



**FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
INDUSTRIAL**

**Mestrado em Gestão e Tecnologia Industrial**

**Dissertação de mestrado**

**GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL E  
MEDIÇÃO DE DESEMPENHO EM UMA  
INDÚSTRIA PETROQUÍMICA: ESTUDO DE  
MULTICASO**

Apresentada por: José Ricardo Tavares de Lima  
Orientador: Prof. Dr. Renelson Ribeiro Sampaio  
Co-orientador: Prof. Dr. Alex Álisson Bandeira Santos

Outubro de 2010



José Ricardo Tavares de Lima

**GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL E  
MEDIÇÃO DE DESEMPENHO EM UMA  
INDÚSTRIA PETROQUÍMICA: ESTUDO DE  
MULTICASO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Gestão e Tecnologia Industrial, Curso de Mestrado em Gestão e Tecnologia Industrial da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial**.

Área de conhecimento: Interdisciplinar

Orientador....: Prof. Dr. Renelson Ribeiro Sampaio

Co-orientador: Prof. Dr. Alex Álisson Bandeira Santos

*Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC*

Salvador  
Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC  
2010

---

## Nota sobre o estilo do PPGMCTI

---

Esta dissertação de mestrado foi elaborada considerando as normas de estilo (i.e. estéticas e estruturais) propostas aprovadas pelo colegiado do Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial e estão disponíveis em formato eletrônico (*download* na Página Web [http://ead.fieb.org.br/portal\\_faculdades/dissertacoes-e-teses-mcti.html](http://ead.fieb.org.br/portal_faculdades/dissertacoes-e-teses-mcti.html) ou solicitação via e-mail à secretaria do programa) e em formato impresso somente para consulta.

Ressalta-se que o formato proposto considera diversos itens das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entretanto opta-se, em alguns aspectos, seguir um estilo próprio elaborado e amadurecido pelos professores do programa de pós-graduação supracitado.

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC  
Programa de Pós-graduação em Gestão e Tecnologia Industrial  
Mestrado em Gestão e Tecnologia Industrial

A Banca Examinadora, constituída pelos professores abaixo listados, leram e recomendam a aprovação da Dissertação de mestrado, intitulada “GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL E MEDIÇÃO DE DESEMPENHO EM UMA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA: ESTUDO DE MULTICASO”, apresentada no dia 08 de Outubro de 2010, como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial**.

Orientador:

---

Prof. Dr. Renelson Ribeiro Sampaio  
Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Membro externo da Banca:

---

Prof. Dr. João Luiz Alkaim  
Universidade do Sul de Santa Catarina

Membro interno da Banca:

---

Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos  
Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Membro interno da Banca:

---

Prof. Dr. Alex Álisson Bandeira Santos  
Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Dedico este trabalho a minha esposa Helena, meus filhos Rafael e Amanda e a meus pais  
João e Mariluce.

---

## Agradecimentos

---

Agradeço a todos os colegas da Oxiteno, pelas suas contribuições, essenciais para o desenvolvimento deste trabalho, e ao grupo Oficina do Saber, pelo constante apoio e estímulo recebido ao longo de nossa convivência.

Salvador, Bahia, Brasil  
08 de Outubro de 2010

José Ricardo Tavares de Lima

---

## Resumo

---

Indústrias de Processamento Contínuo (IPCs) são compostas por complexos sistemas que operam em regime ininterrupto empregando dentre outros recursos, pessoal de produção, de expedição e de manutenção, insumos, serviços, equipamentos e instalações, segundo planos e programas específicos, para geração de bens e outros serviços que visam atender às necessidades de mercados escolhidos conforme a estratégia do negócio. A Oxiteno é uma das indústrias de processamento contínuo existentes no Brasil, atuando nos mercados mundiais de produtos químicos e petroquímicos. As ações de manutenção adicionam valor à estrutura produtiva das IPCs, pela preservação das condições de integridade e de segurança das suas instalações, pela maximização da sua disponibilidade operacional e pela minimização das perdas de rendimento nas suas operações, dentre outras ações. O sistema de gestão da manutenção é parte relevante da governança corporativa, tendo por foco principal a preservação e a melhoria das instalações. Tal sistema pode ser estruturado baseado em diversos modelos existentes, a exemplo da Manutenção Produtiva Total (ou TPM do inglês *Total Productive Maintenance*), da Manutenção Centrada em Confiabilidade (ou RCM do inglês *Reliability Centered Maintenance*), dentre outros. A aplicação das técnicas de manutenção é orientada pelos critérios de criação de valor definidos no modelo de gestão adotado, gerando os planos e programas de intervenção, que determinam as ações requeridas para a obtenção dos resultados pretendidos. Os planos e os programas de manutenção são concebidos, usados e revisados periodicamente, como resultado da análise crítica efetuada para manter seu alinhamento com a estratégia geral da organização. As equipes de manutenção podem adotar diversos indicadores para a avaliação do seu desempenho, estando os mesmos associados ao modelo de gestão adotado. No processo de produção de indicadores para a avaliação de desempenho ocorre dinamicamente a criação e a difusão de conhecimentos, alguns relevantes para a tomada de decisões vinculadas aos resultados estratégicos da companhia, outros para a melhoria contínua dos processos de manutenção. A adoção de sistemas de gestão de manutenção que promovam melhores condições para a criação e a difusão destes conhecimentos pode resultar em importante vantagem competitiva para as organizações.

O principal objetivo deste trabalho é demonstrar a relação existente entre um indicador de desempenho proposto para as áreas de manutenção industrial da Oxiteno, denominado IGD (Indicador Global de Desempenho) e um indicador das condições de criação e difusão do conhecimento, representado pelo CDC (Coeficiente de Difusão do Conhecimento), para a validação da hipótese de que organizações com melhores condições de criação e difusão do conhecimento apresentam melhor desempenho de suas equipes de manutenção.

Palavras-chave: Gestão da Manutenção, Medição de Desempenho, Criação e Difusão do Conhecimento Organizacional.



---

## Abstract

---

*Continuous Process Industries (CPI) are constituted by complex systems that operates at uninterrupted cycles, applying several resources as production and delivery personnel, maintenance employees, materials, services and equipments, following specific programs and plans, in order to produce goods and services to satisfy the requirements of their clients, in accordance with a business strategy. Oxiteno is a Brazilian continuous process industry, working at the global petrochemical and chemical market. Maintenance actions add value to continuous process industries, preserving their integrity and safety levels, maximizing their operational availability and minimizing operational losses. The maintenance management system is an important component of the general company's management system. This specific system can be based on several existing models, for example the TPM (Total Productive Maintenance) model, the RCM (Reliability Centered Maintenance) model, among other options. The maintenance techniques application is guided by some value adding criteria, defined by the adopted management model, generating plans and intervention programs, which determine actions required to achieve desired outcomes. Maintenance plans and programs are designed, applied and reviewed periodically, as a result of critical analysis performed to maintain their alignment with the organizational strategy. Maintenance workers can use several indicators to assess their performance. These indicators are associated to the adopted maintenance management model. Within the process of assessing these indicators for performance evaluation, knowledge is dynamically created and transmitted. Some parts of this knowledge are relevant to decision making related to company's strategic outcomes, others to the continuous improvement of maintenance process. A management system that promotes better conditions for the creation and diffusion of knowledge can result in significant competitive advantage for organizations. The main objective of this thesis is to demonstrate the relation between a proposed performance indicator for Oxiteno's maintenance teams, represented by the IGD (Global Performance Indicator or 'Indicador Global de Desempenho' in Portuguese) and the knowledge creation and diffusion conditions, represented by the CDC (Knowledge Diffusion Coefficient or 'Coeficiente de Difusão do Conhecimento' in Portuguese) confirming the hypothesis that organizations with better capabilities for knowledge creation and diffusion have better performances of their maintenance teams.*

*Keywords: Maintenance Management, Performance Measurement, Knowledge Creation and Diffusion*

---

# Sumário

---

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Definição do problema . . . . .	3
1.2	Objetivo . . . . .	4
1.3	Importância da pesquisa . . . . .	4
1.4	Motivação . . . . .	5
1.5	Limites e limitações . . . . .	6
1.6	Questões e pressupostos . . . . .	7
1.7	Aspectos metodológicos . . . . .	7
1.8	Organização da Dissertação de mestrado . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Modelos para Sistemas de Gestão da Manutenção</b>	<b>10</b>
2.1	Introdução aos Sistemas de Gestão da Manutenção . . . . .	10
2.2	O Estado da Arte para os Modelos de Sistemas de Gestão da Manutenção	11
2.2.1	Modelo Terotecnológico Básico . . . . .	11
2.2.2	Modelo Terotecnológico Avançado . . . . .	12
2.2.3	O Modelo da Universidade de Tecnologia de Eindhoven . . . . .	13
2.2.4	Qualidade Total na Manutenção . . . . .	15
2.2.5	A Filosofia de Kelly . . . . .	16
2.2.6	Manutenção Produtiva Total . . . . .	17
2.2.7	Manutenção Centrada em Confiabilidade . . . . .	18
2.2.8	Manutenção Baseada em Risco . . . . .	19
2.2.9	Manutenção Centrada na Eficácia . . . . .	21
2.2.10	Gerenciamento Estratégico da Manutenção . . . . .	21
2.2.11	Manutenção Classe Mundial . . . . .	23
2.3	Conclusão sobre Sistemas de Gestão da Manutenção . . . . .	28
<b>3</b>	<b>Medição de desempenho da manutenção</b>	<b>32</b>
3.1	Introdução . . . . .	32
3.2	Aspectos gerais da medição de desempenho . . . . .	32
3.3	Objetivos da medição de desempenho da manutenção . . . . .	35
3.4	Ciclo de vida de sistemas de medição de desempenho da manutenção . . . . .	36
3.4.1	O projeto de sistemas de medição de desempenho da manutenção . . . . .	36
3.4.2	A implantação de sistemas de medição de desempenho da manutenção . . . . .	37
3.4.3	O uso de sistemas de medição de desempenho da manutenção . . . . .	37
3.5	Indicadores de medição de desempenho da manutenção . . . . .	37
3.5.1	Indicadores relacionados à produção e aos equipamentos . . . . .	41
3.5.2	Indicadores relacionados às atividades da manutenção . . . . .	41
3.5.3	Indicadores relacionados ao custo de manutenção . . . . .	42
3.5.4	Indicadores relacionados à satisfação dos clientes . . . . .	42
3.5.5	Indicadores relacionados ao aprendizado e crescimento . . . . .	43
3.5.6	Indicadores relacionados a saúde, segurança, preservação da integridade e meio-ambiente . . . . .	43
3.5.7	Indicadores relacionados à satisfação dos empregados . . . . .	43
3.6	Estrutura hierárquica multi-critério . . . . .	44

<b>4</b>	<b>O Método do <i>Balanced Scorecard</i> aplicado à Gestão da Manutenção</b>	<b>46</b>
4.1	Introdução ao <i>Balanced Scorecard</i> . . . . .	46
4.2	Evolução da visão e da estratégia nas organizações . . . . .	47
4.3	Barreiras à implementação das estratégias . . . . .	49
4.4	Relações de causa-efeito e equilíbrio no BSC . . . . .	50
4.5	As perspectivas para o estabelecimento de métricas do BSC . . . . .	50
4.5.1	Perspectiva do Cliente . . . . .	50
4.5.2	Perspectiva dos Processos Internos . . . . .	51
4.5.3	Perspectiva de Aprendizado e Crescimento . . . . .	51
4.5.4	Perspectiva Financeira . . . . .	51
4.6	Mapas estratégicos . . . . .	51
4.7	O Processo de Gerenciamento da Estratégia com o BSC . . . . .	53
4.8	O BSC aplicado à Gestão da Manutenção . . . . .	54
<b>5</b>	<b>Geração e Difusão do Conhecimento</b>	<b>57</b>
5.1	Introdução a Geração e Difusão do Conhecimento . . . . .	57
5.2	A Criação e Difusão do Conhecimento Organizacional . . . . .	57
5.3	Modos de Conversão do Conhecimento Tácito e Explícito . . . . .	58
5.3.1	Socialização . . . . .	59
5.3.2	Externalização . . . . .	59
5.3.3	Combinação . . . . .	60
5.3.4	Internalização . . . . .	60
5.4	Conteúdo do conhecimento . . . . .	61
5.5	A Espiral de criação de conhecimento organizacional . . . . .	61
5.6	Condições favorecedoras para a criação do conhecimento organizacional . . . . .	62
5.6.1	Intenção . . . . .	62
5.6.2	Autonomia . . . . .	63
5.6.3	Flutuação e Caos Criativo . . . . .	63
5.6.4	Redundância . . . . .	63
5.6.5	Variedade de Requisitos . . . . .	64
5.7	O Processo de Criação do Conhecimento Organizacional . . . . .	64
5.7.1	Compartilhamento do conhecimento tácito . . . . .	64
5.7.2	Criação de conceitos . . . . .	65
5.7.3	Justificação dos conceitos . . . . .	65
5.7.4	Construção de um arquétipo . . . . .	66
5.7.5	Difusão interativa do conhecimento . . . . .	66
5.8	O Processo Gerencial para Criação do Conhecimento Organizacional . . . . .	66
5.8.1	O Processo Gerencial <i>Top-down</i> (de-cima-para-baixo) . . . . .	67
5.8.2	O Processo Gerencial <i>Bottom-up</i> (de-baixo-para-cima) . . . . .	67
5.8.3	O Processo Gerencial <i>Middle-up-down</i> (do-meio-para-cima-para-baixo) . . . . .	68
5.9	Estruturas Organizacionais e a Criação do Conhecimento . . . . .	70
5.9.1	A Estrutura Organizacional Burocrática . . . . .	70
5.9.2	A Estrutura Organizacional por Força-Tarefa . . . . .	70
5.9.3	A Estrutura Organizacional em Hipertexto . . . . .	71
<b>6</b>	<b>A Oxiteno</b>	<b>74</b>
6.1	Descrição da Companhia . . . . .	74
6.1.1	Unidades industriais situadas no Brasil . . . . .	75
6.1.2	Unidades industriais situadas no México . . . . .	76
6.1.3	Unidade industrial situada na Venezuela . . . . .	77

6.2	O Modelo de Gestão na Oxiteno . . . . .	77
6.2.1	A Estratégia da Oxiteno : Excelência e Crescimento . . . . .	78
6.2.2	O Mapa Estratégico da Oxiteno . . . . .	78
6.2.3	Objetivos e Indicadores Estratégicos . . . . .	78
6.3	A Gestão da Manutenção na Oxiteno . . . . .	82
6.3.1	A Estrutura de Pessoal da Manutenção na Oxiteno . . . . .	83
6.3.2	Ativos sob a atenção da manutenção na Oxiteno . . . . .	86
6.3.3	Atividades realizadas pelas equipes de manutenção na Oxiteno . . . . .	87
6.3.4	A medição de desempenho na manutenção da Oxiteno . . . . .	88
<b>7</b>	<b>Trabalho Experimental e Desenvolvimento da Pesquisa</b>	<b>91</b>
7.1	Modelo de Pesquisa . . . . .	91
7.1.1	Variáveis . . . . .	93
7.1.2	Unidades de Medida e Escalas . . . . .	96
7.1.3	Instrumentos de pesquisa . . . . .	99
7.1.4	Amostragem . . . . .	102
7.1.5	Tratamento dos dados . . . . .	104
7.1.6	Limitações do método . . . . .	105
7.2	Cenário da pesquisa . . . . .	106
7.3	Resultados . . . . .	109
7.3.1	Resultados do Índice Global de Medição de Desempenho . . . . .	109
7.3.2	Resultados da Medição do Coeficiente de Difusão do Conhecimento . . . . .	114
7.4	Discussão . . . . .	118
<b>8</b>	<b>Considerações finais</b>	<b>125</b>
8.1	Conclusões . . . . .	125
8.2	Contribuições . . . . .	126
8.3	Atividades Futuras de Pesquisa . . . . .	126
<b>A</b>	<b>Apêndice 1: Primeiro Questionário</b>	<b>128</b>
<b>B</b>	<b>Apêndice 2 - Segundo Questionário</b>	<b>158</b>
<b>C</b>	<b>Apêndice 3 - Resultados das representações das redes sociais estudadas usando o software UCINET</b>	<b>170</b>
C.1	Resultados do Cálculo da Média de <i>Indegree/Outdegree</i> para Unidades A e B	170
C.2	Resultados do Cálculo da Média de <i>Indegree/Outdegree</i> para Unidade C . .	171
C.3	Resultados do Cálculo da Média de <i>Indegree/Outdegree</i> para Unidade F . .	172
C.4	Resultados do Cálculo da Média da Centralidade de Informação para Unidades A e B . . . . .	172
C.5	Resultados do Cálculo da Média da Centralidade de Informação para Unidade C . . . . .	174
C.6	Resultados do Cálculo da Média da Centralidade de Informação para Unidade F . . . . .	175
	<b>Referências</b>	<b>176</b>

---

## Lista de Tabelas

---

2.1	Subfunções e Atividades da Manutenção no Modelo da Universidade de Eindhoven . . . . .	14
2.2	Sub-elementos, atributos e métricas para a WCM-Parte 1 de 2 . . . . .	29
2.3	Sub-elementos, atributos e métricas para a WCM-Parte 2 de 2 . . . . .	30
5.1	Características dos Modelos Gerenciais . . . . .	69
6.1	Objetivos e Indicadores da Oxiteno associados a Perspectiva Financeira . .	80
6.2	Objetivos e Indicadores da Oxiteno associados a Perspectiva de Mercado .	80
6.3	Objetivos e Indicadores da Oxiteno associados a Perspectiva de Processos Internos . . . . .	81
6.4	Objetivos e Indicadores da Oxiteno associados a Perspectiva de Aprendizado e Crescimento . . . . .	82
6.5	Pessoal contratado para serviços de manutenção na Oxiteno . . . . .	86
6.6	Quantidade de Vasos e Caldeiras sob a atenção da manutenção na Oxiteno	87
6.7	Perfil de atividades das áreas de manutenção na Oxiteno . . . . .	88
6.8	Indicadores de desempenho de manutenção e frequência de uso nas unidades industriais da Oxiteno . . . . .	90
7.1	Tabela de respondentes do segundo questionário . . . . .	104
A.1	Consulta a fontes de informações usadas para os indicadores de gestão da manutenção . . . . .	155
A.2	Pessoas envolvidas na apuração dos indicadores de gestão da manutenção .	156
A.3	Preservação do conhecimento da manutenção . . . . .	157

---

## Lista de Figuras

---

1.1	Custo Total da Manutenção pelo Patrimônio Imobilizado das Empresas Brasileiras . . . . .	5
2.1	Terotecnologia - conceitos básicos . . . . .	12
2.2	Custo no Ciclo de Vida . . . . .	13
2.3	Modelo da Universidade de Eindhoven . . . . .	15
2.4	A bola de futebol do TQMMain . . . . .	16
2.5	Pilares do Programa TPM . . . . .	18
2.6	Processo de Implementação do RCM . . . . .	19
2.7	Matriz Qualitativa de Riscos (Baseada no API) . . . . .	20
2.8	Elementos Chave do SMM . . . . .	22
2.9	Relação entre Sistemas de Gestão da Manutenção, da Produção e Empresarial . . . . .	23
2.10	Modalidades de Contratação de Serviços de Manutenção e aspectos relacionados . . . . .	23
2.11	Pilares, atributos e métricas para a WCM . . . . .	28
3.1	Identificação e Desenvolvimento de Indicadores de Desempenho a partir da Visão, Objetivos e Estratégia . . . . .	39
3.2	Níveis Hierárquicos na Medição de Desempenho da Manutenção . . . . .	40
3.3	Estrutura Hierárquica Multi-critério de Medição de Desempenho da Manutenção . . . . .	45
4.1	Estrutura do Sistema de Indicadores do <i>Balanced Scorecard</i> . . . . .	46
4.2	Movimento da fronteira da estratégia das organizações . . . . .	48
4.3	Componentes e terminologia do BSC . . . . .	52
4.4	<i>Loop</i> Duplo do Processo de Gerenciamento da Estratégia . . . . .	53
4.5	Processo de gerenciamento estratégico do desempenho da manutenção . . . . .	54
4.6	O <i>Scorecard</i> da Manutenção . . . . .	55
5.1	A espiral do conhecimento . . . . .	58
5.2	Conteúdo do conhecimento criado pelos quatro modos de conversão . . . . .	61
5.3	A espiral de criação do conhecimento organizacional . . . . .	62
5.4	Modelo de cinco fases do processo de criação do conhecimento . . . . .	65
5.5	Organização em hipertexto . . . . .	71
6.1	Unidades industriais da Oxiteno . . . . .	75
6.2	O Mapa Estratégico da Oxiteno . . . . .	79
6.3	Relação entre o pessoal próprio de manutenção e o efetivo total . . . . .	84
6.4	Perfil do nível de formação do pessoal próprio da manutenção . . . . .	85
6.5	Perfil de distribuição por nível hierárquico do pessoal próprio da manutenção . . . . .	85
7.1	Fórmulas de Cálculo para o <i>Indegree</i> e <i>Outdegree</i> . . . . .	95
7.2	Fórmula para o Coeficiente de Difusão do Conhecimento . . . . .	96
7.3	Grau de maturidade da manutenção . . . . .	97
7.4	Modelo para Avaliação da Maturidade da Organização da Manutenção . . . . .	98
7.5	Sociograma da equipe de manutenção das Unidades A e B . . . . .	106
7.6	Sociograma da equipe de manutenção da Unidade C . . . . .	107

7.7	Sociograma da equipe de manutenção da Unidade F . . . . .	107
7.8	Indicadores de Desempenho da Manutenção usados nas unidades industriais da Oxiteno . . . . .	110
7.9	Resultados dos Indicadores de Desempenho da Manutenção em 2009 por Unidade Industrial . . . . .	111
7.10	Notas atribuídas aos Indicadores de Desempenho da Manutenção por Unidade Industrial da Oxiteno . . . . .	112
7.11	Planilha de Cálculo do Indicador de Desempenho Global da Manutenção por Unidade Industrial da Oxiteno . . . . .	113
7.12	Gráfico Indicador de Desempenho Global da Manutenção por Unidade Industrial da Oxiteno . . . . .	114
7.13	Análise das respostas das questões 1 a 4 do Segundo Questionário . . . . .	115
7.14	Análise das respostas das questões 5 a 8 do Segundo Questionário . . . . .	116
7.15	Tela com o cadastro da matriz de relacionamentos no Ucinet, para os dados da Unidade C da Oxiteno . . . . .	117
7.16	Planilha de Cálculo do Coeficiente de Difusão do Conhecimento . . . . .	118
7.17	Gráfico para Coeficiente de Difusão do Conhecimento das Unidades C, B, A e F . . . . .	118
7.18	Gráfico para Índice Global de Desempenho da Manutenção das Unidades C, B, A e F . . . . .	119
7.19	Correlação entre o IGD da Manutenção e o CDC das Unidades C, B, A e F . . . . .	120
7.20	Fórmula de Cálculo para o Coeficiente de Difusão do Conhecimento Modificado . . . . .	122
7.21	Tabela de Cálculo para o Coeficiente de Difusão do Conhecimento Modificado para Unidades da Oxiteno . . . . .	122
7.22	Correlação entre o Índice Global de Desempenho da Manutenção e o Coeficiente de Difusão do Conhecimento Modificado das Unidades da Oxiteno . . . . .	123

---

## Lista de Siglas

---

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção
API	<i>American Petroleum Institute</i> = Instituto Americano do Petróleo
APO	Administração por Objetivos
ARS	Análise de Redes Sociais
ASME	<i>American Society of Mechanical Engineers</i> = Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos
BSC	<i>Balanced ScoreCard</i>
CDC	Coefficiente de Difusão do Conhecimento
CEP	Controle Estatístico do Processo
CIMMS	<i>Computer Integrated Maintenance Management System</i> = Sistema Computadorizado Integrado de Gestão da Manutenção
ECM	<i>Effectiveness-Centred Maintenance</i> = Manutenção Centrada na Eficácia
FMECA	<i>Failure Mode, Effects and Criticality Analysis</i> = Análise de Criticidade, de Efeitos e do Modo de Falhas
IGD	Índice Global de Desempenho
IO	Investigação Operacional
IPCs	Indústrias de Processamento Contínuo
ISE	<i>Individual System Effectiveness</i> = Eficácia Individual do Sistema
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i> = Indicador Chave de Desempenho
LCC	<i>Life-Cycle Cost</i> = Custo no Ciclo de Vida
LCP	<i>Life-Cycle Profit</i> = Lucro no Ciclo de Vida
MBR	Manutenção Baseada em Risco
MCC	Manutenção Centrada em Confiabilidade
MPT	Manutenção Produtiva Total
MRP	<i>Material Resource Planning</i> = Planejamento de Recursos
NR-13	Norma Regulamentadora No. NR-13
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> = Eficácia Global do Equipamento
OSE	<i>Overall System Effectiveness</i> = Eficácia Global do Sistema
EMC-CA	Emca - Unidade de Camaçari
OLQ-CA	Oleoquímica - Unidade de Camaçari
OXN-CA	Oxitenó - Unidade de Camaçari
OXN-MA	Oxitenó - Unidade de Mauá
OXN-TB	Oxitenó - Unidade de Tremembé
OXN-TF	Oxitenó - Unidade de Triunfo
PDCA	<i>Plan - Do - Check - Act</i> = Planejar - Fazer - Verificar - Atuar
PO	Pesquisa Operacional
RBM	<i>Risk Based Maintenance</i> = Manutenção Baseada em Risco
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i> = Manutenção Centrada em Confiabilidade
SECI	Socialização, Externalização, Combinação e Internalização
SMM	<i>Strategic Maintenance Management</i> = Gerenciamento Estratégico da Manutenção
SPC	<i>Statistic Process Control</i> = Controle Estatístico de Processo
SPIE	Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos
SSMA	Saúde, Segurança e Meio-Ambiente
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> = Manutenção Produtiva Total



---

TQMain ....	<i>Total Quality Maintenance</i> = Manutenção com Qualidade Total
TQM .....	<i>Total Quality Management</i> = Gestão da Qualidade Total
WCM .....	<i>World-Class Manufacturing</i> ou <i>World Class Maintenance</i> =
.....	Manufatura ou Manutenção de Classe Mundial

## Introdução

---

As Indústrias de Processamento Contínuo (IPCs) são compostas por complexos sistemas que operam em regime ininterrupto, empregando pessoal de produção, pessoal de expedição, pessoal de manutenção, insumos, serviços de terceiros e instalações, dentre outros recursos. Para tal, as IPCs utilizam planos e programas específicos, voltados a geração de bens que atendam às necessidades de seus clientes, situados em mercados escolhidos conforme a estratégia do negócio, consumindo insumos como energia e matéria-prima, de elevado valor agregado.

As IPCs possuem como partes de suas instalações, equipamentos, instrumentos de monitoração e controle, sistemas elétricos, tubulações e acessórios que devem ser especificados para atender a um amplo conjunto de exigências, representando as expectativas de desempenho e condições limites estabelecidas pelas diversas partes envolvidas (clientes, acionistas, órgãos reguladores, trabalhadores, fornecedores e comunidades vizinhas, dentre outros). Estas exigências podem ser agrupadas de acordo com a sua natureza, em requisitos técnicos, de segurança, de proteção ambiental, econômicos, etc.

Dentre estas destaca-se a previsão de produtividade do empreendimento, que resulta da conjugação da eficácia, da qualidade e da disponibilidade projetadas. Para atender às solicitações acima, as organizações mantidas pelas IPCs estruturam sistemas de governança que objetivam agregar valor pela implementação de ações que conduzam a resultados positivos para os seus negócios.

Dentre outras ações, as IPCs necessitam de equipes de manutenção para agregar valor às suas estruturas produtivas. Seguindo as diretrizes do modelo do sistema de governança adotado pela IPC, o sistema de gerenciamento da manutenção em particular, combina a aplicação, em graus variados, das técnicas de manutenção corretiva, preventiva e preditiva, orientadas pelos critérios de agregação de valor escolhidos.

Ao longo dos anos, desenvolveram-se diversos modelos de sistemas de gerenciamento da manutenção (a exemplo da Manutenção Produtiva Total ou *Total Productive Maintenance* (TPM), da Manutenção Centrada em Confiabilidade ou *Reliability Centered Maintenance* (RCM)), os quais possuem, cada um, seus critérios de agregação de valor específicos. Dos sistemas de gerenciamento da manutenção derivam os planos e programas, que disparam as ações requeridas. Este conjunto de planos e programas é concebido, usado e revisado pelo pessoal de manutenção, que busca, pela análise periódica do mesmo, manter o seu alinhamento com a estratégia global da organização a que pertencem.

O *Balanced Scorecard* (BSC) é um método de desdobramento da estratégia do negócio em iniciativas, focado em quatro perspectivas (de finanças, dos clientes, de processos internos e do aprendizado e crescimento), ajudando a identificar as ações que agregam valor, de modo a atender às requisições das partes envolvidas. O BSC é também um dos métodos adotados para definir as ações estratégicas associadas à manutenção em particular, as quais podem ser desdobradas na garantia da integridade e segurança, na minimização da descontinuidade operacional e na maximização da produtividade, sem se limitar a apenas estas ações.

Quando as condições de desempenho iniciais, obtidas após a partida de uma IPC, são satisfatórias, a adequada manutenção e a melhoria contínua destas são necessárias para a preservação da viabilidade do empreendimento. Neste contexto, se identifica o principal trabalho dos profissionais especialistas em manutenção industrial: garantir a continuidade das operações, com custos e nível de segurança adequados.

Entretanto existem outras tarefas, aparentemente acessórias, porém de importância relevante para o bom desempenho da função Manutenção. Desvios na construção ou imprevistos no projeto podem levar a perdas de produtividade, já na partida dos novos empreendimentos. Decisões tomadas na fase de projeto também podem determinar o grau de flexibilidade ou limitação que o sistema de produção terá para enfrentar as mudanças ao longo de sua vida operacional. Fatores de deterioração, enfrentados ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos, também impactam o desempenho. Por sua vez, o aprendizado na operação dos sistemas de produção, via de regra, gera necessidades de mudanças, as quais precisam ser avaliadas e incorporadas aos mesmos.

Estes motivos levam a que, a cada momento, os mantenedores identifiquem ações de correção ou melhorias, buscando o balanceamento entre aspectos normalmente conflitantes entre si, tais como os requisitos de prazo, custo e qualidade, dentre outros. As oportunidades de melhorias podem se materializar em modificações das instalações, revisão de procedimentos, treinamento das pessoas envolvidas, etc.

Para análise dos resultados do conjunto destas ações, podem ser utilizados sistemas de avaliação de desempenho. O conjunto dos planos, dos programas, das técnicas de sua execução, das ferramentas de análise e a experiência no estabelecimento de recomendações de melhoria, correspondem ao corpo de conhecimentos, dominados pelos profissionais envolvidos na manutenção.

Estes profissionais, através de suas redes sociais, conduzem os fluxos informacionais, tratando a massa de dados e produzindo indicadores, para identificar como se encontra o desempenho do seu sistema de trabalho adotado. Os mantenedores podem utilizar diversos indicadores para a avaliação do seu desempenho, estando os mesmos normalmente

associados ao modelo de gestão adotado.

No processo de produção de indicadores para a avaliação de desempenho ocorre a geração e a difusão de conhecimentos específicos, alguns relevantes para a tomada de decisões vinculadas aos resultados estratégicos da companhia, outros para a melhoria contínua dos processos de manutenção. A adoção de sistemas de gestão de manutenção que promovam melhores condições para a geração e a difusão destes conhecimentos pode resultar em importante vantagem competitiva para as organizações.

A capacidade de escolher ações eficientes e eficazes está condicionada ao modelo de gestão da manutenção adotado e à seleção de métricas de avaliação do desempenho adequadas. Infere-se que modelos bem estruturados e métricas precisas de avaliação de desempenho, facilitem a decisão entre as alternativas alinhadas à estratégia da organização, conduzindo a resultados mais favoráveis ao longo do tempo. Este pressuposto foi avaliado tomando por base os resultados de unidades industriais pesquisadas, supostamente caracterizadas com diferentes estágios de evolução na organização dos seus sistemas de gestão da manutenção.

## ***1.1 Definição do problema***

A busca pela padronização da forma de medição de desempenho, adotada pelas áreas de manutenção industrial, é requisito para que tais estruturas efetuem a comparação de seus resultados com os de outras, quer interna ou externamente a seus segmentos de negócio.

São relevantes os esforços realizados pela Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN), que realiza e divulga periodicamente, pesquisas estruturadas sobre os indicadores adotados e resultados representativos de cada segmento industrial brasileiro.

Entretanto apenas o conhecimento destes resultados não é suficiente para definir as ações de melhoria a implementar. Exige-se um conjunto específico de conhecimentos produzidos e difundidos pelos próprios mantenedores.

Os sistemas de gestão adotados, ao facilitarem as condições de geração e difusão deste conhecimento, podem impactar significativamente na eficiência e eficácia das ações, o que se reflete nos resultados obtidos pela organização.

O problema estudado nesta pesquisa é o entendimento de como os resultados do desempenho da manutenção são influenciados pelas condições propiciadas pelos sistemas de gestão da manutenção, para a criação e a difusão do conhecimento.

## **1.2 Objetivo**

Este trabalho usa o modelo de criação e difusão do conhecimento organizacional, proposto por Nonaka e Takeushi, para compreender a dinâmica de criação e difusão do conhecimento pela rede social dos mantenedores das unidades industriais da Oxiteno situadas no Brasil.

O objetivo desta dissertação de mestrado é desenvolver um modelo de referência para estabelecer o relacionamento entre as condições para a geração e a difusão do conhecimento, propiciadas pelos sistemas de gestão da manutenção e a sua contribuição para os resultados obtidos pelas equipes de manutenção industrial.

Para tal, foram adotados os seguintes objetivos específicos:

- I) Identificar os indicadores de medição de desempenho da manutenção adotados nas Unidades industriais da Oxiteno situadas no Brasil;
- II) Mapear as condições de geração e difusão do conhecimento associadas a medição de desempenho da manutenção, baseado nas práticas adotadas;
- III) Verificar existência de correlação entre resultados do desempenho e as condições de geração e difusão do conhecimento encontradas;
- IV) Estruturar e validar com representantes do grupo pesquisado, um modelo de relacionamento entre as condições de geração e a difusão do conhecimento e os resultados obtidos pelas equipes de manutenção industrial.

## **1.3 Importância da pesquisa**

A manutenção industrial pode influenciar significativamente os resultados de uma companhia industrial, ao afetar positiva ou negativamente a disponibilidade, a qualidade e os custos obtidos com os sistemas produtivos. A mesma consome parte significativa dos recursos pessoais e materiais, gerando custos operacionais significativos.

Pesquisas realizadas para avaliar a relação entre o custo total da manutenção nas empresas brasileiras, frente ao patrimônio imobilizado das mesmas observaram o seu crescimento ao longo da última década, conforme ilustrado na figura 1.1 (ABRAMAN, 2009).

Buscar a excelência no desempenho operacional é pelo menos condição de diferenciação

Ano	Custo Total da Manutenção / Patrimônio Imobilizado
2009	4,14 %
2007	4,18 %
2005	3,93 %
2003	3,27 %
2001	3,25 %
1999	3,25 %
1997	3,19 %
1995	3,44 %

Figura 1.1: Custo Total da Manutenção pelo Patrimônio Imobilizado das Empresas Brasileiras  
Fonte: (ABRAMAN, 2009)

competitiva, sendo muitas vezes condição de sobrevivência do negócio em ambientes de extrema competição.

As organizações têm adotado diversos modelos de gestão das suas áreas de manutenção, na busca de uma sistemática eficiente e eficaz de gerenciamento, aderente à estratégia da organização. Nem sempre são logrados os melhores resultados, adotadas as melhores práticas e obtidos resultados competitivos, mesmo quando são adotados sistemas de gerenciamento aparentemente similares.

Práticas diferenciadas de incentivo à criação e difusão do conhecimento requerido podem justificar as variações de desempenho encontradas. A partir do entendimento da relação entre os resultados do desempenho e as condições para a criação e difusão do conhecimento, podem ser estabelecidos critérios orientadores para auxiliar na tomada de decisão sobre melhorias dos modelos de gestão da manutenção adotados nas organizações industriais.

## 1.4 Motivação

Como contribuição inicial, os resultados deste trabalho servem como referência de *benchmarking* (comparação de desempenho) entre as unidades industriais pesquisadas. Os resultados indicam as oportunidades de melhoria decorrentes das diferenças identificadas nas condições de geração e difusão do conhecimento das equipes de manutenção.

O modelo de relacionamento dos resultados de desempenho com as condições para a criação e difusão do conhecimento, serve de base para a análise da viabilidade da implementação de melhorias nos sistemas de gestão da manutenção, identificando também os critérios para se obter melhores condições para a geração e difusão do conhecimento na organização.

## **1.5 Limites e limitações**

O estudo apresenta os resultados obtidos na pesquisa efetuada junto às unidades industriais da Oxiteno, situadas nas cidades de Mauá e Tremembé, no estado de São Paulo, em Triunfo no Rio Grande do Sul e em Camaçari, na Bahia. Não foram incluídas nesta pesquisa as unidades da Oxiteno situadas fora do Brasil (na Venezuela e no México).

A qualidade dos resultados das pesquisas está associada à representatividade, clareza e facilidade para a coleta de informações junto aos colaboradores consultados. Para minimizar desvios, a pesquisa foi efetuada com base nos seguintes critérios:

I - Foi efetuada a definição prévia da terminologia adotada, considerando preferencialmente os conceitos propostos pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e pela ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção), de modo a limitar desvios de interpretação de conceitos (ver anexo glossário com os termos usados).

II - Para a aplicação de questionários, foram selecionados os principais representantes e foi efetuado acompanhamento da participação da maior representação possível, de modo que a avaliação do desempenho e das condições de geração e difusão do conhecimento associados à gestão da manutenção representem o mais fielmente possível o verdadeiro estágio de evolução das diversas unidades industriais da Oxiteno.

III - Os questionários foram encaminhados e as respostas recebidas por correio eletrônico, minimizando a influência de interações informais.

IV - Na etapa de análise de resultados foi efetuada a validação dos mesmos com representantes das unidades pesquisadas, para que os mesmos significassem dados comparáveis, limitando desvios decorrentes de diferenças de medições regionais.

Foram apresentados valores em escalas comparativas, quando os mesmos são relacionados com informações estratégicas, sem prejuízo para o entendimento do modelo proposto, porém conservando a confidencialidade dos dados obtidos na pesquisa.

Os sistemas de gerenciamento da manutenção são dinâmicos e estão sujeitos à influência do ambiente organizacional e das mudanças do negócio a que pertencem. Portanto, os resultados desta pesquisa devem ser entendidos como representativos de uma situação particular, existente no período de sua realização.

## **1.6 Questões e pressupostos**

A questão focal deste trabalho é verificar se a medição de desempenho da manutenção industrial, adotada na Oxiteno, reflete a influência das condições existentes para a geração e difusão do conhecimento requerido, proporcionadas pelos sistemas de gestão da manutenção.

O pressuposto principal deste trabalho é a seguinte: organizações com condições facilitadoras para o processo de geração e difusão do conhecimento tendem a apresentar os melhores resultados das suas equipes de manutenção.

Para o estudo multicaso conduzido na Oxiteno, foram consideradas as seguintes condições:

- I - As unidades industriais da Oxiteno possuem diferentes sistemas de gestão da manutenção;
- II- As unidades industriais da Oxiteno adotam diferentes sistemáticas de medição de desempenho da manutenção;

## **1.7 Aspectos metodológicos**

É apresentado a seguir um resumo do método adotado para o desenvolvimento deste trabalho, com destaque para as categorias teóricas estudadas, para o método de pesquisa utilizado e para os modos de análise adotados.

O trabalho iniciou-se pela revisão da literatura sobre as seguintes categorias teóricas:

- I - Modelos de Sistemas de Gestão da Manutenção;
- II - Medição de Desempenho da Manutenção;
- III - Método do BSC (*Balanced Scorecard*);
- IV - Geração e Difusão do Conhecimento.

Tomando por base estes referenciais, levantaram-se as perguntas para a preparação dos questionários, a seguir aplicados nas unidades industriais da Oxiteno, para o levantamento de informações sobre:

- i - Indicadores de desempenho usados na manutenção;



ii - Práticas de Gestão adotadas;

iii - Pessoas envolvidas (mantenedores, clientes e gestores);

iv - Fluxos informacionais e modos de geração e difusão do conhecimento requerido para a avaliação de desempenho.

A partir das referências estudadas e das respostas recebidas, foi realizada a análise dos resultados, obtendo-se como principais informações:

a) Diagnóstico da situação de desempenho das áreas de manutenção;

b) Comparação com referências de *benchmarking*;

c) Mapeamentos das redes sociais dos profissionais envolvidos na avaliação de desempenho da manutenção de cada unidade industrial apresentando os fluxos informacionais envolvidos na produção dos indicadores, para identificar as condições nas quais ocorre a difusão do conhecimento.

Por fim, a análise da relação entre os resultados do desempenho e as condições de geração e difusão do conhecimento gerou a proposição de um modelo de referência, validado com as partes envolvidas.

## ***1.8 Organização da Dissertação de mestrado***

Este documento apresenta 8 capítulos e está estruturado da seguinte forma:

- **Capítulo 1 - Introdução:** Contextualiza o âmbito, no qual a pesquisa proposta está inserida. Apresenta, a definição do problema, os objetivos e justificativas da pesquisa e como esta dissertação de mestrado está estruturada;
- **Capítulo 2 - Modelos de Sistemas de Gestão da Manutenção:** Apresenta os modelos de sistemas de gestão da manutenção existentes, o histórico de desenvolvimento dos mesmos e suas características principais;
- **Capítulo 3 - Medição de Desempenho da Manutenção:** Apresenta os referenciais teóricos sobre a medição de desempenho e a sua aplicação na gestão da manutenção;
- **Capítulo 4 - O Método do *Balanced Scorecard* aplicado à Gestão da Manutenção:** Apresenta os referenciais teóricos sobre o Método do BSC e a sua

aplicação à gestão da manutenção;

- **Capítulo 5 - Geração e Difusão do Conhecimento:** Apresenta o referencial teórico sobre os mecanismos de criação e difusão do conhecimento organizacional;
- **Capítulo 6 - A Oxiteno:** Apresenta o contexto organizacional onde a pesquisa foi desenvolvida;
- **Capítulo 7 - Trabalho Experimental e Desenvolvimento da Pesquisa:** Apresenta o estudo de multicaso desenvolvido junto às áreas de manutenção das unidades industriais da Oxiteno e os resultados dos trabalhos desenvolvidos;
- **Capítulo 8 - Considerações Finais:** Apresenta as conclusões, contribuições e algumas sugestões de atividades de pesquisa a serem desenvolvidas no futuro.

---

## Modelos para Sistemas de Gestão da Manutenção

---

A Manutenção pode ser definida como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, inclusive de supervisão, tomadas com o objetivo de manter ou restaurar a condição de um item para realizar a sua função requerida. ((IEC), 2010)

### **2.1 Introdução aos Sistemas de Gestão da Manutenção**

As organizações industriais demandam ações de manutenção como uma das suas atividades fundamentais, fruto do reconhecimento da crescente importância da mesma para o sucesso e a sobrevivência dos negócios. Até pouco mais de cinco décadas, tais ações eram basicamente reativas constituindo-se de manutenções corretivas, de grandes reformas e de intervenções não programadas, aplicadas para restabelecer o estado operacional satisfatório dos ativos que apresentavam falhas.

Desde então, a partir da década de 50, a manutenção vem sofrendo mudanças contínuas, na busca de ações sustentáveis e de prestação de serviços com alto valor agregado. Técnicas como a manutenção preventiva e preditiva, e sistemas de gestão foram desenvolvidos e aplicados, objetivando que a manutenção possa ser realizada cada vez mais eficazmente. Sucederam-se diversos modelos de sistemas de gestão dentre os quais a Manutenção Centrada no Custo e no Lucro ao longo do ciclo de vida das instalações, a Manutenção com Qualidade Total (TQMmain), a Manutenção Produtiva Total (TPM), a Centrada na Confiabilidade (RCM), a Baseada em Riscos (RBM), a Centrada na Eficácia (ECM), a Gestão Estratégica (SMM) e a Manutenção Classe Mundial (WCM).

A Manutenção Centrada no Custo ou no Lucro ao longo do ciclo de vida, gera ações de revisão de projeto, na busca da redução das necessidades de manutenção. A TQMmain considera a aplicação do ciclo de Deming (PDCA) às atividades de manutenção. Dá especial atenção ao monitoramento de condições operacionais. A TPM busca a maximização da eficácia dos equipamentos através do envolvimento do pessoal, da manutenção autônoma e do estabelecimento de grupos de estudo. A RCM é um método lógico para determinar ações de manutenção preventiva necessárias para maximizar a confiabilidade. A RBM analisa a probabilidade e consequência das falhas para priorizar as ações de manutenção. A ECM conjuga os conceitos da RCM, da TQMmain e da TPM e estabelece indicadores de desempenho para a medição da eficácia. A SMM reforça o vínculo entre a estratégia da manutenção e os objetivos da produção e da companhia como um todo, destaca o

papel da terceirização e dos sistemas de apoio. A Manutenção Classe Mundial (WCM), modelo mais recente dentre os estudados, reúne quase todos os elementos dos demais, embasando-os no seu pilar de liderança e gestão de mudanças, podendo ser considerado o mais abrangente atualmente.

Este capítulo é composto da revisão bibliográfica sobre tais esquemas de gestão da manutenção.

## ***2.2 O Estado da Arte para os Modelos de Sistemas de Gestão da Manutenção***

Nesta seção descreve-se uma seleção limitada de sistemas de gestão e compara-se uns com os outros e contra as necessidades de sistemas de produção. A otimização absoluta e final da manutenção de qualquer sistema operante é impossível. O ponto ótimo nunca é atingido pois ele é um alvo em movimento e porque os dados usados para sua estimativa nunca são plenamente completos e atualizados, e raramente suficientes em quantidade. Este é o desafio de todo mantenedor.

### ***2.2.1 Modelo Terotecnológico Básico***

Conforme (PARKES, 1970), este sistema foi criado para obter o *feedback* das informações produzidas nos vários estágios do ciclo de vida dos sistemas mantidos. Todos os *feedbacks* nos diferentes estágios vão para os projetistas. A figura 2.1 apresenta o modelo expandido para a coleta de dados, a análise e a otimização dos programas de manutenção, a serem realizadas durante a fase operacional e enfatiza a necessidade da análise dos efeitos e causas dos modos de falha, do teste de novos projetos e do treinamento de operadores e mantenedores.

O Modelo Terotecnológico Básico foca a gestão da manutenção baseada no custo ao longo do ciclo de vida, o que pode ser representado conforme a figura 2.2. A análise no ciclo de vida envolve o cálculo do custo dos sistemas ao longo de toda a sua vida, partindo dos gastos de desenvolvimento (pesquisa, planejamento, projeto), passando pelos de implantação (aquisição, construção e montagem) até os de operação, manutenção e por fim os de desativação dos ativos. Neste modelo, a gestão da manutenção tem como principal meta a minimização do custo global no ciclo de vida dos sistemas por ela mantidos.

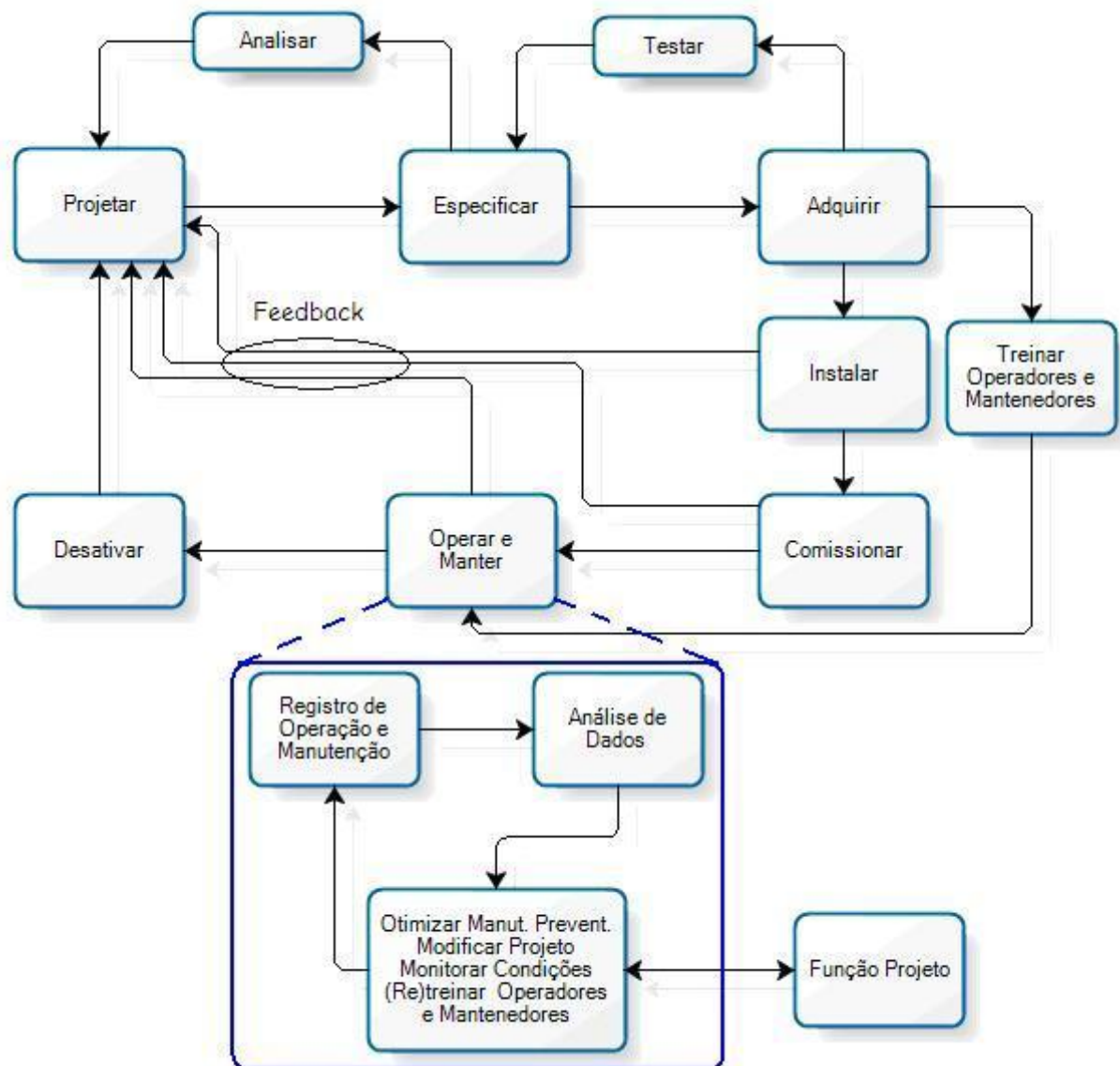


Figura 2.1: Terotecnologia - conceitos básicos

Fonte: Adaptado de (SHERWIN, 2000)

### 2.2.2 Modelo Terotecnológico Avançado

Conforme (SHERWIN, 2000) a evolução da Terotecnologia a partir do modelo baseado no custo ao longo do ciclo de vida (LCC) para o baseado no lucro (LCP) permitiu à função Manutenção ser vista como contribuinte para os resultados ao invés de ser apenas uma área geradora de despesas. Para analisar o lucro gerado, torna-se necessário conhecer os efeitos da atuação da manutenção sobre a qualidade dos produtos, sobre a disponibilidade para a produção e sobre a capacidade de rapidamente se renovarem os sistemas pelo uso de equipamentos com melhor relação benefício-custo e assim consolidar a vantagem competitiva das organizações industriais.

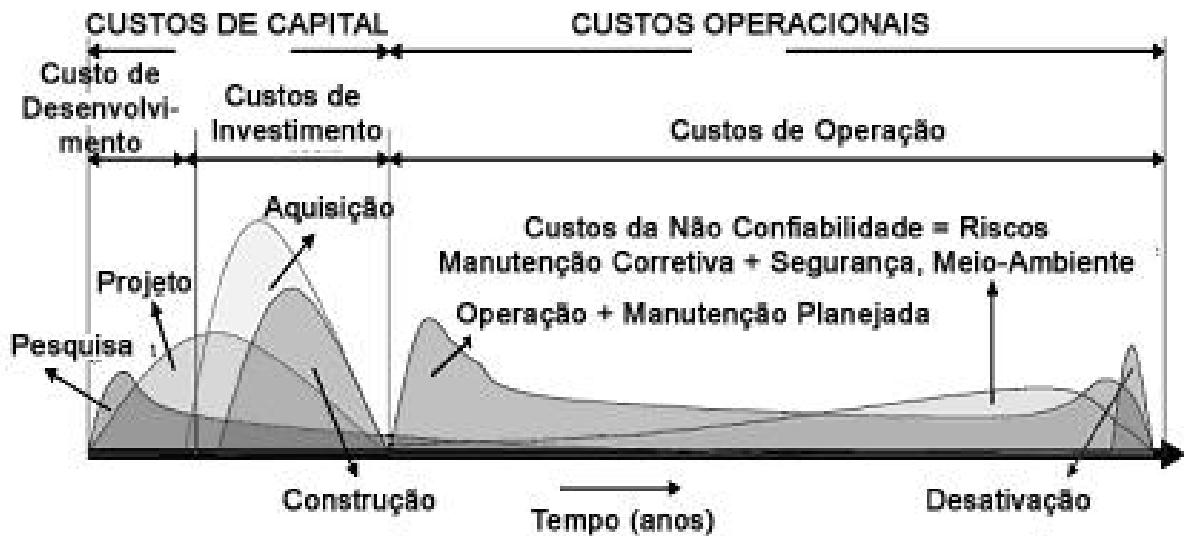


Figura 2.2: Custo no Ciclo de Vida  
 Fonte: Adaptado de (MÁRQUEZ A., 2009)

Para a implementação deste modelo são necessários sistemas de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) suficientemente integrados, para dar conta das demandas de informações instantâneas, detalhadas e inequívocas com as quais se alimentem os modelos matemáticos e outros procedimentos orientadores de decisão, previsões, simulações e cálculos. (SHERWIN, 2000).

