenção do Estudo de Caso</b>	116
4.12.	<b>Melhorias a Serem Implementadas no Sistema Atual</b>	117
<b>CONCLUSÃO</b>		119
5.1.	<b>Conclusão Final</b>	119
5.2.	<b>Sugestões para Trabalhos Futuros</b>	120
<b>BIBLIOGRAFIA</b>		122
Anexo A - GLOSSÁRIO		127
Anexo B – MAPA ESTRATÉGICO DA REFAP		131
Anexo C – PESQUISA DE SATISFAÇÃO INTERNA – 1996		133
Anexo D – AVALIAÇÃO INTERNA DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO - 2000		136
Anexo E – MATRIZ STBR PARA PRIORIZAÇÃO DE SERVIÇOS		140
Anexo F – PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO		142
Anexo G – IMPLANTAÇÃO DE SOBRESSALENTES NA MANUTENÇÃO		144

## Capítulo 1

### INTRODUÇÃO

#### 1.1. Considerações Iniciais

Nos dias atuais, num ambiente de competição global, a implementação de estratégias de produção como *Just-in-Time* (JIT) e *Lean Manufacturing* tem proporcionado bons resultados às organizações produtivas (CORREA & GIANESI, 1993; SHINGO, 1996; OHNO, 1997; YAMASHINA, 2000; ZIMMER *apud* BURGARDT, 2002). O desafio permanente de qualquer organização, no contexto de pressão competitiva verificado nas três últimas décadas, tem sido produzir produtos e serviços cada vez melhores, mais rápidos, com o menor custo e com a melhor aceitação possível por parte do mercado consumidor. Frente a esta realidade, surge a Manufatura de Classe Mundial (*World-Class Manufacturing*), caracterizada, entre outras coisas, por se superar nos quesitos Qualidade, Tecnologia e Atitude para a Competição. Trata-se de organizações produtivas que apresentam alto grau de competitividade em sua área de atuação e habilitam a corporação para a concorrência em qualquer mercado internacional (WIREMAN, 1990; CHIAVENATO, 1999; IDHAMMAR, 2003b).

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

O papel da Manutenção ganha destaque especial quando se fala de Indústrias de Processamento Contínuo (IPC), nas quais as condições físicas das instalações e seus equipamentos

têm um papel fundamental na continuidade da produção de seus bens e serviços, de modo estável e seguro.

De acordo com SLACK *et al.* (1999), uma IPC caracteriza-se por operar por períodos de tempo muito longo, às vezes literalmente contínuos em um fluxo ininterrupto de produção. Estes processos estão associados a tecnologias relativamente inflexíveis, de capital intensivo com fluxo altamente previsível.

Segundo MOREIRA (1996), a IPC caracteriza-se por apresentar uma produção de grande volume, altamente balanceada, com alta eficiência e inflexibilidade. Aplica-se alto nível de automatização e exige-se dos produtos elevado grau de padronização, dentro de rigorosas especificações de mercado. Grandes volumes de produção devem ser mantidos para se recuperar o custo de equipamentos especializados, o que requer um conjunto padrão de produtos estabilizados ao longo do tempo. Havendo condições favoráveis para a produção padronizada e de alto volume, a competição forçará o uso de produção contínua, em decorrência da maior eficiência proporcionada. Por isso a importância da operação mais estável possível, exigindo-se da Manutenção a adoção de conceitos e posturas que reduzam os tempos de parada e os riscos operacionais.

Dentre os fatores competitivos a serem atendidos no segmento de atuação das IPCs, destacam-se como normalmente presentes o preço baixo, qualidade alta e entrega confiável, o que determina, automaticamente, os objetivos de desempenho a serem priorizados pela organização, quais sejam: Custo, Qualidade e Confiabilidade. Dada a estreita relação da atividade com estes objetivos de desempenho, os citados desafios permanentes da Produção acabam sendo os próprios desafios da Atividade de Manutenção. Como consequência, a adoção de Estratégias Funcionais de Manutenção adequadas, alinhadas com a Estratégia Corporativa e que busquem o custo efetivo sem comprometimento da segurança e da confiabilidade da Planta Operacional, passa a ser de fundamental importância para a organização.

Destaca McKENNA (1999), por exemplo, que muitas Refinarias de Petróleo têm conseguido ganhos significativos através de programas internos de melhoria da Manutenção. As companhias têm empregado várias técnicas, apresentadas mais adiante nesta dissertação, tais como RCM (*Reliability-Centered Maintenance*, ou Manutenção Centrada em Confiabilidade - MCC),

TPM (*Total Productive Maintenance*, ou Manutenção Produtiva Total - MPT) e RBI (*Risk-Based Inspection*, ou Inspeção Baseada no Risco - IBR), com o objetivo de reduzir os custos de manutenção e melhorar a confiabilidade. Os resultados da implementação desses programas têm variado bastante, com melhorias significativas sendo alcançadas, na maioria dos casos (YAMASHINA, 2000; MURTHY *et al.*, 2002; PINTELON *et al.*, 1999; IDHAMMAR, 2003a; DUNN, 1998).

Além desses programas de abrangência interna, algumas refinarias de petróleo e petroquímicas estão também implementando “Programas Baseados em Resultados” nas relações com fornecedores de materiais e prestadores de serviços, com ganhos ainda mais expressivos (McKENNA, 1999). Nesses programas, estabelecem-se metas desafiadoras de desempenho para diversos quesitos, cujo grau de atendimento pelos fornecedores é posteriormente usado na ponderação da remuneração dos produtos e serviços adquiridos. Esta estratégia exige dos prestadores de serviço e dos fornecedores de materiais e sobressalentes a otimização de seus processos, com ganhos diretos para a empresa contratante.

Ao realizar pesquisa sobre os resultados da implementação de Programas de Manutenção em três importantes empresas japonesas, CHEN (1997) constata que as organizações estão continuamente avaliando a efetividade não só das instalações e de seus equipamentos, como também da estrutura organizacional e dos processos. Mesmo tendo utilizado os mesmos princípios, as três empresas analisadas vêm adaptando o modelo original, conforme suas necessidades internas e conveniências. Percebe-se, assim, que não parece existir um único modelo que possa ser utilizado como referência universal, com a certeza de que os resultados serão sempre satisfatórios. Segundo CHEN (1997, p. 16):

*"Elementos como moral dos empregados, eficiência, efetividade e todos os custos associados devem ser considerados. Os efeitos das mudanças na estrutura organizacional, a forma de implementação e mesmo o processo de obtenção de informações junto ao "chão-de-fábrica" podem afetar significativamente os resultados finais".*

Também há de se considerar os aspectos culturais e estruturais vigentes na organização, para definição do modelo e da estratégia de implantação a ser adotado. Modelos de sucesso têm

fracassado em empresas diferentes pelo fato desses aspectos terem sido desconsiderados ou subestimados, com resultados muito aquém do esperado e, principalmente, com impacto negativo sobre a ambiência organizacional. Assim sendo, as organizações exigem estratégias funcionais adequadas e específicas para sua realidade, com roteiros de implementação que respeitem a cultura vigente ou que estejam preparados para promover as mudanças necessárias.

## **1.2. Tema e Justificativa**

Considerando a relevância da Manutenção para uma IPC, como discutido anteriormente, a complexidade dos sistemas e equipamentos utilizados numa indústria de alta tecnologia e o elevado risco presente para pessoas, meio-ambiente e para as próprias instalações, é de vital importância a adoção de um Sistema de Gerenciamento que otimize as instalações físicas disponíveis e os recursos aplicados para este fim. Conforme MARTINS & LAUGENI (1998), os processos produtivos das empresas dependem muito da confiabilidade e disponibilidade de seus equipamentos e instalações, podendo uma instalação bem mantida significar expressiva vantagem competitiva sobre a concorrência. Exige-se, portanto, dentro deste enfoque, cada vez mais atenção e esforço para a melhoria dos processos de manutenção. Segundo CAMPBELL (1995, p. 4):

*"A Gestão da Manutenção é importante para todos os segmentos de negócios, mas "crítica" para aqueles de capital intensivo".*

Ao mesmo tempo em que se constata no cenário mundial certa diversidade de metodologias e de programas de Gestão de Manutenção (alguns deles bem sucedidos), depara-se, em âmbito nacional, com literatura restrita e escassa para suporte na implementação de um sistema similar, ou mesmo, para o aprofundamento do estudo sobre o tema. Nesse contexto, este trabalho analisa o que existe disponível no mercado em termos de filosofias gerenciais e programas de gestão de manutenção em uso na indústria e, a partir daí, sugere fundamentos habilitadores para um sistema de manutenção aplicável à Indústria Brasileira de Processamento Contínuo, levando em conta potencialidades, peculiaridades e cultura, e respeitando as limitações técnicas e estruturais que caracterizam a indústria brasileira.

Imperioso, neste trabalho, é a identificação e escolha de elementos que efetivamente permitiram a construção, adaptação e a implementação de um sistema de manutenção que

proporcione alta taxa de confiabilidade e disponibilidade dos sistemas produtivos, a um custo otimizado. Em outras palavras, a seleção de elementos que verdadeiramente fundamentem um sistema que apóie a manutenção a atingir seu verdadeiro objetivo, qual seja, minimizar a soma do custo da falta de disponibilidade com o custo dos recursos de manutenção.

Na verdade, um sistema de gerenciamento deve ser o mais amplo e completo possível, abrangendo todos os aspectos relevantes que possam afetar os resultados finais e os meios escolhidos para alcançá-los. Costumeiramente, gerentes traçam objetivos e estabelecem as metas na atividade de manutenção sem que haja uma definição muito clara sobre os meios para alcançá-los. Estes nem sempre são simples de serem identificados, escolhidos e utilizados. Neste trabalho, procurar-se-á apresentar algumas alternativas estratégicas que podem ser utilizadas diretamente ou como referência para um programa próprio de manutenção a ser desenvolvido para uma companhia específica.

### **1.3. Objetivo**

O objetivo deste trabalho é apresentar, a partir da experiência na indústria de processamento e refino de petróleo e com base nos princípios da MCM, os fundamentos habilitadores de um sistema de gerenciamento de manutenção, aplicável a uma IPC, que proporcione a otimização da planta e de seus sistemas e equipamentos, de forma sustentável e integrada com o processo produtivo da organização.

Além deste objetivo principal, os objetivos secundários desta dissertação são:

- Realizar revisão bibliográfica atualizada sobre o tema, que possa servir como um referencial teórico no desenvolvimento de trabalhos similares;
- Ressaltar aspectos de menor destaque (mas não de menor criticidade) para a implementação de um sistema de gestão de manutenção e que normalmente não recebem a ênfase necessária pelos autores nacionais;

- Apresentar um estudo de caso de implementação de um sistema de gerenciamento da manutenção numa indústria de refino de petróleo, e identificar neste sistema os fundamentos habilitadores selecionados.

## **1.4. Método de Pesquisa e de Trabalho**

### **1.4.1. Método de Pesquisa**

Adota-se o estudo de caso como metodologia desta dissertação, pela sua adequação ao estudo de comportamentos organizacionais. Desenvolve-se previamente um conjunto de proposições teóricas, que auxiliam na identificação e escolha dos fundamentos habilitadores para um sistema de gerenciamento de manutenção e, a seguir, apresenta-se o sistema de gerenciamento de manutenção em uso em uma importante IPC brasileira do segmento de processamento de petróleo, que permite melhor compreender e validar a escolha realizada.

### **1.4.2. Método de Trabalho**

Para a seleção dos fundamentos habilitadores de um sistema de gestão de manutenção, realizou-se uma revisão bibliográfica em livros, artigos e revistas especializadas, na busca de informações sobre filosofias e metodologias de manutenção utilizadas na indústria de uma maneira geral e, em especial, em IPCs. Foi observada relativa escassez de literatura nacional atualizada versando sobre o tema de interesse. O trabalho foi complementado através de artigos técnicos e gerenciais disponíveis em revistas e publicações da área petroquímica encontrados em “*sites*” especializados na Internet.

Realizou-se uma consolidação dos conceitos teóricos sugeridos pelos diversos autores consultados, em especial aqueles relacionados com a proposta de MCM, sugerida por WIREMAN (1990). Consideraram-se algumas experiências relatadas por especialistas e diferentes empresas na implantação de sistemas de gestão de manutenção. A partir da experiência pessoal do autor no segmento de refino de petróleo e baseado nos princípios da MCM, foram identificados os fundamentos com impacto mais significativo para a construção de um sistema de gerenciamento de manutenção para uma IPC brasileira.

Finalmente, apresenta-se um estudo de caso em que um sistema de gerenciamento de manutenção vem sendo construído paulatinamente ao longo dos últimos anos, testando-se alternativas e selecionando-se aquelas que produzem os melhores resultados, dentro da filosofia da melhoria contínua. Mostra-se que se trata de um sistema de gerenciamento de manutenção orientado pelos fundamentos habilitadores selecionados, a partir da proposta de WIREMAN (1990), dentro do contexto e realidade locais.

### **1.5. Estrutura do Trabalho**

O presente trabalho de conclusão de mestrado profissional está dividido em cinco capítulos, cujos conteúdos remissivos são apresentados a seguir:

No primeiro capítulo apresenta-se uma introdução sobre o tema, o detalhamento dos objetivos, a metodologia utilizada, a estrutura da dissertação e as delimitações quanto à aplicabilidade da proposta apresentada.

No segundo capítulo, apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre o tema, destacando a importância do planejamento estratégico de uma empresa, a relevância das atividades de apoio na consecução dos objetivos empresariais, em especial da atividade de manutenção industrial em IPCs. Apresenta-se, também, uma revisão dos sistemas de gerenciamento de manutenção, em uso nas indústrias ao longo dos últimos anos, que subsidiaram a escolha dos fundamentos habilitadores, bem como alguns aspectos e temas importantes que diversos autores destacam como críticos no desenvolvimento destes sistemas.

No terceiro capítulo são apresentados os fundamentos habilitadores para um Sistema de Gestão de Manutenção, baseado nos princípios da MCM. Ao invés de realizar-se uma abordagem mais específica com relação às ferramentas mais tradicionais de apoio à Manutenção, procura-se explorar os fundamentos com maior potencial de contribuição para a gestão da Manutenção. Ao mesmo tempo, são destacadas algumas questões pouco referidas quando programas similares são apresentados e que, se desprezadas, podem comprometer o sucesso nas fases de implantação e consolidação de um sistema de gerenciamento.

No quarto capítulo, apresenta-se um estudo de caso onde se apresenta um sistema de gerenciamento de manutenção, baseado nos fundamentos habilitadores selecionados. Detalha-se inicialmente o contexto em que a empresa está inserida e os desafios vivenciados e futuros. Apresenta-se o desdobramento do planejamento estratégico para a função manutenção, bem como os ajustes necessários para a estrutura organizacional. Por fim, os fundamentos habilitadores têm sua presença identificada no sistema de gerenciamento de manutenção apreciado, bem como outros elementos considerados relevantes. Ao longo do capítulo, são também apresentados alguns resultados vinculados ao sistema implementado.

No quinto capítulo, faz-se uma apreciação final dos fundamentos habilitadores selecionados e apresentam-se as conclusões deste trabalho. São também apreciadas algumas dificuldades na implementação de um projeto desta natureza e, por fim, são apresentadas sugestões para trabalhos futuros, complementares ao presente desenvolvimento.

### **1.6. Delimitações**

O trabalho restringe-se à identificação e escolha dos fundamentos habilitadores e à apresentação de um sistema de gerenciamento de manutenção em que estes se encontram aplicados. A construção e implementação do sistema de gerenciamento de manutenção não foram abordadas neste trabalho, exceção feita àqueles aspectos relevantes para a compreensão dos fundamentos habilitadores selecionados.

Os resultados parciais obtidos referem-se à implantação do sistema de manutenção em uma única empresa, de um segmento industrial específico, podendo variar significativamente de companhia para companhia, conforme explorado nas considerações iniciais.

De modo a garantir o sigilo das informações internas da empresa na qual desenvolveu-se o projeto, alguns dados de desempenho utilizados ao longo do trabalho são apresentados na forma de percentuais, sem que haja qualquer comprometimento da qualidade das considerações e conclusões finais deste trabalho.

O sistema explorado no estudo de caso encontra-se aplicado para o gerenciamento do processo de manutenção de rotina, não sendo aplicável para o gerenciamento das atividades de

manutenção utilizado em paradas de manutenção de unidades de processo. Mesmo a maioria dos objetivos de ambos os sistemas sendo idênticos, as premissas e o contexto em que se desenvolvem são bastante diferentes.

Os aspectos humanos e sociais, reconhecidamente relevantes para o sucesso de qualquer sistema de gestão, não foram explorados em toda a sua plenitude, podendo ser objeto de futuros trabalhos.

## Capítulo 2

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. Planejamento Estratégico

O planejamento constitui-se hoje num componente essencial em qualquer tipo de organização ou atividade. Empresas utilizam o planejamento como uma função administrativa para estabelecer objetivos de médio e longo prazo e traçar planos para atingi-los da forma mais eficaz possível.

De acordo com ACKOFF *apud* CHIAVENATO (1999), o planejamento pode estar voltado para assegurar a continuidade de uma situação atual, pode estar voltado para a inovação ou melhoria de um comportamento ou ainda estar voltado para as contingências futuras, com um sentido mais preventivo. O planejamento deve ser contínuo e permanente e, se possível, abranger o maior número de pessoas em sua elaboração e implementação. Deve ser, portanto, contínuo e participativo.

O planejamento pode ser bastante simplificado, assim como muito complexo e extremamente elaborado. Sabe-se que, quanto mais sistemático, racional, visível, compreendido e aceito por toda a corporação, mais ele cumprirá seu objetivo principal de promover o desenvolvimento e crescimento sustentável da organização como um todo.

Segundo SLACK *et al.* (1999) e CHIAVENATO (1999), de uma maneira simplificada, pode-se identificar três níveis de planejamento dentro de uma organização:

- i. Planejamento Estratégico, mais genérico e sintético, que posiciona a corporação em seu ambiente global, econômico, político e social. Estabelece as diretrizes gerais para orientação da corporação como um todo;
- ii. Planejamento Tático, menos genérico e mais detalhado, que estabelece a missão e os objetivos individuais de cada unidade de negócio, dentro de seu ambiente de mercado; e

- iii. Planejamento Operacional, mais detalhado e analítico, que traduz o planejamento tático, dentro da especificidade de cada função ou atividade, e estabelece a melhor forma de organizar os recursos para apoiá-lo.

Segundo MOREIRA (1996), o Planejamento Estratégico desenvolvido no nível Institucional define a filosofia básica da organização no que tange às suas atividades, orienta quanto aos produtos e/ou serviços a serem oferecidos e trata do planejamento para a aquisição e alocação dos recursos críticos, como tecnologia e pessoal, tanto para implementar os planos, quanto para avaliar os seus impactos.

Para o adequado desempenho de funções vitais de uma organização, em atendimento ao preconizado em seu Planejamento Estratégico, é necessário seu desdobramento ao longo de toda a estrutura organizacional, considerando-se os três níveis, Estratégico, Tático e Operacional, estabelecendo-se no longo, médio e curto prazo, a forma como os diversos fundamentos contribuirão para atingir os objetivos estabelecidos pela organização.

Considerando sua relevante importância numa IPC, a Função Manutenção deve, por conseguinte, definir sua própria estratégia, visão e missão, bem como estabelecer seus objetivos e planos de ação (táticos e operacionais), orientados e alinhados com o Planejamento Estratégico da organização.

## **2.2. Gestão Estratégica da Manutenção**

Vários autores têm destacado a importância estratégica da manutenção tanto para o processo produtivo quanto para o sucesso da organização como um todo, como por exemplo, KELLY & HARRIS (1980), MONCHY (1989), CAMPBELL (1995) e SHERWIN (2000). Aspectos relacionados à confiabilidade das instalações, qualidade dos produtos, custo/lucro para o ciclo de vida dos ativos (LCC – *Life-cycle cost* e LCP – *Life-cycle profit*) e integração com as demais atividades da organização, entre outros temas, vêm sendo considerados relevantes na análise de desempenho da manutenção. Esta atividade é vista hoje como crítica para a lucratividade da empresa, tendo sido tratada, no passado, como um “mal necessário” (SHERWIN, 2000).

Segundo MONCHY (1989, p. 1), a Manutenção deve ser vista como:

*"Um Elemento chave tanto para a produtividade de uma planta quanto para a qualidade dos produtos. É um desafio industrial que implica em rediscutir as estruturas atuais inertes e promover métodos adaptados à nova natureza dos materiais".*

Os autores mais focados na análise do processo produtivo não costumam destacar as contribuições da manutenção. Os poucos que o fazem, entretanto, são unânimes em destacar a importância da manutenção para o sucesso do processo e, por conseguinte, das organizações. SLACK *et al.* (1999) comentam sobre os benefícios que a gerência de produção experimenta como decorrência do desempenho satisfatório das atividades de manutenção nos equipamentos e instalações:

- i. Segurança melhorada, na medida em que o comportamento das instalações é mais previsível, oferecendo menor risco para as operações;
- ii. Confiabilidade aumentada, pois conduz a menores tempos perdidos de produção e menos tempo gasto em consertos;
- iii. Maior qualidade, considerando que equipamentos bem conservados permitem padrões de qualidade elevada, com baixa variância;
- iv. Custos de operação mais baixos, como consequência das vantagens anteriormente citadas; e
- v. Tempo de vida mais longo pela preservação dos equipamentos.

De acordo com OHNO (1997), o valor de uma máquina é determinado pelo potencial de ganho de produção que ela ainda possui e não pela sua idade. O autor considera que a decisão de substituir um equipamento considerado depreciado pode estar associada a uma avaliação equivocada da situação, ou ser decorrente de um programa inadequado de manutenção, que permitiu a deterioração do ativo. Com isto, o autor sugere a causa básica do problema e propõe a revisão e correção dos programas de manutenção em uso como sua solução.

MIRSHAWKA & OLMEDO (1993) sugerem que a manutenção deva ser encarada como uma atividade meio para o processo produtivo, que alicerça os chamados fabricantes de “classe

mundial”. De acordo com os autores, no atual ambiente competitivo, a manutenção deve atender às necessidades destas empresas, com destaque para a exigência crescente por qualidade de produtos e serviços e a automatização dos processos produtivos. A manutenção deve buscar seu aperfeiçoamento contínuo e se organizar para combater os desperdícios, procurando atingir a máxima eficácia, contribuindo assim para a competitividade dos produtos e serviços oferecidos pela empresa.

VIANA (2002) afirma que a Manutenção Industrial deve atuar na preservação dos equipamentos e instalações e proporcionar o máximo aproveitamento destes ativos para o processo produtivo. O alcance deste objetivo repercute em todos os aspectos do produto final de uma organização. O autor afirma ainda que a manutenção deve utilizar-se de formas de organização e técnicas para perseguir o zero defeito e a máxima disponibilidade dos equipamentos, não podendo limitar-se a simples intervenção para correção dos problemas cotidianos.

CAMPBELL (1995) considera que muitas organizações “sofrem” por negligenciarem elementos essenciais para o sucesso, como por exemplo, a Manutenção Industrial. Destaca ainda que a manutenção industrial tem a função de manter os ativos físicos nas suas melhores condições, de modo a garantir a capacidade de produzir e prover bens e serviços. Permite, desta forma, a expansão da capacidade do processo produtivo, proporciona a satisfação dos consumidores, mantém o processo produtivo em regime controlado e seguro, e mantém sob controle os riscos para o meio ambiente e segurança das pessoas.

A manutenção tem influência direta sobre a lucratividade da empresa. Os ganhos decorrentes do adequado gerenciamento da manutenção, traduzidos na forma de aumento da confiabilidade dos equipamentos, redução dos custos e melhoria da qualidade dos produtos associados à atuação da manutenção, podem proporcionar preços mais competitivos e conquista de mercados. Os ganhos potenciais podem ser bastante expressivos, o que numa economia altamente competitiva, não deve ser desprezado. Por outro lado, deficiências de atuação da manutenção podem colocar em risco a competitividade da empresa, e, por conseguinte, a sua sobrevivência (XENOS, 1998; MURTHY *et al.*, 2002).

As táticas e metodologias de manutenção dependem do processo produtivo a ser atendido pelo sistema de manutenção em desenvolvimento (BURGARDT, 2002). Tendo seguido este mesmo raciocínio, MONCHY (1989) afirma que a importância dos serviços de manutenção dentro de uma organização depende em muito do tipo de indústria e da criticidade dos seus ativos para a continuidade e segurança do processo produtivo, e apresenta a seguinte classificação:

- i. Fundamental, para nuclear e aeronáutica;
- ii. Importante, para as IPCs; e
- iii. Secundária, para parques de materiais heterogêneos com custos baixos para paradas.

Ainda segundo MONCHY (1989), a crescente importância da manutenção deve-se a vários fatores, dentre os quais destacam-se:

- i. Automatização dos equipamentos de produção, mais compactos, complexos e de uso mais intensivo;
- ii. Equipamentos mais onerosos e com tempos de amortização mais curtos;
- iii. Tempos de não disponibilidade das máquinas, mais críticos para as empresas;
- iv. Restrições de segurança que são impostas a materiais mais críticos; e
- v. Economia esperada de uma manutenção mais racional.

PINTO & XAVIER (1998), SHERWIN (2000), BIRCHFIELD (2001) e IDHAMMAR (2000, 2003c) destacam a importância da integração eficaz da manutenção com o processo produtivo, contribuindo para a excelência empresarial. Os autores vêem a manutenção como uma função estratégica que pode contribuir para o faturamento e lucratividade da empresa, para a segurança das instalações e pessoas e para a preservação do meio ambiente. Consideram que o sucesso de um empreendimento, que busca ser caracterizado pela sua disponibilidade e confiabilidade, depende da correta realização das fases de projeto, fabricação, instalação, operação e manutenção. Em todas essas fases, a função manutenção pode desempenhar papel decisivo, com suas contribuições e influências. Ao mesmo tempo, a correta realização dessas fases pode afetar decisivamente o desempenho da função manutenção. Daí a importância de um processo integrado, com avaliação permanente das contribuições e influências sobre a manutenção.

A terotecnologia, segundo MONCHY (1989), uma combinação de “*management*” (gerência), de economia e de “*engineering*” (tecnologia), foi considerada como o primeiro conjunto de práticas de gerenciamento de manutenção a destacar a importância da análise integrada do custo do ciclo de vida dos equipamentos (KELLY & HARRIS, 1980; SHERWIN, 2000). Através da representação da Figura 2.1, KELLY & HARRIS (1980) explicam como a terotecnologia demonstra que o nível de manutenção requerido por um equipamento em seu estágio operacional é afetado por fatores presentes em estágios anteriores de seu ciclo de vida. Os autores destacam também o papel da manutenção e operação sobre os estágios anteriores, através da integração de profissionais destas duas áreas, com suas percepções e sugestões, por ocasião da especificação, projeto, instalação e condicionamento de partida. Salientam ainda o potencial de ganho quando o processo de aprendizagem vivenciado por ocasião do uso dos equipamentos é utilizado como “*feedback*” para novos projetos, ou mesmo no aperfeiçoamento das instalações existentes, possibilitando atuação preventiva para correção de deficiências observadas e vivenciadas.

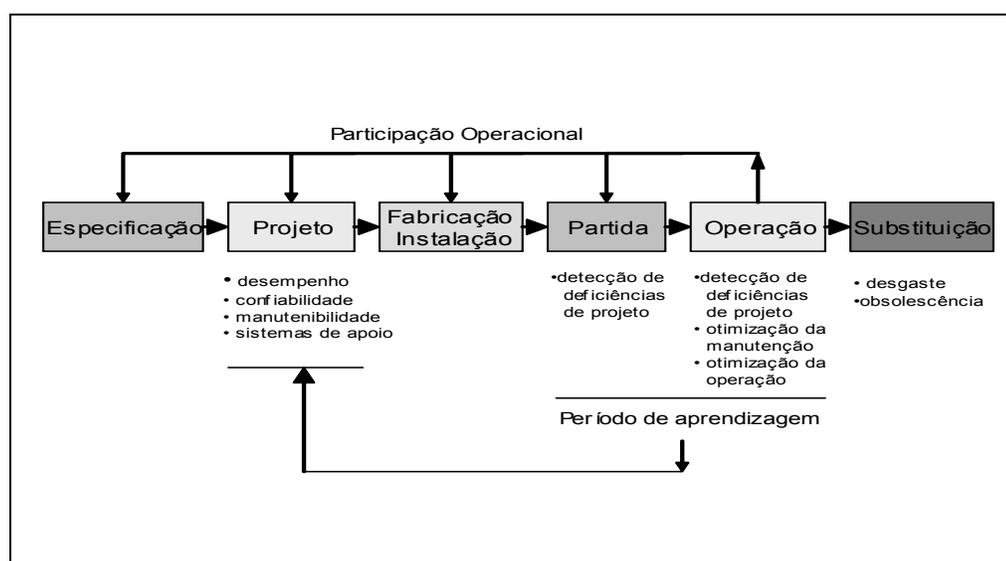


Figura 2.1 – Ciclo de vida e fatores que afetam o custo de manutenção segundo a Terotecnologia

Fonte: KELLY & HARRIS (1980)

De acordo com MONCHY (1989), a manutenção deve iniciar-se já na fase de concepção de uma máquina: as características de manutenibilidade, confiabilidade e disponibilidade e durabilidade são determinadas nesta fase. A manutenção deve assessorar na hora da especificação e

parecer técnico para compra e participar da instalação, fase de testes e condicionamento de partida. Por fim, deve-se providenciar o treinamento para as equipes de manutenção, organização da documentação, cadastro e suprimento de sobressalentes, e procedimentos de manutenção.

PINTO & XAVIER (1998) comentam sobre a importância do esforço da manutenção, e de toda a organização, para redução da demanda de serviços, obtida através da melhoria da qualidade dos serviços e da operação, resolução de problemas crônicos e simplificação ou eliminação de serviços desnecessários. Os autores registram que a redução da demanda de serviços provoca, entre outros resultados, a melhora da confiabilidade e do nível de segurança e redução dos custos. PINTO & XAVIER (p. 16), sugerem um novo conceito que caracteriza bem as modernas funções da manutenção:

*"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".*

Segundo dados da Associação Brasileira de Manutenção – ABRAMAN (2002), em relatório apresentado no 16º Congresso Brasileiro de Manutenção, o custo anual de manutenção em 2001 foi US\$ 26 bilhões, o que representou 4,47 % do PIB brasileiro. No mesmo relatório, destaca-se o índice de Indisponibilidade Operacional das empresas brasileiras, decorrente de problemas de manutenção, tendo alcançado o percentual de 5,15%. Estes dados dão uma idéia do potencial de ganho a ser alcançado através do adequado gerenciamento da atividade de manutenção.

Segundo WIREMAN (1990), o custo das empresas americanas com manutenção no ano de 1990 aproximou-se de US\$ 600 bilhões. Alarmante é o fato que, deste total, um terço é considerado custo desnecessário ou perdas. Das estatísticas apresentadas pelo autor, destacam-se algumas mais importantes:

- i. Em média, do tempo total gasto pelas equipes de manutenção, somente 25 a 50% são usados efetivamente na execução das tarefas;
- ii. Somente 1/3 das empresas utilizam planejamento das atividades de manutenção;
- iii. Somente 1/3 das empresas utilizam controle dos trabalhos de manutenção através de algum sistema de Ordens de Trabalho. Destas, somente 1/3 organizam este sistema,

levando em conta prioridades e permitindo decisões lógicas baseadas nas reais necessidades da empresa;

- iv. Somente 10% das empresas realizam análise das falhas dos equipamentos;
- v. Falta de gestão de materiais que podem representar 20 a 70% dos custos de manutenção; e
- vi. Na maioria das vezes, o custo de manutenção é calculado pela simples soma do custo dos serviços e materiais aplicados. O custo da perda de produção associado à falha de equipamentos é da ordem de quatro vezes o custo dos reparos, podendo chegar, em alguns casos a 15 vezes.

Ainda com relação ao aspecto econômico, CAMPBELL (1995), MURTHY *et al.* (2002) e CROSS (1988) e DEKKER (1996) *apud* TSANG (2002) apontam que os custos de manutenção podem variar de 3 a 50% dos custos de produção, dependendo do ramo de atividade. CAMPBELL destaca que os elementos que mais afetam a composição destes custos são:

- i. Qualificação do pessoal para o atendimento das necessidades específicas das instalações;
- ii. Níveis ótimos de inventários de sobressalentes e materiais de consumo;
- iii. Suporte técnico adequado de engenharia de manutenção;
- iv. Organização adequada;
- v. Política de terceirização.

Finalmente, TSANG (2002) apresenta o que denominou de dimensões estratégicas para o gerenciamento de manutenção. O autor considera que o desempenho diferenciado da manutenção nestas dimensões pode qualificar a organização para os desafios dos tempos atuais. São quatro as estratégias, todas afetadas diretamente por outros dois fatores críticos: o fator humano e o fluxo de informações. As estratégias são:

- i. Opções de fornecimento do serviço, onde são discutidas questões como pessoal próprio na manutenção, terceirização de serviços (riscos e formas de administração do risco) e desenvolvimento de uma rede de fornecedores externos;
- ii. Estrutura organizacional e do trabalho, onde são apreciadas questões como localização e especialização das equipes de trabalho, organização do trabalho, relações com a operação;
- iii. Metodologia de Manutenção, quando são estudadas e escolhidas as táticas de manutenção; e
- iv. Sistemas de Suporte, capazes de dar sustentação para a implantação das ferramentas apresentadas, destacando-se elementos como Motivação, Envolvimento e autonomia dos trabalhadores, Processo de comunicação e relações humanas, Educação e treinamento, Recompensa e reconhecimento, Medição de desempenho e Sistema de gestão da informação.

De posse de todas estas informações a cerca da importância da Manutenção Industrial para o processo produtivo e, de uma maneira mais ampla, para o sucesso empresarial da organização, a atividade em pauta deve ser projetada e organizada considerando efetivamente seu papel estratégico dentro da corporação. Para construção da estratégia de manutenção, pode-se, por exemplo, seguir o modelo tradicional (CAMPBELL, 1995), idêntico ao desenvolvido para a formulação de Estratégia de Produção de Manufatura (SLACK *et al.*, 1993), apresentado na Figura 2.2.

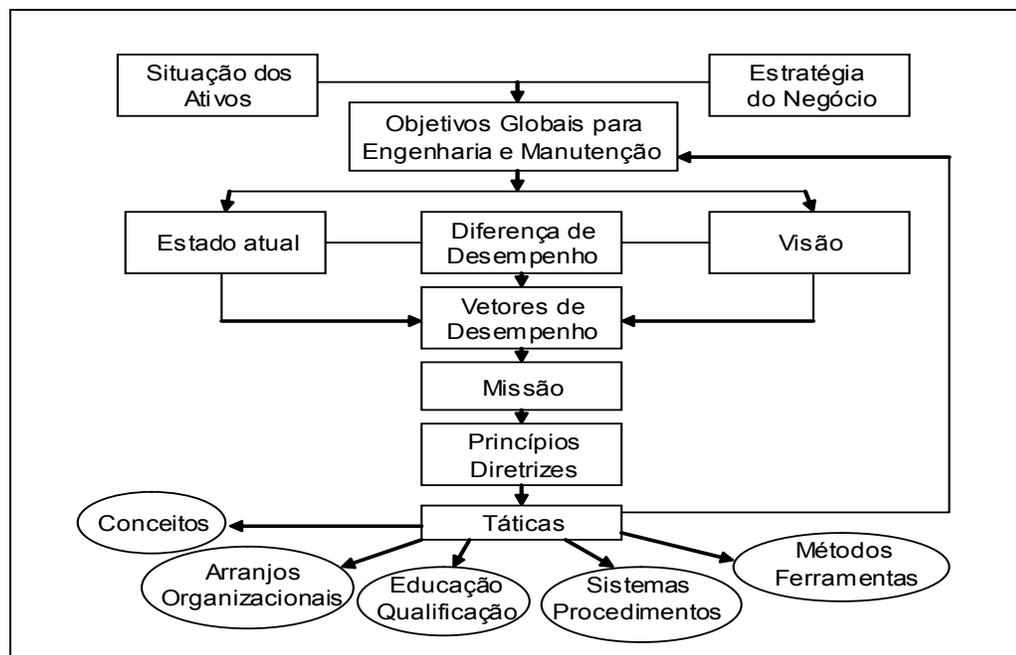


Figura 2.2 – Modelo de estratégia para manutenção

Fonte: CAMPBELL (1995)

Deve-se, antes de tudo, levar em conta no estabelecimento dos objetivos-chave da manutenção as necessidades dos consumidores, dos clientes e dos acionistas, traduzidas através dos objetivos da produção. Deve-se considerar que, assim como outras ferramentas de negócio, a estratégia estabelecida deve ser flexível, ajustando-se às mudanças contextuais da corporação, sempre que necessário.

