

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA**

**APLICAÇÃO DO BSC NA GESTÃO DA TPM – ESTUDO DE CASO EM INDÚSTRIA
DE PROCESSO**

Dissertação submetida à

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

para a obtenção do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA

EDUARDO BIASOTTO

Florianópolis, setembro de 2006.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA**

**APLICAÇÃO DO BSC NA GESTÃO DA TPM – ESTUDO DE CASO EM INDÚSTRIA
DE PROCESSO**

EDUARDO BIASOTTO

**Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de
MESTRE EM ENGENHARIA**

ESPECIALIDADE ENGENHARIA MECÂNICA

sendo aprovada em sua forma final.

**Acires Dias, Dr. Eng.
Orientador**

**André Ogliari, Dr. Eng.
Co-Orientador**

**Fernando Cabral, Ph.D.
Coordenador do Curso**

BANCA EXAMINADORA

**Abelardo A. de Queiroz, Ph.D.
PPGEM-UFSC**

**Jonny Carlos da Silva, Dr. Eng.
PPGEM-UFSC**

**Prof. Osmar Possamai, Dr. Eng.
PPGEP-UFSC**

**“Manutenção é isto:
Quando tudo vai bem, ninguém lembra que existe,
Quando algo vai mal, dizem que não existe,
Quando é para gastar, dizem que não é preciso que exista,
Porém quando realmente não existe, todos concordam que deveria existir”.**

Autor Desconhecido

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento desta dissertação só tornou-se possível com a colaboração e o empenho de colaboradores e instituições. Destes, quero fazer um agradecimento especial:

Ao Prof. Dr. Acires Dias, orientador deste trabalho, pela sua motivação e dedicação.

Ao Prof. Dr. André Ogliari, co-orientador deste trabalho, por sua visão sistemática e precisa na elaboração desta dissertação.

Ao Prof. Dr. José A. Bellini da Cunha Neto, ex-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (POSMEC) por firmar o convênio com a empresa Klabin Papéis Monte Alegre (KPMA) para realização deste projeto de mestrado.

Aos amigos e colegas do NEDIP (Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos) pela motivação e contribuições na apresentação deste trabalho.

A empresa Klabin Papéis Monte Alegre (KPMA) por fornecer os subsídios e as dependências de sua unidade em Telêmaco Borba – PR para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos colaboradores do departamento da manutenção, em especial ao Engenheiro Mecânico Pedro Osni Barbosa, coordenador do PPMA (Planejamento e Programação da Manutenção), pelas discussões do tema e pela sua orientação no ambiente fabril.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE QUADROS	X
LISTA DE ABREVIATURAS	XI
RESUMO	XII
ABSTRACT	XIII
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa do tema	3
1.2 Objetivos	4
1.2.1 Objetivo geral.....	4
1.2.2 Objetivos específicos	5
1.3. Metodologia	5
1.3.1. Método de pesquisa.....	5
1.3.2. Método de trabalho	6
1.3.3. Avaliação da proposta.....	7
1.4. Estrutura do trabalho.....	7
1.5. Delimitações	8
CAPÍTULO 2 - GESTÃO DA MANUTENÇÃO.....	10
2.1. O gerenciamento da manutenção	10
2.2. Planejamento estratégico na manutenção	13
2.2.1. Gestão estratégica da manutenção	15
2.3. Sistemas de gestão de manutenção	22
2.4. A manutenção de classe mundial.....	27
2.5. A manutenção classe mundial e a TPM.....	32
2.5.1. Origem da TPM	37
2.5.2. O sistema de gestão TPM.....	40
2.5.3. Eficiência global do equipamento	44
2.5.4. Prêmio de excelência em TPM	45
2.6. Comentários	46
CAPÍTULO 3 – INDICADORES DE DESEMPENHO PARA A GESTÃO DA MANUTENÇÃO	47

3.1. Sistemas de medição para o desempenho da gestão	47
3.1.1. Sistemas de medição	47
3.1.2. Indicadores de desempenho	49
3.2. Indicadores de desempenho para o gerenciamento da manutenção	51
3.2.1. Indicadores de desempenho para o gerenciamento estratégico da manutenção ...	54
3.2.2. Indicadores técnicos	55
3.2.3. Indicadores financeiros	57
3.3. O <i>Balanced Scorecard</i>	59
3.3.1. Os componentes do BSC.....	61
3.3.2. O BSC como sistema de gestão	63
3.4. O BSC no gerenciamento da manutenção	66
3.4.1. A perspectiva financeira.....	70
3.4.2. A perspectiva dos clientes.....	71
3.4.3. A perspectiva dos processos internos.....	71
3.4.4. A perspectiva de aprendizagem organizacional.....	72
3.4.5. Metodologia para implantação do BSC na manutenção	73
3.5. BSC & TPM.....	76
3.6. Comentários	77
CAPÍTULO 4 – GESTÃO DA MANUTENÇÃO NA KLABIN.....	79
4.1. Descrição da empresa	79
4.1.1 Histórico.....	79
4.2. A gestão da manutenção na KLABIN	80
4.3. O Processo de manutenção da KLABIN	85
4.3.1. O Planejamento e o controle da manutenção na KLABIN	86
4.4. A implantação da TPM na KLABIN	88
4.4.1. Objetivo do programa	88
4.4.2. A estrutura do programa.....	90
4.4.3. As fases do programa	93
4.4.4. O pilar da Manutenção Planejada	94
4.4.5. Resultados obtidos com o pilar da Manutenção Planejada	98
4.5. Comentários	102
CAPÍTULO 5 – MODELO PARA APLICAÇÃO DO BSC NO PILAR DA MANUTENÇÃO PLANEJADA	103

5.1. Ambiente TPM para implantação do BSC	103
5.1.1. Primeira fase: Estratégia	106
5.1.2. Segunda fase: Objetivos Estratégicos	110
5.1.3. Terceira fase: Indicadores	115
5.1.4. Quarta Fase: Implantação.....	126
5.2. A gestão do Pilar da Manutenção Planejada a partir do BSC.....	127
5.3. Processo de avaliação do modelo	131
5.4. Comentários	133
CAPITULO 6 – CONCLUSÕES	135
6.1. Considerações finais	135
6.2. Sugestão para trabalhos futuros	137
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139
BIBLIOGRAFIA	146
ANEXO 1 – EMPRESAS DA AMÉRICA DO SUL PREMIADAS PELO JIPM	148
ANEXO 2 - O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CELULOSE E PAPEL	149
ANEXO 3 – SISTEMA DE LAÇAMENTO E ENCERRAMENTO DOS TIMs.....	150
ANEXO 4 – CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA SUPERAR.....	151
ANEXO 5 – ATIVIDADES COMPARTILHADAS ENTRE O PILAR DA MANUTENÇÃO PLANEJADA E DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....	152
ANEXO 6 – INDICADORES DE DESEMPENHO DO PROGRAMA SUPERAR	153
ANEXO 7 – <i>ROAD MAP</i> DO PILAR DA MANUTENÇÃO PLANEJADA	154
ANEXO 8 – <i>SOFTWARES</i> CERTIFICADOS PELO BSC	155
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO	156

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Metodologia do trabalho	7
Figura 2.1 - Função Manutenção na Empresa. (FONTE: Chedas Sampaio, 2001).....	11
Figura 2.2 – Ciclo de vida e fatores que afetam o custo de manutenção segundo a Terotecnologia. (Fonte: KELLY & HARRIS, 1980)	18
Figura 2.3 – Síntese de Disponibilidade e Confiabilidade (VINADÉ, 2003).	19
Figura 2.4 – Modelo de estratégia para manutenção (Fonte: CAMPBELL, 1995).....	22
Figura 2.5 – Os elementos da ECM. (Fonte: PUN <i>et al.</i> , 2002).....	26
Figura 2.6 – Caminho da evolução para a Manufatura de Classe Mundial. (Fonte: AHLMANN, 2002)	29
Figura 2.7 – Progresso para a Manutenção de Classe Mundial. (Fonte: AHLMANN, 2002) .	30
Figura 2.8 – Pirâmide da manutenção. (Fonte: WIREMAN, 1998).....	32
Figura 2.9 - Funções para suportar o desenvolvimento de novos produtos (YAMASHINA 2000).....	33
Figura 2.10 – Evolução da TPM (YAMASHINA 2000)	34
Figura 2.11 - Fatores para determinação do OEE (Fonte: adaptado de JIPM, 2002, p.2, NAKAJIMA, 1989, p.25).....	44
Figura 3.1 – Papéis da medição (Adaptado de Sink e Tuttle, 1993, p. 147-157).....	48
Figura 3.2 – Estratégia de Gestão de Indicadores (Adaptado AMENDOLA, 2005).	55
Figura 3.3 – Relação entre os indicadores técnicos (adaptado de AMENDOLA 2005).....	57
Figura 3.4 – A estrutura do sistema de indicadores do <i>Balanced Scorecard</i> . (Adaptado de KAPLAN e NORTON, 1997, p.10.)	60
Figura 3.5 – Componentes e terminologia do <i>Balanced Scorecard</i> (BSCOL, 2000).....	62
Figura 3.6 - Mudança de um sistema de controle gerencial para um sistema gerencial estratégico (Fonte: adaptado de KAPLAN e NORTON 2001, p.36.).....	64
Figura 3.7 – <i>Loop</i> duplo de gestão da estratégia (BSCOL, 2000).....	65
Figura 3.8 – Processo de gerenciamento estratégico do desempenho da manutenção (TSANG 1998).....	67
Figura 3.9 – Processo de Implantação do BSC (AMENDOLA 2005).....	68
Figura 3.10 – Painel de Controle de Indicadores (Adaptado AMENDOLA 2005)	69
Figura 3.11 – O <i>Scorecard</i> da Manutenção (AHLMANN, 2002).....	70
Figura 3.12. Fases de Implantação do BSC (adaptado de AMENDOLA, 2004).....	74
Figura 3.13 – Cronograma típico para o <i>Balanced Scorecard</i> (Kaplan & Norton, 1997).....	75

Figura 4.1 – Organização do departamento da manutenção (Fonte: KPMA 2005)	80
Figura 4.2 – Fluxograma do processo de manutenção (Fonte: KPMA 2005).....	85
Figura 4.3 - Fluxograma do planejamento e programação da manutenção (Fonte: KPMA 2005).....	88
Figura 4.4 – Estrutura do Programa SUPERAR (Fonte: KPMA 2005).....	90
Figura 4.5 – Pilares do Programa SUPERAR (Fonte: KPMA 2005).....	91
Figura 4.6 – Fases do Programa SUPERAR (Fonte: KPMA 2005).....	93
Figura 4.7 – Envolvimento da produção na manutenção planejada (Fonte: KPMA 2005).....	94
Figura 4.8 – Passos da implantação do Pilar da Manutenção Planejada (Fonte KPMA 2005)	97
Figura 4.9 – Disponibilidade da planta (Fonte: Programa Superar – KPMA 2005)	99
Figura 4.10 – Número de quebra de máquinas por mês (Fonte: Programa Superar – KPMA 2005).....	99
Figura 4.11 – MDT das máquinas de papel (Fonte: Programa Superar – KPMA 2005)	100
Figura 4.12 – Custo de peças em estoque (Fonte: Programa Superar – KPMA 2005)	100
Figura 4.13 – Custo de manutenção por unidade produzida (Fonte: Programa Superar – KPMA 2005)	100
Figura 4.14 – Custo de manutenção (Fonte: Programa Superar – KPMA 2005).....	101
Figura 5.1 – Perfil do Pilar da Manutenção Planejada (Programa SUPERAR, 2005).....	103
Figura 5.2 – Proposta de aplicação do BSC no Pilar da Manutenção Planejada.....	104
Figura 5.3 - Dinâmica do BSC para a manutenção (adaptado de Kaplan e Norton, 1997)....	108
Figura 5.4 – Mapa da estratégia de atuação do Pilar da Manutenção Planejada.....	110
Figura 5.5 – Mapa estratégico dos objetivos do Pilar da Manutenção Planejada	113
Figura 5.6 – Mapa estratégico dos indicadores do Pilar da Manutenção Planejada.....	119
Figura 5.7 – Comparação do sistema de gestão atual com o sistema de gestão estratégico do BSC.....	128
Figura 5.8 – <i>Loop</i> duplo do Pilar da Manutenção Planejada.....	130

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Evolução da Manutenção no Japão (Fonte: NAKAJIMA, 1989, p.11).....	38
Quadro 2.2 – As quatro gerações do TPM (Fonte: PALMEIRA, 2002, p.92).....	39
Quadro 2.3 – Resultados mensuráveis passíveis de obtenção com a TPM (Fonte: adaptado de NAKAJIMA, 1989).....	40
Quadro 2.4 – As 12 etapas para implantação da TPM (Fonte: adaptado de NAKAJIMA, 1989).....	42
Quadro 3.1 – Níveis de medidas de desempenho da manutenção (Adaptado de TSANG 1999).....	52
Quadro 3.2 - Indicadores técnicos versus financeiros (AMENDOLA 2005)	59
Quadro 4.1 – Indicadores de desempenho Pilar da Manutenção Planejada (Fonte: KPMA 2005).....	95
Quadro 4.2 – Fases de implantação do Pilar da Manutenção Planejada (Fonte: KPMA 2005).....	96
Quadro 5.1. Objetivos Estratégicos do Pilar da Manutenção Planejada	112
Quadro 5.2. Indicadores do Pilar da Manutenção Planejada relacionados aos objetivos estratégicos	116
Quadro 5.3 – Descrição dos indicadores (Fonte KPMA).....	117
Quadro 5.4 – BSC para a gestão da manutenção TPM com metas e iniciativas estratégicas	125
Quadro 5.5 – Respostas do questionário de avaliação do modelo do BSC para o Pilar da Manutenção Planejada.....	132

LISTA DE ABREVIATURAS

ABRAMAN.....	Associação Brasileira de Manutenção
BSC.....	<i>Balanced Scorecard</i>
BSCOL.....	<i>Balanced Scorecard Collaborative</i>
CBM.....	<i>Condition-Based Maintenance</i>
CEP.....	Controle Estatístico do Processo
ECM.....	<i>Effectiveness-Centered Maintenance</i>
EVA.....	<i>Economic Value Added</i>
FU.....	Foco na Unidade
FMEA.....	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>
FTA.....	<i>Fault Tree Analysis</i>
GIGA.....	Grupo Interno de Gestão Autônoma
GIMP.....	Grupo Interno de Manutenção Planejada
GQT.....	Gestão pela Qualidade Total
IPC.....	Indústria de Processamento Contínuo
JIPM.....	<i>Japanese Institute of Plant Maintenance</i>
JIPE.....	<i>Japanese Institute of Plant Engineering</i>
JIT.....	<i>Just-in-Time</i>
KPI.....	<i>Key Performance Indicator</i>
LCC.....	<i>Life-Cycle Cost</i>
LCP.....	<i>Life-Cycle Profit</i>
MCC.....	Manutenção Centrada em Confiabilidade
MDT.....	<i>Mean Downtime</i>
MPT.....	Manutenção Produtiva Total
MRP.....	<i>Material Requirements Planning</i>
MTBF.....	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTF.....	<i>Mean Time To Fail</i>
MTTR.....	<i>Mean Time to Repair</i>
OEE.....	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PDCA.....	<i>Plan – Do – Check - Action</i>
PM.....	<i>Preventive Maintenance</i>
RA.....	Retorno de Ativos
RBI.....	<i>Risk Based Inspection</i>
RBM.....	<i>Risk Based Maintenance</i>
RCM.....	<i>Reliability-centered Maintenance</i>
ROCE.....	<i>Return On Capital Employment</i>
ROI.....	<i>Return On Investment</i>
SMM.....	<i>Strategic Maintenance Management</i>
SAP.....	<i>Systems, Applications and Products for Data Processing</i>
TBM.....	<i>Time Based Maintenance</i>
TFG.....	Taxa de Frequência Geral
TIM.....	Time Interno de Melhoria
TPM.....	<i>Total Productive Maintenance</i>
TQC.....	<i>Total Quality Concept</i>
TQMain.....	<i>Total Quality Maintenance</i>
TQM.....	<i>Total Quality Management</i>
VR.....	<i>Virtual Reality</i>
VP.....	<i>Virtual Prototyping</i>
WCM.....	<i>World-Class Manufacturing</i>

RESUMO

Com o processo de globalização, as empresas brasileiras passaram por um período de grandes mudanças para se enquadrarem na nova ordem econômica mundial. Esse processo de mudança tem implicações diretas na postura das organizações. Dentro deste contexto, surge a *World Class Manufacturing* (WCM) ou Manufatura de Classe Mundial, que se caracteriza pela alta disponibilidade e flexibilidade dos meios de produção. Para o alcance desse estágio na manufatura, a manutenção industrial é um elemento chave, que, adaptada ao ambiente de competição globalizado, caracteriza o que se chama de Manutenção de Classe Mundial. Este trabalho apresenta uma revisão dos principais sistemas de gestão de manutenção disponíveis no mercado e descreve o sistema de gestão TPM (*Total Productive Maintenance*) ou Manutenção Produtiva Total com o sistema de gestão fundamental na busca pela classe mundial nos processos de manutenção. E propõe um modelo de aplicação da metodologia de gestão estratégica do *Balanced Scorecard* (BSC) para auxiliar no gerenciamento do Pilar da Manutenção Planejada, o pilar responsável pela gestão da manutenção no programa TPM adotado por uma importante indústria de processamento contínuo do ramo de celulose e papel. Esta metodologia permite alinhar os indicadores de desempenho à estratégia proposta para o pilar (visão, missão e objetivos) nas perspectivas de finanças, clientes, processo interno e aprendizado e crescimento; e demonstra as relações de dependência (causa-efeito) entre os indicadores adotados pelo pilar num mapa estratégico, no intuito de auxiliar na tomada de decisão das devidas ações de melhoria (iniciativas estratégicas) que a função manutenção deve realizar. O BSC estimula a constante re-alimentação da estratégia, promovendo a melhoria contínua e mostrando-se a evolução natural no gerenciamento da função manutenção que busca atingir e manter o padrão de classe mundial em seus resultados.

Palavras-chave: Gestão da Manutenção, Manufatura Classe Mundial, Manutenção Produtiva Total, Indicadores de Desempenho, *Balanced Scorecard*.

ABSTRACT

Most Brazilian Companies used to participate in a restricted market that was not so demanding. Due to the globalization process that takes place in some companies here in Brazil, these companies underwent through a period of big changes in order to fit themselves in the new worldwide economic order. This process of change has direct impacts on the organizations' posture. Within this context, a *World Class Manufacturing* (WCM) arises, which is characterized by its high production means availability and flexibility. In order to achieve this developed stage on manufacturing, industrial maintenance is a key element, which adapted to the global competition environment, characterizes *World Class Maintenance*. This work presents a review of the main available maintenance management systems on the market and describes the TPM (Total Productive Maintenance) management system as the fundamental management system searching for the world class in maintenance processes. And purposes an application model to *Balanced Scorecard* (BSC) strategic management methodology in order to assist Planned Maintenance Pillar, which is responsible for the maintenance management in the TPM program, once adopted by a important company of continuous process in pulp and paper branch in Brazil. This methodology allows aligning the performance indicators with the proposal strategy for the pillar (vision, mission and objectives) in perspectives of financial, clients, internal process and learning and growing perspectives. Besides, it shows the dependency relationship (cause-effect) among the indicators adopted by the pillar in a strategic map, intending to support the decision for better actions (strategic initiatives) that the maintenance function must carry out. BSC stimulates the constant feedback of strategy, promoting the continuous improvement and showing a natural evolution in maintenance function management, which looks for reaching and sustain the world class pattern on its results.

Key-words: Maintenance Management, World Class Manufacturing, Total Productive Maintenance, Performance Indicators, Balanced Scorecard.

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Com a abertura do mercado brasileiro e aumento da pressão competitiva, as organizações têm buscado incessantemente a melhoria de desempenho de seus processos produtivos. Os clientes tornaram-se mais exigentes e passaram a direcionar as ações das empresas: controle de custos, melhoria da qualidade e o aumento da produtividade tornaram-se fatores críticos de competitividade, exigindo investimentos em tecnologia, automação, controle de processos e capacitação das pessoas.

Para alcançar níveis elevados de competitividade é fundamental o investimento tecnológico em equipamentos e o desenvolvimento de um modelo consistente de gestão que venha compatibilizar de forma estratégica, as ações dos integrantes da empresa na busca de um desenvolvimento contínuo de melhoria dos processos e produtos. A Manufatura de Classe Mundial ou *World Class Manufacturing* (WCM), conceito originalmente introduzido por Hayes and Wheelwright (1984), caracteriza-se como uma gestão abrangente que busca garantir a excelência de processo e produtos pela redução das perdas e estabilidade do processo. É caracterizada, entre outras coisas, por se superar nos quesitos qualidade e tecnologia (WIREMAN, 1990; CHIAVENATO, 1999).

Para que o alcance e a superação das metas estabelecidas pela produção sejam viabilizados é fundamental, entre outras coisas, que os recursos e meios de produção estejam disponíveis, em atendimento ao planejamento operacional realizado, com alto nível de confiabilidade (PUN *et al.*, 2002). A manutenção industrial torna-se assim, uma das atividades de apoio à produção chave neste processo, ainda que nem sempre lembrada. Ela afeta diretamente a capacidade e habilidade dos processos produtivos das empresas de responderem rápida e eficazmente às demandas do mercado. A manutenção industrial deve ser adaptada ao ambiente de competição global. Para tanto, apresenta-se a Manutenção de Classe Mundial (MCM) definida por Wireman (1990), como sendo aquela capaz de atender satisfatoriamente as necessidades dos sistemas produtivos em uma economia globalizada.

Num sistema de gestão WCM os objetivos da manutenção e da produção são compatibilizados e harmonizados, pois a manutenção tem um papel decisivo para eliminar perdas, assegurar o funcionamento ininterrupto do processo aumentando a confiabilidade dos equipamentos e estabilidade das variáveis do processo com custos otimizados. Vários sistemas de gestão da manutenção foram desenvolvidos para suportar as empresas nesta direção.

Destacam-se a RCM (*Reliability-Centered Maintenance*, ou Manutenção Centrada em Confiabilidade - MCC), TPM (*Total Productive Maintenance*, ou Manutenção Produtiva Total - MPT) e RBI (*Risk-Based Inspection*, ou Inspeção Baseada no Risco - IBR), com o objetivo de reduzir os custos de manutenção e melhorar a confiabilidade. De uma forma geral, segundo Yamashina (2000), Murthy *et al.*, (2002) e Dunn (1999) os resultados têm sido positivos para as empresas que implementaram tais processos.

Segundo Hirilaus Xenos (1998), a manutenção deve ter um escopo muito mais abrangente do que simplesmente manter as condições originais dos equipamentos. Muitas vezes, somente manter estas condições é insuficiente e a introdução de melhorias que visam aumentar a produtividade também deve fazer parte do trabalho dos departamentos de manutenção.

Segundo Kardec e Nascif (2002), a nova postura da manutenção é fruto dos desafios que se apresentam para as empresas neste novo cenário de economia globalizada e altamente competitiva, onde as mudanças se sucedem em alta velocidade e a manutenção como uma das atividades fundamentais do processo produtivo, precisa ser um agente pró-ativo. Isto é, na visão atual deve-se atuar preventivamente e as equipes devem estar qualificadas e equipadas para evitarem falhas e não apenas corrigi-las. Esta mudança estratégica da manutenção tem reflexo direto no resultado da empresa.

Tsang (1998) argumenta que considerar a manutenção como uma questão puramente tática é equivocada. A manutenção também tem uma dimensão estratégica, abrangendo assuntos como o projeto das instalações e seus programas de manutenção, aprimoramento do conhecimento e das habilidades da força de trabalho, e desenvolvimento de ferramentas para realizar o serviço da manutenção.

Hendry (1998), Tsang (1998), Bond (1999), Liyanage & Kumar (2003), Dunn (2003) declaram que a performance classe mundial da função manutenção também depende de métricas que podem ser obtidas por meio de processo de *benchmarking*. Para tal, a adoção de um sistema de indicadores de desempenho ligado à estratégia da organização torna-se essencial para atingir a excelência nos processos da manutenção.

Os indicadores de desempenho devem ser posicionados num contexto estratégico demonstrando como eles influenciam no trabalho das pessoas. Peters e Waterman (1982) *apud* Tsang (1998) explicam esta afirmação de maneira sucinta: – “O que é medido é feito”. O padrão das decisões e ações dentro da organização define a estratégia na prática. Deste modo, os indicadores de desempenho não devem ser considerados puramente como um meio

de prover informação para a tomada de decisão no gerenciamento e controle da manutenção, eles podem também servir como uma ferramenta motivacional direcionada às decisões e às ações coerentes com a estratégia adotada pela organização para a manutenção.

1.1 Justificativa do tema

Dentre os fatores competitivos a serem atendidos pela WCM, destacam-se como normalmente presentes o baixo custo, qualidade alta e entrega confiável, o que determina, automaticamente, os objetivos estratégicos a serem priorizados pela maioria das organizações, quais sejam: custo, qualidade e confiabilidade. Dada à estreita relação da atividade com estes objetivos estratégicos, os citados desafios permanentes da produção acabam sendo os próprios desafios da atividade de manutenção. Como consequência, a adoção de estratégias funcionais de manutenção adequadas, alinhadas a indicadores de desempenho estratégicos que mostrem como obter o custo efetivo sem comprometimento da segurança e da confiabilidade operacional da planta, passa a ser de fundamental importância para a organização.

Yamashina (2000) demonstra em estudo realizado na manufatura japonesa que a adoção do sistema de gestão da manutenção TPM, associado ao sistema de produção JIT (*Just in Time*), integrado ao sistema de gestão da qualidade TQM (*Total Quality Management*) fornece o caminho para atingir o conceito WCM nos processos e produtos.

Tsung (1998) justifica que o sucesso atual das organizações que realizam uma manutenção de classe mundial se deve à adoção de um sistema estratégico revolucionário. Uma organização da manutenção que desenvolve a capacidade de aprender será capaz de identificar uma estratégia emergente a partir das necessidades do cliente, da experimentação e da avaliação dos resultados.

Considerando a relevância da manutenção nas WCM, como discutido anteriormente, a complexidade dos sistemas e equipamentos utilizados numa indústria de alta tecnologia e o elevado risco presente para pessoas, meio-ambiente e para as próprias instalações, é de vital importância a adoção de um sistema de gerenciamento dotado de indicadores de desempenho estratégicos que monitorem as instalações físicas disponíveis e os recursos aplicados para este fim, no cumprimento da visão, missão e metas propostas para a organização da manutenção.

O *Balanced Scorecard* (BSC) promove uma visão balanceada dos indicadores de desempenho em torno de quatro perspectivas: finanças, cliente, processo interno, e aprendizagem e crescimento. Segundo Kaplan e Norton (1996) *apud* Tsang (2002) gerentes frequentemente acham a estratégia muito abstrata para guiá-los nas decisões do dia-a-dia.

Utilizando o BSC a estratégia é traduzida em algo mais tangível e operável – objetivos de longo prazo relacionados às medidas de desempenho, suas metas, e plano de ação.

O BSC apresenta-se como uma ferramenta de comunicação focada nos fatores importantes da manutenção no sucesso do negócio da empresa. Ela permite uma avaliação holística da performance da unidade e a protege contra sub-otimização porque todos os indicadores de desempenho que coletivamente determinam a performance total da manutenção são monitorados (TSANG, 2002).

Conforme Martins e Laugeni (1998), os processos produtivos das empresas dependem muito da confiabilidade e disponibilidade de seus equipamentos e instalações, podendo uma instalação bem mantida significar expressiva vantagem competitiva sobre a concorrência. Exige-se, portanto, dentro deste enfoque, cada vez mais atenção e esforço para a melhoria dos processos de manutenção.

Considerando a função estratégica da manutenção para o sucesso da empresa, principalmente na indústria de processo contínuo onde o custo de paradas é elevado; atentando a inabilidade da gestão da manutenção promovida pelo programa TPM em visualizar o desempenho da manutenção como um todo, por tratar os indicadores financeiros e de performance de forma desintegrada; e com o intuito de acelerar o processo gerencial e facilitar a identificação de pontos críticos, identifica-se a necessidade da adoção de uma ferramenta de gestão estratégica para aperfeiçoar o processo de manutenção que busca enquadrar-se nos padrões de excelência da manufatura de classe mundial. Neste contexto adota-se a metodologia de gestão estratégica do *Balanced Scorecard* a qual trata de forma integrada suas quatro perspectivas (finanças, clientes, processo interno e aprendizagem) proporcionando abranger todos os aspectos do negócio da manutenção, além de sua aplicação ter obtido excelentes resultados desde sua divulgação em 1992 por Kaplan e Norton.

Ao mesmo tempo em que se constata no cenário mundial certa diversidade de metodologias e de programas de gestão de manutenção (alguns deles bem sucedidos), depara-se, em âmbito nacional, com literatura restrita e escassa para suporte na implementação de um sistema similar, ou mesmo, para o aprofundamento do estudo sobre o tema.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho é apresentar a aplicação da metodologia de gestão estratégica do BSC no Pilar da Manutenção Planejada, o pilar responsável pela gestão da

manutenção no programa TPM adotado em uma empresa de processo contínuo do ramo de celulose e papel. Promovendo o gerenciamento estratégico da manutenção baseado nos indicadores de desempenho de um programa de gestão classe mundial como é a TPM e que poderá ser utilizada diretamente ou como referência para um programa próprio de manutenção a ser desenvolvido por outra empresa.

1.2.2 Objetivos específicos

Além do objetivo geral, este trabalho:

- Conceitua o processo de gestão da manutenção como função vital na indústria de processo;
- Discute a importância do gerenciamento estratégico da função manutenção para o sucesso da empresa;
- Analisa o que existe disponível no mercado em termos de filosofias gerenciais e programas de gestão de manutenção em uso na indústria e publicados na literatura que propõe ferramentas para organizar e aperfeiçoar o processo de manutenção;
- Define o sistema de gestão da manutenção de classe mundial como sistema capaz de suprir as necessidades da manufatura classe mundial;
- Demonstra a função do sistema de gestão *Total Productive Maintenance* (TPM) como programa fundamental na busca do conceito classe mundial;
- Discute a importância dos indicadores de desempenho no gerenciamento estratégico da manutenção destacando a metodologia do *Balanced Scorecard* desenvolvido por Kaplan e Norton (1992) para orientação destes indicadores;
- Descreve a gestão da manutenção da Klabin Papéis Monte Alegre (KPMA) unidade do grupo Klabin S.A. em Telêmaco Borba-PR, destacando a atuação do Pilar da Manutenção Planejada responsável pela gestão da manutenção no programa TPM adotado pela empresa, o qual servirá de cenário para a aplicação do BSC para gerenciar estrategicamente a manutenção da empresa;

1.3. Metodologia

1.3.1. Método de pesquisa

Adotar-se-á o estudo de caso como metodologia desta dissertação, pela sua adequação ao estudo de comportamentos organizacionais. Será estabelecido previamente um conjunto de proposições teóricas, que auxiliam na identificação dos elementos que compõem um sistema

de gerenciamento de manutenção. A seguir, será apresentado como cenário o sistema de gestão TPM adotado na Klabin Papéis Monte Alegre (KPMA) empresa brasileira do segmento de processamento de celulose e papel onde foi realizado o estudo de caso, finalizando com a proposição da metodologia do BSC para auxiliar no gerenciamento da manutenção da empresa em estudo.