### 2.2.3 O Modelo da Universidade de Tecnologia de Eindhoven

Este modelo foi criado para ampliar o proposto pela Terotecnologia, dando foco aos processos tradicionais de manutenção, particularmente a sua programação, tratando-a de modo mais científico. Propõe a coleta, a análise dos dados e a utilização de modelos apropriados de Pesquisa Operacional, para então aperfeiçoar o tipo e os intervalos de manutenção adotados.

Segundo (SHERWIN, 2000) o modelo proposto descreve quatorze funções da manutenção, apresentando a mesma como uma área que faz uso de terceirização e do suporte da gestão global da companhia. Adota uma visão de engenharia de sistemas onde a manutenção é tratada como um conjunto de processos inter-relacionados, com seus resultados afetados pelo planejamento e controle, como descrito na tabela 2.1 e apresentado na figura 2.3.

Tabela 2.1: Subfunções e Atividades da Manutenção no Modelo da Universidade de Eindhoven

Fonte: Adaptado de (SHERWIN, 2000)

Sub-funções da Manutenção	Principais Atividades e Decisões
1)Sistemas Técnicos, muitos e diversos	Registro de Ativos, Controle de Configuração, Integração da Manutenção entre os Sistemas Técnicos
2)Recursos Internos, incluindo a força de trabalho disponível para a função	Grau de Centralização, Decisões de Terceirização, Treinamento e Capacitação, Envolvimento dos Operadores e Estudos de Campo
3)Recursos Externos disponíveis a partir de Empresas Contratadas	Habilidades especiais e equipamentos, Picos de demanda, Redução de Custos, Responsabilidade e Comprometimento
4)Recursos Externos disponíveis a partir de gestão global	Dependência indesejável da Gestão Global da companhia. LCC, Feedback Simbiótico
5)Planejamento e Controle da Manutenção (MPC, do inglês <i>Maintenance Planning and Control</i> )	Criação e registro de Manutenção Planejada (MP), Integração da MP com reparos, Supervisão da mão-de-obra, Revisões e Paradas, Análise do caminho crítico/PERT
6)Controle de estoques para consumíveis e peças sobressalentes não recuperáveis	Logística, sobressalentes de baixo giro, custo do tempo de espera
7)MPC de equipamentos rotativos (máquinas e conjuntos substituídos como um todo e reparados em regime normal, possibilitado pela guarda de conjuntos completos reservas	O que deveria ser rotativo? Sobressalentes e novas unidades, Estados de modificação, Fronteiras dos módulos, Internalizar ou Contratar?
8)Avaliação dos resultados (com a coleta de dados e a análise)	Mudanças nos programas, Métodos, Organização, Política de Manutenção, Operação
9) <i>Feedback</i> Terotecnológico	Para melhorar a próxima geração dos sistemas técnicos
10)Metodologia de Projeto de Sistemas Técnicos	<i>Checklists</i> , FMECA.
11)Especificação de Sistemas Técnicos	Seleção de novas máquinas, evitar problemas antigos, LCC/LCP.
12)Projeto real de Sistemas Técnicos	Se o sistema de gestão global não provê dados, deve consultar desenhos, questionar outros usuários
13)Fabricação de Sistemas Técnicos	Manutenção pode influenciar o Controle de Qualidade
14)Projeto do Conceito de Manutenção para Sistemas Técnicos (conceito é aproximadamente igual a programa de manutenção mais política de reparo)	Determina recursos, não fixos para todo o tempo, mudanças com alterações, esforços e intensidade de uso e como os dados são coletados

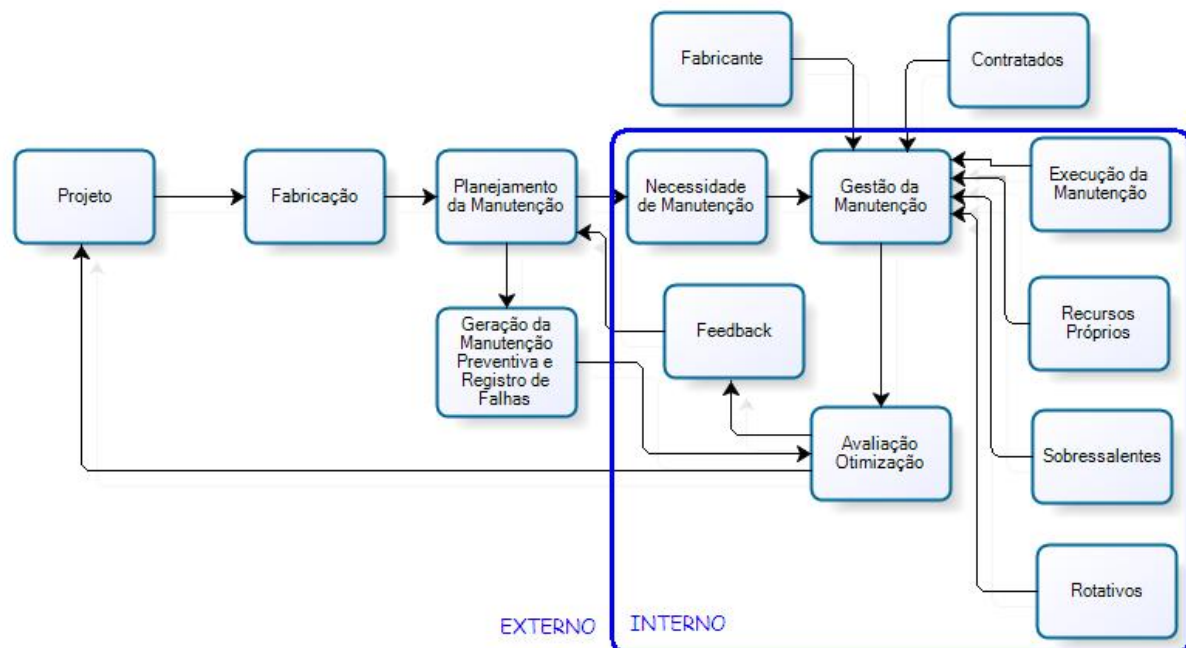


Figura 2.3: Modelo da Universidade de Eindhoven

Fonte: Adaptado de (SHERWIN, 2000)

### 2.2.4 Qualidade Total na Manutenção

Conforme (SHERWIN, 2000) este modelo é baseado no ciclo de Deming (também denominado ciclo PDCA do inglês *Plan-Do-Check-Act* ou Planejar-Executar-Verificar-Atuar). Objetiva-se utilizar o máximo possível da vida útil de cada parte dos sistemas produtivos sujeitas a desgaste, para maximizar a disponibilidade e minimizar as perdas de produção e de qualidade devido às interrupções, pelo uso de técnicas de monitoramento de condições, com destaque para a análise de vibração. Como os custos de monitoramento têm diminuído com o passar do tempo, este método ganhou considerável espaço nas organizações.

A Qualidade Total na Manutenção ou TQMMain (do inglês *Total Quality Maintenance*) também propõe que a manutenção deve estar alinhada com a produção e ser planejada em conjunto. A manutenção preventiva, quer baseada no tempo ou na condição, deve ser programada para evitar sua execução em períodos de produção plena e os programas de produção devem incorporar tempo para a manutenção essencial, para sustentar a qualidade e minimizar as perdas com a parada total da planta.

A TQMMain destaca a importância relativa dos fatores a serem considerados no estabelecimento da política de manutenção apresentando-os na forma da figura 2.4. Destacam-se



os conceitos associados a mantabilidade, confiabilidade, disponibilidade, produtividade, qualidade, eficácia e custos da manutenção.

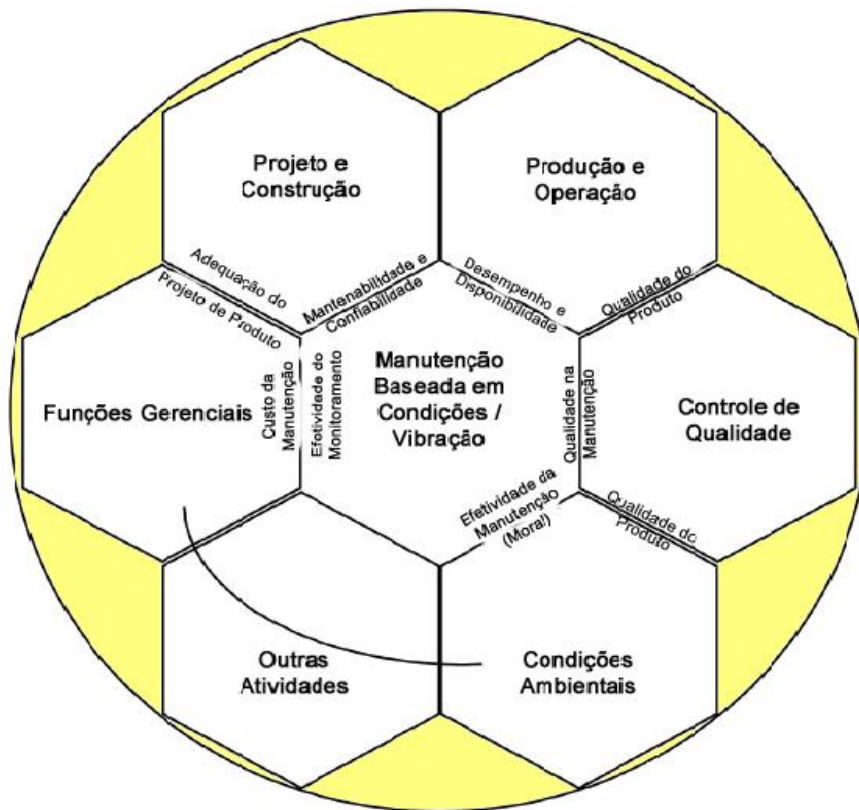


Figura 2.4: A bola de futebol do TQMMain  
Fonte: Adaptado de (SHERWIN, 2000)

### 2.2.5 A Filosofia de Kelly

Kelly pesquisou e realizou consultorias em manutenção durante muitos anos e escreveu diversos livros sobre o gerenciamento da função manutenção (KELLY, 1984) (KELLY, 1989) (KELLY A. E HARRIS, 1989). O mesmo considera a manutenção como o controle da confiabilidade. Sua abordagem geral baseia-se nos seguintes passos:

- 1) Definir a função do sistema da manutenção dentro da organização;
- 2) Definir os seus objetivos;
- 3) Estabelecer a estratégia da manutenção;
- 4) Prever como os equipamentos serão usados;
- 5) Definir a carga de trabalho da manutenção;
- 6) Indicar a estrutura dos recursos, inclusive mão-de-obra;
- 7) Estabelecer o sistema de planejamento e de controle de tarefas construído em torno dos recursos;
- 8) Estabelecer a influência do sistema administrativo e de tomada de decisão;
- 9) Controlar a manutenção para assegurar que o sistema trabalhe para atingir seus objetivos;
- 10) Estabelecer um sistema de documentação, necessário e entendido como vital para a operação do sistema geral de gestão da manutenção.

### 2.2.6 *Manutenção Produtiva Total*

A Manutenção Produtiva Total ou TPM do inglês *Total Productive Maintenance* considera o fato de que a deterioração de máquinas é acelerada pela operação abusiva e falha nos cuidados primários, tais como lubrificação, reaperto e limpeza, ações que podem ser efetuadas pelos próprios operadores. Os esforços dos operadores podem retardar as necessidades de manutenção preventiva e certamente falhas onerosas e desnecessárias irão ocorrer se estas ações não forem feitas (SHERWIN, 2000).

Um estudo de caso relativo à implementação da TPM numa indústria de produção contínua, foi apresentado por (BIASOTTO, 2006), abordando os oito pilares fundamentais sobre os quais se edificam os sistemas de gestão da manutenção baseados na Manutenção Produtiva Total, conforme segue:

- 1) O Pilar de Melhoria Focada foca o conceito de manutenção de melhoria para atuar nas perdas crônicas relacionadas aos equipamentos;
- 2) O Pilar da Qualidade Progressiva refere-se à interação da confiabilidade dos equipamentos com a qualidade dos produtos e capacidade de atendimento à demanda;
- 3) O Pilar da Manutenção Autônoma, também denominado de Gestão Autônoma, trata especificamente do treinamento teórico e prático que devem ser recebidos pelos trabalhadores, focando-os no espírito de trabalho em equipe para a melhoria contínua das rotinas de produção e manutenção;
- 4) O Pilar da Manutenção Planejada refere-se às rotinas de manutenção preventiva baseadas no tempo ou na condição do equipamento, visando a melhoria contínua da disponibilidade e confiabilidade além da redução dos custos de manutenção;
- 5) O Pilar de Educação e Treinamento corresponde à aplicação da capacitação técnica e comportamental para a liderança, a flexibilidade e a autonomia das equipes;
- 6) O Pilar de Gestão Antecipada baseia-se no conceito de prevenção onde todo o conhecimento histórico da manutenção é utilizado já no projeto de novos equipamentos para que sejam construídos em melhores condições de confiabilidade e de mantabilidade;
- 7) O Pilar de Segurança, Saúde e Meio Ambiente tem o enfoque na melhoria contínua das condições de trabalho, preservação do meio-ambiente e na redução dos riscos à segurança e à saúde;
- 8) O Pilar da Melhoria dos Processos Administrativos utiliza os conceitos de organização

e eliminação de desperdícios nas rotinas administrativas, que de alguma maneira acabam interferindo na eficiência dos equipamentos produtivos e processos.

(BIASOTTO, 2006) apresentou o pilar de Segurança, Saúde e Meio-Ambiente dividido em dois e o pilar de Melhoria de Processos Administrativos nos de Gestão de Fluxos de Informações e de Custos, conforme ilustrado na figura 2.5.

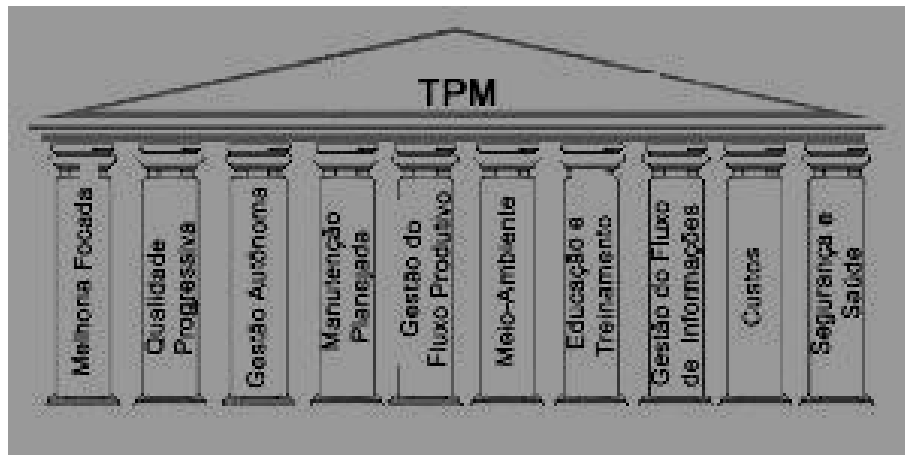


Figura 2.5: Pilares do Programa TPM  
Fonte: Adaptado de (BIASOTTO, 2006)

### 2.2.7 Manutenção Centrada em Confiabilidade

Segundo (MÁRQUEZ A., 2009), a Manutenção Centrada em Confiabilidade ou RCM do inglês *Reliability Centered Maintenance* estabelece as ações de manutenção requeridas por um ativo no seu contexto operacional, com o objetivo de definir o que deve ser feito para assegurar que ele continue a fornecer as suas funções pretendidas. Sumariza-se o processo do RCM nas etapas apresentadas na figura 2.6.

Na fase inicial, forma-se uma equipe para a análise de criticidade dos equipamentos e instalações. Na fase de implementação define-se o contexto operacional, selecionam-se os ativos, identificando as funções dos mesmos, os modos e os efeitos das falhas associados.

Em seguida utilizam-se técnicas e ferramentas de gerenciamento do risco tais como a Análise de Efeitos e Modos de Falha e Árvore de Decisão para então selecionar tarefas de manutenção preventiva aplicáveis e efetivas, as quais devem compor o plano de manutenção.

Conforme apresentado por (ALKAIM, 2003), o processo RCM implica em se buscar as respostas para sete perguntas sobre os ativos ou sistemas sob análise, conforme segue:

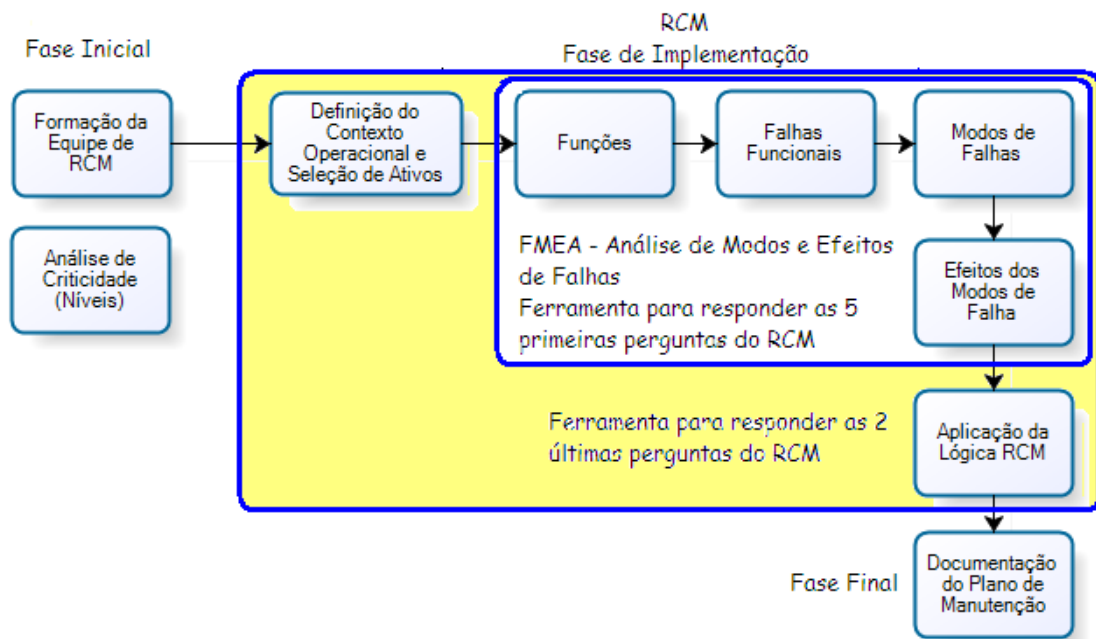


Figura 2.6: Processo de Implementação do RCM

Fonte: Adaptado de (MÁRQUEZ A., 2009)

- Quais são as funções associadas e os padrões de desempenho associados do ativo no seu contexto operacional atual (funções)?
- De que forma ele falha em cumprir suas funções (falhas funcionais)?
- O que causa cada falha funcional (modos de falha)?
- O que acontece quando ocorre cada falha (efeitos de falha)?
- De que forma cada falha tem importância (consequência das falhas)?
- O que pode ser feito para prever ou prevenir cada falha (tarefas pró-ativas e tarefas preventivas)?
- O que deve ser feito se não for encontrada uma tarefa proativa adequada (ações default)?

### 2.2.8 Manutenção Baseada em Risco

Segundo (KAUER R. E FABBRI, 2002), para estabelecer um programa da manutenção é necessário conhecer quais são os riscos associados às atividades produtivas e os critérios de aceitação que devem ser usados para o público externo (clientes, vizinhos, autoridades,

etc.) e interno (gerência, operação, inspeção, etc.).

([GARG A. E DESHMUKH, 2006](#)) definem a Manutenção Baseada em Risco ou RBM do inglês *Risk Based Maintenance* como um modelo de gestão da manutenção que objetiva minimizar os perigos causados por falhas não previsíveis dos equipamentos, de uma maneira economicamente viável.

Como apresentado por ([BREAR J., 2002](#)), a avaliação de riscos está associada a identificação dos perigos, da probabilidade de ocorrência e das suas conseqüências. Perigo refere-se a um evento ou situação, real ou hipotético, que pode levar a uma perda, quer seja à vida, ao meio-ambiente, aos equipamentos ou ao negócio. As conseqüências correspondem aos efeitos que poderiam se originar, caso os eventos de risco ocorressem. A chance de isto ocorrer corresponde à probabilidade da ocorrência.

O processo de avaliação de riscos considera a interação entre a probabilidade e a conseqüência das falhas. Existem modelos qualitativos e quantitativos para a avaliação consistente destes parâmetros. Um exemplo de um modelo qualitativo é apresentado na figura 2.7, aplicável a classes de perigos específicas nas indústrias de processo contínuo, baseado nos documentos *Recommended Practice* RP 580 e 581 do *American Petroleum Institute (API)*. A conjugação entre a probabilidade e a consequência da falha determina os níveis de risco da atividade avaliada, podendo ser categorizados como de risco muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto. De acordo com a categorização estabelece-se a possibilidade de realização das atividades, sem ou com a necessidade de medida mitigadoras adicionais.

		Nível de risco				
Conseqüência	Muito alta			Muito alto		
	Alta			Alto		
	Média	Médio				
	Baixa	Baixo				
	Muito baixa	Muito Baixo				
		Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
		Probabilidade				

Figura 2.7: Matriz Qualitativa de Riscos (Baseada no API)

Fonte: Adaptado de ([MÁRQUEZ A., 2009](#))

Conforme (KAUER R. E FABBRI, 2002) o desenvolvimento da legislação relacionada à prevenção de acidentes com equipamentos, gerou requisitos para regular atividades realizadas pela equipe de manutenção, estabelecendo critérios de classificação dos equipamentos conforme seu grau de risco e determinando limites máximos para os intervalos entre inspeções em serviço e fora de serviço.

### 2.2.9 Manutenção Centrada na Eficácia

Conforme (PUN K., 2002), a Manutenção Centrada da Eficácia ou ECM do inglês *Effectiveness-Centred Maintenance* focaliza as funções do sistema e o serviço prestado ao cliente e tem muitas características que são boas práticas para a melhoria da manutenção, sendo composta pela participação das pessoas, melhoria da qualidade, desenvolvimento da estratégia da manutenção e medição de desempenho.

Segundo (SHERWIN, 2000) a eficácia do gerenciamento da manutenção depende fundamentalmente do desdobramento apropriado dos recursos necessários, quer sejam humanos ou materiais (peças sobressalentes, consumíveis, ferramental, etc.), sendo ao final medido pelo lucro obtido ao longo do ciclo de vida da organização. Para garantir o seu bom desempenho, as organizações devem estabelecer estratégias viáveis de manutenção e desenvolver um sistema de medição da eficácia global alinhada com as melhores práticas na indústria.

Da TPM foram incorporados os conceitos de participação dos trabalhadores, da manutenção autônoma e da motivação. Da RCM foram adotadas as análises de confiabilidade, identificando os modos de falha dos equipamentos que podem comprometer as funções do sistema, classificando a prioridade conforme a sua importância e aplicando técnicas matemáticas e estatísticas para avaliar a mantabilidade. Da TQMain foi adotada a gestão da qualidade na manutenção, visando melhorar a disponibilidade do sistema e otimizar a carga de trabalho da manutenção. Associou a estes a Medição e a Melhoria de Desempenho.

A ECM sugere a aplicação de indicadores para a avaliação do desempenho incluindo a medição da eficácia individual (ou ISE do inglês *Individual System Effectiveness*) e da eficácia global do sistema (ou OSE do inglês *Overall System Effectiveness*).

### 2.2.10 Gerenciamento Estratégico da Manutenção

(MURTHY D., 2002) sugere que a manutenção não deve ser vista apenas em seu contexto operacional, lidando com falhas de equipamentos e suas consequências, mas também num

contexto estratégico de longo prazo, integrando de modo efetivo os diferentes aspectos técnicos e econômicos relacionados.

O Gerenciamento Estratégico da Manutenção ou SMM do inglês *Strategic Maintenance Management* requer uma abordagem multidisciplinar onde a mesma seja vista a partir de todas as perspectivas da produção e do negócio. As decisões da manutenção e da operação devem ser tomadas em conjunto, levando em consideração seus impactos na degradação dos equipamentos e nos objetivos globais do negócio, conforme representado na figura 2.8.

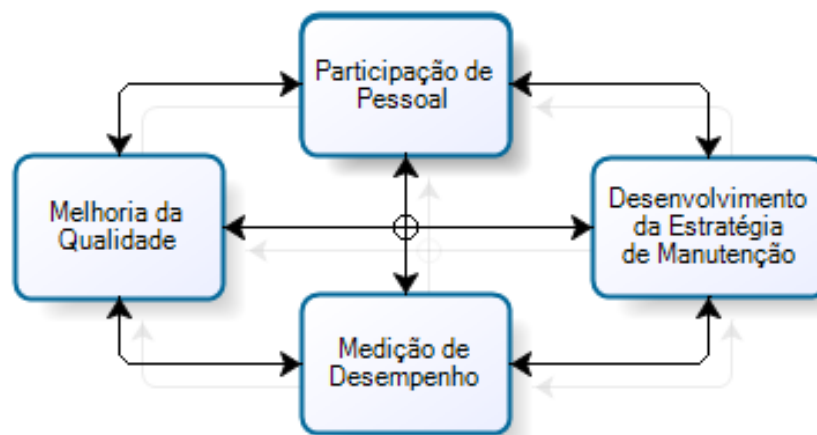


Figura 2.8: Elementos Chave do SMM  
Fonte: Adaptado de (MURTHY D., 2002)

A figura 2.9 apresenta a manutenção como parte dos sistemas produtivos e do negócio, destacando as entradas e saídas de cada sistema. Esta representação conjuga os vários elementos dispersamente considerados nos modelos de gestão anteriores, dando destaque a pessoal, materiais, sobressalentes, ferramental, capital, informações e serviços de terceiros, reunindo-os como recursos necessários ao processo de manutenção. Como saídas dos processos de manutenção, de produção e do negócio como um todo, apresentam-se seus indicadores de desempenho relevantes : produtividade, disponibilidade, manutenibilidade, segurança e lucratividade.

(TSANG, 2002) destaca a importância do tipo de relação adotada para a seleção de um contratado, pois a mesma determina a forma como as companhias contratante e contratada se relacionarão, de acordo com a complexidade, a duração e o nível de conhecimento requerido, conforme apresentado na Figura 2.10.

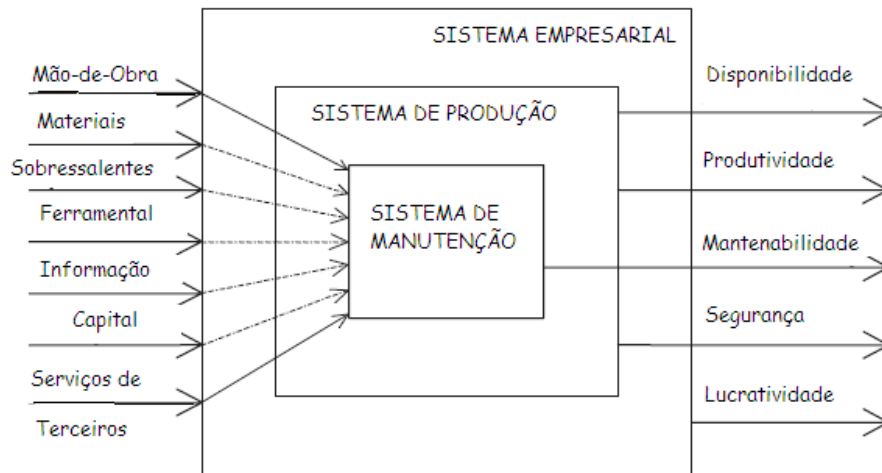


Figura 2.9: Relação entre Sistemas de Gestão da Manutenção, da Produção e Empresarial  
 Fonte: Adaptado de (TSANG, 2002)

Tipo de Contrato	Tipo de Serviço	Complexidade do Contrato	Relacionamento Cliente-Contratado	Conhecimento de manutenção cliente
Trabalho em pacote	Preço Global Escopo Definido			
Contrato de Desempenho	Disponibilidade Restrição Orçam.			
Contrato de Operação	Maximizar o uso ativos/produção			
		Complexidade	Duração	Nível de Conhecimento

Figura 2.10: Modalidades de Contratação de Serviços de Manutenção e aspectos relacionados  
 Fonte: Adaptado de (TSANG, 2002)

### 2.2.11 Manutenção Classe Mundial

(WIREMAN, 2000) considera que muitas empresas enxergam como crítica a necessidade de uma manutenção efetiva de seus sistemas e instalações, enfatizando que é vital para a gestão da manutenção a integração com a estratégia corporativa, de modo a assegurar a disponibilidade dos equipamentos, a produção com qualidade, a entrega dentro do prazo e a preços competitivos, que são alguns dos objetivos dos fabricantes ditos como de Classe Mundial.

O conceito de Manutenção Classe Mundial ou WCM do inglês *World Class Maintenance* foi usado inicialmente por companhias norte-americanas dentro do conceito global de manufatura classe mundial, para denominar um modelo que é novo, diferente e efetivo para a função manutenção, com uma visão estratégica e contribuição para os resultados do negócio. A função da manutenção dentro da ótica de classe mundial pode ser interpretada



como a capacidade estratégica que a companhia possui e que a permite competir através de um gerenciamento integrado dos ativos ao longo de todo o seu ciclo de vida. Muitos autores definiram a Manutenção de Classe Mundial de muitas formas diferentes.

([LABIB](#), ) descreveu que a implementação de um sistema computadorizado de gerenciamento da manutenção é uma ferramenta efetiva para suportar o processo de tomada de decisão em uma organização que tenha o objetivo de atingir o status de manufatura classe mundial, enfatizando que o sistema pode ser usado para analisar informações de tendências e níveis de desempenho, sobre as quais podem ser formuladas técnicas para eliminar as perdas.

([HIATT](#), 2010) estabeleceu que as operações suportadas por um sistema de classe mundial diferem das estruturas convencionais pelo modo como elas atingem suas funções principais. As primeiras asseguram que apenas a quantidade necessária de ativos esteja pronta e disponível. As organizações aspirantes ao status de manutenção classe mundial têm, dentre outras, as seguintes características: trabalham em equipe, possuem sistema computadorizado de gerenciamento de manutenção e realizam manutenção preventiva e preditiva. A Manutenção Classe Mundial é definida como um sistema holístico que é criado quando a organização combina liderança visionária e coerente com processos robustos e com uma cultura colaborativa para assegurar que a visão e o senso de propriedade dos métodos de manutenção permeiem por toda a organização.

([BLANN](#), 2010b) e ([BLANN](#), 2010a) propõem que as organizações que estabelecem sistemas de manutenção classe mundial devem possuir as seguintes características: as operações funcionam eficientemente em todas as fases, o gerenciamento computadorizado da manutenção deve ser excelente, com um fluxo dos dados consistente, a operação e a manutenção trabalham como parceiros continuamente tendo bons processos de gerenciamento e controle.

([INGALLS](#), 2010b) e ([INGALLS](#), 2010a) definem que as organizações de classe mundial são aquelas que consistentemente demonstram possuir as melhores práticas, gerando os melhores resultados. É esta produção consistente dos melhores resultados que separa as melhores do restante das organizações. Enfatiza-se que processos otimizados de trabalho de manutenção são uma exceção e que muitos ambientes de manufatura ainda vivem em um estado de conflito entre manutenção planejada e corretiva, criticando que tipicamente recursos e dinheiro são aplicados para assegurar que a produção seja planejada e programada com bastante critério, enquanto que a manutenção é posta numa posição reativa, devido a falta de conhecimento, liderança, organização, recursos e capital para as atividades de manutenção planejadas.

Nos últimos anos, a produção industrial sofreu sensível melhoria na sua produtividade através das muitas iniciativas tais como, dentre outras, da produção em série/em larga

escala, do Planejamento de Materiais (ou MRP do inglês *Material Resource Planning*), do gerenciamento da qualidade e da produção (ou TQM/P do inglês *Total Quality Management and Production*), do Controle Estatístico de Processos (ou SPC do inglês *Statistical Process Control*), das iniciativas de *Just-in-Time*, dos padrões de qualidade baseados na norma ISO-9000, do Gerenciamento da Cadeia de Suprimento (ou SCM do inglês *Supply Chain Management*), etc.

Na gestão da manutenção não são comuns os casos de adoção de iniciativas de otimização similares. (DEKKER, 1996) conduziu uma revisão da literatura sobre otimização da manutenção e notou que os modelos adotados referiam-se a modelos matemáticos cujos objetivos era encontrar o melhor equilíbrio entre custos e benefícios da manutenção, levando em consideração as restrições existentes.

(BEN-DAHIA, 2000) registrou que o desenvolvimento de programas efetivos de manutenção preventiva é essencial para o gerenciamento dos ativos e que o RCM é fundamental para o desenvolvimento de tais programas. Ele apontou também que, se o RCM é implementado dentro da estrutura do TPM, o mesmo pode auxiliar a se atingir melhores resultados da implementação do TPM. Estas melhores práticas tendem a tornar os recursos da manutenção mais produtivos pela implementação de métodos adequados de planejamento, estruturas organizacionais, técnicas de medição e controle junto a um sistema computadorizado integrado de gerenciamento da manutenção (CIMMS do inglês *Computer Integrated Maintenance Management System*) de forma a otimizar o gerenciamento e o controle do processo de manutenção em termos de direção, qualidade, quantidade, padrões de desempenho, economia e eficiência.

(LEVITT, 1996) apresentou os atributos ou características de organizações que possuem a Manutenção Classe Mundial, listadas conforme segue:

- a) A alta administração tem atenção e avalia a significância da manutenção para os objetivos globais da organização;
- b) A manutenção tem uma missão estabelecida;
- c) Mantém-se uma constância de propósitos;
- d) Tanto a manutenção como a gerência devem ter paciência;
- e) Foco no serviço prestado aos clientes;
- f) Ser pró-ativo, não reativo;

- g) Implementar a análise de causas raízes;
- h) Adotar o conceito de trabalho em equipe;
- i) Derrubar as tradicionais barreiras interdepartamentais;
- j) Permitir a participação do cliente na manutenção;
- k) Implementar o treinamento contínuo de todos os envolvidos;
- l) Compartilhar as informações;
- m) Usar o *benchmarking*;
- n) Implementar a melhoria contínua;
- o) Dar prioridade às pessoas, mais do que a tecnologia e aos sistemas computadorizados;
- p) Considerar primeiro as pessoas, de modo que todas as demais opções sejam analisadas antes de decidir por reduções de quadro;
- q) Ser capaz de conduzir experimentos controlados;
- r) Aplicar ferramentas estatísticas na manutenção;
- s) Promover a auto-motivação.

([PETERSON, 2010](#)) descreveu que uma organização que possua uma Manutenção Classe Mundial tem as seguintes características:

- i) Pró-atividade: Antecipar-se ao futuro;
- ii) Consciência para a Qualidade: Fazer da maneira correta da primeira vez;
- iii) Responsividade: Prestar o serviço ao cliente em tempo adequado;
- iv) Efetividade: Fazer o necessário;
- v) Eficiência: Fazer bem feito;
- vi) Produtividade: Otimizar o uso do trabalho, material e dos recursos financeiros;

vii) Melhoria contínua: Fazer o trabalho de uma forma melhor, a cada dia, tendo a capacidade de incorporar mudanças para acompanhar os avanços tecnológicos, de mercado, de pessoal, etc.;

(KODALI R., 2009) apresentou a proposta de uma estrutura para a Manutenção Classe Mundial, conforme ilustrado na figura 2.11 e a definiram como sendo a reunião das melhores práticas que são seguidas e adotadas pelas várias organizações para transformá-las em Manufaturas de Classe Mundial, tendo os seguintes objetivos:

- 1) Construir capacidades competitivas para a produção que são vitais para a companhia, através das melhores práticas de manutenção;
- 2) Prover uma abordagem sistemática para melhoria da eficiência do sistema produtivo pela eliminação de todas as perdas;
- 3) Manter o mais alto nível de produtividade pelo aumento da Eficiência Global dos Equipamentos (OEE);
- 4) Reduzir as emergências em equipamentos;
- 5) Reduzir as compras de manutenção;
- 6) Desenvolver equipamentos que sejam projetados para terem manutenibilidade e confiabilidade focados na redução do custo no ciclo de vida;
- 7) Assegurar a qualidade dos produtos através de uma investigação, análise e melhoria das condições dos equipamentos, dos materiais e dos processos;
- 8) Auxiliar no atingimento do zero desvio nas metas de segurança e saúde, manter o ambiente de trabalho limpo e proteger o meio ambiente;
- 9) Desenvolver uma organização flexível, multi-especializada e com especialistas internos;
- 10) Ter certeza que os investimentos que estão sendo feitos nos ativos são altamente rentáveis;
- 11) Otimizar o custo da manutenção e prover melhores serviços à operação através do CIMMS, trabalho em equipe, uso de ferramentas e tecnologias as mais atualizadas possível;

Com base no modelo proposto por (KODALI R., 2009), a Manutenção Classe Mundial estaria estruturada sobre 10 pilares, estando o pilar de Liderança e Gerenciamento da

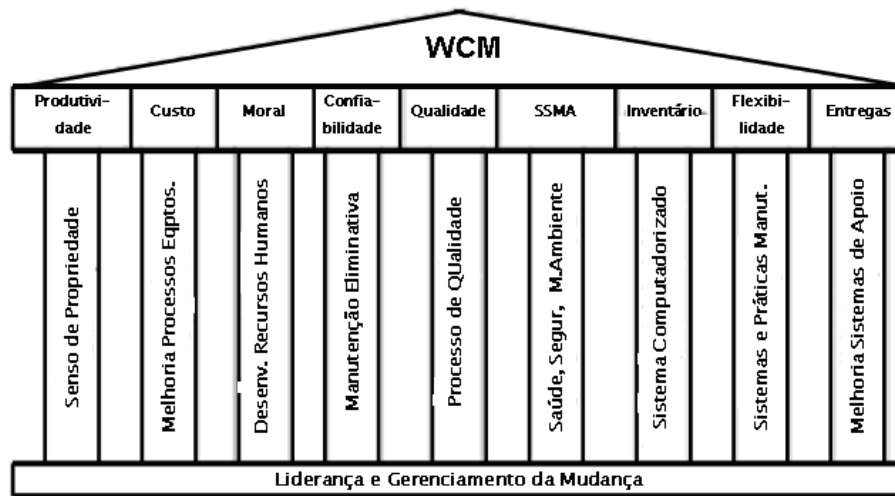


Figura 2.11: Pilares, atributos e métricas para a WCM

Fonte: Adaptado de (KODALI R., 2009)

Mudança na base de todo o sistema, sustentando os demais. Os outros nove pilares, ao serem conduzidos no sentido das melhores práticas, levam toda a organização à melhoria de seu desempenho atingindo vantagens competitivas. A cada pilar corresponde um conjunto de atributos, elementos e métricas, conforme detalhado nas tabelas 2.2 e 2.3.

## 2.3 Conclusão sobre Sistemas de Gestão da Manutenção

Até a década de 1950 as ações de manutenção eram basicamente reativas constituindo-se de atividades corretivas, de grandes reformas e de intervenções não programadas, aplicadas para restabelecer o estado operacional satisfatório dos equipamentos que já tivessem apresentado falhas.

(TSANG, 2002) estabelece que experiência, julgamento e as recomendações do fabricante ainda são as bases mais comuns para a determinação do conteúdo e da frequência das tarefas de manutenção.

Entretanto, as tarefas de manutenção vêm sofrendo mudanças contínuas, na busca de ações sustentáveis e de prestação de serviços com alto valor agregado. Técnicas de manutenção e sistemas de gestão foram desenvolvidos e aplicados pelas organizações, permitindo que a manutenção possa ser realizada de modo mais efetivo.

O uso da Manutenção Preventiva reduziu o nível de serviço, os custos de parada e aumentou a confiabilidade dos equipamentos. A Manutenção Preventiva baseada no tempo incentivou o uso de procedimentos periódicos de substituição de componentes e de e-

Tabela 2.2: Sub-elementos, atributos e métricas para a WCM-Parte 1 de 2  
 Fonte: Adaptado de (KODALI R., 2009)

Sub-elementos	Atributos	Métricas
1)Liderança e Gerenciamento da Mudança	1.1) Cultura Organizacional 1.2) Estratégia da Manutenção e Desdobramento da Política 1.3) Distribuição de Custos e Controle Financeiro 1.4) Gerenciamento participativo 1.5) Capacitação 1.6) Estrutura Organizacional 1.7) Compromisso e suporte gerencial	x-x-x
2)Senso de propriedade na Manutenção	2.1) Inspeção autônoma 2.2) Envolvimento operacional 2.3) Limpeza inicial, ajustes, lubrificação e reaperto 2.4) Diagnóstico e solução de problemas 2.5) Ferramentas e Técnicas	Produtividade
3)Melhoria de Equipamentos e Processos	3.1) Melhoria Contínua 3.2) Confiabilidade de Processos e Equipamentos 3.3) Classificação e Padronização de Processos e Equipamentos 3.4) Ferramentas e Técnicas	Custo
4)Desenvolvimento de Recursos Humanos	4.1) Treinamento e Desenvolvimento 4.2) Planejamento de Pessoal e das Equipes 4.3) Cooperação e coordenação inter-funcional 4.4) Planos de Incentivo e Benefícios 4.5) Gerenciamento da Desempenho 4.6) Melhoria das relações pessoais	Moral
5)Manutenção Eliminativa	5.1) Pesquisa e Desenvolvimento de novos processos e equipamentos 5.2) Investigação e Avaliação de Falhas para identificação de causas raízes 5.3) Análise do Ciclo de Vida 5.4) Controle inicial de processos, equipamentos e produtos 5.5) Ferramentas e Técnicas	Confiabilidade

xecução de grandes reformas.

A Manutenção Preditiva foi desenvolvida para melhor fundamentar a decisão de quando intervir, para evitar ações baseadas apenas na repetição a intervalos regulares, eventualmente desnecessárias.

A Manutenção Centrada no Custo ou no Lucro ao longo do ciclo de vida, gerou as ações de revisão de projeto, na busca da redução das necessidades de manutenção, eliminando também as atividades que não agregam valor de modo a resultar na diminuição dos custos de manutenção.

Tabela 2.3: Sub-elementos, atributos e métricas para a WCM-Parte 2 de 2

Fonte: Adaptado de (KODALI R., 2009)

Sub-elementos	Atributos	Métricas
6) Processo de Qualidade na Manutenção	6.1) Redução da variação nos processos de trabalho 6.2) Garantia da Qualidade 6.3) Sistemas de Medição 6.4) Padronização de Materiais, Máquinas e Métodos (3Ms) 6.5) Melhoria Contínua 6.6) Eliminação da Deterioração Forçada 6.7) Ferramentas e Técnicas	Qualidade
7) Sistemas de Segurança, Saúde e Meio-Ambiente	7.1) Atendimento à Legislação e Regulamentos 7.2) Sistemas Ambientais 7.3) Sistemas de Segurança 7.4) Filosofia de 5S 7.5) Sistemas de Saúde Ocupacional 7.6) Ferramentas e Técnicas	SSMA
8) Sistema Computadorizado Integrado de Gerenciamento da Manutenção	8.1) Planejamento e Programação da Manutenção 8.2) Gestão dos recursos 8.3) Gestão do conhecimento 8.4) Gestão dos sistemas de apoio 8.5) Gestão de processos e equipamentos 8.6) Gestão de materiais 8.7) Planejamento e Programação de Ordens de Serviços 8.8) Medição de Desempenho e Relatórios 8.9) Gestão de Contratação e Prestação de Serviços 8.10) Gestão do Controle Financeiro	Inventários
9) Sistemas, práticas e procedimentos de manutenção	9.1) Manutenção Preventiva 9.2) Manutenção Preditiva 9.3) Manutenção Centrada em Confiabilidade 9.4) Manutenção Corretiva 9.5) Manutenção Pró-ativa 9.6) Manutenção Planejada 9.7) Padronização da documentação 9.8) Ferramentas e Técnicas	Flexibilidade
10) Melhoria dos Sistemas de Apoio	10.1) Recursos de apoio e compartilhados 10.2) Gestão de Contratação e Prestação de Serviços 10.3) Gestão da cadeia de suprimentos da manutenção 10.4) Gestão do fluxo de trabalho 10.5) Gestão de sobressalentes 10.6) Ferramentas e Técnicas	Entregas

A Manutenção com Qualidade Total (TQMain) considera a aplicação do ciclo de Deming (PDCA) às atividades de manutenção, reforçando as ações de planejamento, de execução e de análise para então estabelecer modificações visando a melhoria. Dá especial atenção ao monitoramento de vibrações e das demais condições operacionais, estabelecendo bases mais consistentes para a Manutenção Preditiva.

A Manutenção Produtiva Total (TPM) busca a maximização da efetividade dos equipamentos através do envolvimento do pessoal, da manutenção autônoma e do estabelecimento de grupos de estudo para melhorar a confiabilidade, a mantenedibilidade e a produtividade dos equipamentos.

A Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM) é baseada num método lógico para a determinação de quais ações de manutenção preventiva são necessárias para maximizar a confiabilidade de equipamentos e sistemas.

A Manutenção Baseada em Riscos (RBM) baseia-se em análises de probabilidade e consequência das falhas para priorizar as ações de manutenção necessárias para a adequada gestão dos riscos associados à operação dos sistemas.

A Manutenção Centrada na Efetividade (ECM) conjuga os conceitos da RCM, da TQMain e da TPM e estabelece indicadores de desempenho para a medição da efetividade de sistemas individuais e da efetividade global.

O Gerenciamento Estratégico da Manutenção (SMM) reforça o vínculo entre a estratégia da manutenção e os objetivos da produção e da companhia como um todo, destaca o papel da terceirização e dos sistemas de apoio.

A Manutenção Classe Mundial reúne os sistemas anteriormente citados, embasando-os no pilar de liderança e gestão de mudanças, sobre o qual são edificados os outros nove pilares representativos dos demais sistemas.

Observa-se que os sistemas de gestão da manutenção são, via de regra, desenvolvidos a partir de evoluções ou de complementações sobre os sistemas anteriormente desenvolvidos.

A cada sistema corresponde um conjunto de indicadores usados para a avaliação de desempenho da manutenção, aspecto que será discutido mais detalhadamente no próximo capítulo.



## Medição de desempenho da manutenção

---

“Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, não há sucesso no que não se gerencia.”

William Edwards Deming

### **3.1 Introdução**

([DWIGHT, 1999](#)) definiu o desempenho como sendo o nível no qual uma meta é atingida. A complexidade da medição de desempenho está na escolha do que deve ser medido. Pode-se definir meta, como sendo aquilo que deveria ser atingido, desde que os recursos físicos e de conhecimento necessários estivessem disponíveis durante o período em que a medição estiver sendo efetuada.

As definições acima permitem variações na interpretação de cada elemento. A caracterização de quais recursos físicos e de conhecimento são disponíveis e de quão eficientemente os mesmos foram usados é limitada. O conceito de atingir deve ser definido pela organização, podendo ficar subjetivo.

Em geral, a medição de desempenho é efetuada no nível estratégico. Na Gestão da Qualidade a mesma é baseada na avaliação das perdas crônicas, caracterizadas como a diferença entre os resultados ideal e o real, os quais devem ser avaliados também a nível da organização como um todo.

### **3.2 Aspectos gerais da medição de desempenho**

Segundo ([DWIGHT, 1999](#)) as organizações retiram recursos do ambiente e os transformam, a um determinado custo, buscando agregar valor aos produtos produzidos pela futura aplicação dos mesmos junto aos seus clientes, de onde obterão seus esperados lucros. Assim a medição de desempenho se ocupa em avaliar os fluxos de valor entre a organização e os recursos externos, podendo ser representados pelos fluxos de caixa envolvidos. O valor de uma organização varia de acordo com a sua capacidade em satisfazer às expectativas dos clientes.

Em geral os indicadores de desempenho comparam a situação real com um conjunto

específico de condições de referência, adotados como requisitos ou metas. (LYNCH R. E CROSS, 1991) destacaram que o desenvolvimento e a implementação de um sistema de medição de desempenho apropriado deve assegurar que as ações monitoradas estejam alinhadas com as estratégias e os objetivos da organização.

Até a década de 1980, segundo (GHALAYINI A. E NOBLE, 1996), a avaliação de desempenho era orientada pela contabilidade de custos, com a gestão ocupada principalmente com a avaliação dos custos significativos da produção. Neste período, normalmente a abordagem orientava-se às métricas de curto prazo. Os indicadores financeiros, tradicionalmente usados, não davam a indicação do desempenho futuro. Eram focados no passado, em otimizações localizadas, sem medir a produtividade, sem prover informações para um programa de melhoria, tendo foco interno e falhavam ao não medir e integrar os demais aspectos importantes para o negócio.

(NIVEN, 2005) apresenta as seguintes deficiências associadas aos sistemas de medição de desempenho orientados por medidas financeiras:

- Não são consistentes com a realidade dos negócios: tais medidas não captam o valor das idéias, dos relacionamentos com clientes e fornecedores, das bases de dados das informações-chave e da cultura de inovação e qualidade.
- Foco no passado: as medidas financeiras representam uma articulação coerente e sumária das atividades em períodos passados, porém são incapazes de prever o futuro.
- Reforço à cultura funcional: os contextos financeiros são tradicionalmente preparados dentro da cultura funcional, onde os contextos individuais preparam e repassam os seus resultados para níveis superiores, que os compilam até chegar-se ao resultado global da organização. Esta abordagem torna-se inconsistente com a forma de organização interfuncional, onde várias equipes compostas por diversas áreas funcionais trabalham juntas para a solução de problemas.
- Restrição à visão de longo prazo: esforços orientados à redução de custos sacrificam atividades criadoras de valor a longo prazo, como a pesquisa e desenvolvimento e o gerenciamento da relação com clientes, levando a sub-utilização dos recursos.
- Medidas financeiras não são igualmente relevantes para todos os níveis da organização: os indicadores financeiros são abstrações pela sua própria natureza, ao compilarem informações em nível cada vez mais elevado, chegando muitas vezes a se tornarem irreconhecíveis e inúteis ao processo decisório da maioria dos funcionários.

Após a década de 1980, vários pesquisadores trabalharam para desenvolver um sistema de avaliação mais balanceado, integrando os demais fatores críticos para o sucesso, con-

siderando perspectivas financeiras e não financeiras. Dentre estas iniciativas, o *Balanced Scorecard* (BSC) de (KAPLAN R. E NORTON, 1992) fornece uma proposta de estrutura para medição de desempenho baseada em aspectos tangíveis e intangíveis, considerando quatro perspectivas: a financeira, a do cliente, a dos processos internos e a do aprendizado e crescimento. O BSC será discutido em detalhe no capítulo seguinte.

Conforme (PARIDA A. E CHATTOPADHYAY, 2007) as características de um bom sistema de medição de desempenho são a integração, interligando todas as perspectivas de uma maneira balanceada, e a abordagem abrangente, para que todos na organização, em seus vários níveis, atinjam os objetivos requeridos por todas as partes envolvidas.

(LIYANAGE J. E KUMAR, 2002) definem que indicadores de desempenho são as métricas que podem possuir uma linha histórica e metas realísticas para facilitar os processos de previsão e/ou de diagnóstico, sendo usados para justificar a tomada de decisões associadas e de ações a níveis apropriados na organização, visando criar valor ao processo de negócio.

Conforme (WEALLEANS, 2000), a medição indica o estado de uma variável, compara o resultado com uma meta e aponta as ações que deveriam ser tomadas e em que lugar, como medidas corretivas e preventivas. É extremamente difícil desenvolver modelos de apoio ao processo de tomada de decisão sem indicadores adequados.

Segundo (PARIDA A. E CHATTOPADHYAY, 2007) os indicadores de desempenho podem ser genericamente classificados em indicadores pró-ativos e reativos. Um indicador pró-ativo é a métrica que atua como um sistema de alarme antecipado, trabalhando como um direcionador do desempenho, averiguando o estado presente e comparando-o com uma referência. Indicadores reativos são as medidas dos resultados de processos, os quais fornecem bases para o estudo dos desvios, após a conclusão das atividades.

(PARIDA A. E KUMAR, 2006) destaca como características e desafios associados aos modelos de medição de desempenho, a relevância, a facilidade de interpretação, a confiabilidade, a validade, a eficácia em custo e tempo, a facilidade de implementação, de atualização e de manutenção, para que o mesmo tenha uso habitual pelas partes interessadas, nos vários níveis da organização. Recomenda-se que seja efetuado o teste SMART para verificar a qualidade dos indicadores de desempenho. SMART vem da conjugação das letras iniciais das palavras *Specific* (Específico), *Measurable* (Mensurável), *Attainable* (Factível), *Realist* (Realista) e *Timely* (Oportuno), que representam as características necessárias aos indicadores de desempenho conforme abaixo indicado.