### 2.3. Sistemas de Gestão de Manutenção

O gerenciamento do serviço de manutenção deve assegurar a otimização do conjunto de equipamentos de uma planta, a partir do domínio de três fatores (MONCHY, 1989):

- i. Econômico: menores custos, economia de energia, etc;
- ii. Humano: condições de trabalho, segurança, ergonomia, saúde, etc;
- iii. Técnico: disponibilidade e durabilidade das máquinas.

Percebe-se que existe uma vasta literatura, propondo inúmeros sistemas de manutenção, todos procurando atender a estes três domínios, cada qual, entretanto, destacando um ou outro aspecto, mas fazendo uso de muitos conceitos similares. SHERWIN (2000), por exemplo, realiza considerações e comparações sobre alguns dos mais importantes sistemas de gerenciamento de manutenção, levando em conta o momento histórico em que foram concebidos e as expectativas organizacionais em relação à função manutenção. Mostra que existe uma estreita relação entre todos. Os sistemas apreciados são:

- **Modelo terotecnológico básico**, desenvolvido pelo governo inglês, considerado como o primeiro sistema a destacar a importância do custo do ciclo de vida dos equipamentos (*Life-cycle cost*, LCC);
- **Modelo terotecnológico avançado**, incorporando recursos de Tecnologia da Informação e com enfoque na lucratividade do ciclo de vida dos equipamentos (*Life-cycle profit*, LCP);
- **Modelo de Eindhoven**, que descreve a manutenção como um conjunto de atividades e funções inter-relacionadas. Destaca-se por ter tratado a manutenção de forma integrada com outras atividades do processo produtivo e por ter trazido à luz questões relevantes como a engenharia de manutenção e planejamento e programação de manutenção;
- **Total Quality Maintenance (TQMain)**, ou Manutenção com Qualidade Total, baseada nos princípios da Qualidade Total, em especial no ciclo PDCA, proposto por Deming. Destaca o combate aos custos, representado pelas seis grandes perdas salientadas no TPM (*Total Productive Maintenance*), e pela proposição da adoção da manutenção preditiva (ou sob-condição);
- **Modelo ou filosofia proposta por Anthony Kelly**, composto por um conjunto de idéias e elementos que, conforme SHERWIN (2000), poderiam ter sido originadas das propostas da terotecnologia, do TPM ou do RCM, não fosse o fato de seu trabalho ser anterior a estas propostas. Teria sido o primeiro a associar os conceitos propostos por Deming e Juran de Qualidade Total às atividades de manutenção;
- **Total Productive Maintenance (TPM)** ou Manutenção Produtiva Total, considerada como um programa de gestão de equipamentos, implementado no nível de toda corporação, que enfatiza o envolvimento dos operadores com a manutenção dos

equipamentos e a melhoria contínua, combinando técnicas de manutenção preventiva e preditiva com conceitos da Qualidade Total. Sua implantação exige uma grande mudança cultural em que os operadores são encorajados a participar das atividades de manutenção, através de seu envolvimento no desenvolvimento e execução dos planos de manutenção. Uma das chaves do sucesso do TPM é o desenvolvimento do senso de propriedade. O programa, concebido por Nakajima em 1988, foi originalmente lançado na indústria japonesa que adotava o sistema JIT, com o propósito de combater as perdas devido às quebras das máquinas; e

- ***Reliability-centered maintenance (RCM)***, ou Manutenção Centrada na Confiabilidade, projetada para selecionar, reforçar e melhorar os programas de manutenção preventiva, preditiva e detectiva. Essa metodologia foi concebida originalmente para aplicação na indústria aeronáutica. Posteriormente foi adaptada para as demais indústrias, quando então foi chamada de RCM-II.

Apesar do reconhecido sucesso na implementação destes programas em algumas empresas, em especial no caso do TPM e RCM, é importante lembrar que ocorrem também experiências mal sucedidas. Na literatura são encontradas críticas (SHERWIN, 2000; MURTHY *et al.*, 2002; PINTELOON *et al.*, 1999; IDHAMMAR, 2003a) à proposição destes sistemas, principalmente por parte de consultorias, como pacotes completos que trazem a solução de todos os problemas do gerenciamento da manutenção.

De acordo com BLOCH *apud* CHANG (1998), o RCM nem sempre é a melhor opção, destacando que, na indústria americana, em torno de 60% daqueles que implantaram esta metodologia a abandonaram após 1 a 2 anos. O autor considera que a implantação do RCM consome muitos recursos e que existem alternativas mais simples e econômicas a serem primeiramente usadas na solução da maioria dos problemas de manutenção. MYERS *apud* CHANG (1998) aponta que a principal razão para fracassos na implantação do RCM é a falta de envolvimento e participação efetiva dos usuários finais (manutenção e operação) na concepção e desenvolvimento do projeto, o que resulta na falta de comprometimento com o programa como um todo. SHERWIN (2000) aponta inúmeros erros conceituais na proposta do RCM e afirma que o sistema é incompleto sob ponto de vista de um Sistema de Manutenção.

MARTIN *apud* CHANG (1998) afirma que os casos de insucesso na implantação do TPM estão relacionados com a desconfiança dos trabalhadores sobre os verdadeiros objetivos do programa. Alguns deles passam a perceber, como meta do programa, a redução da força de trabalho e não o desenvolvimento da manutenção autônoma, o que, realmente, ocorre em algumas empresas onde o programa e seus objetivos são mal entendidos pela administração. ROUP (1999) afirma que a maior dificuldade na implantação do TPM na indústria americana está relacionada com o conceito de utilização de times de manutenção, por considerar que a cultura naquele país é bastante diferente da cultura de cooperação social que prevalece no Japão. De fato, inúmeras dificuldades relacionadas à credibilidade dos empregados com relação aos propósitos da organização, ao processo de comunicação e à superação de resistências às mudanças precisam ser consideradas e equacionadas por ocasião do planejamento e implantação do TPM (YAMASHINA, 2000) <sup>1</sup>.

Como proposta de um sistema completo de gerenciamento de manutenção, surgiu, através de WIREMAN (1990), a **Manutenção de Classe Mundial** (MCM). O sistema foi organizado para minimizar e combater os custos da falta de eficácia da manutenção e dos próprios sistemas de apoio, constituindo-se desta forma, em valiosa contribuição para o potencial competitivo dos produtos fabricados pela empresa. A base originalmente proposta como da excelência em manutenção era constituída de oito aspectos, considerados críticos, onde se podiam detectar grandes potenciais para melhoria. Estes aspectos são:

- i. Aspectos Organizacionais da Manutenção;
- ii. Programas de Treinamento;
- iii. Ordem de Serviço;
- iv. Planejamento e Programação;
- v. Manutenção Preventiva;
- vi. Compras e Estoques;
- vii. Relatórios Gerenciais;
- viii. Automação na Manutenção.

---

<sup>1</sup> Neste artigo, Yamashina faz uma excelente análise das estratégias das empresas japonesas para implantação da Manufatura de Classe Mundial, com destaque para as contribuições do TPM para o processo.

Como já citado anteriormente, o modelo de organização da manutenção depende de cada organização e deve ser influenciado pelas metas e objetivos por ela estabelecidos. O gerenciamento da manutenção visa, entretanto, garantir que a organização estabelecida, com sua estrutura e recursos, alcance essas metas e objetivos. Segundo WIREMAN (1990, p. 33), os objetivos e metas típicas no gerenciamento da manutenção são:

- i. Maximização da produção ao menor custo e padrões ótimos de qualidade e segurança;*
- ii. Identificação e implementação da redução de custos;*
- iii. Registros precisos relacionados com os serviços de manutenção;*
- iv. Disponibilidade de informações detalhadas sobre custos de manutenção;*
- v. Otimização dos recursos de manutenção;*
- vi. Otimização de capital ao longo da vida dos equipamentos;*
- vii. Minimização do uso de energia; e*
- viii. Minimização de estoques disponíveis".*

Posteriormente, WIREMAN (1998) revisa sua proposta original e incorpora outros temas que considera comporem um conjunto fundamental para o gerenciamento da manutenção, como por exemplo, um sistema de gerenciamento de manutenção computadorizado, envolvimento operacional, RCM, TPM e melhoria contínua, entre outros. O autor também sugere a organização hierárquica dos temas acima, conforme ilustra a Figura 2.3, onde a base é a Manutenção Preventiva. Percebe-se que o autor faz uso das metodologias RCM e TPM para formar o conjunto final. Evidenciam-se, assim, as colocações de SHERWIN (2000), que considera essas metodologias não completas, sob o ponto de vista de sistemas de manutenção, mas sim, complementares, integrantes de um sistema maior.

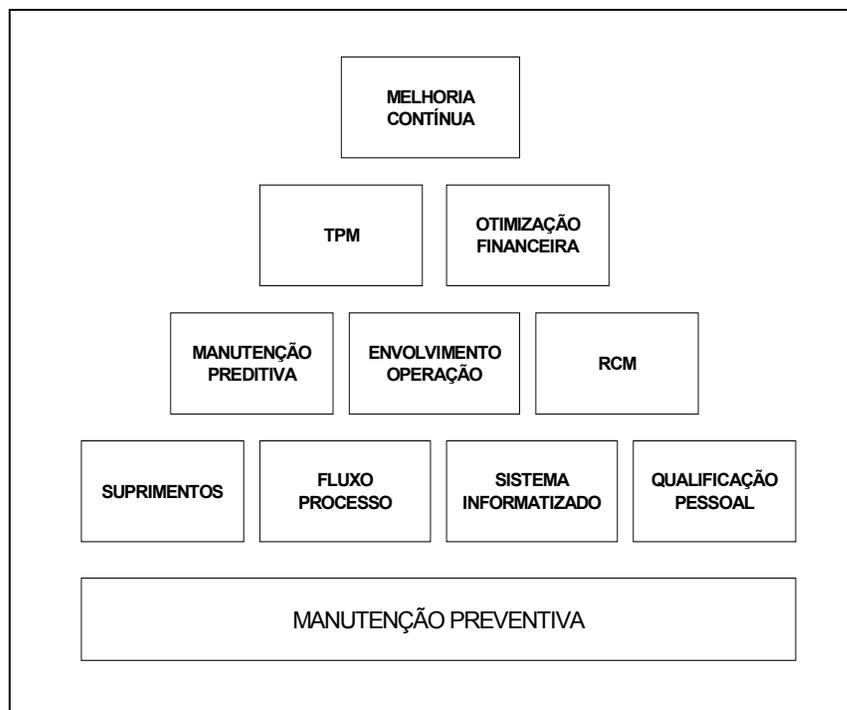


Figura 2.3 – Pirâmide da manutenção

Fonte: WIREMAN (1998)

NYMAN & LEVITT (2001) sugerem um sistema de manutenção muito semelhante à proposta de WIREMAN (1998), simbolicamente estruturado na forma do Arco da Manutenção, representado na Figura 2.4, formado por uma série de componentes na forma de blocos interdependentes, agrupados em subconjuntos. Esse arco está construído sobre a base da cooperação e parceria entre a Manutenção e Produção, e dá acesso ao caminho para a excelência da manutenção, suporte para confiabilidade dos equipamentos e operação de classe mundial.

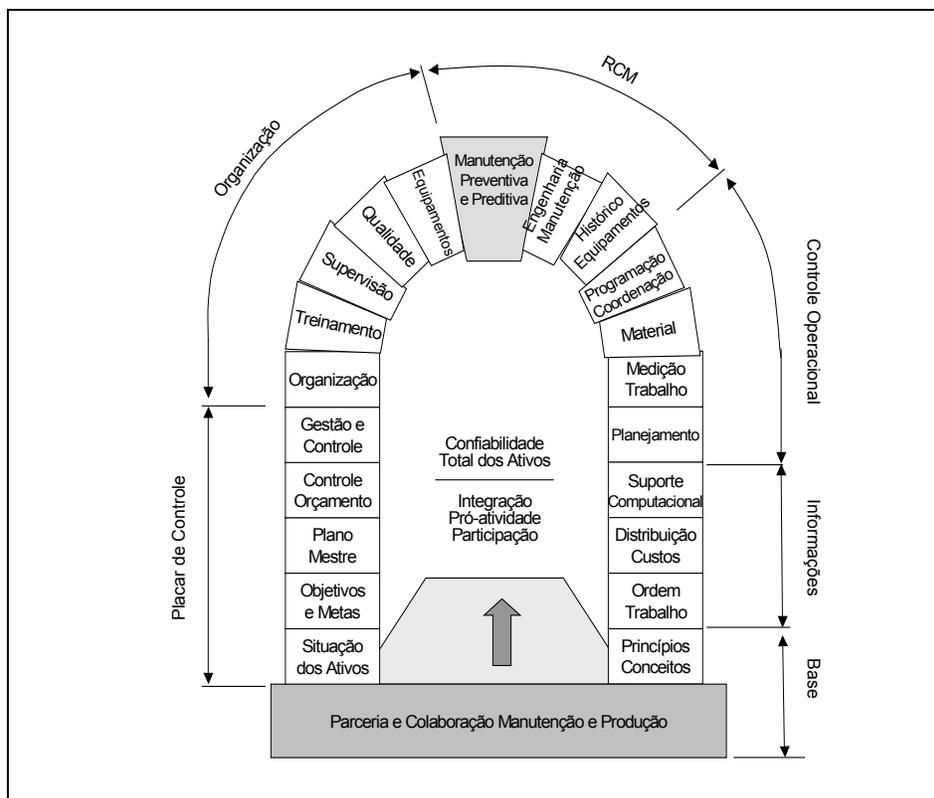


Figura 2.4 – Arco da manutenção

Fonte: NYMAN & LEVITT (2001)

Outra metodologia surgida recentemente foi a **Risk-Based Maintenance**<sup>2</sup> (RBM), ou Manutenção Baseada no Risco (STARR & BISSEL, 2002). Trata-se de um método quantitativo para avaliar as necessidades de manutenção. É freqüentemente usado como ferramenta de decisão para paradas de manutenção. O objetivo é otimizar o retorno financeiro das manutenções relacionadas com fazer ou não fazer a manutenção. Avalia-se o retorno financeiro, a probabilidade da falha e a severidade da consequência se a falha ocorre, para então tomar a decisão.

PUN *et al.* (2002), apresentam a proposta da **Effectiveness-Centred Maintenance** (ECM), ou Manutenção Centrada na Eficácia. Os autores, após realizarem uma comparação entre as principais táticas de manutenção como Manutenção Pró-Ativa, TPM, Manutenção Centrada no Lucro, RCM, entre outras, propõem um sistema de gestão que incorpora vários tipos de sistemas

<sup>2</sup> A metodologia origina-se da ferramenta RBI – *Risk-Based Inspection*, desenvolvida em 1994, pela DNV e que posteriormente serviu de base para a norma API RP 580 (*Recommended Practice for Risk-Based Inspection*) (STUCKER et al., 2001).

vigentes nas organizações, como TQMain, TPM e RCM. Sua implementação acontece através de quatro fases distintas, descritas a seguir e representadas na Figura 2.5:

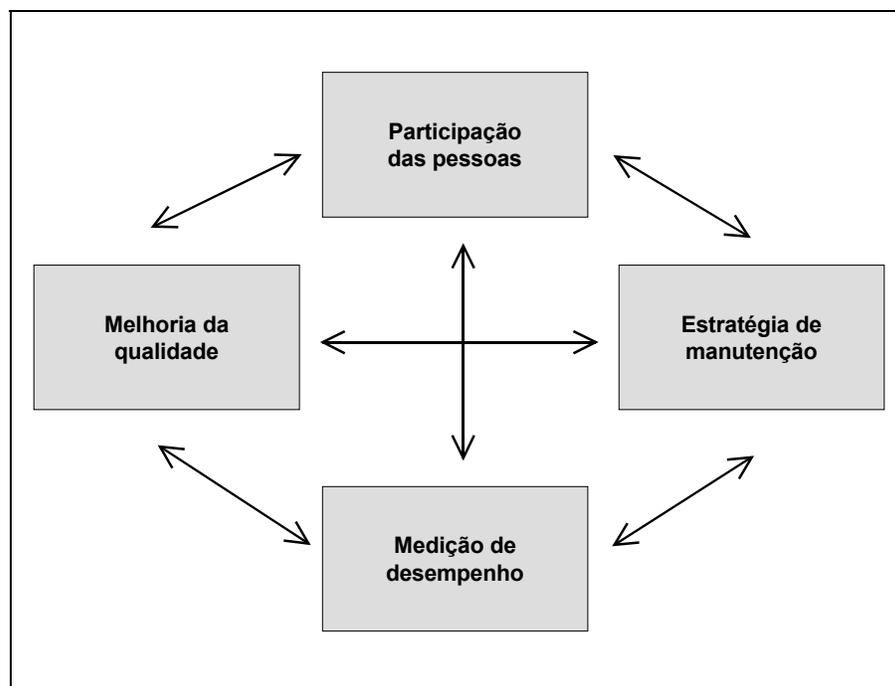


Figura 2.5 – Os elementos da ECM

Fonte: PUN et al. (2002)

- i. Participação e treinamento de pessoal, para assuntos como “*Housekeeping*”, TPM e RCM;
- ii. Diagnóstico para melhoria da qualidade, através de auditoria e investigação das não-conformidades detectadas;
- iii. Desenvolvimento da estratégia de manutenção, com aplicação da ferramenta RCM e TPM; e
- iv. Implantação do plano de ação obtido a partir do item anterior e medição de desempenho e resultados obtidos.

Outra proposta de sistema de gerenciamento de manutenção é o *Strategic Maintenance Management* (SMM), ou Gerenciamento Estratégico da Manutenção, apresentado originalmente por um grupo de pesquisadores da Universidade de Queensland, Austrália (MURTHY et al., 2002). Este sistema é apresentado como uma alternativa de gestão de manutenção para resolução de algumas limitações do TPM e do RCM. Na visão dos autores, a ferramenta proposta, contrariamente às duas citadas, pode ser considerada como um sistema de gestão de longo prazo. Ele equaciona a questão da terceirização e seus efeitos sobre a manutenção, e leva em conta a necessidade de otimização da manutenção sob a perspectiva do negócio, considerando, além do aspecto técnico, as questões operacionais e comerciais, dentro de uma estrutura integrada.

#### **2.4. Aspectos Organizacionais da Manutenção**

Diversos aspectos podem ser considerados por ocasião do desenho da estrutura organizacional da manutenção. Questões como posição, níveis hierárquicos da manutenção, configuração da organização e nível de terceirização são, via de regra, relevantes e, ao mesmo tempo em que afetam o desempenho da função, devem ser estabelecidos com base nos objetivos e metas traçados pela organização. Destaca-se, entretanto, a discussão em torno do tema “centralização versus descentralização”, por entender-se que este é um aspecto decisivo no desempenho e efetividade da manutenção e configura-se num ponto polêmico e controverso nas considerações dos diversos autores. Relativamente a esse aspecto, os diversos autores identificam três formas básicas de organização, a saber: centralizadas, descentralizadas (por área, por linha, etc) ou combinadas.

MONCHY (1989) faz algumas considerações sobre o tema, destacando que a centralização deve ser administrativa e hierárquica, enquanto a descentralização geográfica deve ser realizada no nível das atividades. A partir desta consideração, o autor postula que a estrutura administrativa centralizada permite: (i) Otimização do emprego de recursos, (ii) melhor domínio dos custos, (iii) padronização dos processos e meios de comunicação, (iv) acompanhamento homogêneo dos equipamentos e suas falhas, (v) re-agrupamento de investimentos mais pesados, e (vi) melhor gerência dos recursos.

A descentralização geográfica, por sua vez, favorece: (i) delegação da responsabilidade aos chefes de equipes; (ii) melhor relacionamento com o tomador de serviços; (iii) vantagem das equipes reduzidas e multifuncionais; e (iv) eficácia e rapidez das intervenções.

PINTO & XAVIER (1998) destacam que as principais vantagens da organização centralizada são: a maior eficiência global em decorrência da sua maior flexibilidade quanto à alocação da mão-de-obra, a otimização dos efetivos de manutenção tanto para a equipe de executantes quanto para o quadro de supervisão e apoio técnico, e a otimização do uso de equipamentos e instalações. Algumas de suas desvantagens seriam: a dificuldade para o exercício da supervisão pelo distanciamento dos serviços, tempo maior para formação de especialistas, maiores custos decorrentes dos transportes, no caso de instalações de grande porte, menor entrosamento e cooperação entre operação e manutenção, e menor incentivo para a polivalência por parte dos executantes.

Também WIREMAN (1991) apresenta os três tipos básicos de estruturas (centralizada, por área e mista ou combinada), destacando, para a estrutura centralizada e por área, algumas aplicações, vantagens e desvantagens, organizadas no Quadro 2.1 a seguir:

Organização	Aplicação	Pontos Fortes	Pontos Fracos
<b>Centralizada</b>	- Unidades fabris compactas, onde as distâncias percorridas são pequenas.	- Reduzidos inventários; - Otimização de recursos; - Flexibilidade operacional; - Melhor coordenação; - Melhor controle de capacitação de pessoal.	- Tempo longo de resposta; - Baixa integração com operação.
<b>Por Área</b>	- Unidades fabris espalhadas, com distâncias a serem percorridas muito longas.	- Desenvolvimento de espírito de equipe; - Cooperação entre manutenção e operação; - Desenvolvimento de espírito de propriedade; - Resposta rápida.	- Problemas de comunicação e logística; - Surgimento de estoques locais; - Comprometimento da otimização de utilização dos recursos;

Quadro 2.1 - Comparação de organizações de manutenção

Fonte: WIREMAN (1991)

PINTO & XAVIER (1998) comentam ainda sobre equipes multifuncionais e destacam as vantagens de sua utilização, alocando-as por unidades, em plantas de maior complexidade em empresas de alta competitividade. Suas principais vantagens seriam o entrosamento entre as equipes das diferentes especialidades, aumento da produtividade e da qualidade dos serviços e melhora do nível de comprometimento com os resultados do trabalho.

Considerando ainda o efeito da forma de organização sobre a Confiabilidade dos sistemas, LAFRAIA (2001, p. 237) afirma que nas organizações descentralizadas:

*"A definição de pessoal de reparo por áreas tem um efeito devastador na confiabilidade do equipamento. A presença deste pessoal de reparos produz paradas. Genericamente, a melhor política é centralizar o gerenciamento de manutenção e permitir a atuação do pessoal de reparos nas áreas de operação somente quando há trabalho de manutenção programado e planejado a ser feito ou há um defeito no equipamento".*

McGUEN *apud* HIGGINS *et al.* (2001) postula que nenhuma planta demanda uma organização totalmente centralizada ou totalmente por área. O importante é utilizar-se uma combinação das estruturas que resulte no melhor conjunto de vantagens para uma dada instalação. Resulta daí que não existe uma recomendação geral de formato de organização. O grau de centralização e descentralização a ser decidido para uma dada planta dependerá de aspectos como localização, geografia, tamanho e idade da planta, quantidade de prédios, requisitos de qualificações e equipamentos das diferentes unidades fabris, tamanho da equipe de manutenção e outras peculiaridades das instalações.

CAMPBELL (1995) considera que não existe uma dada estrutura organizacional que possa ser considerada correta e que possa ser implantada em qualquer organização sem ajustes e adaptações. Existem sim estratégias que podem ser utilizadas em situações específicas. Usualmente, a melhor solução para reestruturação da organização de manutenção é uma estrutura híbrida entre centralização e descentralização por áreas. Durante o projeto de uma estrutura organizacional de manutenção é essencial ter-se presente o objetivo final da função, qual seja, assegurar eficácia aos equipamentos a um custo razoável.

Pesquisas feitas pela ABRAMAN (2002) junto à indústria brasileira mostram a evolução dos percentuais de utilização das organizações centralizadas, descentralizadas e mistas, ao longo dos últimos anos. Os dados da pesquisa estão reproduzidos no Quadro 2.2.

<b>TIPO DE ORGANIZAÇÃO</b>	<b>1995</b>	<b>1997</b>	<b>1999</b>	<b>2001</b>
<b>Centralizada</b>	<i>46,2</i>	<i>42,5</i>	<i>40,52</i>	<i>36,62</i>
<b>Descentralizada</b>	<i>13,7</i>	<i>15,83</i>	<i>21,55</i>	<i>21,13</i>
<b>Mista</b>	<i>40,1</i>	<i>41,67</i>	<i>37,93</i>	<i>42,25</i>

Quadro 2.2 – Organização da manutenção na indústria brasileira

Fonte: ABRAMAN (2001)

Observa-se que existe uma tendência das empresas em adotarem a organização descentralizada em substituição à organização centralizada. Conclui-se, a partir das posições dos diversos autores, que este processo deve ser feito com muito cuidado e de forma bastante ponderada, sob pena de perderem-se algumas características vantajosas da organização original.

Na verdade, a organização da manutenção pode variar e se ajustar a inúmeras circunstâncias, observando-se desempenhos bons e ruins para as diferentes organizações adotadas. Deve-se destacar que a manutenção deve, acima de tudo, atender aos objetivos e metas estabelecidos pela organização maior e que sua estrutura organizacional pode ser muito importante e decisiva para a utilização otimizada dos recursos e melhoria dos resultados alcançados.

## **2.5. Planejamento e Programação da Manutenção**

Os trabalhos da manutenção possuem natureza não-repetitiva, com uma rotina bastante diversificada. Incluem um conjunto bastante variado e complexo de atividades, desde a execução

de tarefas previstas nos planos de preventiva e preditiva até atendimentos às emergências do dia-a-dia, para uma gama não menos variada de modelos e tipos de equipamentos.

Este conjunto de atividades, realizado por profissionais e equipes especializadas ou multifuncionais, precisa ser adequadamente preparado. Devem ser definidos todos os aspectos relacionados com a liberação e condicionamento dos equipamentos para a intervenção, providências com relação à segurança das operações, contratação de recursos extra, aquisição de materiais e sobressalentes, utilização de máquinas e ferramentas de apoio, etc., de modo a garantir-se que os recursos necessários sejam disponibilizados conforme a necessidade e no tempo adequado. Esse processo preparatório, em que todos os recursos necessários são apurados e arranjados, é chamado de Planejamento da Manutenção, entendido aqui como o planejamento das atividades de rotina de uma planta operacional.

As considerações acerca do planejamento da produção, trazidas por SLACK *et al.* (1999), se aplicam perfeitamente no contexto da manutenção. Assim como na produção, o propósito do planejamento da manutenção é o de assegurar que esta ocorra eficazmente e produza resultados como deve, requerendo para isto que os recursos produtivos estejam disponíveis na quantidade, no momento e no nível de qualidade adequado. De maneira similar ao que ocorre nas atividades de produção, o planejamento deve conviver com uma série de restrições, como controle de custos, disponibilidade limitada de recursos, prazo para execução, respeito ao meio ambiente, preservação da segurança e saúde dos trabalhadores e qualidade conforme com as necessidades das instalações.

KELLY & HARRIS (1980) consideram que, enquanto as questões de organização e estrutura administrativa representam o aspecto estático da gerência da manutenção, o planejamento e a programação da manutenção correspondem ao aspecto dinâmico. Segundo esses autores, o planejamento e a programação da manutenção têm como função assegurar que os recursos adequados estejam no lugar certo, para executar um trabalho pré-determinado de maneira correta, na ocasião mais oportuna, dentro do menor custo global possível.

NYMAN & LEVITT (2001) consideram que o planejamento é o desenvolvimento antecipado de um programa detalhado para consecução de um determinado fim que, no caso da manutenção, pode ser um reparo ou reforma de um equipamento. Um serviço bem planejado,

adequadamente programado e efetivamente coordenado, pode conduzir a um processo mais eficiente, a um custo menor, com menores distúrbios para operação, maior qualidade, aumento do moral da equipe com mais satisfação no trabalho, aumento da durabilidade dos equipamentos e redução do consumo de peças. Mais trabalho é gerado com menos recursos. Os autores relatam que estudos feitos revelaram que para cada hora de planejamento, três a cinco horas de execução são poupadas. Eles postulam, entretanto, que os ganhos auferidos devam ser reinvestidos para o alcance da “Excelência da Manutenção” e da “Confiabilidade das Instalações”, ao invés de ser visto simplesmente como uma forma de redução dos custos. Sem planejamento, os serviços de manutenção são ocasionais, desorganizados, caros e ineficientes, com freqüência não atendendo as metas negociadas, causando constantes transtornos para a operação.

Através da Figura 2.6, representa-se o conjunto de insumos utilizados no processo de planejamento da manutenção.

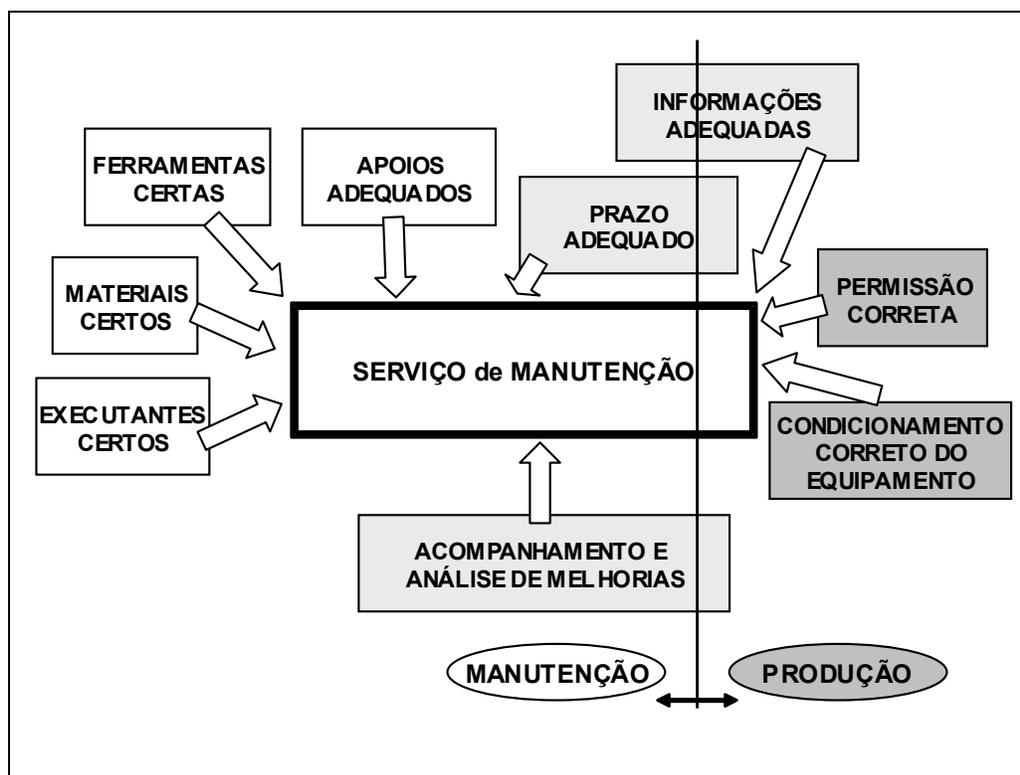


Figura 2.6 – Insumos do planejamento

Adaptado de NYMAN & LEVITT (2001)

De acordo com XENOS (1998), sem uma preparação (planejamento) eficiente, a probabilidade de erro e perdas no trabalho da manutenção tende a ser bem maior do que na produção e, por isto, a eficiência das atividades de manutenção também tende a ser mais baixa quando comparada à produção. Os principais ganhos com o planejamento na manutenção são a redução significativa de custos, o aumento da produtividade da manutenção e a melhora da moral da equipe.

CAMPBELL (1995) registra que pesquisas demonstram que existe uma ligação entre a manutenção planejada e redução de custos. Isto não significa que todo o serviço necessita ser detalhadamente planejado e programado. Para serviços de longa duração, de maior criticidade para o processo produtivo, tarefas que envolvam procedimentos complexos, que utilizem mão-de-obra especializada ou que sejam necessários para substituição de partes ou componentes dos equipamentos, recomenda-se o uso do planejamento e programação da manutenção.

Como programação da manutenção, pode-se usar o conceito mais simples que seria a disponibilidade otimizada de pessoal e materiais para execução dos serviços, exatamente conforme as necessidades, levando em conta quantidade, qualidade e tempo. Uma programação de boa qualidade necessita do conhecimento da carteira de serviços futuros a ser realizada pelos trabalhadores. Essa quantidade de serviço a ser realizada chama-se comumente de “*back-log*”. WIREMAN (1990) recomenda que os valores sejam mantidos entre 2 a 4 semanas, o que pode ser regulado com o controle de horas-extras, acréscimos e reduções pontuais de pessoal terceirizado e mudança de distribuição de pessoal. Outra boa prática é a capacitação dos trabalhadores para múltiplas habilidades, o que confere muita flexibilidade para a organização.

O bom resultado da programação de manutenção depende da qualidade e flexibilidade do planejamento, da disponibilidade de recursos (qualidade e quantidade), de um sistema de informações ágil e organizado, do estabelecimento do fluxo do processo com regras claras e precisas e, principalmente, da motivação e disciplina operacional por parte das pessoas envolvidas.

NYMAN & LEVITT (2001) sugerem uma série de regras que devem ser consideradas por ocasião da programação dos serviços de manutenção, entre as quais destacam-se as seguintes:

- i. A programação só pode ser liberada após todos os insumos disponíveis;

- ii. Adotar o padrão de programação semanal, com fechamento na quinta-feira;
- iii. Reservar recursos para atividades menos importantes (10 a 15%) de modo a poder deslocá-los em caso de emergências, sem interromper o andamento das demais atividades prioritárias;
- iv. Reunir todo o serviço previsto para determinado equipamento, evitando-se repetidas interrupções e otimizando os tempos de deslocamento das equipes;
- v. Programar atividades com equipes de diferentes especialidades para a primeira hora da manhã. Este é o único momento em que todos estarão certamente disponíveis;
- vi. Respeitar a qualificação dos recursos para execução dos serviços. Verificar com supervisores a disponibilidade dos profissionais certos para execução dos serviços;
- vii. Certificar-se de que todos os envolvidos têm conhecimento dos detalhes da programação e que todos conseguirão atender o negociado;
- viii. Em caso de impedimento de qualquer parte, deve haver a rápida comunicação para que haja tempo hábil para a reprogramação;
- ix. Quebras de programação devem ser aprovadas pelos gerentes de Manutenção e Operação;
- x. A programação deve ser seguida com muita disciplina. Desvios devem ser analisados, suas causas claramente identificadas (para evitarem-se repetições) e encaradas como oportunidades para aprendizado.

Os mesmos autores destacam ainda, com muita propriedade, a importância do processo de “coordenação” das atividades planejadas, processo este entendido como um esforço de cooperação entre Manutenção e Operação, cujo objetivo é acordar sobre pontos relevantes do relacionamento entre estas duas partes e outras funções inter-relacionadas que afetam a programação dos serviços, operacionalizada através de reuniões periódicas, com frequência sugerida semanal. Em outras palavras, busca-se sincronismo entre o Plano Mestre de Produção e o Planejamento dos serviços de Manutenção, superando-se os conflitos em prol do interesse da organização. Oportuniza-se uma integração entre os envolvidos, com os planejadores da manutenção adquirindo uma visão do processo produtivo e os operadores atuando como facilitadores dos processos de manutenção.

Segundo WIREMAN (1990), o Planejamento e Programação da manutenção são atividades muito negligenciadas. Um dos maiores obstáculos na sua implementação é a relutância dos gerentes em admitirem que os planejadores são essenciais para qualquer programa bem sucedido de manutenção. Conforme o autor, as principais razões para o fracasso do planejamento seriam: (i) planejamentos mal feitos, com descrição de atividades de forma imprecisa e pouco clara, (ii) sobreposição de responsabilidades e lacunas nas interfaces, (iii) papéis e responsabilidades mal definidos, (iv) falta de qualificação dos planejadores, (v) planejadores desatentos ou descuidados, e (vi) falta de priorização do planejamento, com utilização dos planejadores em outras tarefas.