1.3.2. Método de trabalho

A metodologia para elaboração desta dissertação, representada na Figura 1.1, inicia identificando-se os fundamentos de um sistema de gestão de manutenção, realiza-se uma revisão bibliográfica atualizada sobre o tema gestão da manutenção, a importância do planejamento estratégico na manutenção e os diversos sistemas de gestão da manutenção encontrados na literatura que possa servir como um referencial teórico no desenvolvimento de trabalhos similares. A partir da revisão define-se o sistema de gestão da manutenção de classe mundial e a adoção da TPM como modelo de gestão ideal para atingir conceito WCM devido ao seu alto nível organizacional e ao ambiente motivador promovido pelo programa.

Destaca-se neste trabalho também a importância dos indicadores de desempenho no gerenciamento da manutenção e a utilização da ferramenta de gestão estratégia do *Balanced Scorecard* introduzida por Kaplan e Norton (1992) para gerenciar estes indicadores.

Como cenário descreve-se o sistema de gestão TPM adotado por uma empresa do segmento de celulose e papel, focando-se no Pilar da Manutenção Planejada, o pilar responsável pela função manutenção e os indicadores de desempenho utilizados por ele.

Como principal contribuição deste trabalho apresenta-se um modelo de aplicação da metodologia BSC nos indicadores de desempenho da manutenção utilizados pela empresa em estudo, relatando os passos necessários para a implantação do BSC, demonstrando as vantagens em adotar uma ferramenta estratégica no gerenciamento dos indicadores em busca da melhoria contínua.

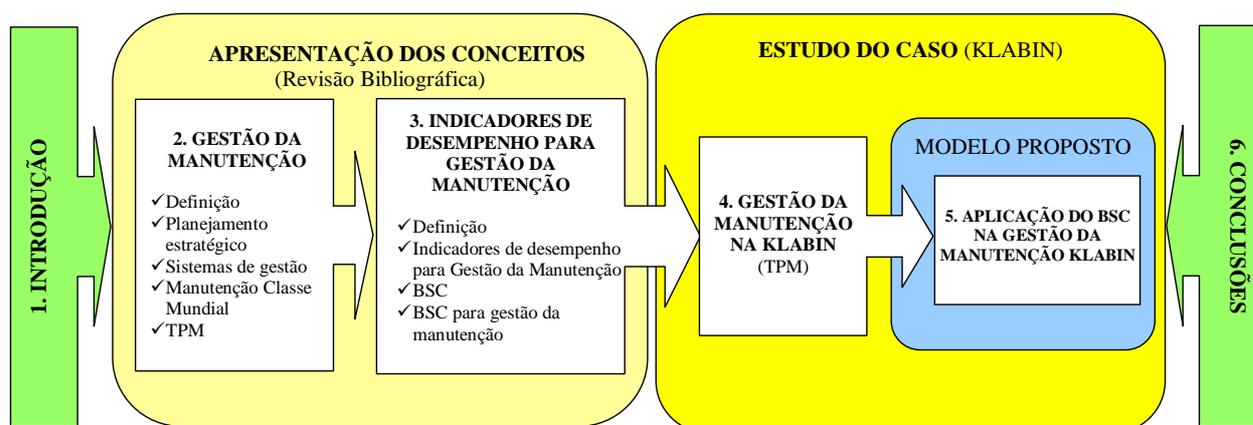


Figura 1.1 – Metodologia do trabalho

1.3.3. Avaliação da proposta

Para validar a proposta de aplicação da metodologia do BSC para auxiliar a gestão do Pilar da Manutenção Planejada e orientá-lo conforme a estratégia proposta para ele no programa TPM, utilizou-se um questionário elaborado a partir da metodologia proposta por Perez (2003) e Romano (2003) aplicado aos membros da equipe do Pilar da Manutenção Planejada do programa SUPERAR de implantação da TPM na Klabin Papéis Monte Alegre (KPMA) unidade de Telêmaco Borba – PR. O propósito do questionário é avaliar a sensibilidade da proposta por parte dos membros do pilar no que tange aos benefícios desta metodologia para a gestão do pilar, a necessidade a facilidade de adoção da proposta.

O procedimento para validar a proposta constituiu-se de uma apresentação onde é inserido o embasamento teórico dos conceitos abordados na dissertação enfatizando-se o conteúdo apresentado no Capítulo 5, onde é exposto o modelo para aplicação da metodologia do BSC no cenário do sistema de gestão da manutenção TPM vivido pela empresa estudada. Seguido da apresentação aplicou-se o questionário para avaliar o entendimento da proposta por parte da equipe do pilar.

1.4. Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em seis capítulos, seguindo o método de trabalho proposto na Figura 1.1, cujos conteúdos são apresentados a seguir:

No segundo capítulo, apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre o tema gestão de manutenção, destacando a importância do planejamento estratégico de uma empresa, a relevância das atividades de apoio na consecução dos objetivos empresariais, em especial da

atividade de manutenção industrial. Apresenta-se, também, uma revisão dos sistemas de gerenciamento de manutenção em uso nas indústrias ao longo dos últimos anos destacando o sistema de gestão da manutenção com ênfase na manufatura de classe mundial (WCM) baseada na TPM (*Total Productive Maintenance*).

No terceiro capítulo apresenta-se um estudo sobre os sistemas de medição de desempenho para gestão em especial a teoria do *Balanced Scorecard* (BSC) e sua aplicação no gerenciamento da manutenção.

No quarto capítulo, apresenta-se a organização do departamento da manutenção da empresa onde foi feito o estudo de caso, a KLABIN S.A. unidade situada na Fazenda Monte Alegre em Telêmaco Borba-PR. Apresentam-se as subdivisões do departamento, o processo de manutenção e seu planejamento e controle. Será relatado o processo de implantação do sistema de gestão TPM na empresa, a estrutura e objetivos do programa, as fases de implantação e as mudanças na organização.

No quinto capítulo demonstra-se a aplicação da metodologia BSC na estrutura de indicadores de desempenho do sistema de gestão TPM adotado na empresa, restringindo-se ao Pilar de Manutenção Planejada, pilar responsável pela função manutenção na TPM, assim como a avaliação da proposta com os membros do pilar.

No sexto capítulo, será feito uma apreciação final das práticas gerenciais exploradas na pesquisa e serão apresentadas as conclusões deste trabalho. Serão também apreciadas as vantagens na adoção de uma metodologia de gestão estratégica na manutenção e, por fim, serão apresentadas sugestões para trabalhos futuros, complementares ao presente desenvolvimento.

1.5. Delimitações

O modelo enfoca a gestão da manutenção TPM da unidade da Klabin S.A. em Telêmaco Borba, Paraná (KPMA) onde foi realizado o estudo de caso e, portanto, considera somente a estratégia adotada pelo Pilar da Manutenção Planejada (missão, visão e objetivos) e os indicadores de desempenho adotados por ele.

O modelo não será aplicado aos demais pilares do programa SUPERAR de implantação da TPM na empresa.

Os dados foram coletados durante todo ano de 2005, período em que o autor acompanhou o funcionamento da gerência da manutenção nas dependências da empresa, em

especial o processo de implantação do programa TPM, durante o horário comercial de funcionamento da unidade.

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

CAPÍTULO 2 - GESTÃO DA MANUTENÇÃO

2.1. O gerenciamento da manutenção

Segundo Blanchard (1995), o gerenciamento da manutenção refere-se à aplicação do apropriado planejamento, organização, pessoal, implantação do programa e métodos de controle para a atividade da manutenção. Isto se aplica tanto ao gerenciamento do departamento da manutenção em uma fábrica, quanto ao gerenciamento de uma atividade de suporte à manutenção responsável por garantir que o sistema que está sendo utilizado pelo cliente seja efetivamente e eficientemente mantido em seu ciclo de vida programado. Atividades específicas incluem a descrição de tarefas a serem cumpridas, a identificação das responsabilidades da organização, o desenvolvimento de uma estrutura de trabalho (*work breakdown structure*), a projeção dos custos, programa de inspeção, relatórios, etc.

Para Sampaio (2001) a função manutenção é na sua essência constituída por ações técnicas (intervenções corretivas e preventivas) e ações de gestão com pesos relativos dependentes da dimensão da empresa, como representado na Figura 2.1. Em relação às ações de gestão, assumem particular importância as diferentes formas de organização, dependentes dos seguintes fatores:

- i. Dimensão da empresa (organização);
- ii. Tipo de atividade da empresa;
- iii. Tecnologia utilizada;
- iv. Tipo e qualidade dos equipamentos;
- v. Grau de dispersão geográfica das organizações;
- vi. Outras atividades de responsabilidade da manutenção (distribuição de energia, gestão de estoques, segurança, etc).

Onde, em geral empresas com dimensões maiores, ou seja, plantas com uma estrutura fabril maior, necessitam de mais ações gerenciais.

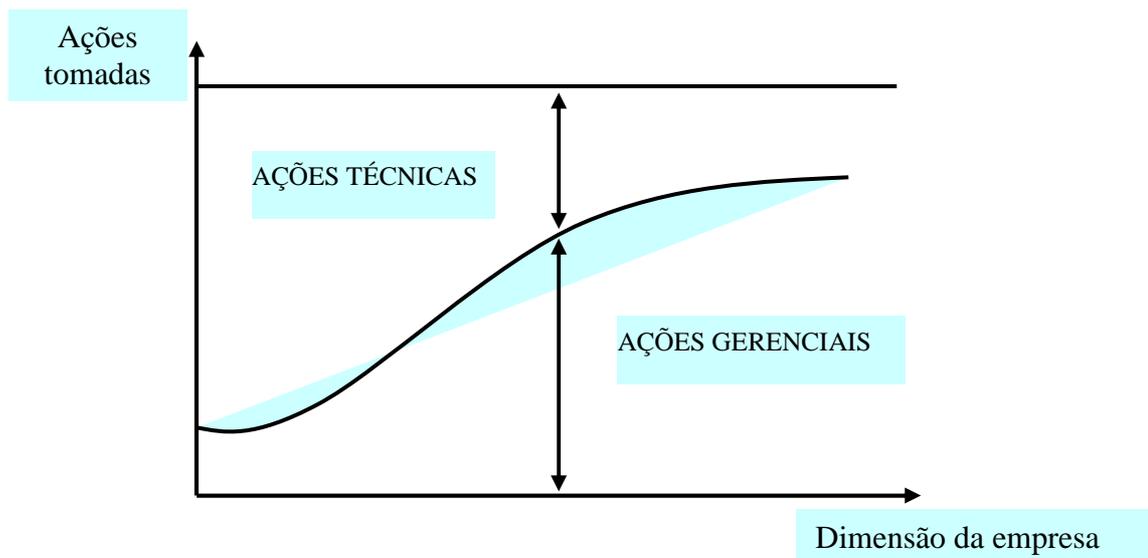


Figura 2.1 - Função Manutenção na Empresa. (FONTE: Chedas Sampaio, 2001)

Sampaio (2001) define ainda que a gestão da função manutenção envolve as seguintes funções:

- i. **Métodos:** normativo interno, gestão técnica do material, preparação de trabalhos, assistência técnica, acompanhamento das condições dos equipamentos, análise dos resultados da manutenção;
- ii. **Planejamento:** definição de prioridades, preparação e programação de trabalhos, fiscalização e controle do planejamento;
- iii. **Execução:** programação diária dos trabalhos, realização dos trabalhos;

As referidas funções implicam nas seguintes atividades:

- i. **Organização:** normas internas, relatório de equipamentos, codificação funcional e de armazém, manuais técnicos;
- ii. **Novas aquisições e alterações:** especificações técnicas de seleção, cadernos de encargos, recepção;
- iii. **Planejamento:** planos de manutenção, preparação e programação de trabalhos;
- iv. **Execução:** realização dos trabalhos;
- v. **Controle orçamental:** controle de custos;
- vi. **Gestão de materiais:** gestão de estoques, gestão de quebras, conservação, descarte; e
- vii. **Gestão de pessoal:** organizar, motivar, formar.

Sampaio (2001) define a gestão de manutenção como: “Os equipamentos produtivos estão normalmente a cargo da produção que os opera e que é responsável pelos custos respectivos (operação/ manutenção/amortização). Quando a manutenção vai atuar nos equipamentos estabelece-se uma prestação de serviços desta função à produção. Desenvolve-se assim naturalmente um relacionamento entre ambas do tipo fornecedor de serviços-cliente”.

Esta relação de fornecedor de serviços-cliente será tomada como base para elaborar um conjunto de indicadores de desempenho para monitorar a gestão da função manutenção baseada na metodologia de gestão estratégica do *Balanced Scorecard* (BSC), assunto que será abordado nos Capítulos 3 e 5.

Segundo Wireman (1990), os objetivos e metas típicas no gerenciamento da manutenção são:

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

A estrutura organizacional necessária e o desempenho satisfatório da função manutenção em uma indústria de produção contínua (IPC) como a de celulose e papel está sempre em constante evolução. O paradigma ultrapassado que a boa manutenção é aquela que executa um bom reparo, evoluiu para um novo conceito de que uma boa manutenção é aquela que consegue evitar ao máximo as perdas não planejadas.

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

processamento contínuo, tempos muito longos acabam sendo gastos até que se atinja a especificação dos produtos acabados.

Palmer (1999) afirma que o propósito da manutenção é garantir a confiabilidade da planta industrial. Segundo este autor, as empresas devem dar ênfase à aplicação de equipamentos industriais que precisem cada vez menos de atenção. Ainda é seu ponto de vista que este enfoque deve ser preferido em relação à busca de ser eficiente e reativo na execução das tarefas de reparo em equipamentos no estado de falha. Neste sentido, o procedimento para a busca da manutenção eficaz compreenderia dois aspectos:

1. A integração da manutenção com a engenharia de processo na seleção e aplicação dos equipamentos.
2. Já com os equipamentos montados e operando, deve-se buscar a manutenção pró-ativa, ou seja, agindo antes da quebra ocorrer por meio das manutenções preventiva e preditiva e das modificações de projeto.

A função manutenção sendo desenvolvida de forma eficaz, para Palmer (1999), contribui para o crescimento da confiabilidade na capacidade da planta estar disponível quando demandada e, desta forma, para a redução dos custos totais de produção.

Cabe destacar que o adequado projeto dos fluxos do processo de manutenção e o tratamento das interfaces existentes, sustentados por uma atmosfera de envolvimento e pró-atividade são os fatores chaves para o sucesso do sistema de gestão. Reforça-se, com isso, o papel chave das pessoas e dos relacionamentos humanos neste, assim como em qualquer outro sistema de gerenciamento. Qualquer gestão, seja simples ou complexa, somente é bem sucedida se realizada por pessoas e equipes engajadas. Também é importante que as lideranças da organização promovam o claro entendimento dos processos, mantenham a motivação e forneçam orientação permanente aos participantes, num clima de confiança e cooperação. A compreensão e o gerenciamento dos fundamentos e de suas múltiplas relações por todos dentro da organização, em especial por parte daqueles diretamente envolvidos no processo de manutenção, são cruciais para que o sistema alcance pleno sucesso.

2.2. Planejamento estratégico na manutenção

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

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

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

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

- Planejamento Estratégico, mais genérico e sintético, que posiciona a corporação em seu ambiente global, econômico, político e social. Estabelece as diretrizes gerais para orientação da corporação como um todo;
- Planejamento Tático, menos genérico e mais detalhado, que estabelece a missão e os objetivos individuais de cada unidade de negócio, dentro de seu ambiente de mercado; e
- Planejamento Operacional, mais detalhado e analítico, que traduz o planejamento tático, dentro da especificidade de cada função ou atividade, e estabelece a melhor forma de organizar os recursos para apoiá-lo.

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

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

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

Kaplan e Norton (1992) desenvolveram um sistema de gestão estratégica, baseado em indicadores de desempenho, batizado de *Balance Scorecard* (BSC). Este visa traduzir a missão e a estratégia de uma unidade de negócios em objetivos e metas tangíveis a todos os níveis da organização, refletindo o equilíbrio entre objetivos de curto e longo prazo, entre medidas financeiras e não-financeiras, entre indicadores de tendência e ocorrências e entre as perspectivas internas e externas do desempenho.

As perspectivas de agrupamento de competências de gestão fornecem a interligação do estratégico com o operacional. Isto porque a disponibilidade de inúmeras metodologias para medição e melhoria da performance em determinados sub-processos específicos da manutenção ou até a mesma como um todo, sugere que analise-se seus insumos de forma estruturada em níveis hierárquicos de relacionamento que, segundo Wireman (1998), devem estar de acordo com sua importância para todo o desempenho da organização.

2.2.1. Gestão estratégica da manutenção

Hendry (1998), Tsang (1998), Bond (1999), Liyanage e Kumar (2003), Dunn (2003) destacam a importância estratégica da manutenção tanto para o processo produtivo quanto para o sucesso da organização como um todo, como por exemplo: aspectos relacionados à confiabilidade das instalações, qualidade dos produtos, custo/lucro para o ciclo de vida dos ativos (LCC – *Life-cycle cost* e LCP – *Life-cycle profit*) e integração com as demais atividades da organização, entre outros. A função estratégica da manutenção é uma atividade vista hoje como crítica para a lucratividade da empresa, tendo sido tratada, no passado, como um “mal necessário” (SHERWIN, 2000).

Slack (1999) comenta sobre os benefícios que a gerência de produção experimenta como decorrência do desempenho satisfatório das atividades de manutenção nos equipamentos e instalações:

- i. Segurança melhorada, na medida em que o comportamento das instalações é mais previsível, oferecendo menor risco para as operações;

- ii. Confiabilidade aumentada, pois conduz a menores tempos perdidos de produção e menos tempo gasto em consertos;
- iii. Maior qualidade, considerando que equipamentos bem conservados permitem padrões de qualidade elevada, com baixa variância;
- iv. Custos de operação mais baixos, como consequência das vantagens anteriormente citadas; e
- v. Tempo de vida mais longo pela preservação dos equipamentos.

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

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

Monchy (1989) afirma que a importância dos serviços de manutenção dentro de uma organização depende em muito do tipo de indústria e da criticidade dos seus ativos para a continuidade e segurança do processo produtivo, e apresenta a seguinte classificação:

- i. Fundamental, para o setor de energia e aeronáutico;
- ii. Importante, para as IPCs; e
- iii. Secundária, para parques de materiais heterogêneos (produtos seriados) com custos baixos para paradas.

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

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

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

A terotecnologia, segundo Monchy (1989), uma combinação de “*management*” (gerência), de economia e de “*engineering*” (tecnologia), foi considerada como o primeiro conjunto de práticas de gerenciamento de manutenção a destacar a importância da análise integrada do custo do ciclo de vida dos equipamentos (KELLY & HARRIS, 1980; SHERWIN, 2000). Por meio da representação da Figura 2.2, Kelly e Harris (1980) explicam como a terotecnologia demonstra que o nível de manutenção requerido por um equipamento em seu estágio operacional é afetado por fatores presentes em estágios anteriores de seu ciclo de vida. Os autores destacam também o papel da manutenção e operação sobre os estágios anteriores, pela integração de profissionais destas duas áreas, com suas percepções e sugestões, por ocasião da especificação, projeto, instalação e condicionamento de partida. Salientam ainda o potencial de ganho quando o processo de aprendizagem vivenciado por ocasião do uso dos equipamentos é utilizado como “*feedback*” para novos projetos, ou mesmo no aperfeiçoamento das instalações existentes, possibilitando atuação preventiva para correção de deficiências observadas e vivenciadas.

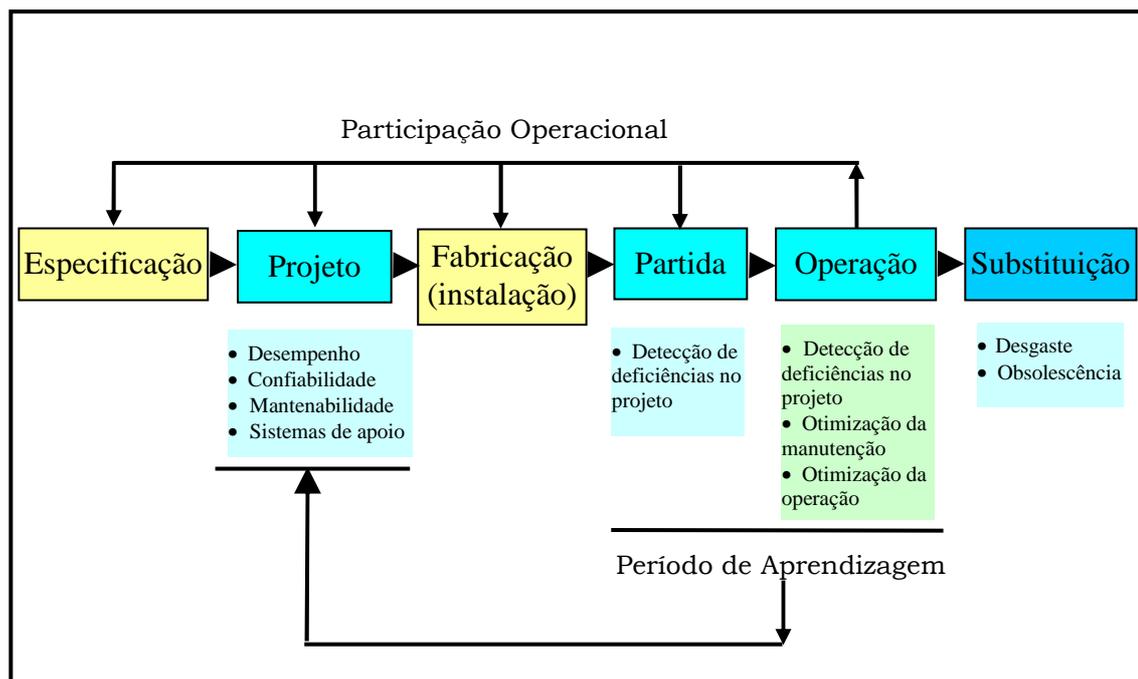


Figura 2.2 – Ciclo de vida e fatores que afetam o custo de manutenção segundo a Terotecologia.
(Fonte: KELLY & HARRIS, 1980)

De acordo com Monchy (1989), a manutenção deve iniciar-se já na fase de concepção de uma máquina: as características de manutenibilidade, confiabilidade e disponibilidade e durabilidade são determinadas nesta fase. Onde a manutenção, através do conceito de engenharia simultânea, não só assessora como também se integra à equipe, tanto nas tarefas de projeto, quanto na especificação de compras e qualquer outra atividade que envolve a produção.

Por fim, deve-se providenciar a capacitação das equipes de manutenção, organização da documentação, cadastro e suprimento de sobressalentes, e procedimentos de manutenção.

Vinadé (2003) sintetizou as tarefas da manutenção ao longo do processo de projeto a partir das correlações entre confiabilidade e manutenibilidade para obter disponibilidade, abordada por Dias (1996), e também nas correlações e entre eficiência e qualidade para obter produtividade, conforme Santos *et al.* (1999), na forma representada na figura 2.3.

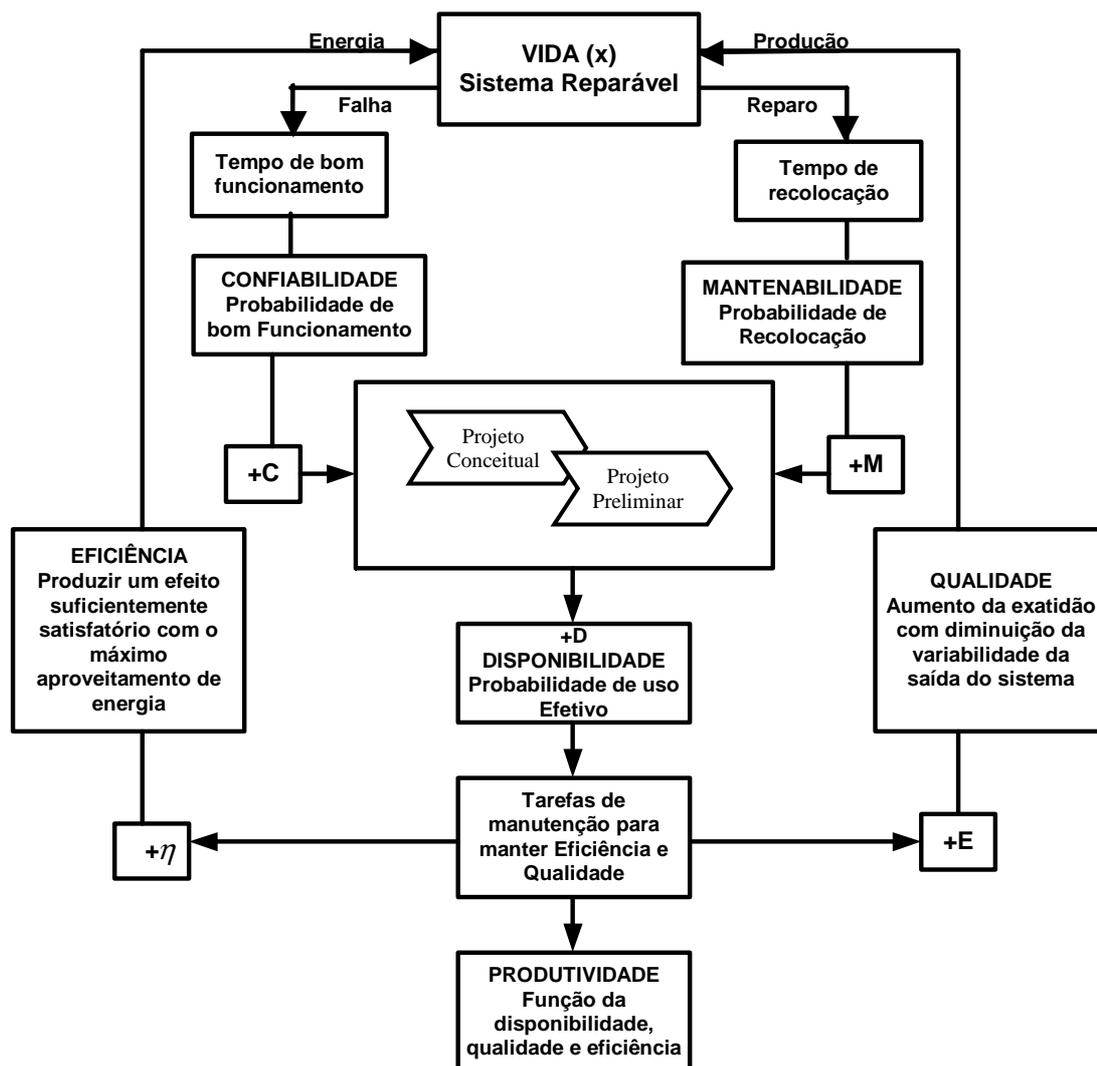


Figura 2.3 – Síntese de Disponibilidade e Confiabilidade (VINADÉ, 2003).

Pinto e Xavier (1998) comentam sobre a importância do esforço da manutenção, e de toda a organização, para redução da demanda de serviços, obtida na melhoria da qualidade dos serviços e da operação, na resolução de problemas crônicos e na simplificação ou na eliminação de serviços desnecessários. Os autores registram que a redução da demanda de serviços provoca entre outros resultados, a melhora da confiabilidade, do nível de segurança e da redução dos custos.

Pinto e Xavier (p. 16) sugerem um novo conceito que caracteriza bem as modernas funções da manutenção:

"Garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custo adequados".

Santos *et al* (1999) e Vinadé (2003) enfatizam ainda que para sistemas de produção contínua das IPCs, mais importante que o critério de disponibilidade é garantir a produtividade da planta com aumento da eficiência e qualidade dos sistemas.

Segundo dados da Associação Brasileira de Manutenção – ABRAMAN (2005), em relatório apresentado no 20º Congresso Brasileiro de Manutenção, o custo anual de manutenção em 2004 foi US\$ 24.81 bilhões, o que representou 4,10 % do PIB brasileiro. No mesmo relatório, destaca-se o índice de indisponibilidade operacional das empresas brasileiras, decorrente de problemas de manutenção, tendo alcançado o percentual de 5,80%. Estes dados dão uma idéia do potencial de ganho a ser alcançado com o adequado gerenciamento das atividades de manutenção.

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

- i. Em média, do tempo total gasto pelas equipes de manutenção, somente 25 a 50% são usados efetivamente na execução das tarefas;
- ii. Somente 1/3 das empresas utilizam planejamento das atividades de manutenção;
- iii. Somente 1/3 das empresas utilizam controle dos trabalhos de manutenção por meio de algum sistema de ordens de trabalho. Destas, somente 1/3 organizam este sistema, levando em conta prioridades e permitindo decisões lógicas baseadas nas reais necessidades da empresa;
- iv. Somente 10% das empresas realizam análise das falhas dos equipamentos;
- v. Falta de gestão de materiais que podem representar 20 a 70% dos custos de manutenção; e
- vi. Na maioria das vezes, o custo de manutenção é calculado pela simples soma do custo dos serviços e materiais aplicados. O custo da perda de produção associado à falha de equipamentos é da ordem de quatro vezes o custo dos reparos, podendo chegar, em alguns casos a 15 vezes.

Ainda com relação ao aspecto econômico Campbell (1995) destaca que os elementos que mais afetam a composição dos custos de manutenção são:

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

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

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

De posse de todas estas informações relacionadas com a importância da manutenção industrial para o processo produtivo e, de uma maneira mais ampla, para o sucesso empresarial da organização, a atividade em pauta deve ser projetada e organizada considerando efetivamente seu papel estratégico dentro da corporação. Para construção da estratégia de manutenção, pode-se, por exemplo, seguir o modelo tradicional (CAMPBELL, 1995), idêntico ao desenvolvido para a formulação de estratégia de produção de manufatura (SLACK *et al.*, 1999), apresentado na Figura 2.4.