1. Específico: o indicador deve ser claro e focado para evitar má interpretação. Deve incluir as definições e pressupostos e ser facilmente interpretado;

2. Mensurável: o indicador pode ser quantificado e assim ser comparado com outros dados Deve permitir análises estatísticas, quando aplicável. Deve-se evitar medições do tipo Sim/Não, exceto em situações excepcionais tais como partidas de sistemas;
3. Factível: Deve ser possível de ser atingido, ser razoável e acreditado dentro das condições esperadas;
4. Realista: Deve se encaixar dentro das restrições organizacionais, sendo efetivas em custo;
5. Oportuno: Deve ser possível de ser obtido dentro de um tempo apropriado.

### ***3.3 Objetivos da medição de desempenho da manutenção***

Segundo (PARIDA A. E KUMAR, 2006) alguns dos objetivos que nos levam a adoção de sistemas de medição de desempenho da manutenção são:

- a) Medir o valor agregado pela manutenção : É o objetivo mais importante. É necessário saber se a manutenção realiza o que é necessário para o processo e se os seus resultados estão contribuindo para o negócio;
- b) Justificar os investimentos em manutenção : O segundo motivo básico é justificar o investimento realizado pela organização na mesma, demonstrando se o mesmo produz retorno adequado para os recursos consumidos;
- c) Rever a alocação de recursos: O terceiro motivo é determinar se é requerido investimento adicional para atender às necessidades da organização, ou se há necessidade de mudanças nas rotinas para fazê-las usando os recursos mais eficientemente;
- d) Aspectos de Saúde, Segurança e Meio-Ambiente: visa estimular a cultura de trabalho seguro e ambientalmente correto, contribuindo para eliminação dos acidentes e das contaminações ambientais;
- e) Foco na gestão do conhecimento: as organizações especialmente focadas em manutenção ou outros serviços de assistência à produção necessitam gerenciar o conhecimento. A tecnologia envolvida está em constante evolução, inclusive pela entrada da Tecnologia de Informação e Comunicação e das técnicas de inspeção baseada em condição, que requer o monitoramento sistemático do crescimento do conhecimento nestes campos de especialização;

f) Adaptar-se às novas tendências da estratégia de manutenção e operação: novas estratégias de operação e manutenção são adotadas como resposta às demandas de mercado. Os indicadores são usados para avaliar a eficiência e eficácia das ações de adaptação;

g) Mudanças da Estrutura Organizacional: Mudanças nas organizações tais como estruturas horizontalizadas e compactas, a virtualização do trabalho, equipes auto-gerenciadas, dentre outras, devem ser consideradas no sistema de medição de desempenho escolhido, fornecendo a medida do retorno destas ações sobre os serviços de manutenção.

### ***3.4 Ciclo de vida de sistemas de medição de desempenho da manutenção***

Segundo (PUN K. E WHITE, 1996) os sistemas de medição de desempenho podem ter seu ciclo de vida dividido em três fases: o projeto, a implantação e o uso das métricas para condução de análises e revisões. O retorno de informações dos revisores para os projetistas mantém a validade do sistema de medição de acordo com a dinâmica do ambiente.

#### ***3.4.1 O projeto de sistemas de medição de desempenho da manutenção***

O projeto de sistemas de medição de desempenho requer a formação de uma equipe incluindo representantes das partes interessadas nos diversos níveis organizacionais, da gerência e daqueles envolvidos nos trabalhos preparatórios para o desenvolvimento dos sistemas. Esta equipe deve possuir objetivos claros e específicos, um cronograma e um plano de ação como pré-requisitos.

Antes da implantação, o sistema de medição de desempenho deve ser testado quanto à confiabilidade (habilidade de prover medições corretas consistentemente ao longo do tempo) e quanto à validade (habilidade de efetivamente medir o que se espera medir).

Ao se estudar um projeto piloto, é desejável que as pessoas chaves da organização sejam treinadas antecipadamente para criar a conscientização para a necessidade e os benefícios do sistema de medição de desempenho.

### 3.4.2 *A implantação de sistemas de medição de desempenho da manutenção*

A implantação de sistemas de medição de desempenho é uma etapa muito crítica. Conforme (NEELY A., 2000), ocorre medo, subversão e aspectos políticos nesta fase. (DUMOND, 1994) menciona que falhas na comunicação e na divulgação dos resultados são cruciais. O correto alinhamento do sistema com os objetivos estratégicos da organização, no decorrer do projeto e desenvolvimento, é crítico para a implantação do mesmo. (KAPLAN R. E NORTON, 1992).

### 3.4.3 *O uso de sistemas de medição de desempenho da manutenção*

Conforme (PUN K. E WHITE, 1996), para se garantir o sucesso no uso de sistemas de medição de desempenho, deve ser estabelecida uma sistemática de monitoramento contínuo, de controle e de retorno das informações para a melhoria do sistema. O uso eficiente das informações, focado na melhoria da operação e baseado em ferramentas apropriadas, bem como no comprometimento da gerência, são aspectos relevantes para o sucesso desta ação.

## 3.5 *Indicadores de medição de desempenho da manutenção*

(TSANG, 1998) indica que a manutenção exige investimentos significativos em ativos físicos e desempenha um papel fundamental no desempenho geral da organização. Sua participação no custo total da organização é bastante expressiva, tendo médias variáveis conforme o segmento do negócio avaliado.

Conforme (DWIGHT, 1999), uma primeira abordagem para a medição de desempenho da manutenção é avaliar o seu valor agregado baseando-se na minimização de gastos para os ativos existentes. Entretanto o objetivo deveria ser o de aumentar o lucro futuro, o que, pela natureza volátil deste conceito nas organizações, normalmente vencido pela necessidade de sobrevivência no curto prazo, faz com que as verbas de manutenção sejam restringidas, embora se presuma que a gestão esteja ciente das consequências das decisões tomadas. Novamente o foco se restringe à análise financeira do desempenho, notadamente limitada. Por exemplo, a postergação de uma grande intervenção de manutenção potencialmente reduz a capacidade futura e reduz a confiabilidade, perdas que devem ser consideradas como contra-ponto ao benefício da redução dos gastos imediatos. Entretanto, as dificuldades inerentes à execução de projeções torna pouco prática a utilização rotineira da análise baseada no lucro futuro.

Segundo (PARIDA A. E CHATTOPADHYAY, 2007), a implementação de um adequado sis-

tema de medição de desempenho da manutenção é necessária para medir a eficácia das ações tomadas, justificando os investimentos realizados na atividade. Do mesmo modo que para os critérios de medição de desempenho gerais para toda a organização, recomenda-se que tais sistemas de medição contemplem tanto aspectos financeiros como não-financeiros. Os critérios para a avaliação tanto podem ser quantitativos como qualitativos. Alguns exemplos de medidas quantitativas são as relacionadas com qualidade, produção (perda ou aumento de capacidade), quantidade de resíduo gerado, produtividade, números de acidentes, quantidade de paradas curtas e longas, devoluções de clientes, custos, etc. Avaliações qualitativas englobam a satisfação dos trabalhadores, aspectos ambientais, dentre outros fatores. Sem um sistema formal de medição de desempenho é difícil planejar, executar, monitorar e melhorar o processo de manutenção.

Ainda conforme (PARIDA A. E CHATTOPADHYAY, 2007) os indicadores de desempenho da manutenção podem ser utilizados em análises financeiras, para o monitoramento de desempenho dos trabalhadores, para avaliação da satisfação dos clientes, para avaliação da saúde, segurança e proteção ambiental, para avaliação da eficiência global das instalações, dentre outras aplicações. Algumas destas métricas classificam-se na categoria de indicadores pró-ativos, outras na de indicadores reativos. Como exemplos de indicadores pró-ativos, usados na manutenção, tem-se todo o conjunto de métricas de monitoramento de condições, tais como as medições de ruído, de vibração, de termografia, a análise de óleo lubrificante, etc. Tais métricas auxiliam no entendimento do comportamento dos equipamentos e na tomada de decisão para se atuar antes da ocorrência de falhas catastróficas. Como exemplos de indicadores reativos, usados na manutenção, tem-se o Custo de Manutenção e o Tempo Médio entre Falhas. Eles são indicadores úteis para entender o estado do desempenho no momento de sua aferição, podendo ser usado para definir ações corretivas imediatas e preventivas futuras.

Os dados relevantes devem ser registrados e analisados em intervalos regulares, para o monitoramento da manutenção e de atividades correlacionadas, permitindo a tomada de decisão e definição de ações corretivas e preventivas. Os indicadores de medição de desempenho podem ser baseados em metas associadas a prazos, bem como se basear na avaliação de tendências, em alguns casos. Se o indicador estiver positivo ou estável, e isto significar que tudo está funcionando bem, então a ação será apenas a de manter as ações em curso. Entretanto, caso apresente um resultado negativo e este tiver ultrapassado o desvio aceitável em relação a meta (conforme limite estabelecido pelo decisor), então a decisão será a de agir imediatamente. Porém, se o desvio cair dentro dos limites aceitáveis a decisão será a de efetuar uma observação mais rigorosa do processo. Diferentes tipos de gráficos e figuras podem ser usados para indicar o estado do indicador, usando diferentes cores para desempenho categorizado em níveis de resultados, por exemplo: excelente, satisfatório, requerendo melhoria ou insatisfatório. (PARIDA A. E KUMAR, 2006).

Conforme (LIYANAGE J. E KUMAR, 2000), o estabelecimento de ligações entre indicadores pró-ativos e reativos ajuda a monitorar e controlar o desempenho de processos. Os indicadores a serem ligados devem ser escolhidos alinhados com a estratégia escolhida para a manutenção.

Nos sistemas de Medição de Desempenho da Manutenção deve-se considerar os critérios ou funções objetivos de acordo com a visão das diferentes partes interessadas. Estes critérios podem ser desdobrados em indicadores de desempenho integrados do nível operacional ao estratégico. A figura 3.1 ilustra como estes indicadores devem derivar da visão, dos objetivos e da estratégia da organização, observando os requisitos dos agentes internos e externos à mesma.

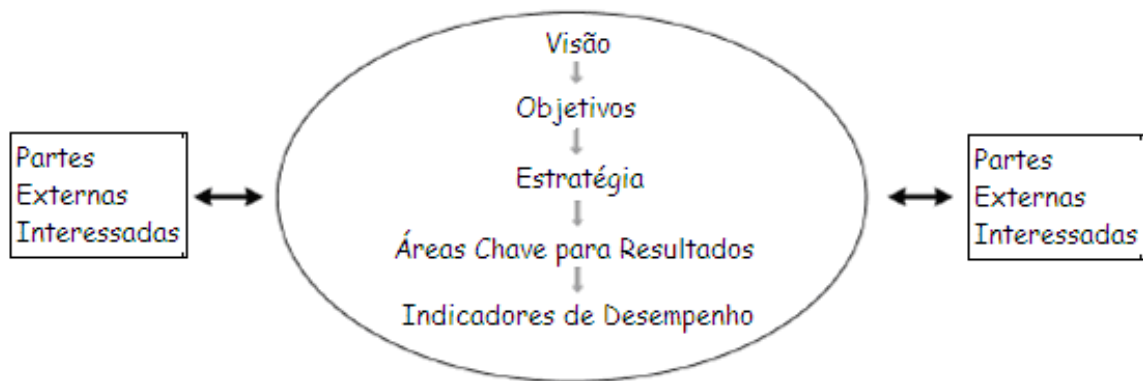


Figura 3.1: Identificação e Desenvolvimento de Indicadores de Desempenho a partir da Visão, Objetivos e Estratégia

Fonte: Adaptado de (PARIDA A. E CHATTOPADHYAY, 2007)

O sistema de Medição de Desempenho deve considerar também os níveis hierárquicos dentro da organização, conforme representado na figura 3.2. Na grande maioria das organizações tem-se pelo menos três níveis de desdobramento. O primeiro nível corresponde ao corporativo ou estratégico, o segundo ao nível tático ou gerencial e o terceiro ao nível funcional ou operacional. A integração dos fluxos informacionais, relacionados à medição de desempenho, por entre estes níveis, nos sentidos de baixo-para-cima e de cima-para-baixo é um desafio. Outro desafio é o envolvimento de todos os funcionários no processo de desenvolvimento dos indicadores de desempenho da manutenção, de modo que todos falem a mesma linguagem. O desempenho de manutenção é dependente das decisões que são tomadas em cada um destes níveis. No nível estratégico se define, por exemplo, se a manutenção será centralizada, descentralizada ou mista e se será própria, contratada ou mista. As decisões sobre o orçamento, competências, estoques, opção por manutenção preventiva ou pelo monitoramento de condições, intervalos entre intervenções, execução



de reparos, substituições e de reformas, são exemplos de decisões tomadas nos níveis tático e operacional.

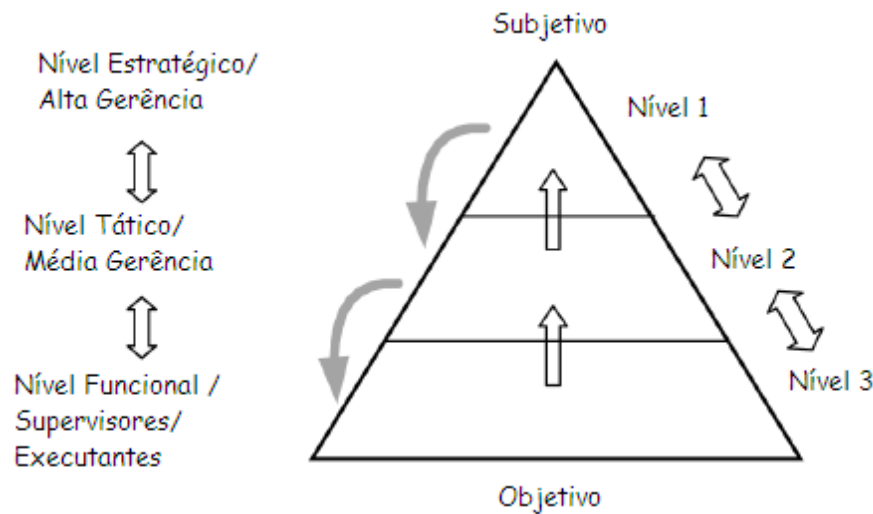


Figura 3.2: Níveis Hierárquicos na Medição de Desempenho da Manutenção

Fonte: Adaptado de (PARIDA A. E CHATTOPADHYAY, 2007)

Segundo (PARIDA A. E CHATTOPADHYAY, 2007), os objetivos estratégicos devem ser desdobrados em metas objetivas pelos gerentes de manutenção, que podem atuar como direcionadores do desempenho para o grupo de execução. No fluxo inverso ocorre a integração de resultados objetivos, situados no nível operacional, para a obtenção de Indicadores Chave de Desempenho (ou KPIs do inglês *Key Performance Indicators*), em níveis mais elevados até o estratégico, com o aumento da subjetividade associada a cada indicador. Como referência para o agrupamento dos indicadores de desempenho adotados nas organizações para a manutenção, (PARIDA A. E CHATTOPADHYAY, 2007) propõem uma classificação dos mesmos em sete categorias:

- 1) Indicadores relacionados à Produção e aos Equipamentos;
- 2) Indicadores relacionados às Atividades da Manutenção;
- 3) Indicadores relacionados a Custo;
- 4) Indicadores relacionados à Satisfação dos Clientes;
- 5) Indicadores relacionados ao Aprendizado e Crescimento;
- 6) Indicadores relacionados à Saúde, à Segurança, à Integridade e ao Meio-Ambiente;

7) Indicadores relacionados à Satisfação dos Empregados.

### 3.5.1 Indicadores relacionados à produção e aos equipamentos

a) Disponibilidade ( *Availability* em inglês): A disponibilidade pode ser expressa como a percentagem da capacidade disponível efetivamente usada para a produção. Pode ser calculada como sendo a relação entre o Tempo Médio para Falha (ou MTTF do inglês *Mean Time to Failure*) e o tempo total que corresponde a soma do MTTF com o MTTR (do inglês *Mean Time To Repair* , que equivale ao Tempo Médio para Reparo). É um indicador subjetivo no nível gerencial e objetivo no nível operacional.

b) Taxa de Desempenho: Esta taxa indica a velocidade da produção e é expressa como a percentagem da velocidade de produção, obtida perante a nominal do sistema.

c) Qualidade: Este indicador se refere a qualidade de produtos e serviços. É representado pela relação entre a produção considerada conforme sob o aspecto de qualidade e a total obtida. Pode ser quantificado em termos de percentagem de itens não conformes, devoluções de clientes e reclamações de clientes decorrentes de desvios da manutenção.

d) Número de Paradas Curtas e Longas;

e) Perdas de Produção associada a Paradas: expressas em tempo ou volume de produção associados;

f) Retrabalho: Engloba as perdas decorrentes das rejeições por má qualidade, dos serviços efetuados para adequação e o custo dos mesmos.

### 3.5.2 Indicadores relacionados às atividades da manutenção

a) Qualidade das atividades de manutenção: indica a eficiência e a eficácia na execução das atividades de manutenção e depende de fatores tais como a pontualidade no atendimento às requisições operacionais, uso de peças genuínas ou não, habilitação e competência do pessoal, etc.

b) Tempo de Transição: É o tempo para executar-se a transição entre os estados parado e em operação normal.

c) Tarefas de Manutenção Planejada (Manutenção Preventiva): É a quantificação de

tarefas de manutenção planejadas, tanto em termos de sua quantidade programada ou com base no tempo/custo envolvidos.

d) Tarefas de Manutenção Não Planejadas: É a quantificação de tarefas de manutenção não planejadas, tanto em termos de sua quantidade empreendida ou com base no tempo/custo envolvidos.

e) Tempo de Resposta da Manutenção: . Indica o tempo gasto para empreender as atividades de manutenção após o mesmo ter sido reportado como necessário pelo pessoal de produção/operação.

### 3.5.3 Indicadores relacionados ao custo de manutenção

a) Custo Unitário de Manutenção: É o resultado da divisão do custo de manutenção pelo volume de produção. Como o volume de produção varia por razões que estão fora do controle da manutenção o mesmo deve ser usado para análises históricas, porém não deve usado isoladamente.

b) Custo Unitário de Produção : É o resultado da divisão do custo total de produção pelo volume de produção. Este indicador pode ser usado para averiguar o impacto relativo dos esforços de manutenção sobre os custos totais de produção.

c) Retorno sobre o Investimento na Manutenção ou ROMI do inglês *Return On Maintenance Investment* (ROMI). Este indicador compara o retorno obtido contra o total dos investimentos efetuados na manutenção.

### 3.5.4 Indicadores relacionados à satisfação dos clientes

a) Quantidade de Reclamações de Clientes: Número de reclamações de clientes relativas às atividades de manutenção . É um indicador subjetivo.

b) Devoluções de Clientes : quantidades ou volumes de produtos retornados devido à má qualidade relacionada às atividades de manutenção. É um indicador objetivo.

c) Satisfação do cliente : A execução de pesquisas junto aos clientes da manutenção é uma forma indireta de medir o nível de satisfação dos mesmos. É um indicador subjetivo.

### 3.5.5 *Indicadores relacionados ao aprendizado e crescimento*

a) Número de novas idéias geradas/implementadas: Em uma organização baseada na gestão do conhecimento é essencial medir o uso do conhecimento na melhoria contínua e na inovação. Assim o número de novas ideias geradas e implementadas pode representar uma medida da inovação e desenvolvimento, bem como da participação e motivação dos empregados para com a organização. É um indicador objetivo.

b) Treinamento e Desenvolvimento de Habilidades e Competências: Pode ser objetivamente representado pela quantidade de programas de treinamento realizados ou pelo total do investimento efetuado nestas ações. A medição precisa do nível de desenvolvimento de habilidades e competências, decorrentes das ações de treinamento, é subjetiva e de difícil apuração.

### 3.5.6 *Indicadores relacionados a saúde, segurança, preservação da integridade e meio-ambiente*

Indicadores para saúde, segurança, preservação da integridade e meio-ambiente (SSMA) incluem acidentes, incidentes, problemas ambientais, violações à integridade, lesões, perdas aos ativos e fatalidades. Os acidentes e incidentes podem causar lesões e doenças causando perdas de tempo da mão-de-obra. Os critérios de medição podem ser associados à quantidade ou aos custos associados. Alguns destes indicadores são:

a) Quantidade de Acidentes e Incidentes: É uma indicação dos fatores de segurança a partir do número de acidentes e incidentes, perdas e quantidade de vítimas associadas a eles.

b) Quantidade de Casos Jurídicos.

c) Quantidade de Indenizações: Número de compensações pagas.

d) Quantidade de reclamações em SSMA.

### 3.5.7 *Indicadores relacionados à satisfação dos empregados*

Os indicadores para satisfação dos empregados pode incluir moral, trabalho em equipe e harmonia. Alguns destes indicadores são:

- a) Absenteísmo
- b) Reclamações de Empregados.
- c) Taxa de Rotatividade de Pessoal (*Turn-over*).

### **3.6 Estrutura hierárquica multi-critério**

A seleção dos fatores ou variáveis constituintes dos diversos critérios de desempenho, tais como produtividade, eficácia, eficiência, etc. são etapas importantes do desenvolvimento do sistema de medição de desempenho na organização, desenvolvida essencialmente como uma tomada de decisão em cenário complexo. (PUN K., 1990)

(PARIDA A. E CHATTOPADHYAY, 2007) propõem uma estrutura hierárquica multi-critério para orientar a medição de desempenho da manutenção. Em toda atividade de planejamento e desenvolvimento, existem várias alternativas possíveis e deve-se escolher a que melhor se adéqüe a situação. Normalmente os objetivos do decisor são expressos em termos de vários critérios. Se a quantidade de critérios é grande, como é o caso da manutenção, surge o problema de escolha multi-critério baseado no fato de se conhecer a importância relativa de cada critério.

(PARIDA A. E CHATTOPADHYAY, 2007) criou uma estrutura lógica de causa e efeito, definindo diferentes indicadores de desempenho para cada área estratégica, abrangentes e integrados entre si, contribuintes para a eficácia total da manutenção, tanto do ponto de vista interno como externo à organização. Esta estrutura hierárquica multi-critério está representada na figura 3.3.

Os aspectos internos e externos que fazem parte dos processos das fronteiras de entrada e saída devem ser analisados antes de decidir os critérios relevantes nos vários níveis de medição de desempenho da manutenção. Os processos da fronteira de entrada são decorrentes das necessidades das partes interessadas externas, a exemplo de acionistas, proprietários, financiadores, clientes, fornecedores e autoridades reguladoras. Desta forma, este processo deve incluir requisitos de produtividade, índices de SSMA, pontualidade de entrega e qualidade. Os processos da fronteira de saída, derivados dos aspectos internos tais como capacidade e habilidade da organização contemplam os requisitos dos empregados, do clima organizacional, do aumento de habilidades, etc. Os indicadores nos níveis 2 (nível tático) e 3 (nível funcional) são agregados no nível 1 (estratégico). Por exemplo os indicadores de disponibilidade, taxa de produção e qualidade nos níveis 2 e 3, relacionados aos processos e equipamentos, são agregados no indicador de Eficácia Global dos Equipamentos (OEE) no nível estratégico. Os indicadores financeiros mostrados nos

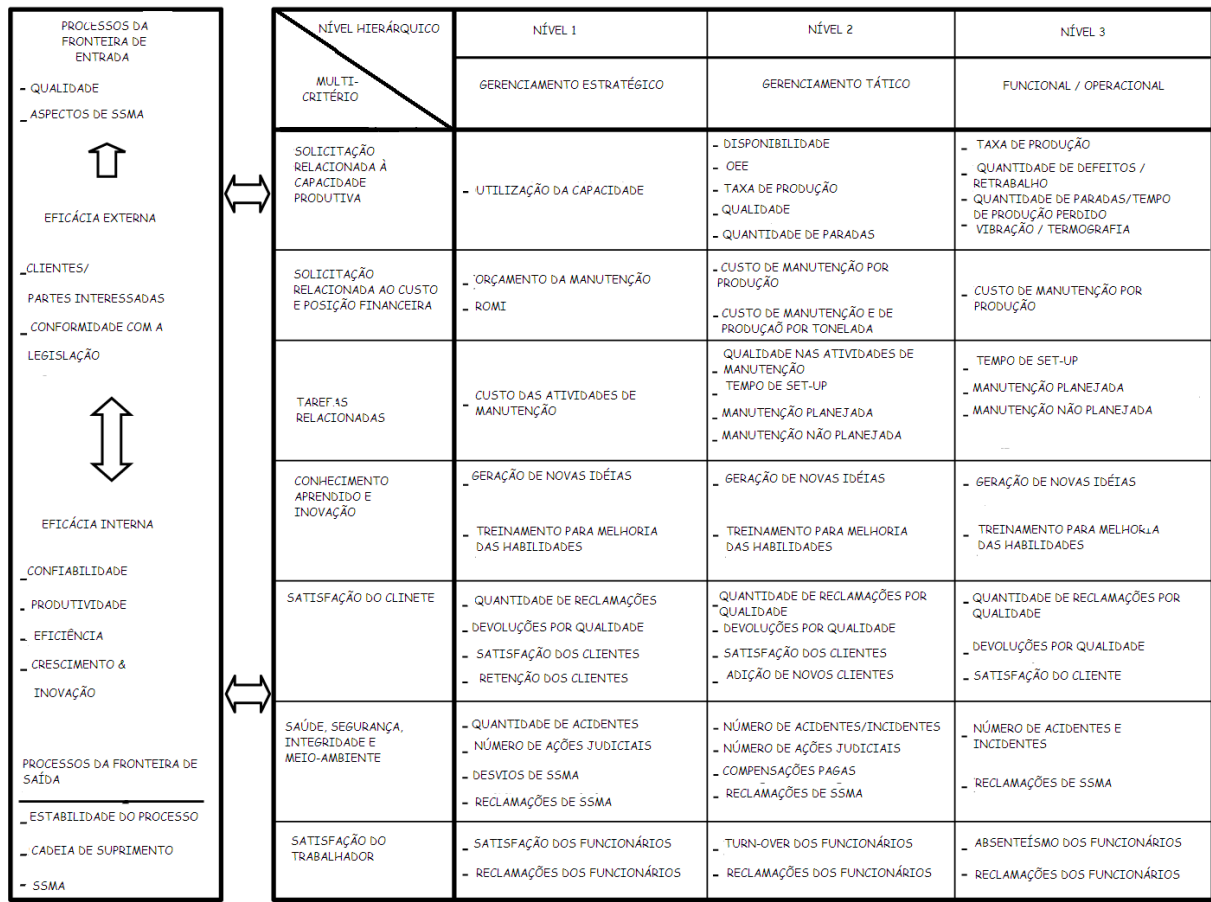


Figura 3.3: Estrutura Hierárquica Multi-critério de Medição de Desempenho da Manutenção  
 Fonte: Adaptado de (PARIDA A. E CHATTOPADHYAY, 2007)

níveis 2 e 3 são reativos, uma vez que são baseados em dados históricos. Esta informação pode ser usada para controle do desempenho futuro, a partir da análise detalhada dos componentes de custos e localização de possíveis motivos de desvios para prover bases para adoção de medidas corretivas.

# O Método do *Balanced Scorecard* aplicado à Gestão da Manutenção

## 4.1 Introdução ao Balanced Scorecard

Segundo (KAPLAN R. E NORTON, 1992), o método *Balanced Scorecard* (BSC) consiste em um instrumento integrador das medidas de desempenho através da perspectiva financeira, da perspectiva dos clientes, da perspectiva dos processos internos e da perspectiva do aprendizado e crescimento, buscando traduzir a estratégia organizacional em objetivos e medidas tangíveis, conforme representado na figura 4.1.

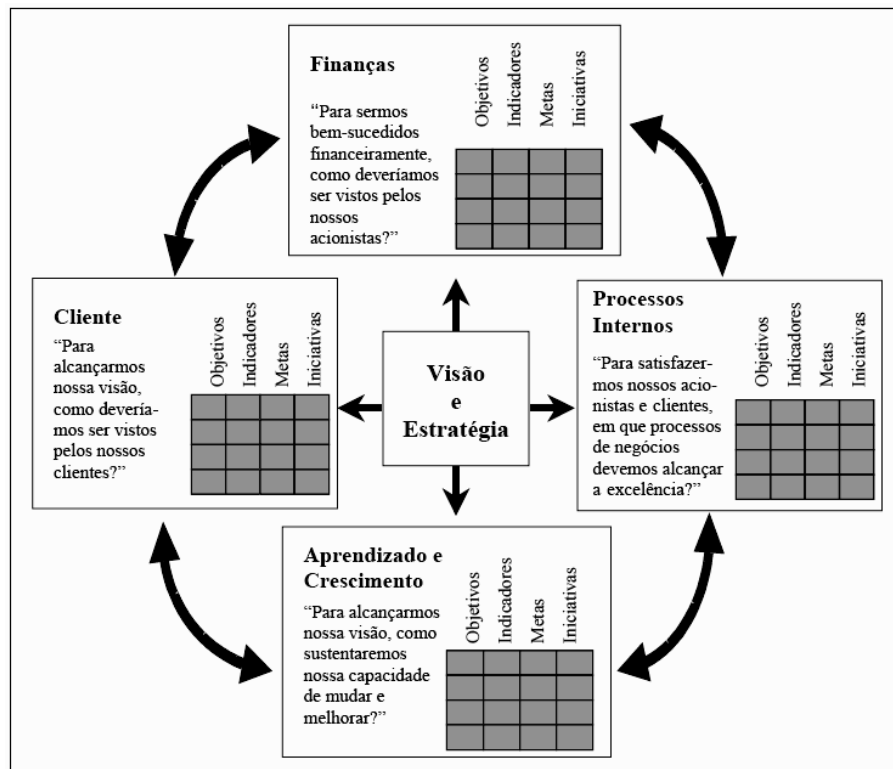


Figura 4.1: Estrutura do Sistema de Indicadores do *Balanced Scorecard*

Fonte: (KAPLAN R. E NORTON, 1992)

Para estabelecimento dos seus BSCs as organizações necessitam responder a quatro questões fundamentais:

- como somos vistos pelos acionistas da companhia? (dimensão financeira);
- como somos vistos pelos clientes da companhia? (dimensão do cliente);

- em que processos a companhia deve ter os melhores desempenhos? (dimensão interna);
- como atingir a visão, mantendo o potencial de crescer e inovar? (dimensão do aprendizado e crescimento).

Para cada uma destas perspectivas, as respostas devem ser apresentadas no detalhamento dos seus objetivos, indicadores, metas e iniciativas. Conforme (BIASOTTO, 2006), o BSC coloca no centro do modelo de gestão a questão da Visão e da Estratégia do negócio. O foco do BSC não está na avaliação do que ocorreu no passado, mas sim no estabelecimento das ações futuras, buscando criar o alinhamento das pessoas aos objetivos da organização, sendo assim um instrumento de comunicação, informação e aprendizagem e não apenas de controle.

(NIVEN, 2005) indica que o BSC cumpre três finalidades: é um sistema de medição, um sistema de gerenciamento estratégico e uma ferramenta de comunicação. Como sistema de medição o BSC permite que a organização traduza a visão e a estratégia em objetivos e medidas escolhidas, a fim de alinhar as ações dos funcionários com a direção estratégica. Faz isto complementando as medições financeiras com as demais medições nas perspectivas dos clientes, dos setores organizacionais (processos internos) e dos funcionários (aprendizagem e crescimento). Como sistema de gerenciamento estratégico, o BSC é uma ferramenta de alinhamento das ações de curto prazo com a estratégia. O mesmo força a equipe executiva a expressar explicitamente, na forma de objetivos, medidas, metas e iniciativas os conceitos normalmente subjetivos contidos na visão e estratégia da organização. Como ferramenta de comunicação o BSC cumpre seu papel mais importante: dar a oportunidade aos funcionários de discutir as suposições que envolvem o desdobramento da estratégia em ações, aprender com os resultados inesperados e dialogar sobre futuras alterações necessárias.

## ***4.2 Evolução da visão e da estratégia nas organizações***

Segundo (ESPINOZA, 2010) o ambiente e a economia determinaram as mudanças ocorridas nas estratégias das organizações, conforme ilustrado na figura 4.2.

Até o início do Século XX as estratégias de produção focavam o aumento da capacidade produtiva, por meio da padronização e da melhoria da eficiência produtiva, constituindo as chamadas Administração Científica e Administração por Objetivos (APO). O aumento na complexidade dos sistemas de produção exigiu que os problemas fossem tratados de forma multidisciplinar. A velocidade da evolução passou a ser fundamental para que as organizações sobrevivessem à competição imposta. Surgiram a Pesquisa Operacional



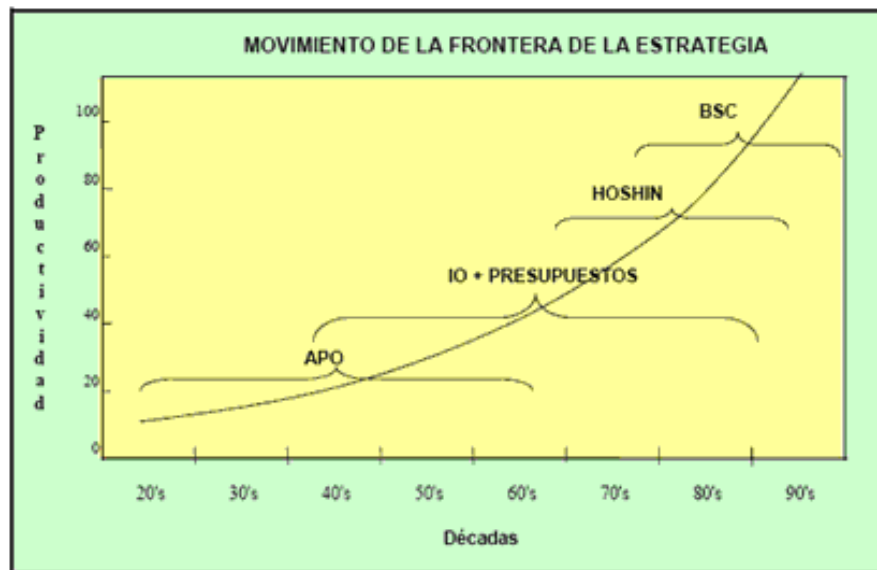


Figura 4.2: Movimento da fronteira da estratégia das organizações

Fonte: (ESPINOZA, 2010)

ou Investigação Operacional (IO) e o Controle Estatístico do Processo (CEP), métodos quantitativos de apoio à Administração. A Estratégia passou a focar na Otimização e na Gestão de Recursos Escassos.

Após a Segunda Guerra Mundial os conceitos de APO, CEP, IO foram reunidos com os da Gestão da Qualidade Total (TQM do inglês *Total Quality Management*) dando origem a técnica integrada chamada no Japão de *Hoshin Karin*. A Estratégia passou a focalizar a qualidade das operações como fator diferenciador para o cliente.

Nas décadas de 1980 e 1990, com a globalização da economia e a abertura de mercados, a estratégia passou a ser focada na diferenciação, buscando-se o posicionamento único no mercado e na criação de valor para clientes, acionistas e empregados.

A busca da trilogia de criação de valor para os clientes, acionistas e empregados é a essência de criação do BSC. Para garantir a criação de valor financeiro (o valor para o acionista) é necessário primeiro criar valor para os clientes, através de uma estratégia única e diferenciadora o que para ser conseguido requer processos de desenvolvimento do capital intangível (valor para os empregados), focando-os na criação da posição única de mercado.

### 4.3 Barreiras à implementação das estratégias

Mesmo com uma estratégia bem definida, normalmente surgem algumas barreiras à sua implementação conforme relatado por (NIVEN, 2005):

- A barreira da visão: a grande maioria dos funcionários não entende a estratégia da organização, mesmo com o *know-how*, relacionamentos e culturas existentes;
- A barreira humana: os incentivos na remuneração, vinculados a metas financeiras de curto prazo, resultam em prejuízo da criação de valor a longo prazo;
- A barreira dos recursos: os planejamentos dos orçamentos e da estratégia feitos separadamente resultam geralmente em recursos humanos e financeiros vinculados a metas de curto prazo;
- A barreira gerencial: é gasto muito tempo na análise dos resultados financeiros, buscando-se soluções para os desvios entre os resultados e as expectativas orçamentárias. Em geral, não se faz uma análise para a compreensão dos mecanismos subliminares de geração e de destruição de valor, existentes na organização.

(NIVEN, 2005) apresenta como o BSC minimiza as barreiras impostas à implementação da estratégia, conforme segue:

- Superação da barreira da visão: usando o BSC as organizações criam uma nova linguagem de medição que serve para orientar todas as ações dos funcionários em direção à conquista de suas metas;
- Superação da barreira humana: todos os níveis organizacionais distinguem suas atividades criadoras de valor, podendo-se desenvolver *scorecards* vinculados aos objetivos corporativos de mais alto nível. Os gestores podem atrelar incentivos à conquista de metas;
- Superação da barreira de recursos: O BSC permite que a organização reúna os processos de orçamentação e de planejamento estratégico, de modo que as iniciativas ou planos de ação estabeleçam recursos humanos e financeiros necessários ao atingimento das metas;
- Superação da barreira gerencial: O BSC fornece os elementos para a revisão da estratégia, o seu questionamento e o aprendizado com os fatos. A estratégia é baseada em hipóteses de correlações entre as iniciativas. Reunir dados suficientes e testar estas relações levam a gerência a questionar, validar ou rever as suas suposições subliminares.

## **4.4 Relações de causa-efeito e equilíbrio no BSC**

Segundo (NIVEN, 2005), o BSC se diferencia dos demais sistemas de gerenciamento de desempenho pelas relações de causa-efeito estabelecidas entre todas as métricas. Relações de causa-efeito se revelam através de uma série de hipóteses do tipo “se-então”. A partir das de motivação de desempenho, na perspectiva de Aprendizado e Crescimento, até se alcançar as de melhoria do desempenho financeiro, na perspectiva Financeira, todas as relações de causa-efeito são documentadas, tornando-as explícitas para que possam ser monitoradas, gerenciadas e confirmadas. As relações de causa-efeito englobam também a definição da duração e da extensão das correlações.

Outra característica particular do BSC é o foco no equilíbrio entre as métricas adotadas, entre indicadores de sucesso financeiro e não-financeiro, entre componentes internos e externos à organização e entre indicadores de resultados (que representam o desempenho passado) e os indicadores de tendência da estratégia (que representam os motivadores do sucesso futuro (NIVEN, 2005)).

## **4.5 As perspectivas para o estabelecimento de métricas do BSC**

A palavra perspectiva visa identificar o ângulo de visão sob o qual se busca focalizar a medição de desempenho. O BSC, ao sugerir as quatro perspectivas detalhadas a seguir, fornece um guia para que esta visão seja a mais ampla possível, não obrigando ou limitando as organizações a seguirem o conjunto de visões sugerido (NIVEN, 2005).

### **4.5.1 Perspectiva do Cliente**

Para o estabelecimento dos objetivos, métricas, metas e iniciativas associadas à perspectiva do cliente, as organizações devem responder duas questões fundamentais: Qual é o público-alvo e qual é a proposta de valor para servi-lo? A escolha da proposta de valor normalmente se definirá entre uma das três opções: excelência operacional, liderança no produto ou intimidade com o cliente. A excelência operacional prioriza o preço, a conveniência e normalmente, o atendimento sem tratamento diferenciado. A liderança no produto procura oferecer a melhor opção no mercado, focada na inovação. A intimidade com o cliente focaliza na oferta de soluções para as suas necessidades específicas, buscando a construção de relações de longo prazo. Independentemente da proposta de valor escolhida, a perspectiva do cliente normalmente inclui métricas de satisfação do cliente, lealdade ao cliente, fatia de mercado, aquisição de clientes, dentre outras.

### 4.5.2 *Perspectiva dos Processos Internos*

Nesta perspectiva são identificados os processos centrais que devem ser superados para gerar valor aos clientes e aos acionistas. Deve-se repensar os processos completamente ao invés de concentrar esforços apenas na melhoria incremental das atividades preexistentes. Como exemplo, nesta perspectiva incluem-se as métricas associadas ao desenvolvimento de produtos, a produção, a fabricação, a entrega e ao serviço pós-venda.

### 4.5.3 *Perspectiva de Aprendizado e Crescimento*

As métricas estabelecidas nesta perspectiva são os pilares das estabelecidas nas demais perspectivas. Englobam as métricas associadas à estrutura organizacional, às técnicas funcionais e sistemas de informação requeridos. Como exemplo, nesta perspectiva incluem-se as métricas associadas às habilidades e satisfação dos funcionários, à disponibilidade de informação e ao alinhamento. O valor da maioria das organizações depende da extração, manipulação e aplicação inteligente do conhecimento detido pelos funcionários. O BSC auxilia na medição dos ativos intangíveis, também denominado capital humano (capacidades, comportamentos, energia e tempo das pessoas), existentes na organização. Estes ativos intangíveis podem não causar impacto direto nos resultados financeiros, seu valor é potencial (precisa ser transformado em real oportunidade de criação de valor) e demandam interdependência para ter sucesso. Neste particular o estilo de liderança, a cultura, a organização, as técnicas, as redes de relacionamento e a tecnologia devem ser reunidos para revelar o valor de cada um deles.

### 4.5.4 *Perspectiva Financeira*

São métricas associadas ao retorno financeiro obtido pela organização, a exemplo da lucratividade, do crescimento de vendas e da adição de valor econômico.

## 4.6 *Mapas estratégicos*

Segundo (ESPINOZA, 2010) um mapa estratégico é uma representação gráfica que indica as hipóteses e as ações que as pessoas devem empreender para criar valor. É uma maneira de proporcionar uma macro visão da estratégia da organização.

Conforme (BIASOTTO, 2006) o mapa estratégico provê uma linguagem para a descrição da

estratégia, antes de se elegerem as métricas para avaliação de desempenho, podendo ser representado conforme a figura 4.3. A mesma apresenta um modelo de Mapa Estratégico para uma aplicação hipotética em empresas de aviação comercial.

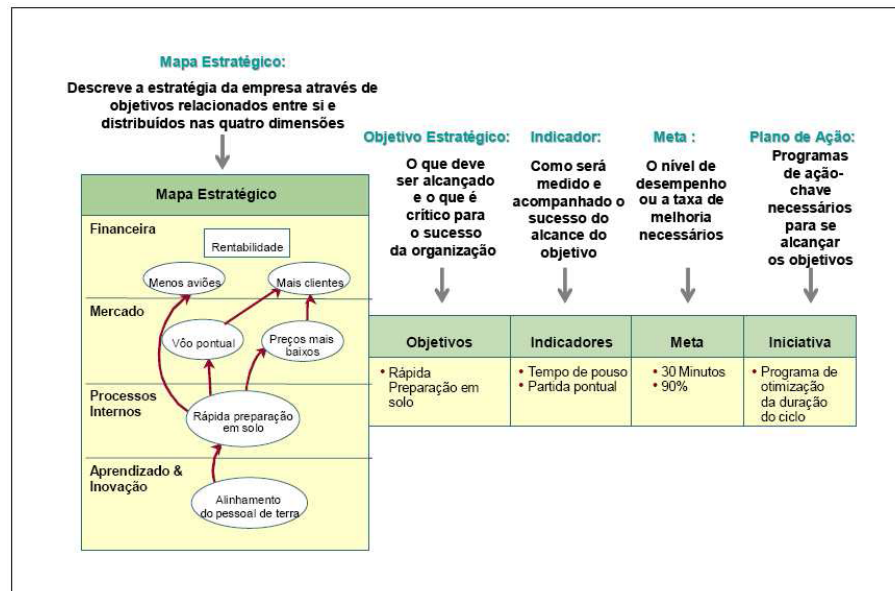


Figura 4.3: Componentes e terminologia do BSC

Fonte: (BIASOTTO, 2006)

Os mapas estratégicos trazem benefícios pois:

- Eliminam a ambigüidade e esclarecem as responsabilidades ao oferecer uma visão clara e completa;
- Comunicam e educam os empregados sobre a estratégia;
- Validam na execução o atingimento dos objetivos estratégicos, através do uso do duplo *loop* estratégico;
- Alinham a cada área da organização e a cada indivíduo os objetivos do mapa;
- Permitem definir objetivos de longo prazo e determinam metas através do uso das relações de causa-efeito.

Os elementos que compõem o Mapa Estratégico podem ser definidos conforme apresentado por (BIASOTTO, 2006):

- Objetivos estratégicos: traduzem a visão de futuro em objetivos organizados em relação de causa e efeito, de forma clara;
- Indicadores chave de desempenho: indicam como será medido e acompanhado o sucesso de cada objetivo;

- Metas: correspondem ao nível de desempenho esperado ou a taxa de melhoria necessária para cada indicador. As metas devem ser estabelecidas ao longo do tempo, permitindo uma verificação da evolução do desempenho relacionado aos objetivos estratégicos;
- Planos de Ação ou Iniciativas: são as ações a serem implementadas para fazer com que as metas sejam alcançadas.

### 4.7 O Processo de Gerenciamento da Estratégia com o BSC

Conforme (BIASOTTO, 2006), para o sucesso na adoção do *Balanced Scorecard* é necessário implementar um processo de gerenciamento da estratégia, que integra o gerenciamento tático com o gerenciamento estratégico em um único processo ininterrupto e contínuo conforme representado na figura 4.4.

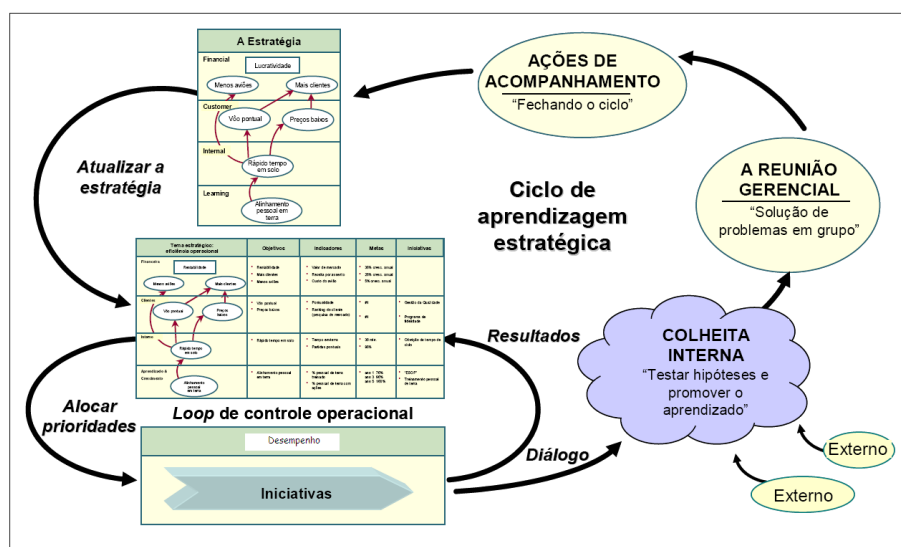


Figura 4.4: Loop Duplo do Processo de Gerenciamento da Estratégia

Fonte: (BIASOTTO, 2006)

A implementação do processo de gerenciamento da estratégia engloba três etapas. Numa primeira etapa, a organização inicia pela conexão da estratégia ao processo orçamentário. São definidos os critérios para a avaliação dos investimentos e iniciativas potenciais. Na segunda, são implementadas reuniões gerenciais periódicas para a avaliação da estratégia, de modo que um amplo conjunto de pessoas participe da discussão. Serão implementados sistemas de *feedback* inicialmente para atender às necessidades da equipe executiva, podendo-se na seqüência divulgar em relatórios abertos os resultados do desempenho disponíveis para todos na organização. Por fim, evolui-se para um processo de aprendizado e revisão da estratégia. Revisam-se as hipóteses iniciais sobre a estratégia e as melhores estimativas na formulação das ações, com base nos resultados obtidos e reporta-

dos pelos sistemas de feedback. Assim a organização tem condições de testar as hipóteses da estratégia.

#### 4.8 O BSC aplicado à Gestão da Manutenção

([ESPINOZA, 2010](#)) estudou a aplicação do BSC nos aspectos específicos da gestão da manutenção. Ele afirma que empresas de classe mundial dispõem de sistemas confiáveis resultantes de projeto e de manutenção adequados, para produzirem os resultados de rendimento e de qualidade desejados. Caracteriza a manutenção como uma empresa dentro da empresa maior, que necessita de uma gestão especializada na Engenharia de Manutenção. A competitividade crescente exige a otimização do nível de conhecimento do pessoal de manutenção de modo que o mesmo possa dominar os fatores que incidem no projeto, montagem, operação e na manutenção de sistemas de produção de bens e de serviços. A Gestão e a Engenharia têm como função a medição e a análise do desempenho da manutenção, orientando-se pelos objetivos da qualidade total, do melhoramento contínuo, com foco da prestação de serviços e na excelência organizacional. ([TSANG, 1998](#)) propõe que, quando a abordagem é aplicada para gerenciar o desempenho das operações da manutenção, a adoção do BSC deve envolver os passos indicados na figura 4.5.

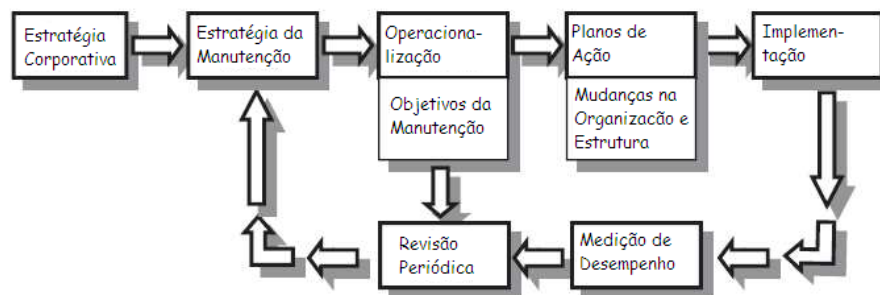


Figura 4.5: Processo de gerenciamento estratégico do desempenho da manutenção

Fonte: Adaptado de ([TSANG, 1998](#))

No passo 1 deve-se formular a estratégia para a operação da manutenção. Nesta etapa devem ser consideradas e decididas em processo participativo as opções de estratégia de manutenção tais como o desenvolvimento da capacidade interna, a terceirização da manutenção, a capacitação de operadores para manutenção autônoma, o desenvolvimento de equipe de manutenção multidisciplinar, a implementação da Manutenção Baseada na Condição, dentre outras alternativas.

No passo 2 deve-se operacionalizar a estratégia, traduzindo-a em objetivos de longo prazo.



Os indicadores chaves de desempenho ou Key Performance Indicators (KPIs) são incluídos no BSC e suas metas são estabelecidas.

No passo 3 deve-se desenvolver os planos de ação, definindo os meios necessários para atingir as metas estabelecidas. Os planos de ação devem abranger as mudanças necessárias na infra-estrutura de suporte da organização, como a estrutura de trabalho, sistema de gestão de informação, recompensa e reconhecimento, mecanismos de alocação de recursos, etc.

No passo 4 deve-se efetuar as revisões periódicas do desempenho e da estratégia, onde o progresso feito com os objetivos estratégicos conhecidos são fixados e a relação de causa-efeito entre as medidas é validada em intervalos definidos. O resultado da revisão pode indicar a necessidade de formular novos objetivos estratégicos, modificação nos planos de ação e revisão dos indicadores.

([AHLMANN, 2002](#)) desenvolveu um modelo do BSC para as operações da manutenção, representado na figura 4.6

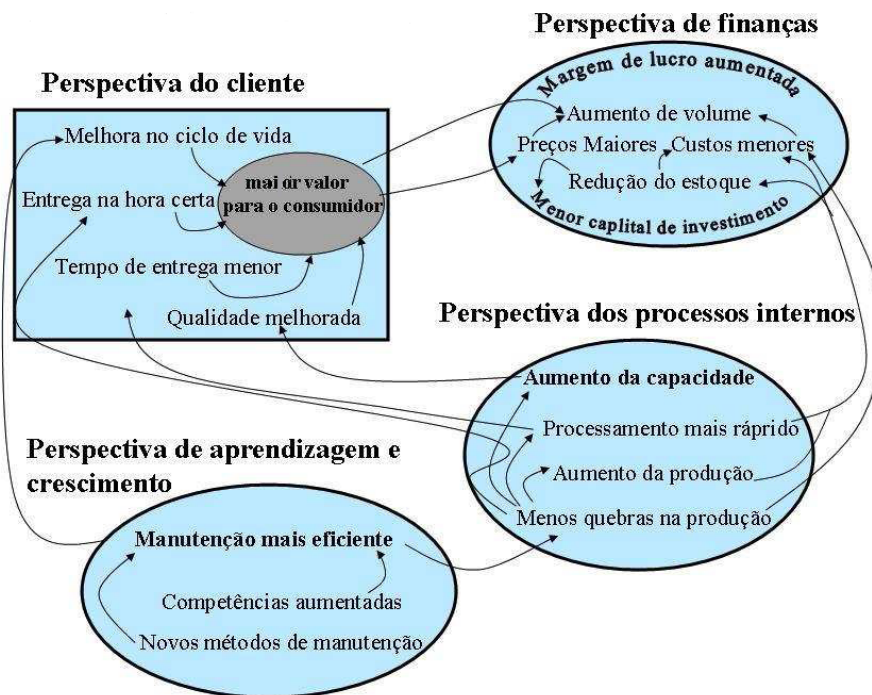


Figura 4.6: O Scorecard da Manutenção

Fonte: ([AHLMANN, 2002](#))

([AHLMANN, 2002](#)) apresenta para cada perspectiva do BSC os objetivos típicos que podem ser enquadradas na gestão da manutenção. Na perspectiva de aprendizado e crescimento propõe que o objetivo de ter-se uma manutenção mais eficiente pode ser desdobrado em aumento das competências da equipe, tanto da própria como da contratada, e no desenvolvimento de novos métodos de manutenção. Na perspectiva de processos internos,



o aumento na eficiência da manutenção conduz ao aumento da capacidade de operação, podendo ser resultado da menor quantidade de interrupções do processo, do aumento de capacidade por eliminação de restrições (os chamados gargalos) ou do aumento na velocidade de produção. Na perspectiva dos clientes, o aumento da capacidade de produção e da eficiência da manutenção criam condições para o cumprimento ou encurtamento dos prazos de entrega, para a melhoria da qualidade e para o aumento do ciclo de vida das instalações, resultando em maior valor para os clientes internos e externos da manutenção. Na perspectiva financeira, objetivos como o aumento da margem de lucro e minimização do capital investido, são desdobrados no aumento de volumes de produção, da redução dos custos e de estoques, todos associados aos objetivos descritos nas perspectivas anteriores.