No Quadro 2.3, apresenta-se o resultado de comparação feita por NYMAN & LEVITT (2001) entre os tempos utilizados na rotina da manutenção, para uma jornada de oito horas diárias, em duas realidades diferentes: a manutenção reativa, sem planejamento e programação, e a manutenção pró-ativa, com planejamento e programação sistematizados.

Atividades	Manutenção <b>sem</b> Planejamento		Manutenção <b>com</b> Planejamento	
	%	Tempo em horas	%	Tempo em horas
Recebimento de instruções	5	0,4	3	0,24
Retirada de ferramentas e materiais	12	0,96	5	0,4
Deslocamentos ao campo	15	1,2	10	0,8
Atrasos devido coordenação	8	0,64	3	0,24
Ociosidade	5	0,4	2	0,16
Perdas no início e fim da jornada	5	0,4	1	0,08
Descansos autorizados	10	0,8	10	0,8
Interrupções extras (telefonemas, fumo, intervalos extras, etc).	5	0,4	1	0,08
Total de tempo perdido	65	5,2	35	2,8
Saldo de tempo útil para o trabalho	35	2,8	65	5,2

Quadro 2.3 – Atividades de manutenção com e sem planejamento

Fonte: NYMAN & LEVITT (2001)

Os dados tabelados foram obtidos em estudos realizados em uma grande variedade de indústrias. Observa-se claramente que a disponibilidade de tempo útil para o trabalho no segundo

caso (manutenção com planejamento) é praticamente o dobro do primeiro caso, o que representa um ganho muito expressivo de recursos, mesmo que seja deslocado algum componente da equipe para os trabalhos de planejamento e programação. Seria como se a força de trabalho fosse multiplicada, sem que fossem necessárias novas admissões.

## 2.6. Táticas de Manutenção e Confiabilidade

CAMPBELL (1995) destaca que o conjunto de ações e sua implementação ao longo do tempo configuram as opções táticas necessárias para transformar em realidade o Planejamento Estratégico da Manutenção. Assim como na metodologia proposta no RCM, o autor afirma que a escolha da tática depende da análise de cada componente ou sistema, de sua função no conjunto, do mecanismo de falha, da consequência desta falha e das implicações econômicas. Por fim, o autor identifica as seguintes principais táticas:

- i. Uso até a Falha (*Run-to-Failure*), ou manutenção corretiva, em que a intervenção ocorre somente com a falha do equipamento;
- ii. Redundância, quando se disponibiliza um equipamento reserva instalado, pelo fato da função exercida ser muito crítica;
- iii. Substituição Programada de Componente, executada a partir de um determinado tempo ou número de horas de uso;
- iv. Revisão Geral Programada, em uma condição similar à anterior, porém, com toda a instalação sendo parada e revisada;
- v. Manutenção por Oportunidade, ou Preditiva, aproveitando-se uma janela na programação de produção;
- vi. Manutenção Preventiva, quando serviços diversos como limpeza, inspeção, ajustes, substituições de componentes e outras medidas de prevenção de falhas são efetuadas com base no tempo ou outro fator relacionado com o tempo de uso;
- vii. Manutenção Baseada na Condição, onde as intervenções são realizadas em função da real condição do equipamento, apurada a partir do acompanhamento de alguns parâmetros ou variáveis;

- viii. Re-projeto, aplicado em situações mais críticas, em que equipamentos vitais para o processo têm desempenho insatisfatório, e os esforços para monitoramento das condições e detecção de falhas se mostram ineficazes.

Considerando a quantidade de serviço aplicado para assegurar a disponibilidade dos equipamentos e o custo associado deste serviço, WIREMAN (1990) sugere uma classificação levemente distinta, identificando seis tipos típicos de manutenção:

- i. Manutenção na quebra;
- ii. Programa básico de lubrificação;
- iii. Manutenção preventiva;
- iv. Manutenção preditiva, com monitoramento discreto;
- v. Manutenção baseada na condição, com monitoramento contínuo;
- vi. Manutenção zero-falha.

Destacam-se, a seguir, outras considerações importantes feitas por CAMPBELL (1995) e por BLANCO (1996), a partir de estudos realizados sobre equipamentos, suas falhas e a escolha de táticas ou estratégias de manutenção:

- i. As falhas não estão necessariamente relacionadas com a idade do equipamento ou seu tempo de uso;
- ii. Nenhuma manutenção é capaz de conferir mais confiabilidade a um equipamento do que sua confiabilidade inerente. É importante, assim, averiguar as especificações e premissas de projeto antes de buscar melhorar o desempenho de um equipamento;
- iii. As manutenções preventivas são aplicáveis somente para o conjunto de equipamentos que apresentam padrões de falha crescente com o tempo. Não são adequadas para padrões de falha constantes ou aleatórias;
- iv. As revisões gerais com completa desmontagem dos equipamentos podem ser inadequadas, já que, dependendo do padrão de falhas, podem dar início a uma fase de alta probabilidade de falhas;

- v. As falhas normalmente avisam que vão ocorrer, sendo a falha potencial detectável antes da falha funcional. O intervalo de tempo entre as duas ocorrências é que determina a possibilidade de aplicação de alguma técnica preditiva, ou seja, o tempo de desenvolvimento da falha deve ser longo o suficiente para permitir a realização de algum monitoramento;
- vi. Às vezes, as falhas não são facilmente previsíveis, o que significa que as táticas de manutenção de reforma ou substituição de componentes baseadas no tempo ou uso nem sempre proporcionarão operação livre de falhas;
- vii. As falhas podem ser caracterizadas em quatro categorias: aleatórias ou não aleatórias, e com ou sem tempo de desenvolvimento de falha. Para cada composição, existe uma tática mais adequada que proporcionará a melhor relação custo benefício.

LAFRAIA (2001) destaca que a Confiabilidade dos equipamentos está diretamente relacionada com a qualidade do programa de manutenção (caracterizada pela filosofia, política e práticas de manutenção), estrutura organizacional, nível de “staffing”, habilitação, treinamento, entre outros fatores. O autor postula que o fator humano é determinante para os resultados de confiabilidade, disponibilidade dos equipamentos e custo da atividade de manutenção. Qualificar a atuação dos profissionais de manutenção, em última instância, implica na melhoria da qualidade da manutenção e no aumento da confiabilidade da planta.

Com algumas exceções, a confiabilidade intrínseca atribuída a um equipamento pelo fabricante não é um fator significativo. Segundo a empresa *SOLOMON ASSOCIATES* (LAFRAIA, 2001), especializada em pesquisa de desempenho empresarial no segmento de petróleo e petroquímica, a melhoria da disponibilidade mecânica não é resultado da intensificação dos níveis de manutenção, nem tampouco tem como resultado o aumento dos gastos. Estudos realizados junto a refinarias de petróleo do mundo inteiro até o ano de 1998, mostram que o aperfeiçoamento da confiabilidade não está necessariamente associado a maiores gastos da manutenção. As melhores empresas adotam uma abordagem gerencial refletida nas práticas de gerenciamento decisivo da confiabilidade para resultados, execução de reparos definitivos, avaliação cuidadosa da condição do equipamento e análise continuada dos dados da planta.

As diferenças de desempenho entre refinarias não estão relacionadas à idade, porte ou localização, como se poderia supor. Não existem diferenças significativas na competência do pessoal de manutenção, entre os refinadores de alto e baixo custo. A razão para a diferença é que as refinarias de menores custos têm demanda menor de reparos de manutenção e, assim, fazem menos trabalhos, enquanto, nas de maior custo, as equipes se mantêm envolvidas no reparo, sem tempo para solução efetiva dos problemas.

LAFRAIA (2001) ainda destaca que a substituição de manutenções preventivas periódicas por intervenções baseadas na condição do equipamento, pode levar, em alguns casos, a aumentos de 100 a 500% na disponibilidade dos equipamentos para operação. O autor relaciona ainda o que considera “boas práticas para alta confiabilidade e baixo custo”:

- i. Coleta, registro e cadastro de dados de falhas;
- ii. Análise Sistêmica da Causa Básica;
- iii. Avaliação Crítica dos Processos;
- iv. Estabelecimento de Metas para Confiabilidade;
- v. Adoção de estilo organizacional focado em confiabilidade, no qual as falhas são encaradas como excepcionais, resultantes de deficiências na política de manutenção e do foco de gerenciamento, em oposição ao estilo focado no reparo, no qual a equipe se ocupa com a realização dos reparos, sem tempo para solução dos problemas de forma efetiva;
- vi. Execução de reparos definitivos, permanentes;
- vii. Adoção de postura de proprietária dos ativos e equipamentos por parte da Operação;
- viii. Desenvolvimento de habilidades multifuncionais nas equipes de execução;
- ix. Aplicação de Engenharia Simultânea;
- x. Priorização do Planejamento, rejeitando a manutenção reativa.

CAMPBELL (1995) acrescenta a esta lista outros aspectos relevantes, alguns deles intangíveis, que podem contribuir decisivamente na melhoria da confiabilidade dos equipamentos e das instalações:

- i. Reforço permanente da importância do apoio ativo e da colaboração entre as equipes de manutenção, operação, suprimento e outras funções técnicas e administrativas;
- ii. Compreensão por toda a organização de que a função manutenção é uma responsabilidade de toda a estrutura organizacional;
- iii. Envolvimento dos operadores;
- iv. Estilo de gestão participativo, de confiança e focado na resolução de problemas;
- v. Rejeição total a gastos (de tempo, espaço, trabalho, materiais, inventários e movimentos) que não representem agregação de valor ao produto ou serviço final.

## **2.7. Materiais e Sobressalentes na Manutenção**

O processo de suprimento de materiais e sobressalentes para uso nos serviços de manutenção deve assegurar a disponibilidade dos materiais certos e no tempo certo, de forma a viabilizar o cumprimento da programação de manutenção conforme planejamento.

CAMPBELL (1995) afirma que as despesas com materiais correspondem a, aproximadamente, metade do orçamento da manutenção, o que reforça a importância de sua gestão eficaz para melhoria do desempenho da Manutenção. Uma falha no controle dos estoques pode comprometer decisivamente a produtividade da manutenção. Por esse motivo, o autor considera que o planejamento adequado da manutenção e a gestão eficaz de materiais são os dois elementos essenciais para a sustentação e evolução positiva da manutenção.

NYMANN & LEVITT (2001) consideram que a disponibilidade de materiais e o controle dos níveis de inventário podem ser objetivos conflitantes, principalmente quando não existem diretrizes que orientem o processo. Deve-se focalizar no atendimento das necessidades da planta, no momento de implementar um sistema de otimização de estoques com controle e revisão contínua. O gerenciamento dos estoques deve se basear em critérios econômicos e cada decisão

relacionada com a estocagem de um item deve proporcionar o menor custo global para a operação. São três os fatores em jogo: custo da aquisição, custo do estoque e impacto decorrente da falta do item quando necessário.

Ainda segundo esses autores, a manutenção precisa de adequado apoio logístico relacionado com o suprimento de materiais e sobressalentes, de modo a realizar sua missão de forma satisfatória. A falta desse apoio pode resultar em perda de tempo, comprometimento da qualidade do trabalho, diminuição da confiabilidade dos equipamentos e limitação da capacidade de produção. Pode configurar-se, assim, numa “armadilha para a produtividade”, podendo representar até 25% das perdas de tempo por ocasião da execução dos serviços de manutenção, devido à falta de materiais e sobressalentes necessários para uso. Configuram-se em equívoco as políticas de redução de custos baseadas no controle dos custos aparentes, quando inexitem preocupações com o impacto sobre a confiabilidade e a produção decorrentes da falha do suprimento de materiais no atendimento das demandas da manutenção.

NYMANN & LEVITT (2001) destacam a importante parceria que deve existir entre o departamento de manutenção e o de suprimento, permitindo à manutenção desempenhar seu importante papel na sustentação da confiabilidade operacional. Os autores sugerem como objetivos associados à otimização desta relação: dispor dos materiais certos, no local certo, no tempo certo e pelo preço correto; evitar excessos de inventário; realizar a correta apropriação dos custos para os materiais usados; e facilitar a consulta e obtenção de informações, através de um sistema informatizado para cadastro de materiais e itens sobressalentes.

De acordo com WIREMAN (1998), é importante estabelecer como meta a disposição dos materiais e sobressalentes em quantidades suficientes, sem, contudo, cometer excessos que possam onerar demasiadamente os estoques. Nesta área, as dependências entre decisões são notórias: A insuficiência de estoques, juntamente com um processo ineficiente de suprimento, pode desencadear um processo reativo de manutenção. Por outro lado, quando a maioria dos trabalhos de manutenção é planejada com várias semanas de antecedência, a prática de estoques baixos pode ser implementada com sucesso. O autor lembra ainda que a decisão por estoques muito baixos, com comprometimento do atendimento das demandas de manutenção, leva as equipes de manutenção a

encontrarem suas próprias soluções, fazendo reservas “estratégicas” de materiais ou buscando alternativas para obter os materiais necessários, subvertendo os padrões estabelecidos. De modo a prevenir este tipo de situação, o autor recomenda a instituição de um modelo de controle de estoques que permita alcançar um nível de 95 a 97% de atendimento.

Dentre as causas associadas ao mau funcionamento dos serviços de suprimento de materiais e sobressalentes, WIREMAN (1998) destaca: Manutenção reativa, descontrole de estoque, falhas de registro das transações de estoque, falta de disciplina na execução das rotinas, localização inadequada dos almoxarifados, falta de suporte gerencial, e perda de foco da equipe.

## **2.8. A Terceirização da Manutenção**

A contratação de atividades de manutenção representa uma opção estratégica para as organizações, permitindo que a organização concentre atenção em suas atividades fim e se beneficie de serviços mais eficazes, mais qualificados e de menores custos (CAMPBELL, 1995a; MURTHY *et al.*, 2002; DUNN, 2002). Deve-se levar em conta, entretanto, o quanto estas atividades podem comprometer o atendimento das necessidades da produção e, com isso, o quanto podem afetar as vantagens competitivas identificadas para a organização. Assim como ocorre com qualquer outra iniciativa de melhoramento, a terceirização de atividades traz benefícios associados a alguns riscos, que dependem de diversos fatores, como o tipo e estilo organizacional da indústria tomadora dos serviços, das características e competências do mercado regional e da própria qualidade do processo de terceirização. Por esse motivo, é aconselhável realizar-se uma análise detalhada do processo e um planejamento dos passos para sua implantação que levem em consideração todos os aspectos relacionados com a decisão tomada, como, por exemplo: avaliação prévia com justificativa para a terceirização, objetivos a serem alcançados, ajustes da organização para gerenciamento da terceirização, definição das atividades terceirizáveis, especificação e requisição da contratação e seleção de fornecedores e táticas de negociação (CAMPBELL, 1995a).

Segundo CAMPBELL (1995a), os principais benefícios da terceirização estão relacionados com a qualidade dos serviços, melhoria do atendimento, aumento da flexibilidade da organização e possibilidade de concentração de esforços em temas de maior interesse para a organização. Os maiores riscos associados seriam a perda de competências críticas ou substituição

por outras de pior qualificação e o comprometimento da integração organizacional. O autor destaca a importância do planejamento da estratégia de terceirização. Deve-se especificar claramente o escopo dos trabalhos e delinear precisamente as responsabilidades e as relações com a equipe própria. O processo deve ser monitorado atentamente, controlando-se aspectos como produtividade, custo, qualidade e segurança, assegurando-se que a flexibilidade e outras vantagens identificadas serão realmente usufruídas.

Quanto ao nível de terceirização adotado, WIREMAN (1991) apresenta quatro opções para configuração das equipes de manutenção:

- i. Equipe totalmente própria, considerada como a opção tradicional no mercado americano;
- ii. Combinação de equipe própria com alguns contratados realizando serviços específicos, especializados ou rotineiros, dependendo do caso;
- iii. Equipe executante contratada, sob supervisão de equipe própria, considerada modelo comum no Japão. A empresa contratada é responsável pelo fornecimento e administração da mão-de-obra qualificada. A rotatividade e falta de familiaridade dos trabalhadores contratados com o processo e seus equipamentos são compensados pela atuação dos supervisores próprios; e
- iv. Equipe de manutenção totalmente contratada, incluindo os supervisores e planejadores, respondendo diretamente a um gerente de planta, alternativa esta que vem sendo experimentada por algumas empresas, em alguns casos com relato de expressivo sucesso.

IDHAMMAR (1999) questiona a prática de terceirização de serviços de rotina, sem a adoção de critérios para a tomada de decisão. O autor recomenda, por exemplo, que antes de optar-se pela contratação com o propósito de absorver oscilações da demanda de serviços, sejam adotadas medidas para controle da variância da carga de trabalho. Se existe oscilação da carga de trabalho é porque falta disciplina na aplicação de prioridades do trabalho e inexistente (ou é ineficaz) o programa de manutenção preventiva. Como resultado, tem-se uma baixa e ineficiente utilização dos recursos. A contratação não resolve o problema, a menos que a empresa contratada implemente um sistema

melhor do que o existente. Neste caso, o autor questiona a razão pela qual a própria empresa não toma a iniciativa de corrigir estes defeitos, o que só não será possível caso a mesma tenha perdido a capacidade e habilidade de fazê-lo.

IDHAMMAR (1999) critica ainda os defensores da terceirização que utilizam o argumento de que a manutenção como um todo não seria uma atividade fim da companhia. No seu entendimento, esta consideração deixa de ser válida para os casos em que a confiabilidade dos equipamentos é resultado direto do trabalho da manutenção, situação típica das IPCs, por exemplo. Ele sugere que as atividades com relação estreita com a confiabilidade dos equipamentos sejam realizadas por profissionais próprios da empresa, a menos que se pratique uma política de contratação global. Neste caso, recomenda que a contratação seja do tipo “baseada em resultados”, com enfoque especial para o desempenho de confiabilidade dos equipamentos e custos globais da manutenção. O autor defende ainda a terceirização na manutenção para os casos de serviços de baixa responsabilidade não associados à confiabilidade dos equipamentos, para intervenções de grande porte, como no caso de Paradas de Manutenção de Unidades ou grandes obras, ou ainda para os casos de serviços ocasionais que requeiram especialização extrema, quando então a companhia não consegue manter equipe de rotina qualificada em seus quadros.

LEVERY (1998) comenta que boa parte das empresas que terceirizam os serviços de manutenção, o fazem por partirem de uma premissa equivocada em que a manutenção é vista como custo, sem adição de valor ao processo produtivo. Isto cria uma falsa ilusão de que um prestador externo de serviços poderá realizá-los com desempenho superior ao do pessoal próprio. São feitas suposições de que a terceirização irá conduzir a custos menores, maior produtividade, rígido controle dos ativos e maior grau de especialização, numa relação focada no cliente. O autor ressalta, finalmente, que esta visão de curto prazo traz realmente algumas vantagens imediatas, mas, a médio e longo prazo, observa-se redução do nível de desempenho e disponibilidade dos ativos. Como um retrocesso neste processo é bastante complicado e politicamente errado, a solução tem sido responsabilizar diretamente a empresa terceirizada e substituí-la por outra que possa corresponder às expectativas.

Ainda segundo LEVERY (2002), enquanto um trabalhador do próprio quadro da empresa entende as reais necessidades operacionais da produção e, com isso, consegue na maioria das vezes tomar a decisão no melhor interesse da empresa, uma empresa contratada toma suas decisões procurando sempre maximizar seu lucro, respeitados os limites estabelecidos pelo instrumento contratual. A solução para este impasse tem sido a adoção de mecanismos contratuais que proporcionem ganhos à contratada, somente a partir da melhoria de desempenho dos ativos, como confiabilidade e disponibilidade, e a oferta de bonificações extras que recompensem os riscos assumidos no alcance de metas desafiadoras.

Conforme HENDERSON (2000), a decisão pela terceirização (“o que” e “em que nível”) deve ser tomada com base no objetivo de aumentar a competitividade da empresa, o que necessariamente passa por um contínuo processo de busca de boas práticas que trazem consigo a redução de custos e aumento de produtividade. A empresa contratada deve, portanto, ter a manutenção ou o gerenciamento de plantas auxiliares como sua atividade fim. Para a adoção da terceirização global da manutenção, incluindo-se a gestão das atividades, a empresa contratada deve possuir “*expertise*”, sistemas, especialistas, conhecimento e capacidade de manter a planta do cliente. A empresa contratada deve se propor a alcançar, em conjunto com a contratante, objetivos comuns de negócio, buscando o permanente aprimoramento tecnológico e adotando estratégias de desenvolvimento de recursos humanos, essenciais para uma relação sustentável de longo prazo e de alto nível. HENDERSON (2000) sugere a adoção de níveis diferentes de terceirização, de acordo com as necessidades das organizações e realidades do mercado prestador de serviços.

Nos mercados americano e japonês, segundo CAMPBELL (1995), contrata-se, respectivamente, 15 e 60% dos recursos da manutenção, para atendimento de serviços especializados ou picos e demandas extras de serviços. No Brasil, segundo dados da ABRAMAN (2002), no relatório apresentado no 16º Congresso Brasileiro de Manutenção, as empresas contratam em média cerca de 39% do pessoal da área de manutenção, o que representa cerca de 27% dos gastos totais desta atividade.

Em pesquisa realizada pela organização *PLANT MAINTENANCE RESOURCE CENTER* (2001) junto a diversos setores industriais, foram obtidas as seguintes informações relevantes no contexto deste trabalho:

- i. A despesa média com terceirização representa 1/3 do orçamento anual de manutenção das empresas;
- ii. A terceirização é feita normalmente para atividades complementares, não tendo sido percebida tendência de contratação global da manutenção, como alguns autores têm destacado nestes últimos anos;
- iii. Os principais motivos pelos quais as empresas terceirizam suas atividades são: a) busca de aumento da produtividade; b) redução de custos; e c) orientação das equipes próprias focadas nas atividades fim (cabe destacar que o conceito de atividade fim varia muito de empresa para empresa);
- iv. Os indicadores típicos de desempenho de empresas contratadas são: a) custo; b) desempenho em segurança; e c) qualidade do trabalho. Curiosamente, nenhum destes indicadores avalia, diretamente, o desempenho dos ativos, o que alguns autores sugerem como a melhor e mais motivadora forma de controle. Este contra-senso se explica na medida em que os contratos, na prática, são de mão-de-obra e não de gestão global da manutenção; e
- v. Os fatores chave considerados como responsáveis pelo sucesso de empresas contratadas são: a) responsabilidade; b) flexibilidade; c) qualidade da supervisão; e d) conhecimento e experiência. Foram citados, ainda: equipe executora estável e competente, visão e metas comuns entre contratada e contratante, relacionamento saudável no trabalho e processo de comunicação eficaz em duas vias.

De fato, a decisão pela terceirização parece ser exclusivamente uma questão econômica (MURTHY *et al.*, 2002) que passa pela análise da importância da atividade para a empresa e o grau de dificuldade de sua execução por pessoal próprio (DUNN, 2002; TSANG, 2002; IDHAMMAR, 1999). Uma excelente abordagem para a decisão pela terceirização é apresentada por DUNN (2002), onde a avaliação é feita a partir de uma matriz de decisão, representada na Figura 2.7. Os parâmetros de decisão são dois: a importância estratégica da atividade para a empresa e a competência para o exercício da atividade pelo pessoal próprio.

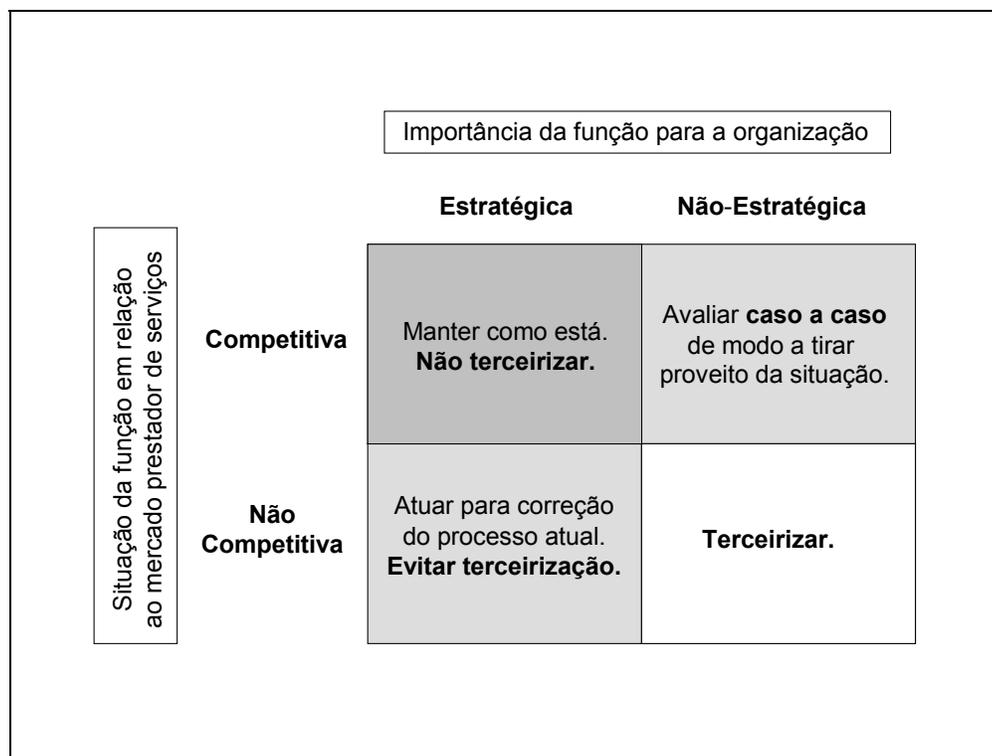


Figura 2.7 – Matriz de decisão - Terceirização

Fonte: Adaptado de DUNN (2002)

## 2.9. Segurança Industrial, Saúde e Meio Ambiente.

VIANA (2002) afirma que Segurança do Trabalho e Meio Ambiente são fatores que necessariamente precisam ser considerados no estabelecimento das estratégias de manutenção, levando-se não só em conta as exigências legais, mas também a interação dos equipamentos com as pessoas e o meio ambiente.

Numa IPC do segmento químico e petroquímico, a segurança industrial, saúde dos trabalhadores e proteção ao meio ambiente têm merecido atenção redobrada nos últimos anos, em decorrência da ocorrência de graves acidentes e a crescente preocupação da sociedade e dos órgãos governamentais com relação a estas questões. Conforme CILIBERTI (1998), estes aspectos são consequência direta dos programas de manutenção com vistas a Integridade Mecânica dos equipamentos de processo. O autor comenta que tendências e desenvolvimentos mais recentes nestas indústrias têm aumentado a dificuldade para implementação de programas de Integridade Mecânica, enquanto, por outro lado, tornaram sua implementação obrigatória.

Conforme MOBLEY (*in: HIGGINS et al., 2002*), embora normalmente os esforços relacionados com a segurança industrial em uma empresa estejam delegados a um grupo de especialistas, o departamento de manutenção quase sempre é a chave do sucesso do programa. Esse departamento não somente é responsável pela segurança de seus próprios colaboradores, mas, também, pela integridade mecânica das instalações, assegurando condições operacionais seguras. O autor lembra ainda que a segurança do pessoal da manutenção guarda peculiaridades em relação à segurança do pessoal da produção, entre as quais destacam-se a natureza das tarefas não repetitivas e a execução de serviços em equipamentos sem suas proteções e com seus dispositivos de segurança desabilitados. A segurança na execução das atividades de manutenção depende em muito do desempenho de segurança individual dos trabalhadores. Daí a importância de um trabalho de conscientização e formação de cultura pró-segurança entre os trabalhadores. É praticamente impossível a criação e a implementação de regras de segurança para todas as inúmeras situações vivenciadas pelos trabalhadores no dia-a-dia da manutenção. Os trabalhadores necessitam permanecer em permanente alerta a cerca dos riscos que correm ao atuarem nas áreas operacionais e também dos riscos gerados por ocasião do exercício de suas próprias atividades.

MONCHY (1989) destaca também que as equipes de manutenção atuam, com frequência, em circunstâncias excepcionais, não se beneficiando das melhores condições de segurança proporcionadas pelos dispositivos de proteção. Cabe, portanto, ao responsável pelo serviço de manutenção, a adoção de procedimentos particulares que assegurem a proteção da equipe e a tarefa de conhecer as áreas de atuação e as peculiaridades de cada atividade.

Ainda com relação a este tema, cabe destacar as conclusões relacionadas com as atividades de empresas terceirizadas, apuradas por órgão do governo americano por ocasião das investigações das causas de uma explosão em um complexo petroquímico nos Estados Unidos (PINTO & XAVIER, 1998):

- i. Os trabalhadores de empreiteiras se acidentam mais que os trabalhadores próprios;
- ii. Os trabalhadores de empreiteiras recebem menos treinamento de segurança e saúde e menos informações sobre os riscos nos locais de trabalho, substâncias perigosas e procedimentos de emergência; e

- iii. De um modo geral, os acidentes são pouco relatados e pouco analisados, e as empreiteiras são pouco propensas a se envolverem diretamente com assuntos de segurança.

Estas conclusões podem ser extrapoladas para a realidade brasileira, levando-se a traçar estratégias adequadas relacionadas com a atuação de empresas terceirizadas e questões relativas à segurança e ao meio ambiente.

## Capítulo 3

### FUNDAMENTOS HABILITADORES DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO EM UMA IPC

#### 3.1. A Escolha dos Fundamentos para a Gestão da Manutenção

A partir dos conceitos teóricos apresentados no Capítulo 2, considerando as ponderações feitas por alguns especialistas na implantação de sistemas similares de gestão de manutenção e com base na experiência do autor deste trabalho no segmento de refino de petróleo, apresenta-se a seguir uma proposta de elementos necessários para o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de manutenção, baseado nos princípios da MCM proposta por WIREMAN (1990). Esses elementos podem ser identificados junto a diversas empresas líderes de mercado, sendo reconhecidos como diferenciadores da manutenção, colocando-a em posição de agente de sustentação e propulsora dos sistemas de produção bem sucedidos. Salienta-se, entretanto, que esses elementos funcionam na sua plenitude quando integrados em um sistema de gestão e que sua adoção de forma isolada pode levar a resultados bastante limitados ou mesmo insatisfatórios. Assim recomenda-se a apreciação de seu conjunto completo, bem como suas relações e abrangências, dentro do contexto maior da empresa.

Considerando-se a importância desses elementos para um sistema de gerenciamento de manutenção em uma IPC brasileira, eles são aqui tratados como fundamentos habilitadores para a gestão. Os fundamentos selecionados e representados na Figura 3.1 são:

- i. Planejamento e Programação dos Serviços;
- ii. Otimização da Demanda de Serviços de Manutenção;
- iii. Engenharia de Manutenção;
- iv. Qualidade na Execução de Serviços;

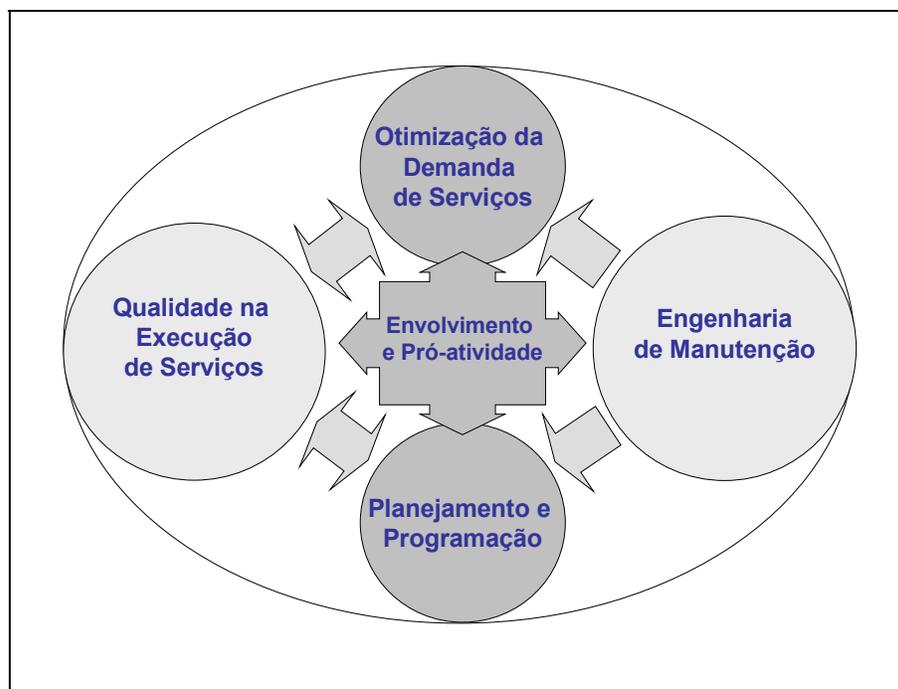


Figura 3.1 – Fundamentos do sistema de gerenciamento de manutenção

Como representado no centro da Figura 3.1, cabe destacar que a integração entre os quatro fundamentos, referida como crítica para o sucesso, ocorre, não só através do adequado projeto dos fluxos do processo de manutenção e tratamento das interfaces existentes, mas, principalmente, sustentada por uma atmosfera de envolvimento e pró-atividade. Reforça-se, com isso, o papel chave das pessoas e dos relacionamentos humanos neste, assim como em qualquer outro sistema de gerenciamento. Qualquer gestão, seja simples ou complexa, somente é bem sucedida se realizada por pessoas e equipes engajadas. Por isso, é fundamental que as pessoas não só aceitem as mudanças decorrentes da implantação de um novo sistema, como as conduzam. Também é importante que as lideranças da organização promovam o claro entendimento dos processos, mantenham a motivação e forneçam orientação permanente aos participantes, num clima de confiança e cooperação. A compreensão e o gerenciamento dos fundamentos e de suas múltiplas relações por todos dentro da organização, em especial por parte daqueles diretamente envolvidos no Processo de Manutenção, são cruciais para que o sistema alcance pleno sucesso.

Considera-se que a definição precisa dos objetivos da manutenção, alinhamento com o planejamento estratégico da corporação, mapeamento do processo de manutenção e escolha de

fundamentos que servirão como referência para sua construção, são etapas que precedem o projeto, desenvolvimento e implementação de um sistema de gerenciamento de manutenção. Um sistema, concebido e implantado nestas bases, estará mais bem qualificado para proporcionar os resultados que se propõe a alcançar para a corporação. Nas próximas três seções deste capítulo destacam-se a importância do Desdobramento do Planejamento Estratégico, a análise do Processo e questões relacionadas com a Estrutura Organizacional da Manutenção.

Após esta abordagem, são explorados os quatro fundamentos habilitadores selecionados e suas interações, apresentando-se as relações de causa e efeito existentes. Para compreender as razões que motivaram a escolha dos quatro fundamentos, é importante ter em mente o objetivo de um Sistema de Gerenciamento de Manutenção em uma IPC considerado neste trabalho, qual seja, proporcionar, de forma sustentável e integrada com o processo produtivo, os melhores resultados de confiabilidade e disponibilidade para equipamentos e sistemas industriais, ao menor custo possível, assegurando a segurança e saúde dos trabalhadores e a preservação do meio ambiente. Considera-se que a operacionalização e articulação destes quatro fundamentos, de forma eficaz e produtiva, representam o gerenciamento da manutenção, propriamente dito. Mostra-se a importância de cada um deles para o processo de Manutenção e seu objetivo.

Nas duas últimas seções, são apreciados dois outros temas de importância para a gestão da manutenção numa IPC: o Suprimento de Materiais e Sobressalentes e a Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional.

### **3.2. A Manutenção e o Planejamento Estratégico**

A Manutenção deve estabelecer suas metas e objetivos e, para isto, é fundamental que se realize o desdobramento do Planejamento Estratégico Corporativo, assegurando-se assim total alinhamento e coerência com os propósitos da organização. Parte-se, portanto, do pressuposto de que existe um Planejamento Estratégico por parte da organização que será atendida pelo sistema de manutenção. Considera-se tal aspecto fundamental, na medida em que a adaptação e desenvolvimento do sistema integram-se com o planejamento dos demais departamentos, alinhados pelas diretrizes gerais na busca dos objetivos corporativos. Isso possibilita que o sistema adotado tenha o apoio de toda a organização.