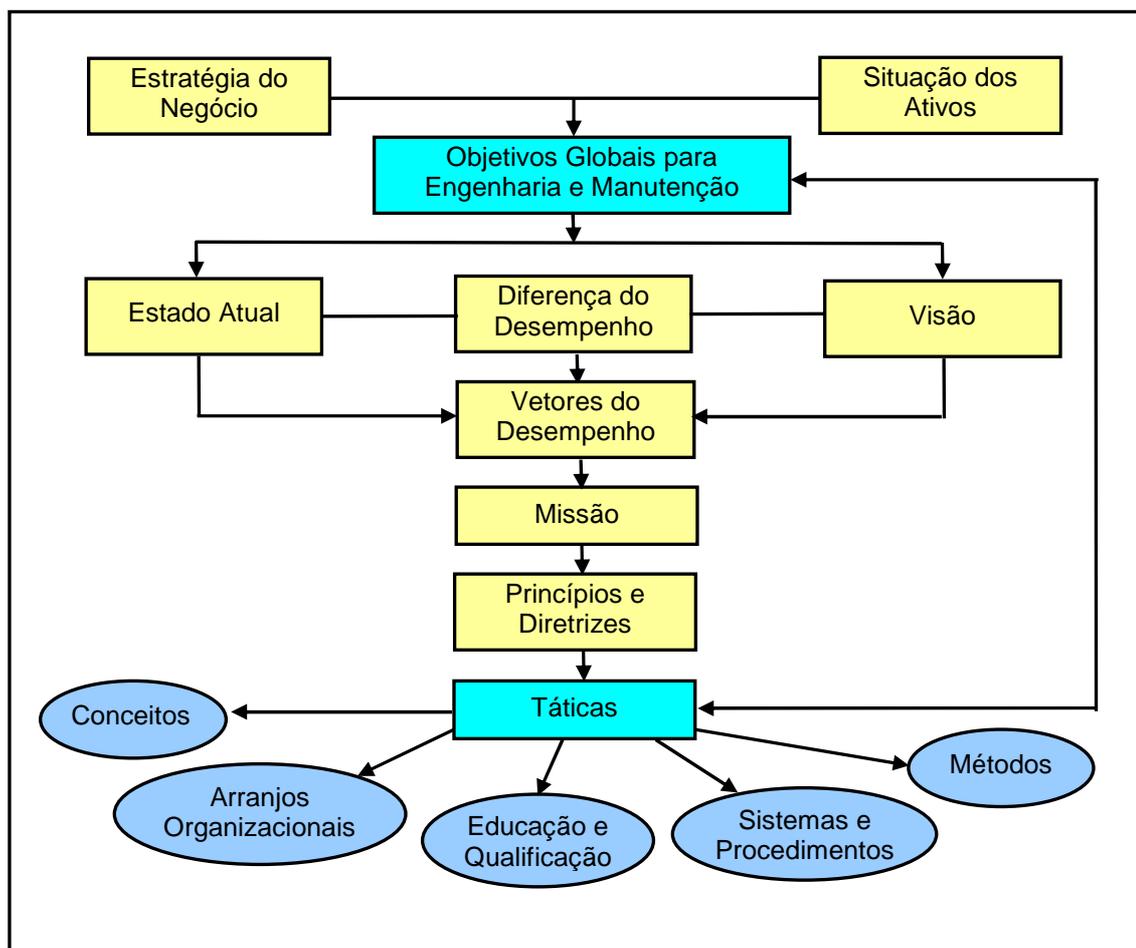


Figura 2.4 – Modelo de estratégia para manutenção (Fonte: CAMPBELL, 1995)

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

2.3. Sistemas de gestão de manutenção

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

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

Existe uma vasta literatura propondo inúmeros sistemas de gestão da manutenção, todos procurando atender a estes três domínios, cada qual, entretanto, destacando um ou outro aspecto. Sherwin (2000), por exemplo, faz considerações e comparações sobre alguns dos mais importantes sistemas de gerenciamento de manutenção, levando em conta o momento histórico em que foram concebidos e as expectativas organizacionais em relação à função manutenção. Mostra que existe uma estreita relação entre todos. Os sistemas apreciados são:

- **Modelo terotecnológico básico**, desenvolvido pelo governo inglês, considerado como o primeiro sistema a destacar a importância do custo do ciclo de vida dos equipamentos (*Life-cycle cost*, LCC);

- **Modelo terotecnológico avançado**, incorporando recursos de tecnologia da informação e com enfoque na lucratividade do ciclo de vida dos equipamentos (*Lifecycle profit*, LCP);

- **Modelo de Eindhoven**, que descreve a manutenção como um conjunto de atividades e funções inter-relacionadas. Destaca-se por ter tratado a manutenção de forma integrada com outras atividades do processo produtivo e por ter trazido à luz questões relevantes como a engenharia de manutenção, planejamento e programação de manutenção;

- **Total Quality Maintenance (TQMmain)**, ou Manutenção com Qualidade Total, baseada nos princípios da qualidade total, em especial no ciclo PDCA, proposto por Deming. Destaca o combate aos custos, representado pelas seis grandes perdas salientadas no TPM (*Total Productive Maintenance*), e pela proposição da adoção da manutenção preditiva (ou sob-condição);

- **Modelo ou filosofia proposta por Anthony Kelly**, composto por um conjunto de idéias e elementos que, conforme Sherwin (2000) poderiam ter sido originadas das propostas da terotecnologia, do TPM ou do RCM, não fosse o fato de seu trabalho ser anterior a estas propostas. Teria sido o primeiro a associar os conceitos propostos por Deming e Juran de qualidade total às atividades de manutenção;

- **Total Productive Maintenance (TPM)** ou Manutenção Produtiva Total, considerada como um programa de gestão de equipamentos, implementado no nível de toda corporação, que enfatiza o envolvimento dos operadores com a manutenção dos equipamentos e a melhoria contínua, combinando técnicas de manutenção preventiva e preditiva com conceitos da qualidade total. Sua implantação exige uma grande mudança cultural em que os operadores são encorajados a participar das atividades de manutenção, a partir do envolvimento no desenvolvimento e execução dos planos de manutenção. Uma das chaves do sucesso do TPM

é o desenvolvimento do senso de propriedade. O programa, concebido por Nakajima em 1988, foi originalmente lançado na indústria japonesa que adotava o sistema *Just-In-Time* (JIT), com o propósito de combater as perdas devido às quebras das máquinas. Mais adiante este programa será descrito em maiores detalhes na sua estrutura e em como ele contribui para o sucesso da implantação da manufatura de classe mundial; e

- ***Reliability-centered maintenance (RCM)***, ou Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC), projetada para selecionar, reforçar e melhorar os programas de manutenção preventiva, tanto do ponto de vista da predição, chamado de preditiva e quanto nas atividades para detectar falhas nos equipamentos ou subsistemas redundantes ou reserva, que vem sendo chamada de detectiva. Essa metodologia foi concebida originalmente para aplicação na indústria aeronáutica. Posteriormente foi adaptada para as demais indústrias.

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

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

Martin *apud* Chang (1998) afirma que os casos de insucesso na implantação do TPM estão relacionados com a desconfiança dos trabalhadores sobre os verdadeiros objetivos do programa. Alguns deles passam a perceber, como meta do programa, a redução da força de trabalho e não o desenvolvimento da manutenção autônoma, o que, realmente, ocorre em algumas empresas onde o programa e seus objetivos são mal entendidos pela administração. ROUP (1999) afirma que a maior dificuldade na implantação do TPM na indústria americana

está relacionada com o conceito de utilização de times de manutenção, por considerar que a cultura naquele país é bastante diferente da cultura de cooperação social que prevalece no Japão. De fato, inúmeras dificuldades relacionadas à credibilidade dos empregados com relação aos propósitos da organização, ao processo de comunicação e à superação de resistências às mudanças precisam ser consideradas e equacionadas por ocasião do planejamento e implantação do TPM (YAMASHINA, 2000).

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

Pun *et al.* (2002), apresentam a proposta da ***Effectiveness-Centred Maintenance (ECM)***, ou Manutenção Centrada na Eficácia. Os autores, após realizarem uma comparação entre as principais táticas de manutenção como Manutenção Pró-Ativa, TPM, Manutenção Centrada no Lucro, RCM, entre outras, propõem um sistema de gestão que incorpora vários tipos de sistemas vigentes nas organizações, como TQMain, TPM e RCM. Sua implementação acontece a partir de quatro fases distintas, descritas a seguir e representadas na Figura 2.5:

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

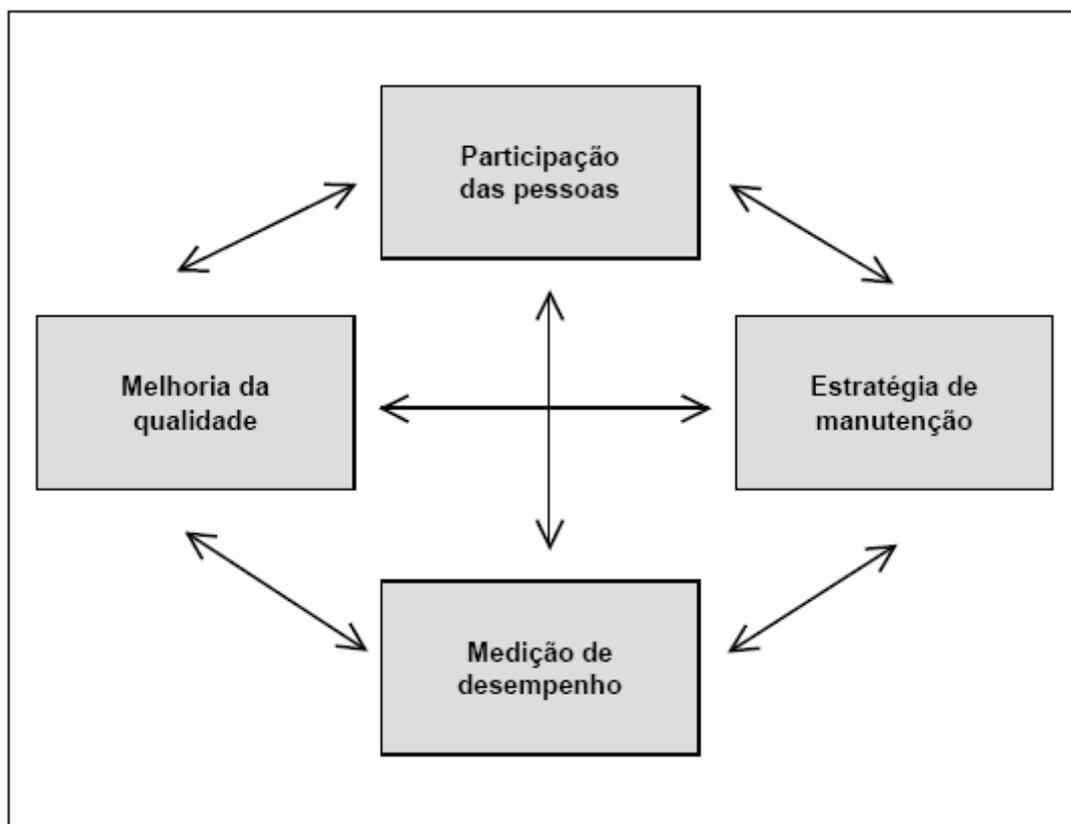


Figura 2.5 – Os elementos da ECM. (Fonte: PUN *et al.*, 2002)

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

Comprovada a importância do planejamento para o um sistema de gerenciamento da manutenção moderno percebe-se que estes, em geral, evoluíram a partir da união de técnicas e ferramentas já utilizadas em sistemas mais antigos com exigências da nova ordem econômica mundial e técnicas de gestão autônoma e melhoria contínua oriundas da TPM. Como proposta de um sistema completo de gerenciamento de manutenção, surge idealizada por Wireman (1990), a **Manutenção de Classe Mundial**. O sistema foi organizado para minimizar e combater os custos da falta de eficácia da manutenção e dos próprios sistemas de apoio,

constituindo-se desta forma, em valiosa contribuição para o potencial competitivo dos produtos fabricados pela empresa.

2.4. A manutenção de classe mundial

Hayes e Wheewright em 1984 desenvolveram o conceito da *World Class Manufacturing* (WCM), ou Manufatura de Classe Mundial. Para Flynn *et al* (1999), este novo paradigma foi construído baseado em uma profunda análise das práticas implementadas por empresas japonesas e alemãs, bem como empresas norte americanas, as quais apresentavam desempenho notável em suas indústrias. Daí vem o termo Manufatura de Classe Mundial. Hayes e Wheewright (1984) *apud* Flynn *et al* (1999), em seu estudo encontraram muitos pontos em comum entre estas empresas de sucesso e sumarizaram estes pontos em seis princípios:

- i. Melhoria na capacidade e nas competências da força de trabalho;
- ii. Competência técnica e gerencial.
- iii. Competição através da qualidade;
- iv. Participação (envolvimento) da força de trabalho;
- v. Desenvolvimento de máquinas únicas (difíceis de serem copiadas) com ênfase na manutenção;
- vi. Melhoria contínua incremental.

A WCM caracteriza-se por se superar nos quesitos qualidade, tecnologia e atitude para a competição. Trata-se de organizações produtivas que apresentam alto grau de competitividade em sua área de atuação e habilitam a corporação para a concorrência em qualquer mercado internacional (WIREMAN, 1990)

Outros autores, mais recentemente, desenvolveram suas próprias definições sobre WCM, muitas delas construídas sobre novas práticas gerenciais tais como a Gestão da Qualidade Total (TQM) e o *Just in Time* (JIT).

Um modelo completo dos desafios que a indústria deve enfrentar para chegar ao conceito WCM foi definido por Ahlmann (2002) na Figura 2.6, em quatro passos, partindo do caos à excelência utilizando-se de um conjunto de medidas eficazes em relação aos benefícios monetários imediatos e seu tempo de desenvolvimento. Medidas que incluem a manutenção e a disponibilidade para uma manufatura de classe mundial, e conceitos de qualidade total

(TQC – *Total Quality Concept*) implementados a partir de princípios como treinamento contínuo e melhoria contínua (Kaizen).

Controle: o primeiro passo tático para guiar a produção e obter um panorama geral é a utilização das conhecidas ferramentas MRP (*Material Requirements Planning*) até a implantação da TPM, que descritas desta maneira a lógica parece ser simples e atingível, mas o tempo consumido e a problemática estão na implementação a qual requer extraordinária dedicação da gestão e motivação pessoal.

Simplificação: O segundo passo começa com focar a empresa no custo do ciclo de vida (*LCC- life-cycle cost*), para criar grandes volumes por família de produtos e então utilizar a curva de aprendizagem. Isto servirá como pré-requisito para o passo três, a automação do processo.

Automação: a automação flexível, a qual é mais bem desenvolvida dentro de um planejamento corporativo, é construída de acordo com a economia de escopo intimamente ligado as estratégias de negócio e de produção, incluindo o lucro do ciclo de vida (*LCP- life-cycle profit*), realidade virtual (*VR-virtual reality*) e prototipagem virtual (*VP- virtual prototyping*). A eficiência no custo é adquirida pela manufatura enxuta (*lean manufacturing*), otimização dos custos indiretos e da administração, ao mesmo tempo em que a visão de lucro em curto prazo é substituída pela de longo prazo em valor agregado, valor agregado ao consumidor e economia integrada.

Classe Mundial: para alcançar a classe mundial, o passo quatro deve envolver a drástica redução do *lead time* tanto no ciclo de desenvolvimento de produto quanto na venda do produto. O que é possível através do aumento da disponibilidade e da transição de planejamento seqüencial para passos modulados paralelamente, induzindo a redução no tempo de desenvolvimento de anos para meses e até mesmo semanas. O *Balanced Scorecard* (BSC), em substituição às medidas tradicionais com uma única visão financeira, é então introduzido com sua visão balanceada fundamentada nas suas quatro perspectivas (finanças, cliente, processo interno e aprendizagem).

Ahlmann (2002) declara que o fluxo monetário diminuirá no início do programa. Contudo, se a gestão se mantiver forte para prosseguir, o fluxo monetário aumentará assegurando crescentes lucros em longo prazo, frequentemente impossíveis de serem ultrapassados pelos competidores.

Manufatura de Classe Mundial

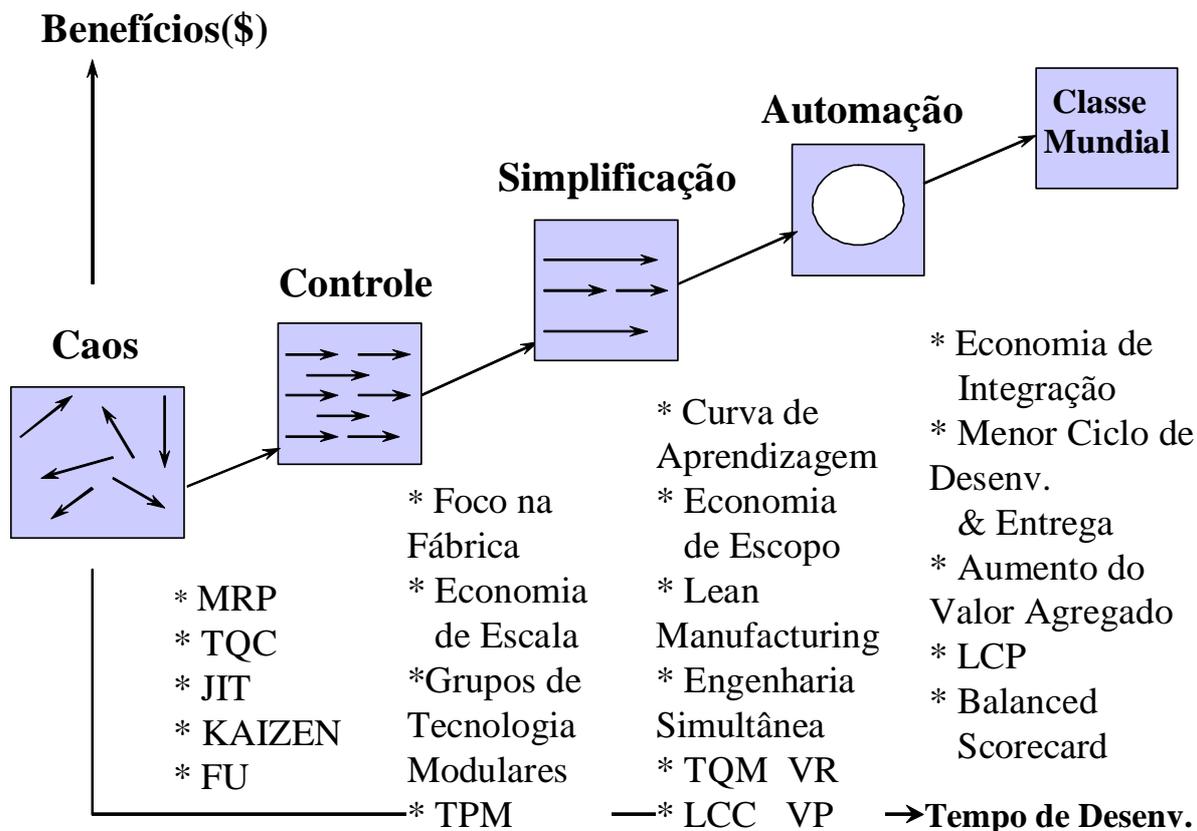


Figura 2.6 – Caminho da evolução para a Manufatura de Classe Mundial. (Fonte: AHLMANN, 2002)

Tendências competitivas têm conduzido as indústrias a reconsiderarem o impacto e a importância no incremento da disponibilidade e na utilização do equipamento, na crescente utilização de recursos e na produtividade da manutenção, e no aumento da qualidade e responsabilidade dos serviços de manutenção para que seja alcançado o estado de manufatura de classe mundial.

As conseqüências da ausência da manutenção afetam tanto clientes, investidores, pessoal, sociedade e Estado, além da própria competitividade da empresa (BLANCO, 1996). A necessidade de estabelecer parâmetros como um meio de comparação (*benchmarking*) entre as empresas na busca de ocupar espaço entre as melhores do mundo, introduziu a expressão Manutenção Classe Mundial.

Questões básicas analisam as práticas e a confiabilidade da manutenção em uma organização, traduzindo em índices e comparando-os com índices de companhias reconhecidamente líderes no contexto mundial. O Instituto Marshall (2001) destaca que são necessárias cinco dimensões para a obtenção deste índice: gerenciamento de recursos, gerenciamento da informação, procedimentos de análise e de manutenção, planejamento e

programação, e facilidades à manutenção. É o primeiro passo para integrar as ações e identificar as áreas de oportunidade para melhorias nos processos fornecendo uma visão da estrutura, relacionamentos, processos e pessoas relativas às boas práticas da manutenção.

Ahlmann (2002) destaca que o progresso para a manutenção de classe mundial depende da transição da manutenção passiva, baseada em ações corretivas, para uma performance pró-ativa paralela a mudança do fluxo produtivo e a atividade de pequenos grupos descentralizados. Ahlmann ilustra na Figura 2.7. o progresso para manutenção de classe mundial através de seis níveis para o desenvolvimento da manutenção pró-ativa, dos quais a maioria das companhias alcança o terceiro nível com adoção de planos de manutenção preventiva, e não percebe que há mais três níveis para tornar-se uma manufatura de classe mundial. Onde os próximos níveis representam a implantação de um sistema de gestão responsivo na manutenção, como o programa TPM, realização de atividades de análise e melhoria já nas fases de projeto representando uma manutenção ativa e, por fim, mais do que ativa e sim pró-ativa, é a definição de medidas atuais de competitividade para a expansão de mercado da empresa através de medidas de manutenibilidade e confiabilidade.

Desenvolvimento da Manutenção Pró-ativa

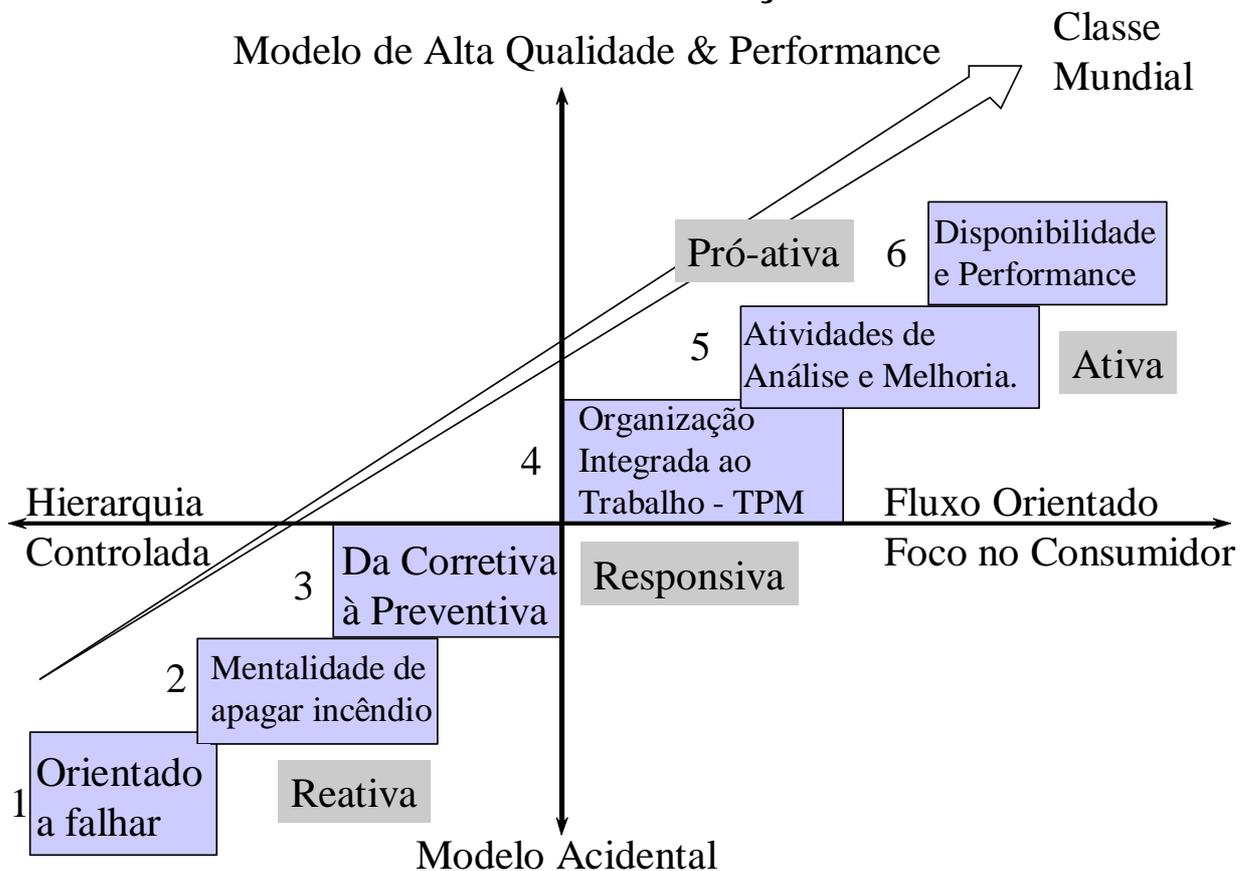


Figura 2.7 – Progresso para a Manutenção de Classe Mundial. (Fonte: AHLMANN, 2002)

Wireman (1990) no livro **Manutenção de Classe Mundial** propõe um sistema completo para o gerenciamento da manutenção. O sistema foi organizado para minimizar e combater os custos da falta de eficácia da manutenção e dos próprios sistemas de apoio, constituindo-se desta forma, em valiosa contribuição para o potencial competitivo dos produtos fabricados pela empresa. A base originalmente proposta como da excelência em manutenção era constituída de oito aspectos, considerados críticos, onde se podiam detectar grandes potenciais para melhoria. Estes aspectos são:

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

Como já citado anteriormente, o modelo de organização da manutenção depende de cada organização e deve ser influenciado pelas metas e objetivos por ela estabelecidos. O gerenciamento da manutenção visa, entretanto, garantir que a organização estabelecida, com sua estrutura e recursos, alcance essas metas e objetivos.

Posteriormente, Wireman (1998) revisa sua proposta original e incorpora outros temas que considera comporem um conjunto fundamental para o gerenciamento da manutenção, como por exemplo, um sistema de gerenciamento de manutenção computadorizado, envolvimento operacional, RCM, TPM e melhoria contínua, entre outros. O autor também sugere a organização hierárquica dos temas acima, conforme ilustra a Figura 2.8, onde a base é a Manutenção Preventiva.

Percebe-se que o autor faz uso das metodologias RCM e TPM para formar o conjunto final. Evidenciam-se, assim, as colocações de Sherwin (2000), que considera essas metodologias não completas, sob o ponto de vista de sistemas de manutenção, mas sim, complementares, integrantes de um sistema maior.

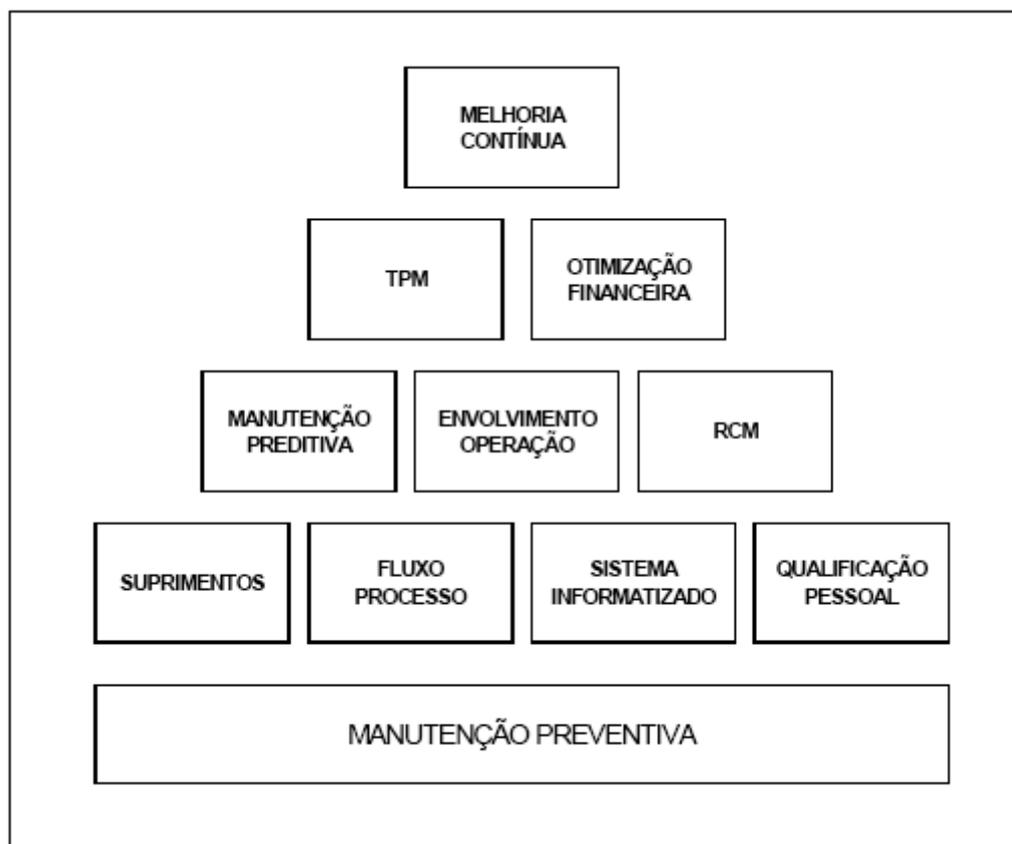


Figura 2.8 – Pirâmide da manutenção. (Fonte: WIREMAN, 1998)

2.5. A manutenção classe mundial e a TPM

A Manutenção Produtiva Total ou *Total Productive Maintenance* (TPM) é um sistema de gestão abrangente, que busca a eliminação contínua das perdas, obtendo assim a evolução permanente da estrutura empresarial, pelo constante aperfeiçoamento das pessoas, dos meios de produção e da qualidade dos produtos e serviços.

Esta metodologia tem sido tão bem sucedida nas fábricas em que foi implantada que, ao longo dos anos, os conceitos do TPM passaram a ser aplicados a todos os setores da empresa, incluindo as atividades de melhoria da qualidade, segurança e cuidados ambientais, projetos de máquinas, equipamentos e produtos, trabalho administrativo e muitos outros.

Yamashina (2000) através de um estudo detalhado da estratégia da manufatura japonesa concluiu que o primeiro passo para a WCM ou manufatura de classe mundial é a implantação bem sucedida da TPM.

No corrente clima de maturidade da economia, o mercado possui uma demanda altamente variável. Do ponto de vista da manufatura, este clima gera três condições desfavoráveis: demanda diversificada, grande dificuldade de prever a demanda, e curto ciclo de vida dos produtos. Assim, o aumento do poder de competitividade das empresas depende

da velocidade com que estas obtêm informações do mercado, e do criativo avanço da engenharia para desenvolver produtos novos e atrativos e estabelecer um apropriado processo de produção e distribuição. Particularmente na manufatura, isto requer qualidade na gestão, preço competitivo, variedade de produtos e precisão na entrega. Estas premissas demandam excelentes práticas na manutenção de modo que as máquinas e o processo estejam disponíveis sempre que necessário e produzindo com o nível de qualidade requerida. Boas práticas na manutenção são essenciais para manufatura de classe mundial. Este é o papel da TPM.