## Geração e Difusão do Conhecimento

---

“A despeito da importância amplamente reconhecida do conhecimento como uma fonte vital de vantagem competitiva, existe pouco entendimento de como as organizações realmente criam e gerenciam o conhecimento dinamicamente.”

Ikujiro Nonaka, Ryoko Toyama e Noboru Konno

### ***5.1 Introdução a Geração e Difusão do Conhecimento***

O conhecimento corresponde à verdade na qual acreditamos, produzida ou sustentada pelas informações que temos. A informação é um fluxo de mensagens enquanto que o conhecimento é criado a partir do mesmo, com base nas crenças e compromissos de quem detém tais informações.

O conhecimento é criado de forma dinâmica pela interação social entre as pessoas, que passam a ter seus julgamentos, comportamentos e atitudes influenciados pelas crenças compartilhadas.

Uma organização precisa processar as informações produzidas interna e externamente, para resolver os problemas existentes e para se adaptar às mudanças do ambiente que a cerca. Entretanto, ela também precisa inovar, criando novos conhecimentos e informações para redefinir os problemas e as soluções, recriando o próprio meio em que atua.

### ***5.2 A Criação e Difusão do Conhecimento Organizacional***

(NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997) propuseram uma teoria para o entendimento do processo de geração e difusão do conhecimento nas organizações, baseada nas duas dimensões da criação do conhecimento: a epistemológica e a ontológica.

Na dimensão epistemológica, a teoria se baseia na distinção entre o conhecimento tácito e o explícito. O conhecimento tácito é pessoal, específico e portanto, difícil de ser formulado e comunicado as outras pessoas. Já o conhecimento explícito pode ser codificado, sendo transmissível em linguagem formal e sistemática. O conhecimento explícito, que pode ser expresso em palavras e números, corresponde a uma parte do conjunto de conhecimentos. O tácito está mais associado ao conhecimento subjetivo, baseado na experiência,

no contexto da prática e no momento vivido. Já o explícito associa-se ao conhecimento objetivo, baseado na racionalidade, na teoria independente do contexto, lidando com as experiências passadas.

Na dimensão ontológica, a criação do conhecimento organizacional é reconhecida como sendo originada a partir dos indivíduos, e a partir deles amplia-se por redes de conhecimento que cristalizam o conhecimento nos níveis internos de uma organização (indivíduos, grupos, times, setores, etc), e destes ultrapassando as fronteiras organizacionais.

Segundo (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997) a criação do conhecimento ocorre na forma de uma espiral das interações entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito, elevando-as dinamicamente de níveis ontológicos inferiores até níveis superiores. A figura 5.1 apresenta os quatro modos de conversão do conhecimento, conforme detalhados na próxima seção, apoiados por quatro ações : a construção do campo de interação, o diálogo, a associação do conhecimento explícito e o aprender fazendo.

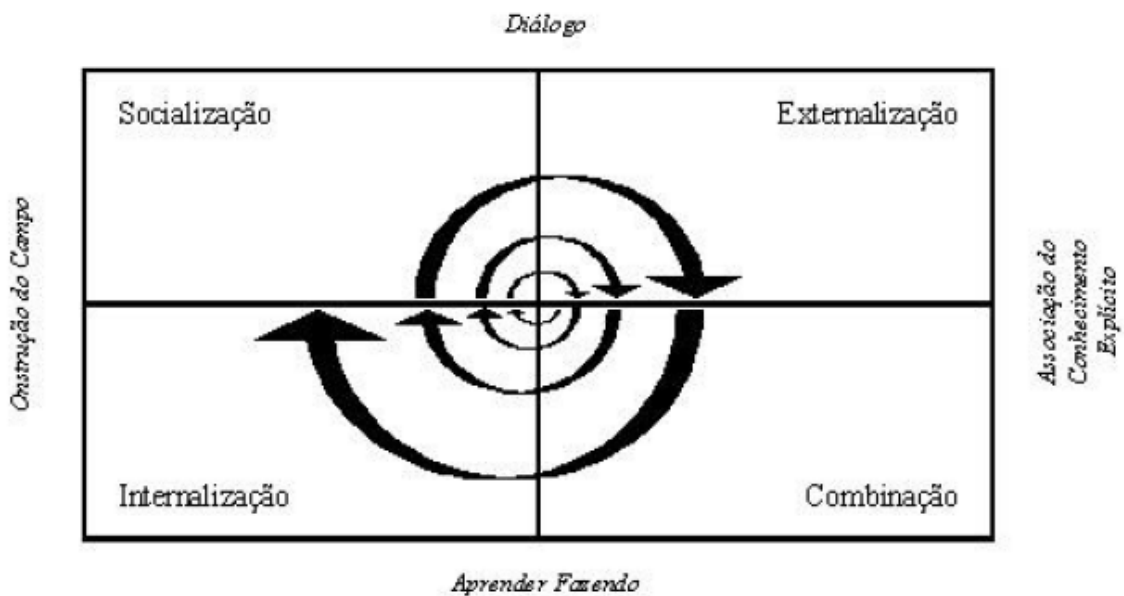


Figura 5.1: A espiral do conhecimento  
Fonte: (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997)

### 5.3 Modos de Conversão do Conhecimento Tácito e Explícito

Existem quatro modos de conversão do conhecimento experimentados pelos indivíduos, denominados de socialização, externalização, combinação e internalização. Estes mecanismos articulam e amplificam o conhecimento individual dentro da organização.

### 5.3.1 *Socialização*

Na Socialização ocorre a conversão de conhecimento tácito em conhecimento tácito.

Caracteriza-se como um processo de compartilhamento de experiências, onde o indivíduo cria o que (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997) denominaram de conhecimento compartilhado, a exemplo de modelos mentais e de habilidades técnicas compartilhadas. Um exemplo de socialização é o modo como os aprendizes adquirem conhecimento, muitas vezes sem uso da linguagem, através da observação de seus mestres, da imitação e da prática.

A experiência prática compartilhada é muitas vezes essencial para que uma pessoa possa se projetar no processo de raciocínio de outro indivíduo. Vivenciar as emoções e os contextos específicos onde as experiências são compartilhadas dá sentido às informações obtidas.

Outro exemplo de socialização ocorre nas reuniões de brainstorming, que são sessões formais ou informais realizadas como fóruns para o diálogo criativo na busca de soluções de problemas, do desenvolvimento de sistemas e estratégias, resultando no compartilhamento de experiências e na ampliação da confiança mútua entre os participantes. Na socialização constrói-se um campo de interação, para facilitar o compartilhamento das experiências e modelos mentais dos membros.

### 5.3.2 *Externalização*

Na Externalização ocorre a conversão do conhecimento tácito em conhecimento explícito. Esta conversão se realiza pelo uso de metáforas, analogias, conceitos, hipóteses e modelos, para a explicitação do conhecimento tácito, criando o conhecimento conceitual, como definido por (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997).

Para se criar uma representação adequada de um conhecimento tácito, pode-se recorrer a métodos analíticos (a exemplo da dedução e da indução), a métodos não analíticos (a exemplo da metáfora e da analogia) ou a uma combinação destes.

A dedução se baseia no fato de que as conclusões devem, necessariamente, ser verdadeiras caso todas as premissas sejam verdadeiras. A indução faz a generalização, isto é, cria proposições universais a partir de proposições particulares.

A metáfora é uma forma de perceber ou entender intuitivamente uma entidade, imaginando outra simbolicamente, sendo uma importante ferramenta para a criação de uma rede de novos conceitos. A analogia concentra-se nas semelhanças estruturais e funcionais

entre as entidades, ajudando a entender o desconhecido com o conhecido.

Assim, após serem criados, os conceitos explícitos podem ser organizados em um modelo, com as proposições expressas em linguagem sistemática e com lógica coerente. O modo de externalização é provocado pelo diálogo ou reflexão coletivos.

### 5.3.3 *Combinação*

Na Combinação ocorre a conversão do conhecimento explícito em conhecimento explícito. É um processo de organização dos conceitos em um sistema de conhecimento, gerando o chamado conhecimento sistêmico, conforme (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997).

Os indivíduos trocam e combinam conhecimentos por meio de documentos, reuniões ou outras formas de comunicação, reconfigurando as informações pela classificação, acréscimo e categorização destas, levando a criação de novos conhecimentos. São exemplos desta modalidade de conversão do conhecimento, a que é realizada nas escolas, na educação formal, e nas empresas, quando conceitos intermediários (como conceitos de produtos) são integrados a conceitos principais (como a visão da empresa), a fim de gerar significado para estes últimos.

A Combinação é provocada pela associação dos conhecimentos novos com os existentes, em uma mesma rede, realizando a associação de todo o conhecimento explícito da organização.

### 5.3.4 *Internalização*

Na Internalização ocorre a conversão do conhecimento explícito em conhecimento tácito. As experiências da socialização, da externalização e da combinação tornam-se ativos nas bases de conhecimento tácito dos indivíduos, sob a forma de modelos mentais e *know-how* técnico compartilhado, gerando o que (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997) denominaram conhecimento operacional.

O conhecimento explícito, sob a forma de manuais, documentos, etc., se torna tácito pela verbalização e experimentação, direta ou indireta, obtidas a partir da leitura dos documentos e escuta das histórias orais, gerando um modelo mental tácito que a maioria dos membros da organização compartilha. Neste ponto o conhecimento tácito passa a fazer parte do que chamamos cultura organizacional.

A Internalização é o processo pelo qual ocorre a incorporação do conhecimento, estando

intimamente relacionada com o aprender fazendo.

## 5.4 Conteúdo do conhecimento

Os diferentes tipos do conhecimento (compartilhado, conceitual, sistêmico e operacional), criados em cada modo de conversão, interagem entre si, formando o conteúdo do conhecimento conforme apresentado na figura 5.2.

	<i>Conhecimento Tácito</i>	<i>em</i>	<i>Conhecimento Explícito</i>
<i>Conhecimento Tácito</i>	(Socialização) <b>Conhecimento Compartilhado</b>		(Externalização) <b>Conhecimento Conceitual</b>
<i>do</i>			
<i>Conhecimento Explícito</i>	(Internalização) <b>Conhecimento Operacional</b>		(Combinação) <b>Conhecimento Sistêmico</b>

Figura 5.2: Conteúdo do conhecimento criado pelos quatro modos de conversão  
Fonte: (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997)

## 5.5 A Espiral de criação de conhecimento organizacional

A partir do conhecimento tácito criado e acumulado em nível individual, que constitui a base para a criação do seu conhecimento, a organização mobiliza este conhecimento e o amplia em escalas cada vez maiores, cristalizando-o em níveis ontológicos superiores, conforme representado pela Espiral de criação do conhecimento organizacional, apresentada na figura 5.3.

A interação entre os conhecimentos tácitos e explícitos tem escala crescente na medida em que se ampliam as comunidades envolvidas, ao se avançar pelas fronteiras organizacionais entre seções, departamentos, divisões, etc.

Da mesma forma, a interação entre o conhecimento tácito e explícito caminha no sentido de retorno ao nível individual, origem e destino de todo o conhecimento criado.

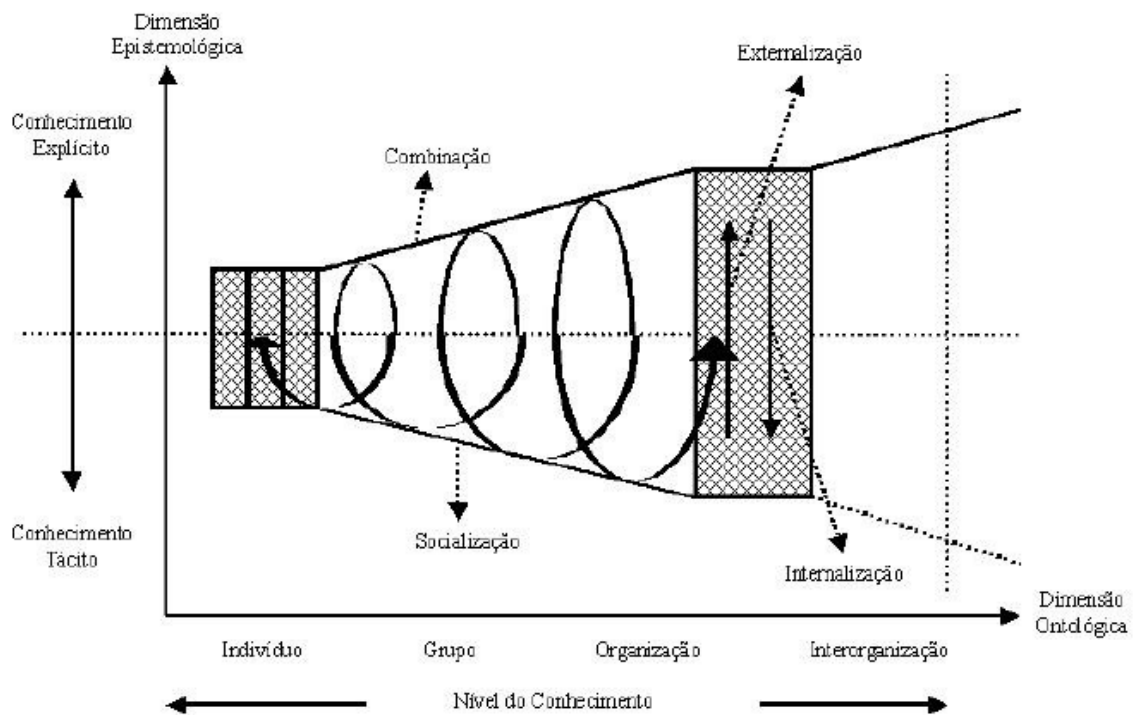


Figura 5.3: A espiral de criação do conhecimento organizacional

Fonte: (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997)

## 5.6 Condições favorecedoras para a criação do conhecimento organizacional

De acordo com (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997) a organização tem a função de criar o contexto apropriado para a criação e o acúmulo do conhecimento, buscando conjugar as seguintes condições favorecedoras:

### 5.6.1 Intenção

A intenção é a aspiração da organização às suas metas, o que normalmente assume a forma de estratégia, expressa por padrões ou visões do negócio. É ela que fornece o critério mais relevante para o julgamento de valor de um dado conhecimento.

### 5.6.2 *Autonomia*

A organização que promove a autonomia dos indivíduos, amplia a automotivação dos mesmos para a criação de novos conhecimentos. Amplia também a chance de introduzir oportunidades inesperadas.

Indivíduos autônomos e equipes em organizações criadoras do conhecimento estabelecem as fronteiras de suas ações por conta própria, alinhados com a meta estabelecida pela intenção maior da organização.

Tais equipes devem ter composição interfuncional, envolvendo membros de várias especialidades organizacionais.

### 5.6.3 *Flutuação e Caos Criativo*

Estas condições estimulam a interação entre a organização e o ambiente externo. A Flutuação é caracterizada pela mudança introduzida na organização, causando impactos sobre as condições, hábitos e estruturas cognitivas vigentes, retirando seus membros da situação de conforto.

O processo de questionamento e reconsideração das premissas existentes estimula a criação de conhecimento organizacional. A flutuação pode ser decorrente de uma crise real (a exemplo de declínio no mercado) ou ser intencionalmente gerado pela liderança (a exemplo da proposição de metas desafiadoras) com o propósito de estabelecer o chamado caos criativo.

Os benefícios do caos criativo só podem ser percebidos quando os membros têm a habilidade de refletir sobre suas ações. Sem isso, corre-se o risco de estabelecer o caos destrutivo.

### 5.6.4 *Redundância*

A redundância é a existência de informações que transcendem as exigências operacionais imediatas dos membros da organização. Refere-se a superposição intencional de informações sobre as atividades, responsabilidades e sobre a empresa como um todo. Desta forma, os indivíduos podem ultrapassar suas fronteiras funcionais e passar a oferecer recomendações e novas informações sob diferentes perspectivas, precipitando o aprendizado por intrusão. A redundância de informações facilita o intercâmbio de informações entre a



hierarquia e a não-hierarquia.

A redundância pode ser criada de diferentes maneiras, dentre elas pela superposição e pelo rodízio estratégico. Na superposição, diferentes departamentos funcionais trabalham juntos dividindo o trabalho de forma difusa. No rodízio estratégico, as pessoas são intencionalmente realocadas para áreas distintas das suas origens, de modo a criar nas mesmas uma percepção sob várias perspectivas diferentes, ampliando o seu conhecimento organizacional.

A redundância pode gerar problemas de sobrecarga na organização, uma vez que aumenta o volume de informações a ser processado. Além disto, aumenta o custo de criação do conhecimento a curto prazo.

### *5.6.5 Variedade de Requisitos*

Os membros das organizações que possuem uma maior variedade de requisitos podem responder melhor às variações e à complexidade impostas pelo ambiente. A variedade de requisitos pode ser ampliada garantindo um rápido e amplo acesso às informações necessárias.

## **5.7 O Processo de Criação do Conhecimento Organizacional**

Nonaka e Takeuchi propuseram um modelo baseado em cinco fases para o processo de criação do conhecimento organizacional, representados na figura 5.4, conforme descrito a seguir (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997).

### *5.7.1 Compartilhamento do conhecimento tácito*

Corresponde aproximadamente a socialização, onde o conhecimento tácito individual é amplificado dentro da organização. O compartilhamento de conhecimento tácito entre vários indivíduos com diferentes históricos, perspectivas e motivações depende de um campo no qual os mesmos possam interagir através de diálogos pessoais, desenvolvendo a confiança mútua para o compartilhamento de suas emoções, sentimentos e modelos mentais.

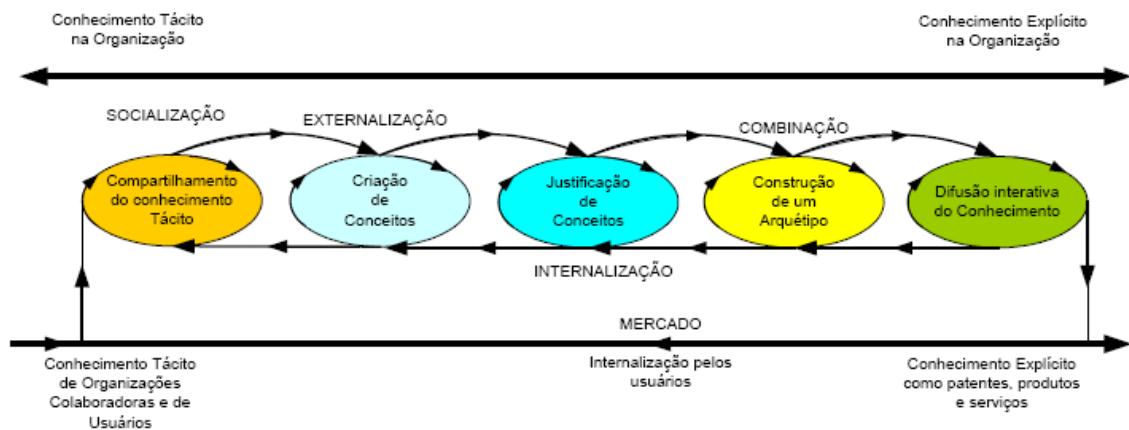


Figura 5.4: Modelo de cinco fases do processo de criação do conhecimento

Fonte: (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997)

### 5.7.2 Criação de conceitos

O conhecimento tácito é convertido em explícito na forma de um novo conceito, num processo semelhante à externalização. O modelo mental compartilhado é formado no campo de interação, sendo verbalizado em palavras e frases e finalmente é cristalizado em conceitos explícitos.

Esta fase é facilitada pelo uso dos métodos de raciocínio como a dedução, a indução e a abdução, que emprega metáforas e analogias. A qualidade do diálogo pode ser melhorada pelo uso da dialética, usando contradições e paradoxos em espiral e iterativamente para a síntese do novo conhecimento.

### 5.7.3 Justificação dos conceitos

O conceito criado deve ser avaliado pela organização para determinar se o mesmo deve ser realmente difundido pela organização. Trata-se de definir se o mesmo pode ser aceito como uma crença verdadeira justificada.

Os indivíduos justificam e filtram informações, conceitos ou o conhecimento contínua e inconscientemente. Já as organizações precisam fazê-lo de forma explícita, verificando se a intenção organizacional continua intacta e se os conceitos gerados atendem às necessidades da sociedade de forma mais ampla.

No mundo dos negócios, os critérios de justificação mais comuns são o custo, a margem de lucro e o grau de contribuição para o crescimento da organização, entretanto estes podem

ser tanto critérios quantitativos, como os anteriormente citados, como qualitativos, a exemplo da visão estabelecida pela empresa.

#### 5.7.4 *Construção de um arquétipo*

Uma vez justificado, o novo conceito é transformado em protótipo, no caso de ser um produto concreto, ou em um mecanismo operacional no caso de inovações abstratas, tais como novos sistemas gerenciais, novas estruturas organizacionais, etc. Em ambos os casos o arquétipo é construído pela combinação do conhecimento explícito recém-construído com o existente. Esta fase é semelhante à combinação. Nesta fase a cooperação dinâmica das várias áreas da organização é indispensável.

#### 5.7.5 *Difusão interativa do conhecimento*

Nesta fase o conhecimento criado é ampliado pela sua difusão entre as pessoas, pelas divisões internas e até pelas externas à organização. Este processo interativo e em espiral é chamado por (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997) de Difusão Interativa do Conhecimento.

Dentro da organização o novo conhecimento pode se expandir horizontal e verticalmente. A expansão horizontal faz com que o novo conceito induza a criação de outros dentro do mesmo nível organizacional, enquanto que a expansão vertical o faz em vários níveis ou até mesmo em toda a organização.

Entre organizações, o mesmo pode se expandir entre empresas afiliadas, clientes, fornecedores, concorrentes, universidades e outras entidades externas através da interação dinâmica.

### **5.8 *O Processo Gerencial para Criação do Conhecimento Organizacional***

(NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997) analisaram os modelos de processos gerenciais dominantes (*Top-down* e *Bottom-up*), para na seqüência apresentar a proposta do modelo *Middle-up-down*, como o mais apropriado para a criação do conhecimento organizacional.

### 5.8.1 O Processo Gerencial Top-down (*de-cima-para-baixo*)

É o modelo hierárquico clássico. Pode ser representada por uma pirâmide, com relações duais entre altos gerentes versus médios gerentes e entre médios gerentes e funcionários de linhas de frente, podendo contemplar diversos sub-níveis hierárquicos. A criação do conhecimento é concebida dentro dos limites da perspectiva de processamento das informações. Informações simples e específicas sobem a hierarquia chegando ao topo da organização, que as utiliza para criar planos e ordens, que descem a hierarquia para serem executadas.

Os conceitos definidos pela gerência são repassados para os níveis inferiores, que se encarregam de implementá-los de acordo com a divisão de trabalho estabelecida. Os níveis médios da organização fazem o desdobramento dos conceitos gerenciais em instruções operacionais para os funcionários das linhas de frente, onde a execução se torna uma tarefa de rotina. Neste contexto toda a organização lida com um grande volume de trabalho e de informações.

Subentende-se, a partir deste modelo, que apenas os altos gerentes são capazes e podem criar o conhecimento, cuja única finalidade é ser processado ou implementado pelos níveis inferiores. Este conhecimento deve ser isento de ambigüidade ou equivoco, devendo ser estritamente funcionais e pragmáticos. Os operários têm sua capacidade de processamento de informações limitada.

O modelo *Top-down* é mais adequado para lidar com o conhecimento explícito, entretanto negligencia o conhecimento tácito que ocorre na linha de frente da organização, no momento em que foca a criação do conhecimento apenas no topo da hierarquia. Este modelo fornece com mais ênfase a conversão parcial do conhecimento focada nos modos de combinação e de internalização.

### 5.8.2 O Processo Gerencial Bottom-up (*de-baixo-para-cima*)

É o processo baseado na autonomia, princípio chave deste modelo. A organização pode ser representada num formato plano e horizontal. Tem-se um número mínimo de níveis gerenciais entre o topo e a linha de frente. O conhecimento é criado e, em grande parte, controlado na base. Os altos gerentes atuam como patrocinadores de funcionários empreendedores, que criam o conhecimento de forma independente e isoladamente. Há pouco diálogo direto com outros membros da organização, quer horizontal ou verticalmente. O conhecimento é criado por determinados indivíduos, não por grupos que interagem mutuamente.

O modelo *Bottom-up* é mais adequado para lidar com o conhecimento tácito, porém seu foco na autonomia torna muito difícil o compartilhamento do mesmo pela organização. Este modelo fornece com mais ênfase a conversão parcial do conhecimento focada nos modos de socialização e de externalização.

A tendência neste modelo é que a criação do conhecimento demore mais, pois a mesma depende da paciência e do talento individual.

### 5.8.3 O Processo Gerencial Middle-up-down (*do-meio-para-cima-para-baixo*)

Como forma de minimizar os problemas identificados nos modelos gerenciais *Top-Down* e *Bottom-up*, (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997) propuseram o modelo *Middle-up-down*. Neste modelo é proposto que o conhecimento é criado pelos gerentes de nível médio. Eles são freqüentemente líderes de equipes, através de um processo em espiral de conversão que envolve tanto a alta gerência como os funcionários de linha de frente. Os gerentes de nível médio são a chave para a inovação contínua. Neste modelo, eles têm o papel-chave de facilitar o processo de criação do conhecimento organizacional, servindo como ligação entre a alta gerência e a linha de frente. São as pontes entre os ideais visionários da gerência e a realidade quase sempre caótica enfrentada pela linha de frente.

Os funcionários da linha de frente estão imersos nos detalhes tecnológicos, dos produtos e dos mercados na rotina do dia-a-dia. Muitas vezes os sinais recebidos são vagos e ambíguos. Detendo um volume enorme de informações, eles têm dificuldades para transformá-las em conhecimento útil. Desta forma perdem a visão de contexto mais amplo. A comunicação das idéias e visões significativas, quando compartilhadas também pode sofrer dificuldades, já que outras pessoas podem não conseguir dar significado às mesmas perante os seus respectivos contextos.

Os gerentes de médio nível (denominados de engenheiros do conhecimento) no modelo *Middle-up-down* passam a ter como principal tarefa a de orientar a situação caótica em direção à criação de conhecimento útil, ajudando aos funcionários de linha (denominados de profissionais do conhecimento) a conferir sentido às suas próprias experiências, fornecendo-lhes uma estrutura conceitual mais concreta que estes possam compreender e implementar, resolvendo as contradições entre a visão da alta gerência (denominados de gerentes do conhecimento) e a realidade. Fazem também o papel de facilitadores para a expansão da espiral do conhecimento na dimensão epistemológica, abrangendo diferentes modos de conversão do conhecimento, bem como para a expansão da espiral na dimensão ontológica, abrangendo os diferentes níveis (do indivíduo para o grupo, deste para o nível organizacional e às vezes para o interorganizacional).

Os profissionais do conhecimento ainda podem ser divididos em operadores do conhecimento (os que acumulam e geram o conhecimento tácito na forma de habilidades incorporadas baseadas na experiência) e em especialistas do conhecimento (os que mobilizam o conhecimento explícito estruturado sob a forma de dados técnicos, científicos e outros quantificáveis).

Os gerentes do conhecimento dão senso de direção ao processo de criação do conhecimento na empresa, expressando os conceitos principais sobre o que a empresa deve ser, estabelecendo uma visão do conhecimento sob a forma de uma visão da empresa ou declaração de políticas e estabelecendo padrões que justifiquem o valor do conhecimento que está sendo criado. Além disto, eles estabelecem o sistema de valor usado para avaliar, justificar e determinar a qualidade do conhecimento criado pela empresa (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997).

Um resumo das características apresentadas para os 3 modelos gerenciais é apresentada na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Características dos Modelos Gerenciais

Característica	<i>Top Down</i>	<i>Bottom Up</i>	<i>Middle-up-down</i>
1) Quem (agente da criação):	Gerência	Indivíduos empreendedores	Média gerência
2) Qual (tipo de conhecimento):	Explícito	Tácito	Explícito e Tacito
3) Onde (local de armazenamento):	Manuais e bancos de dados computadorizados	Indivíduos	Base de dados compartilhada

Nesta tabela vemos que o agente de criação (conforme indicado na linha Quem na tabela) na *Top-down* é a gerência, na *Bottom-up* são os indivíduos empreendedores, enquanto que na *Middle-up-down* são os gerentes de nível médio.

Os tipos de conhecimento acumulados (indicados na linha Qual da tabela) são o explícito na *Top-down*, o tácito na *Bottom-up* e os dois tipos no *Middle-up-down*. Os locais de armazenamento do conhecimento (indicados na linha Onde da tabela) no modelo *Top-down* são os manuais e bancos de dados computadorizados, no modelo *Bottom-up* estão personificados nos indivíduos, enquanto que no modelo *Middle-up-down* estão nas bases de dados organizacionais, de modo compartilhado.

## **5.9 Estruturas Organizacionais e a Criação do Conhecimento**

Para tratar detalhadamente o como desenvolver uma nova estrutura organizacional baseada na Gestão *Middle-up-down*, propícia à criação do conhecimento, (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997) propuseram a estrutura em hipertexto.

Apresentam-se a seguir as características de duas estruturas organizacionais tradicionais, a burocrática e a força-tarefa, para então detalhar as características da estrutura em hipertexto.

### *5.9.1 A Estrutura Organizacional Burocrática*

A organização burocrática é altamente formalizada, especializada, centralizada e dependente da padronização de processos de trabalho para a coordenação organizacional, sendo adequada à realização eficiente de trabalhos de rotina em larga escala. É comumente usada em condições estáveis e amadurecidas, para trabalhos repetitivos e racionalizados.

Pode entretanto, reduzir a iniciativa dos indivíduos e gerar problemas em períodos de incertezas ou mudanças rápidas. Resistências intra-organizacional, papelada, falta de responsabilidade, meios que se transformam no fim e departamentalismo. A Burocracia é eficaz na promoção da combinação e da internalização.

### *5.9.2 A Estrutura Organizacional por Força-Tarefa*

A força-tarefa é uma organização flexível, adaptável, dinâmica e participativa. É uma forma institucionalizada de equipe ou grupo que reúne representantes de várias áreas diferentes em uma base intensiva e flexível.

Em geral trabalham em um problema temporário, dentro de um prazo determinado, concentrando seu esforço numa meta específica. Devido à sua natureza temporária, o novo conhecimento criado em equipes de força-tarefa não é facilmente transferido para os demais membros da organização após a conclusão do projeto. A força-tarefa é eficaz na promoção da socialização e da externalização.

### 5.9.3 A Estrutura Organizacional em Hipertexto

Como forma de combinação ou síntese das condições vantajosas da burocracia e da força-tarefa, (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997) apresentaram a proposta de uma nova estrutura organizacional, denominada Organização em Hipertexto.

Uma organização de negócios deve possuir uma estrutura não-hierárquica e auto-organizada funcionando em conjunto com sua estrutura hierárquica formal. Com o crescimento de sua complexidade e tamanho, as organizações devem maximizar simultaneamente tanto a eficiência a nível global quanto a flexibilidade local. A empresa criadora de conhecimento deve possuir capacidade estratégica para, em processos cíclicos, adquirir, criar e explorar contínua e repetidamente os novos conhecimentos requeridos.

A Organização em Hipertexto é caracterizada pela coexistência dos seguintes níveis interconectados ou contextos: o Sistema de Negócios, a Equipe de Projeto e a Base de Conhecimento, como mostrado na figura 5.5.

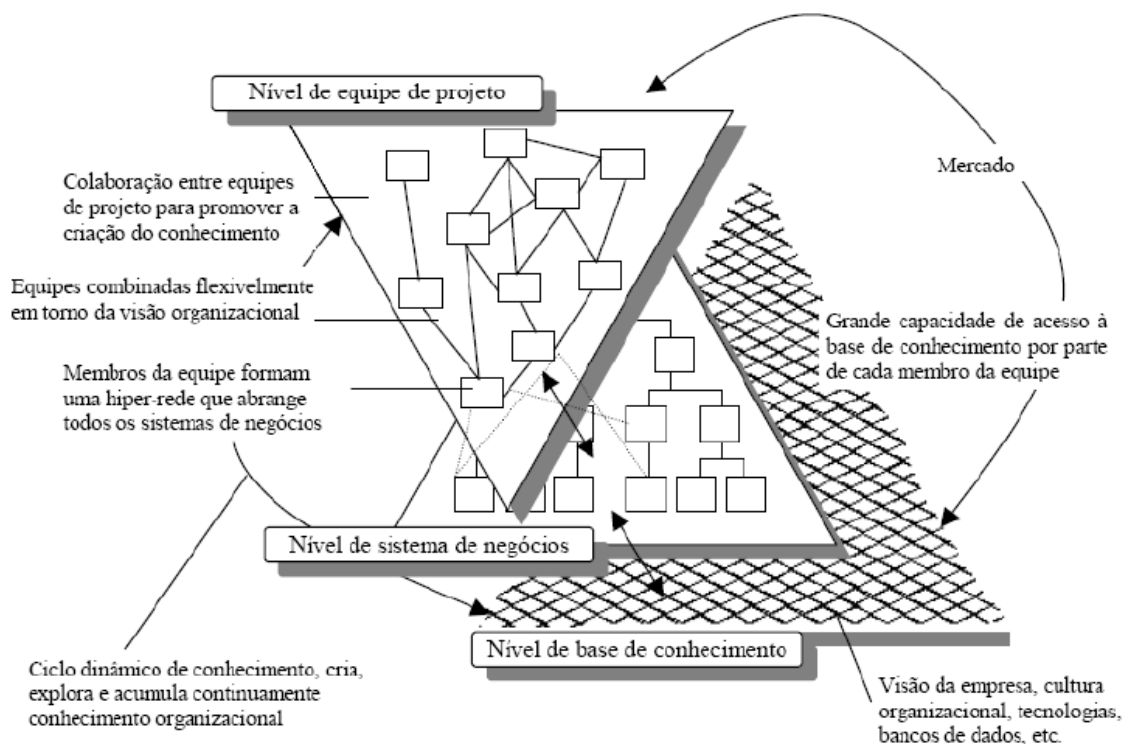


Figura 5.5: Organização em hipertexto  
Fonte: (NONAKA I. E TAKEUCHI, 1997)

No nível central encontra-se o Sistema de Negócios, onde se realizam as operações de rotina. Ele pode ser representado por uma pirâmide hierárquica, já que a estrutura burocrática é a mais adequada à realização eficaz do trabalho de rotina.



No nível superior encontra-se a Equipe de Projetos, onde várias equipes de projetos se envolvem com as atividades criadoras de conhecimento, formadas com pessoas advindas de diferentes unidades do Sistema de Negócios e são designadas exclusivamente para um projeto até a sua conclusão.

Na parte inferior encontra-se a Base de Conhecimento. Embora esta base não tenha existência física real, a mesma deve estar incorporada à visão da empresa, à sua cultura organizacional ou à sua tecnologia.

A principal característica da Organização em Hipertexto é a capacidade das pessoas mudarem de contexto, alternando entre os três para acomodar as exigências dinâmicas de situações internas e externas à organização.

O processo de criação de conhecimento organizacional corresponde a um ciclo dinâmico que atravessa os três níveis. O nível de base do conhecimento serve para misturar diferentes conteúdos de conhecimento produzidos pelo Sistema de Negócios (baseado na burocracia) e pela Equipe de Projetos (baseada na Força-Tarefa). Nela, todo o conhecimento gerado nos dois níveis anteriores é recategorizado e recontextualizado, para transformar-se em algo mais significativo para a organização como um todo.

A Organização em Hipertexto tem a capacidade de converter o conhecimento externo à organização, estando aberta para a interação contínua e dinâmica com consumidores e empresas externas.

Em resumo as características de uma organização em Hipertexto são as seguintes:

- 1) Um membro da organização pertence ou subordina-se apenas a uma estrutura em um determinado momento. É designado a uma equipe de projeto ou a um sistema de negócios, focalizando sua atenção;
- 2) A criação do conhecimento organizacional flui naturalmente pois cada estrutura gera e acumula o conhecimento de forma diferente;
- 3) Os conteúdos do conhecimento são combinados de forma mais flexível nos diferentes níveis e ao longo do tempo;
- 4) Os recursos e a energia da organização podem ser usados de forma mais concentrada para satisfazer as metas de um projeto;
- 5) Os projetos são colocados sob controle direto da alta gerência, com redução da distância para que a comunicação entre a alta, média gerência e a de linha seja mais rápida, re-

sultando em diálogo mais profundo e completo entre os níveis gerenciais, favorecendo a gerência *Middle-up-down*.

## A Oxiteno

---

### 6.1 Descrição da Companhia

A Oxiteno faz parte do Grupo Ultra. O Grupo Ultra gerencia quatro negócios:

- A Ipiranga, no segmento de distribuição e comercialização de combustíveis;
- A Ultragaz no segmento de armazenagem, distribuição e comercialização de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP);
- A Ultracargo no armazenamento e operação de terminais para produtos especiais;
- A Oxiteno, no segmento químico e petroquímico.

A Oxiteno realiza a produção de intermediários orgânicos, solventes, tensoativos e especialidades químicas, em atendimento às necessidades de uma ampla gama de mercados consumidores, tais como o agroquímico, alimentício, auxiliares têxteis, construção civil, catalisadores, cosméticos, couros, detergentes, farmacêuticos, fluidos funcionais, petróleo, poliéster, rações animais, resinas, tintas e vernizes, dentre outros, colocando boa parte de seus produtos no mercado interno. Tem, também, importante presença no mercado externo, destinando seus produtos para o Extremo Oriente, o Mercosul, a Europa, os Estados Unidos e a África do Sul ([MIRON M., 2005](#)).

A Oxiteno possui unidades industriais situadas no Brasil, no México e na Venezuela, conforme esquematicamente representado na figura 6.1 . Para atender às necessidades destas unidades industriais, otimizar e uniformizar as práticas dentro da corporação, a Oxiteno mantém um Escritório Central situado na cidade de São Paulo, concentrando, as funções de Administração e Controle, Pesquisa e Desenvolvimento, Engenharia de Processos e Projetos, Suprimentos e Atendimento Comercial, dentre outras.

No Brasil as unidades industriais estão instaladas nos estados da Bahia, São Paulo e Rio Grande do Sul. No México, estão instaladas nos estados de Veracruz, Jalisco e Querétaro. Na Venezuela, a Oxiteno está instalada no estado de Zulia.



Figura 6.1: Unidades industriais da Oxitenno  
 Fonte: [www.oxitenno.com.br](http://www.oxitenno.com.br)

### 6.1.1 Unidades industriais situadas no Brasil

Na Bahia estão instaladas três unidades industriais, todas situadas no complexo petroquímico de Camaçari, conforme detalhado a seguir:

- Uma unidade industrial produtora de Óxido de Eteno, Etilenoglicóis, Etanolaminas, Éteres Glicólicos e Etoxilados. Está situada na Rua Benzeno, 1065, CEP: 42810.000, Complexo Básico, Camaçari, Bahia, Telefone: 71.3634.7777, representada a seguir pela sigla OXN-CA;
- Uma unidade industrial de produção de álcoois graxos, ácidos graxos e glicerina. Tem como endereço: Rua Amônia, S/No. CEP: 42810.000, Complexo Básico, Camaçari, Bahia Telefone: 71.3634.7777, representada a seguir pela sigla OLQ-CA;
- Uma unidade industrial de produção de óleo mineral branco e vaselina sólida. Tem como endereço: Rua Eteno, 3189, CEP: 42810.000, Complexo Básico, Camaçari, Bahia, Telefone: 71.3634.7000, representada a seguir pela sigla EMC-CA.

No Rio Grande do Sul está instalada a única unidade industrial brasileira produtora de metiletilcetona e de sec-butanol, localizada no complexo petroquímico de Triunfo. Tem como endereço: Rodovia Tabaí, Canoas, Km 419, lote 7, CEP: 5853.000, Triunfo, RS - Telefone: 51.3457.5100. Esta unidade está representada a seguir pela sigla OXN-TF.

No Estado de São Paulo estão instaladas unidades industriais nas cidades de Mauá, Tremembé e Suzano.

- A Unidade industrial de Mauá produz Óxido de Eteno, Etilenoglicóis, Éteres Glicólicos, Etoxilados ou Propoxilados, Acetatos de Éteres e de Álcoois, Fluidos para Freios, Líquidos de Arrefecimento, Álcoois Naturais C4 e C5, Nonilfenol, Ésteres Graxos, Catalisadores e Especialidades Químicas. Tem como endereço: Av. Ayrton Senna da Silva, 3001, CEP: 09380.440, Mauá, São Paulo, Telefone 11.4478.3300, representada a seguir pela sigla OXN MA;
- A Unidade industrial de Tremembé produz especialidades químicas, tais como Álcoois Sulfatados e Alquilbenzeno Sulfonatos, Fluidos para Freios, Ésteres Graxos, Betaínas e Naftaleno Sulfonatos. Tem como endereço: Av. Agostinho Manfredini, 56, CEP: 12120.000, Tremembé, São Paulo, Telefone: 12.3607.3200, representada a seguir pela sigla OXN-TB;
- A Unidade industrial de Suzano produz tensoativos aniônicos por meio da sulfatação e sulfonação. Tem como endereço: Av. Jorge Bei Maluf, 2163, CEP: 08686.000, Suzano, São Paulo, Telefone: 12.3607.3200, representada a seguir pela sigla OXN-SZ.

### 6.1.2 Unidades industriais situadas no México

Situada no Estado de Veracruz, a unidade industrial de Coatzacoalcos produz principalmente tensoativos etoxilados. Tem como endereço: Administración Portuaria Integral de Coatzacoalcos, Recinto Portuário, C.P. 95020, Coatzacoalcos, Veracruz. México, Telefone: 52 (921) 214-5492.

Situada na capital do Estado de Jalisco, a unidade industrial de Guadalajara possui uma planta de esterificação e produz, também, etoxilados e uma grande variedade de copolímeros de óxido de propileno e eteno. Tem como endereço: Km. 1.6 Carretera a San Martín de las Flores, C.P. 45620, Tlaquepaque, Jalisco, México, Telefone: 52 (33) 3697-0201.

A unidade industrial de San Juan del Rio, localizada no estado de Querétaro, conta com uma planta para produção de Sulfatados e Sulfonados. Tem como endereço: Norte 3, 19 Nuevo Parque Industrial San Juan del Río, San Juan del Río, Querétaro, C.P. 76809, Telefone: 52 427 272-6991.

### 6.1.3 *Unidade industrial situada na Venezuela*

A Unidade industrial de Santa Rita, localizada no estado de Zulia, é pioneira na região na produção de surfactantes não-iônicos e polióis poliéteres. Tem como endereço: Av. Pedro Lucas Urribarrí, Punta Camacho, Santa Rita, Zulia, Telefone: 58 264 934-1057.

## 6.2 *O Modelo de Gestão na Oxiteno*

A Oxiteno adotou, a partir da década de 2000, o Balanced Scorecard, escolhendo-o como ferramenta para adoção de um novo modelo de gestão, visando a melhoria da sistemática de definição e implementação da estratégia em toda a companhia.

Pedro Wongtschowisky, diretor do Grupo Ultra, afirmou que antes da adoção do BSC, havia uma diferença entre a direção da Oxiteno e seu corpo executivo no que diz respeito à compreensão da estratégia de negócios que queria ver implementada. A estratégia estava concentrada no topo da empresa e não descia para o restante da organização da maneira que desejava. A direção discutia com intensidade os rumos da empresa, o que não se repetia nos demais níveis da organização. Havia um descasamento entre a diretoria e o corpo executivo da companhia, que faz as coisas acontecerem (COUTINHO A. E KALLAS, 2005).

O BSC passou a ser, desde então, utilizado como instrumento de discussão e negociação da estratégia, sendo também usado para definir objetivos e metas. Participam desta discussão e negociação o corpo diretivo, o gerencial e o operacional da companhia. Enquanto o corpo diretivo está focado nas tendências de longo prazo, os corpos gerencial e operacional contribuem com os aspectos industriais, tecnológicos e do mercado. Nas palavras de Wongtschowsisky, a linha de frente traz seu conhecimento de mercado e tecnologia e irriga as reflexões e projetos, participando ativamente da construção das hipóteses e ações (COUTINHO A. E KALLAS, 2005).

Ainda segundo Wongtschowisky, conforme (COUTINHO A. E KALLAS, 2005), a ferramenta permitiu consolidar a estratégia em uma peça simples, de fácil compreensão, destinada ao entendimento de todos que atuam na empresa, em uma linguagem visual, com alto poder de envolvimento e comunicação.

No aspecto da comunicação, questionado sobre o risco de ocorrer o vazamento de informações estratégicas confidenciais, Wongtschowisky afirmou que é melhor ter uma estratégia conhecida e conseguir executá-la do que ter um belo segredo guardado na gaveta, inoperante e desconhecido por aqueles que têm responsabilidade de pô-la em andamento.

É impossível conduzir uma empresa se as pessoas não sabem onde ela quer chegar. É melhor correr o risco de ter a estratégia vazada, do que correr o risco de falha no cumprimento das metas por falta de conhecimento dos profissionais envolvidos (COUTINHO A. E KALLAS, 2005).

### 6.2.1 A Estratégia da Oxiteno : *Excelência e Crescimento*

O BSC foi comunicado aos funcionários da companhia, divulgando seus mapas, indicadores, metas e iniciativas, com o objetivo de que a visão do mapa se tornasse homogênea em todos os níveis, de forma clara e simples. Para isto foi criado o Programa ECO (Excelência e Crescimento Oxiteno), trabalhando-se duas vertentes da estratégia da companhia:

- a Excelência Operacional, onde se busca a contínua melhoria de processos, qualidade, produtividade, segurança e preservação do meio-ambiente;
- o Crescimento, que objetiva a evolução da empresa através da busca de novas oportunidades que agreguem valor, seja pelo desenvolvimento dos novos produtos ou mercados, seja pela aquisição ou desenvolvimento de novos negócios.

### 6.2.2 O Mapa Estratégico da Oxiteno

Principal elemento do Programa ECO, o mapa estratégico da Oxiteno, ilustrado na figura 6.2, é composto por objetivos, sendo que cada um deles representa um desafio estratégico da organização.

Esses objetivos se ligam através de relações de causa-e-efeito nas quatro perspectivas.

O Mapa Estratégico e o Programa ECO passam regularmente por um processo de revisão, para incorporar novos desafios e prioridades da companhia, em linha com sua evolução. Nesse sentido, o ECO está integrado com o Planejamento Estratégico da companhia, com uma visão de longo prazo.

### 6.2.3 Objetivos e Indicadores Estratégicos

Indicadores de desempenho são utilizados na Oxiteno para aferir o sucesso no alcance das estratégias definidas pela empresa. Cada objetivo do mapa possui no mínimo um

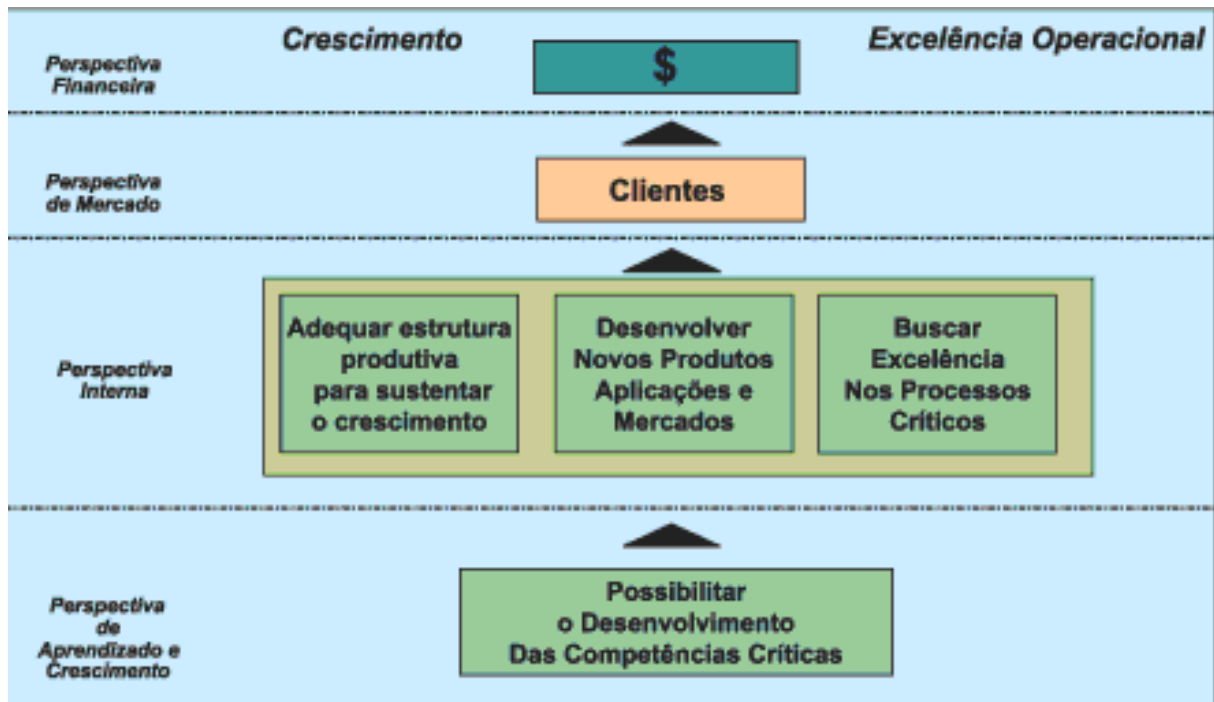


Figura 6.2: O Mapa Estratégico da Oxiteno

Fonte: (MIRON M., 2005)

indicador, com metas estabelecidas, as quais representam o nível de desempenho esperado. As diversas áreas da empresa participam da atualização periódica e gestão dos indicadores. O acompanhamento do status é realizado periodicamente, sendo o desempenho comparado com a meta estabelecida (COUTINHO A. E KALLAS, 2005).

As tabelas 6.1 a 6.4, apresentam alguns dos objetivos e indicadores referentes a cada perspectiva da versão do Mapa Estratégico apresentado na Figura 6.2. As metas foram suprimidas das tabelas, tratadas como informações confidenciais.



Tabela 6.1: Objetivos e Indicadores da Oxiteno associados a Perspectiva Financeira

Objetivo	Descrição do Objeto	Indicador	Descrição do Indicador
1) Agregar valor ao negócio	Buscar o crescimento contínuo do valor agregado	EVA - Economic Value Added	Mede o valor econômico agregado à empresa
2) Buscar oportunidades de crescimento	Buscar novas oportunidades de negócios que garantam o crescimento do volume de vendas e resultados da Companhia	Crescimento de volume de vendas	Comparação do crescimento do volume de vendas com o crescimento da economia brasileira

Tabela 6.2: Objetivos e Indicadores da Oxiteno associados a Perspectiva de Mercado

Objetivo	Descrição do Objeto	Indicador	Descrição do Indicador
1) Enriquecer o mix de produtos e mercados	Buscar oportunidades de negócios em novos clientes e novos produtos enriquecendo o <i>mix</i> de produtos	Margem bruta de novos produtos	Mede a margem bruta proveniente de produtos novos
2) Preservar mercados e produtos conquistados	Preservar o <i>market-share</i> e a margem bruta dos mercados e produtos atuais	Margem bruta negócios atuais	Mede a margem bruta proveniente de todas as vendas realizadas no mercado interno, que não sejam oriundas de novos produtos ou novos clientes

Tabela 6.3: Objetivos e Indicadores da Oxiteno associados a Perspectiva de Processos Internos

Objetivo	Descrição do Objeto	Indicador	Descrição do Indicador
1) Adequar estrutura produtiva para sustentar o crescimento	Priorizar e agilizar a execução dos projetos de adequação da estrutura produtiva	Número de revisões do processo de análise da capacidade versus demanda	Mede o número de revisões do processo de análise da capacidade versus demanda
2) Desenvolver novos produtos, aplicações e mercados	Possuir processo capaz de buscar e desenvolver alternativas inovadoras, seja em termos de novos produtos, novas aplicações ou novos mercados	Potencial de margem bruta de novos produtos	Mede o potencial de geração de margem futura da empresa, com base nos estudos em andamento de novos produtos
3) Buscar excelência nos processos críticos (exemplo: gestão ambiental e segurança)	Ter processos seguros de acordo com as políticas de segurança e meio ambiente	Taxa de frequência dos acidentes com afastamento  Número de acidentes de processo	Mede a frequência de acidentes de trabalho com afastamento em relação ao total de homens-hora trabalhadas  Acompanha a quantidade de acidentes de processo

Tabela 6.4: Objetivos e Indicadores da Oxiten associados a Perspectiva de Aprendizado e Crescimento

Objetivo	Descrição do Objeto	Indicador	Descrição do Indicador
1) Desenvolver competências críticas para o negócio	Identificar e desenvolver as competências críticas para o negócio a partir de um processo dinâmico de seleção, treinamento, avaliação e desenvolvimento das pessoas	Evolução em relação às competências críticas	Mede o estágio de desenvolvimento das competências críticas para as funções-chave
		Índice de realização da avaliação de desempenho	Mede o alcance da avaliação de desempenho

### 6.3 A Gestão da Manutenção na Oxiten

A estratégia global da Oxiten é traduzida para a realidade de cada fábrica, identificando como a estratégia macro da companhia afeta a rotina e quais são os planos de ação que contribuem para o alcance dos objetivos da empresa. Neste particular as estruturas das Células de Suporte também participam do desdobramento dos aspectos inerentes à sua responsabilidade, gerando dentro dos mapas estratégicos das unidades, as iniciativas diretamente associadas com a atividade de manutenção industrial.