No estabelecimento das metas e objetivos, é necessário que os referenciais mundiais de desempenho da manutenção sejam considerados, através de um processo de *benchmarking*, permitindo-se identificar pontos fortes, fraquezas, limites e desafios, não apenas a partir da identificação dos melhores desempenhos, mas também buscando o entendimento da forma como os líderes os alcançaram (DUNN, 1999).

No processo de identificação de referenciais, ocorrem naturalmente algumas dificuldades na busca das informações e na adaptação dos indicadores obtidos à realidade local. As fontes nem sempre estão disponíveis e, mesmo quando existem, os cenários e a realidade dentro de cada empresa podem afetar significativamente o desempenho, dificultando sua compreensão. O processo é trabalhoso, porém necessário e valioso. Cabe ainda ressaltar que, mais do que os dados absolutos em si, precisa-se avaliar as tendências de desempenho. A fixação da visão em metas pode não ser um agente motivador. Já a análise de tendências tem o potencial de apresentar o nível atual de qualificação da empresa e a capacidade de seus funcionários na superação de desafios.

Outra providência, importante para o estabelecimento das metas e objetivos, é o diagnóstico para identificação e avaliação da situação atual em relação às metas estabelecidas, abordando a totalidade dos itens de desempenho. Destacam-se aqui os aspectos relacionados com segurança e saúde ocupacional, custo, confiabilidade das instalações, qualidade do planejamento e programação dos serviços e, em especial, as expectativas dos clientes internos, no caso a Operação. A diferença entre a situação atual e a situação desejada ou necessária é a essência do planejamento para implantação de um programa de melhorias.

A partir das metas e objetivos estabelecidos e do diagnóstico concluído, é possível estabelecer-se um plano de ação, constituído por um conjunto de planos de trabalho que devem ser elaborados de forma: *(i)* participativa, com todos os atores do processo se fazendo representar; *(ii)* abrangente, atendendo todos os aspectos considerados no diagnóstico; *(iii)* priorizada, valorizando os pontos críticos para a organização e pessoas; e *(iv)* completa, detalhando ações, responsáveis e prazos.

No diagrama, apresentado na Figura 3.2, procura-se ilustrar de forma esquemática as diversas fases e seqüenciamento deste processo.

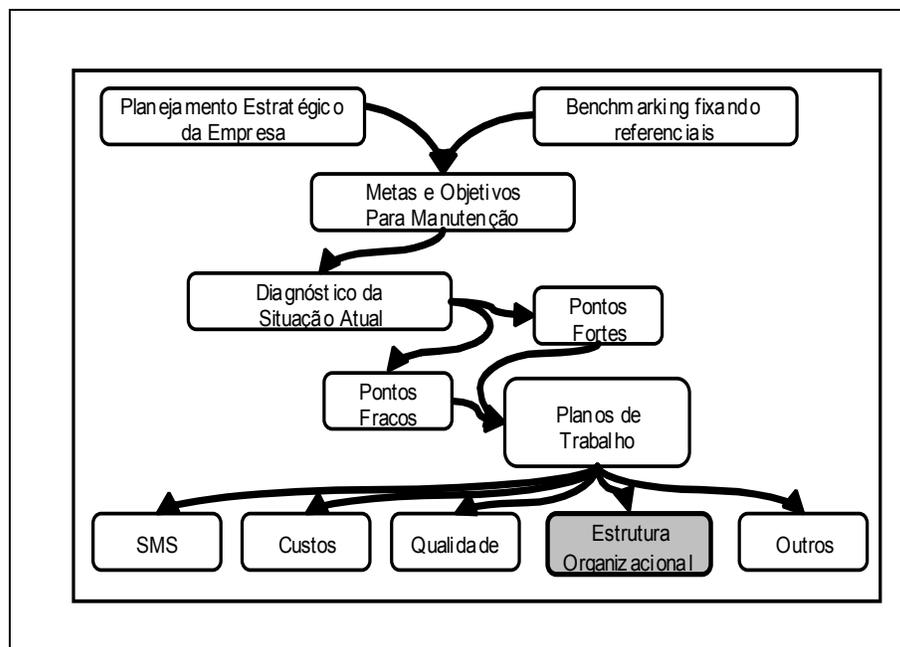


Figura 3.2 – Processo de elaboração dos planos de trabalho

Nesta figura, dentre os blocos que representam o conjunto de planos de trabalho, destaca-se propositalmente a estrutura organizacional. Procura-se mostrar que a estrutura organizacional a ser adotada deve ser vista como um produto ou resultado desta análise e não uma premissa ou ponto de partida inicial. Está, portanto, sujeita à revisão, ajustes e melhorias, conforme as necessidades identificadas no desenvolvimento do processo. A título de referência, pode-se utilizar como modelo uma estrutura-exemplo, genérica o suficiente para ajustar-se às necessidades identificadas no processo. Deve-se também levar em conta o caráter dinâmico do mercado. Os competidores avançam com resultados cada vez melhores e as demandas internas também se alteram, o que significa que se deve considerar no planejamento organizacional a necessidade de permanente re-posicionamento e atualização.

Concomitantemente com esta etapa de diagnóstico da situação da manutenção e de construção dos planos de trabalho, pode-se analisar o fluxo de todo o processo de manutenção. A análise, otimização e redesenho do processo, chamado de mapeamento do processo, tem as questões relevantes, para o caso da manutenção, apreciadas na próxima seção.

### **3.3. O Processo de Manutenção**

A Manutenção Industrial deve ser vista como um processo e não simplesmente como um departamento responsável por uma função. Enquanto for tratada exclusivamente dentro dos limites de uma gerência, uma parcela do esforço realizado para a sua otimização estará sendo mal empregada ou desperdiçada. Deveria, na verdade, ser usada na melhoria das relações externas e do conjunto completo de fatores que afetam o desempenho da manutenção. Como consequência, resultados insatisfatórios são obtidos, podendo trazer consigo a frustração da equipe de trabalho, o que acarreta em prejuízos significativos para a organização como um todo.

Uma forma de se tratar este problema é realizar o mapeamento do processo de Manutenção, identificando as atividades principais, os departamentos responsáveis pela sua execução e as relações existentes. Obtém-se, com isto, toda a rede de relações da qual a manutenção participa. Nesta oportunidade, aproveita-se para proceder a análise e revisão do processo, buscando-se e identificando-se oportunidades de ganho, como redução de tempos, eliminação de duplicidades e supressão de outras perdas de natureza diversa.

No mapeamento do processo de Manutenção, deve-se identificar a sua relação com o planejamento estratégico da corporação. O processo de Manutenção deve ser visto como um dos tantos processos que se desenvolvem dentro de uma empresa e que impactam o desempenho dos equipamentos. Na Figura 3.3, são apresentados os processos mais importantes que afetam o desempenho dos equipamentos e sistemas, dentro de uma IPC.

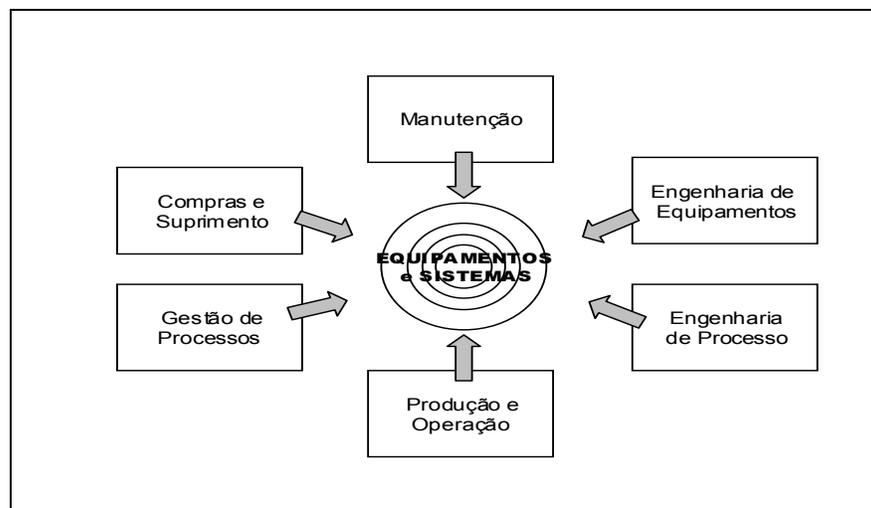


Figura 3.3 – Processos e sua influência sobre o desempenho de equipamentos

Para o mapeamento do processo de manutenção ser feito de forma isenta, é importante a visualização da gerência de manutenção como sendo responsável pela coordenação do processo e pela execução de parcela expressiva dos serviços de manutenção e não, como o centro ou objetivo-fim deste processo, como se observa em alguns sistemas tradicionais de gerenciamento em uso nas empresas. Como a Figura 3.3 ilustra, a verdadeira meta do processo de manutenção é a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos e sistemas industriais, cabendo à gerência de manutenção o desempenho dessas funções.

Na Figura 3.4, são apresentadas, além da gerência de manutenção, outras áreas típicas em uma IPC que afetam o Processo de Manutenção. Procura-se mostrar que, além da interferência direta, as relações entre essas gerências provocam efeitos relevantes sobre o Processo de Manutenção. As atividades desenvolvidas pela gerência de manutenção afetam e são afetadas, não só pela área de Produção, mas, por exemplo, pelas áreas de Compras e Suprimentos de Materiais, Engenharia e Obras, Contabilidade e Finanças e todos os demais segmentos, em menor ou maior grau, dependendo da organização de cada empresa. Isto ocorre justamente por que se trata de um processo que permeia toda a estrutura organizacional. Cabe salientar que não estão representados todos os departamentos envolvidos, tampouco todas as relações entre as áreas citadas.

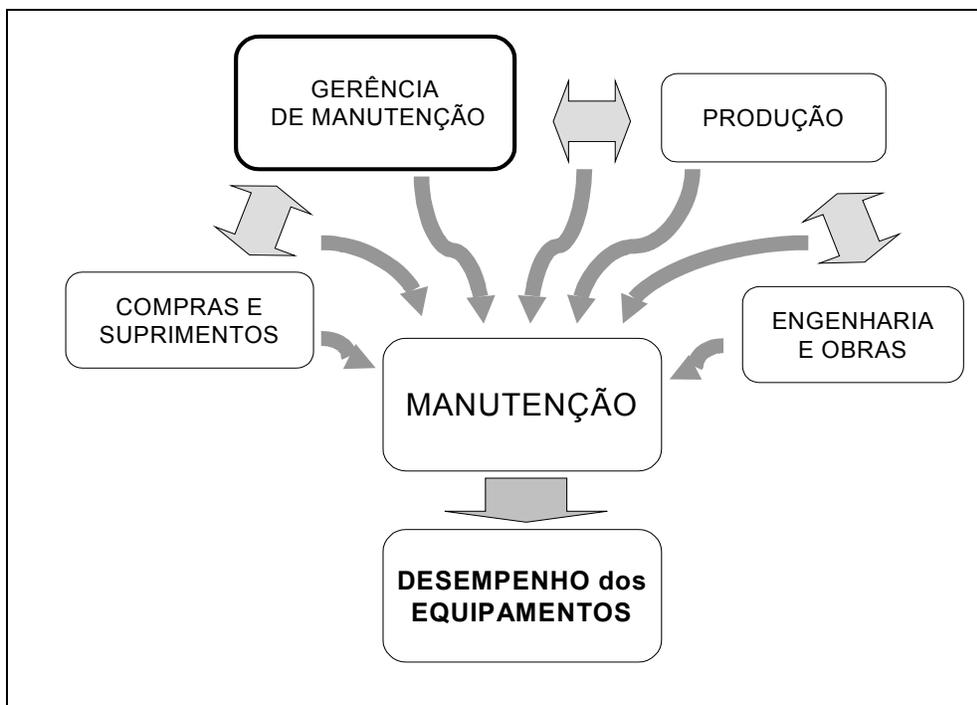


Figura 3.4 – Agentes de influência sobre o processo de manutenção

### 3.4. A Estrutura Organizacional da Manutenção

Com o mapeamento do processo de manutenção e a partir das diferentes opções estratégicas consideradas na seção 2.4, pode-se definir a estrutura organizacional da manutenção mais adequada às necessidades da organização. Recomenda-se, contudo, que a estrutura organizacional da manutenção deva ser preferencialmente do tipo horizontal e de amplitude mais larga possível, com no máximo dois níveis hierárquicos, considerando-se as características típicas e o desempenho esperado para a função manutenção: atividade rotineira e sob controle, comunicação eficaz, grande velocidade no processo decisório e alto nível de autonomia e delegação. Na Figura 3.5 apresenta-se, a título de referência, uma base para o desenvolvimento da estrutura organizacional voltado para manutenção de uma IPC, alinhada com os fundamentos escolhidos na seção 3.1. Destacam-se as três funções essenciais que devem ser contempladas no desenho de qualquer estrutura organizacional de manutenção: Planejamento, Execução e Engenharia de Manutenção. O desenho final, entretanto, será típico para cada organização, não existindo uma estrutura organizacional que possa ser chamada de ideal ou correta.

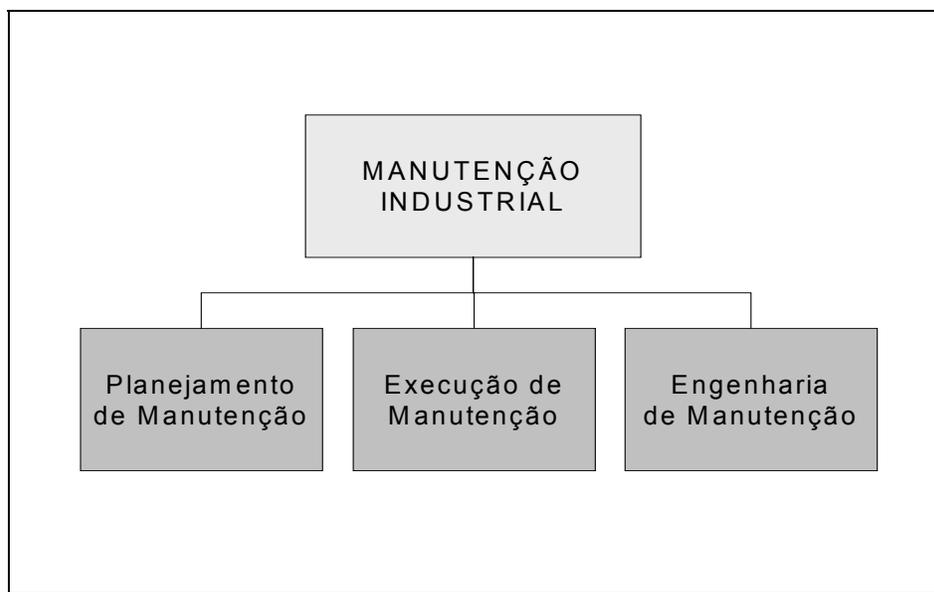


Figura 3.5 – Base para estrutura organizacional de manutenção em uma IPC

A partir do exposto na seção anterior, é possível verificar que, mesmo estando sob responsabilidade da gerência de manutenção, o processo de manutenção permeia grande parte da estrutura organizacional de uma empresa. No caso de uma IPC, com a Manutenção organizada segundo essa proposta, atribuições e responsabilidades relacionadas com as atividades de manutenção podem ser distribuídas em equipes pelas diferentes gerências, conforme exemplificado no Quadro 3.1. Destaca-se, nesse sentido, que é de fundamental importância que as atividades de manutenção estejam claramente identificadas, as responsabilidades perfeitamente definidas e as interfaces devidamente resolvidas.

<b>GERÊNCIA EQUIPE</b>	<b>ATRIBUIÇÕES</b>
<b>Produção/ Operadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Serviços simples de manutenção dos equipamentos, sem a exigência de ferramentas especiais;</li> <li>- Monitoramento de variáveis básicas dos equipamentos;</li> <li>- Cuidados operacionais básicos para resguardar os equipamentos de falhas pelo mau uso;</li> <li>- Abertura de OTs (Ordens de Trabalho), detalhando sintomas e causas prováveis de falhas ou do mau desempenho observado;</li> <li>- Providências operacionais para liberação dos equipamentos para serviços de manutenção.</li> </ul>
<b>Produção/ Operador de Manutenção</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análise, revisão e aprovação das OTs;</li> <li>- Participação em reuniões de planejamento para acerto de detalhes na programação dos serviços;</li> <li>- Providências operacionais para liberação dos equipamentos para serviços de manutenção.</li> </ul>
<b>Manutenção/ Planejadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Negociação com Operação (prioridades, prazos, etc.)</li> <li>- Coordenação e execução do Planejamento e Programação dos serviços de manutenção;</li> <li>- Previsão dos custos de manutenção;</li> <li>- Monitoramento do desempenho da Manutenção em atendimento as demandas da Organização.</li> </ul>
<b>Manutenção/ Pessoal próprio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Execução e Supervisão de serviços em equipamentos críticos para o processo;</li> <li>- Serviços com interfaces críticas com o processo;</li> <li>- Serviço que exige grande nível de compreensão do processo;</li> <li>- Serviços intimamente ligados à confiabilidade da planta;</li> <li>- Registros das intervenções nos equipamentos.</li> </ul>
<b>Manutenção/ Equipes terceirizadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Serviços com demandas flutuantes;</li> <li>- Serviços repetitivos, de baixa complexidade e criticidade para o processo;</li> <li>- Serviços em que o mercado apresenta-se com adequada qualificação para execução do trabalho.</li> </ul>
<b>Engenharia/ Engenheiros e Técnicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhorias nos equipamentos e processos;</li> <li>- Coordenação das análises de falhas e de causa básica;</li> <li>- Implementação e acompanhamento de planos de preventiva e preditiva;</li> <li>- Monitoramentos para assegurar a Integridade Mecânica dos equipamentos e sistemas.</li> </ul>

Quadro 3.1 – Distribuição típica de atividades em uma IPC

### 3.5. Primeiro Fundamento: Planejamento e Programação da Manutenção

O Planejamento e Programação dos Serviços de Manutenção (P&P) figura como o mais importante fundamento do processo de manutenção. Cabe ao P&P, organizar eficazmente os recursos de manutenção para o alcance de metas negociadas entre as partes, na execução de reparos, manutenções preventivas e preditivas e outras atividades de manutenção. O P&P deve

levar em conta as típicas restrições do dia-a-dia de uma indústria, como por exemplo, limitações de orçamento, escassez de recursos, dependências entre serviços especializados e de apoio, prazos para execução, aspectos de segurança e meio ambiente e a concorrência com outras atividades de alta prioridade.

Ao mesmo tempo em que precisa estabelecer e utilizar-se de regras rígidas, o P&P precisa também atuar com muita flexibilidade para atender as demandas urgentes ocasionais, típicas de uma IPC. Para que isto seja possível, a estrutura da manutenção deve ser organizada prevendo também a execução de volume (que deve ser reduzido) de serviços extras, não previstos e, portanto, não programados. Além disso, sendo a comunicação um elemento importante em qualquer processo que envolva relacionamentos humanos, também na Manutenção deve-se assegurar que as necessidades da produção sejam bem entendidas e, por conseguinte, satisfatoriamente atendidas. Os profissionais envolvidos atuam como interlocutores neste processo, transformando as necessidades de reparo ou intervenção preventiva em ordens de trabalho detalhadas, que assegurem a execução de forma mais produtiva e eficaz possível. Propõe-se o seguinte conjunto de profissionais responsáveis pelo bom funcionamento do P&P:

- Operadores de Manutenção, lotados na própria estrutura da produção, designados e qualificados para tratamento de questões relacionadas com os equipamentos, atuando como facilitadores do processo de manutenção;
- Planejadores Gerais de Manutenção, lotados na estrutura da Manutenção, conhecedores das necessidades das Unidades de Processo relacionadas com seus equipamentos e sistemas e que conhecem com razoável grau de profundidade as diversas especialidades da manutenção de uma IPC. São também responsáveis pelo gerenciamento da carteira de serviços e promovem reuniões de coordenação com os Operadores de Manutenção e Supervisores de manutenção;
- Planejadores Especializados, lotados na estrutura de Manutenção, que conhecem e dominam as técnicas de manutenção, procedimentos, tempos de execução e as necessidades específicas de determinadas famílias de equipamentos. São responsáveis pela prévia organização dos insumos e ajuste de todos os detalhes necessários para a execução de determinado serviço, autorizando, a partir deste momento, sua

programação para execução. Em plantas de pequeno porte, este papel pode ser desempenhado pelos Planejadores Gerais de Manutenção, citados anteriormente;

- Supervisores de Manutenção, profissionais especializados assim como os Planejadores Especializados, lotados na estrutura de Manutenção. Suas principais responsabilidades são a coordenação eficaz de equipes de executantes (próprias e terceirizadas), o cumprimento rigoroso da programação de manutenção e o pronto atendimento dos serviços extras (não programados);
- Engenheiros e Técnicos responsáveis pela Engenharia de Manutenção, conhecedores das condições física e operacional dos equipamentos, do histórico de ocorrências de falhas, bem como dos processos de desencadeamento das mesmas, sob o ponto de vista do próprio equipamento e do processo industrial.

Considera-se que o acúmulo de papéis de planejador e supervisor por um mesmo profissional somente é aceitável para empresas de pequeno porte. Em empresas com estrutura de manutenção de maior porte, essa opção deve ser evitada, levando-se em conta o tipo de atividade que cada um desses profissionais deve executar. Enquanto o planejador executa o trabalho preparatório, realizando negociações e acertos com a Produção para que todas as condições sejam satisfeitas de modo a facilitar e agilizar ao máximo a execução, o supervisor deve ocupar-se com a execução, propriamente dita, do serviço, realizando a adequada seleção dos profissionais, das ferramentas e de procedimentos de manutenção a serem utilizados para cada serviço. Enquanto o planejador trabalha para criar as condições ótimas para o desenvolvimento do trabalho, o supervisor procura atingir, com o máximo sucesso possível, o cumprimento do negociado, com a qualidade e nos prazos estabelecidos. Na verdade, os dois profissionais envolvem-se tanto com o planejamento quanto com a execução, porém cada um tem um foco principal e qualificação específica.

Outro aspecto relevante é a escolha e implantação de softwares de planejamento e controle de manutenção para apoio e facilitação do processo de planejamento e programação. Além de sistemas desenvolvidos pelas próprias empresas, existem atualmente no mercado diferentes softwares para este tipo de aplicação, com recursos, abrangências (custos, sobressalentes, planos de preventiva, etc) e custo global (aquisição, implantação e manutenção) bastante variados. Cada

empresa deve identificar dentre as diversas opções disponíveis, aquela que melhor se encaixa à sua necessidade e que oferece a melhor relação custo-benefício.

Com a estrutura de planejamento e programação implementada e consolidada, as lideranças devem valorizar e estimular o desenvolvimento da cultura da manutenção planejada. A organização como um todo deve empenhar-se para o aprimoramento deste fundamento, encarando-o com seriedade e disciplina. Como resultado, estabelece-se uma relação de respeito e confiança entre as áreas de Manutenção e Produção, condição essa fundamental para o desenvolvimento do passo seguinte: a otimização da demanda de serviços de manutenção.

### **3.6. Segundo Fundamento: Otimização da Demanda de Serviços de Manutenção**

A avaliação, revisão e controle dos serviços em carteira constituem-se em elementos importantes no processo de manutenção, com potencial efeito sobre a redução de custos associados à manutenção. Chama-se este processo particular de Otimização da Demanda de Serviços de Manutenção e sua implantação se dá através de revisão completa dos serviços em carteira, antigos e novos, questionando-se sua real necessidade e revisando as prioridades originalmente fixadas, avaliando-se todas as solicitações pendentes segundo sua importância e criticidade para o processo produtivo como um todo. Este ponto é especialmente importante nos casos em que a classificação da prioridade dos serviços é feita por diversos solicitantes, de diferentes unidades operacionais, como é o caso de uma indústria petroquímica de grande porte. Esta tarefa é precedida do estabelecimento e adoção de critérios homogêneos de priorização e julgamento dos serviços para toda a organização, a serem aplicados por todos os solicitantes de serviços e responsáveis pelo planejamento e programação da Manutenção. As falhas e quebras, que dão origem às Solicitações de Serviços, passam a ser avaliadas quanto aos riscos e conseqüências para a Produção e a probabilidade de agravamento, utilizando-se de todo o conhecimento e informações disponíveis, dos históricos de falhas e de recursos diversos de Engenharia de Manutenção.

A partir daí, são estabelecidas as prioridades dos serviços. Com a carteira de trabalhos organizada e priorizada, ocorrendo alguma mudança de contexto operacional, pode-se discutir e

reavaliar os prazos de execução negociados, podendo haver revisão das prioridades ou mesmo cancelamento de serviços previstos, com total transparência e compreensão das partes envolvidas.

Os primeiros dois fundamentos apresentados (Planejamento e Programação e Otimização da Demanda de Serviços de Manutenção), relacionando-se sob uma atmosfera de confiança, envolvimento e pró-atividade, formam o “eixo-base” do Gerenciamento da Manutenção. Para que ofereçam os melhores resultados, necessitam ainda da contribuição de outros dois fundamentos: A Engenharia de Manutenção e Qualidade da Execução dos Serviços.

### **3.7. Terceiro Fundamento: Engenharia de Manutenção**

Numa IPC, configuram-se como permanentes desafios o constante incremento da confiabilidade e disponibilidade das plantas, redução de custos e medidas de proteção aos trabalhadores e meio ambiente. Quanto à importância da continuidade operacional, cabe salientar as significativas perdas econômicas decorrentes da interrupção do processamento de determinadas unidades, além do comprometimento do plano de produção e dos contratos assumidos com os clientes externos. Mesmo em paradas rápidas de unidades de processamento contínuo, tempos muito longos acabam sendo gastos até que se atinja a especificação dos produtos acabados.

Neste contexto, a Engenharia de Manutenção possui papel relevante no controle de demandas de manutenção. As equipes designadas para atuar nesta área devem coordenar os trabalhos para eliminação de defeitos (resolução de problemas crônicos de manutenção utilizando a análise de causa raiz), construir e implementar os planos de inspeção e manutenção preventiva e preditiva e implantar um programa de melhorias contínuas dos equipamentos. O resultado é a redução da quantidade de serviço reativo, conduzindo à Otimização da Demanda de Serviços. Concomitantemente, o esforço para eliminação de defeitos resulta no incremento da Qualidade da Execução, decorrente da redução do volume de serviços prioritários de manutenção. A melhoria do padrão de confiabilidade e da integridade, por sua vez, torna o trabalho mais previsível, permitindo uma atuação mais eficiente dos planejadores no Planejamento e Programação dos Serviços de Manutenção.

Cabe ainda, à Engenharia de Manutenção, o monitoramento dos processos de deterioração e obsolescência dos equipamentos e sistemas industriais, e as iniciativas para o controle e gestão da Integridade Mecânica dos Equipamentos e Instalações, em especial aquelas relacionadas com o atendimento às demandas decorrentes da Legislação pertinente. Outra importante função da Engenharia de Manutenção, em conjunto com a Engenharia de Projeto, é a conversão do aprendizado obtido com a operação, manutenção e melhoria dos equipamentos, em especificações e padrões para aquisição de novos equipamentos, sobressalentes e sistemas auxiliares, assim como, o recebimento, avaliação e condicionamento de novas instalações, assegurando-se o atendimento às exigências pré-estabelecidas.

Destacam-se, a seguir, os elementos de maior relevância a serem considerados e implementados para obtenção do melhor resultado pela equipe da Engenharia de Manutenção:

- i. Seleção da equipe com perfil adequado para a função;
- ii. Qualificação da equipe, com permanente investimento na sua atualização tecnológica;
- iii. Aquisição e aprofundamento do conhecimento sobre as unidades operacionais e seus equipamentos. Compreensão dos processos físico-químicos que os afetam.
- iv. Integração com as equipes de produção e com a Engenharia de Processo;
- v. Disponibilidade e uso com eficácia de ferramentas e tecnologias atualizadas para coleta, análise e interpretação de dados; e
- vi. Software para gerenciamento e banco de dados atualizado sobre os equipamentos e histórico de falhas e intervenções.

### **3.8. Quarto Fundamento: Qualidade na Execução dos Serviços de Manutenção**

Por Qualidade na Execução da Manutenção, entende-se a execução de serviços de manutenção conforme os padrões estabelecidos, com a qualidade adequada às necessidades da Produção, nos prazos negociados na programação e dentro dos custos previstos. Ao mesmo tempo em que é resultado de um P&P corretamente elaborado e negociado, a Qualidade na Execução proporciona a concretização do planejamento e programação de forma mais precisa e consistente. Serviços de manutenção feitos com qualidade e nos tempos combinados, sem retrabalhos ou

necessidades de intervenções complementares, não provocam perturbações para o processo produtivo, ajudam na Otimização da Demanda de Serviços, além de criar um clima de confiança na relação com as equipes da Produção. Serviços de manutenção executados conforme os procedimentos estabelecidos ajudam a construir, testar e viabilizar o padrão de Confiabilidade e Integridade Mecânica dos Equipamentos, conforme planejado e em permanente construção pela Engenharia de Manutenção.

O esforço para qualificação na execução da manutenção não deve se restringir ao trabalho realizado tradicionalmente pela gerência de Manutenção. Lembrando-se do que foi exemplificado no Quadro 3.1, o conjunto de serviços de manutenção ocorre, nos diferentes níveis, sob responsabilidade de todos aqueles que tenham alguma interface com os equipamentos e sistemas. Importante é consolidar-se a distribuição das atividades, reforçando-se as atribuições de cada um e procurando-se evitar lacunas ou sobreposições de responsabilidades. Para isso, deve-se realizar uma análise criteriosa das atividades, definindo-se as competências conforme a necessidade (dos equipamentos e do processo produtivo) e respeitando-se as qualificações de cada equipe.

Cabe destacar, para o alcance de resultados satisfatórios, algumas medidas ou ações importantes relacionadas com a execução de serviços pelo pessoal próprio, tanto da produção quanto da própria manutenção:

- i. Estímulo à execução de atividades complementares de manutenção pelos operadores, não mais vista como uma simples redistribuição de tarefas, mas sim como o compartilhamento de responsabilidades que garantem a Confiabilidade dos Equipamentos e, conseqüentemente, do processo produtivo;
- ii. Construção de procedimentos e padrões de execução, com base na melhor e mais atualizada técnica, com incorporação contínua de melhorias;
- iii. Execução dos trabalhos por pessoal qualificado, em permanente desenvolvimento;
- iv. Construção de modelo de qualificação e certificação de pessoal que proporcione planejamento e motivação dos trabalhadores para carreira;
- v. Incentivo à multifuncionalidade, sem o propósito de reduzir custos com economia de mão-de-obra, mas de aumentar a flexibilidade e proporcionar aos trabalhadores um

conjunto de habilidades que melhoram a eficácia na execução de seus trabalhos e, com isto, maior satisfação, integração e elevação do moral no trabalho; e

- vi. Incentivo e encorajamento ao autodesenvolvimento, para complementação do nível de escolaridade e aperfeiçoamento profissional.

Quanto aos serviços terceirizados, deve-se salientar primeiramente que o processo de terceirização a ser implementado na organização deve ser cuidadosamente discutido. Conforme LEIRIA *et al.* (1992, p.30):

*"O tomador de serviços ideal é aquele que, antes de deflagrado o processo, define claramente em um primeiro momento quais as atividades deve terceirizar. O correto e desejável é aquele contratante que, não apenas levado pelo desejo momentâneo de baixar custos, desenvolve um plano global de terceirização na empresa, criando espaço para formação da nova cultura, a cultura da real parceria. Só assim as pessoas envolvidas direta ou indiretamente poderão entender e se comprometer com o processo".*

As decisões relacionadas com a terceirização devem ser baseadas em critérios coerentes com a filosofia considerada na construção do modelo de gestão de manutenção, ou seja, o uso de serviços contratados de terceiros não pode comprometer a confiabilidade da instalação, a menos esta seja assegurada mediante rigorosa supervisão técnica por profissional capacitado e comprometido com a empresa, por ocasião de sua realização. Considerando a realidade brasileira no que diz respeito à contratação de serviços de manutenção industrial, propõe-se que a terceirização, aplicada a serviços de manutenção de rotina de uma IPC do segmento químico ou petroquímico, seja iniciada para serviços com demandas flutuantes, serviços repetitivos, serviços de baixa complexidade e criticidade para o processo e onde o mercado prestador de serviços encontra-se em um nível adequado de qualificação para execução do trabalho. Deve-se ainda intensificar a execução dos serviços terceirizados preferencialmente fora das instalações da companhia. Avanços maiores dependem dos resultados obtidos com estas experiências e de um melhor desenvolvimento do mercado prestador de serviços. Recomenda-se cuidado com iniciativas de terceirização completa do processo de manutenção.

Defende-se, nesta proposta, a combinação de equipes próprias e contratadas, conforme o grau de especialização do serviço e criticidade para o processo, com o propósito de aumentar a produtividade do conjunto, melhorar os custos da manutenção e orientar as equipes próprias para as atividades de maior valor para o processo produtivo. Quanto aos contratos, os mesmos devem ser firmados com o propósito do estabelecimento de “parcerias de longa duração”, com indicadores de desempenho para itens como custo, qualidade, segurança, e desempenho dos ativos. Os ganhos das empresas contratadas passam a ser regulados e controlados pela sua eficácia, existindo então uma relação direta entre seu lucro e a melhoria dos serviços prestados. Costuma-se chamar este tipo de contratação de “Contratação por Resultados”, caracterizada por uma relação “ganha-ganha” entre a tomadora e a prestadora dos serviços, que assegura que as vantagens buscadas com a terceirização sejam realmente alcançadas e compensadoras.

### **3.9. Suprimento de Materiais e Sobressalentes**

Sem que possa ser considerada como um fundamento para a construção de um sistema de manutenção, mas de suma importância para o presente trabalho, destaca-se a aquisição e estoque de materiais e sobressalentes como outro processo importante que afeta diretamente o processo de manutenção. O planejamento e programação dos serviços de manutenção são fortemente dependentes da disponibilidade e confiabilidade de entrega de materiais e sobressalentes. Para que os serviços de manutenção possam ser executados com eficácia, é imprescindível que se disponha de um sistema bem estruturado que garanta o fornecimento destes elementos no momento em que forem necessários. Trata-se, entretanto, de um equacionamento bastante complicado: o excesso de itens em estoque representa capital imobilizado e custo para sua manutenção e a falta ou número insuficiente de itens pode levar ao comprometimento da confiabilidade dos equipamentos. Destacam-se, a seguir, algumas medidas que devem ser implementadas de forma a melhorar-se a eficiência de todo o processo, compatibilizando-o com as metas de redução de custos:

**Seletividade de estoques:** Os materiais devem ser classificados segundo sua importância e valor para efeito de controle. A categorização dos materiais e a adoção de formas adequadas de suprimento e controle, específicas para cada categoria de material, ajudam na gestão da manutenção, assegurando-se que os itens de maior valor e criticidade para o processo recebam

atenção diferenciada. Para o estabelecimento dos parâmetros de estoque a serem considerados no cadastramento dos itens sobressalentes, devem ser considerados alguns critérios, como por exemplo: criticidade do item sobressalente para o equipamento, importância do equipamento para o processo, disponibilidade do item no mercado local, real necessidade de sua estocagem, frequência de consumo, possibilidade de recuperação para devolução ao estoque, tempo para reposição do item, existência de item alternativo no mercado, custo do item, medidas para preservação do item em estoque, quantidade consumida por evento, tamanho e peso do item, entre outros. Os pesos destes critérios para o processo de tomada de decisão devem ser estabelecidos conforme as conveniências para cada organização.

**Planejamento de Materiais:** No planejamento da manutenção, as informações precisas a respeito da situação dos materiais em estoque ou de itens com algum tipo de pendência devem estar sempre disponíveis e atualizadas, caso contrário, perde-se muito tempo certificando-se de sua real disponibilidade ou convivendo-se com surpresas desagradáveis, comprometendo a credibilidade do sistema e a produtividade do processo de manutenção.