As indústrias de manufatura somente podem manter competitividade internacional repetindo o ciclo de desenvolver novas tecnologias, fazer inovações tecnológicas e criar novos mercados.

Assim, pensando na produção como o iceberg da Figura 2.9, Yamashina (2000) define as quatro funções básicas que uma empresa classe mundial deve suportar para o desenvolvimento de novos produtos. Produtos inovadores e diversificados, os quais são vistos pelos consumidores nas lojas, são visíveis no topo. Abaixo da linha d'água está a infraestrutura necessária, em ordem decrescente, de fazer pesquisa, produzir tecnologia e, bem no fundo, a base na qual tudo flutua o treinamento e capacitação do chão de fábrica. Sem a existência de tal infra-estrutura, a produção rápida e eficiente de novos e atraentes produtos não ocorrerá.

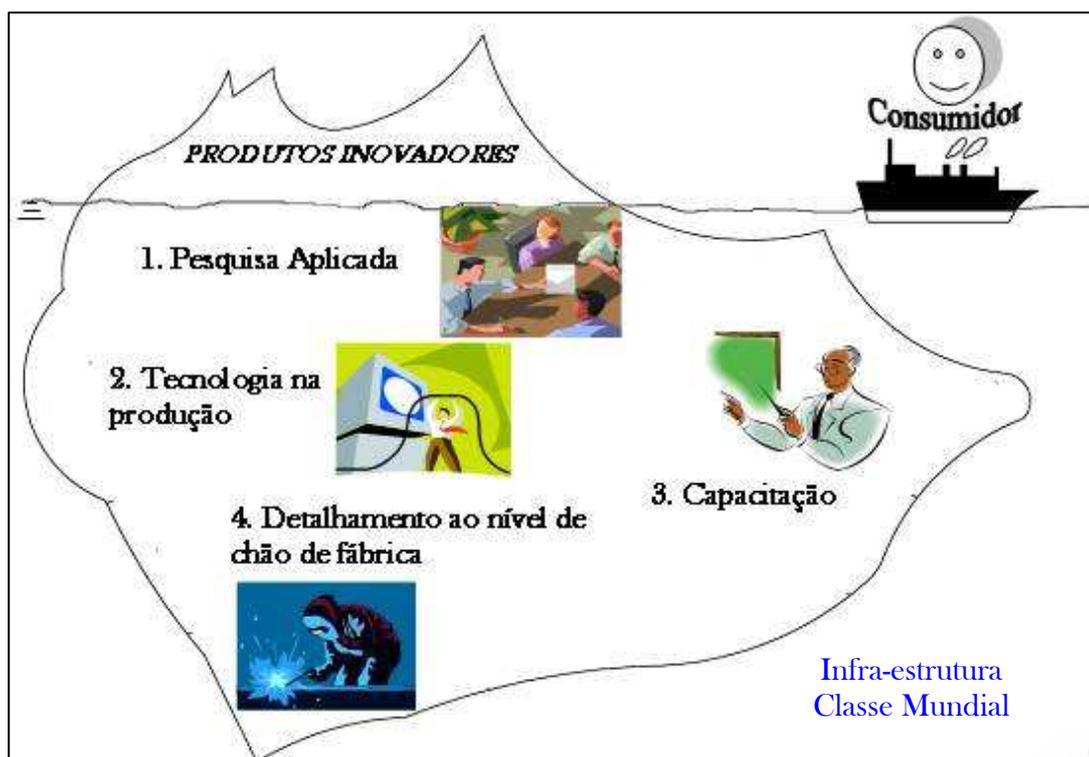


Figura 2.9 - Funções para suportar o desenvolvimento de novos produtos (YAMASHINA 2000)

Em outras palavras os requisitos básicos a uma WCM são:

1° - Ser excepcional em pesquisa e desenvolvimento, engenharia de produção, promover capacitação e treinamento ao nível do chão de fábrica envolvendo boas práticas na manutenção, e

2° - Integrar estes requisitos como um sistema.

Yamashina (2000) demonstra na Figura 2.10 como a TPM se desenvolveu ao longo dos anos para suprir as necessidades que emergiram da manufatura. Frequentemente entendida como manutenção autônoma no ocidente, a TPM hoje visa ser integrada a infraestrutura mostrada na Figura 2.9. Por causa disso, ela é frequentemente referenciada como **Total Productive Manufacturing**, ou Manufatura Produtiva Total ou até **Total Productive Management** ou Gestão Produtiva Total.

					Redução de custo
					Fábrica
					Automação
					Engenharia Simultânea
				TPM no escritório	
				Segurança/higiene e ambiente de trabalho	
				Qualidade na manutenção	
				Programa de gestão antecipada do equipamento	
				Manutenção Planejada	
				Educação e	
				Manutenção Autônoma	
				Melhoria da eficácia do equipamento	
5S					
1961	1971	1981	1986	1991	Ano

Figura 2.10 – Evolução da TPM (YAMASHINA 2000)

A maior razão para a corrente popularidade da TPM como o sistema de gestão para integrar os requisitos de uma WCM é devido ao benefício de qualquer atividade tornar-se mais visível e tangível ao mais baixo nível da estrutura mostrada na Figura 2.9. Segundo Yamashina (2000) muitas WCM japonesas relatam melhoras significativas na qualidade dos produtos, eficiência na operação, e lucratividade com a TPM. No total, 954 plantas no Japão

havia recebido o prêmio TPM do instituto JIPM até 1998. A magnitude das melhorias é surpreendente: melhoria na qualidade acima de 100%, redução de quebras em 99% e lucros de milhões. Poucos outros programas permitem tais oportunidades.

A TQM, por exemplo, no processo de desenvolvimento de novos produtos, ao integrar as quatro áreas da infra-estrutura mostrada na Figura 2.9 dá prioridade as áreas de nível mais elevado (1. Pesquisa Aplicada e 2. Tecnologia na Produção).

Para tornar-se uma manufatura de classe mundial, a organização em si precisa ser ativa. Segundo Yamashina (2000) do ponto de vista da competência, qualquer organização pode ser dividida nos cinco níveis seguintes:

Nível 1. Pessoas negarem que há problemas ou não quererem vê-los.

Nível 2. Pessoas admitirem que há problemas mas acharem desculpas por não serem capazes de resolvê-los.

Nível 3. Pessoas aceitarem o fato que há problemas mas serem incapazes de resolvê-los por não saberem como atacá-los.

Nível 4. Pessoas querendo visualizar problemas potenciais e para isto tentar visualizá-los. Atacando-os através do aprendizado de métodos apropriados.

Nível 5. Pessoas saberem seus problemas, métodos pra resolvê-los e como envolver a todos para resolvê-los. Estando prontos para atacar qualquer problema e mudar sua organização se for necessário após resolvido o problema.

Focando-se no fortalecimento das duas últimas funções da Figura 2.9, capacitação e detalhamento ao nível de chão de fábrica, a TPM tenta elevar o nível da organização do mais baixo nível até o mais alto, vislumbrando o quinto nível.

Isto requer mudanças definitivas na cultura da organização. A meta é criar um ambiente para aceitar mudanças e fazer melhorias contínuas. Geralmente, a meta pode ser atingida:

- i. Com líderes e gestores competentes;
- ii. Investimento em pessoas por meio da educação e capacitação; e
- iii. Capacitação e incentivo às pessoas sob supervisão para obterem resultado, fornecendo suporte e liberdade em termos de tempo, recursos, etc.

Os objetivos da TPM, segundo (NAKAJIMA, 1989), visam o aumento da confiabilidade dos equipamentos, a eliminação das quebras e melhorias do índice de disponibilidade das máquinas, assegurando-se o fluxo contínuo do processo e a garantia de

qualidade dos produtos pelo gerenciamento integrado dos homens e das máquinas, para a melhoria da produtividade industrial e, conseqüentemente, para o aumento da lucratividade e a competitividade.

Em outras palavras, a TPM significa a preparação, criação e desenvolvimento das pessoas e da organização, tornando-as aptas para conduzir as fábricas do futuro, cada vez mais automatizadas. Para Yamashita (1995), o objetivo da TPM é a melhoria estrutural da empresa pela melhoria das pessoas e dos equipamentos.

Segundo Nakasato (1994), a TPM passou a ter uma nova definição (TPM em toda empresa) onde, TPM significa:

- i. Ter como objetivo a estruturação da organização que busque os limites do rendimento do sistema produtivo (sistema global);
- ii. Criar um sistema fundamentado na prevenção de todos os tipos de perdas como “acidente zero” e “falha/quebra zero”, considerando-se todo o ciclo de vida do sistema produtivo;
- iii. Envolver todos os departamentos além da produção, como desenvolvimento comercial, administrativo, etc.;
- iv. Ter a participação de todos, desde a alta direção até os funcionários da base;
- v. Alcançar a “perda zero”, por meio das atividades de pequenos grupos sobrepostos;

A valorização dos trabalhadores que participam da implementação do TPM pode ser percebida na satisfação ao verem seus rostos estampados nos quadros de atividades das áreas, ao lado de mensagens de agradecimento e reconhecimento e ao lado de gráficos que mostram os resultados de seus esforços e participação (WIREMAN, 2000, p.6).

A implantação da TPM criará eventualmente um excesso de pessoal e conseqüentemente realocação de pessoal. Contudo a estrutura das companhias, nas quais a implementação da TPM foi bem sucedida, seguiu gradualmente para o padrão classe mundial.

O fato de iniciar suas atividades junto aos equipamentos criou um entendimento errado de que a TPM era simplesmente uma forma de melhorar a manutenção dos equipamentos. No Brasil, a TPM ainda é vista por muitas empresas como sendo apenas mais uma ferramenta que pode, de alguma maneira, melhorar o desempenho do seu setor de manutenção. Poucas são as empresas que abriram os olhos para o real significado desse poderoso sistema de gestão.

2.5.1. Origem da TPM

Com o final da Segunda Guerra mundial, as empresas japonesas obrigadas pela necessidade urgente e por metas governamentais agressivas de reconstrução do país, tornaram-se fiéis seguidoras das técnicas americanas de gestão e de produção. A partir de 1950 deixaram de utilizar somente a política de Manutenção Corretiva de Emergência e deram início a implementação dos conceitos de Manutenção Preventiva baseada no tempo, aos quais se agregaram posteriormente os conceitos de Manutenção do Sistema de Produção, de Manutenção Corretiva de Melhorias, de Prevenção da Manutenção e de Manutenção Produtiva que buscavam a maximização da capacidade produtiva dos equipamentos (NAKAJIMA, 1989).

Até 1970, a aplicação desses conceitos era basicamente uma atribuição do departamento de manutenção e não vinha atendendo de maneira efetiva aos objetivos de zero quebra e zero defeito da indústria japonesa (SHIROSE, 1989, p.16).

Em 1971, o envolvimento de todos os níveis da organização, o apoio da alta gerência e as atividades de pequenos grupos de operadores originaram a Manutenção Produtiva Total, mais conhecida como TPM (Total Productive Maintenance), aplicada pela primeira vez pela empresa Nippondenso, um dos principais fornecedores japoneses de componentes elétricos para a Toyota Car Company, sob a liderança do Instituto Japonês de Engenharia de Planta (JIPE - Japanese Institute of Plant Engineering) na figura de Seiichi Nakajima. O JIPE foi o precursor do Instituto Japonês de Manutenção de Plantas (JIPM -Japanese Institute of Plant Maintenance), o órgão máximo de disseminação do TPM no mundo (PALMEIRA, 2002). O Quadro 2.1 resume a evolução da manutenção preventiva no Japão.

Somente em meados dos anos 80, surgiram os primeiros livros e artigos sobre TPM, escritos por Seiichi Nakajima e por outros autores japoneses e americanos. O primeiro congresso mundial de TPM aconteceu nos Estados Unidos em 1990 (ROBERTS, 1997, p.2).

A partir também dos anos 80, os pequenos grupos de operadores puderam incorporar às suas atividades de TPM, as técnicas de manutenção preditiva que marcavam o início da era da manutenção baseada não mais no tempo de uso do equipamento, mas sim na sua condição.

Desde seu nascimento em 1971 o TPM segue uma evolução constante que pode ser dividida em quatro gerações (PALMEIRA, 2002. p.88-91 e JIPM, 2002, p.2).

No início do TPM as ações para maximização da eficiência global dos equipamentos focavam apenas as perdas por falhas e em geral eram tomadas pelos departamentos

relacionados diretamente ao equipamento. Esse período pode ser denominado a primeira geração do TPM.

Quadro 2.1 – Evolução da Manutenção no Japão (Fonte: NAKAJIMA, 1989, p.11)

Década	DÉCADA DE 50: busca da consolidação da função e performance por meio da manutenção preventiva	DÉCADA DE 60: conceitos de confiabilidade, segurança e economicidade passam a ser visualizados como tópicos fundamentais dentro dos projetos de instalações industriais (Era da Manutenção do Sistema de Produção)	DÉCADA DE 70: ênfase na pessoa, administração participativa e visão global de sistema; incorporação dos conceitos de prevenção da manutenção com o desenrolar concomitante do TPM
Técnicas Administrativas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manutenção Preventiva (MP - a partir de 1951) ▪ Manutenção do Sistema Produtivo (MSP – a partir de 1954) ▪ Manutenção corretiva com a incorporação de melhorias (MM – a partir de 1957) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prevenção da Manutenção (PdM – a partir de 1960) ▪ Engenharia de Confiabilidade (a partir de 1962) ▪ Engenharia Econômica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incorporação de conceitos das ciências comportamentais ▪ Desenvolvimento da Engenharia de Sistemas ▪ Logística e Terotecnologia
Fatos em destaque	<p>1951: Introdução da sistemática de Manutenção Preventiva (MP) nos moldes americanos pela Towa Fuel Industries</p> <p>1953: Criação de um comitê para Estudo da MP, integrado por 20 empresas que abraçaram o programa, dando origem ao embrião do JIPM</p> <p>1954: Visita de George Smith ao Japão para disseminação dos conceitos de PM</p>	<p>1960: I Simpósio Japonês de Manutenção</p> <p>1962: Visita aos Estados Unidos da 1ª Delegação Japonesa para Estudo da Manutenção de Instalações promovido pela JMA (<i>Japan Management Association</i>)</p> <p>1963: Simpósio Internacional de Manutenção em Londres</p> <p>1964: Início do Prêmio PM, de excelência em manutenção</p> <p>1968: Simpósio Internacional de manutenção em New York</p> <p>1969: Criação do JIPE (<i>Japan Institute of Plant Engineering</i>)</p>	<p>1970: Simpósio Internacional de Manutenção de Tokyo promovido em conjunto pelo JIPE e JMA, além do Simpósio Internacional de Manutenção na Alemanha Ocidental</p> <p>1971: Simpósio Internacional de Manutenção em Los Angeles</p> <p>1973: Simpósio de Manutenção e Reparo em Tokyo, além do Simpósio Internacional de Terotecnologia em Bruxelas</p> <p>1974: Simpósio Internacional de Manutenção em Paris</p> <p>1976: Simpósio Internacional de Manutenção na Iugoslávia</p> <p>1981: Fundação do JIPM (<i>Japanese Institute of Plant Maintenance</i>)</p>

A segunda geração do TPM se inicia na década de 80, período em que o objetivo de maximização da eficiência passa a ser buscado por meio da eliminação das seis principais perdas nos equipamentos divididas em: perda por quebra ou falha, perda por preparação e ajuste, perda por operação em vazio e pequenas paradas, perda por velocidade reduzida, perda por defeitos no processo e perda no início da produção.

No final da década de 80 e início da década de 90 surge a terceira geração do TPM, cujo foco para maximização da eficiência deixa de ser somente o equipamento e passa a ser o sistema de produção. A maximização da eficiência passa a ser buscada então por meio da eliminação de dezesseis grandes perdas divididas em:

- **Oito perdas ligadas aos equipamentos:** por quebra ou falha, por instalação e ajustes, por mudanças de dispositivos de controle e ferramentas, por início de produção, por pequenas paradas e inatividade, por velocidade reduzida, por defeitos e re-trabalhos e perda por tempo ocioso;
- **Cinco perdas ligadas às pessoas:** falha na administração, perda por mobilidade operacional, perda por organização da linha, perda por logística e perda por medições e ajustes;
- **Três perdas ligadas aos recursos físicos de produção:** perda por falha e troca de matrizes, ferramentas e gabaritos, perda por falha de energia e perda de tecnologia.

A quarta geração do TPM que se inicia a partir de 1999, considera que o envolvimento de toda a organização na eliminação das perdas, redução dos custos e maximização da eficiência ainda é limitado. Essa geração contempla uma visão mais estratégica de gerenciamento e o envolvimento também de setores como comercial, de pesquisa e desenvolvimento de produtos, para eliminação de 20 grandes perdas divididas entre processos, inventários, distribuição e compras. O Quadro 2.2 mostra um resumo das quatro gerações do TPM.

Quadro 2.2 – As quatro gerações do TPM (Fonte: PALMEIRA, 2002, p.92)

	1ª geração 1970	2ª geração 1980	3ª geração 1990	4ª geração 2000
Estratégia	Máxima eficiência dos equipamentos		Produção e TPM	Gestão e TPM
Foco	Equipamento		Sistema de Produção	Sistema geral da Companhia
Perdas	Perda por falha	Seis principais perdas nos equipamentos	Dezesseis perdas (equipamentos, fatores humanos e recursos na produção)	Vinte perdas (processos, inventário, distribuição e compras)

Benefícios não mensuráveis podem ser atribuídos à implementação do TPM, tais como uma maior interação da organização, melhoria no ambiente de trabalho, desenvolvimento intelectual, motivação e autoconfiança dos empregados (NAKASATO, 1994, p.1.9 e PALMEIRA, 2002, p.214). Porém, é por meio de resultados mensuráveis que se observa, de forma mais efetiva, os benefícios passíveis de serem obtidos com a implementação do TPM. Esses resultados podem se divididos em seis grandes grupos representados pela sigla PQCDMS e estão mostrados no Quadro 2.3.

Quadro 2.3 – Resultados mensuráveis passíveis de obtenção com a TPM (Fonte: adaptado de NAKAJIMA, 1989)

P Produtividade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento da produtividade de mão de obra de 1,4 a 1,5 vezes ▪ Aumento da produtividade em termos de valor agregado de 1,5 a 2 vezes ▪ Aumento do índice operacional dos equipamentos de 1,5 a 2 vezes
Q Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução do índice de falha de processo para até 10% dos níveis anteriores de falha ▪ Redução do índice de refugo para até 3% dos níveis anteriores ▪ Redução do nível de reclamações de clientes para até 25% dos níveis anteriores
C Custo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução de até 30% nos estoques de processo ▪ Redução de até 30% do consumo de energia ▪ Redução dos níveis de consumo de fluidos hidráulicos para até 20% dos níveis anteriores ▪ Redução de até 30% no custo total de fabricação
D Distribuição	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução de até 50% do estoque de produtos acabados em nº de dias ▪ Aumento de 2 vezes no giro de estoque (3 a 6 vezes ao mês)
S Segurança	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zero absenteísmo por acidentes ▪ Zero ocorrência de contaminação do meio ambiente
M Moral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de até 5 a 10 vezes no nº de sugetões ▪ Aumento de até 2 vezes no nº de reuniões de pequenos grupos

2.5.2. O sistema de gestão TPM

De acordo com JIPM (1997), a estrutura básica da TPM contempla: 8 pilares, 4 fases divididas em 12 etapas que serão descritos na seqüência:

Embora cada empresa, em função se sua cultura, tenha suas peculiaridades para a implementação da TPM, existem alguns princípios que são básicos para todas elas e que são denominados os pilares de sustentação da TPM (NAKAJIMA, 1989, p.42, JIPM, 2002, p.2 e PALMEIRA, 2002, p.113).

1. **Pilar da melhoria focada ou específica:** utiliza-se do conceito de manutenção corretiva de melhorias para atuar nas perdas crônicas relacionadas aos equipamentos;
2. **Pilar da manutenção autônoma:** baseia-se no treinamento teórico e prático recebidos pelos trabalhadores focado no espírito de trabalho em equipe para a melhoria contínua das rotinas de produção e manutenção;

3. **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;
4. **Treinamento e educação:** refere-se à aplicação de capacitação técnica e comportamental para liderança, a flexibilidade e a autonomia das equipes.
5. **Gestão antecipada:** baseia-se nos conceitos de prevenção da manutenção onde todo o histórico de equipamentos anteriores ou similares é utilizado desde o projeto afim de que se construam equipamentos com índices mais adequados de confiabilidade e manutenibilidade;
6. **Manutenção da qualidade:** refere-se à interação da confiabilidade dos equipamentos com a qualidade dos produtos e capacidade de atendimento a demanda;
7. **Segurança, saúde e meio ambiente:** dependente da atuação dos demais pilares, esse pilar tem o enfoque na melhoria contínua das condições de trabalho e na redução dos riscos de segurança e ambiental.
8. **Melhoria dos processos administrativos:** também conhecido como TPM de escritório (*TPM Office*), utiliza-se dos conceitos de organização e eliminação de desperdícios nas rotinas administrativas, que de alguma maneira acabam interferindo na eficiência dos equipamentos produtivos e processos.

Segundo Nakajima (1989) para que a TPM seja implementada com sucesso e alcance os resultados esperados, se faz necessário cumprir 12 etapas descritas no Quadro 2.4.

Por ser a TPM uma filosofia que transforma as organizações e que também depende do aprendizado, da motivação e amadurecimento intelectual dos envolvidos, em geral as suas 12 etapas requerem aproximadamente 3 anos para a implementação e podem ser agrupadas em quatro fases (NAKAJIMA, 1989, p. 45-46):

1a fase: Preparação que corresponde a obtenção de um ambiente propício para o início da implementação, onde se busca a conscientização e o comprometimento de toda a organização através do lançamento do programa 5S que será descrito mais adiante;

2a fase: Introdução onde ocorre o lançamento do projeto. As atividades relacionadas ao lançamento devem servir como elemento motivador para toda a organização;

Quadro 2.4 – As 12 etapas para implantação da TPM (Fonte: adaptado de NAKAJIMA, 1989)

Fases	Etapas
Fase Preparatória	1. Anúncio da alta direção da decisão de implantar TPM
	2. Campanha para introdução e esclarecimento iniciais
	3. Estruturação do órgão encarregado da implementação
	4. Definição da política básica e metas a serem alcançadas
	5. Elaboração do plano diretor de implementação
Fase Inicial	6. Início das atividades
Fase de Implementação	7. Implementação de melhorias nas máquinas e equipamentos
	8. Estruturação da Manutenção Autônoma
	9. Estruturação do setor de Manutenção e condução da manutenção planejada
	10. Educação e treinamento para melhoria das habilidades do Pessoal da produção e de Manutenção
Fase de Consolidação	11. Estrutura da gestão de equipamentos na fase inicial de funcionamento
	12. Consolidação do TPM e incremento do nível de performance

3a fase: Implantação, onde todas as atividades relacionadas à melhoria da eficiência global dos equipamentos (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*) são postas em marcha;

4a fase: Consolidação, onde a manutenção dos resultados obtidos durante a implementação passa a ser o grande desafio, incluindo a candidatura ao prêmio de excelência do JIPM.

O envolvimento dos funcionários com a implementação da TPM e o comprometimento com a manutenção dos níveis de excelência alcançados podem ser observados pelo gerenciamento dos 5S's na fábrica. Ao entenderem a natureza das falhas e os princípios de funcionamento dos equipamentos os operadores deixam de praticar os 5S's somente nas áreas de mais fácil aplicação como, por exemplo, nos corredores e armários e passam a aplicá-los também nas partes mais complexas e menos visíveis dos equipamentos onde a contaminação e a falta de limpeza geralmente atuam como aceleradores das falhas (XENOS, 1998, p.297).

Os cinco conhecidos S's são: **Seiri** (organização), **Seiton** (arrumação), **Seiso**, (limpeza), **Seiketsu** (limpeza pessoal ou padronização) e **Shitsuke** (disciplina).

1. **Seiri** (organização): consiste em distinguir itens necessários e desnecessários com base no grau de necessidade, que determinará onde o item deverá ser guardado ou deverá ser descartado. Itens raramente utilizados serão aqueles com frequência maior que seis meses. Os utilizados ocasionalmente têm frequência de uso entre dois e seis meses e os utilizados frequentemente podem ser divididos entre uso horário até diário ou semanal (TAKAHASHI, 1993, p.127).
2. **Seiton** (arrumação): consiste em definir a forma e identificação da armazenagem bem como a quantidade e a distância do ponto de uso. Fatores como frequência de uso, tamanho, peso e custo do item influem nessa definição.
3. **Seiso** (limpeza): limpar significa muito mais do que melhorar o aspecto visual de um equipamento ou ambiente. Significa preservar as funções do equipamento e eliminar riscos de acidente ou de perda da qualidade. Eliminação das fontes de contaminação, a utilização de cores claras e harmoniosas e o revezamento nas tarefas de limpeza, contribuem para a motivação e manutenção desse senso.
4. **Seiketsu** (limpeza pessoal ou padronização): a ênfase na padronização, no cuidado e asseio com uniformes, com ferramentas e com os objetos e utensílios utilizados no setor de trabalho é o ponto marcante desse senso.
5. **Shitsuke** (disciplina): esse conceito prega a educação, obediência às regras de trabalho, principalmente no que se refere a organização e segurança. É uma mudança de conduta que assegura a manutenção dos demais sentidos já implementados.

Um sexto S foi apontado na implementação do TPM na unidade de Nishio, Japão, da empresa Aisin Seiki Co, uma planta de usinagem e montagem de bombas d'água automotivas. A possibilidade de seus operários participarem com opiniões e ações para melhoria do ambiente de trabalho e da eficiência global, os motivou de tal maneira, que passaram a comparecer em dias de descanso na fábrica para a reconstrução de suas áreas de trabalho. A essa atitude se denominou Shikkari Yarou que pode ser traduzido como "Vamos prosseguir coesos e com passos firmes" (NAKAJIMA, 1989, p.6).

2.5.3. Eficiência global do equipamento

As perdas abordadas pelo TPM, apresentadas no item 2.5.1 da presente dissertação, afetam diretamente a eficiência dos equipamentos ou dos sistemas de produção por meio de três fatores principais que são a disponibilidade do equipamento, a performance operacional e a qualidade dos produtos.

Conforme mostrado na Figura 2.11, a multiplicação desses três fatores na forma percentual determina o índice de Eficiência Global do Equipamento, representado pela sigla OEE do inglês *Overall Equipment Effectiveness*.

Esse índice é mundialmente usado para medir os resultados obtidos com a implantação da TPM (JIPM, 2002, p.2, NAKAJIMA, 1989, p.25).

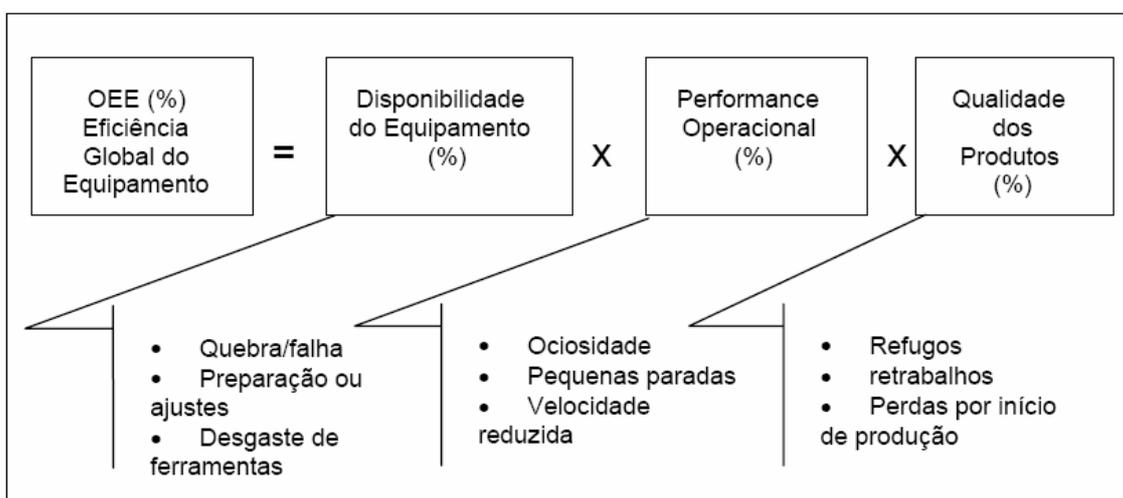


Figura 2.11 - Fatores para determinação do OEE (Fonte: adaptado de JIPM, 2002, p.2, NAKAJIMA, 1989, p.25)

Índice de disponibilidade: expressa a relação percentual entre o tempo em que o equipamento operou e o tempo que deveria ter operado, conforme Equação 3.1:

$$\text{Eq. 2.1} \quad \text{Disp (\%)} = \frac{\text{Tempo total programado} - \text{paradas planejadas} - \text{paradas não planejadas}}{\text{Tempo total programado} - \text{paradas planejadas}} \times 100$$

Onde :

- Tempo total programado: tempo de carga programado para o equipamento, com base no tempo teórico de ciclo e na demanda de produção.
- Paradas planejadas: tempo programado para descanso, almoço, reuniões, treinamentos, manutenção planejada.

- Paradas não planejadas: tempo gasto com paradas inesperadas, como por exemplo, manutenção de emergência, aquecimento no início de produção, troca de modelos, troca ou ajustes de ferramentas.

Índice de performance operacional: é a relação percentual entre o tempo de ciclo real do equipamento quando o mesmo está em operação e o tempo teórico de ciclo normalmente determinado pela engenharia industrial, conforme Equação 2.2. Esse índice é normalmente afetado por reduções intencionais na velocidade de operação dos equipamentos, por pequenas paradas não registradas, por espera de algum recurso faltante, por bloqueio causado por algum outro recurso à frente no fluxo de produção.

$$\text{Eq. 2.2 Perf(\%)} = \frac{\text{Tempo teórico de ciclo} \times \text{total de peças produzidas}}{\text{Tempo total programado} - \text{paradas planejadas} - \text{paradas não planejadas}} \times 100$$

Índice de qualidade do produto: expressa a capacidade de fazer o produto corretamente na primeira vez. Relaciona percentualmente, a quantidade de peças refugadas e re-trabalhadas com a quantidade total de peças produzidas, conforme Equação 2.3:

$$\text{Eq. 2.3 Qualidade (\%)} = \frac{\text{Total de peças produzidas} - (\text{Total de refugos} + \text{retrabalhos})}{\text{Total de peças produzidas}} \times 100$$

2.5.4. Prêmio de excelência em TPM

Desde 1971 o JIPM vem premiando empresas dentro e fora do Japão que apresentam excelência na implementação e sustentação da TPM. Nessa avaliação é considerada a efetividade de aspectos práticos relacionados aos meios produtivos, tais como: padronização, sistematização, administração, melhoria da qualidade e da produtividade, redução de custos, eliminação de desperdícios, aumento da confiabilidade dos equipamentos, segurança das pessoas e do meio ambiente (NAKAJIMA, 1989, p.4).