Para otimizar a organização de cada unidade industrial a Oxiten vem desenvolvendo a implantação de modelos de gestão celular. Estes modelos são orientados pela organização de equipes autônomas, responsáveis pela condução dos processos de trabalho, que buscam usar adequadamente os recursos necessários para o atendimento das necessidades de seus clientes internos e externos.

Os dados apresentados a seguir representam as informações coletadas na pesquisa interna efetuada junto aos responsáveis pelas áreas de manutenção das unidades industriais de Camaçari (Oxiten, Oleoquímica e Emca), Mauá, Tremembé e Triunfo. Antecipa-se assim, neste capítulo, parte dos resultados e das análises decorrentes, que serão apresentados com maior nível de detalhamento no Capítulo 7. Para comparação com as demais

organizações de manutenção situadas no Brasil, são apresentadas também informações dos resultados médios nacionais, quando disponíveis, obtidos a partir do documento “A Situação da Manutenção no Brasil”, produzido pela Associação Brasileira de Manutenção, relativa ao ano de 2009 (ABRAMAN, 2009).

### 6.3.1 A Estrutura de Pessoal da Manutenção na Oxiteno

As equipes de manutenção de cada unidade industrial são administrativamente organizadas nas chamadas Células de Suporte, que se reportam diretamente às Gerências das Unidades Industriais.

Estas equipes possuem estruturas centralizadas, caracterizadas pela inexistência de times separados por sistemas produtivos dentro de cada unidade industrial.

A estrutura centralizada é a segunda forma de atuação mais comum (está presente em 32,59% das organizações de manutenção no Brasil), segundo dados da Pesquisa efetuada em 2009 pela Abraman.

A mais comum é a estrutura mista (combinação das características das estruturas centralizadas e descentralizadas), correspondente a 40,74% das organizações de manutenção no Brasil.

A gerência é o nível hierárquico de reporte mais comum (52,31% das organizações de manutenção no Brasil), segundo dados desta mesma pesquisa.

Os efetivos das Células de Suporte possuem portes variados conforme apresentado na figura 6.3, porém são proporcionais ao tamanho de cada unidade industrial, variando entre 12 a 15% do efetivo total das mesmas. A média da relação entre o pessoal de manutenção e o total dos empregados das empresas respondentes da pesquisa Nacional efetuada pela Abraman em 2009 foi de 26,31%.

O Perfil de formação dos profissionais que trabalhavam na manutenção no período da pesquisa, em cada unidade industrial, é o apresentado na figura 6.4. Observa-se que, quando comparado ao perfil da média nacional, conforme resultados da pesquisa da Abraman, as equipes de manutenção da Oxiteno empregam profissionais com maiores níveis de formação, com prevalência para os níveis técnico e superior. Isto pode ser considerado como uma característica decorrente da atividade produtiva baseada fortemente em automação de processos, o que exige a constituição de equipes de manutenção de nível de formação mais elevado.

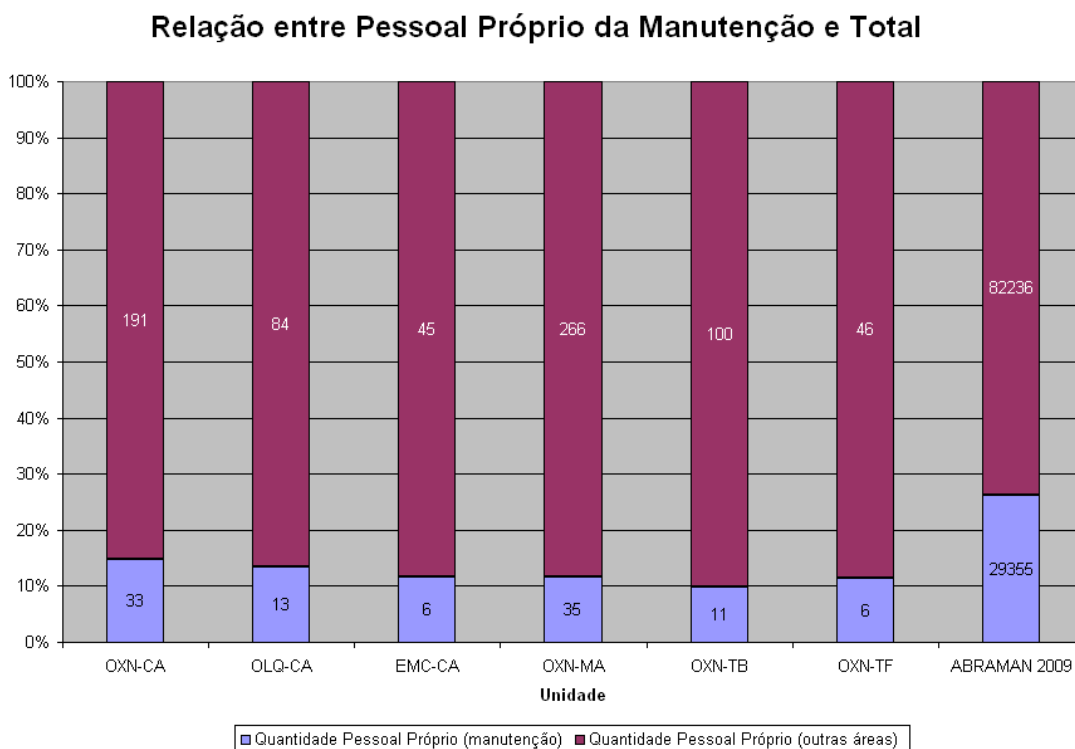


Figura 6.3: Relação entre o pessoal próprio de manutenção e o efetivo total  
 Fonte: o autor

A distribuição por níveis hierárquicos do pessoal próprio que trabalha na manutenção, em cada unidade industrial é também apresentada na figura 6.5. Nota-se que, exceto para a unidade de Triunfo, a qual possui equipe de execução completamente terceirizada, todas as demais possuem cerca de 30% do quadro próprio de manutenção alocado em funções de gerenciamento e supervisão, com os aproximadamente 70% restantes, alocados em funções de execução da manutenção. Todas as organizações de manutenção nas unidades da Oxiteno, exceto a de Triunfo que possui apenas 2 níveis, caracterizam suas estruturas como tendo 3 (gestão, supervisão e execução). As estruturas com 3 níveis hierárquicos correspondem à forma mais frequente nas organizações de manutenção brasileiras, assim caracterizada em 44,92% das respostas à última pesquisa da Abraman.

Para o desenvolvimento dos trabalhos de manutenção, são complementarmente contratados serviços de terceiros, para atendimento às necessidades de rotina e de serviços específicos, eventuais ou esporádicos. Isto faz-se com que seja mobilizado pessoal adicional às equipes próprias de manutenção. Os valores médios da quantidade de pessoas contratadas são os apresentados na Tabela 6.5.

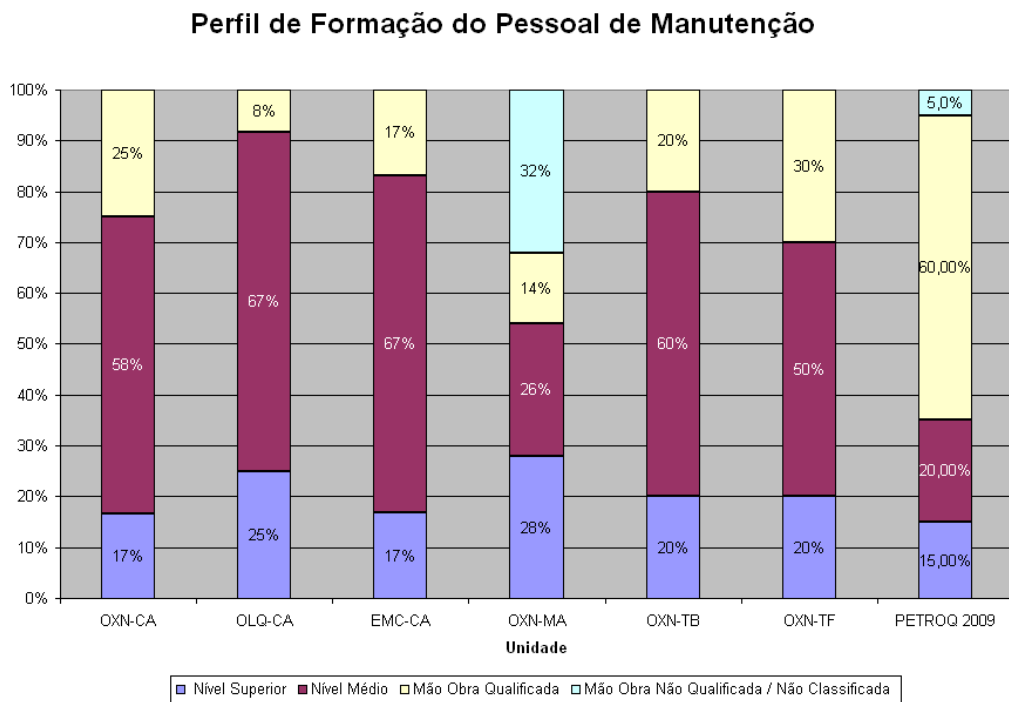


Figura 6.4: Perfil do nível de formação do pessoal próprio da manutenção  
 Fonte: o autor

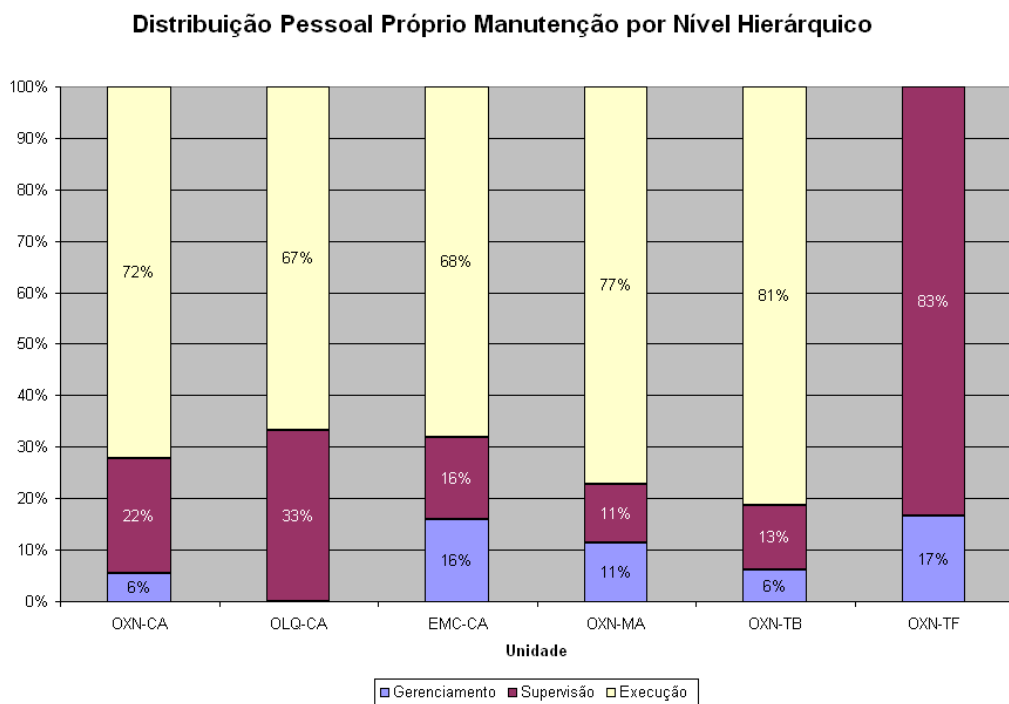


Figura 6.5: Perfil de distribuição por nível hierárquico do pessoal próprio da manutenção  
 Fonte: o autor

Tabela 6.5: Pessoal contratado para serviços de manutenção na Oxiteno

Unidade	Quantidade média mensal de contratados para serviços de rotina	Quantidade média mensal de contratados para serviços específicos, esporádicos ou eventuais
1) Camaçari - Oxiteno	de 21 a 50 pessoas	de 21 a 50 pessoas
2) Camaçari - Oleoquímica	de 21 a 50 pessoas	de 21 a 50 pessoas
3) Camaçari - Emca	de 0 a 20 pessoas	de 21 a 50 pessoas
4) Mauá	de 21 a 50 pessoas	de 0 a 20 pessoas
5) Tremembé	de 0 a 20 pessoas	de 0 a 20 pessoas
6) Triunfo	de 21 a 50 pessoas	de 21 a 50 pessoas
7) Média Nacional conforme Pesquisa Abraman de 2009	93 pessoas	52 pessoas

### 6.3.2 Ativos sob a atenção da manutenção na Oxiteno

As equipes próprias e contratadas realizam suas atividades, atendendo às ações requeridas nas instalações industriais, que possuem portes diferenciados unidade a unidade.

A tabela 6.6 apresenta o quantitativo de vasos de pressão e caldeiras, principais equipamentos dos seus sistemas produtivos, bem como identifica a distribuição dos mesmos de acordo com a classificação de categorização conforme Norma Regulamentadora NR-13. (MTE, 2010)

Os vasos de pressão possuem categorias classificadas de I a V, sendo a Categoria I a mais crítica e categoria V a menos crítica, do ponto de vista de integridade das instalações e dos trabalhadores.

As caldeiras possuem categorias classificadas de A a C, sendo a Categoria A a mais crítica e categoria C a menos crítica, do ponto de vista de integridade das instalações e dos trabalhadores.

Estas informações permitem caracterizar de forma bastante sintética o porte de cada unidade, uma vez que todos os demais componentes (instrumentos, tubulações, bombas, compressores, etc.) têm quantitativos considerados proporcionais à quantidade dos vasos e caldeiras instalados.

Tabela 6.6: Quantidade de Vasos e Caldeiras sob a atenção da manutenção na Oxiteno

Ativos	OXN- CA	OLQ- CA	EMC- CA	OXN- MA	OXN- TB	OXN- TF	Total
1)Caldeiras Tipo A	2	1	0	0	0	0	3
2)Caldeiras Tipo B	0	0	0	4	0	2	6
3)Caldeiras Tipo C	0	0	0	0	0	0	0
4)Vasos de Pressão Tipo I	153	61	12	71	N.D.	0	297
5)Vasos de Pressão Tipo II	83	17	9	27	N.D.	6	142
6)Vasos de Pressão Tipo III	161	73	55	120	N.D.	28	437
7)Vasos de Pressão Tipo IV	118	37	40	120	N.D.	65	380
8)Vasos de Pressão Tipo V	98	32	23	118	N.D.	26	297
9)Total	615	221	139	460	N.D.	127	1562
10)Total Equipamentos para cada funcionário Próprio da Manutenção	18,6	17,0	23,2	13,1	N.D.	21,2	16,8

Legenda:

N.D. - Dado não disponibilizado;

Observação - Valor para total equipamentos para cada funcionário próprio excluem os dados da unidade de Tremembé devido à indisponibilidade dos mesmos;

A idade média destes equipamentos está entre 20 e 40 anos, com exceção dos da Oleoquímica, com menos de 3 anos de instalados.

### 6.3.3 Atividades realizadas pelas equipes de manutenção na Oxiteno

Apresenta-se na Tabela 6.7 um resumo do conjunto de atividades que são realizados por todas as equipes de manutenção das unidades industriais.

Observa-se a existência de um núcleo de onze ações (as de número 3, 4, 8 a 15 e 17 da tabela 6.7), incorporadas à função da manutenção na Oxiteno, em todas as suas unidades industriais.

A este núcleo comum, acrescentam-se atividades conforme a política de manutenção de cada unidade industrial, principalmente nas unidades com estruturas de maior porte, quando o porte destas necessidades passa a viabilizar as ações tanto técnica como eco-



nomicamente.

Considerando que as ações adicionais tratam-se de atividades acessórias, e que, na média, as áreas de manutenção executam a mesma quantidade de atividades (cerca de catorze), embora diferentes, as suas estruturas podem ser consideradas como comparáveis, dentro do propósito desta pesquisa.

Tabela 6.7: Perfil de atividades das áreas de manutenção na Oxiteno

Atividade está inclusa no escopo da Manutenção?	OXN-CA	OLQ-CA	EMC-CA	OXN-MA	OXN-TB	OXN-TF
1)Administração e/ou operação de almoxarifado	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
2)Administração / operação de compra de materiais	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não
3)Comissionamento / testes de aceitação	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
4)Construção Civil	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
5)Ferramentaria e sua administração	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
6)Limpeza da área industrial / operacional	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não
7)Manutenção de área para depósito de resíduos	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
8)Manutenção de equipamentos e instrumentos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
9)Manutenção de instalações de telecomunicações	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
10)Manutenção de instalações de tratamento de efluentes	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
11)Manutenção de instalações industriais / operacionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
12)Manutenção de instalações prediais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
13)Manutenção de instalações de refrigeração, ar condicionado e ventilação	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
14)Oficina de apoio à manutenção	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
15)Pequenos projetos de melhoria	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
16)Projeto de novas instalações	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
17)Projetos de melhoria	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
18)Transporte de Cargas	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não
Quantidade atividades	16	16	14	14	15	14

#### 6.3.4 A medição de desempenho na manutenção da Oxiteno

Apresenta-se na tabela 6.8 um resumo do conjunto de indicadores de desempenho que são monitorados pelas equipes de manutenção nas unidades industriais da Oxiteno.

Observa-se a existência de um núcleo de sete indicadores (os de número 2, 3, 4, 6, 15, 16 e 21 da tabela 6.8), usados regularmente para a avaliação de desempenho da manutenção na Oxiteno, em todas as suas unidades industriais. Este conjunto de indicadores está diretamente vinculado aos objetivos estratégicos decorrentes do *Balanced Scorecard* de cada unidade, conforme segue:

- Objetivo: Agregar Valor ao Negócio - Indicadores: Disponibilidade operacional, indisponibilidade por manutenção e custo de manutenção;
- Objetivo: Buscar Excelência em Processos Críticos - Indicadores: Taxas de frequência e de gravidade dos acidentes, cumprimento dos programas de calibração e inspeção, geração de resíduos, *backlog*, giro de estoque, serviços em horário extraordinário e absenteísmo;
- Objetivo: Desenvolvimento de Competências - Indicador: Avaliação de desempenho.

Os demais indicadores de desempenho apresentados na tabela 6.8 são usados nos níveis táticos e operacionais de cada equipe de manutenção, auxiliando as mesmas a identificar a necessidade de ações corretivas e preventivas para a melhoria do desempenho global. Os principais resultados obtidos com o monitoramento dos indicadores de desempenho pelas unidades da Oxiteno será apresentado no Capítulo 7.

Tabela 6.8: Indicadores de desempenho de manutenção e frequência de uso nas unidades industriais da Oxitenó

Indicador de Desempenho	OXN-CA	OLQ-CA	EMC-CA	OXN-MA	OXN-TB	OXN-TF
1)Disponibilidade operacional global	M	M	N.A.	M	M	M
2)Indisponibilidade por manutenção	M	M	M	M	M	M
3)Custos de manutenção	M	M	M	M	M	M
4)Cumprimento programa de calibração	M	M	M	M	M	M
5)Classificação dos níveis de criticidade	E	E	N.A.	M	N.A.	M
6)Cumprimento programa inspeção	M	M	M	M	M	M
7)Cumprimento programa preventiva	M	M	N.A.	M	M	M
8)Taxa de frequência das falhas	M	M	N.A.	M	M	N.A.
9)Taxa de gravidade das falhas	M	M	N.A.	M	N.A.	N.A.
10)TMEF(Tempo Médio entre Falhas)	M	M	N.A.	N.A.	M	M
11)TMPR(Tempo Médio Para Reparo)	E	E	N.A.	N.A.	M	N.A.
12)Nível de satisfação dos clientes	N.A.	N.A.	N.A.	M	N.A.	N.A.
13)Nível de atendimento aos serviços	M	M	N.A.	M	M	N.A.
14)Nível de retrabalho dos serviços	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
15)Backlog(carreira serviços pendentes)	M	M	M	M	M	M
16)Taxa de frequência de acidentes	M	M	M	M	M	M
17)Taxa de gravidade de acidentes	M	M	M	M	N.A.	M
18)Cumprimento programa treinamento	M	M	N.A.	M	N.A.	A
19)Avaliação de desempenho	A	A	N.A.	M	M	A
20)Pesquisa do clima organizacional	A	A	N.A.	M	N.A.	M
21)Serviços em horário extraordinário	M	M	M	M	M	M
22)Níveis de absenteísmo	M	M	M	M	N.A.	M
23)Nível atendimento sobressalentes	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	M
24)Giro de Estoques de sobressalentes	M	M	N.A.	M	N.A.	M
25)Eficiência no consumo de energia	M	M	N.A.	M	M	M
26)Nível de geração de resíduos	M	M	N.A.	M	N.A.	M
27)Avaliação desempenho contratados	M	M	M	N.A.	M	M
28)Atendimento modificações de projeto	M	M	N.A.	N.A.	N.A.	M

Legendas:

A - Frequência anual;

E - Frequência eventual;

M - Frequência mensal;

N.A. - Indicador não aplicado na unidade.

## Trabalho Experimental e Desenvolvimento da Pesquisa

---

Apresenta-se neste capítulo a técnica de pesquisa empregada, contemplando a avaliação do referencial teórico estudado, a coleta de dados detalhados e os procedimentos de análise adotados.

### *7.1 Modelo de Pesquisa*

A técnica de pesquisa adotada contemplou os seguintes elementos de investigação:

- 1) as alegações de conhecimento, correspondentes às hipóteses e pressupostos apresentados no capítulo 1 e os referenciais teóricos estudados, apresentados nos capítulos 2 a 5;
- 2) os procedimentos de pesquisa ou estratégia de investigação, baseados em estudos utilizando questionários estruturados para o levantamento de dados, com o objetivo de efetuar generalizações a partir da amostra de uma população;
- 3) os métodos de pesquisa, abrangendo os procedimentos detalhados para a coleta de dados, para a análise e para a redação dos resultados e conclusões do trabalho.

Esta pesquisa foi do tipo quantitativa, uma vez que as informações coletadas o foram de forma quantificada, traduzidas em números e escalas, para posteriormente serem classificadas e analisadas. Para tal foram utilizados recursos e técnicas estatísticas, tais como percentagens, médias, coeficientes de correlação, dentre outros e a técnica de Análise de Redes Sociais (ARS).

As técnicas escolhidas baseiam-se na crença de que as causas de uma condição mais favorável para a criação e difusão do conhecimento provavelmente determinam os efeitos ou resultados apresentados na forma de um melhor desempenho da manutenção. A ARS como uma técnica quantitativa foi a escolhida por ser a que melhor atende ao objetivo de identificar os fatores que influenciam o resultado estudado ou a compreensão dos melhores previsores de resultados.

O problema estudado refletiu a necessidade de examinar as causas que influenciam este resultado, com o objetivo de reduzir as idéias a um conjunto limitado e discreto de fa-

tores, que representaram as variáveis constituintes da hipótese e das questões da pesquisa aplicada. O conhecimento que se produziu foi baseado na avaliação cuidadosa das informações fornecidas pelos envolvidos e pela mensuração de fatores considerados a partir da realidade objetiva existente nas unidades industriais pesquisadas.

A pesquisa foi iniciada a partir da teoria estudada, passando pela coleta de dados que, após a análise apoiaram a hipótese, permitindo-se chegar às conclusões apresentadas. A pesquisa procurou desenvolver declarações relevantes que possam ser usadas para explicar a situação, descrevendo as relações de causa-efeito possivelmente existentes.

A pesquisa realizada teve natureza do tipo aplicada, objetivando gerar conhecimentos para uma aplicação prática, voltados à solução de um problema específico, qual seja, o de entender o relacionamento entre os resultados de desempenho na manutenção de diferentes unidades industriais e seu relacionamento com as condições de criação e difusão do conhecimento reinantes nas equipes envolvidas.

Na prática, foram analisadas as informações a partir de dois questionários estruturados para coleta de dados, aplicados e completados pelos participantes, conforme apresentado na seção 6.3 a seguir.

O primeiro questionário foi respondido pelas pessoas responsáveis pela coordenação das equipes de manutenção das unidades industriais pesquisadas, tendo por objetivo principal fazer a coleta de informações necessárias para a proposição do modelo de medição de desempenho global das áreas de manutenção de cada unidade industrial.

O segundo questionário foi aplicado a toda equipe constituinte dos times responsáveis pela manutenção das unidades industriais e objetivou fundamentalmente o conhecimento das condições existentes de criação e difusão do conhecimento.

Ambos os questionários, na sua parte de visão sobre os processos, foram compostos por um conjunto de perguntas fechadas, com informações reunidas em escalas de valores pré-estabelecidos, visando preservar a confidencialidade requerida das informações coletadas quando pertinente, porém com o cuidado de que as escalas permitissem a identificação dos resultados diferenciados entre as unidades industriais participantes da pesquisa.

Quanto aos objetivos, a pesquisa foi exploratória e descritiva. Foi exploratória, visando proporcionar maior entendimento do problema com vistas a torná-lo explícito e pela construção de alguns pressupostos. Envolveu levantamento bibliográfico e coleta de informações com pessoas que têm experiência prática com o problema pesquisado. A pesquisa foi descritiva pois visou descrever as características de uma determinada população, partindo da técnica padronizada de coleta de dados com os questionários aplica-

dos.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, partiu-se de uma pesquisa bibliográfica sobre o material especializado publicado, como livros, artigos, entre outros. Tratou-se de um estudo de multicaso do processo de manutenção industrial, e mais especificamente dos processos de sua medição de desempenho e das condições de criação e difusão do conhecimento existentes.

A partir das informações coletadas nos questionários, utilizou-se a Teoria dos Grafos para representar as redes sociais como um modelo dos sistemas compostos pelos conjuntos de atores (funcionários das áreas de manutenção) e das ligações (também denominadas relações ou laços) entre eles. O modelo proposto corresponde a uma representação simplificada da situação que contempla alguns (porém certamente não todos) dos elementos da realidade representada. Baseado na Teoria dos Grafos, os pontos (chamados de nós) são usados para representar os atores e as linhas conectando os pontos são usadas para representar as ligações entre os atores. A representação dos dados na forma de um grafo, (também denominado sociograma) permite mais facilmente se visualizar e se identificar padrões nas relações estudadas. Outra forma usada para representar e sumarizar os dados das redes são as matrizes, as quais contém as mesmas informações que os grafos, porém se prestam melhor para a análise computacional. No estudo em particular, considerou-se a representação de relações direcionais, onde as linhas são direcionadas de um nó a outro. Os grafos direcionados, também chamados dígrafos, foram usados para representar as relações direcionais onde uma ligação tem necessariamente uma origem e uma destinação. (WASSERMAN S. E FAUST, 2009).

As redes sociais podem ser estudadas sobre diversos níveis: o dos atores, o das duplas ou triplas de atores (também denominados de díades ou tríades), o de sub-grupos ou do grupo como um todo. Neste trabalho, optamos por recortar as redes que compunham cada time de manutenção das unidades industriais, cada um como um grupo como um todo, para correlacionar os resultados destes estudos com o desempenho de cada grupo estudado. Não foi objeto deste trabalho o estudo detalhado das características do processo de criação e difusão do conhecimento para cada indivíduo.

### 7.1.1 Variáveis

Na pesquisa realizada existem dois conjuntos de variáveis estudadas. O primeiro conjunto corresponde às variáveis associadas à medição de desempenho da manutenção industrial. Para a identificação e a definição conceitual destas variáveis, traduzidas em indicadores de desempenho, foi efetuada a revisão bibliográfica sobre o tema conforme apresentado nos capítulos 2 a 4 desta dissertação, resultando na seleção das variáveis relevantes indicadas

na tabela 6.8.

Pode-se destacar como variáveis relevantes para esta pesquisa as de indisponibilidade por manutenção, de custo de manutenção, do cumprimento do programa de calibração e de inspeção, carteira de serviços pendentes (*backlog*), taxa de frequência de acidentes, nível de serviços em horário extraordinário e as demais métricas de desempenho indicadas na referida tabela 6.8. Estas variáveis tiveram suas definições reforçadas pelos glossários que acompanharam as pesquisas realizadas, de modo a uniformizar o entendimento dos respondentes no que diz respeito a conceituação de cada variável considerada.

O segundo conjunto corresponde às variáveis associadas às condições favorecedoras da criação e difusão do conhecimento, condições estas conceitualmente apresentadas no capítulo 5, sendo materializadas nas métricas derivadas da aplicação da técnica de Análise de Redes Sociais, podendo-se classificá-las em dois blocos:

- a) Variáveis de composição
- b) Variáveis estruturais

As variáveis estruturais e de composição desta pesquisa foram estudadas sob a modalidade "one-mode", onde se desconsiderou as eventuais interações existentes entre os atores de unidades industriais diferentes.

Foram consideradas como relevantes também as direções nas trocas de informações entre os atores componentes de cada rede social. Em redes direcionadas pode-se avaliar tanto a quantidade de arcos que saem de um dado nó, quanto a quantidade de arcos que chegam a este nó. Quando dois atores se relacionam entre si, estabelece-se uma reciprocidade e em redes onde ocorre uma maior frequência de reciprocidade tende a ocorrer uma maior difusão do conhecimento.

As principais variáveis advindas da técnica de Análise de Redes Sociais foram as médias do "Nodal Indegree" e "Nodal Outdegree", da Centralidade da Informação e o Coeficiente de Difusão do Conhecimento (CDC).

O "Nodal Indegree" de um nó é o número de linhas adjacentes a ele, ou equivalentemente, o número de arcos incidentes a partir de um dado nó da rede. Numa representação gráfica, um nó tanto pode ser adjacente a um nó ou adjacente de outro nó, dependendo da direção do arco. Portanto é necessário considerar os dois casos separadamente. O "Nodal Outdegree" quantifica a tendência dos atores fazerem "escolhas", enquanto que o "Nodal Indegree" permite quantificar a tendência para ser "escolhido". O "Nodal Indegree" mede a receptividade ou popularidade dos atores, enquanto que a "Nodal Outdegree" mede a

expansividade dos mesmos.

Pode-se sumarizar as médias dos Graus de *Indegree* e de *Outdegree* de todos os atores de uma rede social, utilizando as médias dos valores calculados com as fórmulas apresentadas na figura 7.1.

O termo  $n_i$  representa cada um dos nós da rede,  $d_I$  representa o número de nós que são adjacentes ao nó  $n_i$ ,  $d_o$  representa o número de nós que são adjacentes a partir do nó  $n_i$ ,  $g$  representa o número de nós. Na análise de redes completas, as médias do *Indegree* e do *Outdegree* são iguais e correspondem à razão entre o número de arcos (representado por  $L$ ) e o número de atores (representado por  $g$ ).

$$\text{indegree} = \bar{d}_i = \frac{\sum_{i=1}^g d_i(n_i)}{g} \quad \text{outdegree} \quad \bar{d}_o = \frac{\sum_{i=1}^g d_o(n_i)}{g}$$

Figura 7.1: Fórmulas de Cálculo para o *Indegree* e *Outdegree*

Fonte: (WASSERMAN S. E FAUST, 2009)

A Centralidade de Informação emprega a teoria de aproximação estatística. Usa uma combinação que analisa todos os caminhos entre os atores. Para cada percurso analisado considera-se a informação contida no caminho correspondente. Esta variável foi proposta por (STEPHENSON K. E ZELEN, 1989) como um recurso a mais para o cálculo da centralidade na Análise de Redes Sociais. As medidas de centralidade mais empregadas (de grau, de intermediação e de proximidade) utilizam os caminhos geodésicos (mais curtos) no seu cálculo. A informação em uma rede pode utilizar qualquer canal de fluxo disponível, nem sempre o mais curto, justificando que se empregue nos casos de fluxos informacionais a centralidade de informação proposta por (STEPHENSON K. E ZELEN, 1989). Nesta análise não se considera quem transmite a informação a quem, mas a existência ou não de um caminho em que a informação pode fluir.

O Coeficiente de Difusão de Conhecimento permite, conforme proposto por (ROSA, 2008), ter a visão do nível de socialização do conhecimento perante os grupos avaliados, utilizando como parâmetros iniciais as relações interpessoais existentes intra-organizacionalmente.

O Coeficiente de Difusão do Conhecimento foi obtido pela multiplicação de 3 fatores:

- 1) A média dos *Nodal Indegree* e *Outdegree*;
- 2) A média da Centralidade de Informação e



3) O Grau de maturidade das organizações, representado pelo Índice Global de Desempenho da Manutenção.

A representação matemática do Coeficiente de Difusão do Conhecimento é dada pela fórmula apresentada na figura 7.2.

$$C_{DC} = \left( \frac{L}{g} \right) x \left( \frac{n}{\sum_{j=1}^n 1/I_{ij}} \right) x G_M$$

Figura 7.2: Fórmula para o Coeficiente de Difusão do Conhecimento

Fonte: (ROSA, 2008)

Nela o primeiro fator representa a média das variáveis *Nodal Indegree* e *Nodal Outdegree*, tendo por base matemática para a sua determinação, as fórmulas definidas por (WASSERMAN S. E FAUST, 2009).

O segundo fator representa a média da Centralidade da Informação, tendo por base matemática de cálculo a proposta por (STEPHENSON K. E ZELEN, 1989).

O terceiro fator (Grau de Maturidade) corresponde ao Índice Global de Desempenho estruturado com base no modelo proposto a seguir.

### 7.1.2 Unidades de Medida e Escalas

Para a avaliação do Grau de Maturidade da organização da manutenção, Jamarillo (2004) propôs uma escala baseada no sistema de gerenciamento de manutenção adotado. Em linhas gerais, a manutenção se realiza através de uma série de práticas adotadas pela organização, representadas como blocos na figura 7.3.

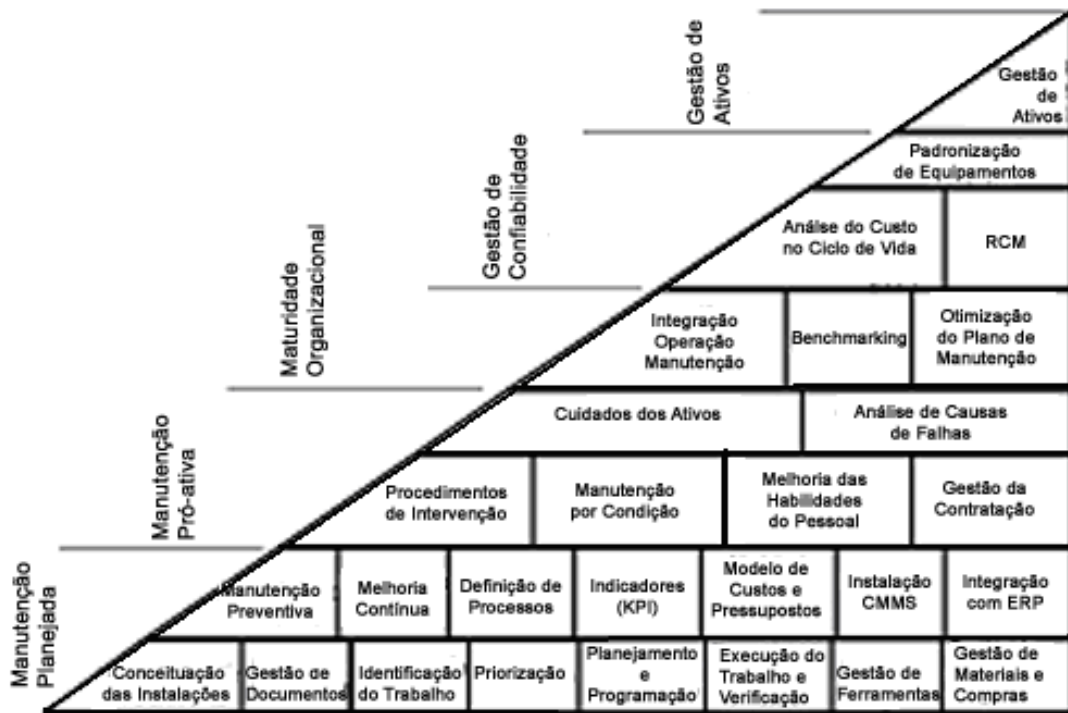


Figura 7.3: Grau de maturidade da manutenção

Fonte: Adaptado de (JAMARILLO, 2009)

Na medida em que estas práticas estão implantadas como ações rotineiras, pode-se afirmar que os modelos de gestão da manutenção associados estão efetivamente implantados. Ocorre também que a adoção de algumas destas práticas depende da implantação prévia de outras, estabelecendo uma hierarquia entre as mesmas, o que a figura representa na forma de camadas de superposição, onde as práticas situadas em camadas superiores se apóiam sobre as situadas em camadas inferiores.

O conjunto de práticas situadas em uma mesma camada caracteriza o nível de maturidade correspondente, desde o considerado como o mais básico (“Manutenção Planejada”) até o quinto nível, o mais maduro (“Gerência de Ativos”), passando pela “Manutenção Pró-ativa”, pela “Maturidade Organizacional” e pela “Gestão da Confiabilidade”.

Com base nos processos dos sistemas de gestão apresentados no Capítulo 2, este trabalho propõe a utilização de uma escala de maturidade ampliada conforme apresentado na figura 7.4, com 8 níveis de classificação, da Manutenção Inventariada até a Manutenção Sustentável.

NÍVEIS DE MATURIDADE		PROCESSOS DESENVOLVIDOS NA ORGANIZAÇÃO CONFORME NÍVEL DE MATURIDADE							
MANUTENÇÃO SUSTENTÁVEL	PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DO NEGÓCIO							LCP / Análise do Lucro Ciclo Vida	Sucessão e Crescimento
								Integração dos Processos	Satisfação de Clientes
MANUTENÇÃO INTEGRADA	PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DE EQUIPES							Melhoria Clima Organizacional	Capacitação Equipes
								Difusão da Cultura Organiz.	Cooperação Inter-funcional
MANUTENÇÃO PARTICIPATIVA	PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DE PESSOAS					Desenvolvimento Pró-atividade	Desenvolvimento Autonomia	Desenvolvimento Liderança	
						Educação e Treinamento	Avaliação de Pessoal	Incentivos e Benefícios	
MANUTENÇÃO OTIMIZADA	PROCESSOS DE OTIMIZAÇÃO			Medição desemp. & Benchmarking	Pesquisa e Desenvolvimento	Redução Variabilidade	Modificação de Projeto		
				Solução de Problemas	Melhoria Contínua	Padroniz. Proced. e documentos	Padroniz. de Ativos		
MANUTENÇÃO GERENCIADA	PROCESSOS DE GESTÃO			RBM / Gestão de Riscos	TPM / Gestão da Produtividade	Gestão de Pessoal	Gestão de Ativos	Gestão do Conhecimento	
				TQMain / Gestão da Qualidade	Gestão de Saúde/Segurança	Gestão Ambiental	Gestão da Respons. Social	RCM / Gestão da Confiabilidade	
MANUTENÇÃO PLANEJADA PROGRAMADA	PROCESSOS DE ANÁLISE PLANEJAMENTO & PROGRAMAÇÃO	Planej. & Program. Orçamentária		Ordem & Limpeza Filosofia 5S	Análise de Riscos	Análise de Falhas e Causas	LCC / Análise do Custo Ciclo Vida	Atendimento a Legislação	
		Planej. & Program. Manut. Corretiva		Planej. & Program. Manut. Preventiva	Planej. & Program. Manut. Preditiva	Planej. & Program. Outros Serviços	Planej. & Program. Contrat. Serviços	Planej. & Program. de Compras	
MANUTENÇÃO CONTROLADA	PROCESSOS DE CONTROLE	Controle Ativos		Controle Documentos	Controle Pessoal Próprio	Controle Prest. Serviços	Controle Fabricantes	Controle Rotativos	Controle Sobressalentes
		Controle Ferramentas		Controle Recursos Apoio	Controle Materiais	Controle de Falhas	Controle de Riscos	Controle de Solic. Serv.	Controle Orçamentário
MANUTENÇÃO INVENTARIADA	Sistema CIMMS	Inventário de Ativos		Inventário de Documentos	Qualif. Pessoal Próprio	Qualif. Prest. de Serviços	Inventário de Fabricantes	Inventário de Rotativos	Inventário de Sobressalentes
		Inventário de Ferramentas		Inventário de Recursos Apoio	Inventário de Materiais	Inventário de Falhas	Inventário de Riscos	Inventário de Solic. Serviços	Plano de Contabilização

Figura 7.4: Modelo para Avaliação da Maturidade da Organização da Manutenção

Fonte: (LIMA J., 2010)

Como forma de metrificar o nível de maturidade, propõe-se neste trabalho adotar o Índice Global de Desempenho desenvolvido a partir da ponderação dos resultados associados aos diversos indicadores de desempenho, representantes da efetiva implementação de cada um dos processos desenvolvidos nas respectivas organizações de manutenção. O Índice Global de Desempenho possui a escala de variação de 0 a 10, sendo seu método de cálculo detalhado na Seção 7.3.1. Cada indicador componente do Índice Global foi aferido com base numa escala de faixas de valores conforme detalhado no Apêndice 1. Estas faixas foram estruturadas para permitir a identificação das diferenças de desempenho existentes, conservando porém a condição de confidencialidade dos valores individuais por unidade industrial.

Já para o levantamento das condições de criação e difusão do conhecimento, também foram estruturadas escalas para cada questão relativa à visão dos processos, conforme apresentado nas questões 1 a 10, contantes do Apêndice 2.

### 7.1.3 Instrumentos de pesquisa

Buscando conhecer os resultados do desempenho da manutenção das unidades industriais da Oxiteno situadas no Brasil e visando compreender como funciona a criação e a difusão do conhecimento associado entre os atores selecionados, optou-se, como instrumento de pesquisa, pela utilização de questionários de perguntas.

Para o levantamento das informações relacionadas ao desempenho das unidades industriais da Oxiteno, foi elaborado um primeiro questionário, conforme apresentado no Apêndice 1. Este questionário foi encaminhado por e-mail aos responsáveis das áreas de manutenção industrial no início de Junho/10. As respostas foram recebidas também por e-mail entre Junho e Julho/10.

Este primeiro questionário foi composto pelas seguintes partes:

- a) Uma capa contendo a identificação da pesquisa, do pesquisador, do orientador e co-orientador e das instituições de ensino e sua data de elaboração;
- b) Uma introdução explicativa dos objetivos gerais da pesquisa;
- c) Um termo de confidencialidade, registrando o compromisso com o tratamento das informações de modo a não expor dados individualizados dos respondentes;
- d) Um bloco com um glossário dos termos usados na pesquisa, para permitir a correta interpretação dos conceitos por parte dos respondentes. O glossário foi montado a partir do elaborado pela ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção) com base nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 5462 - Confiabilidade e manutenibilidade (terminologia) e NBR 15150 - Qualificação e certificação de instrumentista de manutenção - Requisitos, sendo o mesmo que foi utilizado pela ABRAMAN na sua pesquisa A Situação da Manutenção no Brasil, mais recente.
- e) Um bloco de perguntas com a identificação de dados do respondente (nome, unidade, setor, telefone, e-mail, idade, escolaridade, etc.) para permitir a posterior estratificação dos resultados, por grupos de interesse;
- f) Um bloco com 67 questões relativas à visão sobre os processos de manutenção industrial e medição de desempenho, distribuídas da seguinte forma: 2 perguntas sobre a forma de organização da manutenção; 1 pergunta sobre o perfil de atividades da manutenção; 12 perguntas sobre os recursos humanos empregados na manutenção; 4 perguntas sobre a contratação de serviços para a manutenção; 17 perguntas sobre o controle de manutenção, incluindo a obtenção das informações sobre resultado de indicadores de desempenho da

manutenção; 3 perguntas sobre os sistemas de informação empregados na manutenção; 4 perguntas sobre a gestão da qualidade na manutenção; 2 perguntas sobre a qualificação e certificação de pessoal de manutenção; 9 perguntas sobre as características dos equipamentos e instrumentos mantidos; 7 perguntas sobre o treinamento e desenvolvimento tecnológico da manutenção; 6 perguntas sobre segurança, saúde e meio-ambiente na manutenção.

g) Um bloco com 3 questões relativas à visão sobre os relacionamentos no processo de manutenção industrial e medição de desempenho. Não havia limitação para a quantidade de possíveis indicações por parte dos respondentes nesta parte do questionário;

h) Um último bloco com espaço para comentários e sugestões dos respondentes.

Todas as perguntas do bloco relativo à visão de processos possuíam alternativas para as respostas, a disposição para a escolha por parte do respondente, buscando dar ao mesmo a condição de preservação da confidencialidade dos resultados individuais de cada unidade pesquisada.

Para o levantamento das informações relacionadas as condições para a criação e difusão do conhecimento, no âmbito do processo de execução e medição do desempenho da manutenção, foi elaborado um segundo questionário, conforme apresentado no Apêndice 2.

Considerando a necessidade de agilidade na coleta e no tratamento das respostas dos colaboradores consultados, este segundo questionário foi cadastrado com o uso de um sistema desenvolvido especificamente para o apoio das pesquisas do grupo Oficina do Saber, visando a sua aplicação através da Internet. O aplicativo e o banco de dados associado foram alocados em um servidor externo à empresa estudo de multicaso, evitando assim possíveis problemas de instalação de programas não pertencentes à mesma, fato este que poderia inviabilizar a pesquisa. A pesquisa efetuada está registrada no endereço eletrônico <http://www.oficinasaber.pro.br/pesquisa03>, com acesso restrito a partir do cadastro de *login* e senha individual para cada um dos usuários (administrador, pesquisador, orientador e respondentes).

Após a alocação do questionário eletrônico no servidor externo, um teste foi executado com o próprio autor deste trabalho, que também é parte integrante de uma das equipes pesquisadas. O teste teve por objetivo identificar possíveis erros ou falhas de entendimentos das questões previamente estabelecidas. Após análise e correção, o questionário final foi aplicado aos membros das equipes. Foram encaminhados e-mails a cada um dos colaboradores identificados, solicitando a participação dos mesmos até a data limite de respostas, inicialmente estabelecida para 21/agosto/2010. A utilização de questionário on

line, viabilizou o gerenciamento em tempo real das respostas obtidas. Para atingir um nível de participação considerado adequado para a boa representatividade das respostas, o prazo final de respostas foi prorrogado por duas vezes, primeiro para 31/agosto/2010 e posteriormente para 03/Setembro/2010.

O questionário eletrônico foi composto pelas seguintes partes:

- a) Uma tela de inicialização contendo a identificação do grupo de pesquisa, dos apoiadores, do objetivo e dos principais eixos de pesquisa, permitindo ao usuário identificar seu *login* e senha de acesso;
- b) Um tutorial explicativo sobre o mestrado, a pesquisa e o Grupo Oficina do Saber;
- c) Um Termo de Confidencialidade dentro da seção intitulada *Overview* sobre a Pesquisa, registrando o compromisso com o tratamento das informações de modo a não expor dados individualizados dos respondentes;
- d) Um bloco de perguntas com a identificação de dados do respondente (nome, unidade, setor, telefone, e-mail, idade, escolaridade, etc.) para permitir a posterior estratificação dos resultados, por grupos de interesse;
- e) Um bloco com 10 questões relativas à visão sobre os processos de criação e difusão do conhecimento na manutenção industrial e na medição de seu desempenho;
- f) Um bloco com 2 questões relativas à visão sobre os relacionamentos no processo de manutenção industrial e da medição de seu desempenho. Neste bloco limitou-se intencionalmente o espaço para a indicação de relacionamentos a apenas duas nomeações para cada indicador de medição de desempenho mapeado, de modo que apenas as relações mais significativas fossem apontadas e, portanto, consideradas eliminando a possibilidade de generalizações;
- g) Um último bloco com espaço para comentários e sugestões dos respondentes.

Todas as perguntas sobre a visão de processos possuíam alternativas de respostas, a disposição para a escolha por parte dos respondentes, buscando dar aos mesmos condição de expressarem suas percepções, dentro de faixas de valores pré-estabelecidas. As faixas foram escolhidas abrangentes o suficiente para representar a variação das condições existentes.

Na questão sobre a visão de relacionamentos foi fornecida uma lista pré-cadastrada de todos os funcionários da manutenção das unidades industriais e dos demais indicados pelos

respectivos coordenadores das Células de Suporte. Permitia-se também o cadastro, por digitação, de outros colaboradores eventualmente não constantes da lista pré-cadastrada. Considerou-se o e-mail pessoal na Oxiten, como sendo a chave de identificação individual para efeitos desta pesquisa.

#### 7.1.4 Amostragem

A pesquisa teve por objetivo verificar a correlação entre o desempenho das equipes de manutenção e as condições de criação e difusão do conhecimento. Para a consecução deste objetivo era necessário investigar tais aspectos em várias equipes de manutenção, caracterizando-se esta pesquisa como um estudo multicaso.

A organização selecionada para tal foi a Oxiten e suas companhias afiliadas (a Oleoquímica e a Emca), empresas apoiadoras da pesquisa. Estas empresas possuem unidades fabris distribuídas no Brasil, na Venezuela e no México, cada uma com equipes próprias de manutenção industrial. Buscando atingir os objetivos estabelecidos, considerando porém o volume de informações a serem tratadas, restringiu-se a pesquisa às unidades industriais situadas no Brasil. Desta forma foram remetidos questionários aos funcionários das áreas de manutenção das unidades de Camaçari-BA (Oxiten, Oleoquímica e Emca), Mauá-SP (Oxiten), Tremembé-SP (Oxiten) e Triunfo-RS (Oxiten), totalizando seis unidades industriais pesquisadas.

As redes sociais estudadas são compostas por atores que são os funcionários das áreas de manutenção. Estes indivíduos estão aglutinados em grupos de trabalho, geograficamente espalhados nas unidades industriais estudadas, participando dos processos de execução e de gestão da manutenção.

No primeiro questionário aplicado, referente ao levantamento das informações relacionadas ao desempenho da manutenção e à visão formal da companhia para o fluxo de informações relacionadas à sua medição, foram consultados os responsáveis pela coordenação das respectivas unidades industriais. Este questionário foi elaborado e enviado através de correio eletrônico (*e-mail*). Os coordenadores de manutenção responderam e devolveram o questionário também via correio eletrônico. Estes documentos, em formato digital e as evidências de envio e recebimento dos mesmos estão registrados e arquivados com o pesquisador. Após o recebimento dos questionários respondidos, os mesmos foram avaliados quanto ao teor e completude das informações respondidas. Em alguns casos, foram necessárias pequenas entrevistas com os participantes para que os mesmos complementassem as respostas necessárias.

Foram recebidas respostas de todos os responsáveis consultados, correspondendo a 5

profissionais, pois um deles coordena duas unidades industriais. São todos do sexo masculino, com formação superior, com mais de 10 anos de experiência na área de manutenção e na Oxiteno, com nível superior (dois pós-graduados e um com mestrado), dois com idade acima de 50 anos, dois acima de 40 anos e 1 acima de 30 anos. Desta forma foi possível calcular e propor a composição de Indicadores de Desempenho Globais para todas as unidades industriais pesquisadas.

Para o segundo questionário aplicado, foram consultados todos os funcionários que compõem os quadros formais das áreas de manutenção e alguns de outras áreas, que haviam sido indicados pelos coordenadores como participantes da rede social de medição de desempenho, nas suas respostas ao primeiro questionário. O segundo questionário visava coletar principalmente as informações sobre as condições para a criação e difusão do conhecimento, no âmbito do processo de execução e medição do desempenho da manutenção.

Duas das unidades industriais pesquisadas são atendidas por uma mesma equipe, a qual fica responsável pela gestão compartilhada da manutenção das mesmas. Desta forma, após o cômputo do Índice Global de Desempenho ter demonstrado resultados muito próximos em ambas, passou-se a considerá-las como uma única equipe para o desenvolvimento de toda a análise de condições para a criação e difusão do conhecimento.

O núcleo de pessoas pesquisadas apontou para pessoas de outras áreas que também participam do fluxo informacional relacionado à medição de desempenho da manutenção, tanto interna como externamente às suas respectivas unidades industriais. Este trabalho limitou-se a mapear as relações existentes especificamente entre os membros dos grupos de manutenção, considerando que as demais relações apontadas são situações pontuais e normalmente restritas a conjuntos bastante limitados de indicadores, conforme foi constatado nas respostas à pesquisa.

Para a preservação do compromisso de confidencialidade das informações assumido com os participantes da pesquisa, a partir deste ponto os resultados serão apresentados sem a identificação nominal das unidades industriais correspondentes.

No total foram aplicados 117 questionários, distribuídos e respondidos conforme a tabela 7.1.



Tabela 7.1: Tabela de respondentes do segundo questionário

Unidade	Questionários	Respostas	Respondentes (%)
1)Unidades A e B	51	45	88%
2)Unidade C	11	10	91%
3)Unidade D	38	18	47%
4)Unidade E	11	2	18%
5)Unidade F	6	5	83%
6)Total	117	80	68%

Para preservar a representatividade dos resultados optou-se por restringir a análise, neste trabalho, às unidades que apresentaram percentuais de respostas superiores a 80% das suas respectivas equipes consultadas (Unidades A e B, Unidade C e Unidade F).