**Logística e Administração:** Devem ser implementadas medidas para redução do custo e otimização do processo de suprimento, combatendo-se perdas típicas. As principais medidas são:

- i. Rígido e disciplinado controle dos processos de entrada, retirada e devolução de materiais de estoque, associado à delegação de competências ao nível de chão-de-fábrica;
- ii. Padronização de equipamentos, suprimentos e fornecedores;
- iii. Adequada localização dos estoques e dos itens nos estoques, de modo a minimizar os tempos perdidos nos deslocamentos de pessoal e materiais de estoque;
- iv. Desenvolvimento de fornecedores, de modo a aprimorar a qualidade e prazos de fornecimento;
- v. Atualização freqüente de dados de estoque, para identificação e eliminação de itens obsoletos, danificados e extraviados;

- vi. Estabelecimento de estratégias para recuperação de materiais usados devolvidos para estoque;
- vii. Aquisição de materiais conforme demanda, evitando-se compras excessivas; e
- viii. Simplificação dos processos relacionados com o suprimento de materiais.

### **3.10. Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional na Manutenção de uma IPC**

Outro aspecto de extrema relevância para uma IPC, em especial para as indústrias químicas e petroquímicas, é a valorização das questões relacionadas com Segurança, Saúde e respeito ao Meio Ambiente (SMS). Todos os passos apresentados devem ser realizados dentro de uma política rígida e de total disciplina e respeito às regras de SMS estabelecidas, não devendo haver a menor possibilidade de negligência quanto a esses aspectos. Quando por ocasião da execução dos serviços, ocorrem questionamentos sobre a real necessidade ou importância do atendimento às regras ou padrões de SMS estabelecidos, em especial aqueles fixados pela Legislação, na maioria das vezes, isso é um sinal de que houve falha ou falta de planejamento dos trabalhos. Situações como essas podem e devem ser corrigidas e evitadas, sem que exista a necessidade de flexibilizar as regras estabelecidas.

A administração da empresa deve implementar um programa de incentivo e valorização destes aspectos de SMS, de modo a desenvolver a cultura na organização em que o respeito à vida, ao ser humano e ao meio ambiente sejam, antes mesmo de fundamentos, valores inalienáveis para as equipes, seus supervisores e gerentes da organização. Serviços realizados sem o respeito a questões de SMS não podem ser vistos como eficazes na sua execução, independentemente dos resultados alcançados.

## Capítulo 4

### OS FUNDAMENTOS HABILITADORES DA MANUTENÇÃO NA REFINARIA ALBERTO PASQUALINI - REFAP S.A.

#### 4.1. Descrição da Empresa

A Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras é uma empresa de capital misto, controlada pelo governo brasileiro, atuando nos segmentos de Exploração, Produção, Refino, Transporte, Comercialização e Distribuição de Petróleo, Gás Natural e seus derivados. Especificamente no segmento de refinação, possui uma capacidade instalada no Brasil de 307 mil m<sup>3</sup> de petróleo por dia, distribuída pelas suas 11 refinarias instaladas nas diferentes regiões brasileiras. No Estado do Rio Grande do Sul, encontra-se instalada a Alberto Pasqualini – REFAP S.A., atuando desde 1968, com um processamento de aproximadamente 20 mil m<sup>3</sup> de petróleo por dia, responsável pelo abastecimento de aproximadamente 70% do mercado gaúcho e parte do mercado catarinense. Emprega em torno de 600 empregados próprios e utiliza diversas empresas terceirizadas que mobilizam aproximadamente outros 390 empregados contratados.

A REFAP detém os Certificados ISO-9002 para a quase totalidade dos derivados produzidos, o Troféu Ouro pelo Prêmio Gaúcho de Qualidade e Produtividade (PGQP) - edição 2000, além de inúmeros outros prêmios e reconhecimentos na área ambiental. Conquistou em 2001 a Certificação ISO 14001 e OHSAS 18001, respectivamente nas áreas de meio ambiente e segurança industrial, fato relevante para uma empresa do segmento de petróleo, considerando o tipo e riscos de sua atividade. Quanto ao desempenho de sua área de produção, a REFAP tem se destacado em relação às demais refinarias da Petrobras pelos seus excelentes resultados, especialmente no que diz respeito aos Fatores Operacionais Internos (FOI)<sup>3</sup> de suas unidades de processo, em média superiores a 98%. Estes resultados encontram-se intimamente relacionados com a elevada disponibilidade e confiabilidade operacional dos seus equipamentos e sistemas. A REFAP ocupava a primeira posição na AL (América Latina) no “ranking” das melhores refinarias no quesito Disponibilidade Mecânica, de acordo com pesquisa feita no ano de 1996, pela

---

<sup>3</sup> Fator Operacional Interno é calculado pelo percentual de tempo em que os equipamentos e instalações encontram-se disponíveis para a produção.

SOLOMON ASSOCIATES. No estudo de 2000, a REFAP manteve esta posição na AL e ficou com a sétima posição, entre 132 refinarias pesquisadas no mundo inteiro.

Na REFAP são produzidos variados tipos de derivados de petróleo, como GLP (gás liquefeito de petróleo), propano, butano, nafta petroquímica, gasolina automotiva, querosene de iluminação e de aviação, solventes, óleo diesel, óleos combustíveis, asfalto, enxofre entre outros. A REFAP pode ser considerada como uma refinaria de pequeno porte na indústria de petróleo. Em 2002, obteve uma receita operacional bruta de R\$ 4,7 bilhões e os impostos e contribuições totalizaram cerca de R\$ 1,83 bilhões, colocando-a como a maior recolhadora de tributos do Estado do Rio Grande do Sul.

A refinaria conta com duas Unidades de Destilação Atmosférica (U-01 e U-50), uma Unidade de Destilação à Vácuo (U-02), uma Unidade de Craqueamento Catalítico (U-03), uma Unidade de Solventes (USOL) e outra de Desaromatização de Solventes (UDS), unidades de tratamento de derivados, uma Unidade de Recuperação de Enxofre (URE), uma Estação de Tratamento de Água (ETA), uma unidade de Geração de Utilidades (CAFOR) com capacidade de 21 MW e aproximadamente 300 ton de vapor, além de outras unidades de menor porte. Conta também com um parque logístico com um conjunto de tanques e esferas com capacidade adequada de armazenamento para a matéria-prima, produtos intermediários e produtos acabados. No Quadro 4.1 são listados os principais equipamentos em uso nas unidades de processamento da refinaria.

<b>Tipo de Equipamento</b>	<b>Quantidade</b>
Torres e Vasos	259
Permutadores de Calor	249
Fornos e Caldeiras	12
Tanques de Armazenamento	114
Instrumentos	8630
Geradores Elétricos	3
Compressores	17
Bombas	440
Oleodutos	6
Válvulas de Segurança e Alívio	820
Tochas	3
Ventiladores	45

Quadro 4.1 – Equipamentos Industriais da REFAP

A estrutura organizacional da refinaria sofreu ajustes ao longo da última década. Especificamente na área da Manutenção Industrial, as mudanças organizacionais iniciaram-se no ano de 1992. Evoluiu-se de uma estrutura funcional, passando-se em 1995 por uma estrutura baseada em processos. Ao final de 2000, chegou-se finalmente a uma estrutura híbrida, utilizando-se das melhores características de cada uma das duas alternativas anteriores, segundo as necessidades e dentro do contexto da refinaria. Na Figura 4.1, exemplificando o que ocorreu na estrutura organizacional da refinaria, mostra-se, de forma esquemática, a transformação do organograma da manutenção. Destaca-se a redução significativa do número de gerências e supervisores, com implicação direta sobre os custos da manutenção, integração e maior dinamismo nas relações funcionais.

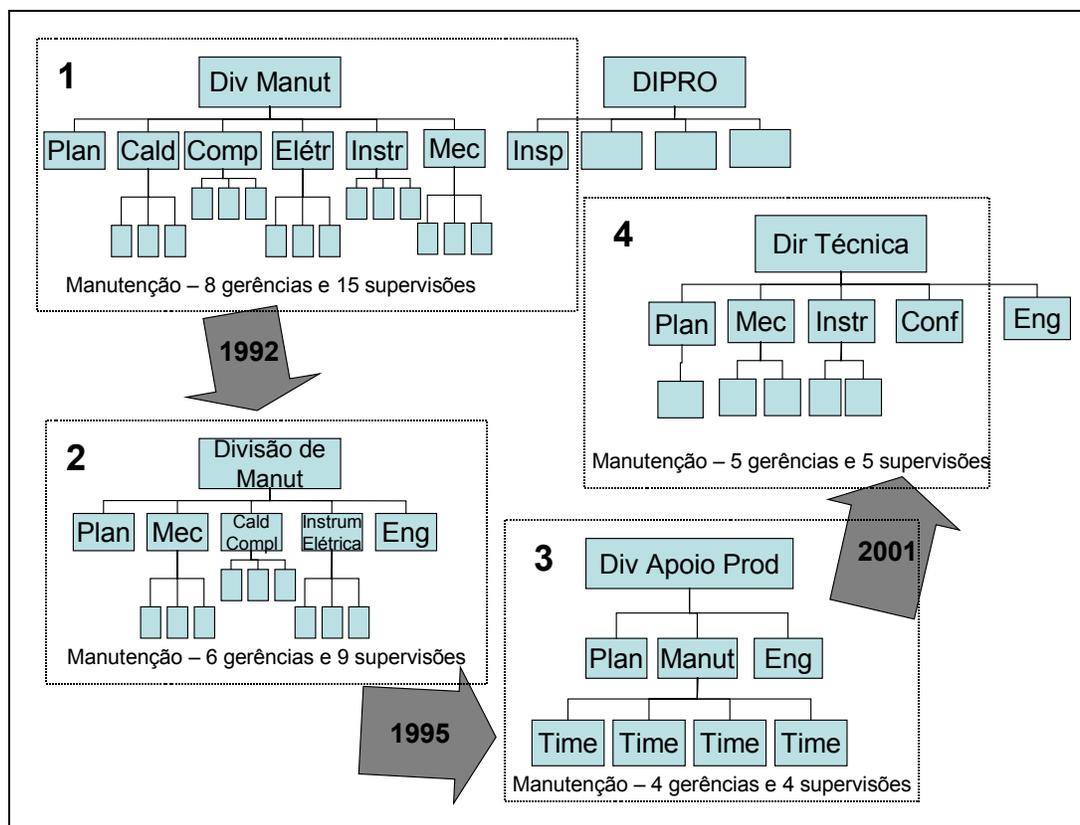


Figura 4.1 – Evolução organizacional da manutenção

Em janeiro de 2001, a REFAP mudou sua condição de Unidade de Negócios da Petrobras e passou a constituir uma Sociedade Anônima, controlada pela Petrobras. Nesta ocasião, ficou definida a estrutura organizacional, em vigor até o momento, constituída de uma Diretoria-Presidência, uma Diretoria Comercial, uma Diretoria Administrativa, uma Diretoria Industrial e uma Diretoria Técnica. A Diretoria Industrial é responsável pelo processo produtivo propriamente dito e a Diretoria Técnica responde pelas atividades de Engenharia de Equipamentos e de Processos e pela Manutenção Industrial.

Na Figura 4.2, representa-se o desenho dos macro-processos típicos da REFAP, destacando-se os relacionamentos da Manutenção Industrial com os demais processos. Na Figura 4.3, apresenta-se o organograma atual da REFAP S.A., destacando-se as Diretorias Técnica e Industrial.

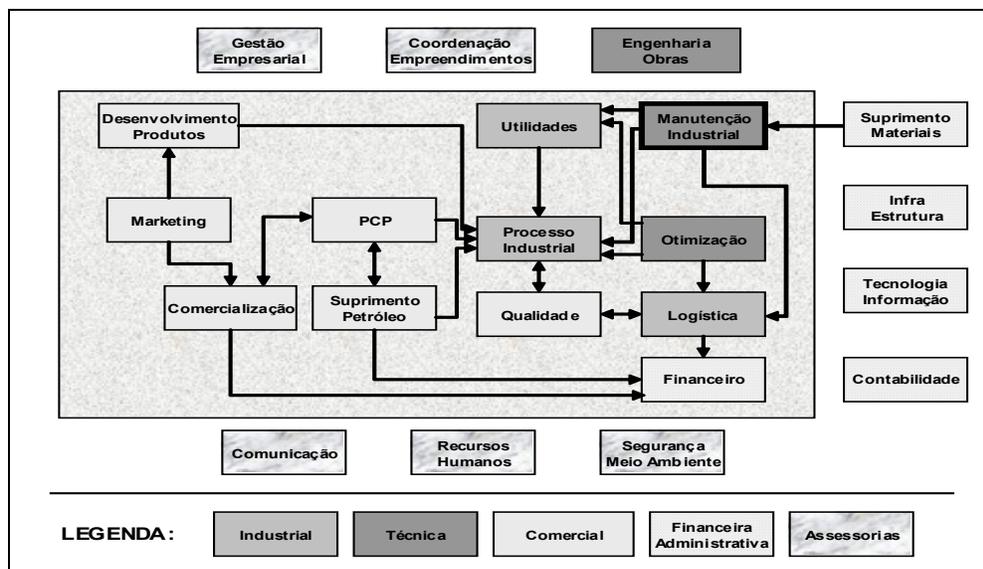


Figura 4.2 – Macro-processos da REFAP

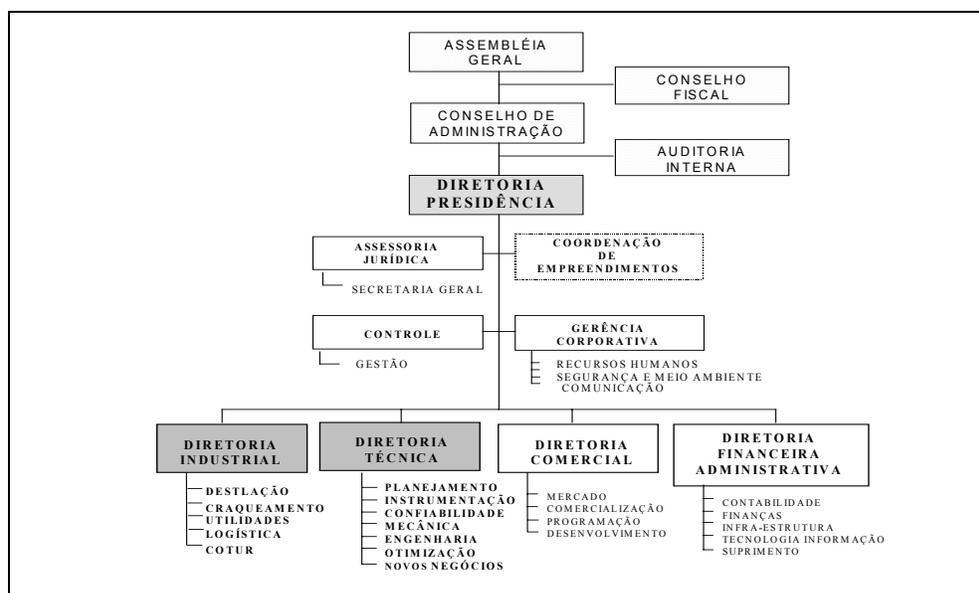


Figura 4.3 – Organograma da REFAP

Nessa nova organização, a manutenção industrial passou a ser realizada por quatro gerências subordinadas à Diretoria Técnica, cada qual respondendo por um conjunto específico de atividades, porém, de forma integrada entre si e com as gerências de produção da Diretoria Industrial. As gerências de manutenção possuem total autonomia gerencial em relação às gerências

de produção. Encontram-se, entretanto, completamente comprometidas com objetivos comuns aos destas gerências, como se verá mais adiante.

#### **4.2. O Planejamento Estratégico e o papel da Manutenção Industrial na REFAP**

A REFAP adotou o *Balanced Scorecard* (BSC) como ferramenta para construção de seu Planejamento Estratégico (PE). No Anexo 2, está apresentado o Mapa Estratégico da REFAP, construído através da metodologia proposta por KAPLAN & NORTON (1996).

A Manutenção Industrial se insere completamente no PE traçado e contribui decisivamente para o atingimento dos objetivos estabelecidos. Conforme apresentado no Quadro 4.2, avaliou-se a importância relativa dos diversos processos em relação aos objetivos traçados no PE. Utilizando-se metodologia proposta por HANSEN (2000), foram considerados os critérios competitivos escolhidos como prioritários pela refinaria (Custo, Qualidade, Entrega e SMS), e atribuíram-se notas de 1 (baixa importância) até 5 (alta importância) para cada um dos processos mais relevantes. Os processos foram também avaliados quanto aos ganhos contabilizados com a implantação de melhorias, considerando-se o potencial de ganho, o impacto com a sua implantação e a importância que as melhorias representariam para o cliente final. O resultado final é obtido através das médias ponderadas das notas destes dois itens e mostra o nível de importância de cada processo dentro do PE da refinaria. Destaca-se o resultado obtido pela Manutenção Industrial, comparativamente aos outros processos internos da REFAP.

Processos		Fatores Competitivos segundo Planejamento Estratégico					Melhoria				Média Pond	Classif.
		Custo	Qualid	Entrega	SMS	Média A	Potencial	Impacto	Impor Cliente	Média B	(2A+B)/3	
P 11	Logística	3	5	5	5	4,5	5	3	3	3,67	4,22	1
P 06	Produção	5	5	3	5	4,5	3	3	3	3,00	4,00	2
P 01	Marketing	1	3	5	3	3	5	5	5	5,00	3,67	3
P 04	PCP	5	4	4	1	3,5	5	3	4	4,00	3,67	4
P 13	Gestão Empres.	3	3	3	3	3	5	5	3	4,33	3,44	5
<b>P09</b>	<b>Manut Industrial</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3,75</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2,67</b>	<b>3,39</b>	<b>6</b>
P 05	Suprim. Petróleo	4	4	4	1	3,25	4	3	4	3,67	3,39	7
P 03	Desenv. Produtos	4	3	1	2	2,5	5	5	4	4,67	3,22	8
P 02	Comercialização	1	3	3	1	2	5	5	5	5,00	3,00	9
P 14	Rec. Humanos	2	4	1	3	2,5	5	5	2	4,00	3,00	10
P 08	Contr. Qualidade	3	5	2	1	2,75	3	3	4	3,33	2,94	11
P 07	Utilidades	3	2	3	3	2,75	3	3	3	3,00	2,83	12
P 16	Segur. / Meio Amb.	1	1	1	5	2	3	5	5	4,33	2,78	13
P 17	Obras / Investim.	3	2	1	5	2,75	3	3	1	2,33	2,61	14
P 18	Serviços Gerais	3	1	1	5	2,5	2	2	1	1,67	2,22	15
P 15	TI	1	2	3	1	1,75	3	3	3	3,00	2,17	16
P 12	Financeiro	1	1	3	1	1,5	2	3	5	3,33	2,11	17
P 10	Suprim. Materiais	2	1	3	1	1,75	3	3	1	2,33	1,94	18

Quadro 4.2 – Processos internos e sua relevância no planejamento estratégico

Posteriormente, com o desdobramento do Planejamento Estratégico, definem-se as contribuições que a Manutenção Industrial pode dar para alguns dos objetivos traçados no Mapa Estratégico. Este desdobramento está apresentado nos quadros a seguir. No Quadro 4.3, destacam-se os objetivos sobre os quais a Manutenção Industrial exerce alguma influência ou produz algum impacto com seu desempenho. No Quadro 4.4, relacionam-se alguns exemplos de atividades planejadas para a Gerência de Mecânica e Caldeiraria, para o exercício de 2003, com cronograma de execução e responsáveis pela implementação. Finalmente, no Quadro 4.5, apresenta-se o relacionamento das atividades planejadas, citadas no quadro anterior, com os objetivos estratégicos.

<b>Objetivos do Planejamento Estratégico - BSC</b>		Contribuição <sup>1</sup>	Importância <sup>2</sup>
<b>Afetados pela Manutenção</b>			
<b>F1</b>	Assegurar rentabilidade e valor	Indireta	4
<b>CI1</b>	Fornecer produtos com qualidade, preço e prazo de entrega acordados	Indireta	3
<b>CI2</b>	Fortalecer a marca e imagem institucional	Indireta	2
<b>CI3</b>	Garantir continuidade do negócio (imagem junto aos clientes)	Indireta	2
<b>PI1</b>	Dispor de processos de qualidade e custo otimizado	Direta	5
<b>PI2</b>	Aprimorar a Gestão de Custos	Direta	4
<b>PI3</b>	Aprimorar a Gestão Financeira	Indireta	2
<b>PI4</b>	Atuar sempre de modo seguro, saudável c/ respons. ambiental e social	Direta	5
<b>PI5</b>	Adequar a REFAP às demandas do Mercado	Direta	5
<b>AC1</b>	Orientar as informações para negócios	Direta	3
<b>AC2</b>	Desenvolver competências estratégicas fortalecendo as existentes	Direta	3
<b>AC3</b>	Desenvolver visão comum e pensamento sistêmico	Direta	4
<b>AC4</b>	Promover ambiência orientada para mercado e resultado	Direta	3

**Observações:**  
1 - Contribuição da manutenção para o Objetivo: Direta (ator principal) ou Indireta (coadjuvante)  
2 - Importância da Manutenção para a consecução do objetivo: 1 (menor) a 5 (maior)

Quadro 4.3 – Objetivos do planejamento estratégico para a manutenção industrial

Atividades Previstas para o Ano de 2003	Resp.	Cronograma			
		1º Trim	2º Trim	3º Trim	4º Trim
<b>Qualidade</b>					
Q1					
Q2					
Q3					
Q4					
Q5					
Q6					
Q7					
Q8					
Q9					
<b>Pessoal</b>					
P1					
P2					
P3					
P4					
P5					
P6					
<b>SMS</b>					
S1					
S2					
S3					
S4					
S5					
S6					
<b>Contratação</b>					
C1					
C2					
C3					
C4					
C5					

Quadro 4.4 – Plano de atividades da Gerência de Mecânica e Caldeiraria

Objetivos BSC	Atividades																									
	Qualidade									Pessoal						SMS					Contratação					
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	P1	P2	P3	P4	P5	P6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	C1	C2	C3	C4	C5
PI1																										
PI2																										
PI4																										
PI5																										
AC1																										
AC2																										
AC3																										
AC4																										

Quadro 4.5 – Relacionamento de atividades com os objetivos estratégicos

### 4.3. O Desempenho da Manutenção Industrial da REFAP

A REFAP tem operado com uma planta antiga com unidades de processamento projetadas para o refino de petróleo com características diferentes dos atualmente utilizados, o que a impede de processar petróleo nacionais e obter derivados com maior valor agregado. Convivendo com estas restrições, a empresa tem buscado reduzir seus custos, ano após ano, de modo a manter-se competitiva no mercado globalizado, aberto recentemente com a quebra do monopólio estatal do petróleo. Um grande desafio tem sido manter o nível elevado de confiabilidade das instalações com a redução simultânea dos custos, dois critérios competitivos considerados como “*trade-offs*” (isto é, incompatibilidade entre critérios competitivos, em que a melhora obtida para um determinado critério implica na piora de outro). A REFAP, entretanto, tem mostrado que, com uma efetiva gestão e uso de ferramentas adequadas, é possível obter-se bons resultados em custos, sem comprometer a confiabilidade da planta.

Nos gráficos a seguir, apresenta-se o comportamento de alguns indicadores que comprovam as contribuições da Manutenção Industrial para sustentar o desempenho empresarial da REFAP. Na Figura 4.4, apresenta-se a evolução dos custos de manutenção de paradas, rotina e

total, em US\$/EDC <sup>4</sup>, ao longo dos últimos anos. Na Figura 4.5, apresentam-se os valores de disponibilidade mecânica da REFAP, comparados com as médias das refinarias dos Estados Unidos e da América Latina. Na Figura 4.6, a evolução do fator FOI das diversas unidades de processo da REFAP.

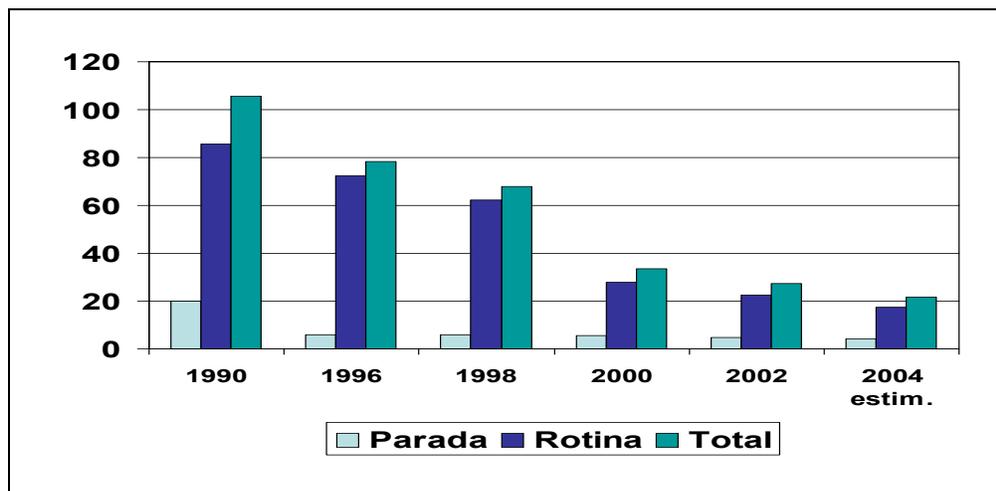


Figura 4.4 – Custos de manutenção (US\$/EDC)

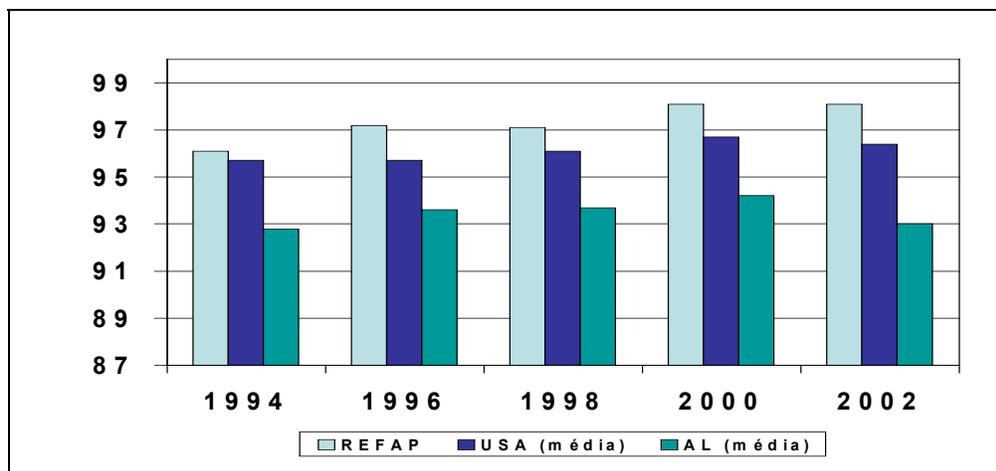


Figura 4.5 – Disponibilidade mecânica (%)

<sup>4</sup> Para as comparações, a SOLOMON ASSOCIATES utiliza o fator *Equivalent Distillation Capacity* - EDC, ou Carga de Destilação Equivalente, que converte a capacidade de processamento e complexidade das diversas unidades de produção das refinarias numa mesma base. A REFAP possui hoje um EDC de 478.000 (ou 478 kEDC). Com a ampliação, a REFAP atingirá 1.312 kEDC.

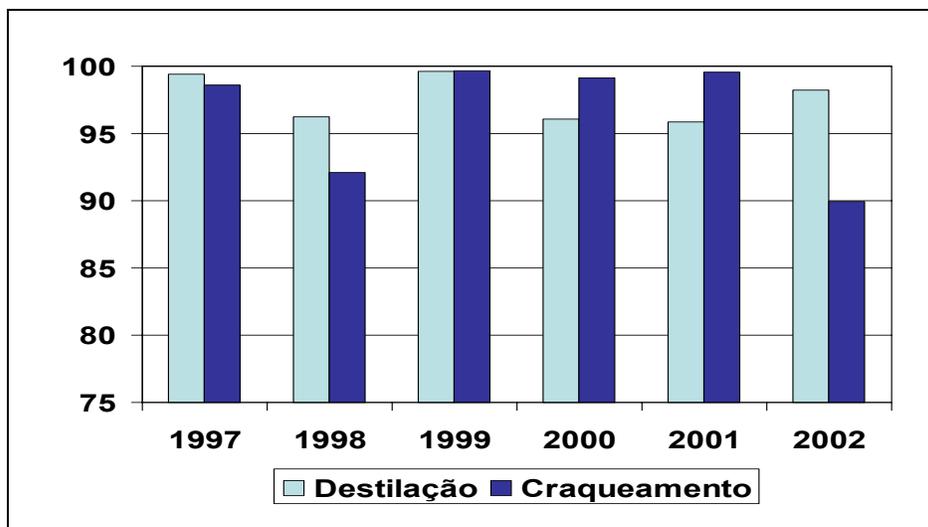


Figura 4.6 – FOI das unidades de processo (%)

#### 4.4. A Evolução Organizacional da Manutenção na Empresa

Justamente pelo fato da Manutenção Industrial ser de suma importância para os processos produtivos e nela identificarem-se grandes contribuições para a refinaria, esta atividade tem sido submetida a diversos processos de melhorias organizacionais nos últimos anos. Ao longo dos anos, a REFAP vem aprimorando os processos de manutenção, adequando-os às novas necessidades de maneira gradual e permanente, incorporando melhorias, testando projetos em experimentos pilotos e realizando transformações, com arrojo e cuidado, dentro de uma proposta de melhoria contínua, responsável e conseqüente.

Até 1992, a estrutura organizacional da manutenção era tipicamente funcional, com um setor de planejamento de manutenção e cinco setores especializados, todos subordinados a uma Divisão de Manutenção. Os setores eram auto-suficientes, com seus próprios e fartos recursos de engenharia, coordenação, supervisão e execução de manutenção. Existia ainda um setor de inspeção de equipamentos responsável pelo monitoramento do estado geral e pelas recomendações de manutenção dos equipamentos estáticos, subordinado a Divisão de Engenharia. As atividades de suprimento de materiais eram atendidas em uma terceira divisão.

Nesta época ocorreu a primeira reorganização da estrutura da manutenção na empresa. Os cinco setores especializados foram re-arranjados em três novos setores. Estes setores mais o setor

de planejamento, juntamente com os setores de inspeção de equipamentos e de suprimento, migraram para uma mesma divisão de manutenção. Observou-se uma grande integração das atividades, em especial com a área de inspeção de equipamentos, mas permaneceu a visão compartimentada. A manutenção era muito eficiente, porém pouco eficaz, especialmente em relação às necessidades mais valorizadas pela produção.

Em 1995, ocorreu uma segunda reestruturação, quando os três setores especializados foram agrupados num único setor executante. Este novo Setor de Serviços de Manutenção passou a atuar através de times de manutenção, cada qual com uma composição multifuncional, respondendo por todas as demandas de manutenção de determinado conjunto de unidades de processo, sob coordenação de um líder de equipe de formação generalista. Foram formados três times de manutenção de área e um time de manutenção de oficinas. Os primeiros estavam sediados próximos das unidades de processo, reduzindo sensivelmente as distâncias e agilizando os atendimentos, em especial para os serviços de caráter emergencial. O quarto time respondia por algumas atividades que, por conveniência ou dificuldade de distribuição, foram mantidas centralizadas. Todos os recursos de engenharia de manutenção foram reunidos com as equipes de inspeção, formando o Setor de Engenharia de Manutenção. O setor de Planejamento passou a ser ainda mais valorizado, ganhando o “status” de espinha dorsal da manutenção. Em pesquisa de satisfação realizada ao final de 1996, o grau de satisfação interna do cliente foi considerado ruim, com queda em relação à avaliação de 1994 de 63,8 para 50,7 pontos, numa escala de 0 a 100. No Anexo 3, apresenta-se um dos gráficos extraído desta pesquisa.

Após cinco anos com esta estrutura organizacional, percebeu-se perda gradual e localizada do domínio da tecnologia de manutenção, em decorrência da forma de atuação por times. A descentralização com excesso de autonomia dos times de manutenção, associada ao enxugamento dos quadros de executantes, trouxeram dificuldades técnicas, com comprometimento da qualidade dos serviços de manutenção e da flexibilidade para atendimento das necessidades da refinaria. Os supervisores generalistas no comando de equipes multifuncionais, responsáveis, pela execução de serviços de alta tecnologia, passaram a ter dificuldades na gestão das equipes. Com a necessidade de admissão de novos empregados e sua qualificação, em decorrência da ampliação da refinaria, temia-se pela degradação da qualidade dos serviços, o que daria espaço a um novo tipo de insatisfação dos clientes internos: Satisfeitos pela presença e pelo pronto-atendimento, mas

insatisfeitos com os resultados das equipes de manutenção. A manutenção teria melhorado em termos de eficácia, mas a eficiência nos processos internos poderia cair de tal forma a comprometer a sustentação dos ganhos experimentados. Estas preocupações puderam ser confirmadas em avaliação interna do processo, feita junto às lideranças da manutenção no ano de 2000, e apresentada de forma sucinta no Anexo 4. Os depoimentos das áreas de Planejamento (P) e Supervisão da Execução (M) foram agrupados em seis áreas de melhoria a saber: Divisão do Trabalho, Foco, Micro-Planejamento, Organização, Materiais e Planejamento.

Com a confirmação da ampliação da refinaria, prevista para o ano de 2004, ficou reforçada a necessidade de reavaliação da estrutura organizacional da refinaria e da manutenção. O objetivo lançado foi buscar as melhorias necessárias para corrigir os problemas detectados, preservar as qualidades da organização da época e preparar a manutenção para a quase triplicação da complexidade da refinaria. No Quadro 4.6, a seguir, são apresentados os pontos fortes e pontos fracos identificados na manutenção industrial, a partir das avaliações internas realizadas, confirmadas através das considerações teóricas apresentadas na seção 2.4, e que deveriam ser, respectivamente, preservados e corrigidos com a nova organização.

As gerências envolvidas organizaram uma proposta para a nova estrutura organizacional que atendesse a nova necessidade da refinaria, conforme exposto anteriormente. Esta proposta foi submetida e comentada por outras gerências, supervisores, técnicos e engenheiros da manutenção e finalmente consolidada com o aval da produção. Após aprovação da Diretoria e antes de sua implantação, foi feita apresentação da nova estrutura organizacional a todos os executantes da manutenção, em reuniões formais que permitiram o esclarecimento de dúvidas e a coleta de subsídios para fechamento da proposta. Comentários e sugestões foram registrados, para posterior análise e avaliação de sua relevância e impacto para o processo e modelo proposto. Deixou-se sempre claro o propósito da nova estrutura e a convicção de que ajustes seriam necessários, o que mobilizou a equipe como um todo no sentido de apoiar o processo, colaborar com as melhorias e comprometer-se com o resultado final.

<b>Pontos Fortes</b>	<b>Pontos Fracos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos;</li> <li>- Desenvolvimento do espírito de equipe;</li> <li>- Relacionamento com os clientes internos na produção;</li> <li>- Nível de cooperação com a produção;</li> <li>- Pronto atendimento e resposta rápida às necessidades urgentes de manutenção;</li> <li>- Nível de delegação e responsabilidade da supervisão (líder de equipe);</li> <li>- Atuação da engenharia de manutenção na solução de problemas das plantas;</li> <li>- Desenvolvimento de espírito de propriedade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Custo de manutenção elevado;</li> <li>- Problemas de supervisão e coordenação para serviços mais especializados;</li> <li>- Perda da qualidade da execução;</li> <li>- Limitações de qualificações de pessoal que passam a se especializar nos assuntos de sua área de atuação;</li> <li>- Falta de otimização dos recursos disponíveis;</li> <li>- Redundância de recursos nos times de manutenção;</li> <li>- Disputa da produção pelos recursos dos times sem a visão da prioridade da refinaria;</li> <li>- Cumprimento do planejamento;</li> <li>- Dificuldade de integração da engenharia de manutenção com as equipes de execução;</li> <li>- Lacunas de comunicação, em especial a relacionada com questões técnicas;</li> <li>- Gestão de estoques com surgimento de estoques paralelos.</li> </ul>

Quadro 4.6 – Diagnóstico da situação da manutenção em Times

No ano de 2001, foi então implantada a nova organização da manutenção. Na Figura 4.7 apresenta-se o organograma da Diretoria Técnica com destaque para a estrutura organizacional da manutenção. Assumiu um formato híbrido, preservando as características positivas da organização descentralizada (por times), conciliando-as com as características desejadas de uma estrutura centralizada.