O JIPM divide a premiação de excelência em TPM nas seguintes categorias (JIPM, 2002, p.3):

- Por classe mundial em resultados
- Especial para resultados em TPM
- Excelência e consistência na continuidade do TPM (primeira categoria)
- Excelência em TPM (primeira categoria)
- Excelência e consistência na continuidade do TPM (segunda categoria)
- Excelência em TPM (segunda categoria)

A primeira empresa a conquistar o prêmio de excelência foi a Nippondenso, pioneira na implementação do TPM (NAKAJIMA, 1989, p.2). Na América do Sul diversas empresas já tiveram seu reconhecimento por parte do JIPM conforme mostrado no ANEXO 1.

2.6. Comentários

Neste capítulo descreve-se o processo de gestão da manutenção e a importância do planejamento estratégico para orientar a gestão na busca pela excelência em seus processos. Dentre os vários sistemas de gestão disponíveis na literatura ou em uso na indústria define-se o sistema de gestão da manutenção de classe mundial para obter-se a excelência nos processos da manutenção e atender a exigência das empresas conceituadas como *World Class Manufacturing*. Este sistema ideal compõe-se dos vários sistemas citados, demonstrando que estes são complementares e não concorrentes, e a adoção de cada um depende das particularidades de cada empresa. Neste contexto destaca-se o sistema gestão TPM, com sua abrangência e filosofia voltada à capacitação e organização, como sistema fundamental na busca pela classe mundial nos resultados da manutenção.

A empresa Klabin Papéis Monte Alegre - KPMA, unidade situada em Telêmaco Borba – PR está implantando o sistema de gestão TPM para obtenção do prêmio JIPM de classe mundial em resultados. O programa TPM adotado pela empresa, batizado de Programa SUPERAR será abordado em maiores detalhes no Capítulo 4 desta dissertação.

No capítulo seguinte será apreciado o tema indicadores de desempenho e sua importância para a gestão da manutenção. O capítulo abordará também a ferramenta de gestão estratégica por meio de indicadores, o *Balanced Scorecard* (BSC) e sua abordagem para a função manutenção. A partir destes conceitos será apresentado no Capítulo 5 um modelo para aplicação do BSC ao Pilar da Manutenção Planejada responsável pela função manutenção no programa TPM da KPMA.

CAPÍTULO 3 – INDICADORES DE DESEMPENHO PARA A GESTÃO DA MANUTENÇÃO

3.1. Sistemas de medição para o desempenho da gestão

Em decorrência das rápidas e recentes mudanças em face da globalização e da necessidade das organizações em atingir o conceito de empresa classe mundial, a literatura especializada e as empresas têm procurado as melhores técnicas para o controle e a avaliação de seus processos, implantados a partir de seus planos estratégicos, buscando um diferencial competitivo para assegurar o sucesso das organizações. Neste sentido, tem havido consenso em que um dos fatores-chaves para o gerenciamento é a medição.

3.1.1. Sistemas de medição

Em qualquer planejamento organizacional, o sistema de medição, também chamado de sistema de avaliação ou de acompanhamento de desempenho, deve estar presente, pois sem medição não há avaliação e sem avaliação não há planejamento e sem planejamento não há gerenciamento.

O primeiro passo para a validação de uma medida, é que ela deve estar medindo o que é necessário, de acordo com os objetivos da organização, e para que isto ocorra deve-se saber o que deve estar sendo medido de acordo com os objetivos da organização (FITZ-ENZ, 2002).

Uma vez adquirida, por parte da organização, a consciência da própria realidade no contexto onde está inserida e, posteriormente, elaborados os objetivos a serem alcançados, dá-se início a implementação da estratégia.

É necessário, portanto, que se monitore o progresso alcançado desta estratégia comparando e avaliando os parâmetros que apontam o desempenho ao longo do tempo.

Segundo Kaplan e Norton (1997), as empresas que conseguem traduzir a estratégia em sistemas de mensuração, têm muito mais probabilidades de executar sua estratégia porque conseguem transmiti-la em objetivos e metas.

Ainda segundo estes mesmos autores (1997, p. 283-284), “a distinção entre um sistema de indicadores e um sistema gerencial é sutil, porém crucial”. O sistema de indicadores deve ser utilizado para se alcançar uma meta ainda mais importante. Enquanto

que um sistema gerencial deve permitir aos executivos, tanto a implementação como a obtenção do *feedback* de sua estratégia.

Sink e Tuttle (1993) consideram os papéis da medição, apresentados na Figura 3.1, como uma cadeia que contribui para a gestão das organizações em geral.



Figura 3.1 – Papéis da medição (Adaptado de Sink e Tuttle, 1993, p. 147-157).

O emprego e as finalidades dos sistemas de medição foram se modificando ao longo do tempo, resultando em uma evolução benéfica, não só para aqueles que executam as tarefas, ou seja, os trabalhadores, como também, para aqueles que gerenciam e, em última análise, para as organizações.

Sink e Tuttle (1993) relacionam os seguintes paradigmas como agentes de dificuldade à implantação dos sistemas de medição:

- i. A medição é ameaçadora;
- ii. A precisão é essencial à medição útil;
- iii. Enfoque em um único indicador;
- iv. Ênfase excessiva em produtividade da mão de obra;
- v. Os padrões funcionam como teto para a performance;
- vi. As medidas subjetivas não são confiáveis.

A tarefa de gerenciar o desempenho estratégico torna-se ainda mais complexa, quando existe uma predominância de capacidades e ativos intangíveis na unidade ou organização. Ou ainda, quando existe uma predominância de atividades intelectuais e criativas no processo produtivo da unidade ou organização. Nestes casos, tem-se a impressão de que as medidas obtidas no processo de implantação de um sistema de medição serão subjetivas e, portanto, não confiáveis.

Neste sentido, é importante considerar o paradigma apontado por Sink e Tuttle (1993), sobre a não confiabilidade das medidas subjetivas. Pois, segundo estes autores confunde-se não objetividade com não confiabilidade, e acrescentam: “a tecnologia de medição associada a atitudes e percepções está bem desenvolvida e pode levar a uma medida confiável e válida. Este tem sido o domínio da psicologia industrial por várias décadas”.

O sistema de medição da produtividade das unidades organizacionais e da organização como um todo, pode ser um instrumento efetivo de gestão quando, além de utilizado para medição e melhoria da produtividade, também for empregado para o acompanhamento da consecução dos objetivos estratégicos da organização.

Para que isto ocorra, a medida da produtividade deve ser gerada por objetivos e indicadores, que estejam alinhados com os objetivos estratégicos estabelecidos pela organização, tornando-se, assim, consistente.

Para ser eficaz, qualquer sistema de medição de produtividade necessita de avaliação. E esta avaliação deve ser prontamente entendida, simples de se implementar, fácil de se administrar e a um custo-benefício que compense. Para tudo isto há, no entanto, que se dispor de *indicadores*, como será visto a seguir.

3.1.2. Indicadores de desempenho

A precisão dos sistemas de medição depende da estruturação dos indicadores empregados. Eles permitem acompanhar a divulgação dos resultados das atividades realizadas, dos recursos empregados, da quantificação das melhorias implementadas e da comparação do desempenho das atividades da empresa em relação as existentes em empresas de seu ramo e de outros ramos. Esta comunicação deve ser facilmente compreendida por qualquer pessoa dentro e fora da organização, demonstrada por meio de relatórios e gráficos.

Os indicadores possibilitam o estabelecimento de referências quanto ao cumprimento de metas e o seu desdobramento na organização, bem como a análise crítica do desempenho

organizacional, para as tomadas de decisões. E o seu acompanhamento, deve permitir visualizar níveis, tendências e comparações (TAKASHINA & FLORES, 1996).

Em decorrência do grande número de definições do termo indicador, faz-se necessário, além de buscar uma definição abrangente, também diferenciar o termo indicador do termo medida. Para Moreira (2002, p. 15), medida é “um atributo, qualitativo ou quantitativo, usado para verificar ou avaliar algum produto por meio de comparação com um padrão (grandeza de referência)”, enquanto que indicador é “o resultado de uma ou mais medidas que tornam possível a compreensão da evolução do que se pretende avaliar a partir dos limites (referências ou metas) estabelecidos”.

Cabe ainda ressaltar que na classificação dos tipos de indicadores Moreira (2002) os classifica em:

- i. **Indicadores qualitativos** - indicando um juízo de valor e pode contar com um critério sim ou não, passa ou não passa, aceita ou rejeita;
- ii. **Indicadores quantitativos** – que relatam um processo empresarial a partir da coleta de valores numéricos representativos do processo considerado.

Uma das etapas importantes na implantação dos sistemas de medição é a geração dos indicadores. Este processo deve possuir critérios norteadores, evitando medições inexpressivas, de difícil entendimento e a um custo elevado.

Para evitar estes inconvenientes, Takashina e Flores (1996), apontam para alguns critérios norteadores na geração de um indicador, tais como:

- i. Critério da seletividade ou importância, que procura captar uma característica chave do produto ou do processo;
- ii. O critério da simplicidade e clareza, que facilita a compreensão e aplicação em diversos níveis da organização, numa linguagem acessível;
- iii. O critério da abrangência, que torna o indicador suficientemente representativo, inclusive em termos estatísticos, do produto ou do processo a que se refere;
- iv. O critério da rastreabilidade e acessibilidade, que permite o registro e a adequada manutenção e disponibilidade dos dados, resultados e memórias de cálculo, incluindo os responsáveis envolvidos. Este critério é essencial à pesquisa dos fatores que afetam o indicador;

- v. O critério da comparabilidade, que facilita a comparação com referências apropriadas, tais como o melhor concorrente, a média do ramo e o referencial de excelência;
- vi. O critério da estabilidade e rapidez de disponibilidade, que leva a uma condição perene. Gerado com base em procedimentos padronizados, incorporados às atividades dos executantes, este critério permite fazer uma previsão do resultado quando o processo está sob controle;
- vii. O critério do baixo custo de obtenção, que procura utilizar unidades adimensionais ou dimensionais simples, tais como proporção ou percentual, unidade de tempo, taxa de variação, relação entre dois fatores etc.

3.2. Indicadores de desempenho para o gerenciamento da manutenção

Arts e Mann (1995) *apud* Tsang (1999) classificam as decisões da manutenção em três categorias: estratégica, tática e operacional. Decisões estratégicas da manutenção são feitas na seleção de opções de projeto para um sistema de gestão ou para o desenvolvimento de um produto, ou na planta e maquinário que deve ser adquiridos compatíveis com a estratégia de negócio da organização. Decisões táticas da manutenção estão relacionadas à formulação de políticas para o uso efetivo e eficiente dos recursos disponíveis. Decisões operacionais são tomadas para adquirir um alto nível de eficácia e eficiência nas atividades da manutenção.

Muitos indicadores para o desempenho da manutenção discutidos na literatura foram desenvolvidos para dar suporte às decisões operacionais. Armitage e Jardine (1968) *apud* Tsang (1999) apontam que estes indicadores, na melhor das hipóteses, sinalizam que alguma ação deve ser tomada. Quando a eficiência está na utilização de regras para tomada de decisão compatível com os objetivos da organização, de maneira que as ações possam ser tomadas com base nos valores dos indicadores.

Para facilitar a detecção de tendências na variação do nível das atividades, ou para comparação com a operação de outras organizações é freqüente o uso de índices como indicadores de desempenho da manutenção. Campbell (1995) classifica os indicadores de desempenho para manutenção, mais comumente usados, em três categorias baseadas nos seguintes focos:

- i. **Indicadores de desempenho do equipamento:** disponibilidade, confiabilidade, eficácia global do equipamento (OEE);

- ii. **Indicadores de desempenho do custo:** suporte a operação e manutenção e custo de materiais;
- iii. **Indicadores de desempenho do processo:** razão do trabalho planejado e não planejado, grau de programação;

Em muitos casos, estes indicadores são utilizados pelas seguintes razões:

- i. Estes indicadores foram usados pela organização no passado;
- ii. Alguns deles são usados por *benchmarking* com outras organizações;
- iii. Os dados requeridos são fáceis de coletar; ou
- iv. Alguns deles são designados pelo regulamento da corporativa da empresa.

Contudo, o impacto por trás destes indicadores não é frequentemente considerado quando os resultados são interpretados.

Dwight (1994) *apud* Tsang (1999) propõe classificar os indicadores de desempenho em uma hierarquia de acordo com suas conseqüências implícitas no sistema de manutenção do negócio. Existem cinco níveis na hierarquia, indicando o progresso nos fatores de sucesso do negócio que são controlados ou influenciados pela manutenção. Alguns detalhes desta classificação são mostrados na Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Níveis de medidas de desempenho da manutenção (Adaptado de TSANG 1999)

Nível	Indicadores Típicos	Conseqüências
1. Impacto na linha de produção	Custos diretos da Manutenção	Impacto da ação da manutenção em paradas, qualidade, rendimento e custos futuros da manutenção são desprezados
		Custos de manutenção são controláveis dentro do período contábil
2. Prejuízos e impacto do custo na performance	Custo direto da Manutenção (Tempo despendido) X \$/hs	Impacto das ações de manutenção na qualidade, rendimento e custos futuros da manutenção são desprezados
		Custos de manutenção e de paradas são controláveis dentro do período contábil
3. Medidas instantâneas de eficácia	Custos de Manutenção, Utilização, Disponibilidade, Confiabilidade, OEE	Impacto da manutenção no negócio é controlável dentro do período contábil
		Somente os eventos ocorridos agora ocorrerão no futuro
4. Auditoria do sistema	Relação de trabalho planejado/não planejado, comparação das ações tomadas com a estratégia, tendências de <i>backlog</i> , % de manutenção induzida, falhas e auditoria da manutenção.	Sistema de excelência implica na melhor performance possível
		As estratégias e técnicas utilizadas são efetivadas
5. Medidas de performance relacionadas ao Tempo	Valor base de medida	Projeções para demandas futuras e obsolescência são apuradas

As medidas do quinto nível reconhecem que perdas incluem depreciação de recursos de ativos fixos, o valor do qual depende a demanda futura, inovações tecnológicas, e a conveniência de várias ações da manutenção. Elas também permitem que as ações da manutenção sejam julgadas a respeito de fatores como a vida do equipamento, processo ou produto.

A aplicação de indicadores de desempenho na análise da função manutenção possibilita a obtenção dos parâmetros de produtividade da organização. A estruturação do conjunto de indicadores para monitoramento deve ser desenvolvida visando a interligação entre os níveis hierárquicos da mesma. Wireman (1998) classifica os indicadores de desempenho em cinco níveis, para monitorar-se efetivamente o desempenho da função manutenção. Estes são:

- a) Indicadores corporativos
- b) Indicadores de desempenho financeiro
- c) Indicadores de eficiência e eficácia produtiva
- d) Indicadores de desempenho tático
- e) Indicadores de desempenho funcional

Para análise da produtividade na função manutenção industrial, o conjunto de indicadores deve ser analisado em diferentes níveis. E a partir desta estruturação em níveis, forma-se um sistema com a dimensão interna, relativa à eficiência na aplicação dos insumos, e externa, relativa à eficácia desta forma de aplicação de recursos traduzida em resultados satisfatórios.

A manutenção é uma função de suporte essencial na cadeia de valores das organizações. Segundo Dwight (1994) *apud* Tsang (1999) ela contribui para o sucesso do negócio da organização e pode ser analisada como uma função de quatro variáveis:

- i. O custo da ação;
- ii. O efeito da parada causada pela necessidade de manutenção;
- iii. O efeito no desempenho do equipamento entre as ações da manutenção; e
- iv. A capacidade de a ação afetar a vida do ativo.

Uma avaliação da situação com respeito a estas dimensões determina as ações de manutenção apropriadas que afetarão a linha de produção. Esta análise, em troca, determinará as medidas relevantes de desempenho que deverão ser usadas. Por exemplo, quando uma

companhia excede a capacidade de produção, as paradas terão pouca correlação com o sucesso. Neste caso, qualquer medida relacionada a paradas não será apropriada.

Ainda que estas quatro variáveis descrevam o impacto da manutenção ao nível do equipamento, outros indicadores que medem o desempenho do sistema de manutenção devem ser implantados. Estas medidas de desempenho do sistema são tipicamente projetadas para detectar se o trabalho planejado tem sido executado e completado no tempo certo, ou para rastrear os recursos consumidos pelo sistema. Novamente, estas medidas somente são apropriadas se elas tiverem uma relação causa-efeito com desempenho do negócio.

As atividades de manutenção determinam as opções futuras disponíveis para satisfazer a demanda. A disponibilidade em lidar com eventos incertos, como as quebras de equipamento, são também influenciadas pelas decisões do gerenciamento da manutenção. Com base nestas características Dwight (1995) *apud* Tsang (1999) identifica as seguintes perdas de desempenho comumente encontradas na indústria:

- i. O conceito de risco não é utilizado;
- ii. O foco está no imediato em lugar da necessidade global;
- iii. As medidas não são relacionadas às necessidades do negócio.

3.2.1. Indicadores de desempenho para o gerenciamento estratégico da manutenção

As medidas de diagnóstico comumente utilizadas determinam se os vários aspectos das operações de manutenção estão sob controle ou favoráveis em comparação as medidas padrão (SIMONS, 1995 *apud* TSANG, 2002). Assim, elas são usadas amplamente para dar suporte no controle das operações e por motivo de *benchmarking*. Uma análise retrospectiva e introspectiva destas medidas demonstra que estas são inapropriadas para prover uma avaliação holística do desempenho da manutenção. Além disso, elas não fornecem informações para prever os valores futuros para promover o sucesso da organização. Para tanto, são necessários indicadores de desempenho que correspondam às estratégias da função manutenção. Estes são conhecidos como indicadores estratégicos.

Para Amendola (2005) hoje em dia, na prática, os gestores têm que pensar na manutenção de ativos como um negócio e não mais como um gasto para a empresa. Esta transformação que está ocorrendo no mundo da manutenção de fato está indicando a necessidade de uma melhora substancial e sustentável dos resultados operacionais e financeiros das empresas, o que tem levado a progressiva busca e aplicação de novas e mais

eficientes técnicas e práticas gerenciais de planejamento e medição do desempenho do negócio.

Esta visão integrada do negócio permite as organizações da manutenção tomar decisões, darem seguimento e estabelecer planos de ação para poder alcançar o objetivo da empresa. Segundo Amendola (2005) a gestão da manutenção através de indicadores técnicos e financeiros na organização, ou por sua sigla em inglês KPI (*Key Performance Indicator*), é a representação gráfica da situação na manutenção, como demonstrado na Figura 3.2. Onde a contabilidade periódica no negócio, os eventos operacionais da planta e a gestão dos ativos gerenciada minuto a minuto estão correlacionadas a gestão da manutenção na sua totalidade.

Os indicadores técnicos e financeiros permitem identificar quais são as estratégias que se devem seguir para alcançar a visão da empresa, por exemplo, quanto a um alto desempenho ou para expressar estratégias relacionadas com objetivos específicos.

Entre os elementos que surgem desta evolução está a orientação para uma visão sistêmica da importância do negócio da manutenção, identificando os papéis e necessidades de cada um dos atores envolvidos (*stakeholders*), o que leva à reorientação dos meios de avaliação de resultado e a definição de estratégias de indicadores técnicos e econômicos para medir a rentabilidade do negócio.

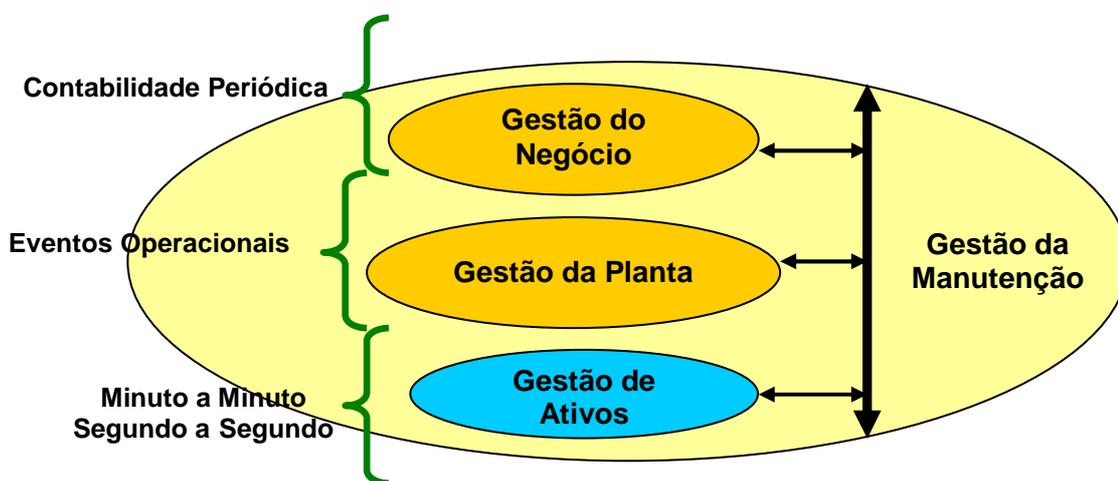


Figura 3.2 – Estratégia de Gestão de Indicadores (Adaptado AMENDOLA, 2005).

3.2.2. Indicadores técnicos

Os indicadores técnicos estão relacionados com a qualidade da gestão da manutenção. Permitem ver o comportamento operacional das instalações, sistemas, equipamentos e dispositivos, além de medir a qualidade dos trabalhos e o grau de cumprimento dos planos de manutenção. Amendola (2005) cita os “Índices de classe mundial” utilizados em vários países

como os principais indicadores técnicos. Atualmente, a manutenção possui seis índices considerados de classe mundial que avaliam o desempenho da manutenção. Os demais são relacionados com mão de obra, custos e gestão de equipamentos, conforme afirma Tavares (1999). São eles:

Tempo Médio até a Falha ou *Mean Time To Fail* (MTTF): este indicador mede o tempo que o equipamento é capaz de operar em plena capacidade sem interrupções dentro do período considerado; constitui um indicador indireto de confiabilidade do equipamento ou sistema. O MTTF também é conhecido como “Tempo Meio de Operação” ou “Tempo Médio Até a Falha”.

Tempo Médio até o Reparo ou *Mean Time to Repair* (MTTR): é a medida do tempo necessário para reparo de um equipamento ou sistema. Este indicador mede a efetividade em restituir a unidade em condições ótimas de operação uma vez que esta se encontra fora de serviço por falha, dentro de um determinado período. O MTTR é um parâmetro de medição associado à manutenibilidade, descreve a execução da manutenção. A manutenibilidade é definida como a probabilidade de restabelecer o equipamento as condições operativas em certo tempo utilizando procedimentos prescritos. Esta propriedade é uma função de fatores do projeto do equipamento como acessibilidade, modularidade, padronização e facilidade de diagnóstico. Para um dado projeto, se os reparos são realizados por pessoal qualificado e com ferramentas, documentos e procedimentos prescritos, o tempo de reparo dependerá da natureza da falha e das características do projeto.

Tempo Médio Entre Falhas ou *Mean Time Between Failures* (MTBF): indica o intervalo de tempo mais provável entre o início da operação e o aparecimento da falha; descreve o tempo médio transcorrido até a chegada do evento “falha”. Quanto maior seu valor, maior é a confiabilidade no equipamento. O MTBF constitui um dos parâmetros mais importantes utilizados no estudo da confiabilidade, e por esta razão deve ser tomado como o indicador que mais representa o comportamento de um equipamento. Assim, para determinar o valor deste indicador, deverá ser utilizado o histórico deste equipamento armazenado no sistema de informação desde o início de sua operação. A Figura 4.4 mostra a relação entre os indicadores técnicos apresentados;

Disponibilidade: é a função que permite estimar de forma global a porcentagem total de tempo que se pode esperar que um equipamento esteja disponível para cumprir a função pela qual foi destinado. Através do estudo dos fatores que influenciam sobre a

disponibilidade, o MTTF e o MTTR, é possível para gerência avaliar as alternativas de ação para obter os aumentos necessários de disponibilidade.

Utilização: também chamada de fator de serviço, mede o tempo efetivo de operação de um ativo durante um período determinado;

Confiabilidade: é a probabilidade de que um equipamento cumpra uma missão específica sob condições de uso determinadas, em período determinado. O estudo de confiabilidade é o estudo das falhas de um equipamento ou componente. Quando se tem um equipamento sem falha, diz-se que este equipamento é 100% confiável ou que tem uma probabilidade de sobrevivência igual a 1. Ao realizar uma análise de confiabilidade em um equipamento ou sistema, obtemos uma informação valiosa acerca das condições do mesmo, ou seja, probabilidade de falha, MTTF, e a etapa da vida em que se encontra o equipamento.

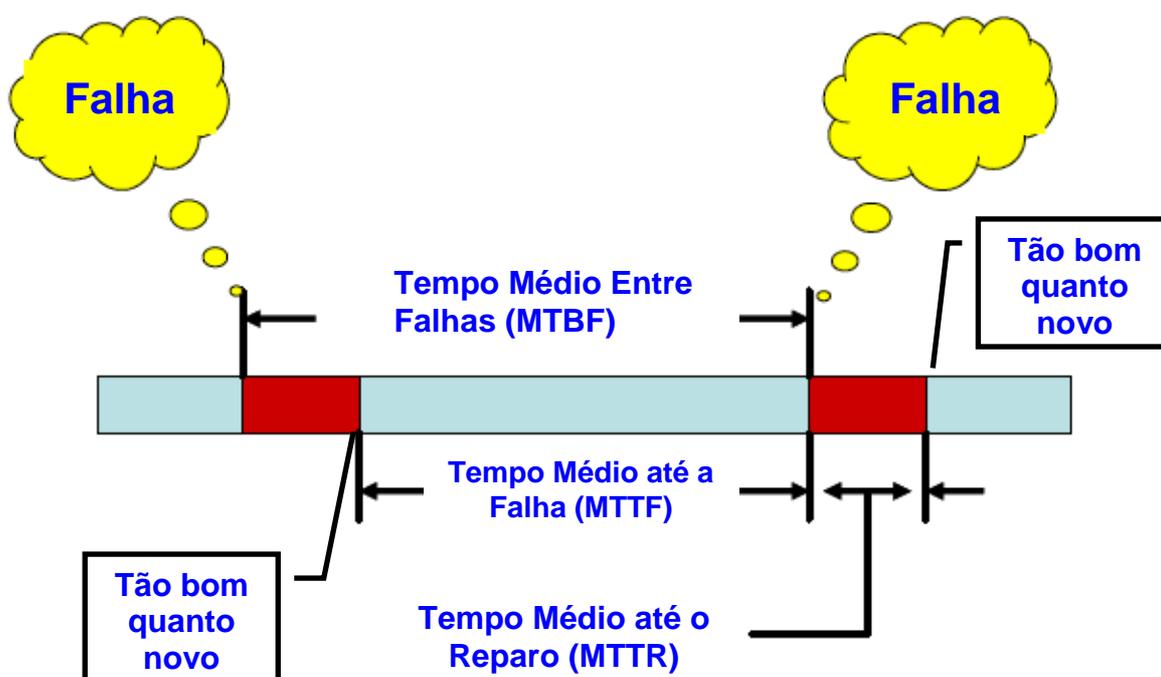


Figura 3.3 – Relação entre os indicadores técnicos (adaptado de AMENDOLA 2005)

3.2.3. Indicadores financeiros

Segundo Amendola (2005) a tendência atual é considerar os indicadores financeiros no desempenho do negócio da manutenção. Para criar valor futuro é importante investir não somente nas áreas tradicionais de desenvolvimento de novas instalações ou novos equipamentos como também na manutenção dos ativos existentes, o que leva a contemplar a implementação de indicadores econômicos na gestão dos ativos da manutenção.

Valor Econômico Agregado ou *Economic Value Added* (EVA): é o produto obtido pela diferença entre a rentabilidade dos ativos e o custo do financiamento ou do capital requerido para possuir estes ativos. É uma das melhores medidas de criação de valor financeiro em uma empresa, pois uma empresa agrega valor quando os ganhos obtidos superam todos os custos, incluindo o custo de capital. Representando definitivamente a lucratividade produzida por uma empresa em um período determinado e indica a eficiência com que esta tem manejado todos os ativos operacionais;

Retorno sobre Investimento ou *Return On Investment* (ROI): é um valor estimado do benefício (“retorno”) sobre o dinheiro gasto (“investimento”) em uma alternativa em particular, e consiste em determinar os benefícios, calcular os custos e resumir os resultados;

Retorno de Ativos (RA): é o número de vezes que se recupera o investimento uma vez executadas as vendas;

Retorno sobre Capital Empregado ou *Return On Capital Employment* (ROCE): é calculado expressando a rentabilidade antes do pagamento de impostos e juros como uma proporção do total de capital empregado no negócio. Este indicador representa uma perspectiva global do estado financeiro do negócio, oferece um ponto de partida para uma análise do desempenho do negócio, e serve como parâmetro para comparar o desempenho global do mesmo.

Os indicadores financeiros têm o objetivo de analisar os indicadores técnicos dos equipamentos e estabelecer as áreas onde os ganhos podem ser melhorados com as ações da manutenção e onde as despesas podem ser diminuídas e assim, ter o uso do capital otimizado. Amendola (2005) demonstra no Quadro 3.2 a relação de impacto dos indicadores financeiros nos indicadores técnicos, demonstrando que o aumento da disponibilidade e confiabilidade (MTBF) da planta resultam em maior retorno financeiro (EVA, ROI, ROCE, RA). Baseado nestes indicadores pode-se realizar uma análise de sensibilidade para determinar quais iniciativas gerariam maior retorno sobre os investimentos.

A necessidade atual de investimento nos ativos da manutenção para uma maior sustentabilidade e estabilidade dos resultados operacionais e financeiros das empresas tem levado estas a uma progressiva busca e aplicação de novas e mais eficientes técnicas e práticas gerenciais de planejamento e medição de desempenho do negócio. Estas ferramentas devem permitir, por um lado, identificar qual a estratégia que deve ser seguida para alcançar a visão da empresa (um alto desempenho), e por outro, expressar esta estratégia em objetivos específicos cujo valor seja mensurável através de um conjunto de indicadores de desempenho

técnico-econômicos em um processo de transformação para adaptarem-se as exigências de mercado e a desafios que surgiram em médio prazo.