O perfil dos respondentes teve as seguintes características:

- acima de 90% é do sexo masculino;
- acima de 70% tem mais de 40 anos de idade;
- acima de 80% possui mais de 7 anos de experiência na função desempenhada;
- acima de 70% possui mais de 5 anos de experiência na Oxiteno;
- todos possuem pelo menos o nível médio de escolaridade completo.

### 7.1.5 Tratamento dos dados

Para o tratamento dos dados obtidos com as questões relacionadas com a visão de processos, constantes dos dois questionários aplicados, utilizou-se o software Microsoft Office Excel 2003, para a tabulação das informações e produção dos dados estatísticos (caracteristicamente a percentagem ou média das respostas obtidas).

Esta análise visou identificar a percepção dos respondentes sobre a importância dos diversos fatores de acompanhamento da manutenção, para construir um modelo de avaliação global de desempenho proposto. Na construção do modelo de avaliação do Índice Global de Desempenho (IGD) também se utilizou o mesmo software Microsoft Office Excel 2003.

Para a análise dos dados referentes às questões associadas com a visão de relacionamentos, mais representativas do segundo questionário, utilizou-se o software UCINET 6 for

Windows Versão 6.283. O UCINET é um programa para Análise de Redes Sociais (ARS) desenvolvido por Steve Borgatti, Martin Everett e Lin Freeman, distribuído pela companhia Analytic Technologies. Atua em paralelo com um programa freeware denominado NETDRAW, usado na sua versão 2.096 neste trabalho, para a visualização das redes construídas.

Os softwares estão disponíveis para *download* no *site* <http://www.analytictech.com/>, desde que respeitadas as condições estabelecidas para a utilização da ferramenta computacional, mencionadas no próprio site.

Os softwares NETDRAW e UCINET possibilitaram a apresentação dos sociogramas representativos das redes mapeadas na pesquisa e o cálculo dos indicadores de Média de *In-degree/Outdegree* das redes e de seus respectivos graus de Centralidade das Informações, indicadores básicos para o cálculo do Coeficiente de Difusão do Conhecimento (CDC).

A partir dos cálculos dos indicadores efetuados no software UCINET, retornou-se ao Excel para o cálculo do CDC e demonstração gráfica de seus valores e da correlação entre o CDC e o IGD, conforme apresentado na Seção 7.3 - Resultados.

### 7.1.6 Limitações do método

Os resultados apresentados a seguir estão baseados nas respostas recebidas para os questionários enviados aos respondentes. O primeiro questionário foi apresentado diretamente aos responsáveis pela coordenação das equipes de manutenção de cada unidade industrial pesquisada. Os resultados obtidos basearam-se na informação fornecida sobre os principais indicadores de manutenção aferidos em cada unidade. Assume-se que os dados assim obtidos expressam a melhor informação disponível por cada um destes responsáveis, não se efetuando neste trabalho o julgamento sobre a sua procedência ou veracidade. Considerando a maturidade da organização na medição de desempenho, resultado de sua gestão baseada no *Balanced Scorecard*, é possível considerar que os dados possuem precisão suficiente para o propósito desta pesquisa. Os valores apresentados para o Índice Global de Desempenho (IGD) devem ser considerados como parâmetros válidos para o posicionamento relativo das equipes em faixas de desempenho, não devendo ser interpretados como matematicamente exatos.

O segundo questionário representa a percepção da coletividade envolvida na condução da manutenção e na medição de desempenho de cada unidade industrial sobre as questões apresentadas. Como ocorreram abstenções nas respostas aos questionários em todas as unidades pesquisadas, os resultados devem ser entendidos como limitados às visões parciais da realidade, assim obtidas.

Esta limitação, nos casos das unidades com elevado percentual de não respondentes (casos das Unidades D e E), justifica a não apresentação de seus resultados, pois os mesmos correm elevado risco de não serem representativos.

Considerou-se que os dados obtidos nas unidades com percentual de respostas superior a 80% (Unidades A e B, Unidade C e Unidade F) possuem uma representatividade satisfatória para os propósitos deste trabalho.

## 7.2 Cenário da pesquisa

O cenário contemplado nas análises e simulações efetuadas neste trabalho é o das redes sociais estabelecidas nas unidades industriais estudadas (Unidades A, B, C e F), cujos respondentes estão identificados a partir das suas características representadas na Seção 6.3 e podem ser representados pelos sociogramas apresentados nas figuras 7.5, 7.6 e 7.7

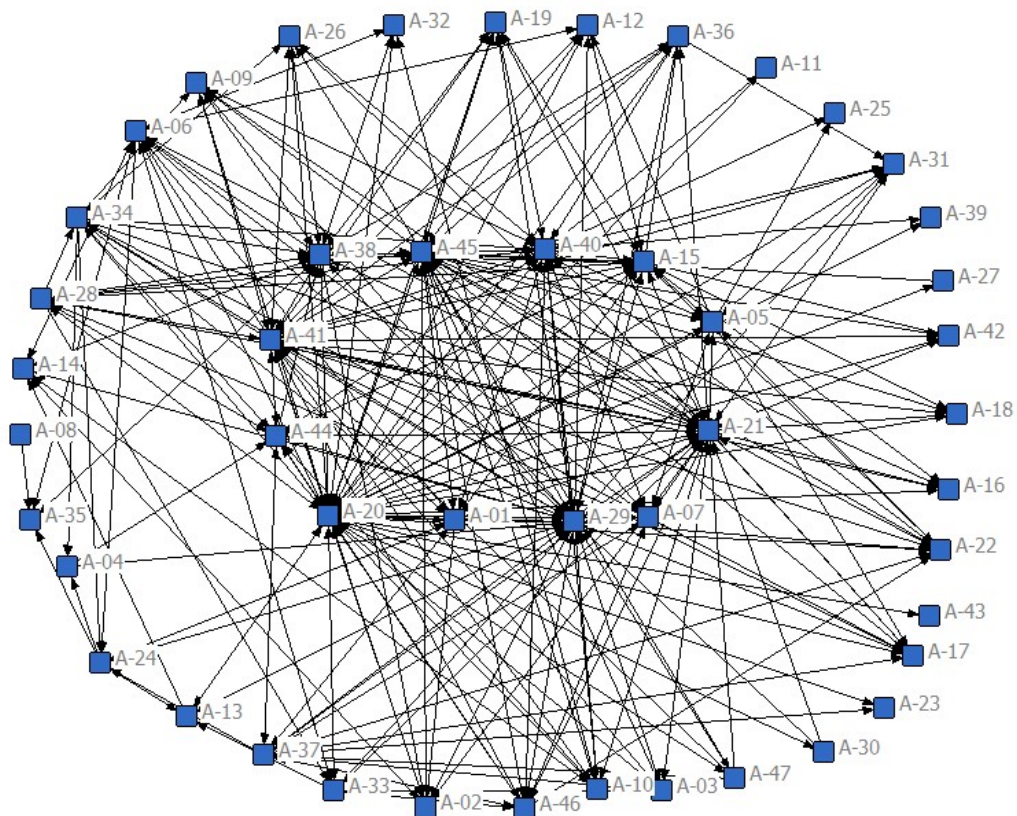


Figura 7.5: Sociograma da equipe de manutenção das Unidades A e B

Fonte: o Autor (gráfico gerado pelo Software Netdraw)

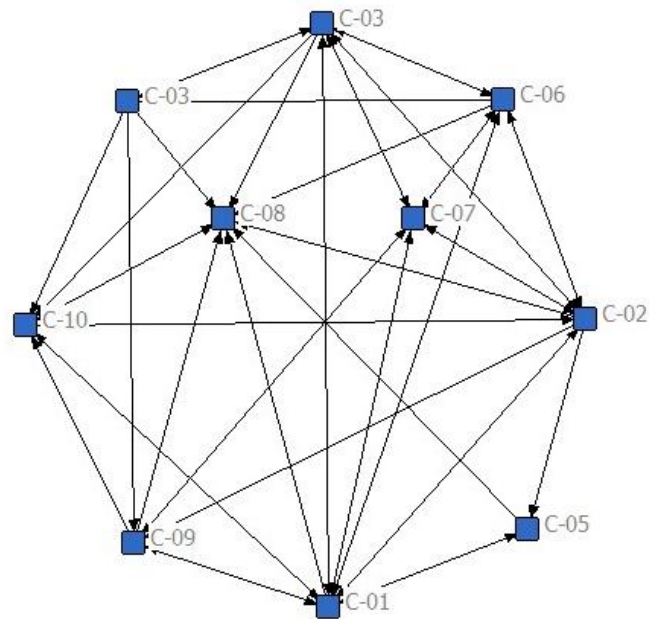


Figura 7.6: Sociograma da equipe de manutenção da Unidade C  
 Fonte: o Autor (gráfico gerado pelo Software Netdraw)

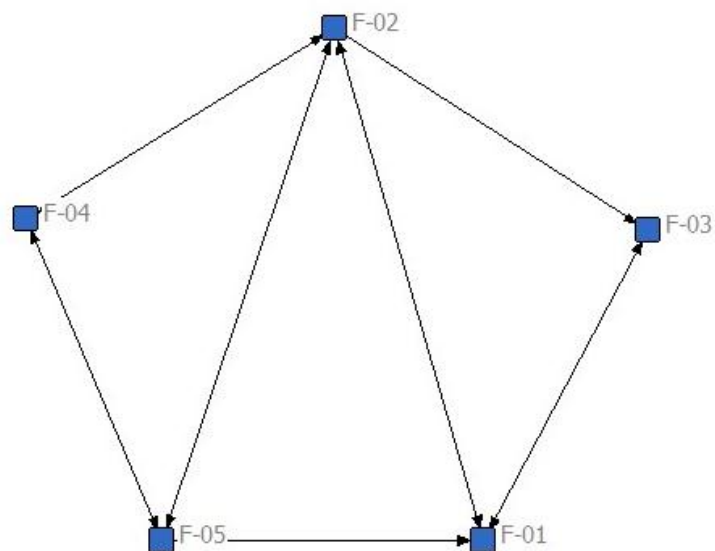


Figura 7.7: Sociograma da equipe de manutenção da Unidade F  
 Fonte: o Autor (gráfico gerado pelo Software Netdraw)

As equipes de manutenção industrial da Oxiteno estão organizadas em estruturas horizontalizadas, com até três níveis hierárquicos. Em 67% das unidades industriais as equipes de manutenção executam tarefas de uma mesma especialidade e algumas atividades complementares. Nas demais executam atividades apenas de sua especialidade de formação. O *turnover*, índice que mede a rotatividade de pessoal, é baixo. Em 67% das unidades pesquisadas é inferior a 2%.

Os serviços de terceiros são contratadas com base nos critérios de medição por itens executados e nos critérios de serviços fechados (pacotes) ou por administração de mão-de-obra. A maioria dos respondentes (83%) indicou que a qualidade dos serviços prestados é boa e que há a tendência de se aumentar o volume de contratações. Na média das respostas recebidas, atribuiu-se a seguinte escala de prioridades para a escolha de um prestador de serviço, sendo 1 o maior nível e 5 o menor nível de prioridade: 1 - Preço; 2 - Qualidade; 3 - Prazo; 4 - Tecnologia; 5 - Experiência.

Todas as unidades industriais pesquisadas utilizam sistemas de tecnologia de informação para suportar os seus processos de execução e de gestão da Manutenção Industrial, em atividades de planejamento, programação e acompanhamento de serviços, gerenciamento de paradas de manutenção ou grandes serviços, no gerenciamento da manutenção preventiva e preditiva aplicadas, controle de custos e gestão de estoques de sobressalentes. Os trabalhos desenvolvidos por todas as equipes de manutenção estão inseridos no sistema de gestão integrado da companhia, tendo por base o atendimento aos requisitos das Normas dos sistemas de gestão ISO 9000 e ISO 14001.

Existem programas de treinamento do pessoal de manutenção em 83% das unidades pesquisadas, elaborado pelas próprias equipes.

A identificação e aplicação de novas tecnologias relacionadas à manutenção é efetuada pelos grupos de técnicos e especialistas da própria companhia, que promovem o seu desenvolvimento e disseminação nas respectivas unidades industriais. O conhecimento associado à atividade de manutenção é preservado fundamentalmente através da elaboração e da atualização sistemática de procedimentos escritos.

Os aspectos acima indicados foram levantados para avaliar e apontar as características comuns existentes nas diferentes unidades, bem como as diferenças específicas, que podem auxiliar no reconhecimento dos fatores relevantes para o entendimento das causas das diferenças nos resultados apresentados na seção 7.3.

## 7.3 Resultados

Os resultados deste trabalho estão apresentados em duas partes:

- 1) Na Sub-seção 7.3.1 que complementa os resultados da pesquisa referentes ao processo de medição de desempenho, apresentando o modelo proposto para o cálculo do Índice Global de Desempenho da Manutenção. Até este ponto, os resultados estão apresentados para todas as unidades industriais pesquisadas (Unidades A a F).
- 2) Na Sub-seção 7.3.2 com os resultados obtidos na análise das redes sociais mapeadas e o Cálculo do Coeficiente de Difusão do Conhecimento (CDC). Nesta parte só estão apresentados os resultados das unidades industriais que atingiram um percentual de respostas superior a 80% dos questionários enviados (Unidades A, B, C e F).

### 7.3.1 Resultados do Índice Global de Medição de Desempenho

O mapeamento dos indicadores usados para a avaliação de desempenho da manutenção industrial por cada unidade, resultou na identificação dos mais relevantes, conforme sumariamente apresentado na figura 7.8. No eixo das abscissas encontramos os indicadores usados e no eixo das ordenadas a quantidade de unidades industriais que fazem uso dos mesmos.

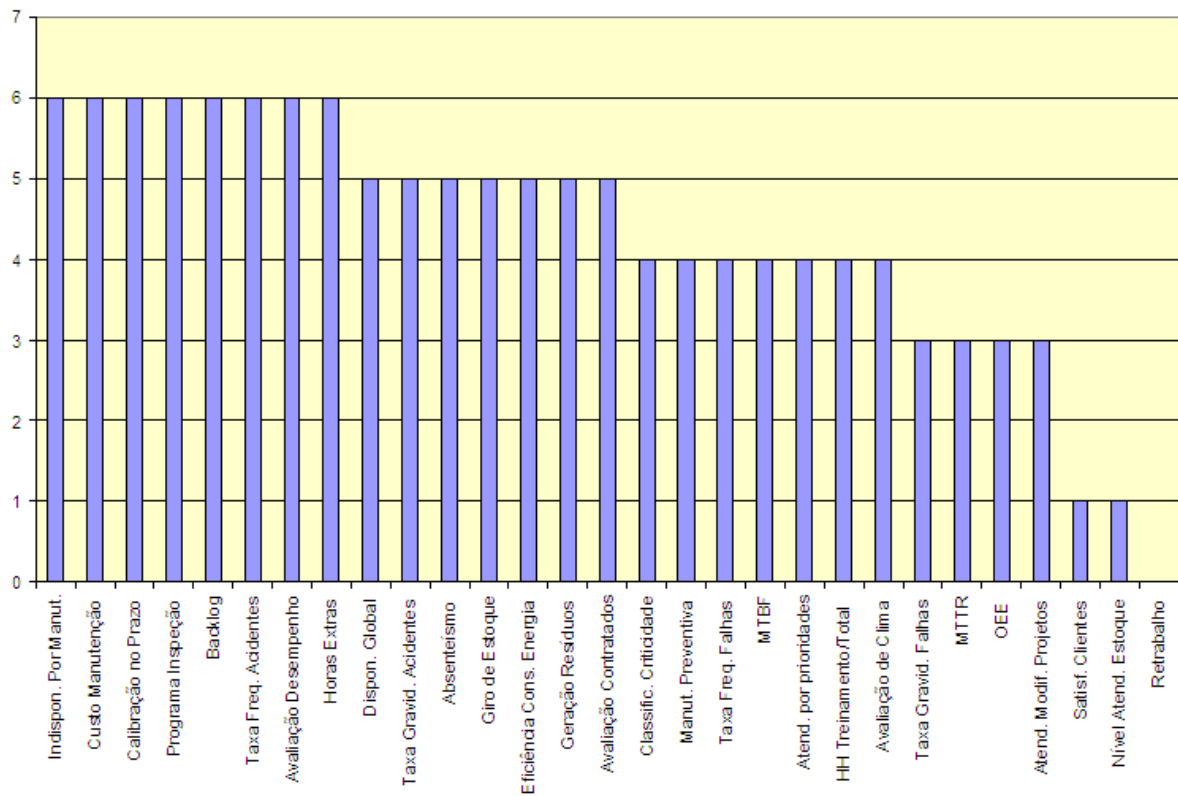


Figura 7.8: Indicadores de Desempenho da Manutenção usados nas unidades industriais da Oxiteno

Fonte: O autor (gráfico gerado com o software Microsoft Office Excel 2003)

Para a sequência dos trabalhos de pesquisa adotou-se como critério de comparação os indicadores que fossem acompanhados em pelo menos 4 das unidades pesquisadas. Isto resultou no mapeamento de 25 indicadores similares monitorados. Para cada indicador utilizado já havia sido coletado junto aos coordenadores de manutenção os resultados de suas respectivas equipes, representando os desempenhos consolidados relativos ao ano de 2009. As respostas associadas a cada um dos indicadores foram fornecidas na forma de faixas, quando entendidas como referenciais ou confidenciais, ou na forma de valores exatos. A tabulação destes resultados está sumarizada na planilha apresentada figura 7.9, adotando-se também a apresentação na forma de faixas, de modo a preservar a confidencialidade das informações exatas eventualmente fornecidas.

Indicadores	Unidade A	Unidade B	Unidade C	Unidade D	Unidade E	Unidade F
1. Disponibilidade Global	de 90% a 95%	de 80% a 85%	de 95% a 100%	de 95% a 100%	de 95% a 100%	de 95% a 100%
2. Indisponibilidade por Manutenção	de 0% a 2%	de 0% a 2%	de 0% a 2%	de 0% a 2%	de 4% a 6%	de 0% a 2%
3. Custo total anual da manutenção/patrimônio imobilizado	de 2% a 4%	de 0% a 2%	ND	de 2% a 4%	de 2% a 4%	de 0% a 2%
4. Custo total da manutenção / faturamento bruto	de 0% a 2%	de 2% a 4%	ND	de 2% a 4%	de 2% a 4%	de 2% a 4%
5. Horas de Treinamento/ Total Trabalhado (%)	de 0% a 2%	de 0% a 2%	ND	de 2% a 4%	ND	de 4% a 6%
6. Nível de Absenteísmo	2%	2%	ND	1%	0%	ND
7. Turn-over	8%	0%	0%	32%	de 0 a 2%	0%
8. MTBF em meses para queima de motores elétricos	24	18	ND	18	ND	58
9. MTBF em meses para selos mecânicos	67	18	ND	9	ND	36
10. Cumprimento Programa Calibração Instrumentos (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
11. Instrumentos Não Conformes (%)	7%	7%	ND	ND	ND	5%
12. Cumprimento Programa Inspeção Equipamentos	100%	100%	100%	99%	ND	100%
13. Quantidade de Acidentes de Processo	7	7	Menor que 5	10	0	14
14. Taxa de Frequência de Acidentes do Trabalho (No. Acidentes/Milhão HHT)	0	0	0	4,5	0	0
15. Taxa de Gravidade de Acidentes do Trabalho (Dias perdidos/Milhão HHT)	0	0	0	53	0	0
16. Resíduos por funcionários (Kg/ano.func)	4998	789	ND	44	ND	450
17. Apuração do Backlog	100%	100%	100%	100%	100%	100%
18. Cumprimento do Programa de Avaliação de Desempenho de Contratadas	100%	100%	100%	100%	100%	100%
19. Distribuição manutenção corretiva/total	Acima de 50%	Acima de 50%	Acima de 50%	Acima de 50%	de 10 a 20%	de 40 a 50%
20. Programa de Lubrificação em Equipamentos Rotativos	100%	100%	ND	90%	100%	100%
21. Manutenção Preventiva em Equipamentos Rotativos	100%	100%	100%	30%	100%	100%
22. Manutenção Preventiva em Equipamentos Elétricos	100%	100%	100%	60%	100%	100%
23. Programa de Calibração de Válvulas de Seguranças	96%	100%	100%	100%	100%	100%
24. Estoque de manutenção de sobressalentes / Custo manutenção %	17,3%	17,3%	ND	19,8%	Acima de 30%	20,0%
25. Giro Estoque (meses)	de 6 a 12 meses	de 6 a 12 meses	ND	de 3 a 6 meses	de 1 a 3 meses	de 6 a 12 meses

Figura 7.9: Resultados dos Indicadores de Desempenho da Manutenção em 2009 por Unidade Industrial

Fonte: O autor (planilha gerada com o software Microsoft Office Excel 2003)

Para permitir o estabelecimento de um modelo de medição do desempenho global, os resultados individuais por indicador e por unidade industrial foram transformados em notas, numa escala de 0 a 10, adotando como 5 o valor da faixa média indicada na pesquisa, ou a média do indicador das unidades pesquisadas ou o valor médio de referência do indicador relativo ao segmento da indústria petroquímica, publicado pela Abramam na última pesquisa "A Situação da Manutenção no Brasil" realizada no ano de 2009. Para os indicadores não mensurados foi atribuída nota 0. A nota 10 foi atribuída ao melhor resultado possível e a partir dele foram estabelecidas as demais notas graduando o atingimento em relação à média, ao mínimo e ao valor máximo possível em cada indicador.

Foram então adotados pesos relativos para cada indicador, para o cômputo da contribuição dos resultados individuais de cada indicador, visando a composição do resultado global. Para o estabelecimento destes pesos foi adotado o seguinte critério:

- Peso = 6% : Indicadores considerados estratégicos, com significativo impacto sob o desempenho da manutenção, de acordo com as referências da Pesquisa da Abramam e dos referenciais teóricos estudados. São eles: Disponibilidade global e indisponibilidade por manutenção, Custo de Manutenção sob o Ativo e o Faturamento, Não Conformidades de Qualidade, Taxa de Frequência e de Gravidade dos Acidentes de Trabalho e Quantidade de Acidentes de Processo. Têm relação direta com as expectativas das partes interessadas, tais como clientes internos e externos da manutenção.

- Peso = 3% : Indicadores considerados operacionais, com menor impacto que os estratégicos sob os resultados da manutenção. São eles: O tempo médio entre falhas, o



atingimento dos programas de calibração e de inspeção, do programa de lubrificação, o giro de estoque de sobressalentes, a realização de treinamentos, a geração de resíduos, a avaliação de contratados, o volume de manutenção corretiva, a carteira de serviços pendentes, dentre outros.

Para completar-se a totalização do pesos individuais em 100%, foi atribuído peso de 4% ao indicador operacional de Tempo Médio entre Falhas para Selos Mecânicos (MTBF Selos). Por fim, agruparam-se os indicadores por pilar da Manutenção Classe Mundial (ou WCM do inglês *World Class Maintenance*). Os resultados e as notas atribuídas estão apresentadas na figura 7.10.

PILAR	Indicador	ABRAMAN Petróleo/Petroq.	Peso	Unid. A	Unid. B	Unid. C	Unid. D	Unid. E	Unid. F
PRODUTIVIDADE	Disponibilidade Global	96,50%	6%	5	2	9	9	9	9
	Indisponib. Manutenção	2,50%	6%	10	10	10	10	4	10
CUSTO	Custo Manut/Ativo	2,60%	6%	6	8	0	6	6	9
	Custo Manut/Faturam.	3,17%	6%	9	6	0	7	7	7
MORAL	Horas Treinamento	3,10%	3%	4	4	0	6	0	8
	Absenteísmo	Não aplicável	3%	8	8	0	9	10	0
	Turn-over	2,00%	3%	4	10	10	2	10	10
CONFIABILIDADE	MTBF Motores	Não aplicável	3%	4	3	0	3	0	10
	MTBF Selos	Não aplicável	4%	10	5	0	3	0	5
QUALIDADE	Atingim. Calibração	Não aplicável	3%	10	10	10	10	10	10
	Não Conformidades	Não aplicável	6%	4	4	0	0	0	6
SSMA	Inspeção Integridade	Não aplicável	3%	10	10	10	8	0	10
	Acidentes Processos	Não aplicável	6%	7	7	10	5	10	4
	Taxa Frequencia AT	0,95	6%	10	10	10	2	10	10
	Taxa Gravidade AT	48,25	6%	10	10	10	5	10	10
	Resíduos	Não aplicável	3%	2	6	0	10	0	4
ENTREGAS	Backlog	Não aplicável	3%	10	10	10	10	10	10
	Avaliação contratados	Não aplicável	3%	10	10	10	10	10	10
	Manutenção corretiva	29,85%	3%	3	3	3	3	9	5
FLEXIBILIDADE	Preventiva Lubrificação	Não aplicável	3%	10	10	10	9	10	10
	Preventiva Mecânica	Não aplicável	3%	10	10	10	3	10	10
	Preventiva Elétrica	Não aplicável	3%	10	10	10	6	10	10
	Preventiva Valv. Segurança	Não aplicável	3%	8	10	10	10	10	10
INVENTARIO	Estoque / Custo Manutenção	13,1%	3%	4	4	0	2	1	2
	Giro de Estoque	5 meses	3%	2	2	0	6	9	6

Figura 7.10: Notas atribuídas aos Indicadores de Desempenho da Manutenção por Unidade Industrial da Oxiteno

Fonte: O autor (planilha gerada com o software Microsoft Office Excel 2003).

A partir destas informações o Indicador Global de Desempenho foi calculado como sendo o resultado da seguinte fórmula:

$$IGD_j = 100 \times \sum_{i=1}^{25} (N_{i,j} \times P_i) \quad (7.1)$$

onde : j = A a F, representando cada uma das unidades industriais da Oxiteno; i = 1 a 25, sendo representativo da ordem de cada um dos 25 indicadores;  $N_i$  = Nota individual para cada unidade, para o i-ésimo indicador de desempenho considerado;  $P_i$  = Peso individual para o i-ésimo indicador de desempenho considerado.

O IGD calculado para cada uma das unidades industriais, com base nos resultados da pesquisa, está apresentado nas figuras 7.11 e 7.12.

Indicador	Unid. A	Unid. B	Unid. C	Unid. D	Unid. E	Unid. F
Disponibilidade Global	0,30	0,12	0,54	0,54	0,54	0,54
Indisponib. Manutenção	0,60	0,60	0,60	0,60	0,24	0,60
Custo Manut/Ativo	0,36	0,48	0,00	0,36	0,36	0,54
Custo Manut/Faturam.	0,54	0,36	0,00	0,42	0,42	0,42
Horas Treinamento	0,12	0,12	0,00	0,18	0,00	0,24
Absenteísmo	0,24	0,24	0,00	0,27	0,30	0,00
Turn-over	0,12	0,30	0,30	0,06	0,30	0,30
MTBF Motores	0,12	0,09	0,00	0,09	0,00	0,30
MTBF Selos	0,40	0,20	0,00	0,12	0,00	0,20
Atingim. Calibração	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Não Conformidades	0,24	0,24	0,00	0,00	0,00	0,36
Inspeção Integridade	0,30	0,30	0,30	0,24	0,00	0,30
Acidentes Processos	0,42	0,42	0,60	0,30	0,60	0,24
Taxa Frequencia AT	0,60	0,60	0,60	0,12	0,60	0,60
Taxa Gravidade AT	0,60	0,60	0,60	0,30	0,60	0,60
Resíduos	0,06	0,18	0,00	0,30	0,00	0,12
Backlog	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Avaliação contratados	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Manutenção corretiva	0,09	0,09	0,09	0,09	0,27	0,15
Preventiva Lubrificação	0,30	0,30	0,30	0,27	0,30	0,30
Preventiva Mecânica	0,30	0,30	0,30	0,09	0,30	0,30
Preventiva Elétrica	0,30	0,30	0,30	0,18	0,30	0,30
Preventiva Valv. Segurança	0,24	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Estoque / Custo Manutenção	0,12	0,12	0,00	0,06	0,03	0,06
Giro de Estoque	0,06	0,06	0,00	0,18	0,27	0,18
<b>Índice de Desempenho Global</b>	<b>7,33</b>	<b>7,22</b>	<b>5,73</b>	<b>5,97</b>	<b>6,63</b>	<b>7,85</b>

Figura 7.11: Planilha de Cálculo do Indicador de Desempenho Global da Manutenção por Unidade Industrial da Oxiteno

Fonte: O autor (planilha gerada com o software Microsoft Office Excel 2003).

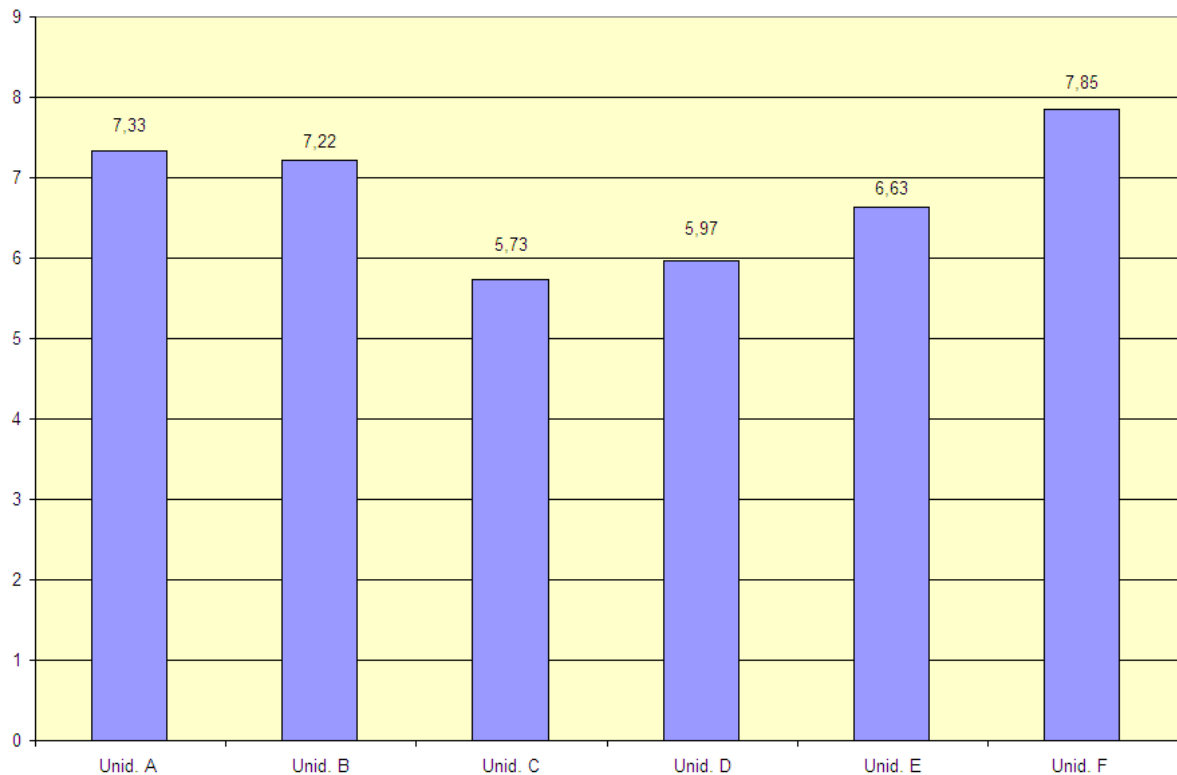


Figura 7.12: Gráfico Indicador de Desempenho Global da Manutenção por Unidade Industrial da Oxiteno

Fonte: O autor (gráfico gerado com o software Microsoft Office Excel 2003).

### 7.3.2 Resultados da Medição do Coeficiente de Difusão do Conhecimento

Apenas quatro unidades industriais apresentaram percentuais de respostas satisfatórios para a geração das redes sociais de forma representativa. Foram elas as unidades simbolicamente identificadas como Unidades A e B, C e F. As unidades A e B compartilham a mesma equipe de manutenção, reduzindo portanto os dados disponíveis para a avaliação de três redes sociais.

Mais uma vez, para a preservação da confidencialidade dos dados, os atores envolvidos tiveram sua identificação nominal substituída por códigos alfanuméricos, no formato "L-99", onde L é a letra designativa da Unidade a que pertence o ator e 99 é um número seqüencial escolhido aleatoriamente.

As respostas às questões 1 a 8 do segundo questionário, correspondentes às visões dos processos pelos respondentes, foram tratadas estatisticamente, conforme apresentado nas

figuras 7.13 e 7.14. Observa-se a percepção, por parte dos respondentes, da existência de melhores resultados para os aspectos de agilidade no recebimento, transmissão e utilização do conhecimento e no envolvimento das pessoas, no que diz respeito à atividade de medição de desempenho, na seguinte ordem: Unidade F com resultado superior, Unidades A e B com resultados intermediários e Unidade C com resultado inferior. Este padrão se repete em todas as questões abordadas, exceto na Questão 7, que trata especificamente do aspecto clareza das informações transmitidas, onde o resultado na Unidade F é inferior aos das demais unidades. Outra forma de interpretar este resultado é enxergando-o como representativo de uma equipe com um senso crítico mais aprofundado. Em resumo, pelas respostas às questões acima, há uma correlação entre o desempenho das equipes de manutenção das unidades estudadas e as condições favorecedoras, percebidas por eles mesmos, para a criação e difusão do conhecimento.

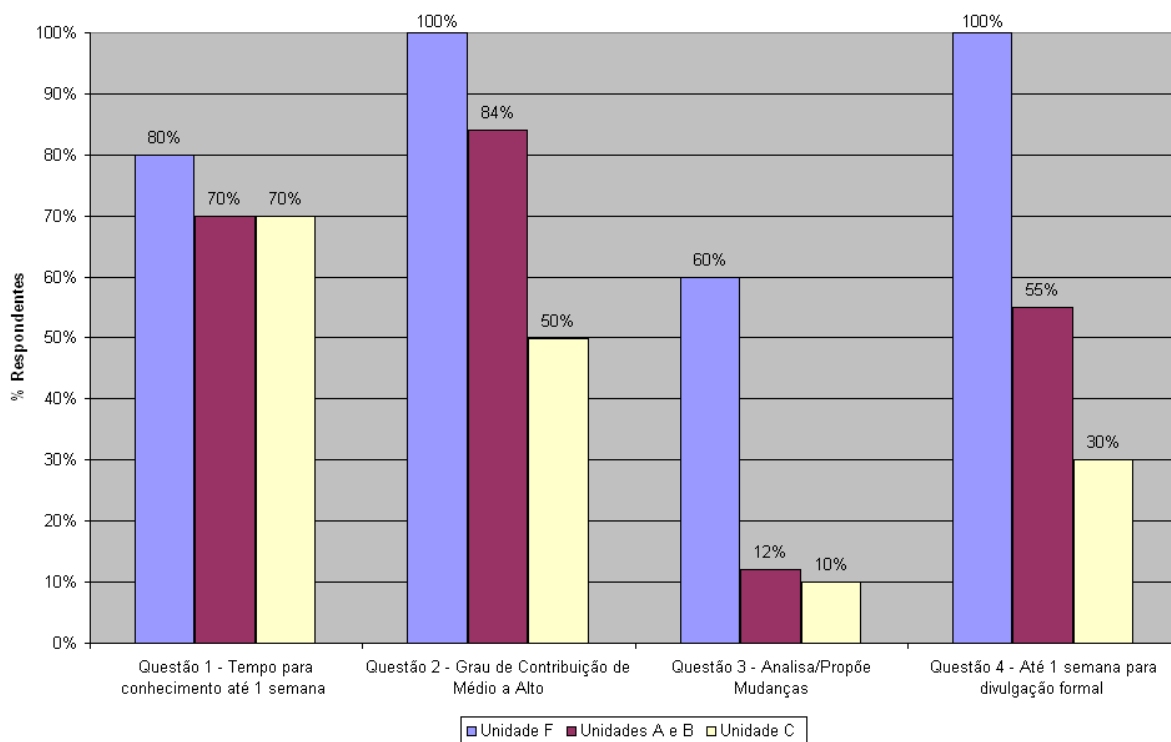


Figura 7.13: Análise das respostas das questões 1 a 4 do Segundo Questionário  
 Fonte: O autor (gráfico gerado com o software Microsoft Office Excel 2003).

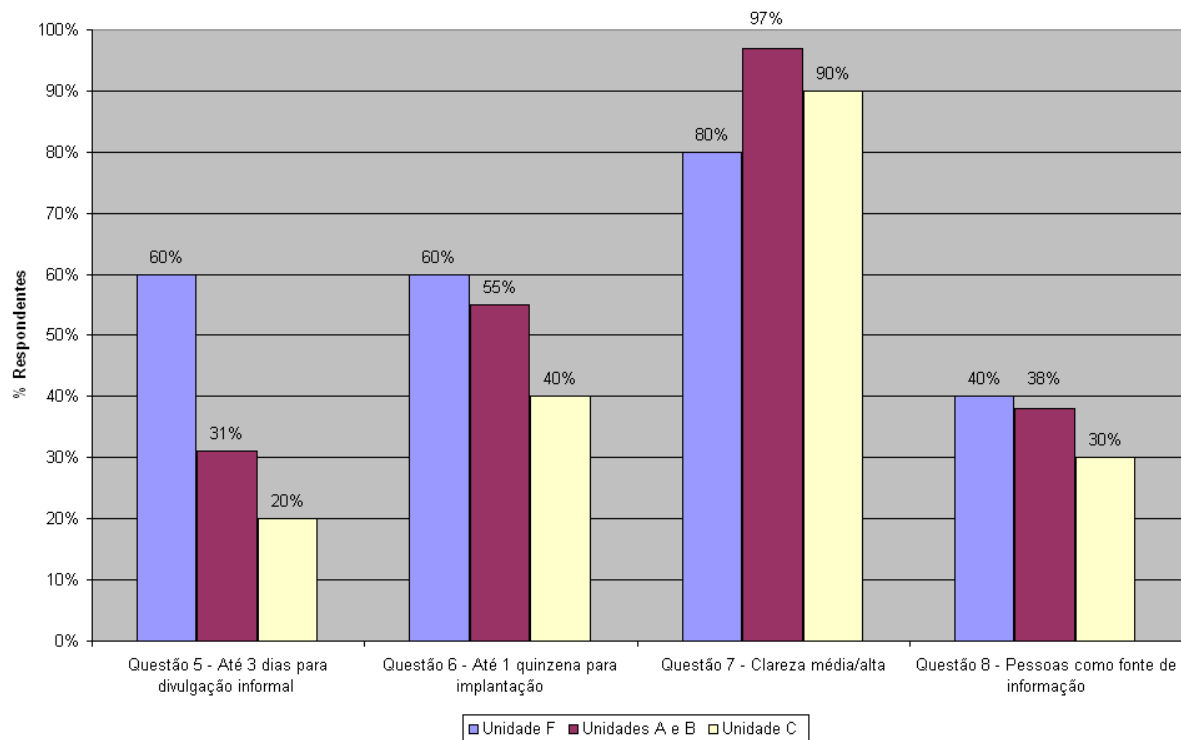


Figura 7.14: Análise das respostas das questões 5 a 8 do Segundo Questionário  
 Fonte: O autor (gráfico gerado com o software Microsoft Office Excel 2003).

De posse das respostas às questões 11 e 12 do segundo questionário, correspondentes às visões de relacionamento, foram montadas matrizes no software Ucinet, uma para cada unidade industrial, onde os rótulos das linhas e das colunas destas matrizes representam os atores envolvidos e nas células estão indicados os números que representam a quantidade de indicadores de desempenho sobre os quais os respondentes indicaram socializar informações, que corresponde a indicação de que possuem relação significativa de recebimento ou de fornecimento de informações relacionadas à medição de desempenho dos indicadores referenciados, para com as pessoas indicadas.

Assumi-se desta forma que a quantidade de indicadores sobre os quais uma relação está estabelecida indica o grau de importância da ligação para o conjunto das relações estabelecidas na rede social estudada, sendo adotado como uma representação do peso da relação. A figura 7.15 representa uma destas tabelas montadas, correspondente a da Unidade C.

	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09	C-10
C-01	7	3	0	4	2	11	11	7	20	6
C-02	1	0	0	5	1	8	3	9	1	3
C-03	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
C-03	4	1	1	2	0	1	10	2	0	2
C-05	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C-06	12	4	2	2	0	0	5	1	0	0
C-07	4	1	0	7	0	3	0	0	4	0
C-08	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
C-09	4	0	0	0	0	0	4	3	0	1
C-10	2	1	0	0	0	0	0	4	0	4

Figura 7.15: Tela com o cadastro da matriz de relacionamentos no Ucinet, para os dados da Unidade C da Oxitenó

Fonte: O autor (extrato parcial da tela carregada no Software Ucinet).

A partir da montagem de cada tabela, foi inicialmente efetuado o cálculo da média do *Indegree/Outdegree* da rede social como um todo, usando para isto as opções *Network ; Centrality ; Degree* no menu do Ucinet, com as opções de tratamento de dados como não simétricos, inclusão dos valores das diagonais e com a saída no formato padrão (*FreemanDegree*). A opção pela inclusão dos valores das diagonais deveu-se ao fato de alguns respondentes terem se auto-indicado como referências na produção ou utilização do conhecimento gerado, sendo este aspecto considerado real e portanto que deve ser contemplado na análise. Após isto, efetuou-se o cálculo da Centralidade de Informação, usando para isto as opções *Network ; Centrality ; Information* no menu do Ucinet com as opções de inclusão dos valores das diagonais e com a saída no formato padrão (*Information*). A inclusão dos valores das diagonais seguiu a mesma lógica do cálculo do *Indegree/Outdegree*. Os resultados estão apresentados no Apêndice 3 deste trabalho, sendo sumarizados a seguir no cálculo do Coeficiente de Difusão do Conhecimento (CDC).

Para o cálculo e apresentação do CDC utilizou-se a planilha apresentada na figura 7.16, tomando por base os valores já calculados para a média do *Indegree/Outdegree*, centralidade de informação e do IGD.

Indicador	Unidade Industrial			
	Unid. A	Unid. B	Unid. C	Unid. F
<b>Indegree/Outdegree</b>	<b>37,19</b>	<b>37,19</b>	<b>20,30</b>	<b>38,40</b>
<b>Centralidade Informação</b>	<b>9,85</b>	<b>9,85</b>	<b>9,71</b>	<b>15,17</b>
<b>IGD</b>	<b>7,33</b>	<b>7,22</b>	<b>5,73</b>	<b>7,85</b>
<b>CDC</b>	<b>2686</b>	<b>2645</b>	<b>1129</b>	<b>4572</b>

Figura 7.16: Planilha de Cálculo do Coeficiente de Difusão do Conhecimento  
 Fonte: O autor (planilha gerada com o software Microsoft Office Excel 2003).

### 7.4 Discussão

Os resultados da pesquisa demonstram que existe uma correlação entre o desempenho das equipes de manutenção industrial estudadas, medido através do IGD, e as condições de criação e difusão do conhecimento em suas organizações, medidas através do CDC. A figura 7.17 e a figura 7.18 permitem constatar que, nas unidades estudadas, quanto maior o Coeficiente de Difusão do Conhecimento, melhor é o desempenho da manutenção, medido através do Índice Global de Desempenho.

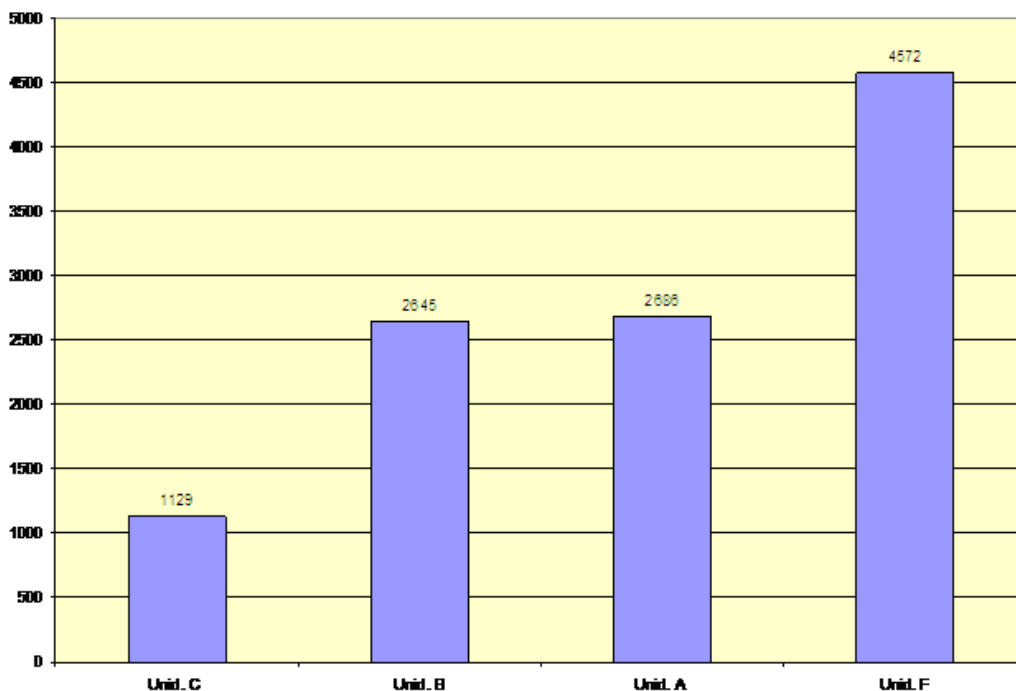


Figura 7.17: Gráfico para Coeficiente de Difusão do Conhecimento das Unidades C, B, A e F  
 Fonte: O autor (gráfico gerado com o software Microsoft Office Excel 2003).

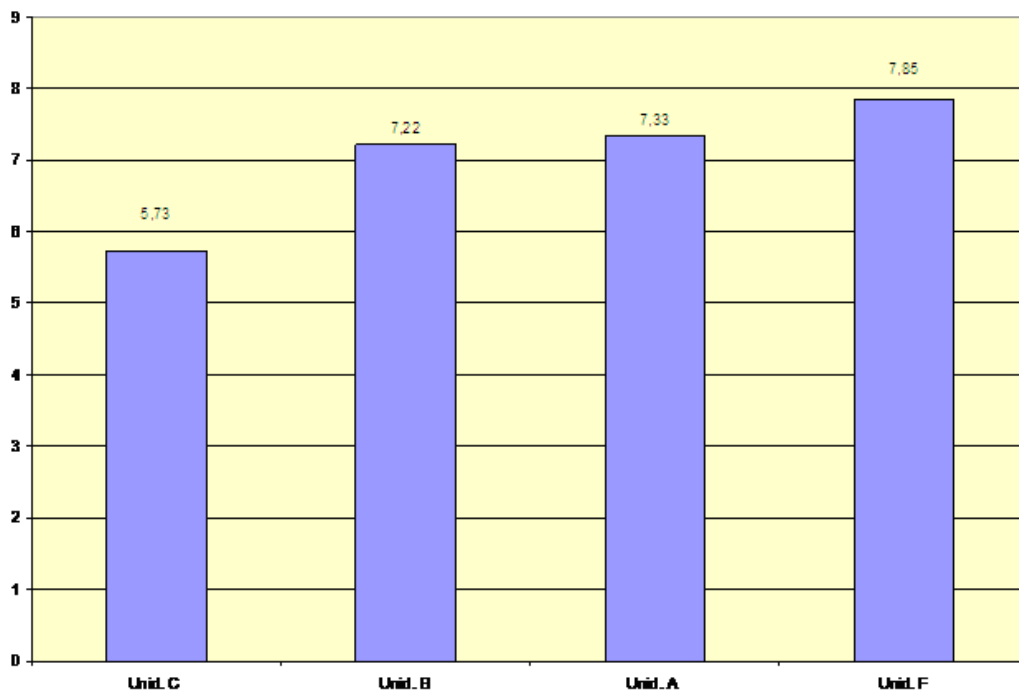


Figura 7.18: Gráfico para Índice Global de Desempenho da Manutenção das Unidades C, B, A e F

Fonte: O autor (gráfico gerado com o software Microsoft Office Excel 2003).

Em princípio pode-se deduzir que as organizações que apresentam condições favorecedoras à socialização do conhecimento, representadas por redes sociais com maiores índices médios de *Indegree/Outdegree* e de Centralidade de Informação, permitem que as informações trafeguem por tais redes com maior agilidade e menor nível de ruído, justificando o atingimento de melhores resultados no desempenho do grupo como um todo.

Uma visualização do comportamento da correlação entre o IGD e o CDC, a partir dos 4 pares de dados obtidos nesta pesquisa, pode ser apresentado conforme a figura 7.19.



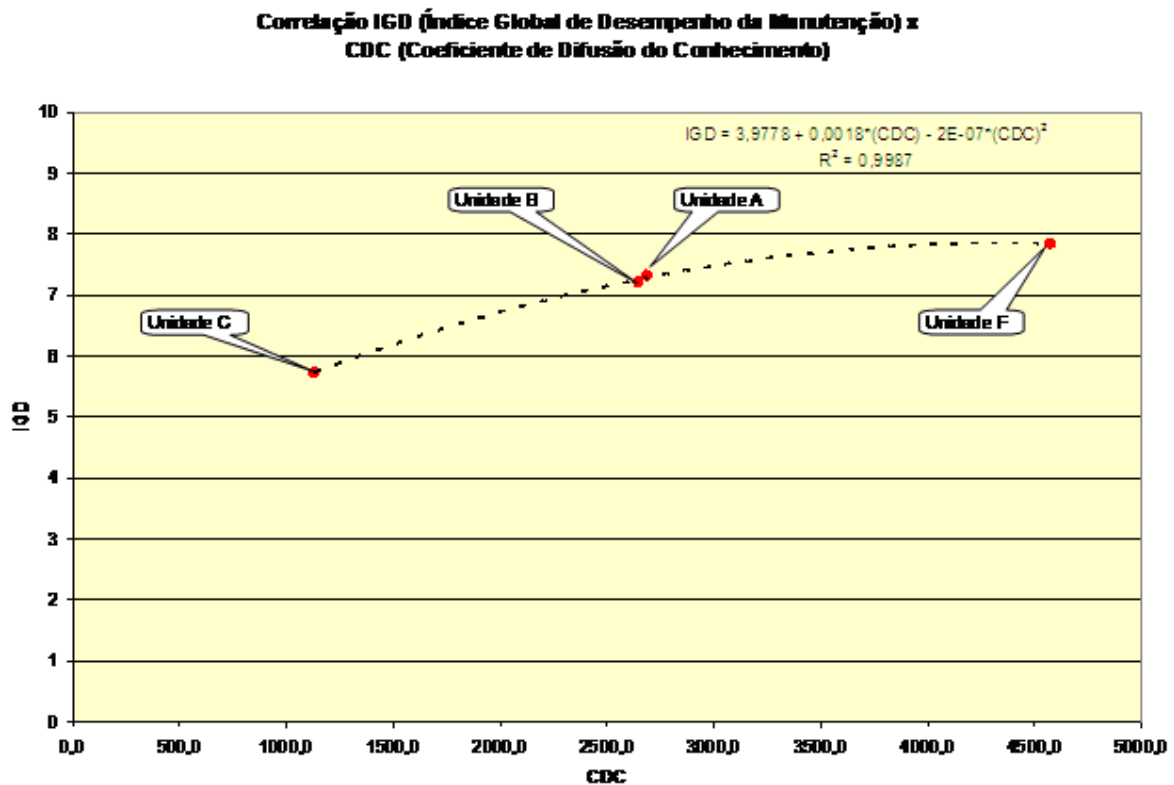


Figura 7.19: Correlação entre o IGD da Manutenção e o CDC das Unidades C, B, A e F  
 Fonte: O autor (gráfico gerado com o software Microsoft Office Excel 2003).

Pode-se observar que um aumento no Coeficiente de Difusão do Conhecimento (CDC) favorece o aumento do Índice Global de Desempenho (IGD). Ressalta-se porém que para obter-se avanços na melhoria no desempenho (representados por resultados maiores no índice global de desempenho) exige-se uma maior capacidade para a difusão do conhecimento (medido pelos crescentes valores do coeficiente de difusão do conhecimento). Isto está coerente com o senso comum de que para obter-se melhorias incrementais no desempenho exige-se cada vez mais esforço dos envolvidos na socialização do conhecimento necessário para a produção dos resultados desejados. O gráfico mostrado na figura 7.19 representa esta relação na forma da linha poligonal de tendência traçada, para a qual foi calculada a equação polinomial  $IGD = 3,9778 + 0,0018*(CDC) - 2E-07*(CDC)^2$ , a qual ajusta-se ao conjunto de pontos com coeficiente de correlação  $R^2 = 0,9987$ . A inclinação da tangente à curva corresponde ao gradiente do crescimento do IGD, para variações do CDC. Ela decresce com o aumento do CDC, representando matematicamente o maior grau de dificuldade na obtenção de melhorias de desempenho em ambientes com maior maturidade de condições de criação e difusão do conhecimento. A análise detalhada do modelo de correlacionamento apresentado, permite afirmar que:

1. O IGD apresenta um valor aproximadamente igual a 4, para um CDC igual a zero. O valor do CDC igual a zero seria o resultado do produto de uma média de In-degree/Outdegree nula, de uma Centralidade de Informação nula ou ambas. O resultado permite considerar que mesmo equipes com baixo nível de difusão do conhecimento produzem algum resultado, ainda que o mesmo seja considerado como abaixo do esperado pela organização.
2. O IGD possui um ponto de máximo correspondente a aproximadamente 8 pontos na escala de 0 a 10, para um CDC equivalente a 4500 pontos, o que é praticamente o resultado encontrado na Unidade F. Isto pode ser calculado a partir da derivada da equação do IGD em relação ao CDC representada por  $d_{IGD}/d_{CDC} = 0,0018 - 4E - 07 \times CDC$ . Esta equação indica que a tangente à curva se anula para o valor de 4500 pontos, representando o ponto de inflexão da mesma. Esforços para o aumento da difusão do conhecimento além deste ponto não resultariam em melhorias de desempenho, indicando que situações de fluxo de informação (ou de conhecimento) intenso, acima de um dado ponto ótimo, congestionam a rede e o resultado medido pelo indicador de desempenho passa a piorar ao invés de melhorar com o aumento da difusão do conhecimento.
3. O aumento de aproximadamente 1500 pontos entre o CDC da Unidade C e das Unidades A e B corresponde a um aumento de aproximadamente 1,5 pontos no IGD. Já um aumento de aproximadamente 1900 pontos entre o CDC das Unidades A e B e o da Unidade F corresponde a um aumento de aproximadamente 0,6 pontos no IGD. Isto demonstra que as organizações em graus de maturidade maiores exigem cada vez mais esforço para a produção de melhorias de desempenho adicionais às já obtidas. Por outro lado demonstra também que reduções das condições favorecedoras para a criação e difusão do conhecimento resultam em perdas crescentes de desempenho, ao se afastarem do ponto ótimo.