Valorizou-se o Planejamento e a Engenharia da Manutenção e ajustaram-se significativamente as atividades de Execução da Manutenção. O antigo Setor de Execução de Manutenção foi desdobrado em duas gerências de execução de manutenção com caráter mais especializado, sem perder de vista, entretanto, a proposta de multifuncionalidade. Surgiram daí a Gerência de Manutenção de Instrumentação e Elétrica e a Gerência de Manutenção Mecânica e Caldeiraria, cada qual com duas áreas de supervisão. Foi criada uma nova área de supervisão para o Grupo de Pronto Atendimento, sob coordenação da Gerência de Planejamento.

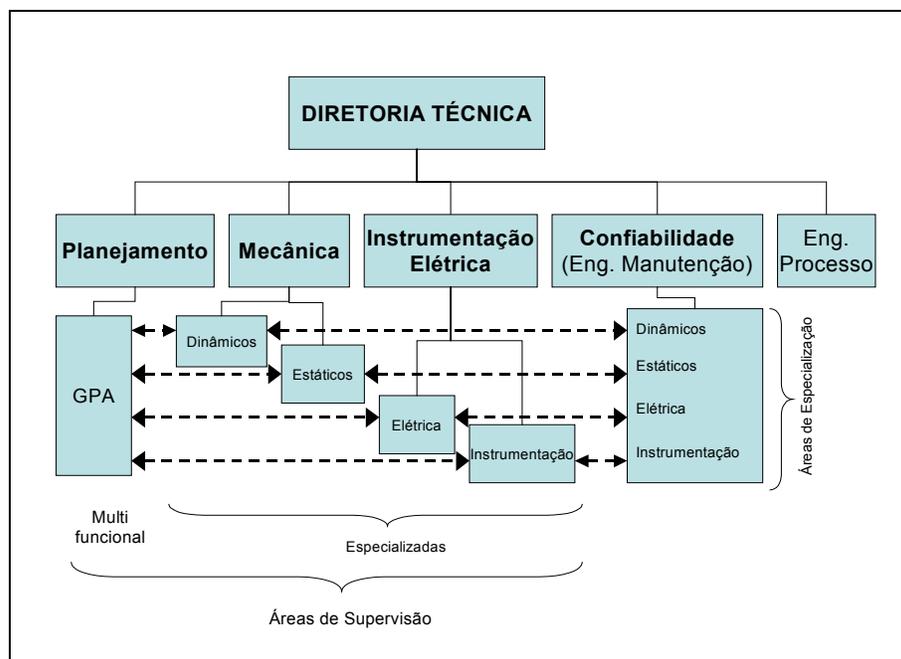


Figura 4.7 – Organograma da manutenção

A estrutura tem um formato matricial, existindo, para cada área de supervisão especializada, um time de especialistas correspondentes na Gerência de Confiabilidade, que proporciona todo o suporte técnico necessário para as atividades rotineiras e especiais. No Grupo de Pronto Atendimento, dispõe-se de uma equipe multifuncional com um quadro pré-definido, que pode assumir, a qualquer momento, a dimensão que se fizer necessária para o atendimento de uma ocorrência urgente da refinaria, mediante apoio das áreas de supervisão e suporte técnico da Confiabilidade.

#### 4.5. Planejamento na Manutenção

Como destacado na seção 3.5, o Planejamento e Programação dos Serviços de Manutenção (P&P) é o mais importante fundamento do processo de manutenção. Através do P&P, busca-se organizar e direcionar eficazmente os recursos de manutenção, atendendo às necessidades de manutenção da produção com a devida flexibilidade. Recomenda-se que o fluxo do processo esteja devidamente estabelecido, cobrindo as mais diversas atividades e seus relacionamentos na rotina de manutenção, dentro do possível assistido por algum software dedicado. Importante

também é o desenvolvimento da cultura do planejamento de manutenção, de modo a assegurar-se disciplina no processo, mesmo em situações de maior pressão.

Na REFAP, constata-se que o fundamento Planejamento de Manutenção permeia toda a estrutura organizacional da manutenção e suas interfaces, não sendo visto exclusivamente como uma atividade sob responsabilidade da Gerência de Planejamento. Nesta gerência ficam lotados os técnicos de planejamento, responsáveis pela coordenação técnica do planejamento de manutenção e pelo sistema especialista informatizado, através do qual é processado o planejamento e a programação da manutenção, com otimização e nivelamento dos recursos disponíveis. Nas gerências de execução da manutenção encontram-se os micro-planejadores de manutenção e supervisores que participam do processo, detalhando as atividades, executando os serviços conforme o planejamento traçado e realimentando o sistema para sua correção e reprogramação. Nas gerências de produção são encontrados os chamados OpMan (Operadores de Manutenção) responsáveis por equacionar, junto aos planejadores da manutenção, as questões relacionadas com a interface com a manutenção, sob o ponto de vista da produção.

Observa-se que o planejamento de manutenção tem uma abrangência muito ampla e se desenvolve desde a solicitação do serviço de manutenção pelo operador até a execução final pelo oficial de manutenção. Entre a solicitação e a execução, a REFAP utiliza dois níveis de planejamento de manutenção, a saber:

- i. Macro-planejamento, que transforma as necessidades da produção em Ordens de Trabalho e resolve e otimiza as interfaces da manutenção com a produção;
- ii. Micro-planejamento, que resolve as interfaces internas da manutenção e o suprimento de recursos de toda a natureza, viabilizando a execução dos serviços dentro das metas negociadas no macro-planejamento.

Estando o planejamento concluído e a execução dos serviços autorizada, é feita a programação, com base nas prioridades estabelecidas e os recursos disponíveis. O horizonte da programação dos serviços é de cinco dias úteis, com mais dois dias extras, disponíveis para uso da supervisão, planejamento e operação, em caso de ocorrer algum cancelamento ou impedimento para realização dos serviços programados. Ao longo da semana, ajusta-se o planejamento dos

serviços através de reuniões diárias de negociação com a operação e de duas reuniões de coordenação interna da manutenção entre os planejadores e supervisores das oficinas. Às quintas-feiras, discute-se e consolida-se a programação definitiva dos serviços da semana seguinte, com participação de todos os envolvidos: planejadores e supervisores, respondendo pela manutenção, e os operadores de manutenção, respondendo pela produção. O fluxo do processo de manutenção de rotina está representado na Figura 4.8. No Anexo 6, apresenta-se o mesmo processo de manutenção de rotina, porém, de forma bem mais detalhada, mostrando os dois níveis de planejamento referidos anteriormente (macro e micro-planejamento), com as indicações dos responsáveis, principais atividades e suas interfaces.

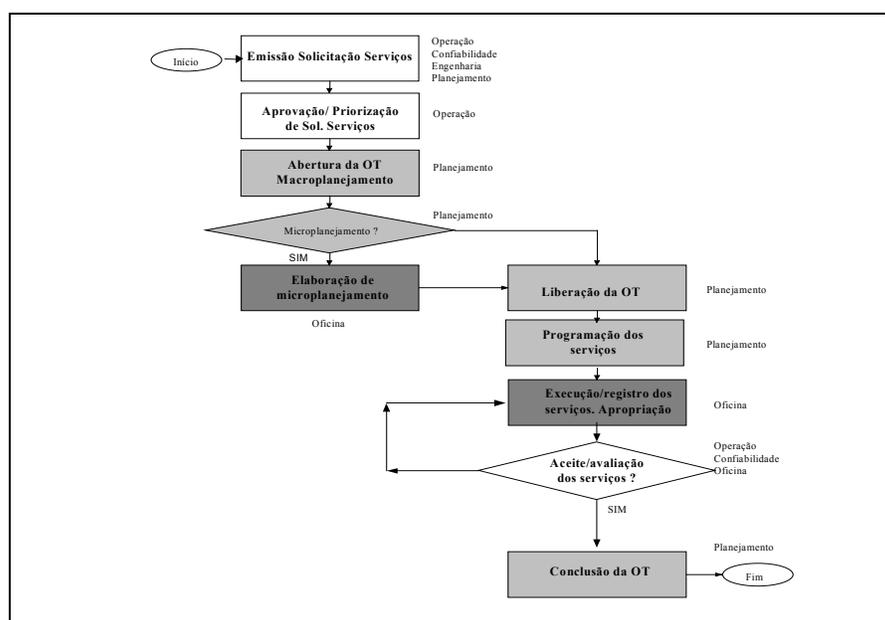


Figura 4.8 – Processo de manutenção de rotina

Para o atendimento dos serviços mais urgentes da produção, foi criado o Grupo de Pronto Atendimento – GPA. A equipe que compõe o GPA atende às demandas mais imediatas de manutenção, surgidas de última hora, não programadas para a semana em curso, e cujo atendimento pelas equipes disponíveis para os serviços programados provocaria desvios no planejamento da manutenção. Mesmo as atividades atendidas pelo GPA continuam sendo planejadas, porém de forma mais simples, conforme pode ser visto na Figura 4.9, onde se apresenta o fluxo do processo de Manutenção de Pronto Atendimento. O GPA é supervisionado diretamente pela Gerência de

Planejamento e conta com aproximadamente 15% dos recursos da manutenção, assim distribuídos: 1 técnico de instrumentação e 1 eletricista, em tempo integral, e 1 mecânico e 2 caldeireiros, em tempo parcial. Sempre que não são usados, esses recursos passam a reforçar as equipes destinadas à execução dos serviços programados de rotina.

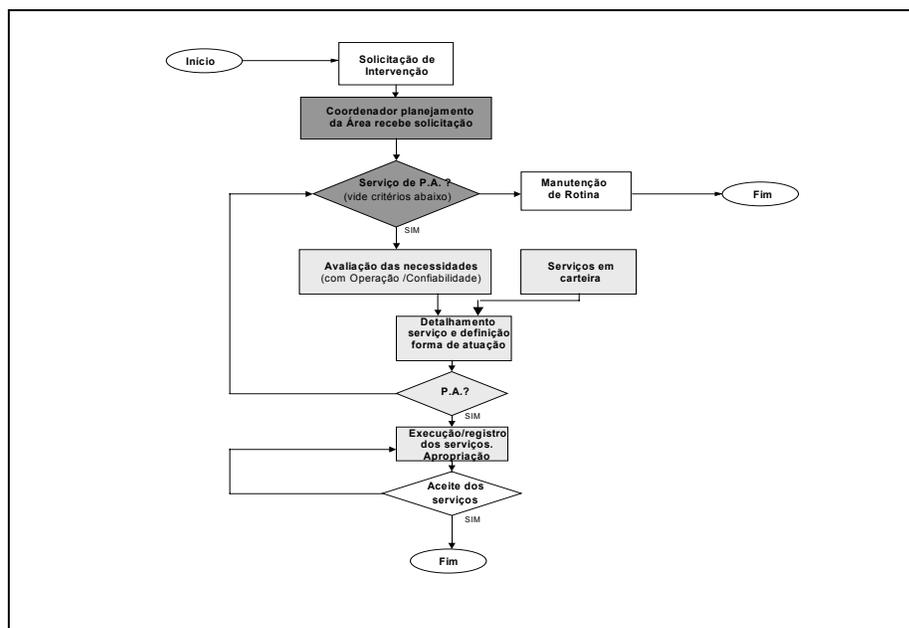


Figura 4.9 – Processo de manutenção de Pronto Atendimento

#### 4.6. Otimização da Demanda de Manutenção

Destacou-se na seção 3.6 que a Otimização da Demanda de Serviços de Manutenção cumpre papel importante para o processo de manutenção, na medida em que auxilia na organização e priorização dos serviços e contribui para a redução de custos associados à manutenção. Foi salientada a importância do estabelecimento e adoção, por toda a comunidade envolvida no processo de manutenção, de critérios homogêneos para priorização e julgamento dos serviços, considerando a realidade de uma organização de manutenção centralizada, onde recursos únicos atendem a diversos solicitantes, de diferentes unidades operacionais, cada qual com suas necessidades sempre justificadas.

Constata-se na REFAP, ao longo dos últimos anos, significativas reduções do custo de manutenção, como foi apresentado na Figura 4.4, atribuídas ao controle da demanda de serviços de

manutenção, autorizando-se somente a execução daquilo que é considerado fundamental para a operação da planta, num esforço para a redução de desperdícios por superprodução (considerando-se produção como o trabalho produzido pela manutenção).

Com a redução da demanda de serviços, observa-se a redução dos quadros de equipes contratadas de manutenção (46% nos últimos dois anos). A redução de pessoal e dos custos relacionados com serviços contratados foi intensificada ainda mais, através de um trabalho de renegociação de contratos, com revisão de exigências contratuais, em consonância com a nova realidade e as novas necessidades.

Recentemente, foi implementada a metodologia STBR (Seleção de Trabalho Baseada em Risco) ou RBWS (*Risk-Based Work Selection*), desenvolvida pela empresa KBC (empresa independente de consultoria técnica, especializada em serviços e softwares para melhoria da eficiência operacional e da lucratividade da indústria de processamento de petróleo e seus derivados). Os serviços de manutenção são priorizados segundo três dimensões: Consequência da Falha, Gravidade do Problema e Tempo. O processo se inicia quando representantes da operação (solicitantes dos serviços), planejadores e representantes da área de Engenharia de Manutenção reúnem-se semanalmente para discutir as demandas de manutenção de determinadas unidades de processo. Considerando critérios pré-definidos, este grupo discute as prioridades de cada serviço, segundo as três dimensões citadas, e estabelecem os prazos para conclusão dos serviços. No Anexo 5, apresenta-se a matriz desenvolvida e implementada na REFAP, com os referidos critérios para análise dos serviços. A partir daí, o planejador, em conjunto com os planejadores especializados (micro-planejadores), concluem o planejamento e ajustam a programação para atender aos prazos negociados.

A presença de representante da Engenharia de Manutenção permite uma análise mais técnica, baseada em dados históricos de desempenho dos equipamentos, considerando o tipo e os efeitos do defeito ou da falha ocorrida. Discutem-se, nesta mesma reunião, detalhes relacionados com a programação de preventivas e as medidas operacionais para liberação dos serviços. Identifica-se também, para serviços de maior complexidade e de maior risco para segurança, a necessidade de análises de risco, que apura os riscos potenciais para as tarefas previstas e as medidas de ação e/ou mitigadoras, segundo metodologia desenvolvida na refinaria. Ao mesmo

tempo em que a estrutura de manutenção passa a trabalhar focada nas necessidades dos clientes (produção), a carteira de trabalho fica organizada segundo as verdadeiras prioridades da refinaria, levando-se em conta o tipo da falha e suas conseqüências para a Produção e aspectos de SMS, nivelada pelos recursos disponíveis.

Para acompanhamento deste processo, foram estabelecidos quatro indicadores que são analisados semanalmente pela equipe de planejamento em conjunto com a operação e com os supervisores de manutenção. Na Figura 4.10, estão apresentados estes indicadores, com os valores acumulados ao longo de 2003. Percebe-se a existência de alguns desvios em relação às metas estabelecidas, localizados em algumas unidades em decorrência de situações particulares. Considera-se que o programa encontra-se em fase de aprimoramento e, mesmo ainda não tendo sido atingidas as metas estabelecidas, a metodologia aplicada permite a identificação dos problemas e oportuniza a atuação para a correção e aprimoramento do processo de manutenção.

<b>Indicadores do Planejamento</b>												
Painel dos Indicadores STBR da REFAP(Base JULHO/2003)												
2003	U-50		Utilidades		U-01/02		U-03		Logística		REFAP/Total	
	Meta	Real	Meta	Real	Meta	Real	Meta	Real	Meta	Real	Meta	Real
Nº 01	< 30	27	<60	50	< 60	63	<60	51	<60	42	270	233
Nº 02	100%	100%	100%	97%	100%	100%	100%	92%	100%	91%	100%	96%
Nº 03	>80 %	74%	>80 %	48%	>80 %	72%	>80 %	68%	>80 %	74%	>80 %	67%
Nº 04	<20 %	14%	<20 %	11%	<20 %	18%	<20 %	23%	<20 %	28%	<20 %	19%

Nº 01 - Número de ordens de trabalho geradas por mês.  
 Nº 02 - % de solicitações avaliadas pela matriz STBR por mês.  
 Nº 03 - % de solicitações concluídas até a data limite por mês.  
 Nº 04 - % de solicitações urgentes por mês.

Figura 4.10 – Indicadores de desempenho para o processo de planejamento

Outro ganho obtido com este processo é o agrupamento de serviços de baixa criticidade, cujo prazo para execução negociado com a operação é longo. Formam-se pacotes de serviços que serão atendidos posteriormente de modo mais otimizado. A adoção desta estratégia permite trabalhar-se com equipes mais enxutas e contratar os pacotes de serviços em épocas mais oportunas

e com mais eficiência. O resultado é uma maior eficácia, com maior foco nas demandas importantes do dia-a-dia e redução dos custos de manutenção.

#### **4.7. Engenharia de Manutenção**

Na seção 3.7, salientou-se o papel relevante da Engenharia de Manutenção no controle de demandas de manutenção, obtido principalmente através da redução da quantidade de serviço reativo. Destacaram-se três atividades principais de apoio a este objetivo: (i) eliminação de defeitos e problemas crônicos; (ii) implementação de planos de inspeção e manutenção preventiva e preditiva; e (iii) implementação de um programa de melhorias contínuas dos equipamentos. Especificamente no caso de uma indústria de processamento contínuo, devem ser acrescentadas: (iv) monitoramento dos processos de deterioração e obsolescência dos equipamentos e sistemas industriais; (v) controle e gestão da integridade mecânica dos equipamentos e instalações; e (vi) conversão do aprendizado obtido com a operação, manutenção e melhoria dos equipamentos, em especificações e padrões para futuros empreendimentos e intervenções. Chamou-se a atenção que o esforço para eliminação de defeitos resulta no incremento da Qualidade da Execução, decorrente da redução do volume de serviços prioritários de manutenção, e a melhoria do padrão de confiabilidade e da integridade da planta torna o trabalho mais previsível, permitindo uma atuação mais eficiente dos planejadores no Planejamento e Programação dos Serviços de Manutenção.

Avaliando-se a Engenharia de Manutenção da REFAP, sob a responsabilidade da Gerência de Confiabilidade, identificam-se quatro principais linhas de ação:

- i. Eliminação de problemas críticos (“bad-actors”);
- ii. Planos de manutenção preditiva e preventiva;
- iii. Manutenção pró-ativa e análise de risco de projeto; e
- iv. Controle de integridade dos equipamentos.

Na Figura 4.11, são explicitadas as relações entre estas quatro linhas de ação e as seis atividades sugeridas na seção 3.7. Constata-se, numa primeira análise, o atendimento completo ao conjunto das atividades relacionadas como relevantes para o alcance do objetivo da Engenharia de Manutenção. Faz-se a seguir uma análise mais detalhada da situação.

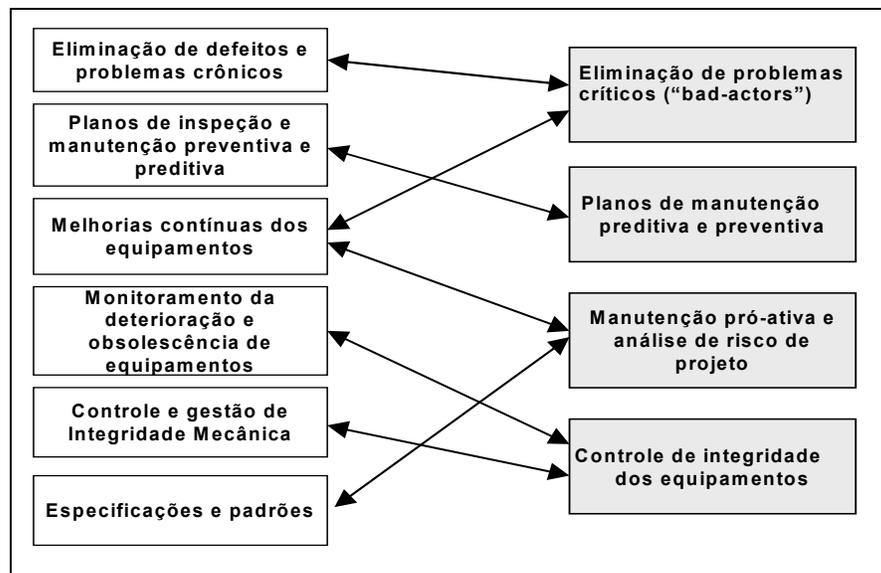


Figura 4.11 – Atividades de engenharia de manutenção x Planos da REFAP

Quanto à eliminação de problemas críticos, percebem-se, na REFAP, algumas iniciativas isoladas para tratamento dos equipamentos com alta taxa de falha, que se convencionam chamar “*bad actors*”. Existe a apuração e análise de falhas para alguns equipamentos mecânicos, como bombas e compressores, conforme ilustrado na Figura 4.12. Implantou-se, recentemente, um programa de Análise de Resserviço para bombas, no qual as falhas que se repetem dentro de um “período de garantia” (motivadas por problemas de execução, de procedimento, de projeto, de seleção/fornecimento de materiais ou outro fator) são analisadas com o propósito de corrigi-las em definitivo, combatendo-se assim “perdas por defeituosos”<sup>5</sup>. O referido programa está em sua fase de desenvolvimento e implantação e não atingiu ainda o objetivo esperado. Percebe-se que existe expressivo potencial de ganho para aumento da confiabilidade e redução dos custos de manutenção, com a sistematização de programa que atenda um conjunto mais amplo de equipamentos.

<sup>5</sup> Considerando que o produto do processo de manutenção é o restabelecimento das condições de funcionamento dos equipamentos, pode-se entender que resserviços são como perdas por produção de produtos defeituosos, segundo OHNO (1997).

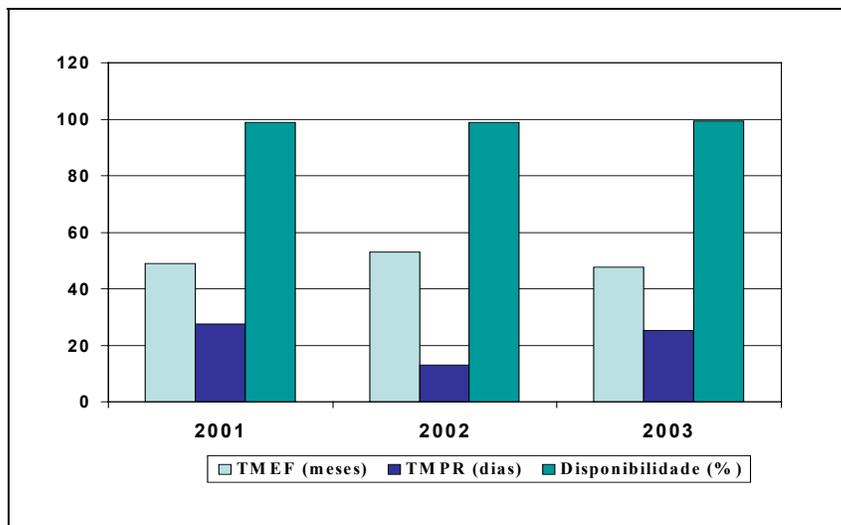


Figura 4.12 – Tempo Médio entre Falhas (TMEF), Tempo Médio para Reparos (TMPR) e Disponibilidade para bombas de processo

Os planos de manutenção preventiva e preditiva dos equipamentos estão intimamente associados ao item anterior. No Quadro 4.7, relacionam-se algumas técnicas de manutenção preditiva e no Quadro 4.8, o conjunto de planos de manutenção preventiva implementados na refinaria, sob responsabilidade da Gerência de Confiabilidade.

- Monitoramento de vibração de equipamentos rotativos;
- Análise de lubrificantes;
- Monitoramento dos processos de corrosão;
- Plano de inspeção externa de vasos de pressão (NR-13);
- Plano de inspeção de dutos;
- Medição de espessura de tubulações e equipamentos por ultra-som e radiografia;
- Termografia de equipamentos e sistemas elétricos;
- Plano de análise de óleos isolantes de transformadores.

Quadro 4.7 - Técnicas de manutenção preditiva implementadas na REFAP

- Programa de lubrificação de máquinas;
- Preventivas de compressores alternativos e motores diesel;
- Plano de inspeção interna de vasos de pressão (NR-13);
- Plano de calibração de válvulas de segurança;
- Plano de paradas gerais de manutenção das unidades de processo;
- Plano de limpeza de permutadores de calor;
- Plano de manutenção de caldeiras com zeragem de campanha (NR-13);
- Plano de inspeção e manutenção de tanques de armazenamento;
- Plano de preventiva de instrumentação;
- Programa de revisão de centrais de baterias e sistema de corrente contínua;
- Plano de manutenção de subestações elétricas;

Quadro 4.8 - Manutenções preventivas implantadas na REFAP

Relativamente à manutenção pró-ativa e análise de risco de projeto, a Engenharia de Manutenção participa junto aos novos empreendimentos por ocasião das análises de risco realizadas ainda nas fases de projeto. Participa também contribuindo no processo de especificação dos equipamentos e posterior verificação de seu atendimento e de sua adequação às necessidades das plantas, quando do acompanhamento dos testes de fabricação e do condicionamento dos equipamentos antes de colocação em produção. A atuação da Engenharia de Manutenção é bastante ampla e complexa, ocorrendo desde as fases de projeto básico até o acompanhamento da integridade dos equipamentos em uso, com reflexos diretos sobre a confiabilidade da planta industrial e continuidade do processo produtivo. Para apoio às decisões relacionadas com a especificação e manutenção de equipamentos, a REFAP dispõe de farta documentação técnica, como procedimentos e padrões de engenharia, sustentada pelo Sistema Normativo da Petrobras. Ações em desacordo ou não cobertas por requisitos presentes nestas documentações exigem análise de engenharia e aprovação de profissional habilitado.

O controle de integridade física e acompanhamento do estado geral é feito principalmente para os equipamentos e sistemas em contato direto com os fluidos de processo, como vasos de pressão, tubulações, bombas e compressores de processo. Tais itens são monitorados com a

utilização de ferramentas e softwares específicos em frequências que dependem de sua importância para o processo, tipo e condições do fluido, impacto para segurança, meio ambiente e impacto financeiro em caso de falha. De modo a atender a Legislação relativa a questões de segurança e proteção ao meio ambiente, a REFAP possui seu Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos (SPIE) certificado pelo INMETRO, conforme previsto na NR-13 <sup>6</sup>, o que obriga a empresa a atender a uma série de requisitos técnicos e se submeter a auditorias regulares para confirmação da conformidade dos controles e registros de inspeções e intervenções dos equipamentos.

Para condução e coordenação das atividades acima detalhadas, a Gerência de Confiabilidade conta um quadro de engenheiros e técnicos nas diferentes áreas de especialização (mecânica, elétrica, instrumentação e caldeiraria). Cabe ainda à Gerência de Confiabilidade o apoio para a qualificação de executantes da área de manutenção e também dos operadores da produção para assuntos relacionados com equipamentos, definição de limites operacionais dos equipamentos, orientação e acompanhamento para pequenas melhorias nas instalações e assessoramento à Gerência de Engenharia no estudo e projeto de novas instalações.

São utilizados dois indicadores de desempenho, recomendados pela SOLOMON ASSOCIATES, que traduzem, em sua análise conjunta, o resultado do esforço da Engenharia de Manutenção: Disponibilidade Mecânica e Duração das Campanhas das Unidades.

A Disponibilidade Mecânica, apresentada anteriormente na Figura 4.5, indica o percentual de tempo total que a planta fica disponível para a produção, considerando as perdas de produção por paradas de emergência e por paradas gerais para manutenção. A Duração das Campanhas das Unidades mostra o tempo decorrido entre uma parada geral e outra das unidades operacionais. Estes dois indicadores em conjunto dão uma idéia da confiabilidade da planta. Na Figura 4.13, apresenta-se o crescimento da duração das campanhas (em meses) das duas principais unidades de processo da REFAP, ao longo dos últimos anos. Ambos os indicadores com valores crescentes demonstram que a Engenharia de Manutenção da REFAP está atingindo seu objetivo principal de conferir maior confiabilidade para refinaria como um todo.

---

<sup>6</sup> NR 13 – Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho que trata de Caldeiras e Vasos de Pressão.

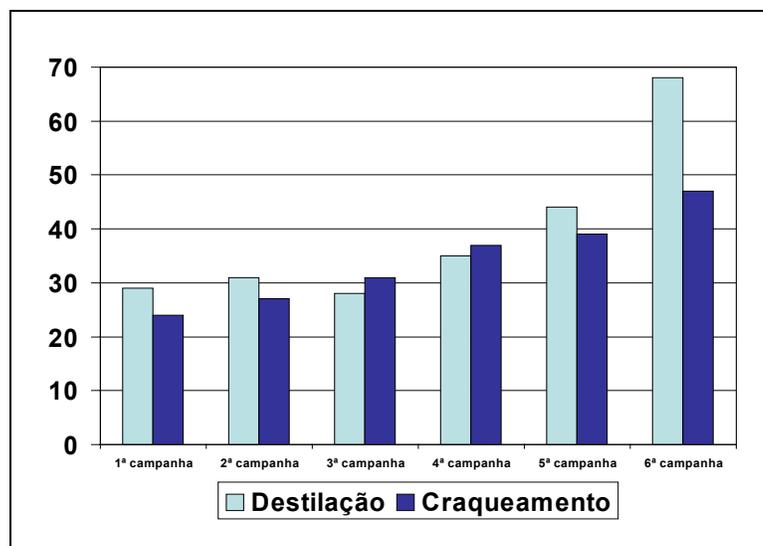


Figura 4.13 – Duração das campanhas das unidades de processo (meses)

#### 4.8. Qualidade na Execução

Destacou-se, na seção 3.8, a importância deste fundamento para o sucesso de um sistema de manutenção. Os aspectos que melhor caracterizariam a execução da manutenção com qualidade seriam: *(i)* participação no processo de manutenção de toda a organização com interface com equipamentos e sistemas, com clara definição de responsabilidades e atribuições; *(ii)* ações para qualificação dos recursos próprios, métodos e processos de manutenção, e *(iii)* adoção de política de terceirização, que assegure os benefícios com redução de custos ao mesmo tempo em que preserve a confiabilidade operacional.

Quanto à participação das diferentes equipes no processo de manutenção, observa-se, conforme apresentado no Quadro 3.1, a divisão das principais atribuições, numa clara intenção de envolvimento e comprometimento de todos os envolvidos. Especificamente para a execução dos serviços de manutenção, constata-se na empresa analisada a divisão do trabalho apresentado no Quadro 4.9.

EQUIPE	ATRIBUIÇÕES
<b>Equipes próprias de manutenção</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Execução e Supervisão de serviços em equipamentos críticos para o processo;</li> <li>- Serviços com interfaces críticas com o processo;</li> <li>- Serviços que exijam grande nível de compreensão do processo;</li> <li>- Serviços intimamente ligados à confiabilidade da planta;</li> <li>- Registros das intervenções nos equipamentos.</li> </ul>
<b>Equipes terceirizadas de manutenção</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Serviços com demandas flutuantes;</li> <li>- Serviços repetitivos, de baixa complexidade e criticidade para o processo;</li> <li>- Serviços em que o mercado apresenta nível adequado de qualificação para execução do trabalho.</li> </ul>
<b>Operadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuidados operacionais básicos para resguardar os equipamentos de falhas pelo mau uso;</li> <li>- Monitoramento de variáveis básicas dos equipamentos;</li> <li>- Serviços simples de manutenção dos equipamentos, sem a exigência de ferramentas especiais;</li> <li>- Providências operacionais para liberação dos equipamentos para serviços de manutenção.</li> </ul>

Quadro 4.9 – Atribuições das equipes de execução

Observa-se a implementação gradual e progressiva da manutenção autônoma por parte dos operadores. Apesar de não existir explicitamente o interesse da REFAP na implantação do programa TPM, diversas ações coordenadas para implantação da manutenção autônoma têm sido desenvolvidas, aumentando o nível do conhecimento, interesse e cuidado com os equipamentos, promovendo maior integração entre a manutenção-operação e melhorando o resultado de confiabilidade da instalação. Diferente da realidade da indústria manufatureira, onde cada operador é “dono” de um ou mais postos de trabalho, na REFAP, dois ou três operadores são responsáveis por toda uma unidade de processo, com centenas de equipamentos de grande porte e milhares de instrumentos. O operador na REFAP, como homem de linha de frente na preservação e cuidados com os equipamentos, tem sua atuação voltada para o condicionamento dos equipamentos e seus sistemas auxiliares para as condições ótimas de funcionamento e respeito às condições operacionais nominais. Em caso de anormalidade, o papel do operador é de restabelecer estas condições no menor prazo possível e atuar para que as condições operacionais desfavoráveis sejam compensadas ou tenham seus efeitos danosos sobre os equipamentos minimizados. Cabe ainda aos operadores a realização de alguns serviços simples de conservação e monitoramento dos equipamentos, que não absorvam demasiadamente seu tempo e que não desviem sua atenção do processo.

Na composição das equipes de execução de manutenção, observa-se claramente a aplicação da estratégia adotada com relação à terceirização: A empresa mantém, em seus quadros de empregados próprios, profissionais como técnicos de instrumentação, eletricitas e mecânicos. Esses profissionais atuam na manutenção de equipamentos e sistemas críticos, cujo bom funcionamento asseguram a confiabilidade e continuidade operacional de toda a planta. Nas equipes contratadas, têm-se caldeireiros, soldadores, pintores, isoladores, refrataristas, hidrojatistas, serventes de limpeza, montadores de andaime, operadores de equipamentos de guindar, entre outros, realizando serviços de apoio ou serviços complementares de menor expressão em termos de continuidade operacional. Cabe destacar, entretanto, que mesmo esses serviços de menor complexidade e relevância para a refinaria são fiscalizados por profissionais da refinaria com qualificação multifuncional, que atuam como facilitadores dos serviços junto à Operação e nas interfaces com outras especialidades, assegurando que a execução se dará de acordo com os procedimentos estabelecidos e recomendações de segurança. Um resumo dessa organização está apresentado na Figura 4.14.

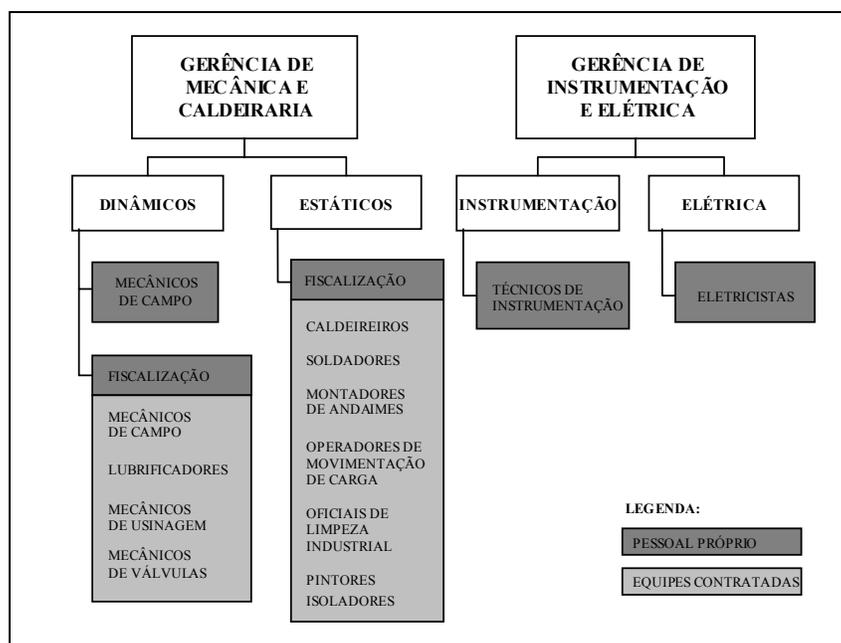


Figura 4.14 – Distribuição das equipes executantes de manutenção

Com relação à qualificação do pessoal próprio da área de manutenção, são observadas as seguintes medidas:

- i. Admissão de pessoal através de processo seletivo rigoroso, com requisitos de escolaridade (no mínimo nível técnico), avaliação técnica com prova de conteúdo teórico-prático e avaliação psicológica para verificação da adequação do candidato ao perfil estabelecido para o cargo;
- ii. Formação básica profissional, com utilização de cursos internos - formais ou do tipo TLT (treinamento no local de trabalho ou “*on-the-job training*”), ministrados por pessoal experiente, com o propósito de desenvolver habilidades para serviços típicos da refinaria;
- iii. Certificação pelo programa PNQC-ABRAMAN<sup>7</sup>;
- iv. Qualificação planejada ao longo da vida do profissional, baseada na matriz de treinamento típica para cada cargo, conforme necessidades da empresa e deficiências individuais identificadas.