Quadro 3.2 - Indicadores técnicos versus financeiros (AMENDOLA 2005)

	EVA	ROCE	ROI	RA	CUSTO DE MANUT / UNIDADE PRODUZIDA
DISPONIBILIDADE ↑	↑	↑	↑	↑	↓
CONFIABILIDADE MTBF ↑	↑	↑	↑	↑	↓
MTTR ↓	↑	↑	↑	↑	↓
UTILIZAÇÃO ↑	↑	↑	↑	↑	↓
CAPACIDADE EFETIVA ↑	↑	↑	↑	↑	↓

Amendola (2004) considera que esta evolução orientará para uma visão mais sistêmica do negócio da manutenção, identificando as regras e necessidades de cada um dos ativos envolvidos (*stakeholders*), o que envolve a reorientação dos esquemas de avaliação de resultados e definições de estratégias de indicadores técnicos e financeiros para medir a rentabilidade do negócio. Para tanto Amendola (2004), Tsang e Brown (1998), Ahlmann (1999), Liyanage e Kumar (2003), Dunn (2003), Ellingsen *et al.*, (2002) entre outros sugerem a metodologia do *Balanced Scorecard* (BSC) que visa integrar a estratégia e a evolução do desempenho do negócio da manutenção. Sua aplicação tem obtido excelentes resultados desde sua divulgação em 1992 por seus dois autores Robert Kaplan e David Norton.

3.3. O *Balanced Scorecard*

Kaplan e Norton (1997) definem o *Balanced Scorecard* (BSC) como um novo instrumento que integra as medidas derivadas da estratégia. Sem menosprezar as medidas financeiras do desempenho passado, ele incorpora os vetores do desempenho financeiro futuro. Esses vetores, que abrangem as perspectivas do cliente, dos processos internos e do aprendizado e crescimento, nascem de um esforço consciente e rigoroso de tradução da estratégia organizacional em objetivos e medidas tangíveis. Esta abordagem fica evidenciada na Figura 3.4.

Conforme se verifica na Figura 3.4, o BSC coloca no centro a visão e a estratégia da empresa e não o controle. Da mesma forma, os indicadores não só controlam, mas também se destinam a congregar as pessoas em busca da visão geral, induzindo a empresa a olhar e a movimentar-se para frente ao invés de para trás, ou seja, o BSC deve ser utilizado como um sistema de comunicação, informação e aprendizagem, não como um sistema de controle.

Em virtude da complexidade do gerenciamento das organizações de hoje, Kaplan e Norton (2000a, p.119) lembram a importância de os gerentes terem condições de visualizar o desempenho da empresa sob as quatro importantes perspectivas e obterem respostas a quatro questões básicas:

- a) como somos vistos por nossos clientes? (**dimensão do cliente**);
- b) em que devemos ser os melhores? (**dimensão interna**);
- c) como atingir a visão, mantendo o potencial de crescer e inovar? (**dimensão do aprendizado e crescimento**);
- d) como somos vistos por nossos acionistas? (**dimensão financeira**).

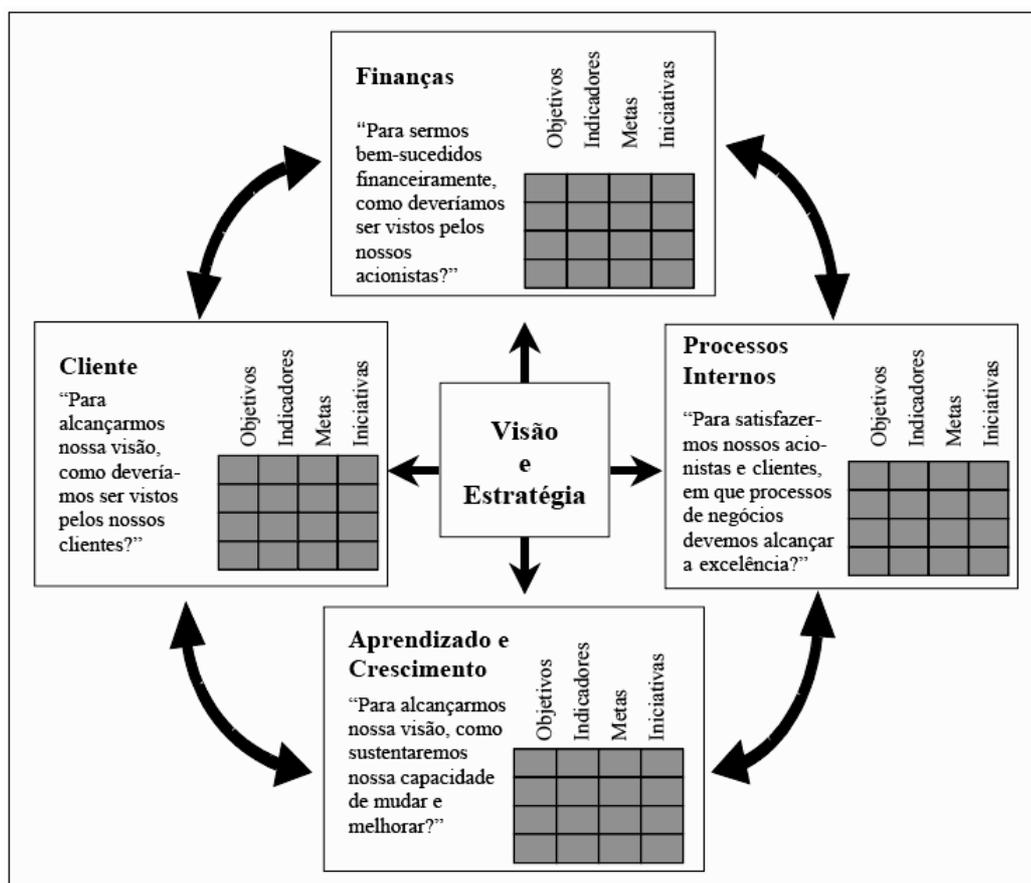


Figura 3.4 – A estrutura do sistema de indicadores do *Balanced Scorecard*. (Adaptado de KAPLAN e NORTON, 1997, p.10.)

Na **perspectiva clientes**, busca-se definir em qual mercado e segmento de consumidores que as unidades de negócios irão competir. Após esta etapa, identificam-se as medidas de desempenho referentes aos segmentos alvos estabelecidos.

Na **perspectiva dos processos internos**, as medidas são escolhidas de maneira à alavancar a excelência nos processos que são críticos para atingir a estratégia estabelecida.

Na **perspectiva do aprendizado e crescimento** busca-se estabelecer a infra-estrutura necessária para suportar os objetivos elaborados pelos processos internos. Entre os elementos que compõem o aprendizado e crescimento organizacional estão as capacidades dos funcionários, as capacidades dos sistemas de informação e o alinhamento dos procedimentos e rotinas organizacionais.

Dentro da **perspectiva financeira**, os objetivos financeiros representam a meta de longo prazo da empresa: gerar retornos superiores em relação ao capital investido nas unidades de negócios. A partir deles, todos os objetivos e medidas das outras perspectivas do *scorecard* deverão estar relacionadas à consecução de um ou mais objetivos desta perspectiva. Toda medida selecionada para um *scorecard* deve fazer parte de uma cadeia de relações de causa e efeito que termina com objetivos financeiros e, representa um tema estratégico para a unidade de negócios.

3.3.1. Os componentes do BSC

De acordo com a lógica estabelecida pelo método, um *Balanced Scorecard* deve possuir os componentes representados na Figura 3.5 para o caso de uma companhia aérea, os quais são descritos a seguir:

Objetivos estratégicos: implica a tradução da visão de futuro em objetivos organizados em relação de causa e efeito, de forma clara (**mapa estratégico ou mapa da estratégia**). O mapa da estratégia auxilia a fazer com que todos os indivíduos na organização entendam a estratégia e como transformar ativos intangíveis em resultados tangíveis (KAPLAN & NORTON, 2000b).

Os **mapas estratégicos**, na verdade, retratam a dinâmica oferecida pelo BSC. Como Neves e Palmeira Filho (2002) afirmaram, a ferramenta utiliza-se do mesmo conceito de perspectivas do BSC, às quais os objetivos estratégicos são devidamente relacionados: “O mapa estratégico fornece uma representação visual dos objetivos estratégicos de uma organização, bem como as relações de causa e efeito entre eles”.

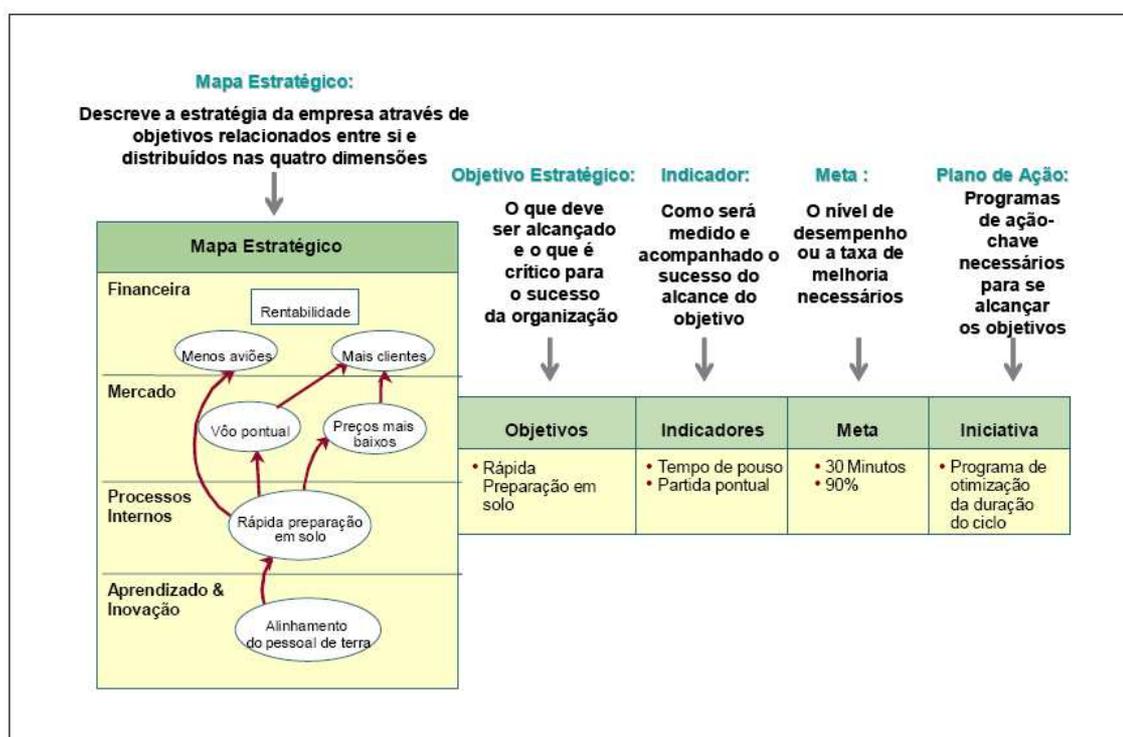


Figura 3.5 – Componentes e terminologia do *Balanced Scorecard* (BSCOL, 2000)

Segundo Kaplan e Norton (2000b) os mapas estratégicos propiciam uma melhor visualização das conexões estabelecidas pelos movimentos de causa e efeito do BSC. Essa ferramenta auxiliar é uma representação gráfica das conexões que interligam os objetivos estratégicos de cada perspectiva e demonstra como os ativos intangíveis das perspectivas da base impulsionam as melhorias de desempenho nas perspectivas superiores.

Indicadores chave de desempenho: como será medido e acompanhado o sucesso de cada objetivo. Kaplan e Norton (1997) destacam que um bom *balanced scorecard* deve ser uma combinação adequada de resultados (indicadores de ocorrências) com impulsionadores de desempenho (indicadores de tendências) ajustados à estratégia. Enquanto os indicadores de ocorrência mostram o desempenho das ações passadas, os indicadores de tendência indicam os prováveis resultados futuros. Os autores fazem as seguintes sugestões na elaboração dos indicadores:

- Refinar a descrição dos objetivos estratégicos, de acordo, com as intenções expressas pelas métricas de atuação;
- Para cada objetivo identificar o indicador ou indicadores que melhor se captam e comunicam a intenção do objetivo;

- Para cada indicador proposto, identificar as fontes das informações necessárias e as ações que podem ser necessárias para tornar essas informações acessíveis;
- Para cada perspectiva, identificar as relações críticas entre os indicadores dessa perspectiva, bem como entre ela e as outras perspectivas do *scorecard*. Tentar identificar de que maneira cada medida influencia a outra.

Estabelecimento de metas ao longo do tempo: trata-se do nível de desempenho esperado ou a taxa de melhoria necessária para cada indicador. As metas estratégicas deverão ser “quebradas” ao longo do tempo, permitindo uma evolução do desempenho relacionado ao objetivo estratégico.

Planos de ação e projetos estratégicos: associados às metas dispostas ao longo do tempo, planos de ação e projetos deverão ser estabelecidos a fim de viabilizar seu alcance. Trata-se de “ações de intervenção” para fazer com que as metas sejam alcançadas.

3.3.2. O BSC como sistema de gestão

Uma vez que o *balanced scorecard* não é direcionado apenas à tomada de decisão e nem sempre contempla todos os componentes de um sistema, parece mais adequado classificá-lo como uma ferramenta de gestão. Por isso, adotou-se a seguinte definição com insumos extraídos de Kaplan e Norton (1997:24-25; 44):

“O balanced scorecard é uma ferramenta que materializa a visão e a estratégia da empresa por meio de um mapa coerente com objetivos e medidas de desempenho, organizados segundo quatro perspectivas diferentes: financeira, do cliente, dos processos internos e do aprendizado e crescimento. Tais medidas devem ser interligadas para comunicar um pequeno número de temas estratégicos amplos, como o crescimento da empresa, a redução de riscos ou o aumento de produtividade.”

Na Figura 3.6 Kaplan e Norton (2001) traçam um paralelo onde se pode visualizar a diferença entre um sistema de controle gerencial tradicional orientado a um referencial financeiro e um sistema gerencial estratégico formatado através do uso da ferramenta do BSC. Os processos para obtenção do BSC são descritos a seguir:

O **processo de tradução da visão** busca a obtenção de um consenso sobre a estratégia e visão da empresa. Nesta fase são desenvolvidas as quatro perspectivas.

Primeiramente, definem-se a perspectiva financeira e a do cliente. Após isto, busca-se determinar as medidas para a perspectiva dos processos internos para atender as duas

anteriores. Por último, as metas de aprendizado e crescimento são estabelecidas para produzir melhorias substanciais para os processos internos, clientes e acionistas.

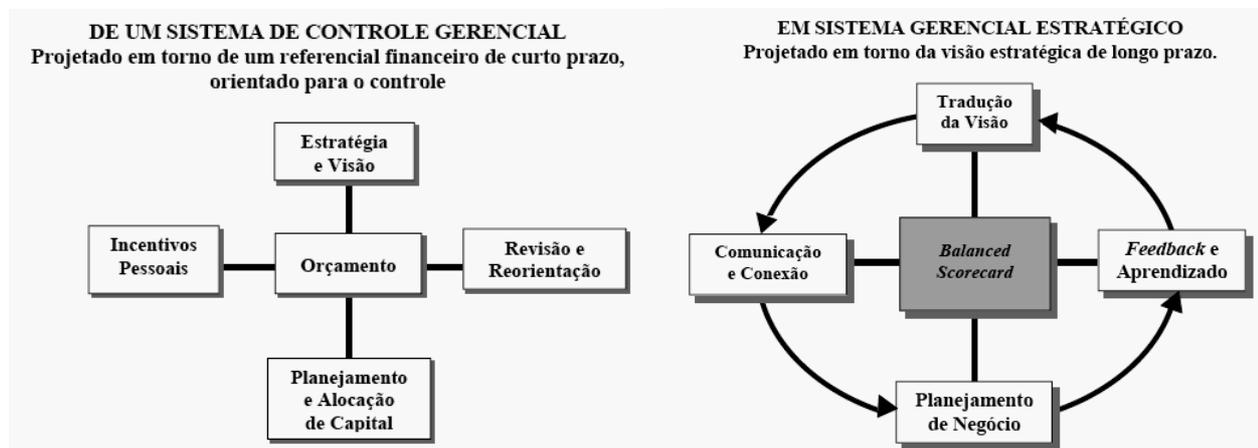


Figura 3.6 - Mudança de um sistema de controle gerencial para um sistema gerencial estratégico (Fonte: adaptado de KAPLAN e NORTON 2001, p.36.)

O **processo de comunicação** visa difundir a estratégia por toda a empresa e alinhar os objetivos dos departamentos e indivíduos em função dela. Ao fim deste processo, todas as pessoas da empresa devem possuir uma clara visão das metas em longo prazo, bem como da estratégia adequada para atingi-las.

O **processo de planejamento do negócio** busca quantificar os resultados pretendidos em longo prazo; identificar mecanismos e fornecer recursos para que os resultados sejam alcançados e estabelecer referenciais de curto prazo para as medidas financeiras e não-financeiras do *BSC*.

O **processo de *feedback* e aprendizado** permite que o nível executivo, comparando as metas de desempenho desejadas com os resultados obtidos, possa receber um *feedback* sobre a sua estratégia e testar as hipóteses em que ela se baseia. Para Kaplan e Norton (1997, p.18), "este mecanismo de *feedback* é importante não só para saber se o que foi planejado está sendo executado, mas também saber se estratégia planejada continua sendo viável e bem sucedida. Os processos de tradução da visão, comunicação e planejamento do negócio são críticos para a implementação estratégica. Porém, o processo de *feedback* e aprendizagem assume um papel fundamental neste ambiente em constante transformação, pois permite rever a estratégia, confrontando-a com as novas oportunidades e ameaças que surgem, e adaptando-as ou estabelecendo novos objetivos."

Para que o BSC reflita as estratégias da organização, é fundamental que as quatro perspectivas reflitam as relações de causa e efeito existentes entre elas. Isso porque **a estratégia é um conjunto de hipóteses sobre causa e efeito.**

O BSC complementa as medidas financeiras relativas ao desempenho passado com medidas de vetores de alavancagem do desempenho futuro. A sua adoção permite:

- i. O esclarecimento e tradução da visão e da estratégia organizacional;
- ii. Comunicação e associação de objetivos e medidas estratégicas;
- iii. Planejamento, estabelecimento de metas e alinhamento de iniciativas estratégicas;
- iv. Melhoria do *feedback* e do aprendizado estratégico.

Para a organização ser bem-sucedida na adoção do *balanced scorecard* é necessário implementar um processo de gerenciamento da estratégia. Trata-se do que se chama de “processo de **loop duplo**” que integra o gerenciamento tático (orçamentos financeiros e avaliações mensais) e o gerenciamento estratégico em um único processo ininterrupto e contínuo (Figura 3.7). Em face da existência anterior de qualquer processo de gestão da estratégia, a organização pode desenvolver sua própria abordagem. Durante a implementação, emergem três importantes temas (KAPLAN & NORTON, 2000a: 24-26):

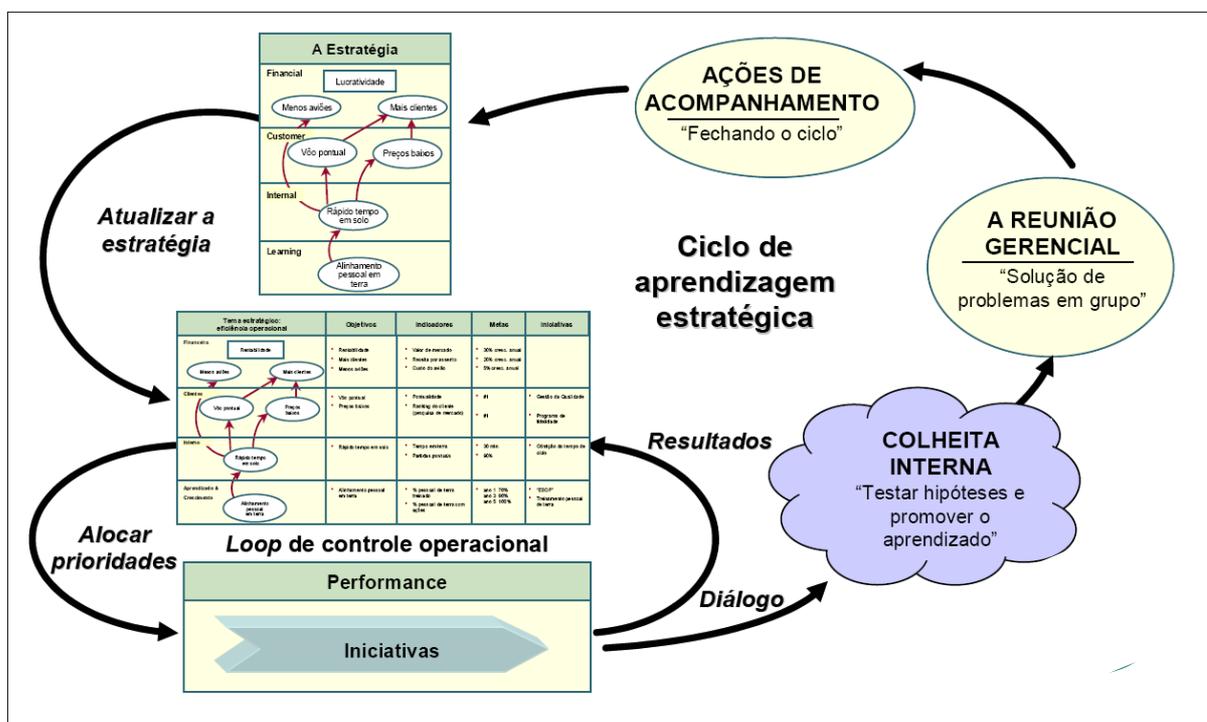


Figura 3.7 – Loop duplo de gestão da estratégia (BSCOL, 2000).

Primeiro, a organização começará a conectar a estratégia ao processo orçamentário. O BSC fornece os critérios para a avaliação dos investimentos e iniciativas potenciais.

O segundo passo, e também o mais importante, é a implementação de **reuniões gerenciais** simples para a avaliação da estratégia. Agendar reuniões gerenciais mensais ou trimestrais para discutir o *balanced scorecard*, de modo que um amplo espectro de gerentes comece a participar da estratégia. Sistemas de *feedback* devem ser implementados para respaldar o processo. De início, os sistemas podem se destinar a atender às necessidades da equipe executiva. Mas muitas organizações dão um passo adiante, com a criação de relatórios abertos, tornando os resultados do desempenho disponíveis para todos na organização. Com base no princípio de que “a estratégia é tarefa de todos”, a empresa capacita “todas as pessoas”, proporcionando a todos os empregados o conhecimento necessário à execução do respectivo trabalho.

Finalmente, evolui-se para um **processo de aprendizado** e adaptação da estratégia. Os *balanced scorecards* iniciais representam **hipóteses** sobre a estratégia e as melhores estimativas na formulação das ações que resultam no sucesso financeiro de longo prazo. O processo de desenvolvimento do BSC ajuda a explicitar as relações de causa e efeito nas hipóteses estratégicas. À medida que se implementa o *scorecard* e os sistemas de feedback reportam o progresso, a organização tem condições de testar as hipóteses da estratégia. De evento isolado, a estratégia se converteu em processo contínuo.

3.4. O BSC no gerenciamento da manutenção

A abordagem do BSC segundo Tsang (1999) define uma estrutura holística para estabelecer um sistema de gerenciamento estratégico do desempenho da corporação ou unidade de negócio. Quando a abordagem é aplicada para gerenciar o desempenho das operações da manutenção, o processo deve envolver os seguintes passos (ver Figura 3.8):

1 – Formular a estratégia para a operação da manutenção - opções de estratégia como desenvolver a capacidade interna, terceirizar a manutenção, capacitar operadores para manutenção autônoma, desenvolver uma equipe de manutenção multidisciplinar, e implementar a Manutenção Baseada na Condição ou *Condition-Based Maintenance* (CBM) são considerações e decisões feitas através de um processo participativo.

2 – Operacionalizar a estratégia - a estratégia da manutenção é traduzida em objetivos de longo prazo. Os relevantes indicadores chaves de desempenho ou *Key Performance Indicators* (KPIs) são incluídos no BSC e então identificados e suas metas são

estabelecidas. Supondo a terceirização da manutenção e reparo de equipamentos comuns e genéricos, TSANG exemplifica os KPIs e metas relacionadas a este objetivo estratégico como: “terceirizar 20% do trabalho da manutenção” e “reduzir 30% dos custos da manutenção”. O primeiro indicador pertence a perspectiva do “Processo Interno” e o segundo a perspectiva de “Finanças”. Para adquirir um alinhamento vertical, estes objetivos, KPIs e metas são desdobrados em metas individuais e por equipes.

3 – Desenvolvimentos de planos de ação - estes são os meios para atingir as metas estabelecidas no passo “2”. Para atingir as metas dos trabalhos terceirizados descritos no exemplo acima a companhia deve decidir por desenvolver habilidades nas seguintes três áreas necessárias para o processo de terceirização: negociação de contrato, gestão de contratos, e a capacidade de capitalizar as oportunidades surgidas de inovações tecnológicas e de mudanças no ambiente competitivo da manutenção. Estes planos de ação devem também abranger qualquer mudança necessária 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.

4 – Revisões periódicas do desempenho e da estratégia – o progresso feito com os objetivos estratégicos conhecidos são fixados e a relação de causa 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.



Figura 3.8 – Processo de gerenciamento estratégico do desempenho da manutenção (TSANG 1998)

De forma semelhante Amendola (2005) esboça o plano de implementação do BSC na gestão da manutenção na Figura 3.9 partindo da visão e aonde se pretende chegar com ela. Posteriormente se estabelece os planos de ação, os objetivos e o impacto financeiro para atingir as metas da visão. Neste passo são especificadas as práticas ou iniciativas específicas que serão implementadas e como. O pessoal é informado sobre a visão e os planos. São

definidos os indicadores para estabelecer metas concretas e para monitorar o progresso. São identificados os recursos e pessoas responsáveis para acometer ações específicas e o tempo para atingi-las. O avanço será revisado periodicamente e informado a toda organização.

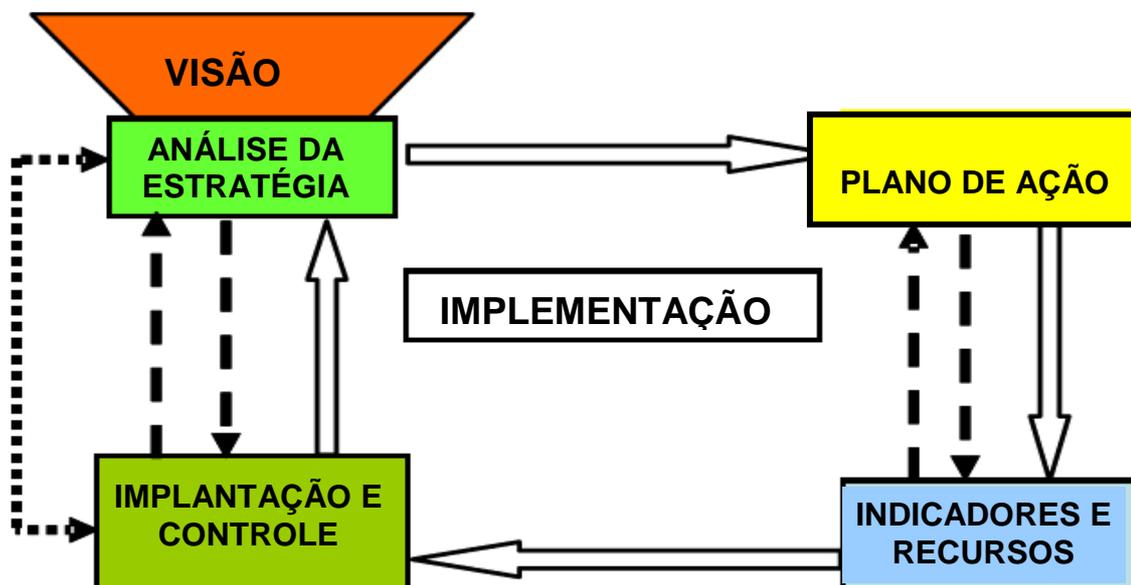


Figura 3.9 – Processo de Implantação do BSC (AMENDOLA 2005)

Cabe ressaltar que a revisão periódica possibilita redesenhar e inovar os processos e atividades aproveitando as oportunidades latentes da melhoria contínua e da reengenharia do processo para cumprir as expectativas do cliente, otimizar custos, melhorar a eficiência do processo e fazer uso adequado dos ativos. Esta atividade de análise deve ser reforçada e comunicada a partir do estabelecimento de objetivos e indicadores, os quais devem enfatizar as atividades de permanente renovação e melhoramento dos processos.

A implantação deve ser documentada incorporando todos os planos estratégicos da manutenção, procedimentos, indicadores, inventários, contratos, gestão de recursos humanos e outros aspectos relevantes na gestão dos processos de trabalho, tecnologia e especialidades.

Segundo Amendola a vantagem primordial está em considerar as quatro perspectivas simultaneamente e as relações entre elas, e desta forma possibilitar estabelecer uma cadeia causa-efeito que permite tomar as iniciativas necessárias em cada nível. A ligação das quatro perspectivas constitui o que se chama de *Balanced Scorecard* fornecendo, segundo analogia proposta pelos seus próprios autores Kaplan e Norton, um “painel de controle” da corporação como representado na Figura 3.10.