Os resultados da pesquisa também indicam que uma parte significativa do conhecimento das pessoas é composto pelas informações capturadas com as outras pessoas com as quais elas se relacionam. Pela respostas recebidas, a amostra da pesquisa indica que os respondentes recorrem a outros membros das suas redes sociais, além recorrerem aos procedimentos ou outras fontes formais, quando necessitam de informações para a resolução dos problemas enfrentados no seu cotidiano. Normalmente em outras organizações as bases formais só são utilizadas para complementar as informações obtidas com as pessoas, o que não é propriamente o caso da organização estudada. Em indústrias petroquímicas é esperada a preponderância dos documentos e procedimentos formais devido ao elevado risco de segurança e integridade envolvidos nas operações. Mesmo assim, as interações com pessoas estão presentes e têm uma maior proporção nas redes com melhor desempenho.

Isto demonstra a importância que as organizações de manutenção industrial devem dar

aos processos de criação e difusão do conhecimento, valorizando as ações de socialização do conhecimento tácito e explícito dentro das suas organizações.

De modo mais específico, este trabalho traz como contribuição final a proposição de uma nova abordagem para o Cálculo do Coeficiente de Difusão do Conhecimento (CDC), diferindo do originalmente proposto por (ROSA, 2008) (conforme apresentado na seção 7.1.1), pela desconsideração do Grau de Maturidade (GM) na fórmula de cálculo do CDC. Isto se justifica para que a correlação entre o GM e o CDC possa ser aferida tomando por base índices independentes entre si.

Desta forma, propõe-se que o chamado Coeficiente de Difusão do Conhecimento Modificado, representado por CDC\*, seja calculado pela equação apresentada na figura 7.20.

$$C_{DC}^* = \left( \frac{L}{g} \right) \times \left( \frac{n}{\sum_{j=1}^n 1/I_{ij}} \right)$$

Figura 7.20: Fórmula de Cálculo para o Coeficiente de Difusão do Conhecimento Modificado

Conforme já discutido no capítulo 7, o primeiro fator da multiplicação representa a média das variáveis *Nodal Indegree* e *Nodal Outdegree*. O segundo fator representa a média da Centralidade da Informação.

Ao considerar esta proposta, os cálculos do Coeficiente de Difusão do Conhecimento Modificado para as quatro unidades estudadas é o apresentado na figura 7.21.

Indicador	Unid. A	Unid. B	Unid. C	Unid. F
Indegree/Outdegree	37,19	37,19	20,30	38,40
Centralidade Informação	9,85	9,85	9,71	15,17
C <sub>DC</sub> *	366	366	197	582

Figura 7.21: Tabela de Cálculo para o Coeficiente de Difusão do Conhecimento Modificado para Unidades da Oxiteno

. Fonte: O autor (planilha gerada com o software Microsoft Office Excel 2003).

A representação gráfica para a correlação entre o Índice Global de Desempenho (IGD) e o Coeficiente de Difusão do Conhecimento modificado (CDC\*) é a apresentada na figura 7.22.

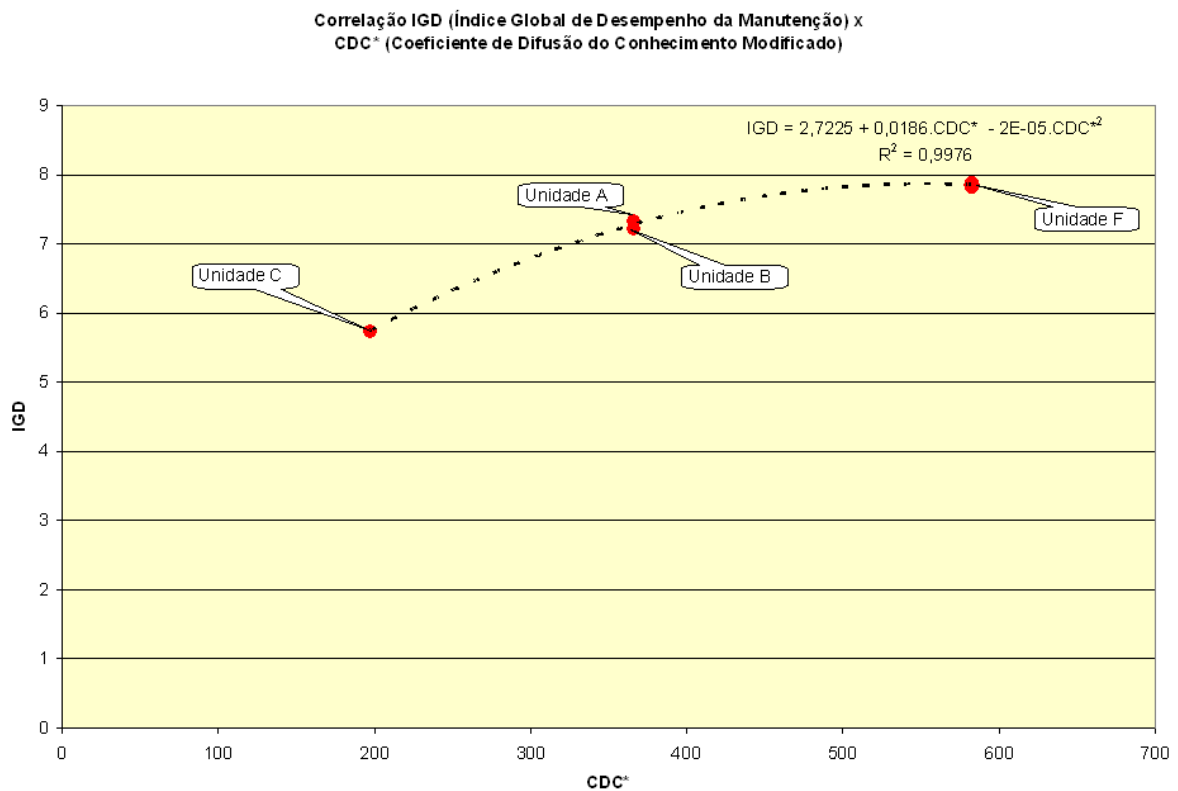


Figura 7.22: Correlação entre o Índice Global de Desempenho da Manutenção e o Coeficiente de Difusão do Conhecimento Modificado das Unidades da Oxiteno

. Fonte : O autor (gráfico gerado com o software Microsoft Office Excel 2003)

O gráfico mostrado na figura 7.22 representa esta relação na forma da linha de tendência traçada com os recursos do software Microsoft Office Excel, com o qual também foi determinada a equação polinomial  $IGD = 2,7225 + 0,0186 * (CDC) - 2E - 05 * (CDC)^2$ , a qual ajusta-se ao conjunto de pontos com coeficiente de correlação  $R^2 = 0,9976$ . A inclinação da tangente à curva representada mostra que o gradiente do crescimento do IGD para variações do CDC\* decresce com o aumento do CDC\*.

A análise do modelo de correlacionamento apresentado, permite afirmar que:

- 1) O IGD apresenta um valor aproximadamente igual a 2,7, para um CDC\* igual a zero.
- 2) O IGD possui um ponto de máximo correspondente a aproximadamente 8 pontos na escala de 0 a 10, para um CDC\* equivalente a 465 pontos.

As considerações que foram apresentadas anteriormente, relativas ao modelo do CDC conforme proposto por (ROSA, 2008) permanecem válidas, variando apenas os valores absolu-

tos associados. Porém, neste novo modelo nota-se que o desempenho da Unidade F pode ser melhorado com a otimização dos fluxos informacionais, minimizando redundâncias nas relações e conseqüentemente aproximando o CDC\* para o ponto ótimo, situação que no modelo anterior não era tão perceptível. As Unidades A, B e C têm a oportunidade de melhorar o desempenho pela melhoria das suas respectivas condições de difusão do conhecimento, ainda com espaço para a maior interação entre os atores das suas equipes de manutenção.

## Considerações finais

---

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais do trabalho de pesquisa, sintetizando as reflexões sobre a metodologia usada e os resultados obtidos, os quais permitiram validar a hipótese estabelecida, e sobre outros aspectos da pesquisa importantes para validação da mesma.

### 8.1 *Conclusões*

Nesta pesquisa, partiu-se do pressuposto de que o desempenho das equipes é influenciado pela difusão do conhecimento, ou melhor, pelas condições propiciadas pelas organizações para tal. A confirmação desta correlação, a partir da observação dos resultados do estudo multicaso apresentado, permitiu inicialmente validar a hipótese apresentada, baseando-se nas informações coletadas e que foram suficientes para a conclusão da validação dentro da amostragem considerada como representativa.

O resultado obtido reforça a necessidade de se pensar na melhoria dos modelos organizacionais e na capacitação das pessoas, criando ambientes cada vez mais favorecedores à criação e difusão do conhecimento, como meio de implementar as melhorias de desempenho necessárias para o aumento da competitividade ou à continuidade da existência das organizações.

O trabalho também demonstra que o esforço necessário para a realização das melhorias incrementais de desempenho é crescente, na medida em que se avança para padrões de maior maturidade organizacional. Um dos desafios da equipe é viabilizar as mudanças no ambiente que produzam os maiores efeitos no desempenho com o menor esforço necessário. O presente trabalho, a partir da investigação dos fatores determinantes das condições de criação e difusão do conhecimento e dos diferenciais de desempenho estratificados por processo de medição, pode servir de base para o entendimento e consenso do caminho que cada equipe deve adotar para esta evolução.

Entretanto, a contribuição das condições de criação e difusão do conhecimento apresenta um limite na produção de resultados, indicativo de que as redes sociais não suportam um excesso no fluxo de informações e conhecimento, resultando em um congestionamento na interação entre os atores envolvidos, o que prejudica o desempenho global da equipe. Desta forma, o desafio para as organizações é encontrar o ponto ótimo na busca das condições

para criação e difusão do conhecimento mais adequadas, que favoreçam a obtenção dos resultados de desempenho esperados.

## 8.2 *Contribuições*

Esta pesquisa é uma contribuição para a proposição de uma teoria sobre o relacionamento do desempenho de equipes em organizações e as condições propiciadas para a criação e difusão do conhecimento. Os resultados deste trabalho são preliminares e exploratórios, dentro de uma realidade em que ainda há poucas referências de pesquisas similares desenvolvidas. Devem ser consideradas também as limitações deste trabalho, em função do grande número de variáveis adicionais existentes nos ambientes organizacionais e que não foram avaliadas nesta pesquisa devido as restrições de tempo e recursos para execução da mesma. Dentre estas variáveis podemos considerar:

- Não tratamento das variações de atribuições das equipes pesquisadas;
- Não avaliação da influência da idade e grau de conservação das instalações industriais;
- Não avaliação da influência do grau de automação e monitoração dos processos produtivos e de manutenção.

A despeito destas limitações, o trabalho efetuado buscou contribuir com uma abordagem multicaso para o tema, chegando ao seu objetivo, mesmo tendo a sua abrangência inicialmente pretendida limitada pela insuficiência de respostas obtidas de algumas das unidades industriais pesquisadas.

Na discussão dos resultados gerou-se a proposta de modificação do método de cálculo do Coeficiente de Difusão do Conhecimento proposto por (ROSA, 2008), conforme apresentado na Seção 7.4.

Assim, o propósito de desenvolvimento de um trabalho interdisciplinar foi concluído, trazendo como contribuição o melhor entendimento da importância da gestão do conhecimento como meio para a melhoria de resultados de desempenho no processo tecnológico de manutenção industrial.

## 8.3 *Atividades Futuras de Pesquisa*

Esta pesquisa poderá ter os desdobramentos indicados a seguir:

- a) Complementar as informações parciais coletadas nas Unidades industriais de Mauá e Tremembé de modo a calcular o Coeficiente de Difusão destas unidades e correlacioná-los com os Índices de Desempenho Global propostos para suas respectivas manutenções industriais. Optou-se por desconsiderá-las neste trabalho, em função da impossibilidade de concluir a coleta de dados em tempo hábil para o cumprimento do cronograma estabelecido;
- b) Aplicar a pesquisa às unidades da Oxiteno situadas no México e Venezuela, respeitadas as condições requeridas para a adaptação do questionário à língua espanhola e ao glossário adotado pelas respectivas equipes de manutenção;
- c) Efetuar a aplicação periódica sistemática dos instrumentos de pesquisa para medir as variações no tempo dos resultados de desempenho e das condições de criação e difusão do conhecimento, aferindo se o correlacionamento identificado neste trabalho se mantém com o passar do tempo;
- d) Extensão do estudo a equipes de manutenção em companhias diversas, para validação da hipótese que a correlação entre o CDC\* e o IGD seja também válida em outros segmentos industriais;
- e) Validar a hipótese de correlação do CDC\* com o IGD, para outras áreas que não necessariamente a manutenção industrial, construindo o indicador de desempenho global ou aplicando métrica equivalente já existente, de acordo com seus respectivos modelos de governança corporativa. O Modelo proposto neste trabalho pode servir de referência inicial para a proposição do método de cálculo dos respectivos indicadores de desempenho global.
- f) Aprofundar a análise, até então direcionada apenas à visão agrupada das equipes de manutenção como um todo, para identificar as condições individuais para cada respondente, pela avaliação do Coeficiente Relacional (métrica sugerida no trabalho de (ROSA, 2008)) e suas implicações no aperfeiçoamento do desempenho das redes analisadas.



---

## Apêndice 1: Primeiro Questionário

---

FACULDADE SENAI CIMATEC

MESTRADO EM GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL

GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL E MEDIÇÃO DE DESEMPENHO NA  
OXITENO :

Estudo de Multicaso em uma Indústria Petroquímica

QUESTIONÁRIO PARA OBTENÇÃO DE DADOS

JOSÉ RICARDO TAVARES DE LIMA

Mestrando em Gestão e Tecnologia Industrial

RENELSON RIBEIRO SAMPAIO

Orientador Prof. Dr. em Economia da Inovação Tecnológica

ALEX ÁLLISSON BANDEIRA SANTOS

Co-orientador

ABRIL/2010

### INTRODUÇÃO

As unidades da Oxiteno são compostas por sistemas industriais que operam em regime ininterrupto, segundo planos e programas específicos para a geração de óxido de eteno e seus

derivados, visando atender às necessidades de mercados escolhidos conforme a estratégia da companhia, empregando, dentre outros recursos, pessoal, insumos e instalações. As ações de manutenção adicionam valor à estrutura produtiva da Oxiten, dentre outros meios, pela preservação das condições de integridade e de segurança das suas instalações, pela maximização da sua disponibilidade operacional e pela minimização das perdas de rendimento nas suas operações. Os sistemas de gestão da manutenção implantados combinam técnicas envolvendo ações de manutenção corretiva, preventiva e preditiva, orientadas por critérios de agregação de valor definidos pelo modelo de gerenciamento adotado, gerando planos e programas de intervenção que determinam as ações requeridas para a obtenção dos resultados pretendidos. Este conjunto de planos e programas é concebido, usado e revisado pelo pessoal de manutenção, que procura, pela análise crítica periódica do sistema adotado, manter seu alinhamento com a estratégia. Os resultados obtidos são refletidos pelos indicadores de desempenho. O verdadeiro fluxo informacional adotado na geração e difusão destes indicadores, nem sempre está formalmente estabelecido. O objetivo deste questionário em particular é realizar um levantamento dos dados e dos fluxos informacionais que são desenvolvidos para o acompanhamento do desempenho das áreas de manutenção industrial da Oxiten, visando tornar explícita a rede social envolvida nesta tarefa, bem como levantar as informações dos resultados e da abrangência das ações adotadas. Esta ação permitirá, na seqüência, analisarmos a relação entre o atingimento das metas vinculadas às ações da manutenção, com o grau de maturidade na implementação dos sistemas de gestão escolhidos. Sua participação será muito importante para o sucesso desta pesquisa. Agradecemos antecipadamente a sua colaboração e, tão logo os resultados sejam consolidados, os encaminharemos a todos que o viabilizaram.

#### TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Manteremos a completa confidencialidade das informações recebidas, com o compromisso de que as mesmas serão utilizadas apenas para os fins de consolidação da pesquisa. Será evitada a divulgação total ou parcial, em caráter individualizado, das respostas provenientes dos questionários, salvo expressamente autorizado pelos respectivos pesquisados.

#### ESTRUTURA DO QUESTIONÁRIO

O Questionário está dividido em 5 blocos, conforme segue:

bloco I - Identificação do Respondente,

bloco II - Glossário,

bloco III - Visão sobre Processos,

bloco IV - Visão sobre Relacionamentos e

bloco V - Comentários.

No primeiro bloco (Identificação do Respondente) são levantadas questões individuais pertinentes ao respondente do questionário, com o objetivo de permitir o correto mapeamento posterior dos elos das cadeias de fluxo de informação e conhecimento, um dos objetivos desta pesquisa.

Já no segundo bloco (Glossário) é apresentado um conjunto de termos adotados nesta pesquisa com o propósito de uniformizar o entendimento das questões apresentadas. Eventuais comentários ou sugestões de correções poderão ser apresentados no último bloco (Comentários).

O terceiro bloco (Visão sobre Processos) visa identificar o modelo de gestão da manutenção adotado e os indicadores de desempenho associados.

O quarto bloco (Visão sobre Relacionamentos) visa identificar as fontes de informação e a forma de criação e difusão do conhecimento associado ao sistema de medição de desempenho na gestão da manutenção.

O quinto e último bloco (Comentários) permite o registro de sugestões de melhoria e críticas por parte do respondente.

#### BLOCO I - IDENTIFICAÇÃO DO RESPONDENTE:

Nome do Respondente =

Unidade/Estado =

Célula/Setor =

DDD e Telefone comercial =

E-mail comercial =

Faixa Etária (em anos):

( ) Até 20 ; ( ) de 21 a 30 ; ( ) de 31 a 40 ; ( ) de 41 a 50 ; ( ) Acima de 50.

Tempo na Oxitenó (em anos):

( ) Até 1 ; ( ) de 1 a 3 ; ( ) de 3 a 5 ; ( ) de 5 a 7 ; ( ) de 7 a 10; ( ) Acima de 10.

Tempo de Experiência Profissional na Manutenção (em anos):

( ) Até 1 ; ( ) de 1 a 3 ; ( ) de 3 a 5 ; ( ) de 5 a 7 ; ( ) de 7 a 10; ( ) Acima de 10.

Escolaridade (nível):

( ) Médio ; ( ) Superior ; ( ) Pós-Graduado ; ( ) Mestrado ; ( ) Doutorado.

Cargo:

( ) Executante ; ( ) Supervisor ; ( ) Coordenador Processo; ( ) Gerente ; ( ) Diretor.

Tempo no Cargo (em anos):

( ) Até 1 ; ( ) de 1 a 3 ; ( ) de 3 a 5 ; ( ) de 5 a 7 ; ( ) de 7 a 10; ( ) Acima de 10.

## BLOCO II - GLOSSÁRIO

Para permitir a adequada interpretação das perguntas formuladas no questionário, apresentamos a seguir as definições dos termos técnicos adotados. Este glossário foi montado a partir do elaborado pela ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção) com base nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR 5462 - Confiabilidade e manutenibilidade (terminologia) e NBR 15150 - Qualificação e certificação de instrumentista de manutenção - Requisitos, sendo este o mesmo utilizado pela ABRAMAN na sua pesquisa A Situação da Manutenção no Brasil, efetuada a cada 2 anos.

**Acidente de Processo:** Todo evento imprevisto que ocorre acidentalmente e que retrata condições anormais e não esperadas das operações dos processos, do laboratório, do armazenamento e movimentação de produtos, matérias primas e insumos químicos de processo ou utilidades e reagentes de laboratório, que resulte em: · Explosão, incêndio, princípio de incêndio ou flasheamento; · Mistura imprevista de produtos químicos; · Descontrole operacional; · Emissões atmosféricas de vapores e gases outras que não emissões fugitivas; · Rompimento de discos de ruptura ou aberturas de válvulas de segurança de fluídos de processo, exceto utilidades (vapor, condensado, ar, nitrogênio e água); · Vazamentos, derrames ou respingos para o meio ambiente de produtos químicos ou reagentes utilizados nos processos ou nos laboratórios; · Vazamentos, derrames ou respingos para o meio ambiente de produtos, matérias primas ou insumos químicos embalados ou em tanques de carretas no interior das unidades; · Vazamentos, derrames para o meio ambiente de óleos lubrificantes ou outros produtos químicos utilizados nos equipamentos de pro-

cesso; · Danos materiais às instalações, sistemas, equipamentos ou acessórios de processo resultantes de falhas operacionais, corrosão, vibração e desgastes anormais.

**Acidentes de Trabalho:** Ocorrência relacionada com o exercício do trabalho a serviço da empresa, da qual resulte ou possa resultar em lesão pessoal ou doenças ocupacionais em funcionários, estagiários e contratados. O acidente do trabalho inclui acidente de trajeto, definido como sendo acidente sofrido pelo empregado no percurso da residência para o local do trabalho ou deste para aquela, qualquer que seja o meio de locomoção, inclusive veículo de propriedade do funcionário, estagiário ou contratado, desde que não haja interrupção ou alteração de percurso por motivo alheio ao trabalho.

**Backlog:** Conjunto de solicitações de serviços de manutenção não atendidas até o momento presente. Também denominado carteira de solicitações de serviços pendentes.

**Certificação:** Ato ou efeito de certificar; atividade executada por entidade autorizada, para determinar, verificar e atestar por escrito, a qualificação de profissionais, de acordo com os requisitos preestabelecidos. **Certificar:** ato de afirmar, atestar ou documentar determinada qualidade ou habilidade que foi testada, com emissão de documento comprobatório.

**Contratação de serviços com pagamento por Homem-hora:** serviços contratados (terceirizados) que são remunerados em função do total de Homens.hora a disposição do contratante. **Contratação de serviços com pagamento por itens ou tarefas:** serviços contratados cuja remuneração é função do serviço executado. Exemplos: metro quadrado de pintura, revisão geral de bomba centrífuga horizontal.

**Contratação de serviços por empreitada ou serviço fechado:** serviços contratados cuja remuneração é função da execução global de diversos serviços, tarefas ou itens. Exemplos: parada de manutenção da caldeira, reforma geral da torre de resfriamento.

**Contratação por Resultados:** contratação cuja remuneração privilegia resultados da planta como Disponibilidade Operacional, por exemplo, ao invés de serviços. O valor que a contratada receberá, será tanto maior quanto maior for a disponibilidade operacional, de acordo com o estabelecido no instrumento contratual.

**Defeito:** qualquer desvio de uma característica de um item em relação a seus requisitos. Um defeito pode, ou não, afetar a capacidade de um item em desempenhar uma função requerida.

**Disponibilidade:** capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e do suporte

de manutenção. Os recursos externos requeridos devem estar assegurados. Disponibilidade Operacional (%) =  $[TMEP / (TMEP + TMP)] \times 100$  TMEP (Tempo Médio Entre Paradas) e TMP (Tempo Médio de Paralisação) Disponibilidade Inerente (%) =  $[TMEF / (TMEF + TMPR)] \times 100$  TMEF (Tempo Médio Entre Falhas) e TMPR (Tempo Médio Para Reparo) Disponibilidade Alcançada (%) =  $[TMEM / (TMEM + TMPR + TMPMP)] \times 100$  TMEM (Tempo Médio Entre Manutenção) e TMPMP (Tempo Médio Para Manutenção Preventiva)

Estoque de Manutenção: é o estoque de materiais de consumo e de sobressalentes solicitados pela Manutenção ao setor de suprimentos e mantidos em ressuprimento automático. Para os indicadores de custo, é o valor total desse estoque de manutenção em moeda corrente.

Falha: término da capacidade de um item desempenhar a função requerida.

Faturamento Bruto: é somatório de todo faturamento da empresa ou do centro de trabalho ao longo do ano sem desconto de taxas ou impostos, ou seja, valor bruto.

Grau de Especialização: está relacionado à capacidade dos executantes da Manutenção realizarem tarefas de uma única especialidade, algumas tarefas de especialidades diferentes ou ainda tarefas complementares. Equivalente a polivalência ou multiespecialização.

Indisponibilidade: probabilidade de um equipamento ou sistema não estar disponível para uso ou não estar disponível para ser utilizado.

Índice de Disponibilidade Geral: indicador de desempenho quanto a disponibilidade das unidades produtivas.

Manutenção Corretiva: manutenção efetuada após a ocorrência de uma falha de modo a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.

Manutenção Preditiva: manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejado, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragens, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva. Manutenção desempenhada com base no acompanhamento ou monitoramento de determinados parâmetros do equipamento (vibração, temperatura, ruído, etc).

Manutenção Preventiva: manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.

**Manutenção Preventiva por tempo:** é a manutenção preventiva efetuada de acordo com uma programação preestabelecida com base no tempo de operação, incluindo ações sistêmicas, lubrificação, rotinas, grande reparo, grande parada ou revisão geral.

**Manutenção Preditiva (por estado):** efetuada por ocorrência de deficiência de funcionamento, por acompanhamento ou controle dos parâmetros de equipamentos ou sistemas.

**Manutenção Programada:** manutenção preventiva ou preditiva efetuada de acordo com um programa preestabelecido.

**Mão-de-obra Direta:** mão-de-obra de execução (mecânicos, eletricitas, soldadores, etc) que efetivamente realizam as tarefas / serviços de manutenção.

**Mão-de-obra Indireta:** mão-de-obra de supervisão e/ou gerenciamento (supervisores, engenheiros, técnicos em trabalhos administrativos na manutenção). Programadores, coordenadores de área, planejadores são considerados como mão-de-obra indireta, pois não estão ligados diretamente às atividades de execução.

**Ocupação:** conjunto de funções ou tarefas e operações destinadas a obtenção de produtos e/ou serviços.

**Patrimônio Imobilizado:** é o valor atual do conjunto de ativos da empresa ou do centro de trabalho, incluindo terreno, edificações, equipamentos, sistemas, ou seja, bens tangíveis.

**Qualificação:** ato ou efeito de qualificar; condição obtida por uma entidade e/ou profissional que tem demonstrado capacidade para atender requisitos especificados, notar que: a) Para designar essa condição é utilizado freqüentemente o termo qualificação; b) O processo de obtenção dessa condição é chamado de processo de qualificação (algumas vezes abreviado para qualificação). Processo que avalia a capacitação profissional, física e mental de um profissional em conformidade com e estabelecido em uma norma de requisitos da ocupação.

**Qualificado:** situação do profissional que tenha demonstrado capacidade mínima para atender ao estabelecido em uma norma de requisitos.

**Qualificar:** considerar como apto ou idôneo; processo que avalia a capacitação profissional, física e mental de um profissional, em conformidade com o estabelecido em uma norma de requisitos da ocupação.

**Rotatividade do estoque (ou giro do estoque):** é o número de vezes que a empresa renova seu estoque durante um ano.

Tempo Médio Entre Falhas: a média aritmética dos tempos existentes entre o fim de uma falha e início de outra falha (a próxima falha) em equipamentos reparáveis. Só considerar o tempo de funcionamento. Representação TMEF ou MTBF (em inglês *Mean Time Between Failures*).

Tempo Médio Para Falhar: a média aritmética dos tempos desde a entrada em funcionamento até a falha, de componentes ou máquinas não reparáveis. O componente ou equipamento é descartado após a falha. Representação TMPF ou MTTF (em inglês *Mean Time To Failure*).

Tempo Médio Para Reparo: a média aritmética dos tempos de reparo de um sistema, de um equipamento ou de um item. Representação TMPR ou MTTR (em inglês *Mean Time To Repair*).

*Turnover* ou Rotatividade de Mão-de-obra: é a taxa de entrada e saída de pessoal de uma empresa em um período de tempo considerado. Não considera o aumento ou redução definitiva de quadro de pessoal. Se uma empresa possui e mantém, por exemplo, 100 empregados, mas durante o ano dispensou e readmitiu 10 empregados a rotatividade ou *turnover* é de 10% neste ano.

## BLOCO III - VISÃO SOBRE PROCESSOS:

### III.1 ORGANIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO

#### III.1.1 Forma de atuação da Manutenção:

Qual a forma de atuação da Manutenção em sua unidade industrial?

( ) - Centralizada : estrutura organizacional com responsável e equipe de trabalho atendendo a todas as áreas

( ) - Descentralizada: estrutura organizacional com responsáveis e equipes de trabalho separadas para cada área

( ) - Mista: coexistência dos dois tipos de organização acima

#### III.1.2 Nível hierárquico:

A manutenção, em sua unidade industrial, responde diretamente a que nível de reporte?

( ) - Diretoria (1º nível)



( ) - Superintendência (2º nível ou equivalente)

( ) - Gerência. (3º nível ou equivalente)

( ) - Outro nível - especificar:

### III.2. PERFIL DE ATIVIDADES DA ÁREA DE MANUTENÇÃO

Assinale as atividades sob a responsabilidade da manutenção da sua unidade industrial, independentemente de tais atividades serem feitas por pessoal próprio, contratado ou ambos.

III.2.01 ( ) - Administração e/ou operação de almoxarifado

III.2.02 ( ) - Administração / operação de compra de materiais

III.2.03 ( ) - Comissionamento / testes de aceitação

III.2.04 ( ) - Construção civil

III.2.05 ( ) - Ferramentaria e sua administração

III.2.06 ( ) - Limpeza da área industrial / operacional

III.2.07 ( ) - Manutenção de área para depósito de resíduos

III.2.08 ( ) - Manutenção de equipamentos e instrumentos

III.2.09 ( ) - Manutenção de instalações de telecomunicações

III.2.10 ( ) - Manutenção de instalações de tratamento de efluentes

III.2.11 ( ) - Manutenção de instalações industriais / operacionais

III.2.12 ( ) - Manutenção de instalações prediais

III.2.13 ( ) - Manutenção de instalações de refrigeração, ar condicionado e ventilação

III.2.14 ( ) - Meio ambiente (ecologia).

III.2.15 ( ) - Oficina de apoio à manutenção

III.2.16 ( ) - Operação de utilidades (caldeira, grupo gerador, etc.)

III.2.17 ( ) - Pequenos projetos de melhoria

III.2.18 ( ) - Projeto de novas instalações

III.2.19 ( ) - Projetos de melhoria

III.2.20 ( ) - Segurança do trabalho.

III.2.21 ( ) - Transporte de carga / pessoal

III.2.22 ( ) - Outra: Discriminar:

### III.3 RECURSOS HUMANOS DA UNIDADE - PESSOAL PRÓPRIO E CONTRATADO

Observação: Para as questões que solicitam informações numéricas, apontar o valor exato, como primeira opção, sempre que possível, ou uma das faixas que melhor se adequar ao valor praticado para o item.

III.3.1 Total de empregados da unidade industrial:

Quantidade:

Ou

( ) 0 a 100 ( ) 101 a 200 ( ) 201 a 300 ( ) acima de 300

III.3.2 Total de empregados (mão de obra própria e de terceiros) diretamente envolvidos na produção da Unidade, nas áreas de Operação e Manutenção (não considerar os efetivos envolvidos nas atividades administrativas):

Quantidade:

Ou

( ) 0 a 100 ( ) 101 a 200 ( ) 201 a 300 ( ) acima de 300

III.3.3 Total de empregados próprios na manutenção (mão-de-obra direta e indireta):

Quantidade:

Ou

0 a 20  21 a 40  41 a 60  61 a 80  acima de 80 empregados próprios.

III.3.4 Perfil do pessoal próprio da manutenção por nível de formação (em % aproximado)

3.4.1 Nível superior:.....%

3.4.2 Técnico de nível médio:.....%

3.4.3 Mão-de-obra qualificada:.....%

3.4.4 Mão-de-obra não qualificada:.....%

III.3.5 Distribuição do pessoal próprio da manutenção

Observação: Apontar o número de pessoas do efetivo próprio que foram deslocadas para envolver-se com as seguintes atividades.

III.3.5.1 Gerenciamento (superintendente, gerente, chefe de departamento, chefe de divisão, secretária, pessoal administrativo): Quantidade = .....

III.3.5.2 Supervisão (engenheiro, supervisor, mestre, encarregado, líder, contramestre). Quantidade = .....

III.3.6 Dentro da estrutura organizacional da manutenção, quantos são os níveis hierárquicos?

1 Nível  2 Níveis  3 Níveis  4 Níveis  Acima de 4 Níveis

III.3.7 Qual é o grau de especialização do pessoal da manutenção?

Executa somente tarefas de uma mesma especialidade (elétrica, instrumentação, mecânica, etc);

Executa tarefas de uma mesma especialidade e algumas atividades complementares;

Executa tarefas de mais de uma especialidade.

III.3.8 O pessoal operacional participa dos serviços de manutenção?

Não.

- Esporadicamente, sem regras fixas
- Atuam na falta de pessoal de manutenção
- Fazem pequenos reparos
- Executam trabalhos rotineiros (a exemplo de limpeza, lubrificação, inspeção visual etc.)
- Trabalham eventualmente em conjunto com o pessoal de manutenção.

III.3.9 Rotatividade anual (turnover) do pessoal da manutenção:

Resultado do Turnover em 2009 : ou

- 0 a 2%  2 a 4%  4 a 8%  8 a 15%  Acima de 15%, inclusive.  Dado não disponível

III.3.10 Total de pessoal contratado pela Manutenção para atendimento aos serviços de rotina ou permanentes (média mensal):

Observação: Considerar o conjunto de empregados tanto de execução direta e supervisão como os indiretos alocados a cada um dos contratos.

- 0 a 20  21 a 50  51 a 100  101 a 200  201 a 500  Acima de 500

III.3.11 Total de pessoal contratado pela Manutenção para atendimento aos serviços específicos, eventuais ou esporádicos (média mensal):

Observação: Considerar o conjunto de empregados tanto de mão-de-obra direta (executantes) como de mão-de-obra indireta (supervisores e engenheiros) alocados a cada um dos contratos.

- 0 a 20  21 a 50  51 a 100  101 a 200  201 a 500  Acima de 500

III.3.12 Relação entre o total de execução contratado (mão-de-obra direta) em todos os contratos (permanentes e eventuais ou esporádicos) e o total de executantes da manutenção (mão-de-obra direta própria + contratada):

- Menor que 10%  Entre 10% e 20%  Entre 20% e 50%  Entre 50% e 80%  Entre 80% e 100%  Acima de 100%  Não possui dado

### III.4. CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS

III.4.1 Qual forma de contratação de serviços tem maior importância financeira em sua unidade?

- Contratação de serviços para pagamento por Homem.hora (Hh)

- Contratação por itens ou por tarefas (medição segundo itens executados, ex: metro quadrado de pintura, etc.)

- Contratação por serviço fechado (preço / objeto definidos, empreitada global) Contratação por resultados (terceirização, medição por períodos, gestão da manutenção).

III.4.2 Qual é o conceito, segundo sua experiência, da qualidade dos serviços contratados?

- Excelente

- Muito Boa

- Boa

- Regular

- Deficiente

- Insuficiente

III.4.3 Qual a tendência da contratação de serviços nos próximos anos?

- Aumentar

- Manter o mesmo nível

- Diminuir

III.4.4 Na contratação de serviços, que critérios são priorizados ? (apontar a ordem de prioridade praticada)

- Preço

- Tecnologia

- Prazo

- Qualidade

- Experiência

- Outros:

### III.5. CONTROLE DA MANUTENÇÃO

III.5.1 O desempenho da manutenção é acompanhado através de indicadores? Quais são os principais indicadores?

Não são utilizados indicadores de desempenho.

Ou, utilizam-se os seguintes indicadores (assinale os que são acompanhados e em que frequência:

	Indicador usado	Freq. Mensal	Freq. Anual	Freq. Eventual
( )	1)Disponibilidade ou indisponibilidade operacional	( )	( )	( )
( )	2)Disponibilidade / Indisponibilidade Manutenção	( )	( )	( )
( )	3)Custos de manutenção	( )	( )	( )
( )	4)Cumprimento do programa de confirmação metrológica	( )	( )	( )
( )	5)Classificação dos Níveis de Criticidade dos Equipamentos	( )	( )	( )
( )	6)Cumprimento dos programas de inspeção da integridade	( )	( )	( )
( )	7)Cumprimento dos programas de manutenção preventiva	( )	( )	( )
( )	8)Taxa de frequência das falhas	( )	( )	( )
( )	9)Taxa de gravidade das falhas	( )	( )	( )
( )	10)TMEF (Tempo Médio entre Falhas)	( )	( )	( )
( )	11)TMPR (Tempo Médio Para Reparo)	( )	( )	( )
( )	12)Nível de satisfação dos clientes	( )	( )	( )
( )	13)Nível de atendimento aos serviços por prioridade	( )	( )	( )
( )	14)Nível de retrabalho dos serviços efetuados	( )	( )	( )
( )	15) <i>Backlog</i> (Carteira de solicitações pendentes)	( )	( )	( )
( )	16)OEE ( <i>Overall Equipment Effectiveness</i> )	( )	( )	( )
( )	17)Taxa de frequência de acidentes	( )	( )	( )
( )	18)Taxa de gravidade de acidentes	( )	( )	( )
( )	19)Cumprimento do programa de treinamento	( )	( )	( )
( )	20)Avaliação de desempenho do pessoal	( )	( )	( )
( )	21)Pesquisa do Clima Organizacional	( )	( )	( )
( )	22)Controles de serviços em horário extraordinário	( )	( )	( )
( )	23)Níveis de Absenteísmo	( )	( )	( )
( )	24)Níveis de Atendimento do estoque sobressalentes	( )	( )	( )
( )	25)Giro de Estoques de sobressalentes	( )	( )	( )
( )	26)Eficiência no consumo de energia	( )	( )	( )
( )	27)Nível de geração de resíduos	( )	( )	( )
( )	28)Avaliação de Desempenho de prestadoras de serviços	( )	( )	( )
( )	29)Atendimento a melhorias e modificações de projeto	( )	( )	( )

( ) Outros - Discriminar:

III.5.2 Responda as perguntas a seguir se a sua unidade possuir os indicadores pertinentes:

Observação: Apontar o valor exato, como primeira opção, sempre que possível, ou uma das faixas que melhor se adequar ao valor praticado para o item. A soma dos valores médios apontados nas diversas parcelas deve totalizar aproximadamente 100%. Os resultados devem refletir o valor médio das ações efetuadas no ano de 2009.

III.5.2.1 TOTAL DE HOMENS-HORA PRÓPRIOS E DE TERCEIROS APROPRIADOS EM SERVIÇOS POR TIPO DE MANUTENÇÃO, EM RELAÇÃO AO TOTAL DOS HOMENS-HORA PRÓPRIOS E DE TERCEIROS TRABALHADOS (em %) (Valores médios em 2009)

III.5.2.1.1 Manutenção corretiva:

Valor exato : ou

( ) - 0 a 10% ( ) - 10 a 20% ( ) - 20 a 30% ( ) - 30 a 40% ( ) - 40 a 50% ( ) - Acima de 50% ( ) - Dado não disponível

III.5.2.1.2 Manutenção preventiva por tempo:

Valor exato: ou

( ) - 0 a 10% ( ) - 10 a 20% ( ) - 20 a 30% ( ) - 30 a 40% ( ) - 40 a 50% ( ) - Acima de 50% ( ) - Dado não disponível

III.5.2.1.3 Manutenção Preditiva (por estado)

Valor exato: ou

( ) - 0 a 10% ( ) - 10 a 20% ( ) - 20 a 30% ( ) - 30 a 40% ( ) - 40 a 50% ( ) - Acima de 50% ( ) - Dado não disponível

III.5.2.1.4 Outros (Melhorias, Modificações, Estudos, etc)

Valor exato: ou

( ) - 0 a 10% ( ) - 10 a 20% ( ) - 20 a 30% ( ) - 30 a 40% ( ) - 40 a 50% ( ) - Acima de 50% ( ) - Dado não disponível

III.5.2.2 INDICADORES DE DISPONIBILIDADE (referentes ao Ano de 2009)



III.5.2.2.1 Disponibilidade operacional:

( ) - Valor:

Ou

( ) - menor que 60% ( ) - 60% a 70% ( ) - 70% a 80% ( ) - 80% a 85% ( ) - 85% a 90% ( ) - 90% a 95% ( ) - 95% a 100%

III.5.2.2.2 Indisponibilidade devido a manutenção (exclui parada para ajustes, troca de linha ou matéria-prima, falta de mercado, entre outras):

( ) - Valor:

ou

( ) - 0 a 2% ( ) - 2% a 4% ( ) - 4% a 6% ( ) - 6% a 8% ( ) - 8% a 10% ( ) - Aproximadamente: .....%

III.5.2.3 INDICADORES DE CUSTOS (Resultados de 2009):

III.5.2.3.1 Qual foi a relação entre custo total anual da manutenção e o patrimônio imobilizado da Unidade no ano de 2009?

( ) 0 a 2% ( ) 2 a 4% ( ) 4 a 8% ( ) 8 a 10% ( ) Acima de 10%, inclusive. ( ) Dado não disponível

III.5.2.3.2 Qual foi a relação entre o custo total da manutenção e o faturamento bruto da Unidade no ano de 2009?

( ) 0 a 2% ( ) 2 a 4% ( ) 4 a 8% ( ) 8 a 10% ( ) Acima de 10%, inclusive. ( ) Dado não disponível

III.5.2.3.3 Como foi a composição de custos da manutenção, em relação as parcelas de pessoal, materiais, serviços de terceiros, no ano de 2009?

Observação: A soma dos valores médios apontados nas diversas parcelas componentes do custo deve ser aproximadamente 100%.

III.5.2.3.3.1 Pessoal próprio:

( ) - 0 a 5% ( ) - 6 a 10% ( ) - 11 a 20% ( ) - 21 a 30% ( ) - 31 a 40% ( ) - 41 a 50% ( ) -  
Acima de 50%

III.5.2.3.3.2 Material:

( ) - 0 a 5% ( ) - 6 a 10% ( ) - 11 a 20% ( ) - 21 a 30% ( ) - 31 a 40% ( ) - 41 a 50% ( ) -  
Acima de 50%

III.5.2.3.3.3 Contratações / Terceiros:

( ) - 0 a 5% ( ) - 6 a 10% ( ) - 11 a 20% ( ) - 21 a 30% ( ) - 31 a 40% ( ) - 41 a 50% ( ) -  
Acima de 50%

III.5.2.3.3.4 Outros (especificar)

( ) - 0 a 10% ( ) - 10 a 20% ( ) - 20 a 30% ( ) - 30 a 40% ( ) - 40 a 50% ( ) - Acima de  
50% ( ) - Dado não disponível

III.5.2.4 INDICADORES DE ESTOQUES DE SOBRESSALENTES (Resultados de 2009):

III.5.2.4.1 - Qual o valor do estoque de manutenção de sobressalentes de consumo regular  
sobre o custo total de manutenção?

( ) - Valor:

ou

( ) - 0 a 5% ( ) - 5% a 10% ( ) - 10% a 15% ( ) - 15% a 20% ( ) - 20% a 30%

III.5.2.4.2 - Qual o valor do estoque de manutenção de sobressalentes estratégicos sobre  
o custo total de manutenção?

( ) - Valor:

ou

( ) - 0 a 5% ( ) - 5% a 10% ( ) - 10% a 15% ( ) - 15% a 20% ( ) - 20% a 30%

III.5.2.4.2 - Qual a rotatividade do estoque (exceto material estratégico)?

Observação: considerar como material estratégico equipamentos ou sobressalentes de alto

valor agregado indispensáveis para continuidade operacional.

( ) - Valor:

ou

( ) menos que 1 mês ( ) de 1 a 3 meses ( ) de 3 a 6 meses ( ) de 6 a 12 meses

### III.6. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NA MANUTENÇÃO

III.6.1 Qual a origem dos programas (software) utilizados no gerenciamento da manutenção em sua unidade industrial?

( ) - Próprios (desenvolvidos internamente)

( ) - Externos adaptados Externos (pacote)

( ) - Próprios e externos

( ) - Planilhas eletrônicas / banco de dados

( ) - Não utiliza softwares

III.6.2 Quais os tipos de equipamentos (hardware) utilizados?

( ) - Microcomputadores independentes

( ) - Microcomputadores em rede

( ) - Servidores

( ) - Coletores de dados

( ) - Microcomputadores portáteis

( ) - Outros:

III.6.3 Quais são as principais aplicações de programas (software) na manutenção?

( ) - Planejamento, programação e acompanhamento de serviços

- ( ) - Gerenciamento de paradas de manutenção ou grandes serviços
- ( ) - Gerenciamento da Manutenção preventiva/preditiva
- ( ) - Análise de falhas
- ( ) - Controle de custos
- ( ) - Gestão de estoque
- ( ) - Outros:

### III.7. QUALIDADE NA MANUTENÇÃO

III.7.1 Os trabalhos desenvolvidos pela equipe manutenção estão inseridos no sistema de gestão da qualidade da Unidade?

- ( ) - Sim
- ( ) - Não
- ( ) - Parcialmente. Discriminar serviços inseridos:

Nota: Caso tenha respondido Não na questão III.7.1 passe à questão III.8

III.7.2 Em caso de possuir sistema da qualidade aplicável à manutenção, qual é a sua abrangência?

- ( ) - aplica-se a serviços efetuados apenas com pessoal próprio
- ( ) - aplica-se a serviços efetuados apenas com pessoal contratado
- ( ) - aplica-se a serviços efetuados tanto com pessoal próprio como com pessoal contratado

III.7.3 Em caso de possuir sistema da qualidade aplicável à manutenção, qual é o programa ou filosofia básica do sistema utilizado?

- ( ) - Normas ISO (9000 / 14000)
- ( ) - Sistema de Gestão da Qualidade Total

- Prêmio Nacional da Qualidade - PNQ

- Outros (especificar):

III.7.4 Assinale as ferramentas usadas para promover a qualidade e confiabilidade na gestão da manutenção:

RCM (*Reliability-centered Maintenance*) ou MCC (Manutenção Centrada em Confiabilidade)

5S (*Housekeeping*)

FMEA (*Failure Modes and Effects Analysis*) ou Análise de Modos e Efeitos de Falhas

RCFA (*Root Cause Failure Analysis*) ou Análise das Causas Raízes das Falhas

TPM (*Total Productive Maintenance*) ou MPT (Manutenção Produtiva Total)

6-Sigma

Outros (especificar):

### III.8. QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE PESSOAL

III.8.1 Que práticas de qualificação de pessoal próprio e contratado, a área de manutenção de sua unidade adota?

Análise de carteira de trabalho

Entrevista

Análise de currículo

Qualificação interna

Qualificação por terceiros

PNQC - Programa Nacional de Qualificação e Certificação de Pessoal na Área de Manutenção

III.8.2 Caso a manutenção de sua unidade industrial tenha pessoal certificado pelo PNQC,

responda:

III.8.2.1 Qual o percentual de pessoal próprio certificado em relação ao total (mão-de-obra direta)?

- 0 a 10%  - 10 a 20%  - 20 a 40%  - 40 a 60%  - 60 a 80%  - 80 a 100%

III.8.2.2 Qual o percentual de pessoal contratado permanente certificado em relação ao total de pessoal contratado pela manutenção (mão-de-obra direta)?

- 0 a 10%  - 10 a 20%  - 20 a 40%  - 40 a 60%  - 60 a 80%  - 80 a 100%

### III.9. EQUIPAMENTOS E INSTRUMENTOS

III.9.1 Assinale os tipos de monitoramento de máquinas/equipamentos utilizados?

- Não utiliza monitoramento

- Monitoramento manual

- Monitoramento através de coletores de dados e programas (software) específicos

- Monitoramento automático em tempo real

III.9.2 Qual é a idade média dos equipamentos em operação (em anos):

- 0 a 5  - 6 a 10  - 11 a 20  - 21 a 40  - Acima de 40

III.9.3 Idade média dos instrumentos em operação (em anos):

- 0 a 5  - 6 a 10  - 11 a 20  - 21 a 40  - Acima de 40

III.9.4 Informe a quantidade de equipamentos categorizados pela Norma Regulamentadora NR-13, existentes em sua unidade industrial.

III.9.4.1 Caldeiras de Geração de Vapor

Categoria A: ..... caldeiras;

Categoria B: ..... caldeiras;

Categoria C: ..... caldeiras.

#### III.9.4.2 Vasos de Pressão

Categoria I: .....vasos;

Categoria II: .....vasos;

Categoria III: .....vasos;

Categoria IV: .....vasos;

Categoria V: .....vasos.

III.9.5 Informe o total de instrumentos controlados nos programas de calibração e aferição periódica adotados em sua unidade industrial:

III.9.5.1 - Instrumentos críticos para a Qualidade .....: .....instrumentos;

III.9.5.2 - Instrumentos críticos para a Segurança .....: .....instrumentos;

III.9.5.3 - Instrumentos críticos para o Meio-Ambiente .....:.....instrumentos.

III.9.6 Informe o percentual de cumprimento dos programas de inspeção de equipamentos categorizados pela Norma Regulamentadora NR-13, existentes em sua unidade industrial (atingimento global em 2009):

#### III.9.6.1 Caldeiras de Geração de Vapor

Categoria A:.....% Inspeção Externa:.....% Inspeção Interna:.....% Teste Hidrostático;

Categoria B:.....% Inspeção Externa:.....% Inspeção Interna:.....% Teste Hidrostático;

Categoria C:.....% Inspeção Externa:.....% Inspeção Interna:.....% Teste Hidrostático;

#### III.9.6.2 Vasos de Pressão

Categoria I:.....% Inspeção Externa:.....% Inspeção Interna:.....% Teste Hidrostático;

Categoria II:.....% Inspeção Externa:.....% Inspeção Interna:.....% Teste Hidrostático;

Categoria III:.....% Inspeção Externa:.....% Inspeção Interna:.....% Teste Hidrostático;

Categoria IV:.....% Inspeção Externa:.....% Inspeção Interna:.....% Teste Hidrostático;

Categoria V:.....% Inspeção Externa:.....% Inspeção Interna:.....% Teste Hidrostático;

III.9.7 Informe o percentual de cumprimento dos programas de manutenção preventiva nos demais equipamentos existentes em sua unidade industrial. - atingimento global em 2009:

III.9.7.1 Programa de Lubrificação em Equipamentos Rotativos .....% realizado

III.9.7.2 Manutenção Preventiva em Equipamentos Rotativos .....% realizado

III.9.7.3 Manutenção Preventiva em Equipamentos Elétricos.....% realizado

III.9.7.4 Programa de Calibração de Válvulas de Seguranças.....% realizado

III.9.8 Informe o percentual do cumprimento dos programas de calibração e aferição periódica de instrumentos adotados em sua unidade industrial - atingimento global em 2009:

III.9.8.1 - Qualidade.....% calibrados no prazo .....% Não Conformes

III.9.8.2 - Segurança.....% calibrados no prazo .....% Não Conformes

III.9.8.3 - Meio-Ambiente.....% calibrados no prazo .....% Não Conformes

III.9.9 Informe índices de falhas dos seguintes itens:

III.9.9.1 - MTBF para queima de motores elétricos.....meses.

III.9.9.2 - MTBF para vazamento em selos mecânicos.....meses.

### III.10. TREINAMENTO E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

III.10.1 Existe uma programação anual de treinamento para o pessoal da manutenção?

( ) - Sim, elaborada pela manutenção

( ) - Sim, elaborada por outras áreas



( ) - Não.

III.10.2 Qual é a relação entre o total de horas aplicadas em treinamento e o total de horas disponíveis para o trabalho do pessoal da manutenção, no ano (em %):

( ) - 0 a 2% ( ) - 2 a 4% ( ) - 4 a 6% ( ) - 6 a 10% ( ) - Acima de 10% ( ) - Dado não disponível

III.10.3 Como é preservada e desenvolvida a tecnologia relacionada com a atividade manutenção?

( ) - Através de grupos de técnicos/especialistas que promovem o seu desenvolvimento e disseminação

( ) - A partir da elaboração/utilização de procedimentos escritos

( ) - Através de outro mecanismo:

( ) - Não existe mecanismo para tratar o assunto

III.10.4 Como são identificadas e aplicadas novas tecnologias relacionadas à atividade da manutenção?

( ) - Através da contratação de empresas especializadas

( ) - Pela participação de técnicos em seminários / congressos

( ) - Intercâmbio com empresas congêneres

( ) - Pesquisa as publicações técnicas especializadas

( ) - Outros:

III.10.5 A manutenção, em sua unidade, possui a atividade de engenharia de manutenção?