Com relação aos serviços terceirizados, observam-se iniciativas de parte da REFAP quanto à escolha e capacitação do pessoal que atua na refinaria. Considerando que esta atribuição é de inteira responsabilidade das empresas terceirizadas, mas que deficiências de qualificação de suas equipes podem afetar direta ou indiretamente os resultados da refinaria, é adotada a seguinte estratégia:

- i. Contratos com exigência de escolaridade mínima e experiência de trabalho, específicos para cada função;
- ii. Estabelecimento de metas para certificação de pessoal pelo PNQC-ABRAMAN, com percentual de atendimento crescente ao longo do tempo;
- iii. Exigência de execução de treinamentos, formais ou do tipo TLT, para os procedimentos rotineiros disponíveis na refinaria;
- iv. Exigência do cumprimento às exigências de treinamentos e certificações previstas pela legislação, como operação de empilhadeira, operação de guindastes, etc;

---

<sup>7</sup> PNQC – Programa Nacional de Qualificação e Certificação de Pessoal na Área de Manutenção, desenvolvido pela ABRAMAN em parceria com o SENAI, criado para induzir a melhoria da qualidade e produtividade dos serviços de manutenção no Brasil, através da certificação de pessoal da área.

- v. Previsão de multas e bonificações contratuais, de acordo com os resultados obtidos em relação aos programas de treinamento e desenvolvimento do pessoal. No Quadro 4.10, apresenta-se exemplo de conjunto de itens de controle e os correspondentes fatores de ponderação utilizados no cálculo da bonificação por desempenho de empresas contratadas;
- vi. Plano de treinamento especial para questões de SMS, conduzido por técnicos da própria refinaria.

Itens de Controle - Qualidade no Trabalho				
Medição (%)	SMS	Cumprimento da Programação	Back-log	Qualificação e Certificação da Equipe
0,00	Ocorrência de acidente com afastamento no mês ou ocorrência de quatro ou mais acidentes sem afastamento	Índice de cumprimento da programação mais de 5% abaixo do limite inferior da meta negociada	Back-log mais de 4,5 dias acima da margem negociada	Qualificação negociada não atendida e certificação fora dos limites contratuais
0,25	Ocorrência de zero acidente com afastamento no mês e ocorrência de no máximo três acidentes sem afastamento	Índice de cumprimento da programação de 3,6 a 5% abaixo do limite inferior da meta negociada	Back-log até 4,5 dias acima da margem negociada.	Qualificação negociada atendida parcialmente e certificação fora dos limites contratuais
0,50	Ocorrência de zero acidente com afastamento no mês e ocorrência de no máximo dois acidentes sem afastamento	Índice de cumprimento da programação de 2,1 a 3,5% abaixo do limite inferior da meta negociada	Back-log até 3,5 dias acima da margem negociada.	Qualificação negociada atendida plenamente e certificação fora dos limites contratuais
0,75	Ocorrência de zero acidente com afastamento no mês e ocorrência de no máximo um acidente sem afastamento	Índice de cumprimento da programação de 0,1 a 2% abaixo do limite inferior da meta negociada	Back-log até 2 dias acima da margem negociada.	Qualificação negociada atendida parcialmente e certificação dentro dos limites contratuais
1,00	Zero acidentes com ou sem afastamento	Índice de cumprimento da programação dentro dos limites da meta negociada	Back-log dentro dos limites da margem negociada.	Certificação dentro das especificações do contrato e qualificação conforme negociado.

Quadro 4.10 – Programa de bonificações por resultados em contratos de manutenção

Outra constatação relevante, relacionada com o esforço de padronização e melhoria dos métodos e processos de trabalho é o desenvolvimento pela Gerência de Planejamento das chamadas OTs-padrão (Ordens de Trabalho padronizadas) para os serviços típicos da refinaria. Nestes documentos são estabelecidos: a seqüência das tarefas, suas relações de dependência, interfaces entre as especialidades, recursos necessários e tempos para execução. Para cada OT-padrão, as atividades ou conjuntos de atividades estão sob responsabilidade de uma determinada especialidade

da manutenção, requerendo, muitas vezes, planejamento específico mais detalhado. Nestes casos, cabe a Gerência responsável pela execução do serviço elaborar o micro-planejamento das atividades, reunindo e organizando os procedimentos pertinentes, ferramentas necessárias, sobressalentes e materiais de consumo utilizáveis, etc.

Para a elaboração dos micro-planejamentos, também são utilizados procedimentos escritos que detalham e padronizam a execução de algumas atividades de manutenção. São as chamadas Instruções de Trabalho (ITs), pertencentes ao acervo técnico da refinaria, que estão em constante atualização e encontram-se disponíveis para qualquer trabalhador, em meio eletrônico ou em cópias em papel. Através destes procedimentos, busca-se a consolidação das boas práticas de manutenção, o aprimoramento dos processos e métodos de manutenção com a incorporação de melhorias para aumento da eficácia das intervenções, a redução dos custos e melhoria dos resultados de SMS. Na Figura 4.15, apresenta-se um esquema que ilustra as relações entre OT-padrão, micro-planejamento e as ITs.

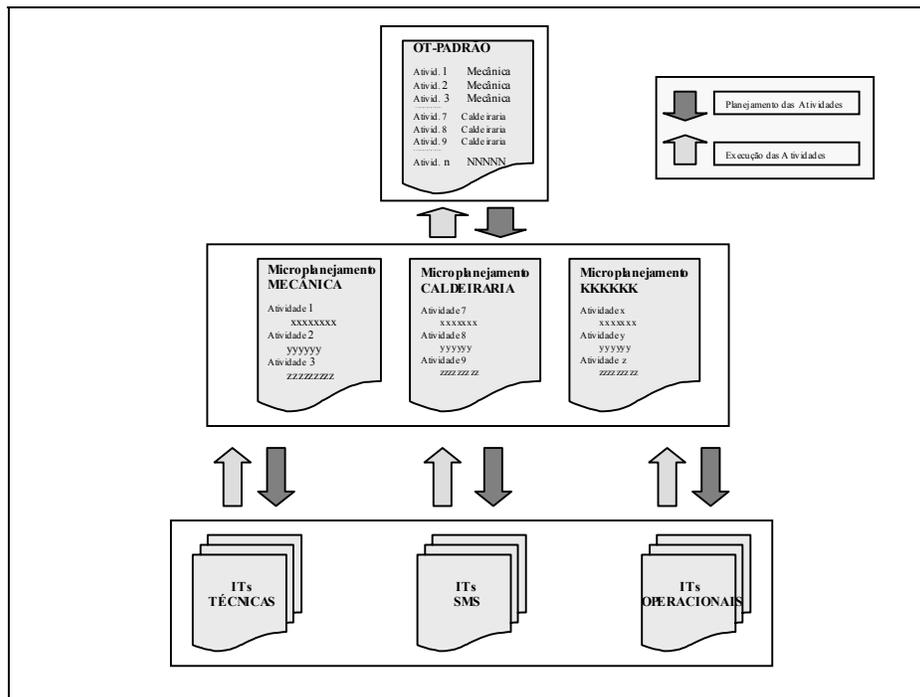


Figura 4.15 – Fluxo de documentos no planejamento de manutenção

#### 4.9. Suprimento de Materiais

Na REFAP, a Gerência de Suprimento é responsável pelo processo de aquisição e estocagem de materiais e sobressalentes. Utiliza-se de um sistema informatizado que realiza todo o controle no ressuprimento de materiais, assegurando a disponibilidade dos itens críticos para o processo de manutenção, de forma planejada, otimizada e seletiva, conforme sugerido na seção 3.9. Como bem salientado, o planejamento e programação dos serviços de manutenção são bastante impactados por esse processo, o que implica num envolvimento muito significativo da manutenção, que se operacionaliza através da Equipe de Materiais. Os profissionais que atuam nesta equipe interagem constantemente com a Gerência de Suprimento e as equipes de Manutenção, respondendo pelas seguintes atribuições:

- i. Alimentação e atualização contínua do cadastro de materiais de estoque, considerando aspectos como criticidade, quantidade de equipamentos instalados, disponibilidades do mercado, etc., atendendo aos padrões estabelecidos e especificações técnicas pertinentes (Fluxogramas 1 e 2 do Anexo 7);
- ii. Saneamento de estoques, apreciando periodicamente os relatórios de materiais sem consumo, propondo ações para redução do volume ou valor imobilizado (Fluxograma 3 do Anexo 7);
- iii. Coordenação e apoio técnico especializado na verificação da qualidade dos materiais fornecidos. Análise de não-conformidades, propondo ações corretivas e preventivas em conjunto com Suprimento;
- iv. Busca de alternativas para ressuprimento de materiais críticos e urgentes, no caso de indisponibilidade temporária do mercado, encaminhando, em tempo hábil, soluções que considerem aspectos técnicos, econômicos e logísticos; e
- v. Contato com representantes e fornecedores de materiais e equipamentos, apreciando, validando e propondo a utilização de novos materiais, equipamentos e ferramentas.

Outra participação importante, relacionada com o planejamento de materiais e sobressalentes, é a do responsável pelo micro-planejamento da manutenção. Com o propósito de assegurar o cumprimento da programação da manutenção e evitar interrupções indesejáveis por falta de materiais e sobressalentes, cabe a ele: *(i)* consultar e reservar, nas listas de materiais e sobressalentes dos equipamentos, os itens que serão utilizados nas manutenções; *(ii)* solicitar, com

a devida antecedência, peças e sobressalentes especiais, que não constem em estoque, permitindo a aquisição pela área de compras em tempo hábil; e (iii) acompanhar junto à área de compras os processos de aquisição de materiais e sobressalentes críticos ou urgentes, necessários para execução de serviços importantes da manutenção.

#### **4.10. Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional – Responsabilidade da Linha**

As refinarias da Petrobras apresentam em suas estruturas organizacionais gerências dedicadas aos assuntos de SMS. Na REFAP encontra-se também uma gerência com este propósito, porém, com um papel de assessoria às demais gerências. Os aspectos de SMS relacionados com as diferentes atividades são de responsabilidade formal da gerência executora e da gerência onde essas atividades são realizadas.

Cabe a cada gerência envolvida, o levantamento dos riscos, perigos e situações de emergência, associados às suas atividades, bem como os possíveis impactos causados por essas atividades ao meio ambiente e às comunidades vizinhas. O treinamento e capacitação das equipes e o atendimento aos procedimentos de SMS são responsabilidades da linha, ou seja, da gerência, da supervisão e, por fim, da própria equipe executora, nesta ordem de hierarquia. Um intenso programa de sensibilização foi desenvolvido, aplicado às equipes próprias e às equipes contratadas.

Observa-se, aliás, que para as questões de SMS não existe qualquer distinção entre próprios e terceirizados. Todos seguem as mesmas regras e procedimentos e estão submetidos ao mesmo programa de treinamento. No início de cada jornada de trabalho, são realizadas reuniões curtas de aproximadamente 10 minutos, onde é explorado, de forma estruturada, um tema qualquer de SMS, preferencialmente relacionado com algum trabalho a ser realizado no dia corrente. Todos os trabalhos são realizados mediante uma autorização formal, denominada PT - Permissão de Trabalho, que serve para detalhar e planejar os trabalhos, seus riscos e as ações mitigadoras. Anexadas às PTs, encontram-se disponíveis LVs - Listas de Verificação, específicas e obrigatórias para os serviços de risco, como, por exemplo, serviço em altura, serviço com eletricidade, serviço de escavação, etc. Para as atividades onde os riscos são maiores ou combinados, realizam-se ainda avaliações formais dos riscos, através dos documentos AST - Análise de Segurança do Trabalho

(mais simples, aplicados quando não ocorre modificação na instalação) ou APR - Análise Preliminar de Riscos (mais complexos, quando a instalação tem seu projeto modificado).

Identificam-se diversas outras iniciativas implementadas ao longo dos últimos anos, como a criação de comitês permanentes para diversos temas de SMS, programa de auditorias comportamentais com objetivo de melhorar o comportamento das pessoas, agenda de reuniões mensais com a Presidência e para todas as gerências para discussão exclusiva de assuntos de SMS, implementação de indicadores pró-ativos de SMS, entre outras. Os resultados têm sido muito positivos, o que, como já foi destacado, é muito relevante para uma empresa onde o risco é uma realidade. A título de exemplo, na Figura 4.16, ilustra-se a evolução do indicador TFCA<sup>8</sup>, calculado conjuntamente para o pessoal próprio e pessoal contratado da REFAP.

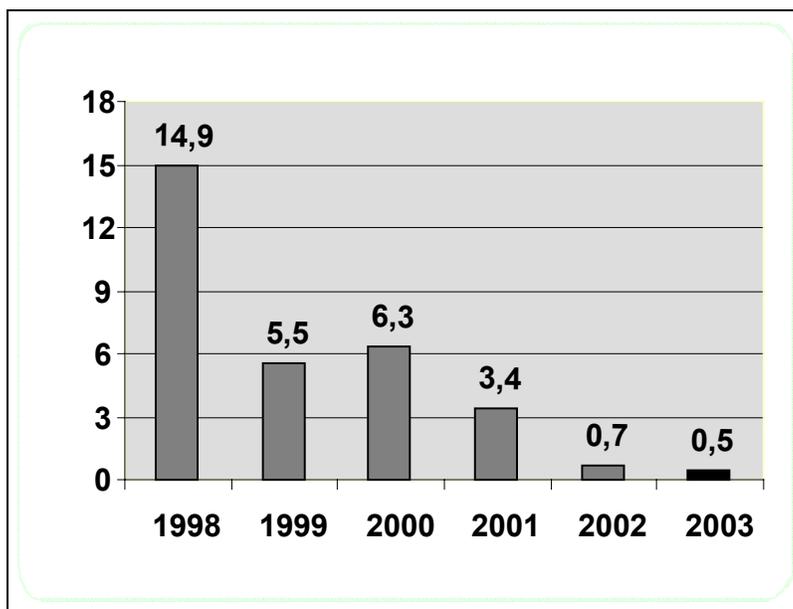


Figura 4.16 – TFCA da REFAP ao longo dos últimos anos

#### 4.11. Avaliação do Sistema de Gerenciamento de Manutenção do Estudo de Caso

Entende-se que os resultados positivos alcançados pelo sistema de gerenciamento da manutenção em uso na REFAP tenham sido fortemente influenciados pela presença do conjunto de

<sup>8</sup> TFCA – Taxa de Frequência de Acidentes Com Afastamento, calculada pelo número de acidentados com afastamento por 1.000.000 de homem-horas de exposição ao risco.

fundamentos considerados críticos para o sucesso da manutenção e apreciados neste trabalho. Constata-se também a importância do Planejamento Estratégico como elemento chave na orientação das ações e iniciativas, integrando-as e alinhando-as com os objetivos da organização.

Recordando o objetivo de um sistema de gerenciamento de manutenção, “proporcionar, de forma sustentável e integrada com o processo produtivo, os melhores resultados de confiabilidade e disponibilidade para equipamentos e sistemas industriais, ao menor custo possível, assegurando a segurança e saúde dos trabalhadores e a preservação do meio ambiente”, proposto no terceiro capítulo deste trabalho, pode-se concluir, pelos resultados apresentados até o momento em termos de confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos e sistemas industriais, pela evolução dos custos associados de manutenção ao longo dos últimos anos e pelo desempenho relacionado às questões de SMS, que o sistema implementado na empresa analisada vem alcançando satisfatoriamente seu objetivo.

Destaca-se que estes resultados têm apresentado uma evolução positiva e consistente, contrariando a expectativa de possíveis “*trade-offs*” entre os critérios competitivos custo, confiabilidade e SMS. Isto normalmente é possível com a utilização de novas tecnologias e, principalmente, novas ferramentas gerenciais (PAIVA & FENSTERSEIFER, 2000), o que fica evidenciado na apresentação do estudo de caso.

#### **4.12. Melhorias a Serem Implementadas no Sistema Atual**

Ajustes e melhorias são sempre necessários e salutares ao longo do desenvolvimento e implementação de sistemas de gestão, inclusive no caso do sistema apresentado nesta dissertação. Entre as diversas oportunidades de aperfeiçoamento do sistema, destacam-se, a seguir, algumas mais significativas:

- i. No nível estratégico: desdobramento final do Planejamento Estratégico no nível das gerências, construindo o mapa estratégico específico para a Manutenção Industrial, como recomendado pela metodologia do BSC;
- ii. Quanto à qualificação de pessoal: intensificação do programa de manutenção autônoma para os operadores de processo, buscando uma maior integração dos esforços da produção e manutenção e intensificação do desenvolvimento da

multifuncionalidade para os profissionais da manutenção, qualificando-os para as novas tecnologias, especialmente àquelas relacionadas com o segmento de eletrônica. Atualização das matrizes de qualificação e capacitação para as diversas funções da manutenção;

- iii. Relativo a terceirização: desenvolvimento de novas parcerias com fornecedores, transferindo para o mercado prestador de serviços e fornecedor de suprimentos algumas atividades hoje realizadas pelas equipes próprias. Incrementar o processo de terceirização em áreas da manutenção que não correspondam à atividade fim da refinaria;
- iv. No planejamento da manutenção: aprimoramento e intensificação da implantação da função micro-planejamento da manutenção, atualmente implementada somente para parte das especialidades da manutenção; e
- v. Quanto à engenharia de manutenção: intensificação do programa de solução de problemas crônicos e análise de resserviço com tratamento definitivo para alguns equipamentos e sistemas considerados “*bad-actors*”.

## Capítulo 5

### CONCLUSÃO

#### 5.1. Conclusão Final

O objetivo principal desta dissertação foi apresentar os fundamentos habilitadores para o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de manutenção, baseado nos princípios da MCM, que fosse aplicável a uma IPC e que proporcionasse a otimização da planta e de seus sistemas e equipamentos, de forma sustentável e integrada com o processo produtivo da organização. Inspirando-se na proposta de WIREMAN (1990), foram escolhidos e detalhados os fundamentos habilitadores: planejamento e programação da manutenção, otimização da demanda de serviços, engenharia de manutenção e qualidade na execução dos serviços de manutenção.

Na avaliação do sistema de gerenciamento de manutenção desenvolvido e consolidado numa planta de refino de petróleo explorado no presente trabalho, constatou-se a prática intensiva dos fundamentos habilitadores, com a obtenção, por parte da manutenção, de resultados bastante satisfatórios, com reflexos positivos para toda a organização. Demonstra-se, desta forma, o acerto na adoção dos fundamentos habilitadores selecionados.

Ressalte-se, como reforçado ao longo de todo o trabalho, que não existe um único conjunto de fundamentos habilitadores ou mesmo um único modelo de sistema de gestão que se aplique a todos os casos e que atenda a todas as necessidades de gerenciamento da manutenção industrial. Cada organização exige um modelo próprio, adaptado às suas demandas, dentro de seu contexto específico. Identifica-se, entretanto, um componente comum a todos os sistemas de gestão: as pessoas. Apesar de não ter sido demonstrado neste trabalho, de acordo com vários autores como CHEN (1997), McKENNA (1999), ROUP (1999), YAMASHINA (2000) e LAFRAIA (2001), as atitudes e os relacionamentos humanos, na forma de engajamento, motivação e capacidade de superação de desafios, tanto de parte daqueles que lideram o processo quanto daqueles que somente participam de uma equipe de trabalho, são chave para o desempenho das organizações, podendo viabilizar sistemas de gestão em ambientes desfavoráveis ou comprometer fórmulas experimentadas e bem sucedidas em outras empresas.

Cabe ainda destacar que os fundamentos selecionados e o sistema apresentado nesta dissertação constituem-se em uma referência inicial para aqueles que buscam um sistema de gestão de manutenção para uma IPC. Sua adoção, sem o adequado ajuste à realidade da nova organização, produzirá resultados diferentes e, possivelmente, inferiores aos obtidos na organização de origem.

Quanto aos objetivos secundários propostos, realizou-se ampla e atualizada revisão bibliográfica sobre o tema, de utilidade como referencial teórico no desenvolvimento deste e de outros trabalhos similares. Explorou-se a importância estratégica da manutenção para as corporações e apresentaram-se os mais importantes e tradicionais sistemas de gerenciamento de manutenção, com suas características organizacionais típicas e abordagens diferenciadas. Destacou-se a importância do estabelecimento dos objetivos de um sistema de gestão da manutenção, do diagnóstico inicial e de um planejamento básico das atividades. Discutiu-se também a importância de temas como suprimento de materiais, terceirização e aspectos de SMS, muitas vezes relegados a um segundo plano pelos autores nacionais, mas que também podem ser críticos para o sucesso da manutenção industrial, por quanto afetam seus objetivos estratégicos e interferem nos resultados esperados.

## **5.2. Sugestões para Trabalhos Futuros**

Entende-se que os aperfeiçoamentos sugeridos para o sistema de gerenciamento de manutenção e que seguem sendo realizados configuram-se em excelentes oportunidades para o desenvolvimento de novos trabalhos, em especial os relacionados com terceirização e engenharia de manutenção para solução de problemas crônicos, pela sua complexidade e relação imediata com os resultados da manutenção.

Considera-se que o aprofundamento do estudo dos aspectos humanos na área de manutenção constitui-se em importante tema que poderia ser explorado em futuros trabalhos, dada a sua relevância para o processo de manutenção, fortemente influenciado pelos relacionamentos humanos.

Outra sugestão seria a comparação entre sistemas aplicados de gerenciamento dos processos de manutenção na indústria brasileira de processamento contínuo, através de pesquisa

junto às empresas do segmento petroquímico e de petróleo, representantes mais expressivas das IPCs no cenário industrial nacional.

**BIBLIOGRAFIA**

- ABRAMAN. **Documento nacional: A situação da manutenção no Brasil, 2001.** Disponível em: <<http://www.abraman.com>>. Acesso em nov. 2002
- BIRCHFIELD, George S. ***Olefin Plant Reliability***. Dallas: Solomon Associates, Inc, 2001. Disponível em: <<http://www.spc.com>>. Acesso em dez. 2002.
- BLANCO, Santiago Sotuyo. **Manutenção classe mundial.** *In:* Revista Manutenção, set 1996, p. 77-82.
- BRANCO, Gil Filho. **Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Manutenção, 1996, 122 p.
- BURGARDT, Otávio Augusto. **Desenvolvimento de um sistema para gestão da manutenção de equipamentos militares.** Dissertação Mestrado Profissionalizante. Porto Alegre: Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002, 95p.
- CAMPBELL, John Dixon. ***Uptime: Strategies for excellence in maintenance management***. Portland: Productivity Press, 1995, 192 p.
- CAMPBELL, John Dixon. ***Outsourcing in maintenance management***. *In:* Journal of Quality in Maintenance Engineering, Toronto: 1 v., n° 3, 1995, p. 18-24.
- CHANG, Thi. ***Computers spur maintenance-management concepts***. *In:* Oil & Gas Journal. Tulsa: 96 v., n° 30, Jul. 1998, p. 86-87.
- CHEN, Frederick. ***Issues in the continuous improvement process for preventive maintenance: Observations from Honda, Nippondenso and Toyota***. *In:* Production and Inventory Management Journal, Falls Church: 38 v., n° 4, 1997, p. 13-16.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Administração nos novos tempos**, 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999, 710 p.

CILIBERTI, V. Anthony. *Use criticality-based maintenance for optimum equipment reliability*. In: Chemical Engineering Progress, Jul 1998, p. 63-67.

CORRÊA, Henrique L., GIANESI, Irineu G. N. *Just in time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico*. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1993, 186 p.

DUNN, Richard L. *Basic guide to maintenance benchmarking*. In: Plant Engineering, Jan 1999: Disponível em: <<http://www.manufacturing.net>>. Acesso em nov. 2002.

DUNN, Sandy. *Maintenance outsourcing – Critical issues*. Pricewaterhouse Coopers, 2002. Disponível em: <<http://www.plant-maintenance.com>>. Acesso em dez. 2002.

HANSEN, Peter Bent. *Apostila de Gerenciamento de Processos e Indicadores de Desempenho*. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. PPGEP - UFRGS, Porto Alegre, 2000.

HENDERSON, Ken. *Five levels of outsourcing operations and maintenance in the pulp and paper industry*. In: IEEE, Peachtree City, 2000, p. 9-17.

IDHAMMAR, Christer. *Contract maintenance or not?* In: Pulp & Paper. San Francisco: 73 v., nº 8, Aug 1999, p. 29

\_\_\_\_\_. *Maintenance management: Operations + maintenance = production*. In: Pulp & Paper. San Francisco: 74 v., nº 10, Oct 2000, p. 29

\_\_\_\_\_. *The RCM trap*. Disponível em: <<http://www.idcon.com>>. Acesso em jan. 2003a.

\_\_\_\_\_. *What constitutes World-class reliability and maintenance (part 1, 2, 3, 4, 5 e 6)*. Disponível em: <<http://www.idcon.com>>. Acesso em jan. 2003b.

\_\_\_\_\_. *Can operations manage maintenance?* Disponível em: <<http://www.idcon.com>>. Acesso em jan. 2003c.

KAPLAN, Robert S., NORTON, David P. *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*. UK: Harvard Business School Press, Sep 1996, 322 p.

KARDEC, Alan, FLORES, Joubert F., SEIXAS, Eduardo. **Gestão estratégica e indicadores de desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark: ABRAMAN, 2002, 98 p.

KELLY, A., HARRIS, M J. **A administração da manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Petróleo - IBP, 1980, 258 p.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001, 374 p.

LEIRIA, J. Souto, SOUTO, Carlos F., SARATT, Newton D. **Terceirização passo a passo: O caminho para a administração pública e privada**. Porto Alegre: Sagra-DC Luzzato, 1992, 136 p.

LEVERY, Michael. *Outsourcing maintenance: a question of strategy*. In: Engineering Management Journal, UK: Feb 1998, p. 34-40.

LEVERY, Michael. *Making maintenance contracts perform*. In: Engineering Management Journal, UK: Apr 2002, p. 76-82.

MARTINS, Petrônio G., LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 1998, p. 443.

McGUEN, Joseph. *Area and centralized maintenance control*. In: HIGGINS, Lindley R., MOBLEY, R. Keith. **Maintenance engineering handbook**. 6ª ed. USA: McGraw-Hill, 2001. cap. 1, p. 27-32.

McKENNA, Matthew G. *Results-based supplier relationships improve maintenance effectiveness*. In: Oil & Gas Journal. Tulsa: 1999, p. 49-53.

MIRSHAWKA, Victor, OLMEDO, Napoleão Lupes. **Manutenção – Combate aos custos da não-eficácia**. São Paulo: Makron Books, 1993, 373 p.

MOBLEY, R. Keith. *Operating policies of effective maintenance*. In: HIGGINS, Lindley R., MOBLEY, R. Keith. **Maintenance engineering handbook**. 6ª ed. USA: McGraw-Hill, 2001, cap. 2, p. 11-26.

MONCHY, François. **A função manutenção – Formação para a gerência da manutenção industrial**. São Paulo: Ed. Brasileira, Ed. Durban, 1989, 424 p.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da produção e operações**. 2ª ed. São Paulo: Pioneira, 1996, Biblioteca Pioneira de Administração e Negócios, 619 p.

MURTHY, D.N.P., ATRENS, A., ECCLESTON, J.A. **Strategic maintenance management**. In: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Brisbane: 8 v., n° 4, 2002, p. 287-305.

NYMAN, Don, LEVITT, Joel **Maintenance Planning, Scheduling and Coordination**, New York: Industrial Press Inc., 2001, 228 p.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção: Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997, 149 p.

PAIVA, Ely L., FENSTERSEIFER, Jaime E. **Apostila de Estratégias de Produção**. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. PPGE - UFRGS, Porto Alegre, 2000.

PINTELON, L., NAGARUR, N., VAN PUYVELDE, F. **Case study: RCM – yes, no or maybe?** In: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Belgium: 5 v., n° 3, 1999, p. 182-191.

PINTO, Alan Kardec, XAVIER, Júlio Nascif. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998, 288 p.

PLANT MAINTENANCE RESOURCE CENTER. **Maintenance outsourcing survey results – 2001**. Disponível em: <<http://www.plant-maintenance.com>>. Acesso em nov. 2002.

PUN *et alii*. **An effectiveness-centred approach to maintenance management – a case study**. In: Journal of Quality in Maintenance Engineering, 8 v., n° 4, 2002, p. 346-368.

ROUP, John. **Moving beyond TPM to total plant reliability: Redefining the concept to optimize benefits**. In: Plant Engineering, Barrington: 53 v. n.º 2, Feb 1999, p. 32-44.

SHERWIN, David. **A review of overall models for maintenance management**. In: Journal of Quality in Maintenance Engineering, 6 v., n° 3, 2000, p. 138-164.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção.** 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996, 291 p.

SLACK *et alii*. **Administração da Produção – Edição Compacta.** São Paulo: Atlas, 1999, 526 p.

STARR, Fred & BISSEL, Alan. ***Maintenance, Inspection or Management: A Risk Based Approach.*** In: Operation Maintenance and Materials Issues: 1 v., n° 3, Dec 2002. Disponível em: <<http://www.ommi.co.uk>>. Acesso em mar. 2003

STUCKER *et alii*, ***Cost benefit evaluation of risk-based maintenance.*** In: European Refining Technology Conference. Berlin: 2001. p. 73-77. Disponível em: <<http://www.eptq.com>>. Acesso em dez. 2002

TSANG, Albert H.C. ***Strategic dimensions of maintenance management.*** In: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Hong Kong: 8 v., n° 1, 2002, p. 7-39.

YAMASHINA, H. ***Challenge to world-class manufacturing.*** In: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Kyoto: 17 v., n° 2, 2000, p. 132-143.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM – Planejamento e controle da manutenção.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002, 167 p.

WIREMAN, Terry. ***World class maintenance management.*** New York: Industrial Press Inc., 1990, 171 p.

\_\_\_\_\_. ***Total productive maintenance: an American approach.*** New York: Industrial Press Inc., 1991, 192 p.

\_\_\_\_\_. ***Developing performance indicators for managing maintenance.*** New York: Industrial Press Inc., 1998, 195 p.

XENOS, Harilaus Georgius d'Philippos. **Gerenciando a manutenção produtiva.** Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998, 302 p.

**Anexo A - GLOSSÁRIO**

**Back-log** – Mão-de-obra de execução necessária para conclusão dos serviços planejados e programados pendentes, ainda não concluídos. Normalmente, é expresso por função, em dias de execução, tomando como base a equipe disponível na programação.

**Benchmarking** – Processo de aperfeiçoamento contínuo de processos, produtos e serviços que utiliza a pesquisa e identificação dos melhores desempenhos no mercado, examinando-os e adaptando-os para uso na empresa, com o objetivo de realizá-lo, de forma ainda melhor, atingindo resultados superiores aos originalmente observados, num prazo definido e razoável.

**Confiabilidade** – *"Probabilidade de um componente, equipamento ou sistema exercer sua função sem falhas, por um período de tempo previsto, sob condições de operação especificadas"* (LAFRAIA, 2001).

**Custo do Ciclo de Vida** – Técnica de decisão, relacionada com a aquisição e definição de filosofia de manutenção e utilização de equipamentos, que examina o custo total de um ativo ao longo de sua vida, desde seu projeto, aquisição, conservação, até sua disposição final ou sucateamento.

**Defeito** – Alteração das condições físicas de um componente, equipamento ou sistema, que afeta e impede o desempenho pleno de função principal, sem, contudo, comprometer sua disponibilidade. Caso não seja corrigido dentro de um determinado prazo, pode ocorrer agravamento do defeito, culminando com a sua falha (vide conceito de falha).

**Disponibilidade** – *"Capacidade de um item para desenvolver sua função principal em um determinado momento, ou durante um determinado período de tempo, nas condições e rendimentos definidos"* (BRANCO, 1996). Sua falta é chamada indisponibilidade.

**Falha** – Alteração das condições físicas de um componente, equipamento ou sistema, causando comprometimento total do desempenho pleno de sua função principal, durante determinado período de tempo, provocando sua indisponibilidade para o serviço.

**Housekeeping** – *"Palavra de origem inglesa usada para designar a limpeza no local de trabalho"* (BRANCO, 1996).

**Manufatura de Classe Mundial** – *"Aquele que se encontra habilitada a competir e conquistar qualquer mercado do mundo, capaz de superar a concorrência nos quesitos qualidade, preço e entrega"* (WIREMAN, 1990).

**Manutenção Autônoma** – Manutenção de rotina, constituída de tarefas simples e baixa complexidade realizada sob responsabilidade de operadores ou de grupos da área de produção.

**Manutenção Corretiva ou Reativa** – Intervenção ou reparo em equipamento ou sistema após ocorrência de quebra, sem planejamento prévio.

**Manutenção Preditiva** – Manutenção que utiliza o monitoramento e avaliação de determinadas variáveis de funcionamento dos equipamentos, e comparações com níveis de referência pré-estabelecidos, levando a estimativas bem razoáveis de quando as falhas ocorrerão, permitindo o planejamento prévio das intervenções para os reparos.

**Manutenção Preventiva** – Manutenções realizadas periodicamente nos equipamentos com o intuito de executar tarefas de lubrificação, limpeza, regulagens e substituição de componentes que iniciaram seu processo de falha, preferencialmente antes que ocorra a sua quebra.

**Manutenibilidade (ou manutenibilidade)** – Capacidade de um equipamento ou sistema sofrer reparo e recuperar sua capacidade original para desempenhar sua função principal, dentro de determinadas condições de trabalho e num prazo definido de tempo.

**Ordem de Trabalho** – Autorização formal (escrita ou disponível em meio eletrônico) para execução de atividade de manutenção de qualquer natureza, sob responsabilidade do departamento de manutenção.

**Parada de Manutenção** – Suspensão temporária das atividades produtivas de uma unidade de processamento contínuo, para execução, em diversos equipamentos e sistemas, de inúmeras atividades de manutenção, programadas ou não, normalmente com o objetivo de condicioná-los para mais uma campanha de produção.

**Resserviço** – Intervenção de manutenção com caráter corretivo, decorrente de nova falha ocorrida após execução de manutenção de qualquer tipo em equipamento ou sistema, dentro de um período de garantia pré-estabelecido. O mesmo que re-trabalho.

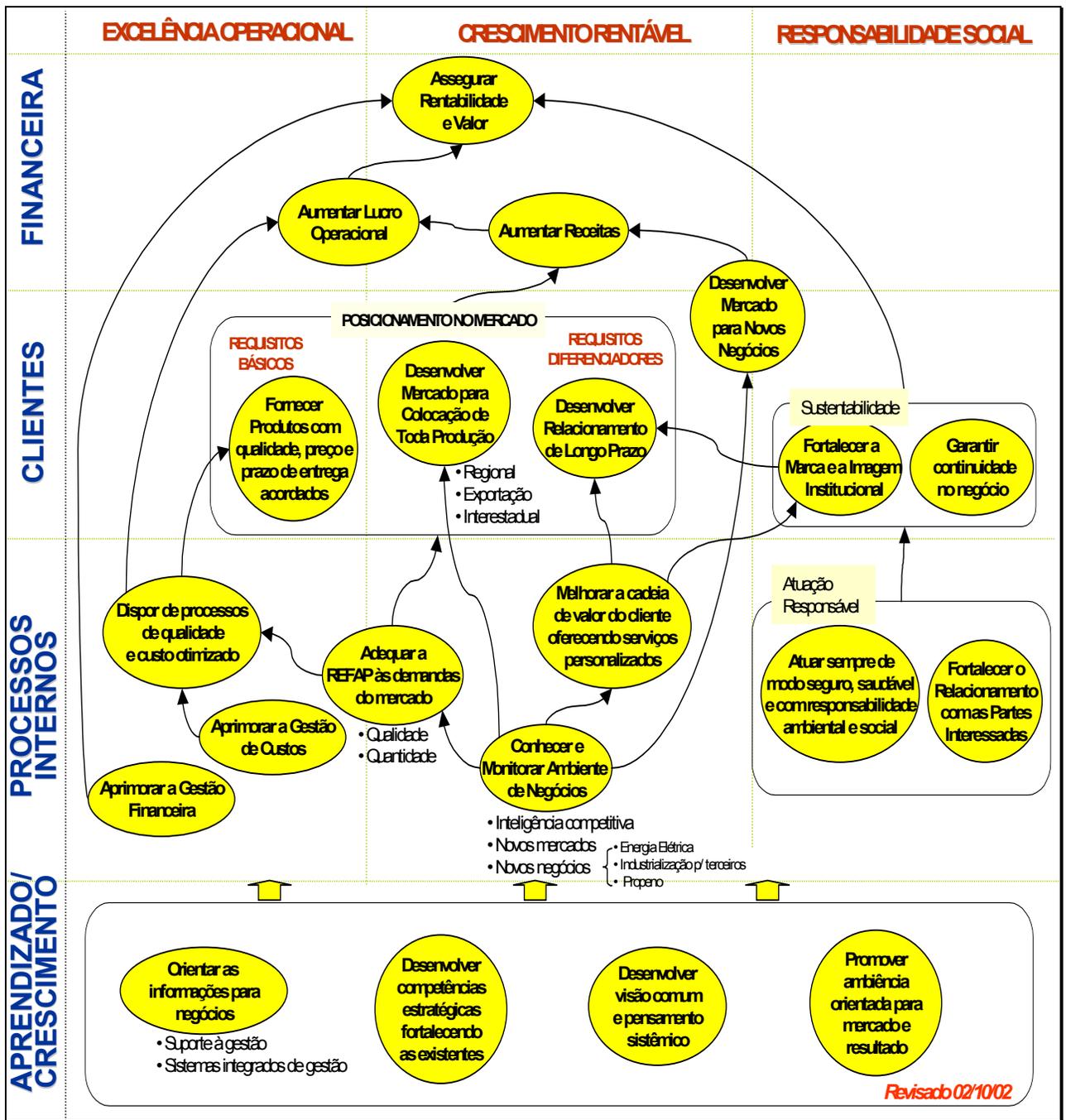
**Suprimento** – Processo ou departamento (conforme o caso) responsável, entre outras coisas, pela aquisição, estoque e controle de materiais, sobressalentes, consumíveis e componentes, necessários para o adequado funcionamento dos diversos equipamentos e sistemas de uma empresa.