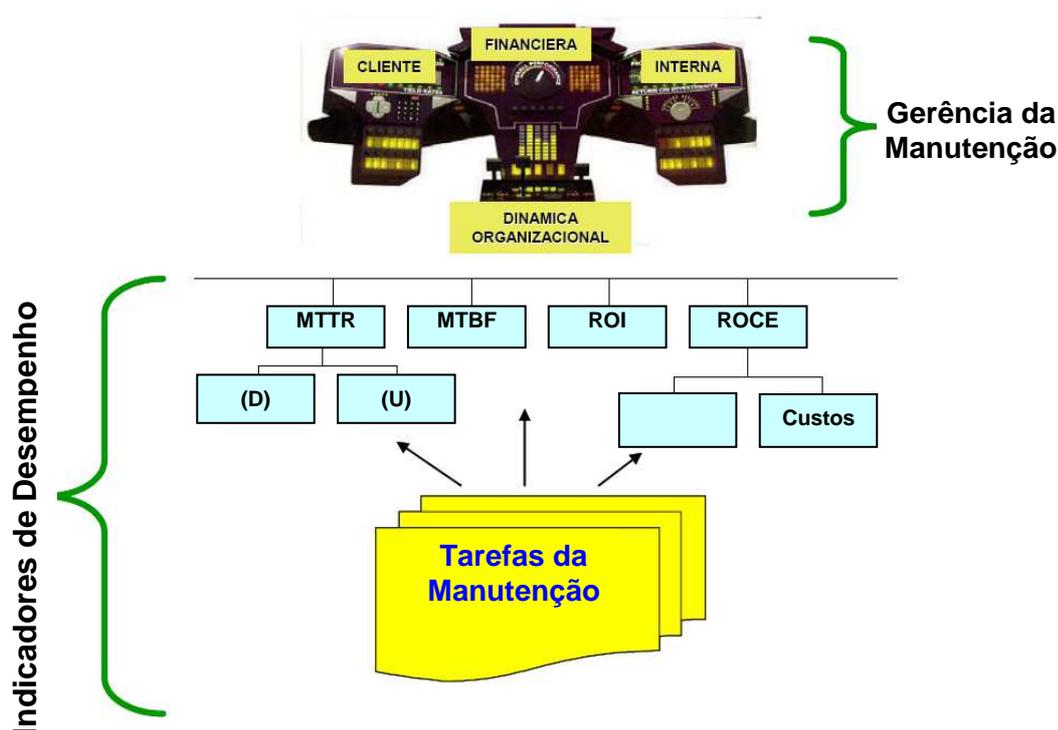


Figura 3.10 – Painel de Controle de Indicadores (Adaptado AMENDOLA 2005)

Ahlmann (2002) desenvolve um modelo do BSC para as operações da manutenção, o *Scorecard* da manutenção, representando na Figura 3.11, onde ele exemplifica as inter-relações de **causa e efeito** dos quatro perspectivas do BSC com a manutenção demonstrando que é possível calcular a influência do custo e do rendimento no volume e no preço para em fim obter a margem de lucro final da firma. A estratégia eficaz da manutenção é desenvolvida com a eficiência interna dando suporte a eficácia externa. O aumentando da eficiência da manutenção resulta no aumento da produção e da capacidade de cumprir as exigências de qualidade do consumidor. Esta qualidade aumentada constituirá parte importante na estratégia de mercado garantindo uma grande fatia do mercado e eventualmente o alto preço dos produtos.

De forma objetiva as perspectivas do BSC podem ser enquadradas na gestão da manutenção da seguinte forma:

Finanças: indicadores relativos à economia e ao custo dos serviços;

Clientes: desempenho e condições da planta, os clientes internos da manutenção;

Processo Interno: eficiência da operação do departamento da manutenção e avaliação dos serviços;

Aprendizado e Crescimento: eficiência na gestão de equipe própria e contratada;

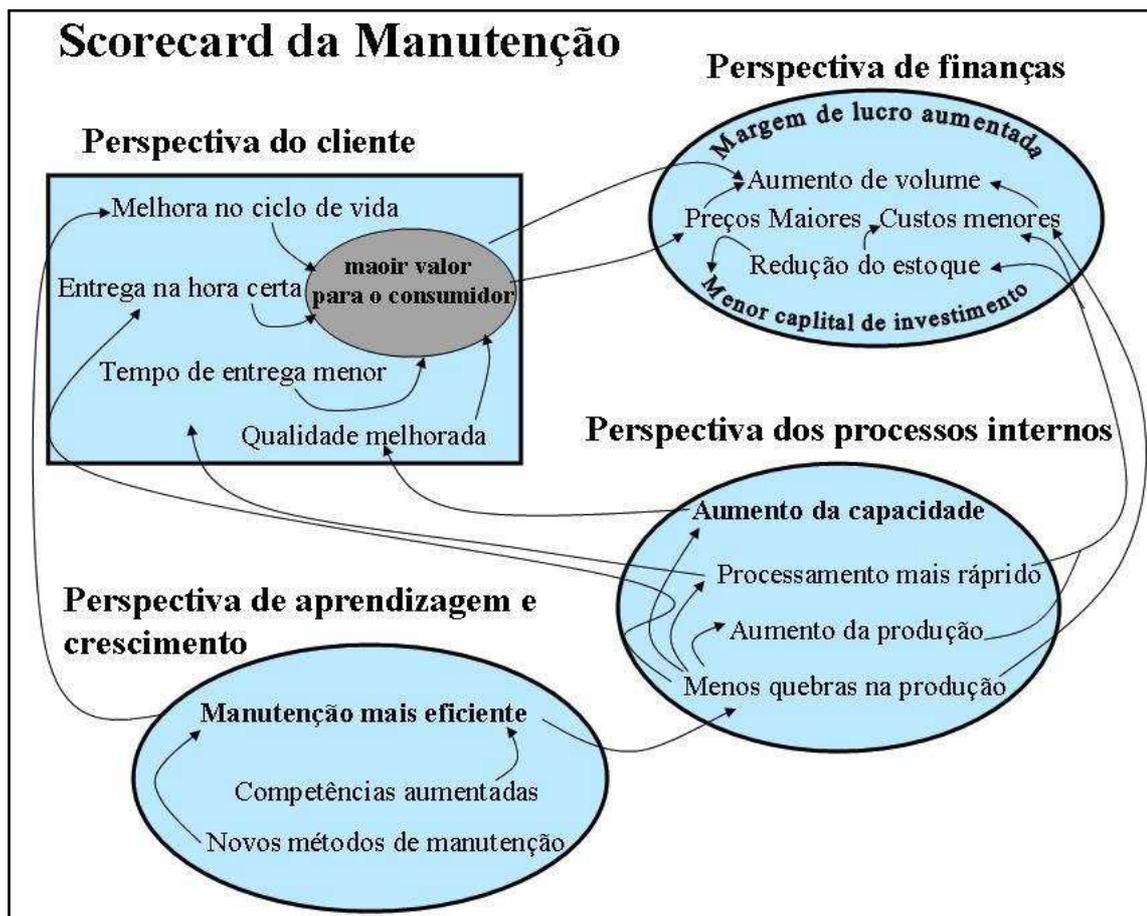


Figura 3.11 – O Scorecard da Manutenção (AHLMANN, 2002)

Nos próximos itens é feita uma discussão mais detalhada das perspectivas do BSC para a gestão da manutenção.

3.4.1. A perspectiva financeira

A perspectiva financeira tem como objetivo responder as expectativas dos acionistas. Esta perspectiva está particularmente centrada na geração de valor para o acionista, com altos índices de rendimento e garantias de crescimento e manutenção do negócio. É necessário definir objetivos e indicadores que permitam responder as expectativas do acionista em relação aos parâmetros financeiros de: rentabilidade, crescimento, valor ao acionista. Amendola (2004) sugere indicadores típicos da economia para esta perspectiva como o Valor Econômico Agregado (VEA), Retorno sobre Capital Empregado (ROCE), Retorno de Ativos (RA) e Retorno sobre Investimento (ROI).

Dunn (2003) re-examina o BSC do ponto de vista do processo da manutenção onde esta perspectiva se enquadra da seguinte forma: os acionistas estão interessados no desempenho financeiro e nos riscos. Consequentemente as medidas que devem ser

desenvolvidas aqui devem incluir medidas de custo e integridade dos ativos. Ou seja, indicadores para medir os gastos associados à gestão da manutenção, assim como sua distribuição e se estes estão orientados a melhorar a eficiência da empresa.

3.4.2. A perspectiva dos clientes

Dunn (2003) referindo-se à produção como cliente da manutenção enfatiza que se deve considerar o processo de manutenção da perspectiva da produção. “O que eles procuram?” Neste caso, desejam-se medidas físicas do processo da manutenção. Estas podem incluir medidas como disponibilidade de equipamentos, confiabilidade de equipamentos, produtividade/eficiência, qualidade da produção, etc. Elas podem corresponder também a medidas de tempo de resposta às quebras e qualidade do trabalho da manutenção.

Da mesma forma Amendola (2004) sugere, para esta área, indicadores de eficiência que permitam ver o comportamento operacional das instalações, sistemas, equipamentos e dispositivos, além de medirem a qualidade dos trabalhos e grau de cumprimento dos planos de manutenção. Os indicadores tradicionais da manutenção como Tempo Médio Entre Falhas (MTBF), Tempo Médio Para Reparo (MTTR), disponibilidade, utilização e confiabilidade são indicados nesta perspectiva.

Amendola destaca ainda que a geração de lucro dependerá em grande parte dos objetivos traçados para esta perspectiva e conseqüentemente a “geração de valor” que será refletida na perspectiva financeira. A satisfação dos clientes estará subordinada a proposta de valor que a organização ou empresa os estabelece. Esta proposta de valor cobre basicamente, o espectro de expectativas compostas por: precisão, qualidade, tempo, função, imagem e relacionamento. Os indicadores típicos deste segmento incluem: encargos em acordos de serviço, reclamações resultantes do total de reclamações operacionais, satisfação do cliente e gestão da qualidade.

Indicadores de confiabilidade humana que determinam os aspectos de segurança nos trabalhos de manutenção podem ser inclusos nesta área como o índice de freqüência total e parcial e o índice de severidade

3.4.3. A perspectiva dos processos internos

Nesta perspectiva se identificam os objetivos e indicadores estratégicos associados aos processos chaves da organização ou empresa, de cujo êxito depende a satisfação das expectativas de clientes e acionistas.

Usualmente esta perspectiva se desenvolve logo após definidos os objetivos e indicadores das perspectivas financeiras e dos clientes. Esta seqüência acompanha o alinhamento e identificação das atividades e processos chaves, e permite estabelecer os objetivos que garantem a satisfação dos clientes, acionistas e sócios.

Para Dunn (2003) neste caso, o interesse é medir o desempenho dos processos chaves internos da manutenção o qual lida com altos níveis de desempenho aos olhos dos acionistas e clientes (produção). Por exemplo, pode-se desejar medir a proporção de trabalho que foram realizados dos quais foram eficientemente planejados e programados previamente, ou medir a produtividade dos operadores, a ocorrência de atrasos devido à natureza do trabalho, ou o número de falhas imprevistas. O livro de Terry Wireman “*Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*” (1998), contém uma lista de mais de 80 indicadores de desempenho para a manutenção que podem ser úteis nesta perspectiva. Para seleção destas medidas Dunn (2003) sugere avaliar sua relevância, confiabilidade, entendimento, disponibilidade de dados, oportunidades e controlabilidade.

Os indicadores desta perspectiva, longe de serem genéricos, devem manifestar a natureza mista dos processos próprios da empresa ou organização. Contudo, para efeito de referência alguns indicadores de caráter genérico associados aos processos internos estão relacionados ao tempo de ciclo do processo, custo unitário por atividade, níveis de produção, custos de falha, custos de re-trabalho, gestão da eficácia, planejamento, gestão de estoques, gestão de compras, gestão de contratos, manutenção preventiva e tecnologia da informação.

3.4.4. A perspectiva de aprendizagem organizacional

A quarta perspectiva se refere aos objetivos e indicadores que servem como plataforma ou motor para o desempenho futuro da empresa na gestão da manutenção de ativos, e refletem sua capacidade para adaptar-se a novas realidades de mudar e melhorar. Estas capacidades estão fundamentadas nas competências essenciais no negócio da manutenção, que incluem as competências de seu pessoal, uso da tecnologia como impulsionador, a disponibilidade de informação estratégica que assegure a oportuna tomada de decisão e a criação de um clima cultural próprio que propicie as ações transformadoras do negócio.

As considerações desta perspectiva dentro do BSC reforçam a importância de investir no negócio da manutenção para criar valor futuro, e não somente nas áreas tradicionais de desenvolvimento de novas instalações e novos equipamentos, que sem dúvida são importantes, mas que hoje em dia, por si só, não dão resposta às novas realidades dos

negócios. Alguns indicadores típicos desta perspectiva incluem os relacionados à tecnologia da informação, satisfação pessoal, liderança, desenvolvimento de competências (treinamentos), contratação de pessoal especializado, aplicação de tecnologias e tomada de decisão.

Para esta perspectiva em geral utiliza-se medidas de eficiência na gestão de equipe própria e contratada, onde a medida de horas de treinamento é a mais comumente empregada. Dunn (2003) considera esta perspectiva muito específica de cada empresa e pouco relevante para *benchmarking*. No caso de uma empresa que adota um sistema de gestão de manutenção baseado na filosofia da TPM onde a gestão autônoma e a garantia de qualidade dos serviços são as bases para o sucesso esta perspectiva mostra-se fundamental para o desempenho do processo de manutenção.

3.4.5. Metodologia para implantação do BSC na manutenção

Segundo Amendola (2004) o marco metodológico introduzido pelos autores Robert Kaplan e David Norton, pode ser expresso, para efeitos de sua implantação, no que se denomina de “**Modelo das Quatro Fases**”. Esta seqüência de projeto e implantação foi adotada por diversas empresas e poderá ser utilizada com grande êxito na manutenção, segundo as pesquisas realizadas por Amendola. O modelo assegura a compreensão das bases conceituais da metodologia do BSC por parte dos atores que a compreende do corpo operacional ao executivo da empresa.

A seqüência assegura que se capturem e traduzam a um sistema de medição ou sistema de indicadores, os objetivos estratégicos da organização, sobre uma variedade de situações estratégicas e operacionais de utilidade universal perante a diversidade das organizações a qual este modelo é aplicável. A Figura 3.12 ilustra a seqüência do processo das “**Quatro Fases**” para a implantação do BSC na manutenção proposto por Amendola.

Kaplan & Norton (1997) indicam que por melhor que seja o processo de implementação de estratégias ele precisa ser um processo vivo, pois as mudanças ambientais que afetam a competição precisam forçar uma reavaliação das opções estratégicas e por outro lado se faz necessário à aferição da eficácia das estratégias implementadas em relação aos objetivos estratégicos, levando à necessidade de controle ou realimentação do sistema.

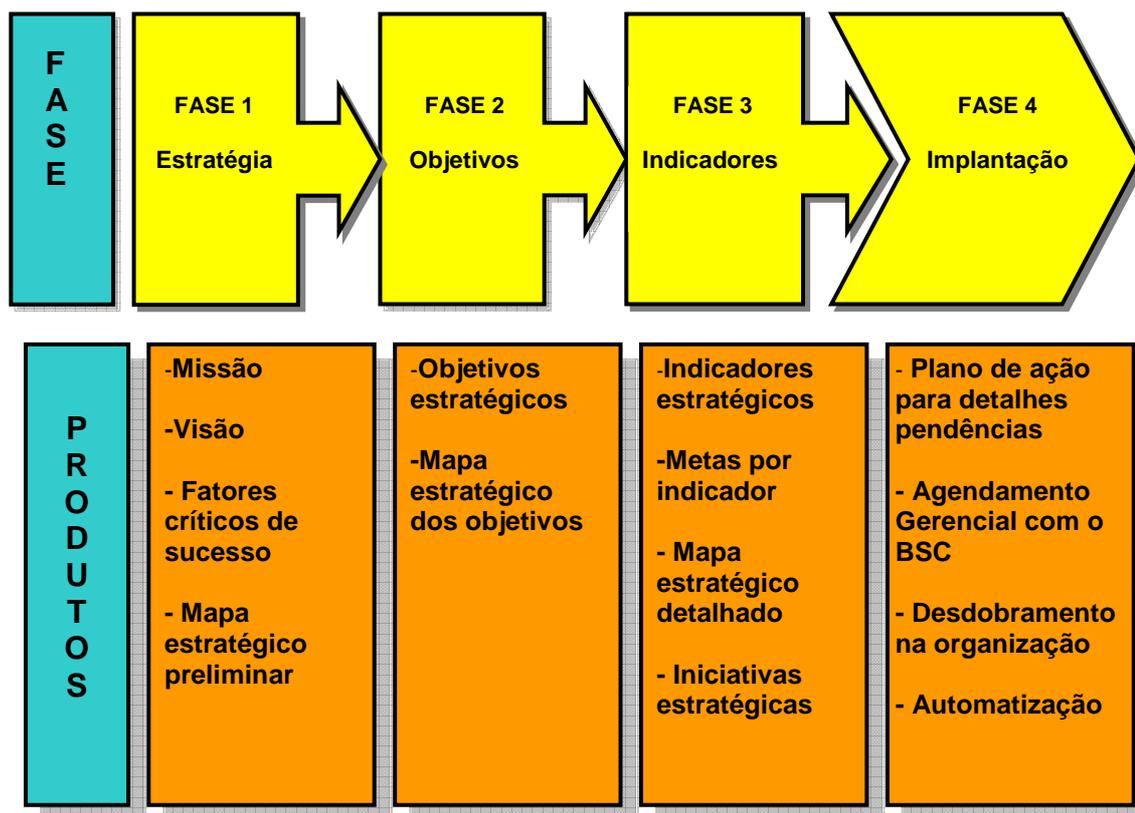


Figura 3.12. Fases de Implantação do BSC (adaptado de AMENDOLA, 2004).

A metodologia pode ter suas variâncias dependendo da complexidade do departamento da manutenção da empresa, sua dinâmica organizacional e sua comunicação com as outras áreas da empresa. Em alguns casos, o envolvimento da diretoria pode acelerar o processo, proporcionando a integração das atividades a serem executadas em cada uma das fases que compõe este processo de implantação. O que corresponde às palavras dos seus criadores: - “Sem o apoio e a participação ativa dos altos executivos, o *Balanced Scorecard* não deve ser iniciado. Sem a liderança e o comprometimento da cúpula, o fracasso será inevitável”. (KAPLAN & NORTON, pp. 308,1997).

Kaplan e Norton (1997) estimam que um projeto típico para construção do *Scorecard* pode durar dezesseis semanas (ver plano na Figura 3.13), sem, no entanto se ter todo o tempo ocupado com as atividades do *Scorecard* em si. O cronograma em geral acaba sendo determinado pela disponibilidade dos executivos para entrevistas, *workshops* e reuniões de subgrupos. Neste caso se as pessoas estiverem totalmente disponíveis para o projeto, o que quase sempre é improvável, o cronograma pode ser reduzido. No entanto não é uma boa prática encurtar muito o prazo de realização dos trabalhos, para que entre um evento e outro haja um prazo de maturação das idéias, análise das propostas, reflexão sobre a estrutura

evolutiva do *Balanced Scorecard* e a estratégia, o sistema de informações e, o mais importante, os processos gerenciais que ele representará.

A participação e envolvimento do líder do projeto são fundamentais para o bom andamento e cumprimento do cronograma, ainda mais no início dos trabalhos, devendo, no entanto, ser reduzida à medida que os demais membros da equipe e a própria alta administração forem adquirindo mais responsabilidades pelo desenvolvimento do *Scorecard*.

Kaplan e Norton (1997) observam que este cronograma pressupõe que a unidade de negócios já tenha formulado sua estratégia e teve acesso a pesquisas de mercado e de clientes para orientar as decisões relativas à segmentação de mercados e às propostas de valor a serem apresentadas aos clientes em segmentos específicos. Se a unidade de negócios tiver que realizar uma análise estratégica de seu setor para poder fazer opções fundamentais de estratégias de mercado, produto e tecnologia, ou se tiver que realizar pesquisas de mercado mais detalhadas, o cronograma deverá ser estendido pelo tempo exigido por essas tarefas.

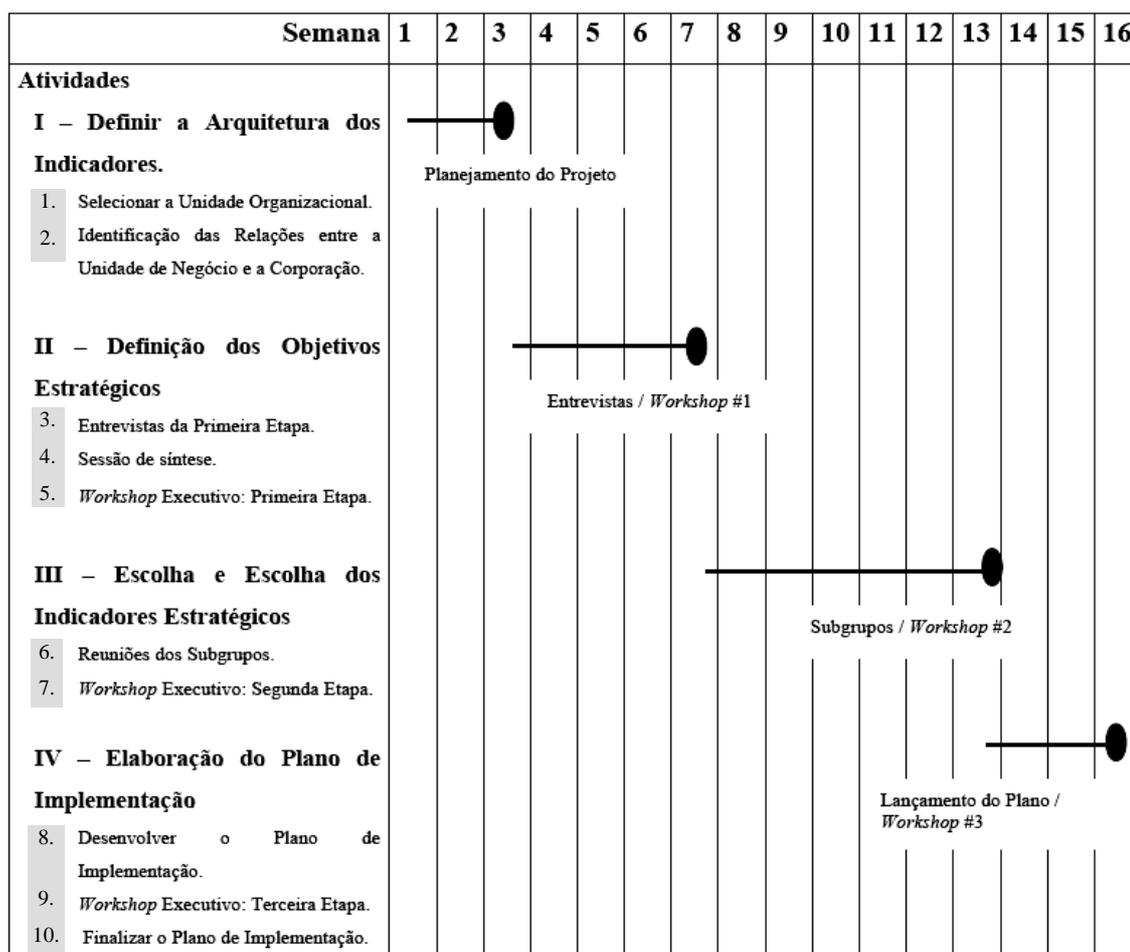


Figura 3.13 – Cronograma típico para o *Balanced Scorecard* (Kaplan & Norton, 1997).

3.5. BSC & TPM

Nas organizações que praticam a TPM, as rotinas de serviço e as inspeções periódicas do equipamento são feitas pelo operador da máquina, enquanto que as revisões e maiores reparos ficam a cargo da unidade de manutenção. Tsang (1998) enfatiza que o comportamento dos empregados é influenciado em grande parte pelo sistema de medição de desempenho. Por essa razão é desejável que o sistema esteja ligado à estratégia da organização a fim de conseguir o máximo impacto, pois a atuação do operador será avaliada por um indicador, o qual estará relacionado à estratégia da manutenção na empresa.

Tsang (2002) aponta que o BSC surge como meio para superar a inabilidade da OEE em prover uma avaliação holística do desempenho da organização da manutenção como um todo e na sua falta de medida de representação de valor futuro, devido a OEE ser uma medida focada no equipamento. Tsang comenta que medidas genéricas como a OEE são usadas para *feedback* e controle de algumas tarefas operacionais, mas não são necessariamente úteis em avaliar o crescimento a longo prazo. A OEE e o BSC podem ser combinados em situação onde se busca criação de valor e as limitações financeiras são moderadas.

Segundo a pesquisa de Mcadam e Bailie (2002) a TPM não é vista por contribuir significativamente para a estratégia, apesar de trazer à tona a conscientização da necessidade de organização e ordem, que são muito evidenciadas. Atualmente a TPM é associada a medidas de atraso operacionais básicos e falta de medidas de desenvolvimento de liderança o que diminui sua reputação como apoio à mudança estratégica. Apesar de não estar ligada diretamente aos objetivos estratégicos Mcadam e Bailie apontam a TPM como a melhor estratégia para otimizar os custos de produção.

Uma vez definidos os objetivos de manutenção compatíveis com o posicionamento estratégico da empresa torna-se necessário criar instrumentos que permitam avaliar em que ponto eles estão em relação à meta a ser cumprida ou, pelo contrário, se estão indicando desvios que obrigam a tomar ações corretivas. A razão de ser desta necessidade é o fato de os objetivos, pelo seu caráter mais geral, não possuírem a precisão e rapidez de resposta que permitam que o gestor seja alertado a tempo de tomar medidas antes que os desvios sejam de recuperação difícil ou mesmo impossível.

A filosofia de classe mundial implica na implantação de metodologias e ferramentas específicas que propiciam a obtenção de resultados rápidos, ótimos e duradouros. Por isso a necessidade de introduzirem-se metodologias como a do BSC para balancear os indicadores

técnicos e financeiros que permitam obter benefícios do negócio da manutenção. Com atenção aos pontos estratégicos da gestão negócio, para atingir a posição de “classe mundial”, Amendola (2005) recomenda que as ações devam dirigir-se a:

- i. Reforçar a atenção na implantação das boas práticas e planos de manutenção;
- ii. Fortalecer o treinamento dos analistas da manutenção para garantir o manejo e aproveitamento ótimo dos dados;
- iii. Direcionar os esforços dos especialistas na execução de diagnósticos unificados das instalações, fortalecendo as equipes de trabalho;
- iv. Reforçar os processos de execução da manutenção, gestão de paradas da planta, tanto do ponto de vista do planejamento como da gerência.

Portanto, o gerenciamento da manutenção moderna deve estar sempre direcionado aos princípios e objetivos da empresa, buscando estar sempre focado aos novos métodos e ferramentas que possam auxiliá-lo no gerenciamento. O homem da manutenção deve estar sempre buscando o aperfeiçoamento contínuo focado na política da empresa.

Conforme Pinto e Xavier (2001), a condução moderna da manutenção como negócio, requer uma mudança profunda de mentalidade e de postura e a gerência deve estar sustentada por uma visão de futuro e regida por modernos processos de gestão para satisfação plena de seus clientes.

3.6. Comentários

Neste capítulo descreve-se a importância da utilização de um sistema de medição baseado em indicadores para medir o desempenho da gestão da manutenção. Mas, mais importante que a utilização de indicadores, é a utilização de uma ferramenta estratégica como o BSC para orientar estes indicadores de acordo com a visão e missão estabelecidos para a função da manutenção na empresa.

O BSC permite monitorar o desempenho da gestão de forma balanceada, ou seja, considerando-se não só o custo final da manutenção na perspectiva de finanças, mas também sua atuação perante o seu cliente, a produção da fábrica, os seus processos internos, onde se avalia a organização do departamento da manutenção e ainda consideram-se as atitudes de aprendizado e crescimento com a realização de treinamentos e adoção de novas e melhores práticas na manutenção para proporcionar um ciclo de melhoria contínua na gestão.

O ciclo de melhoria contínua caracteriza a manutenção de classe mundial, que além de adotar um sistema de gestão abrangente como a TPM deve monitorar seu desempenho de forma integrada e balanceada em relação aos aspectos técnicos e de custo para identificar os pontos de melhoria.

A vantagem primordial da implantação dos BSC é que este não circunscreve somente uma perspectiva, mas sim considera as quatro perspectivas simultaneamente identificando a relação entre elas, possibilitando uma relação causa-efeito que permite tomar as iniciativas necessárias em cada nível. Visualizando que a redução dos custos da manutenção (finanças) deve-se a uma organização com manutenção planejada (processo interno), a qual necessita de capacitação e modernização (aprendizado e crescimento) para atender as necessidades da fábrica (cliente).

O uso adequado deste sistema de indicadores permite selecionar de forma otimizada: rotinas de manutenção e inspeção, níveis de inventário, gestão e otimização de orçamentos e propostas técnicas. Considerando-se de forma objetiva o impacto dos distintos modos de falha sobre as operações, a produção, a segurança e o ambiente; auxiliando na redução dos custos de produção e maximizando o valor do ciclo de vida e desta maneira aumentando os ganhos da empresa.

A escolha dos indicadores só pode ser feita com base na experiência e nos conhecimentos dos responsáveis pela atividade de manutenção na empresa. O processo de estabelecimento de objetivos e a escolha dos indicadores mais adequados é, normalmente, um processo longo, feito de tentativas e correções, até se atingir a perfeição desejada.

CAPÍTULO 4 – GESTÃO DA MANUTENÇÃO NA KLABIN

4.1. Descrição da empresa

4.1.1 Histórico

A Klabin é a maior empresa integrada de Celulose, Papel e Produtos de Papel da América Latina. Com mais de 200 mil hectares de florestas plantadas de *pinus* e *eucaliptos* na região Sul, além de abastecer as fábricas de celulose, permite ainda que os excedentes de toras sejam comercializados em serrarias e laminadoras.

A Klabin Irmãos & Cia. foi estabelecida em 1899, na cidade de São Paulo, pelas famílias Klabin e Lafer. Na época, a empresa importava e comercializava artigos para escritórios e tipografia. Em 1903, a empresa arrendou uma pequena fábrica de papel iniciando a produção de folhas para impressão. Em 1909, constituiu sua própria fábrica, a Companhia Fabricadora de Papel, e nos anos 20, já figurava entre as maiores fábricas de papel no país.

Em 1934 fundou uma nova subsidiária, a Klabin do Paraná, primeira fábrica integrada de celulose e papel no país, em 1947 iniciou a produção de papéis de imprensa e papéis para embalagem. A necessidade de se obter matéria prima local levou a Klabin a desenvolver uma base florestal com capacidade suficiente para suprir a fábrica. O primeiro projeto de reflorestamento da Klabin teve início nos anos 40, inicialmente com Araucária e depois com *pinus* e eucalipto.

Na área fabril, a Klabin conquistou o reconhecimento da indústria pela introdução de modernas tecnologias, como as caldeiras de recuperação, integradas a processos que aumentaram significativamente a produtividade e a proteção ambiental. Nas décadas seguintes a Klabin consolidou sua liderança e expandiu seus mercados, fundando e adquirindo outras empresas. Nos anos 70 avançou firmemente sobre o segmento de embalagens, produzindo caixas de papelão ondulado, sacos e envelopes até se tornar a maior fabricante integrada de celulose, papel e produtos de papel da América Latina.

Atualmente é o maior fabricante Brasileiro de Kraftliner e papel cartão; e o maior exportador de papel de embalagens. O setor de papel cartão é a expressão da alta tecnologia da Klabin, voltada para o desenvolvimento de produtos de maior valor

agregado. A Klabin conta com cinco fábricas de papéis cartões, sendo que a principal unidade está localizada em Monte Alegre no Paraná. As cinco fábricas produzem 1,2 milhão de toneladas de papéis e cartões ao ano. Deste volume, aproximadamente 400mil toneladas são exportadas. Este desempenho faz a empresa o maior fabricante brasileiro e o maior exportador de papel de embalagens do País.

No ANEXO 2 está exposto um fluxograma com as principais fases do processo de fabricação de celulose e papel.