( ) - Sim ( ) - Não

III.10.6 Em caso afirmativo, indique o percentual do efetivo total da manutenção alocado a esta atividade:

( ) 1 a 5% ( ) 6 a 10 % ( ) 11 a 20% ( ) Acima de 20%

III.10.7 Para o efetivo alocado na atividade de engenharia de manutenção, defina o perfil desses recursos. Apontar o percentual aproximado para cada especialidade.

III.10.7.1 Engenheiros:.....%

III.10.7.2 Técnicos especializados:..... %

III.10.7.3 Outros:.....%

### III.11. SEGURANÇA, SAÚDE E MEIO AMBIENTE (SSMA)

III.11.1 Informar os índices de acidentes de processo relacionados à manutenção (valor global em 2009) se disponíveis. Considerar acidentes de processo relacionados à manutenção os que tiveram uma ou mais causas tratadas pela equipe de manutenção:

Quantidade de Acidentes de Processo em 2009 relacionados à manutenção:

III.11.2 Informar os índices de acidentes com pessoal próprio da manutenção (valor global da sua unidade industrial em 2009), se disponíveis:

Taxa de Freqüência de Acidentes com Perda de Tempo =.....

Taxa de Gravidade de Acidentes com Perda de Tempo =.....

III.11.3 Informar os índices de acidentes com pessoal contratado diretamente pela manutenção (valor global da sua unidade industrial em 2009), se disponíveis:

Taxa de Freqüência de Acidentes com Perda de Tempo =.....

Taxa de Gravidade de Acidentes com Perda de Tempo =.....

III.11.4 Informar os índices totais de acidentes com pessoal próprio e pessoal contratado diretamente pela manutenção (valor global da sua unidade industrial em 2009), se disponíveis:

Taxa de Freqüência de Acidentes com Perda de Tempo =.....

Taxa de Gravidade de Acidentes com Perda de Tempo =.....

III.11.5 Informar os índices de absenteísmo com pessoal próprio de manutenção (valor global em 2009), se disponíveis:

Taxa de Absenteísmo: .....% do tempo total disponível para trabalho

III.11.6 Informar os índices de geração de resíduos decorrentes das atividades de manutenção (valor global em 2009):

III.11.6.1 - Sucata metálica :

Aço carbono .....kg/ano

Aço Inoxidável .....kg/ano

Alumínio .....Kg/ano

Cobre .....kg/ano

III.11.4.2 - Óleo Lubrificante.....litros/ano

#### BLOCO IV - VISÃO DE RELACIONAMENTOS

Para responder as questões deste bloco, utilize a seguinte escala para determinar a prioridade, a frequência e a intensidade relacionadas aos questionamentos feitos:

Escala de Prioridade (Escala de 1 a n) Mais prioritário = 1 Prioridades menores, sucessivamente = 2, 3, ... Menos prioritário = n

Escala de Frequência (Escala de 1 a 3) Mensal = 1 Anual = 2 Eventual = 3

Escala de Intensidade (Escala de 1 a 3) Baixa Necessidade = 1 Alta Necessidade = 2 Imprescindível = 3

IV.1.1 - Indique, na sua visão, a ordem de prioridade, a frequência e a intensidade na consulta das fontes de informações usadas para a produção dos indicadores de gestão da manutenção:

Tabela A.1: Consulta a fontes de informações usadas para os indicadores de gestão da manutenção

Prioridade	Fonte de Informações	Frequência	Intensidade
( )	1)Procedimentos corporativos contemplados no Sistema de Documentação (SISDOX)	( )	( )
( )	2)Procedimentos emitidos por entidades normativas (ABNT, ISO, etc)	( )	( )
( )	3)Dados obtidos no Sistema ERP ( <i>Enterprise Resource Planning</i> ) (Oracle)	( )	( )
( )	4)Dados obtidos do Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD)	( )	( )
( )	5)Dados obtidos de Sistema de Gestão da Manutenção (Maximo, etc)	( )	( )
( )	6)Sistemas Administrativos (Controles de acesso e frequência, pesquisa de clima, avaliação)	( )	( )
( )	7)Consulta a executantes	( )	( )
( )	8)Consulta a supervisores	( )	( )

IV.1.2 Indique as pessoas que você considera como participantes para a apuração dos indicadores de desempenho usados na gestão da manutenção em sua unidade:

Tabela A.2: Pessoas envolvidas na apuração dos indicadores de gestão da manutenção

Indicador	Participante(s) envolvido(s)	E-mail:
1)Disponibilidade/indisponibilidade operacional		
2)Disponibilidade/indisponibilidade Manutenção		
3)Custos de manutenção		
4)Cumprimento dos programas de confirmação metrológica		
5)Classificação dos Níveis de Criticidade para Equipamentos		
6)Cumprimento dos programas de inspeção da integridade		
7)Cumprimento dos programas de manut. preventiva		
8)Taxa de frequência das falhas		
9)Taxa de gravidade das falhas		
10)TMEF (Tempo Médio entre Falhas)		
11)TMPR (Tempo Médio Para Reparo)		
12)Nível de satisfação dos clientes		
13)Nível de atendimento por prioridade		
14)Nível de retrabalho dos serviços		
15) <i>Backlog</i> (Carteira de pendências)		
16)OEE ( <i>Overall Equipment Effectiveness</i> )		
17)Taxa de frequência de acidentes		
18)Taxa de gravidade de acidentes		
19)Cumprimento do programa de treinamento		
20)Avaliação de desempenho do pessoal		
21)Pesquisa do Clima Organizacional		
22)Controles de serviços extraordinários		
23)Níveis de Absenteísmo		
24)Níveis de Atendimento do estoque de sobressalentes		
25)Giro de Estoques de sobressalentes		
26)Eficiência no consumo de energia		
27)Nível de geração de resíduos		
28)Avaliação de Desempenho de serviços		
29)Atendimento a modificações de projeto		

IV.1.3 Do seu ponto de vista, como o conhecimento associado a avaliação de desempenho

de sua área de manutenção deve ser preservado?

Tabela A.3: Preservação do conhecimento da manutenção

Prioridade	Fonte de Informações	Frequência	Intensidade
( )	1)Discussões em reuniões informais	( )	( )
( )	2)Discussões em reuniões formais e registradas	( )	( )
( )	3)Elaboração de procedimentos escritos	( )	( )
( )	4)Treinamentos e reciclagens	( )	( )
( )	5)Apresentações	( )	( )
( )	6)Outras:	( )	( )

## BLOCO V - COMENTÁRIOS FINAIS

Solicitamos avaliar este questionário apontando, se julgar conveniente, deficiências encontradas no mesmo, propostas de correções ao glossário ou apresentando propostas de mudanças a serem incorporadas oportunamente. Para tanto, estamos disponibilizando o espaço abaixo para suas observações.

---

## Apêndice 2 - Segundo Questionário

---

FACULDADE SENAI CIMATEC

MESTRADO EM GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL

GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL E MEDIÇÃO DE DESEMPENHO NA  
OXITENO :

Estudo de Multicaso em uma Indústria Petroquímica

QUESTIONÁRIO PARA OBTENÇÃO DE DADOS

JOSÉ RICARDO TAVARES DE LIMA

Mestrando em Gestão e Tecnologia Industrial

RENELSON RIBEIRO SAMPAIO

Orientador Prof. Dr. em Economia da Inovação Tecnológica

ALEX ÁLLISSON BANDEIRA SANTOS

Co-orientador

JULHO/2010

### INTRODUÇÃO

O objetivo deste questionário em particular é realizar um levantamento dos dados e dos fluxos informacionais que são desenvolvidos para o acompanhamento do desempenho das

áreas de manutenção industrial da Oxiteno, visando tornar explícita a rede social envolvida nesta tarefa. Esta ação permitirá, na seqüência, analisarmos a relação entre o atingimento das metas, com as condições de criação e difusão do conhecimento da manutenção. Sua participação será muito importante para o sucesso desta pesquisa. Agradecemos antecipadamente a sua colaboração e, tão logo os resultados sejam consolidados, os divulgaremos para todas as unidades que o viabilizaram.

#### TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Manteremos a completa confidencialidade das informações recebidas, com o compromisso de que as mesmas serão utilizadas apenas para os fins de consolidação da pesquisa. Será evitada a divulgação total ou parcial, em caráter individualizado, das respostas provenientes dos questionários, salvo expressamente autorizado pelos respectivos pesquisados.

#### ESTRUTURA DO QUESTIONÁRIO

O Questionário está dividido em 5 blocos, conforme segue:

bloco I - Identificação do Respondente,

bloco II - Glossário,

bloco III - Visão sobre Processos,

bloco IV - Visão sobre Relacionamentos e

bloco V - Comentários.

No primeiro bloco (Identificação do Respondente) são levantadas questões individuais pertinentes ao respondente do questionário, com o objetivo de permitir o correto mapeamento posterior dos elos das cadeias de fluxo de informação e conhecimento, um dos objetivos desta pesquisa.

Já no segundo bloco (Glossário) é apresentado um conjunto de termos adotados nesta pesquisa com o propósito de uniformizar o entendimento das questões apresentadas. Eventuais comentários ou sugestões de correções poderão ser apresentadas no último bloco (Comentários).

#### BLOCO I - IDENTIFICAÇÃO DO RESPONDENTE:

Nome do Respondente =



Unidade/Estado =

Célula/Setor =

DDD e Telefone comercial =

E-mail comercial =

Faixa Etária (em anos):

Até 20 ;  de 21 a 30 ;  de 31 a 40 ;  de 41 a 50 ;  Acima de 50.

Tempo na Oxiteno (em anos):

Até 1 ;  de 1 a 3 ;  de 3 a 5 ;  de 5 a 7 ;  de 7 a 10;  Acima de 10.

Tempo de Experiência Profissional na Manutenção (em anos):

Até 1 ;  de 1 a 3 ;  de 3 a 5 ;  de 5 a 7 ;  de 7 a 10;  Acima de 10.

Escolaridade (nível):

Médio ;  Superior ;  Pós-Graduado ;  Mestrado ;  Doutorado.

Cargo:

Executante ;  Supervisor ;  Coordenador Processo;  Gerente ;  Diretor.

Tempo no Cargo (em anos):

Até 1 ;  de 1 a 3 ;  de 3 a 5 ;  de 5 a 7 ;  de 7 a 10;  Acima de 10.

## BLOCO II - GLOSSÁRIO

Para permitir a adequada interpretação das perguntas formuladas no questionário, apresentamos a seguir as definições dos termos técnicos adotados. Este glossário foi montado a partir do elaborado pela ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção) com base nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR 5462 - Confiabilidade e manutenibilidade (terminologia) e NBR 15150 - Qualificação e certificação de instrumentista de manutenção - Requisitos, sendo este o mesmo utilizado pela ABRAMAN na sua pesquisa A Situação da Manutenção no Brasil, efetuada a cada 2 anos.

**Acidente de Processo:** Todo evento imprevisto que ocorre acidentalmente e que retrata condições anormais e não esperadas das operações dos processos, do laboratório, do armazenamento e movimentação de produtos, matérias primas e insumos químicos de processo ou utilidades e reagentes de laboratório, que resulte em: · Explosão, incêndio, princípio de incêndio ou flasheamento; · Mistura imprevista de produtos químicos; · Descontrole operacional; · Emissões atmosféricas de vapores e gases outras que não emissões fugitivas; · Rompimento de discos de ruptura ou aberturas de válvulas de segurança de fluídos de processo, exceto utilidades (vapor, condensado, ar, nitrogênio e água); · Vazamentos, derrames ou respingos para o meio ambiente de produtos químicos ou reagentes utilizados nos processos ou nos laboratórios; · Vazamentos, derrames ou respingos para o meio ambiente de produtos, matérias primas ou insumos químicos embalados ou em tanques de carretas no interior das unidades; · Vazamentos, derrames para o meio ambiente de óleos lubrificantes ou outros produtos químicos utilizados nos equipamentos de processo; · Danos materiais às instalações, sistemas, equipamentos ou acessórios de processo resultantes de falhas operacionais, corrosão, vibração e desgastes anormais.

**Acidentes de Trabalho:** Ocorrência relacionada com o exercício do trabalho a serviço da empresa, da qual resulte ou possa resultar em lesão pessoal ou doenças ocupacionais em funcionários, estagiários e contratados. O acidente do trabalho inclui acidente de trajeto, definido como sendo acidente sofrido pelo empregado no percurso da residência para o local do trabalho ou deste para aquela, qualquer que seja o meio de locomoção, inclusive veículo de propriedade do funcionário, estagiário ou contratado, desde que não haja interrupção ou alteração de percurso por motivo alheio ao trabalho.

**Backlog:** Conjunto de solicitações de serviços de manutenção não atendidas até o momento presente. Também denominado carteira de solicitações de serviços pendentes.

**Certificação:** Ato ou efeito de certificar; atividade executada por entidade autorizada, para determinar, verificar e atestar por escrito, a qualificação de profissionais, de acordo com os requisitos preestabelecidos. **Certificar:** ato de afirmar, atestar ou documentar determinada qualidade ou habilidade que foi testada, com emissão de documento comprobatório.

**Contratação de serviços com pagamento por Homem-hora:** serviços contratados (terceirizados) que são remunerados em função do total de Homens.hora a disposição do contratante. **Contratação de serviços com pagamento por itens ou tarefas:** serviços contratados cuja remuneração é função do serviço executado. Exemplos: metro quadrado de pintura, revisão geral de bomba centrífuga horizontal.

**Contratação de serviços por empreitada ou serviço fechado:** serviços contratados cuja remuneração é função da execução global de diversos serviços, tarefas ou itens. Exemplos: parada de manutenção da caldeira, reforma geral da torre de resfriamento.

Contratação por Resultados: contratação cuja remuneração privilegia resultados da planta como Disponibilidade Operacional, por exemplo, ao invés de serviços. O valor que a contratada receberá, será tanto maior quanto maior for a disponibilidade operacional, de acordo com o estabelecido no instrumento contratual.

Defeito: qualquer desvio de uma característica de um item em relação a seus requisitos. Um defeito pode, ou não, afetar a capacidade de um item em desempenhar uma função requerida.

Disponibilidade: capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e do suporte de manutenção. Os recursos externos requeridos devem estar assegurados. Disponibilidade Operacional (%) =  $[TMEP / (TMEP + TMP)] \times 100$  TMEP (Tempo Médio Entre Paradas) e TMP (Tempo Médio de Paralisação) Disponibilidade Inerente (%) =  $[TMEF / (TMEF + TMPR)] \times 100$  TMEF (Tempo Médio Entre Falhas) e TMPR (Tempo Médio Para Reparo) Disponibilidade Alcançada (%) =  $[TMEM / (TMEM + TMPR + TMPMP)] \times 100$  TMEM (Tempo Médio Entre Manutenção) e TMPMP (Tempo Médio Para Manutenção Preventiva)

Estoque de Manutenção: é o estoque de materiais de consumo e de sobressalentes solicitados pela Manutenção ao setor de suprimentos e mantidos em ressuprimento automático. Para os indicadores de custo, é o valor total desse estoque de manutenção em moeda corrente.

Falha: término da capacidade de um item desempenhar a função requerida.

Faturamento Bruto: é somatório de todo faturamento da empresa ou do centro de trabalho ao longo do ano sem desconto de taxas ou impostos, ou seja, valor bruto.

Grau de Especialização: está relacionado à capacidade dos executantes da Manutenção realizarem tarefas de uma única especialidade, algumas tarefas de especialidades diferentes ou ainda tarefas complementares. Equivalente a polivalência ou multiespecialização.

Indisponibilidade: probabilidade de um equipamento ou sistema não estar disponível para uso ou não estar disponível para ser utilizado.

Índice de Disponibilidade Geral: indicador de desempenho quanto a disponibilidade das unidades produtivas.

Manutenção Corretiva: manutenção efetuada após a ocorrência de uma falha de modo a

recolocar um item em condições de executar uma função requerida.

**Manutenção Preditiva:** manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejado, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragens, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva. Manutenção desempenhada com base no acompanhamento ou monitoramento de determinados parâmetros do equipamento (vibração, temperatura, ruído, etc).

**Manutenção Preventiva:** manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.

**Manutenção Preventiva por tempo:** é a manutenção preventiva efetuada de acordo com uma programação preestabelecida com base no tempo de operação, incluindo ações sistemáticas, lubrificação, rotinas, grande reparo, grande parada ou revisão geral.

**Manutenção Preditiva (por estado):** efetuada por ocorrência de deficiência de funcionamento, por acompanhamento ou controle dos parâmetros de equipamentos ou sistemas.

**Manutenção Programada:** manutenção preventiva ou preditiva efetuada de acordo com um programa preestabelecido.

**Mão-de-obra Direta:** mão-de-obra de execução (mecânicos, eletricitas, soldadores, etc) que efetivamente realizam as tarefas / serviços de manutenção.

**Mão-de-obra Indireta:** mão-de-obra de supervisão e/ou gerenciamento (supervisores, engenheiros, técnicos em trabalhos administrativos na manutenção). Programadores, coordenadores de área, planejadores são considerados como mão-de-obra indireta, pois não estão ligados diretamente às atividades de execução.

**Ocupação:** conjunto de funções ou tarefas e operações destinadas a obtenção de produtos e/ou serviços.

**Patrimônio Imobilizado:** é o valor atual do conjunto de ativos da empresa ou do centro de trabalho, incluindo terreno, edificações, equipamentos, sistemas, ou seja, bens tangíveis.

**Qualificação:** ato ou efeito de qualificar; condição obtida por uma entidade e/ou profissional que tem demonstrado capacidade para atender requisitos especificados, notar que: a) Para designar essa condição é utilizado frequentemente o termo qualificação; b) O processo de obtenção dessa condição é chamado de processo de qualificação (algumas vezes

abreviado para qualificação). Processo que avalia a capacitação profissional, física e mental de um profissional em conformidade com e estabelecido em uma norma de requisitos da ocupação.

Qualificado: situação do profissional que tenha demonstrado capacidade mínima para atender ao estabelecido em uma norma de requisitos.

Qualificar: considerar como apto ou idôneo; processo que avalia a capacitação profissional, física e mental de um profissional, em conformidade com o estabelecido em uma norma de requisitos da ocupação.

Rotatividade do estoque (ou giro do estoque): é o número de vezes que a empresa renova seu estoque durante um ano.

Tempo Médio Entre Falhas: a média aritmética dos tempos existentes entre o fim de uma falha e início de outra falha (a próxima falha) em equipamentos reparáveis. Só considerar o tempo de funcionamento. Representação TMEF ou MTBF (em inglês *Mean Time Between Failures*).

Tempo Médio Para Falhar: a média aritmética dos tempos desde a entrada em funcionamento até a falha, de componentes ou máquinas não reparáveis. O componente ou equipamento é descartado após a falha. Representação TMPF ou MTTF (em inglês *Mean Time To Failure*).

Tempo Médio Para Reparo: a média aritmética dos tempos de reparo de um sistema, de um equipamento ou de um item. Representação TMPR ou MTTR (em inglês *Mean Time To Repair*).

*Turnover* ou Rotatividade de Mão-de-obra: é a taxa de entrada e saída de pessoal de uma empresa em um período de tempo considerado. Não considera o aumento ou redução definitiva de quadro de pessoal. Se uma empresa possui e mantém, por exemplo, 100 empregados, mas durante o ano dispensou e readmitiu 10 empregados a rotatividade ou *turnover* é de 10% neste ano.

## BLOCO III - QUESTÕES

III.1 - Com que antecedência média você tem conhecimento das mudanças implementadas nos procedimentos relacionados com a avaliação de desempenho da manutenção ou de outras áreas que afetem a avaliação de desempenho da manutenção?

Resposta: Tempo médio para conhecimento das mudanças implementadas:

de um a três dias  uma semana  uma quinzena  um mês  mais que um mês.

III.2 - Qual é o seu grau de contribuição para a implementação de mudanças nos procedimentos de trabalho relacionados com a avaliação de desempenho da manutenção?

Resposta: Grau de contribuição para as mudanças implementadas na avaliação de desempenho da manutenção:

Baixo;  Médio;  Alto.

III.3 - Qual é a natureza da sua participação na implementação de mudanças nos procedimentos de trabalho relacionados com a avaliação de desempenho na manutenção?

Resposta: Natureza da participação na implementação de mudanças na manutenção:

Executo as mudanças;

Colaboro com as mudanças;

Proponho as mudanças;

Analiso as mudanças.

III.4 - Qual é o tempo médio de divulgação de um novo procedimento de avaliação de desempenho da manutenção, considerando a sua divulgação através do sistema formal de comunicação?

Resposta: Tempo médio de divulgação formal de um novo procedimento de avaliação de desempenho da manutenção:

de um a três dias  uma semana  uma quinzena  um mês  mais que um mês.

III.5 - Qual é o tempo médio de divulgação informal de um novo procedimento de avaliação de desempenho da manutenção?

Resposta: Tempo médio de divulgação informal de um novo procedimento de avaliação de desempenho da manutenção:

de um a três dias  uma semana  uma quinzena  um mês  mais que um mês.

III.6 - Qual é o tempo médio que você considera necessário para colocar em prática um

novo procedimento de avaliação de desempenho da manutenção estabelecido formalmente?

Resposta: Tempo médio para colocar em prática um novo procedimento de avaliação de desempenho da manutenção formalmente estabelecido:

( ) de um a três dias ( ) uma semana ( ) uma quinzena ( ) um mês ( ) mais que um mês.

III.7 - Os procedimentos relacionados à avaliação de desempenho em sua área de manutenção estabelecem claramente as responsabilidades para cada atividade?

Resposta: Grau de clareza no estabelecimento das responsabilidades na medição de desempenho da manutenção:

( ) Baixo; ( ) Médio; ( ) Alto.

III.8 - Quando ocorre uma dúvida relacionada à avaliação de desempenho da manutenção, qual é a sua fonte de informação mais freqüente?

Resposta: Fonte de informação mais freqüente para esclarecimento de dúvidas sobre a medição de desempenho:

( ) colega(s) de trabalho;

( ) informação contida em procedimentos ou sistemas;

III. 9 - Para responder as questões III.9.1 e III.9.2 a seguir, utilize a seguinte escala para determinar a prioridade, a freqüência e a intensidade relacionadas aos questionamentos feitos:

Escala de Prioridade (Escala de 1 a n) Mais prioritário = 1 Prioridades menores, sucessivamente = 2, 3, ... Menos prioritário = n

Escala de Freqüência (Escala de 1 a 3) Mensal = 1 Anual = 2 Eventual = 3

Escala de Intensidade (Escala de 1 a 3) Baixa Necessidade = 1 Alta Necessidade = 2 Imprescindível = 3

III.9.1 - Indique, na sua visão, a ordem de prioridade, a freqüência e a intensidade na consulta das fontes documentais de informações usadas para a produção dos indicadores de gestão da manutenção:

Prioridade	Fonte de Informações	Frequência	Intensidade
( )	1)Procedimentos corporativos contemplados no Sistema de Documentação (SISDOX)	( )	( )
( )	2)Procedimentos emitidos por entidades normativas (ABNT, ISO, etc)	( )	( )
( )	3)Dados obtidos no Sistema ERP ( <i>Enterprise Resource Planning</i> ) (Oracle)	( )	( )
( )	4)Dados obtidos do Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD)	( )	( )
( )	5)Dados obtidos de Sistema de Gestão da Manutenção (Maximo, etc)	( )	( )
( )	6)Sistemas Administrativos (Controles de acesso e frequência, pesquisa de clima, avaliação)	( )	( )
( )	7)Consulta a executantes	( )	( )
( )	8)Consulta a supervisores	( )	( )

III.9.2 - Do seu ponto de vista, como o conhecimento associado a avaliação de desempenho de sua área de manutenção deve ser preservado?

Prioridade	Fonte de Informações	Frequência	Intensidade
( )	1)Discussões em reuniões informais	( )	( )
( )	2)Discussões em reuniões formais e registradas	( )	( )
( )	3)Elaboração de procedimentos escritos	( )	( )
( )	4)Treinamentos e reciclagens	( )	( )
( )	5)Apresentações	( )	( )
( )	6)Outras	( )	( )

III.9.3 - Para cada indicador que você tenha utilização, indique as pessoas que você considera como suas fontes de consulta para o conhecimento dos resultados do desempenho, usados na sua atividade de manutenção:



Indicador	Nome dos con- sultados	E-mail dos consultados
1)Disponibilidade ou indisponibilidade operacional		
2)Disponibilidade/Indisponibilidade Manutenção		
3)Custos de manutenção		
4)Cumprimento dos programas de confirmação metrológica		
5)Classificação dos Níveis de Criticidade dos Equipamentos		
6)Cumprimento dos programas de inspeção de integridade		
7)Cumprimento dos programas de manutenção preventiva		
8)Taxa de frequência das falhas		
9)Taxa de gravidade das falhas		
10)TMEF (Tempo Médio entre Falhas)		
11)TMPR (Tempo Médio Para Reparo)		
12)Nível de satisfação dos clientes		
13)Nível de atendimento aos serviços por prioridade		
14)Nível de retrabalho dos serviços efetuados		
15)Backlog(Carteira de solicitações pendentes)		
16)OEE ( <i>Overall Equipment Effectiveness</i> )		
17)Taxa de frequência de acidentes		
18)Taxa de gravidade de acidentes		
19)Cumprimento do programa de treinamento		
20)Avaliação de desempenho do pessoal		
21)Pesquisa do Clima Organizacional		
22)Controles de serviços em horário extraordinário		
23)Níveis de Absenteísmo		
24)Níveis de Atendimento de sobressalentes		
25)Giro de Estoques de sobressalentes		
26)Eficiência no consumo de energia		
27)Nível de geração de resíduos		
28)Avaliação Desempenho de prestadoras de serviços		
29)Atendimento modificações de projeto		

#### BLOCO IV - COMENTÁRIOS FINAIS

Solicitamos avaliar este questionário apontando, se julgar conveniente, deficiências encontradas no mesmo, propostas de correções ao glossário ou apresentando propostas de

mudanças a serem incorporadas oportunamente. Para tanto, estamos disponibilizando o espaço abaixo para suas observações.

## Apêndice 3 - Resultados das representações das redes sociais estudadas usando o software UCINET

Este apêndice apresenta os extratos de alguns dos relatórios obtidos com o Software UCINET, com os resultados de cálculo das métricas obtidas para as redes estudadas nesta pesquisa.

### C.1 Resultados do Cálculo da Média de Indegree/Outdegree para Unidades A e B

FREEMAN'S DEGREE CENTRALITY MEASURES

---

Diagonal valid? YES  
 Model: ASYMMETRIC  
 Input dataset: UnidadesAB (C:\Documents and Settings\ca44655\Meus documentos\UCINET data\UnidadesAB)

	1	2	3	4
	OutDegree	InDegree	NrmOutDeg	NrmInDeg
20 A-20	394.000	436.000	23.951	26.505
40 A-40	103.000	60.000	6.261	3.647
38 A-38	99.000	93.000	6.018	5.653
21 A-21	97.000	67.000	5.897	4.073
29 A-29	86.000	57.000	5.228	3.465
10 A-10	66.000	41.000	4.012	2.492
15 A-15	60.000	62.000	3.647	3.769
34 A-34	54.000	36.000	3.283	2.188
37 A-37	50.000	24.000	3.040	1.459
45 A-45	45.000	38.000	2.736	2.310
22 A-22	41.000	54.000	2.492	3.283
28 A-28	35.000	26.000	2.128	1.581
36 A-36	32.000	21.000	1.945	1.277
41 A-41	31.000	23.000	1.884	1.398
13 A-13	30.000	31.000	1.824	1.884
11 A-11	29.000	29.000	1.763	1.763
5 A-05	29.000	58.000	1.763	3.526
35 A-35	29.000	30.000	1.763	1.824
39 A-39	29.000	29.000	1.763	1.763
43 A-43	29.000	29.000	1.763	1.763
9 A-09	27.000	27.000	1.641	1.641
18 A-18	26.000	25.000	1.581	1.520
26 A-26	26.000	25.000	1.581	1.520
42 A-42	25.000	27.000	1.520	1.641
7 A-07	25.000	24.000	1.520	1.459
6 A-06	23.000	22.000	1.398	1.337
1 A-01	23.000	33.000	1.398	2.006
16 A-16	23.000	24.000	1.398	1.459
46 A-46	20.000	20.000	1.216	1.216
32 A-32	19.000	22.000	1.155	1.337
44 A-44	18.000	17.000	1.094	1.033
19 A-19	18.000	25.000	1.094	1.520
14 A-14	18.000	40.000	1.094	2.432

31 A-31	16.000	19.000	0.973	1.155
3 A-03	12.000	11.000	0.729	0.669
17 A-17	11.000	37.000	0.669	2.249
2 A-02	10.000	12.000	0.608	0.729
47 A-47	9.000	3.000	0.547	0.182
33 A-33	9.000	14.000	0.547	0.851
27 A-27	7.000	1.000	0.426	0.061
24 A-24	7.000	11.000	0.426	0.669
30 A-30	3.000	2.000	0.182	0.122
12 A-12	2.000	10.000	0.122	0.608
8 A-08	1.000	0.000	0.061	0.000
4 A-04	1.000	25.000	0.061	1.520
23 A-23	1.000	13.000	0.061	0.790
25 A-25	0.000	15.000	0.000	0.912

DESCRIPTIVE STATISTICS

	1	2	3	4
	OutDegree	InDegree	NrmOutDeg	NrmInDeg
1 Mean	37.191	37.191	2.261	2.261
2 Std Dev	58.415	61.627	3.551	3.746
3 Sum	1748.000	1748.000	106.261	106.261
4 Variance	3412.368	3797.857	12.610	14.035
5 SSQ	225392.000	243510.000	832.927	899.881
6 MCSSQ	160381.281	178499.281	592.682	659.636
7 Euc Norm	474.755	493.467	28.860	29.998
8 Minimum	0.000	0.000	0.000	0.000
9 Maximum	394.000	436.000	23.951	26.505
10 N of obs	47.000	47.000	47.000	47.000

Network Centralization (Outdegree) = 22.162%  
 Network Centralization (Indegree) = 24.771%

Note: For valued data, the normalized centrality may be larger than 100.  
 Also, the centralization statistic is divided by the maximum value in the input dataset.

## C.2 Resultados do Cálculo da Média de *Indegree/Outdegree* para Unidade C

FREEMAN'S DEGREE CENTRALITY MEASURES

Diagonal valid? YES  
 Model: ASYMMETRIC  
 Input dataset: UnidadeC (C:\Documents and Settings\ca44655\Meus documentos\UCINET data\UnidadeC)

	1	2	3	4
	OutDegree	InDegree	NrmOutDeg	NrmInDeg
1 C-01	71.000	35.000	35.500	17.500
2 C-02	31.000	10.000	15.500	5.000
6 C-06	26.000	23.000	13.000	11.500
4 C-03	23.000	21.000	11.500	10.500
7 C-07	19.000	33.000	9.500	16.500
9 C-09	12.000	26.000	6.000	13.000
10 C-10	11.000	19.000	5.500	9.500
8 C-08	4.000	30.000	2.000	15.000
3 C-03	4.000	3.000	2.000	1.500
5 C-05	2.000	3.000	1.000	1.500

DESCRIPTIVE STATISTICS

	1	2	3	4
	OutDegree	InDegree	NrmOutDeg	NrmInDeg
1 Mean	20.300	20.300	10.150	10.150
2 Std Dev	19.360	11.037	9.680	5.518
3 Sum	203.000	203.000	101.500	101.500
4 Variance	374.810	121.810	93.702	30.452
5 SSQ	7869.000	5339.000	1967.250	1334.750
6 MCSSQ	3748.100	1218.100	937.025	304.525
7 Euc Norm	88.707	73.068	44.354	36.534
8 Minimum	2.000	3.000	1.000	1.500
9 Maximum	71.000	35.000	35.500	17.500
10 N of obs	10.000	10.000	10.000	10.000

Network Centralization (Outdegree) = 28.167%  
 Network Centralization (Indegree) = 8.167%

Note: For valued data, the normalized centrality may be larger than 100.  
 Also, the centralization statistic is divided by the maximum value in the input dataset.

### C.3 Resultados do Cálculo da Média de *Indegree/Outdegree* para Unidade F

```

FREEMAN'S DEGREE CENTRALITY MEASURES
-----
Diagonal valid?      YES
Model:              ASYMMETRIC
Input dataset:      UnidadeF (C:\Documents and Settings\ca44655\Meus documentos\UCINET data\UnidadeF)

      1          2          3          4
      outDegree  InDegree  NrmOutDeg  NrmInDeg
-----
2 F-02      124.000    40.000    72.941    23.529
1 F-01      31.000    59.000    18.235    34.706
3 F-03      29.000    57.000    17.039    33.529
5 F-05       5.000     4.000     2.941     2.353
4 F-04       3.000    32.000     1.765    18.824

DESCRIPTIVE STATISTICS
-----
      1          2          3          4
      outDegree  InDegree  NrmOutDeg  NrmInDeg
-----
1 Mean      38.400    38.400    22.588    22.588
2 Std Dev   44.360    19.986    26.094    11.756
3 Sum      192.000    192.000    112.941    112.941
4 Variance  1967.840    399.440    680.914    138.215
5 SSQ      17212.000    9370.000    5955.709    3242.215
6 MCSSQ    9839.200    1997.200    3404.568    691.073
7 Euc Norm  131.195     96.799     77.173     56.940
8 Minimum   3.000     4.000     1.765     2.353
9 Maximum   124.000    59.000    72.941    34.706
10 N of Obs  5.000     5.000     5.000     5.000

Network Centralization (Outdegree) = 62.941%
Network Centralization (Indegree) = 15.147%

Note: For valued data, the normalized centrality may be larger than 100.
      Also, the centralization statistic is divided by the maximum value in the input dataset.

Actor-by-centrality matrix saved as dataset FreemanDegree
    
```

### C.4 Resultados do Cálculo da Média da Centralidade de Informação para Unidades A e B

```

[INFORMATION CENTRALITY
-----
Input dataset:      UnidadesAB (C:\Documents and Settings\ca44655\Meus documentos\UCINET data\UnidadesAB)
WARNING: Data matrix symmetrized by taking larger of xij and xji.

      1          2          3          4          5          6          7          8          9          10          11
-----
1  0.030    0.003    0.000    0.000    -0.000    0.003    0.001    -0.022    -0.000    0.000    0.000
2  0.003    0.067    -0.001    -0.000    -0.001    -0.000    -0.001    -0.022    -0.000    0.001    -0.001
3  0.000    -0.001    0.077    -0.001    -0.001    -0.001    -0.000    -0.024    -0.001    -0.001    -0.001
4  0.000    -0.000    -0.001    0.044    -0.001    -0.000    -0.000    -0.022    0.000    -0.000    -0.000
5  -0.000    -0.001    -0.001    -0.001    0.019    -0.001    0.001    -0.023    0.000    0.001    0.003
6  0.003    -0.000    -0.001    -0.000    -0.001    0.036    0.001    -0.017    0.000    -0.001    -0.000
7  0.001    -0.001    -0.000    -0.000    0.001    0.001    0.038    -0.023    -0.000    0.000    0.000
8  -0.022    -0.022    -0.024    -0.022    -0.023    -0.017    -0.023    0.994    -0.020    -0.021    -0.023
9  -0.000    -0.000    -0.001    0.000    0.000    0.000    -0.000    -0.020    0.034    0.001    0.001
10 0.000    0.001    -0.001    -0.000    0.001    0.001    0.000    -0.021    0.001    0.017    0.001
11 0.000    -0.001    -0.001    -0.000    0.003    -0.000    0.000    -0.023    0.001    0.001    0.021
12 -0.001    -0.002    -0.002    -0.001    0.001    0.004    -0.001    -0.023    -0.001    -0.001    -0.001
13 0.000    0.000    -0.001    0.002    0.000    0.000    0.000    -0.022    0.000    0.001    0.001
14 -0.000    0.003    -0.002    -0.000    -0.000    -0.002    -0.001    -0.017    0.001    0.008    -0.000
15 0.000    -0.000    -0.001    -0.000    0.001    -0.000    0.000    -0.022    0.000    0.000    0.001
16 -0.000    -0.001    -0.001    -0.001    0.000    -0.001    -0.000    -0.023    0.000    0.000    0.000
17 0.002    -0.001    0.001    -0.000    0.001    -0.000    0.001    -0.023    -0.000    0.000    0.001
18 -0.000    -0.001    -0.001    -0.001    0.000    -0.001    -0.000    -0.023    0.000    0.001    0.000
19 -0.000    -0.001    -0.001    -0.000    0.001    -0.000    0.000    -0.022    0.000    0.001    0.001
20 0.001    0.000    -0.000    0.000    0.002    0.000    0.001    -0.022    0.001    0.002    0.002
21 0.001    0.001    0.001    0.000    0.001    0.001    0.002    -0.021    0.001    0.001    0.000
22 0.000    -0.001    -0.001    -0.001    0.005    -0.001    0.001    -0.023    0.000    0.000    0.003
23 0.003    -0.002    0.001    -0.002    -0.001    -0.002    0.001    -0.025    -0.002    -0.001    -0.001
24 0.002    -0.001    -0.001    0.007    -0.002    0.002    -0.000    -0.019    -0.001    -0.001    -0.001
25 -0.001    -0.002    -0.002    -0.002    0.007    -0.002    -0.001    -0.024    -0.001    -0.001    0.004
26 -0.000    -0.001    -0.001    -0.000    0.000    -0.000    -0.000    -0.021    0.001    0.001    0.001
27 -0.002    -0.003    -0.003    -0.003    -0.001    -0.003    -0.002    -0.025    -0.002    -0.001    -0.001
28 -0.000    -0.000    -0.001    0.000    0.000    0.000    0.000    -0.021    0.001    0.001    0.001
29 0.001    0.002    0.000    0.007    0.000    0.001    0.000    -0.021    0.001    0.001    0.000
30 -0.004    -0.005    -0.005    -0.003    -0.004    -0.005    -0.004    -0.027    -0.004    -0.004    -0.004
31 -0.001    -0.001    -0.001    -0.000    0.006    -0.001    -0.000    -0.023    -0.000    0.000    0.002
32 -0.000    -0.001    -0.001    -0.001    -0.000    0.003    -0.000    -0.021    0.000    0.006    0.000
33 0.001    -0.001    0.003    -0.001    -0.001    -0.001    -0.000    -0.022    -0.000    -0.000    -0.001
34 0.001    -0.000    -0.001    0.007    0.001    0.000    0.001    -0.022    0.002    0.001    0.001
35 -0.001    -0.001    -0.003    -0.001    -0.002    0.004    -0.002    0.019    0.001    0.000    -0.001
    
```

Capítulo C C.4. Resultados do Cálculo da Média da Centralidade de Informação para Unidades A e B

36	-0.000	-0.000	-0.001	-0.000	0.001	-0.000	0.000	-0.021	0.001	0.001	0.001
37	0.007	-0.001	0.004	-0.000	0.000	-0.000	0.004	-0.023	-0.001	-0.000	-0.000
38	-0.000	0.001	-0.001	-0.000	-0.000	0.002	-0.000	-0.011	0.003	0.002	0.000
39	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	0.002	0.000	-0.023	0.000	0.000	0.003
40	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	0.004	-0.001	-0.023	0.000	0.000	0.007
41	-0.000	0.001	0.001	-0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.022	0.001	0.001	0.000
42	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	0.001	-0.000	-0.022	0.000	0.001	0.001
43	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	0.001	-0.000	0.000	-0.023	0.001	0.001
44	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	0.002	-0.000	-0.001	0.000	-0.022	0.000	0.001
45	0.000	0.001	0.001	0.001	-0.000	0.001	-0.000	0.001	-0.022	0.001	0.001
46	0.000	-0.001	-0.000	-0.001	-0.001	0.001	-0.001	0.003	-0.023	-0.000	0.000
47	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.001	-0.002	-0.001	-0.025	-0.001	-0.001

Actor Information Centralities

	1
	Inform
1 A-01	10.675
2 A-02	7.677
3 A-03	7.131
4 A-04	9.282
5 A-05	12.169
6 A-06	10.081
7 A-07	9.850
8 A-08	8.946
9 A-09	10.223
10 A-10	12.496
11 A-11	11.807
12 A-12	8.841
13 A-13	10.454
14 A-14	10.639
15 A-15	12.474
16 A-16	9.479
17 A-17	11.051
18 A-18	10.091
19 A-19	9.605
20 A-20	14.957
21 A-21	13.476
22 A-22	12.046
23 A-23	6.809

24 A-24	7.578
25 A-25	7.293
26 A-26	9.866
27 A-27	4.916
28 A-28	10.751
29 A-29	13.199
30 A-30	3.270
31 A-31	9.588
32 A-32	9.283
33 A-33	8.075
34 A-34	12.207
35 A-35	9.739
36 A-36	10.734
37 A-37	11.432
38 A-38	13.154
39 A-39	10.019
40 A-40	13.121
41 A-41	11.051
42 A-42	10.550
43 A-43	10.012
44 A-44	9.311
45 A-45	12.226
46 A-46	9.600
47 A-47	5.803

STATISTICS

	1
	Inform
1 Mean	9.852
2 Std Dev	2.652
3 Sum	463.038
4 Variance	7.031
5 SSQ	4892.264
6 MCSSQ	330.479
7 Euc Norm	69.945
8 Minimum	0.946
9 Maximum	14.957
10 N of Obs	47.000

INFORM = Information Centrality

## C.5 Resultados do Cálculo da Média da Centralidade de Informação para Unidade C

```

INFORMATION CENTRALITY
-----
Input dataset:          UnidacC (C:\Documents and Settings\ca44655\Meus documentos\UCINET data\UnidacC)
WARNING: Data matrix symmetrized by taking larger of Xij and Xji.

      1      2      3      4      5      6      7      8      9      10
1  0.022  0.007  -0.004  0.007  -0.005  0.011  0.011  0.008  0.015  0.006
2  0.007  0.037  -0.005  0.010  -0.006  0.012  0.009  0.012  0.006  0.006
3  -0.004  -0.005  0.149  -0.002  -0.029  0.003  -0.005  -0.002  -0.002  -0.000
4  0.007  0.010  -0.002  0.042  -0.013  0.008  0.015  0.006  0.005  0.005
5  -0.005  -0.006  -0.029  -0.013  0.217  -0.012  -0.013  -0.004  -0.011  -0.012
6  0.011  0.012  0.003  0.008  -0.012  0.041  0.011  0.006  0.007  0.003
7  0.011  0.009  -0.005  0.015  -0.013  0.011  0.040  0.005  0.011  0.003
8  0.008  0.012  -0.002  0.006  -0.004  0.006  0.005  0.038  0.007  0.008
9  0.015  0.006  -0.002  0.005  -0.011  0.007  0.011  0.007  0.043  0.005
10 0.006  0.006  -0.000  0.005  -0.012  0.003  0.003  0.008  0.005  0.049

Actor Information Centralities

      1
      Inform
-----
1 C-01 13.453
2 C-02 11.182
3 C-03  4.963
4 C-03 10.594
5 C-05  3.715
6 C-06 10.781
7 C-07 10.867
8 C-08 11.083
9 C-09 10.539
10 C-10  9.886

STATISTICS

      1
      Inform
-----
1 Mean 9.706

2 Std Dev 2.838
3 Sum 97.063
4 Variance 8.052
5 SSQ 1022.653
6 MCSSQ 80.524
7 Euc Norm 31.979
8 Minimum 3.715
9 Maximum 13.453
10 N of Obs 10.000

INFORM = Information Centrality
output actor-by-centrality measure matrix saved as dataset Information (C:\Documents and Settings\ca44655\Meus documentos\UCINET data\Information)

-----
Running time: 00:00:01
Output generated: 26 set 10 10:38:43
Copyright (c) 2002-9 Analytic Technologies
    
```

## C.6 Resultados do Cálculo da Média da Centralidade de Informação para Unidade F

### INFORMATION CENTRALITY

Input dataset: UnidadeF (C:\Documents and Settings\ca44655\Meus documentos\UCINET data\UnidadeF)

WARNING: Data matrix symmetrized by taking larger of  $X_{ij}$  and  $X_{ji}$ .

	1	2	3	4	5
1	0.035	0.016	0.024	0.013	0.001
2	0.016	0.019	0.016	0.016	0.004
3	0.024	0.016	0.036	0.013	-0.001
4	0.013	0.016	0.013	0.044	0.003
5	0.001	0.004	-0.001	0.003	0.168

### Actor Information Centralities

	1
	Inform
1 F-01	16.693
2 F-02	22.996
3 F-03	16.418
4 F-04	14.529
5 F-05	5.194

### STATISTICS

	1
	Inform
1 Mean	15.166
2 Std Dev	5.745
3 Sum	75.830
4 Variance	33.009
5 SSQ	1315.094
6 MCSSQ	165.043
7 Euc Norm	36.264
8 Minimum	5.194
9 Maximum	22.996
10 N of Obs	5.000



---

## Referências Bibliográficas

---

- ABRAMAN. A situação da manutenção no brasil - documento nacional. In: *24o. Congresso Brasileiro de Manutenção*. [S.l.: s.n.], 2009.
- AHLMANN, H. From traditional practice to the new understanding: the significance of life cycle profit concept in the management of industrial enterprises. In: *International Foundation for Research in Maintenance, Maintenance Management and Modelling Conference*. Vaxjo: IFRIM, 2002. v. 1, p. 1–1.
- ALKAIM, J. *Metodologia para incorporar conhecimento intensivo às tarefas de manutenção centrada na confiabilidade aplicada em ativos de sistemas elétricos*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- BEN-DAHIA, M. You may need rcm to enhance tpm implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 6, n. 2, p. 82–85, 2000.
- BIASOTTO, E. *Aplicação do BSC na gestão da TPM - Estudo de Caso em Indústria de Processo*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- BLANN, D. *Reliability as a strategic initiative: to improve manufacturing capacity, throughput, and profitability*. Junho 2010. URL: <http://www.marshallinstitute.com/downloads/reliability-str-init.pdf>.
- BLANN, D. *World-class Maintenance: Putting Your Facility on the Road to Success*. Junho 2010. URL: <http://www.ceroaverias.com/wclassman/articulo20320wcm.pdf>.
- BREAR J., J. P. e. M. C. Managing the pay-off between risk, reliability and remaining life - weighting the consequences. *Power Plants - Operation Maintenance and Material Issues*, v. 1, n. 3, p. 1–11, 2002.
- COUTINHO A. E KALLAS, D. *Gestão da Estratégia - experiências e lições de empresas brasileiras*. São Paulo: Editora Campus, 2005.
- DEKKER, R. Applications of maintenance optimization models: a review and analysis. *Reliability Engineering and System Safety*, v. 51, n. 1, p. 229–240, 1996.
- DUMOND, E. Making best use of performance measures and information. *International Journal of Operation and Production Management*, v. 14, n. 9, p. 16–31, 1994.
- DWIGHT, R. Searching for real maintenance performance measures. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 5, n. 3, p. 258–275, 1999.

- ESPINOZA, J. *El Balanced Scorecard aplicado a la gestion de mantenimiento. La experiencia de Ecuaelectricidad SA*. Junho 2010. URL: <http://www.uruman.org/3er-congreso-docs/trabajos-tecnicos/JorgeCarrera.pdf>.
- GARG A. E DESHMUKH, S. Maintenance management: literature review and directions. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 12, n. 3, p. 205–238, 2006.
- GHALAYINI A. E NOBLE, J. The changing basis of performance measurement. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 16, n. 8, p. 63–80, 1996.
- HIATT, B. *Best Practices in Maintenance: A 13 Step Program in Establishing a World Class Maintenance Organization*. Junho 2010. URL: <http://www.tpmonline.com/articles-on-total-productive-maintenance/management/13steps.htm>.
- (IEC), I. E. C. *International electrotechnical vocabulary IECV 191-07-01*. Junho 2010. URL: <http://std.iec.ch/iev/iev.nsf>.
- INGALLS, P. *Just What Is World Class Maintenance?* Junho 2010. URL: <http://www.mt-online.com/articles/0205viewpoint.cfm>.
- INGALLS, P. *World-class Maintenance*. Junho 2010. URL: <http://www.zie.pg.gda.pl/odo/best.html>.
- JAMARILLO, C. *Qué significa verdaderamente Confiabilidad? VI Congreso Panamericano de Mantenimiento, 2004*. Junho 2009. URL: <http://noria.com/sp/cmcm/2k4/perez2.pdf>.
- KAPLAN R. E NORTON, D. *The balanced scorecard - measures that drive performance*. Boston: Harvard Business Review, 1992.
- KAUER R. E FABBRI, L. Risk acceptance criteria and regulatory aspects. *Power Plants - Operation Maintenance and Material Issues*, v. 1, n. 2, p. 1–11, 2002.
- KELLY, A. *Maintenance Planning and Control*. Oxford: Butterworths, 1984.
- KELLY, A. *Maintenance and its Management*. Londres: Conference Communication, 1989.
- KELLY A. E HARRIS, M. *Management of Industrial Maintenance*. Oxford: Butterworths, 1989.
- KODALI R., M. R. e. A. G. Justification of world-class maintenance systems using analytic hierarchy constant sum method. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 15, n. 1, p. 47–77, 2009.
- LABIB, A. *World-class maintenance using a computerized maintenance management*.
- LEVITT, J. *Managing Factory Maintenance*. Nova York: Industrial Press Inc, 1996.

- LIMA J., S. R. e. S. A. Sistemas de gestão da manutenção - uma revisão bibliográfica visando estabelecer critérios para avaliação de maturidade. In: *30o. Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção*. [S.l.: s.n.], 2010.
- LIYANAGE J. E KUMAR, U. Development and implementation of maintenance performance indicators for the norwegian oil and gas industry. In: *14th International Maintenance Congress*. Gothenburg: Euro-Maintenance, 2000. v. 1, p. 221–228.
- LIYANAGE J. E KUMAR, U. Adjusting maintenance policy to business conditions: value-based maintenance performance measurement. In: *International Foundation for Research in Maintenance, Maintenance Management and Modelling Conference*. Vaxjo: IFRIM, 2002. v. 1, p. 1–1.
- LYNCH R. E CROSS, K. *Measure up : The Essential Guide to Measuring Business Performance*. Londres: Mandarin, 1991.
- MIRON M., C. F. e. W. P. *Inovação tecnológica e produção no setor químico*. Novembro 2005. URL: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci-arttext-pid=S0100-40422005000700016>.
- MÁRQUEZ A., L. P. F. J. M. C. e. C. M. A practical view to maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 15, n. 2, p. 167–178, 2009.
- MTE, M. do Trabalho e E. *Norma Regulamentadora NR-13 - Caldeiras e Vasos de Pressão*. Julho 2010. URL: <http://www.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras/nr-13.pdf>.
- MURTHY D., A. A. e. E. J. Strategic maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 8, n. 4, p. 287–305, 2002.
- NEELY A., M. J. P. K. R. H. G. M. B. M. e. K. M. Performance measurement system design: developing and testing a process-based approach. *International Journal of Operation and Production Management*, v. 20, n. 10, p. 1119–1145, 2000.
- NIVEN, P. *Balanced Scorecard Passo a Passo: elevando o desempenho e mantendo resultados*. [S.l.]: Qualitymark, 2005.
- NONAKA I. E TAKEUCHI, H. *Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação*. [S.l.]: Campus, 1997.
- PARIDA A. E CHATTOPADHYAY, G. Development of a multi-criteria hierarchical framework for maintenance performance measurement. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 13, n. 3, p. 241–258, 2007.
- PARIDA A. E KUMAR, U. Maintenance performance measurement (mpm): issues and challenges. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 12, n. 3, p. 239–251, 2006.

- PARKES, D. *Operational Research in Maintenance*. [S.l.]: University of Manchester Press, 1970.
- PETERSON, S. *Developing an Asset Management Strategy*. Junho 2010. URL: <http://www.samicorp.com/PublicationsPages/Articles/AssetManagementStrategy.pdf>.
- PUN K., C. K. C. M. e. L. H. Productivity measurement through multi-criteria decision making. *Engineering Costs and Production Economics*, v. 20, n. 2, p. 151–153, 1990.
- PUN K., C. K. C. M. e. L. H. An effectiveness centred approach to maintenance management - a case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 8, n. 4, p. 346–368, 2002.
- PUN K. E WHITE, A. A performance measurement paradigm for integrating strategy formulation: a review of systems and frameworks. *International Journal of Management Reviews*, v. 7, n. 1, p. 49–71, 1996.
- ROSA, C. *Aplicação da Análise de Rede Social no Processo de Difusão do Conhecimento de Tecnologia de Informação na Organização*. Dissertação (Mestrado Interdisciplinar em Modelagem Computacional) — Faculdade Visconde de Cairu, Salvador, 2008.
- SHERWIN, D. A review of overall models for maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 6, n. 3, p. 138–164, 2000.
- STEPHENSON K. E ZELEN, M. D. Rethinking centrality: Methods and examples. *Social Networks*, v. 11, n. 1, p. 1–37, 1989.
- TSANG, A. A strategic approach to managing maintenance performance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 4, n. 2, p. 87–94, 1998.
- TSANG, A. Strategic dimensions of maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 8, n. 1, p. 7–39, 2002.
- WASSERMAN S. E FAUST, K. *Social Network Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
- WEALLEANS, D. *Organizational Measurement Manual*. [S.l.]: Ashgate Publishing, 2000.
- WIREMAN, T. *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*. [S.l.]: Industrial Press Inc, 2000.

*GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL E MEDIÇÃO DE DESEMPENHO EM  
UMA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA: ESTUDO DE MULTICASO*

José Ricardo Tavares de Lima

Salvador, Outubro de 2010.