**Tarefa de Manutenção** – Cada uma das etapas de um procedimento de manutenção, com recursos e tempo de execução definido. Cada uma das atividades de uma Ordem de Trabalho.

**Tempo de Desenvolvimento de Falha (TFD)** – Tempo transcorrido desde o surgimento de um defeito até a ocorrência da falha efetiva do equipamento ou sistema. Existindo ferramental e metodologia apropriada, quanto maior o TFD, maiores serão as oportunidades de detecção do defeito e intervenção planejada antes da falha.

**Terceirização (ou *Outsourcing*)** – *"Atribuição de determinadas atividades a outras organizações capazes de fazê-las melhor e mais barato, transformando custos fixos em custos variáveis e simplificando o processo decisório dentro da organização"* (CHIAVENATO, 1999).

**Anexo B – MAPA ESTRATÉGICO DA REFAP**

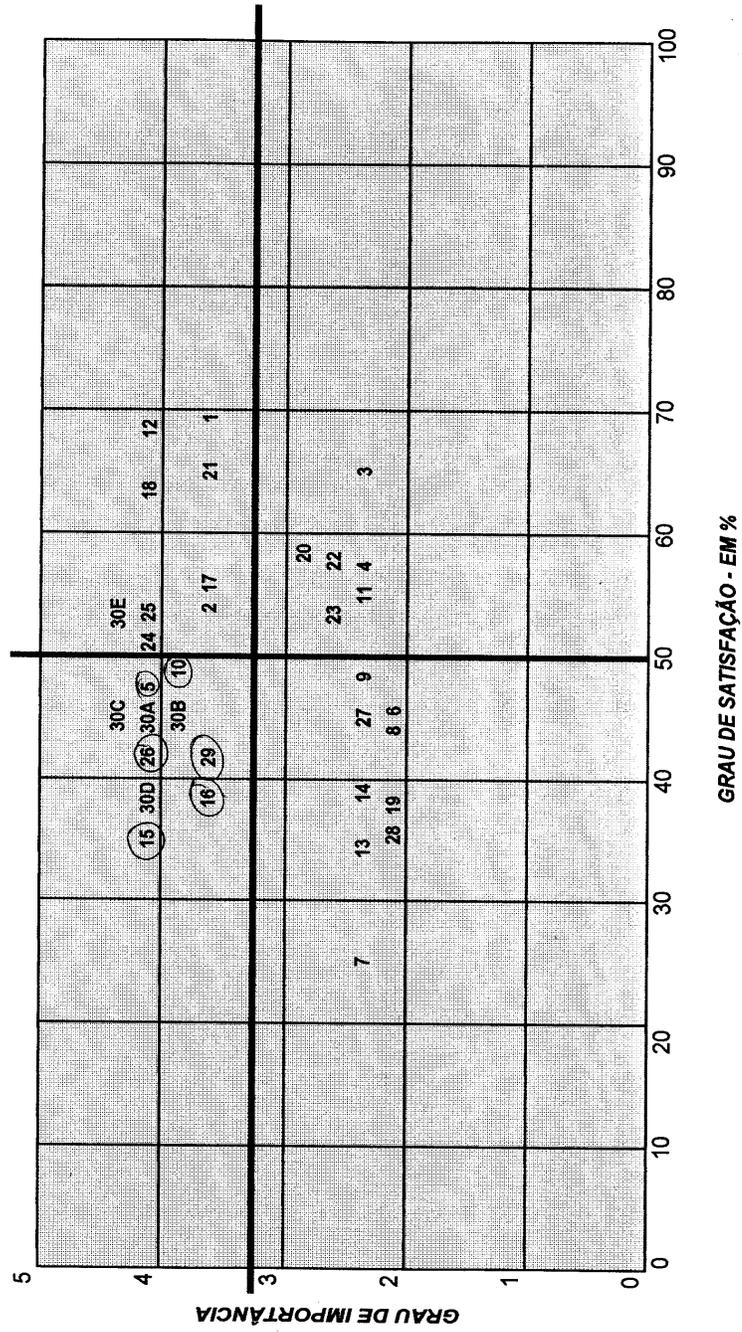


**Anexo C – PESQUISA DE SATISFAÇÃO INTERNA – 1996**

Tabela 14 - IMPORTÂNCIA X SATISFAÇÃO - POR SETOR - Importância: escala 1 a 5 / Satisfação em %

VARIÁVEL	SEDIL		SEGRA		SETUT		SETRAE		SEQUAL		ASEMA		COTUR		SEOPE		SEGRAN		SEPORT		GLOBAL		
	MPORT.	SATISF.																					
1	2,9	83,3	3,5	65,0	3,2	87,9	3,7	74,9	3,6	61,4	3,8	71,3	3,8	61,8	4,1	72,6	4,3	69,0	4,7	53,2	3,6	89,5	
2	2,9	61,4	3,5	62,3	3,2	63,8	3,7	60,3	3,6	58,2	3,8	57,0	3,8	55,4	4,1	60,5	4,3	77,7	4,7	11,0	3,6	55,7	
3	2,6	84,8	2,2	59,6	2,1	66,3	2,8	79,1	3,3	48,4	3,2	66,8	2,3	100,0	1,8	54,4	1,7	85,2	3,7	55,4	2,5	66,4	
4	2,6	74,0	2,2	49,0	2,1	62,0	2,8	77,7	3,3	48,0	3,2	61,8	2,3	100,0	1,8	44,3	1,7	66,5	3,7	22,1	2,5	58,8	
5	4,6	43,2	4,3	43,8	4,0	33,3	3,9	64,5	4,2	86,6	2,6	61,8	4,0	66,5	4,0	61,4	3,3	49,0	3,0	33,2	4,0	49,8	
6	2,3	39,3	2,3	33,2	2,7	54,1	2,5	48,8	2,4	58,2	2,4	38,5	1,8	68,2	2,3	57,4	2,3	65,5	1,7	33,2	2,4	47,4	
7	2,3	27,7	2,3	12,2	2,7	24,9	2,5	23,8	2,4	26,6	2,4	33,2	1,8	16,8	2,3	20,5	2,3	1,7	22,1	1,7	22,1	2,4	24,5
8	2,3	49,9	2,3	34,9	2,7	48,3	2,5	43,7	2,4	55,5	2,4	44,3	1,8	55,5	2,3	53,2	2,3	66,5	1,7	33,2	2,4	47,1	
9	2,3	61,4	2,3	33,2	2,7	62,5	2,5	52,0	2,4	58,3	2,4	47,5	1,8	58,2	2,3	39,3	2,3	66,5	1,7	33,2	2,4	49,2	
10	4,6	51,4	4,3	33,3	4,0	47,9	3,9	56,1	4,2	61,6	2,6	57,1	4,0	66,5	4,0	48,4	3,3	77,7	3,0	44,3	4,0	49,5	
11	2,6	63,8	2,2	56,0	2,1	66,7	2,8	62,4	3,3	49,8	3,2	62,3	2,3	66,5	1,8	54,4	1,7	66,5	3,7	33,2	2,5	65,7	
12	4,6	58,9	4,3	54,3	4,0	75,6	3,9	62,4	4,2	82,0	2,6	76,1	4,0	63,2	4,0	63,2	3,3	66,5	3,0	55,5	4,0	68,8	
13	2,6	48,4	2,2	26,6	2,1	37,1	2,8	45,7	3,3	13,8	3,2	47,5	2,3	77,7	1,8	24,2	1,7	55,4	3,7	11,0	2,5	35,2	
14	2,6	48,1	2,2	33,2	2,1	43,9	2,8	46,6	3,3	9,0	3,2	35,0	2,3	33,2	1,8	36,3	1,7	77,7	3,7	33,2	2,5	36,6	
15	4,6	38,6	4,3	18,3	4,0	26,8	3,9	45,7	4,2	44,3	2,6	38,0	4,0	49,9	4,0	48,4	3,3	77,7	3,0	44,3	4,0	39,8	
16	2,9	16,1	3,5	33,3	3,2	18,8	3,7	37,7	3,6	77,7	3,8	52,3	3,8	66,5	4,1	59,0	4,3	66,5	4,7	66,5	3,6	40,2	
17	2,9	65,5	3,5	47,3	3,2	47,6	3,7	48,8	3,6	74,4	3,8	61,8	3,8	63,2	4,1	69,6	4,3	66,5	4,7	77,7	3,6	67,0	
18	4,6	61,8	4,3	56,2	4,0	67,9	3,9	55,5	4,2	74,3	2,6	76,1	4,0	77,7	4,0	69,0	3,3	1,7	3,0	77,7	4,0	63,4	
19	2,3	33,2	2,3	30,5	2,7	36,8	2,5	26,1	2,4	55,5	2,4	44,4	1,8	49,9	2,3	33,2	2,3	1,7	1,7	66,5	2,4	38,6	
20	2,7	64,0	2,9	44,3	3,1	65,3	2,1	62,4	1,6	33,8	3,0	61,8	3,3	74,9	2,8	54,4	3,3	55,4	2,0	66,5	2,6	64,8	
21	2,9	61,4	3,5	59,3	3,2	61,5	3,7	70,8	3,6	60,5	3,8	71,3	3,8	68,2	4,1	66,5	4,3	66,5	4,7	66,5	3,6	65,2	
22	2,7	52,7	2,9	53,9	3,1	61,6	2,1	62,4	1,6	36,2	3,0	67,0	3,3	68,8	2,8	63,6	3,3	66,5	2,0	55,4	2,6	66,6	
23	2,7	61,2	2,9	53,9	3,1	61,2	2,1	59,9	1,6	39,9	3,0	47,5	3,3	66,5	2,8	60,5	3,3	77,7	2,0	55,4	2,6	64,3	
24	4,6	58,2	4,3	53,6	4,0	67,2	3,9	49,9	4,2	47,1	2,6	61,8	4,0	66,5	4,0	49,3	3,3	33,2	3,0	33,2	4,0	62,7	
25	4,6	49,9	4,3	54,1	4,0	64,6	3,9	66,2	4,2	61,0	2,6	61,8	4,0	66,5	4,0	49,3	3,3	55,4	2,0	33,2	4,0	63,4	
26	2,7	48,1	2,9	33,3	3,1	33,3	2,1	63,2	1,6	62,4	3,0	47,5	3,3	66,5	2,8	36,3	3,3	55,5	2,0	55,4	2,6	42,5	
27	2,6	38,6	2,2	33,3	2,1	42,3	2,8	67,0	3,3	61,7	3,2	61,8	2,3	66,5	1,8	48,0	1,7	55,5	3,7	66,5	2,5	47,2	
28	2,3	33,2	2,3	35	2,7	36,0	2,5	35,2	2,4	23,3	2,4	47,6	1,8	66,5	2,3	36,0	2,3	1,7	33,2	2,4	37,8		
29	2,9	44,3	3,5	33,3	3,2	30,5	3,7	42,1	3,6	26,6	3,8	61,8	3,8	41,6	4,1	66,5	4,3	66,5	4,7	66,5	3,6	41,7	
30A	4,6	56,6	4,3	57,6	4,0	43,0	3,9	43,2	4,2	44,3	2,6	66,5	4,0	66,5	4,0	36,3	3,3	55,4	3,0	66,5	4,0	48,0	
30B	4,6	39,8	4,3	41,2	4,0	42,2	3,9	47,6	4,2	52,3	2,6	66,5	4,0	66,5	4,0	48,4	3,3	66,5	3,0	55,4	4,0	47,8	
30C	4,6	45,4	4,3	41,2	4,0	54,6	3,9	46,6	4,2	36,6	2,6	66,5	4,0	66,5	4,0	39,3	3,3	66,5	3,0	11,0	4,0	46,1	
30D	4,6	33,3	4,3	25,3	4,0	43,5	3,9	47,8	4,2	48,1	2,6	61,0	4,0	33,2	4,0	21,1	3,3	66,5	3,0	55,4	4,0	56,2	
30E	4,6	44,3	4,3	63,2	4,0	42,8	3,9	51,0	4,2	66,5	2,6	66,5	4,0	66,5	4,0	57,5	3,3	66,5	3,0	55,4	4,0	54,1	
MEDIA		51,7		42,9		48,3		53,6		54,5		56,8		66,7		50,4		66,2		46,4		50,7	

**Gráfico 2 - IMPORTÂNCIA X SATISFAÇÃO - GLOBAL**



**Anexo D – AVALIAÇÃO INTERNA DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO - 2000**

<b>Comentário</b>	<b>Grupo</b>	<b>Avaliador</b>
1. Problema é definição de atribuições entre supervisores e planejadores. Não há problemas de relacionamento. Caso houvesse, seria o caos.	Divisão Trabalho	Planejamento.
2. Supervisores com muitas atribuições além do acompanhamento dos serviços e programações.	Divisão Trabalho	Planejamento.
3. Com a dificuldade do acompanhamento do supervisor, ocorre muita delegação do acompanhamento dos serviços rotineiros, inclusive para o próprio planejador.	Divisão Trabalho	Planejamento.
13. Os planejadores vêm atuando no gerenciamento de tarefas já programadas, consumindo tempo e recursos do planejamento dos grandes eventos e dos serviços da semana seguinte. Esta tarefa seria do supervisor.	Divisão Trabalho	Planejamento.
19. Falta de visão sistêmica sobre as atribuições de cada parte.	Divisão Trabalho	Planejamento.
22. A atribuição de informar no sistema quem está impedido seria do supervisor do time, o que não está acontecendo, provocando muitos desvios.	Divisão Trabalho	Planejamento.
25a. Os planejadores têm assumido perante a operação a responsabilidade pela continuidade e disponibilidade da planta com a redução de pessoal.	Divisão Trabalho	Planejamento.
39. Está havendo superposição de atividades do planejador e supervisor ou fiscal de tarefa.	Divisão Trabalho	Execução
40. As atividades realizadas pelo planejador e supervisor poderiam ser realizadas por uma única pessoa. Ocorre desperdício de recursos.	Divisão Trabalho	Execução
43. Carga administrativa do supervisor é muito grande – 80% gerencial e 20% operacional. O ideal seria o inverso.	Divisão Trabalho	Execução
44. Planejadores e supervisores tiveram que criar a forma de trabalho na estrutura.	Divisão Trabalho	Execução
48. Tem que definir o que cada um vai fazer dentro do sistema	Divisão Trabalho	Execução
58. Figura do planejador é necessária, e não pode haver fusão entre esta atividade e a da supervisão. Cumprem papéis diferentes.	Divisão Trabalho	Execução
80. Os papéis dos supervisores e planejadores estão definidos. Ocorre, entretanto, sobreposição natural, saudável e necessária no dia-a-dia.	Divisão Trabalho	Execução
4. Dificuldades dos líderes para conseguir se dedicar ao dia-a-dia.	Foco	Planejamento.
5. O CRIVA prejudicou ainda mais, desviando o foco das atividades da manutenção.	Foco	Planejamento.
12. Líder tem muitas funções gerenciais.	Foco	Planejamento.
14. Uma das funções do supervisor do time também é medir a produtividade da sua equipe, o que nem sempre ocorre.	Foco	Planejamento.
36. É necessário eliminar tudo que não interessa. Perdeu-se o foco.	Foco	Execução
15. Impedimentos de materiais não estão sendo comunicados nem levantados. Não existe follow-up da chegada de materiais para desimpedir tarefas.	Micro-planejamento	Planejamento.
15a. Não está claro de quem é a responsabilidade pelo acompanhamento de processos de aquisição de materiais. As informações são desconstruídas.	Micro-planejamento	Planejamento.
20. Dificuldades de detalhar o escopo completo dos serviços, em função da interface mal resolvida entre a equipe da confiabilidade e a execução dos serviços.	Micro-planejamento	Planejamento.
33. Seria conveniente uma maior antecedência do planejamento para o executante se organizar.	Micro-planejamento	Execução
58a. Os planejadores trabalham no macro-planejamento. Temos deficiência no detalhamento (micro-planejamento).	Micro-planejamento	Execução
79. Os planejadores deveriam elaborar as listas de serviços com prioridade para a refinaria e a execução detalhá-las.	Micro-planejamento	Execução
23. Organização dos times (com baixa quantidade dos recursos) gera dificuldades para planejamento e programação.	Organização	Planejamento.
25. Falar a mesma linguagem e ter a mesma visão. Reduz a carteira de serviços, mas a responsabilidade do seu gerenciamento é dos planejadores.	Organização	Planejamento.
27. Reforçar a visão do todo, principalmente por parte dos planejadores e supervisores.	Organização	Planejamento.
28a. Problemas na interface de serviços entre o time de oficinas e demais times.	Organização	Planejamento.
29. Por mais que se tirem propostas, o problema não será resolvido porque a estrutura não está boa.	Organização	Execução
30. SIGMA atual não foi desenvolvido para a organização da manutenção em times.	Organização	Execução
32. Planejamento não é adequado às necessidades de quem executa.	Organização	Execução
35. Necessário redefinir as informações críticas para o gerenciamento, que se quer tirar do sistema.	Organização	Execução
37. Em torno de 40 a 50% das intervenções são de pequeno porte e com as quais temos problemas com planejamento	Organização	Execução
41. Supervisor é o gestor. Fundindo suas atividades com as dos planejadores perde-se a visão do todo.	Organização	Execução

Comentário	Grupo	Avaliador
41a. Necessário o planejador se aproximar do trabalho e os executantes se aproximarem do planejamento.	Organização	Execução
45. O envolvimento do supervisor com assuntos gerenciais ou operacionais varia de time para time.	Organização	Execução
46. Não existe desdobramento do Planejamento Estratégico. Os supervisores gastam muita energia para corrigir isto.	Organização	Execução
49. As atividades e serviços mais simples estão muito burocratizados, criando entraves. Exige-se um maior envolvimento do supervisor e conseqüente aumento dos custos.	Organização	Execução
50. Para atender às necessidades de planejamento, bastaria ser elaborada uma lista correta de tarefas. Nem isto acontece.	Organização	Execução
52a. SIGMA não permite a realimentação do executado pelo executante em relação ao planejamento.	Organização	Execução
53. Apropriar serviços com dois dias de antecedência não é bom	Organização	Execução
55. Mais necessidade de conversa e negociação. Era mais fácil quando se sabia exatamente o que se tinha de fazer no dia.	Organização	Execução
57. Cada supervisor e planejador trabalham de uma maneira diferente. Realmente ocorre e não parece bom. Talvez não tenha que ser necessariamente tudo igual. As realidades dos times são diferentes.	Organização	Execução
59. Falta o conceito de custos e de orçamento	Organização	Execução
60. Nunca se vai conseguir fazer a medição dos contratos pelo sistema.	Organização	Execução
61. Apropriação de contratos no SIGMA não vai funcionar, pois são pessoas diferentes. Não tem acesso hierárquico.	Organização	Execução
62. Interdependência é muito grande e a distância entre planejadores e supervisores também.	Organização	Execução
66. O cumprimento da programação está muito ruim.	Organização	Execução
68. Operação sente dificuldade em pedir qualquer coisa, o que diminuiu a demanda de serviços.	Organização	Execução
70. Reunião de coordenação de planejamento é algo que está funcionando adequadamente.	Organização	Execução
71. Planejamento continua sendo macro.	Organização	Execução
72. Qual o nível de planejamento desejado? Hoje estamos gastando muita energia em planejamentos que nada agregam.	Organização	Execução
75. O ideal seria um sistema de gerenciamento de custos por evento. A dinâmica do dia-a-dia não permite que os planejadores preparem todos os eventos.	Organização	Execução
76. As coisas estão funcionando por causa do empenho das pessoas. A organização não tem ajudado.	Organização	Execução
78. Existe a necessidade de OTs–padrão, formando banco de dados para consulta.	Organização	Execução
18. Os supervisores são quem tem autoridade para compra de materiais e o acompanhamento dos prazos de fornecimento. O processo de aquisição de materiais como um todo não está funcionando.	Suprimento Materiais	Planejamento.
6. Programação não é valorizada como devia pelos supervisores. Não é cumprida nem perseguida da maneira como foi estabelecida. O planejador está praticamente sozinho nesta tarefa.	Valor do Planejamento	Planejamento.
7. Uma das atribuições do supervisor seria fazer cumprir o que está na programação, o que na maioria dos casos não ocorre.	Valor do Planejamento	Planejamento.
8. No time oficinas o supervisor não atua em solicitações e na programação. É um gerente de contratos e não conhece a programação.	Valor do Planejamento	Planejamento.
9. As comunicações sobre mudanças de efetivo são deficientes e não ocorrem com a devida antecedência, com prejuízo para o planejamento.	Valor do Planejamento	Planejamento.
10. Na reunião de coordenação de planejamento, discutem-se os recursos. Chega na segunda e não se tem o recurso negociado.	Valor do Planejamento	Planejamento.
11. O mesmo se aplica ao pessoal próprio.	Valor do Planejamento	Planejamento.
16. Baixo comprometimento com os prazos negociados com os operadores. Os planejadores se preocupam mais do que os supervisores, embora a responsabilidade pela execução seja destes.	Valor do Planejamento	Planejamento.
17. Em função disso, os prazos fornecidos não têm credibilidade.	Valor do Planejamento	Planejamento.
19a. Falta de informações e feedback compromete a qualidade do planejamento. O planejamento não é integrado.	Valor do Planejamento	Planejamento.
20a. Alterações de escopo do serviço pela confiabilidade e execução não são comunicadas aos planejadores. Idem para falta de materiais.	Valor do Planejamento	Planejamento.
21. As demandas de serviços da operação fora de programação são mais bem atendidas que aquelas planejadas.	Valor do Planejamento	Planejamento.
24. Qualidade da programação melhorou com o aumento do horizonte.	Valor do Planejamento	Planejamento.
26. Supervisores e planejadores não têm a mesma visão da carteira de serviços.	Valor do Planejamento	Planejamento.
28. Contratos para serviços em tanques e outras contratações específicas – deslocamento de recursos da programação, perturbando planejamento.	Valor do Planejamento	Planejamento.
31. Repensar tudo com relação a planejamento.	Valor do Planejamento	Execução
34. Nem todos os serviços têm OT para apropriação.	Valor do Planejamento	Execução
38. Maioria das OTs não se consegue planejar e é nessas OTs que estão os problemas.	Valor do Planejamento	Execução
42. Conscientizar executantes sobre a importância do planejamento é fundamental para fazer bom planejamento	Valor do Planejamento	Execução

<b>Comentário</b>	<b>Grupo</b>	<b>Avaliador</b>
47. No operacional estamos apagando incêndios.	Valor do Planejamento	Execução
51. Não sabemos qual a utilidade e importância de se fazer uma correta apropriação no SIGMA.	Valor do Planejamento	Execução
52. SIGMA semanal tirou a flexibilidade e não está cumprindo sua função.	Valor do Planejamento	Execução
54. Necessário voltarmos para um sistema com horizonte de programação menor.	Valor do Planejamento	Execução
56. Quando da mudança do SIGMA existia a expectativa de funcionar bem. Não está acontecendo.	Valor do Planejamento	Execução
56a. A programação semanal é a ideal, porém há dificuldades pela intensa alteração do planejamento.	Valor do Planejamento	Execução
62a. O planejamento deve ser visto como uma ferramenta de trabalho, que atualmente não é valorizada pelo executante.	Valor do Planejamento	Execução
63. Planejamento é uma atividade tanto do planejador quanto do supervisor e do executante.	Valor do Planejamento	Execução
64. O que sai hoje é programação e não planejamento.	Valor do Planejamento	Execução
65. A programação atual é só uma lista de serviços. O Sigma não está amarrando os apoios.	Valor do Planejamento	Execução
67. Lista de serviços não precisa ser completa, mas tem que funcionar.	Valor do Planejamento	Execução
69. Muitas tarefas saindo fora de programação. Problemas com as dependências das tarefas. Há descrédito e falta de compromisso com o seu cumprimento.	Valor do Planejamento	Execução
73. A programação resume-se a uma lista de serviços muito extensa e pormenorizada, porém inexata e imprecisa.	Valor do Planejamento	Execução
74. Melhor seria uma listagem menor, mais concisa, porém mais precisa e real.	Valor do Planejamento	Execução
77. Apesar dos problemas, o planejamento é muito importante e vital para a manutenção. Sem a figura do planejador seria o caos.	Valor do Planejamento	Execução

**Anexo E – MATRIZ STBR PARA PRIORIZAÇÃO DE SERVIÇOS**

**Consequência Potencial:**



**Saúde / Segurança / Meio Ambiente/ Impacto nos Negócios**

<b>EVENTO CATASTRÓFICO</b> Fatalidade / lesão grave com invalidez Liberação significativa de gases tóxicos/GLP ou grande incidente ambiental não controlado Fogo maior com necessidade de apoio externo Parada total da Refinaria - InN>R\$2MM
<b>EVENTO MUITO SÉRIO</b> - Evento com impacto para consumidor final Potencial de lesão maior; fogo com necessidade da OCE Liberação significativa de gás não tóxico ou escape menor de gás tóxico/GLP Incidente ambiental significativo controlado ou vazamento maior que permitido pela legislação Parada de unidade principal (Cru, Vácuo, FCC) - InN R\$600K-2MM>2dias
<b>EVENTO SÉRIO</b> Potencial de lesão menor Fogo de pequenas proporções extinguido pelo operador Tocha o fumaça por tempo não permitido pela legislação ou vazamento de HC líquido. Perda de carga de unidade principal ou parada de unidade menor - InN R\$250-600K, 1-2dias
<b>EVENTO NÃO MUITO SÉRIO</b> Incidente Emissão fugitiva de gás tóxico/GLP Vazamento de HC controlado, sem riscos às pessoas e ao meio ambiente Pequena perda de carga, rendimento ou energia - InN R\$ 25K - 250K <1dia
<b>EVENTO NÃO SÉRIO</b> Causar desvio Vazamento pequeno (gotejamento) sem risco às pessoas e ao meio ambiente Tocha sem fumaça por tempo permitido pela legislação Perda menor de carga, rendimento ou energia - InN <R\$ 25K

<b>A</b>	[Dotted]	[Yellow]	[Red]	[Red]	[Red]
<b>B</b>	[Dotted]	[Dotted]	[Yellow]	[Yellow]	[Red]
<b>C</b>	[White]	[Dotted]	[Dotted]	[Yellow]	[Yellow]
<b>D</b>	[White]	[White]	[White]	[Dotted]	[Yellow]
<b>E</b>	[White]	[White]	[White]	[White]	[Dotted]

Probabilidade: \_\_\_\_\_ →  
(Estrutura de tempo de análise: Tipicamente 1 dia a 10 anos)

<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Extrem. Improv.	Improvável	Pouco provável	Provável	Muito Provável
<0.1%	0.1% - 1%	1% - 10%	10% - 80%	80% - 100%

<b>RISCO:</b>	[Red bar]	<b>ALTO</b>
	[Yellow bar]	<b>MEIO ALTO</b>
	[Dotted bar]	<b>MEIO</b>
	[White bar]	<b>BAIXO</b>

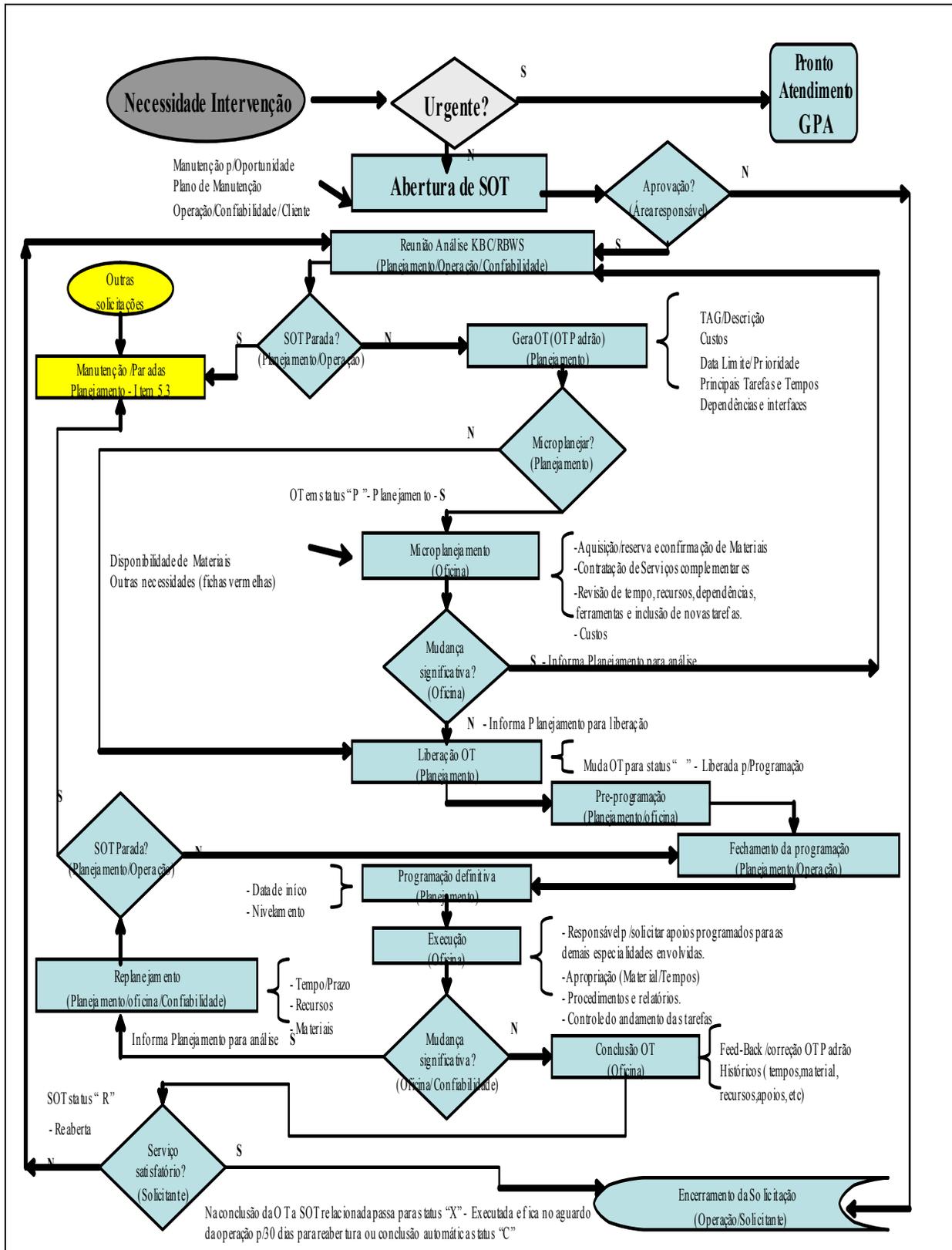
Trabalho sempre justificado - realizar imediatamente

Trabalho normalmente aceitável

Trabalho normalmente não justificado - Pode-se fazer diferente?

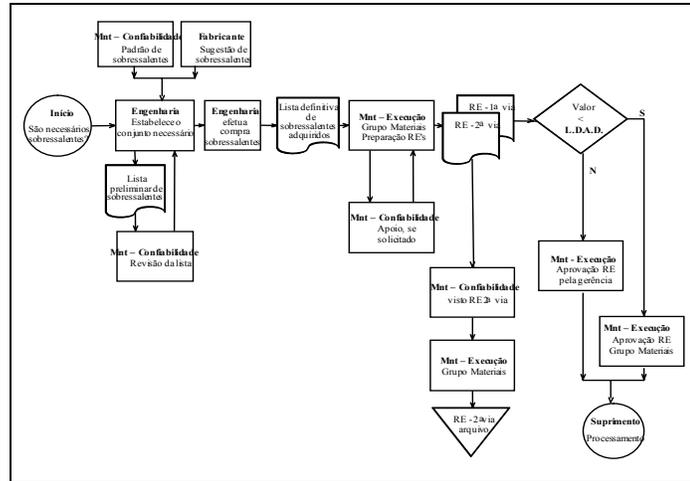
Risco aceitável - não fazer o trabalho (possível pacote futuro)

**Anexo F –PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO**

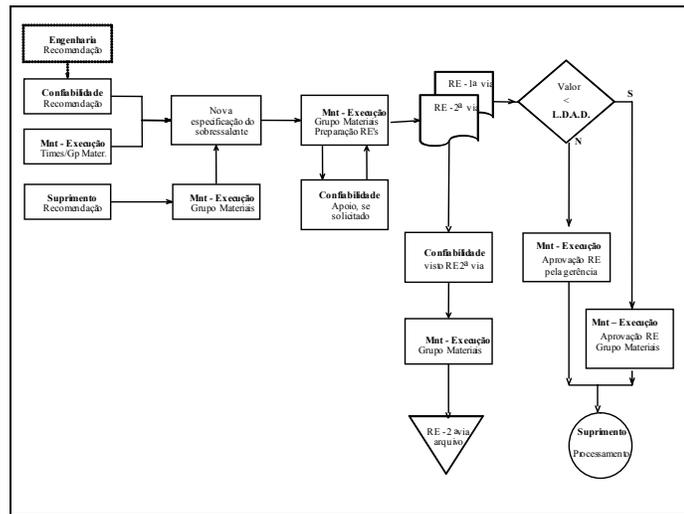


## **Anexo G – IMPLANTAÇÃO DE SOBRESSALENTES NA MANUTENÇÃO**

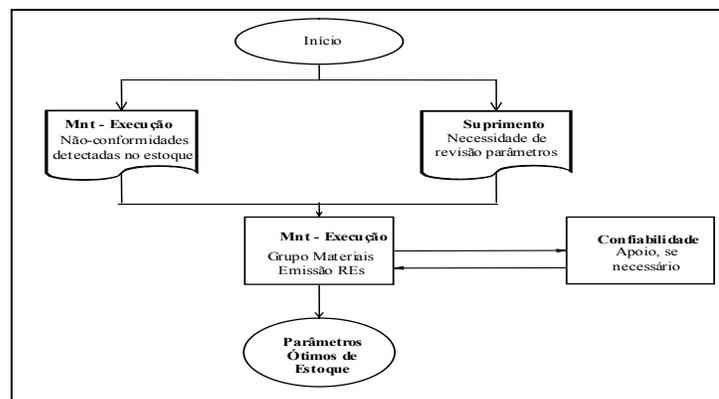
(Fluxogramas dos principais processos)



Processo 1 – Implantação de sobressalentes para novos equipamentos



Processo 2 – Revisão de sobressalentes para equipamentos antigos



Processo 3 – Otimização dos parâmetros de ressurgimento de sobressalentes