4.2. A gestão da manutenção na KLABIN

A manutenção é representada administrativamente pela gerência de manutenção, subordinada à diretoria industrial da empresa. Esta gerência está dividida em áreas (departamentos) que atendem às diversas necessidades das instalações industriais, conforme organograma mostrado no Figura 4.1.

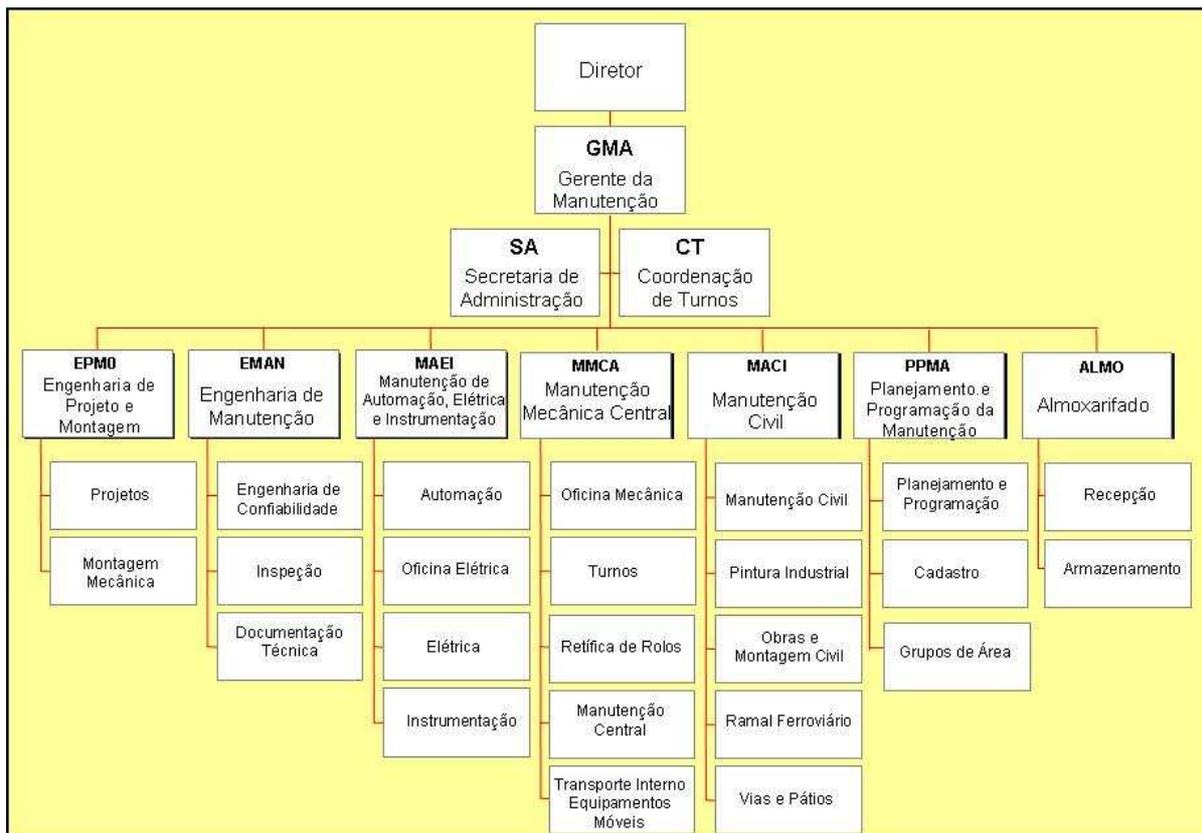


Figura 4.1 – Organização do departamento da manutenção (Fonte: KPMA 2005)

Engenharia de Projetos e Montagens (EPMO): esta área é responsável pelo desenvolvimento, gerenciamento e fiscalização de novos projetos de expansão, que

envolvem as especialidades de mecânica, elétrica, automação e instrumentação. Está dividida em:

- **Projetos:** executa pequenos projetos de melhorias e gerencia a implantação de novos projetos de ampliação da fábrica;
- **Montagem:** área responsável pelo acompanhamento e fiscalização das obras de montagem mecânica, elétrica, automação e instrumentação de novas instalações industriais.

Engenharia de Manutenção (EMAN): esta área é responsável por detectar as falhas dos equipamentos mecânicos e elétricos em estado incipiente, ou seja, com antecedência suficiente para que o problema seja corrigido antes que a falha ocorra. Também é responsável pela melhoria da manutenção e pela eliminação de problemas crônicos e repetitivos. Está dividida em:

- **Inspeção preventiva:** responsável pela inspeção nos equipamentos mecânicos e elétricos utilizando os sinais externos apresentados pelos equipamentos antes de sua efetiva falha, como ruídos, aquecimentos, vazamentos, aspectos visuais e cheiros característicos. Também é conhecida como inspeção sensitiva, pelo fato de utilizar os sentidos humanos como forma de inspeção, ou seja, o tato, a visão, o olfato e a audição.
- **Inspeção preditiva:** Utiliza equipamentos sofisticados para detectar possíveis falhas ainda em estado incipiente, mesmo antes dos equipamentos apresentarem sinais externos de algum problema potencial. Na Klabin são utilizados aparelhos para análise de vibração, espectros de frequência de elementos rotativos, inspeção por ultra-sonografia, controle de temperatura em instalações elétricas por termográfica, balanceamento dinâmico de equipamentos, entre outros.
- **Engenharia de confiabilidade:** Estuda os problemas crônicos de manutenção e executa melhorias ou atualização nos equipamentos de modo que se tornem cada vez mais confiáveis e disponíveis para o processo produtivo.
- **Documentação técnica:** é responsável pelo registro, guarda e manutenção dos documentos técnicos da empresa, tanto em meio

eletrônico quanto físico, como desenhos e manuais de instalação e de manutenção, que são utilizados no planejamento e na execução da manutenção.

Manutenção de Automação, Elétrica e Instrumentação (MAEI): executa os serviços de manutenção de automação, elétrica e instrumentação que são planejados pelo PPMA. Da mesma forma que a MMCA, a MAEI atua em toda a área fabril. Está dividida em:

- **Automação:** responsável pela manutenção dos equipamentos eletrônicos e de software de controle de processo;
- **Elétrica:** responsável pela manutenção dos equipamentos elétricos e dos sistemas de distribuição de energia;
- **Instrumentação:** responsável pela manutenção dos aparelhos de instrumentação, tais como válvulas automáticas de controle de processo, aparelhos de medição de nível, fluxo, pressão e gramatura, entre outros;
- **Oficina elétrica:** responsável pela revisão dos equipamentos elétricos, como motores e transformadores, cujo serviço não pode ser realizado no campo.

Manutenção Mecânica Central (MMCA): esta área executa os serviços de manutenção mecânica que foram planejados e programados pelo PPMA. Abrange toda a área fabril, de modo que os funcionários possam atuar em qualquer parte da planta onde se faz necessário a execução de serviços, garantindo uma alta mobilidade e produtividade da equipe. Está dividida em:

- **Manutenção central:** responsável pela execução no campo dos serviços mecânicos planejados para toda a planta fabril. Também coordena a montagem dos andaimes necessários à execução da manutenção e os serviços de isolamento térmico nas linhas de vapor e de outros líquidos que trabalham com temperatura acima da ambiente;
- **Manutenção em turnos:** equipe que trabalha em sistema de revezamento, composta por quatro turmas em três horários rotativos. É responsável pela manutenção corretiva de toda a fábrica fora do expediente administrativo, atendendo os órgãos produtivos à noite, nos finais de semana e nos feriados. Durante o expediente administrativo as

equipes de revezamento apóiam as equipes da manutenção central e da oficina mecânica;

- **Oficina mecânica:** responsável pela revisão dos equipamentos mecânicos que não podem ser desmontados ou verificados no campo;
- **Retífica de rolos:** executa a manutenção e a retífica dos revestimentos de todos os rolos das máquinas de papel;
- **Transporte interno:** equipe de apoio à manutenção, responsável pelo transporte dos equipamentos de grande porte que serão revisados ou substituídos;
- **Equipamentos móveis:** oficina responsável pela manutenção das empilhadeiras utilizadas no embarque de bobinas e dos motores estacionários de combustão interna que acionam equipamentos vitais à fábrica nos casos de falta de energia elétrica, como a bomba do sistema de combate a incêndios.

Planejamento e Programação da Manutenção (PPMA): nesta área são recebidas todas as solicitações de manutenção das especialidades de civil, mecânica, elétrica, automação e instrumentação, que depois de analisadas são planejadas e programadas para a execução levando-se em consideração os recursos disponíveis, as prioridades dos serviços, as criticidades dos equipamentos e os programas de paradas das instalações do processo produtivo. Está dividida em:

- **Planejamento e programação da manutenção:** tem como atividade principal planejar e programar os serviços de manutenção de todas as especialidades, pela alocação dos recursos e informações, no tempo adequado e custo otimizado;
- **Cadastro:** Atualiza os cadastros dos equipamentos instalados na área fabril e os que se encontram armazenados como reserva. Inclui os novos equipamentos adquiridos através dos projetos de expansão ou melhoria da manutenção, e exclui os equipamentos obsoletos e desativados, mantendo uma relação atualizada de componentes sobressalentes utilizados na manutenção das máquinas e instalações.
- **Grupos de área:** É formada por seis equipes de manutenção, tendo em cada equipe um supervisor de manutenção, subordinado à estrutura da

manutenção (do PPMA), e um número mínimo de funcionários das especialidades de mecânica, elétrica e instrumentação, subordinados aos órgãos de operação, que tem como missão principal manter as áreas produtivas em pleno funcionamento, agindo corretivamente em caso de falhas consumadas que interrompam ou prejudiquem a qualidade ou a produção. As equipes têm esta estrutura matricial para que haja uma perfeita integração entre as áreas de operação e de manutenção. Cada equipe é responsável pela manutenção de uma parte da fábrica, dividida da seguinte forma:

- ⇒ Área de preparo de madeira;
- ⇒ Área de fibras e fabricação de celulose;
- ⇒ Área de recuperação e utilidades;
- ⇒ Área de papéis Kraftliner;
- ⇒ Área de papéis de impressão; e
- ⇒ Área de papéis cartão.

Manutenção Civil (MACI): executa os serviços de conservação industrial das instalações prediais e de pequenas obras de construção civil. Está dividida em:

- Civil: responsável pela conservação das instalações prediais;
- Pintura: responsável pela manutenção da pintura das plantas industriais da fábrica;
- Obras civis: responsável pela execução de pequenas obras civis e pela fiscalização e acompanhamento de obras relacionadas a projetos de ampliação e melhorias;
- Vias e pátios: responsável pela conservação das ruas e dos ramais ferroviários instalados no interior da fábrica.

Área de Almoxarifado (ALMO): é responsável pela inspeção de recebimento, controle, armazenagem e distribuição de toda a matéria prima necessária à fabricação de celulose e papel, bem como dos diversos materiais de consumo e de sobressalentes necessários ao funcionamento da fábrica e de sua manutenção. Também é responsável pelo Depósito das Manutenções (DEMA), cuja principal finalidade é a guarda e o controle dos equipamentos reservas dos instalados nas plantas produtivas.

4.3. O Processo de manutenção da KLABIN

Para garantir a **disponibilidade** e **confiabilidade** da planta no processo de manutenção da Klabin, Figura 4.2, as manutenções corretivas emergências, programadas e preventivas passam pelo **PPMA** (Planejamento e Programação da Manutenção), já as manutenções preditivas e os projetos de melhoria são realizados pela **EMAN** (Engenharia de Manutenção).

As manutenções são requisitadas ao PPMA pela oficina elétrica/ automação/ instrumentação (MAEI), oficina mecânica central (MMCA) e a área de manutenção civil (MACI). O PPMA então envia as ordens de manutenção às **áreas operacionais** subdivididas em: equipes de manutenção elétrica/automação/instrumentação (E/A/I), equipe de manutenção mecânica/operação (M/O) e equipes de manutenção civil para execução das diversas atividades. As equipes de montagem assessoram o EMAN em seus projetos. Paralelamente o almoxarifado é utilizado conforme as necessidades do PPMA e EMAN.

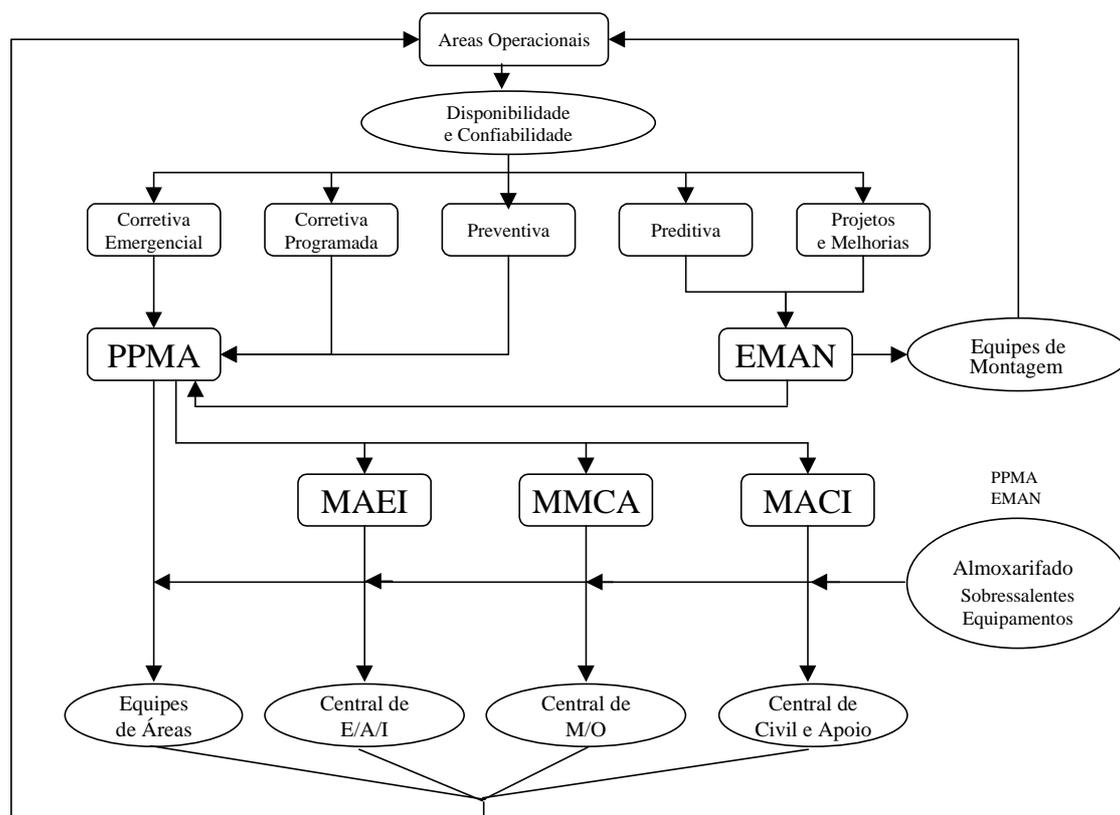


Figura 4.2 – Fluxograma do processo de manutenção (Fonte: KPMA 2005).

4.3.1. O Planejamento e o controle da manutenção na KLABIN

Definido o processo geral de manutenção da empresa aqui destaca-se o processo de planejamento e o controle da manutenção realizado pelo PPMA – Planejamento e Programação da Manutenção. Esta área se reporta à Gerência da Manutenção (GMA), que está ligada à Diretoria Industrial. Atua em todo o âmbito fabril, recebendo as solicitações de manutenção para todas as especialidades: mecânica, elétrica, automação, instrumentação e civil. Planeja tanto os serviços que serão executados com as plantas em funcionamento como os que serão realizados durante as paradas programadas das instalações.

O número de equipamentos desta fábrica chega próximo dos 13.500, sendo 5.500 equipamentos mecânicos, como bombas, redutores e agitadores, e 8.000 elétricos, principalmente motores, disjuntores e transformadores, dos quais cerca de 20% são reservas. Além disto, há diversas empilhadeiras, inúmeras válvulas, quilômetros de tubulações, transportadores, vasos de pressão, tanques e silos de armazenagem, linhas de transmissão, chaves e painéis de comando, instrumentos automáticos de controle, aparelhos eletrônicos e automatizados, e as plantas maiores como as máquinas de papel, caldeiras, turbo geradores, cozinhadores, branqueamento, forno de cal, entre muitos outros. Todos necessitam de uma boa manutenção para estarem disponíveis para o processo produtivo, razão pela qual é necessário um forte esquema de inspeção, monitoramento e de manutenção. Todo esse processo é viabilizado e facilitado pela área de Planejamento e Programação da Manutenção.

O Planejamento e o Controle da Manutenção devem seguir o objetivo geral da manutenção que é “garantir a máxima **disponibilidade** e **confiabilidade** dos equipamentos, dentro de um custo aceitável“. Para alcançar este objetivo geral, lança mão dos seguintes objetivos específicos:

- Maximizar a produção com o menor custo e a mais alta qualidade sem infringir normas de segurança ou causar danos ao meio ambiente;
- Promover a eficácia das paradas programadas, otimizando a utilização de recursos próprios e alocando outros necessários;
- Evitar o não atendimento, ou atendimento com baixa qualidade, de serviços essenciais de manutenção causados pela falta de informação prévia;

- Aumentar a integração entre as áreas de operação e manutenção da fábrica.
- Trabalhar com manutenção 100% planejada, priorizando as manutenções preditivas e preventivas;
- Estabelecer a logística adequada para a aquisição de materiais, peças e serviços e administrar as compras da manutenção;
- Manter registros de manutenção dos equipamentos;
- Conhecer a matriz de custos da manutenção bem como custos gerais da empresa, principalmente os custos da produção parada;
- Conhecer antecipadamente os recursos;
- Buscar constantemente a otimização dos processos de manutenção, simplificando atividades, reduzindo custos e aumentando a produtividade;

Em virtude das emergências que surgem nas áreas produtivas, nem todo serviço de manutenção é planejado. As falhas ocorrem porque os problemas não foram detectados durante a inspeção dos equipamentos, e muitas delas ocasionam um distúrbio no processo, interrompendo-o, prejudicando a qualidade dos produtos ou expondo as pessoas e o meio ambiente a riscos de acidentes. Nessas circunstâncias a manutenção deve agir com rapidez para corrigir os desvios, mesmo que não existam ações predefinidas. Entretanto, todo o serviço de emergência deve ser analisado para descobrir suas causas e orientar a tomada de ações que visem reduzir a possibilidade de que ocorra novamente. A Figura 4.3, a seguir, mostra o fluxo de serviços planejados e não planejados e as responsabilidades pela execução e análise dos serviços.

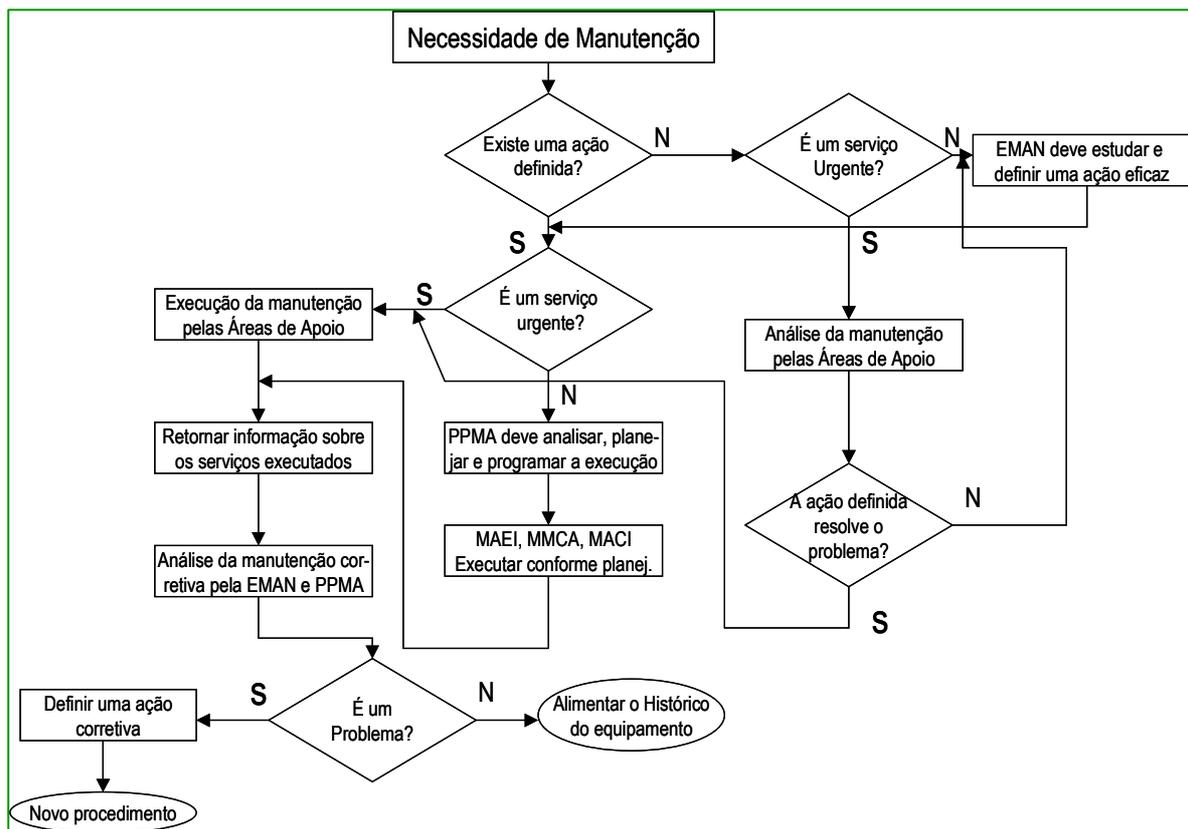


Figura 4.3 - Fluxograma do planejamento e programação da manutenção (Fonte: KPMA 2005)

4.4. A implantação da TPM na KLABIN

O processo de implantação da TPM (*Total Productive Maintenance*) na Klabin foi impulsionado pela necessidade de competitividade em níveis de excelência mundial e da mesma forma para consolidar um modelo de gestão que fosse disseminado em toda a organização, baseando-se em metodologia de resolução de problemas, trabalho em equipe e melhoria contínua.

Procurando canalizar e alinhar as pessoas e ações em uma direção comum, o processo de implantação da TPM na empresa foi nomeado de programa SUPERAR, designação esta que por si só já procura estabelecer o principal objetivo do programa que é ultrapassar limites e aumentar a competitividade.

4.4.1. Objetivo do programa

O objetivo do programa é buscar a superação contínua, via a disseminação de ferramentas e processos de resolução em equipes de trabalhos, ratificado pelo principal ativo de um processo de melhoria, que são as pessoas.

O Programa Superar está integrado à **Política de Sustentabilidade** da empresa, devendo estar alinhado ao posicionamento estratégico, conforme abaixo colocado:

“A Klabin S.A. é uma empresa que produz madeira, papéis e cartões para embalagem, embalagens de papelão ondulado e sacos. Atua nos mercados interno e externo e se fundamenta nos seguintes princípios de sustentabilidade para todas as atividades relativas aos seus produtos e serviços:

1. Buscar a qualidade competitiva, visando à melhoria sustentada dos seus resultados, aperfeiçoando continuamente os processos, produtos e serviços, para atender às expectativas dos clientes, colaboradores, acionistas, comunidade e fornecedores.
2. Assegurar o suprimento de madeira plantada para as suas unidades industriais, de forma sustentada, sem agredir os ecossistemas naturais associados.
3. Praticar e promover a reciclagem de fibras celulósicas em sua cadeia produtiva.
4. Evitar e prevenir a poluição através da redução dos impactos ambientais relacionados a efluentes hídricos, resíduos sólidos e emissões atmosféricas.
5. Promover o crescimento pessoal e profissional dos seus colaboradores e a busca da melhoria contínua das condições de trabalho, saúde e segurança.
6. Praticar a responsabilidade social com foco nas comunidades onde atua.
7. Atender à legislação e normas aplicáveis ao produto, meio ambiente, saúde e segurança.”

Visão do Programa SUPERAR na KPMA:

“Garantir a excelência de processos e produtos através do envolvimento e valorização das pessoas”.

Missão do Programa SUPERAR na KPMA:

“Implantar a metodologia TPM para desenvolver a cultura de melhoria contínua e transformar a KPMA numa empresa de classe mundial”.

4.4.2. A estrutura do programa

A estrutura do programa SUPERAR (Figura 4.4) na KPMA é composta de uma **coordenação** que tem a função de coordenar a implementação dos conceitos e a filosofia do programa, alinhar a visão e a missão do programa em relação ao posicionamento estratégico da organização.

Um **comitê diretivo** que tem como objetivo garantir o plano de implementação do programa através das atividades de disponibilizar recursos, atuar nos pontos críticos, motivar as pessoas, reconhecer as pessoas, definir objetivos e fazer auditoria dos pilares.

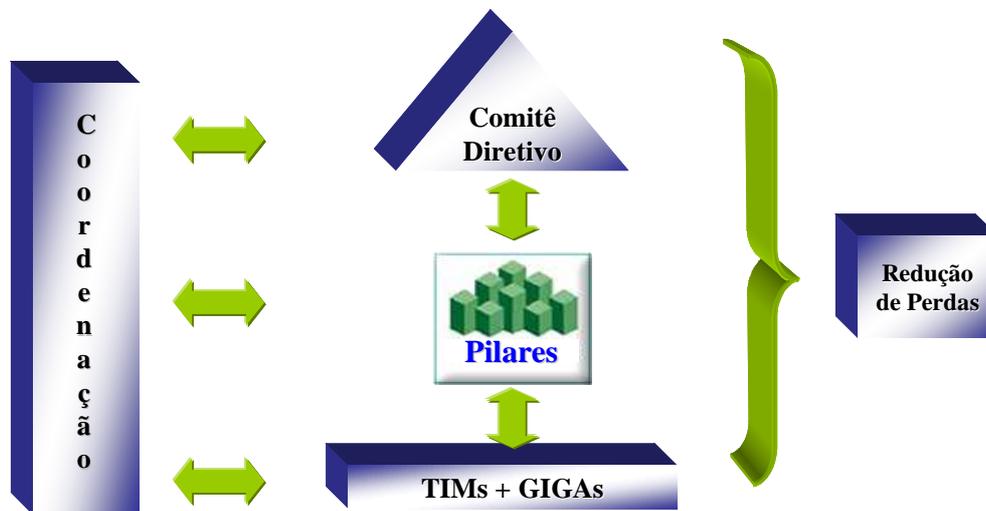


Figura 4.4 – Estrutura do Programa SUPERAR (Fonte: KPMA 2005)

Times Internos de Melhoria (TIMs) que são os grupos multifuncionais estruturados a partir das necessidades de melhorias identificadas a partir das perdas definidas nas OEEs. Os times têm a duração de até quatro meses e funcionam aplicando roteiros específicos e ferramentas de diagnósticos. Os times são treinados e monitorados dentro dos objetivos e metas propostos por cada pilar. O fluxograma representando lançamento e encerramento dos TIMs encontra-se no ANEXO 3.

Os Grupos Internos de Gestão Autônoma (GIGAs) cujo principais objetivos são aprimorar as habilidades das pessoas na sua interação com o equipamento e manter os ganhos obtidos pelos TIMs através do cumprimento dos padrões operacionais.

Os **Pilares** representados na Figura 4.5 formam a estrutura de sustentação do programa SUPERAR e são constituídos por especialistas em atividades específicas (saúde e segurança, qualidade, manutenção, fluxo produtivo, custos, etc) responsáveis

por atingir as metas da organização propostos pelo programa. Os pilares têm a função de realizar o desdobramento via OEE dos principais indicadores relacionados às suas especialidades e identificar os pontos que necessitam de melhoria, para que então, sejam formados os Times Internos de Melhorias (TIMs).

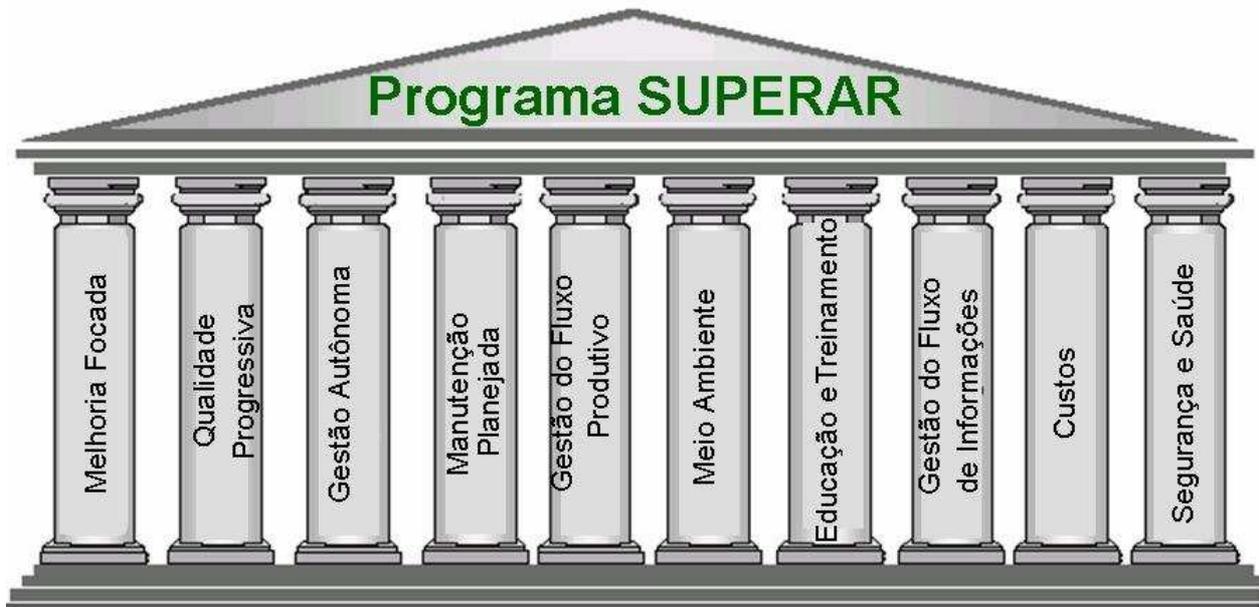


Figura 4.5 – Pilares do Programa SUPERAR (Fonte: KPMA 2005)

As Atividades de cada pilar envolvem:

Melhoria Focada: tem a função de reduzir os custos operacionais com a eliminação das perdas da mão-de-obra e das máquinas; satisfazer a demanda solicitada pelo cliente e melhorar a flexibilidade; reduzir os gargalos dos processos produtivos; e aumentar a eficácia global dos equipamentos.

Qualidade Progressiva: tem a função de estruturar um sistema para a qualidade que permita:

- ✓ Reduzir as perdas por qualidade, aumentando a taxa de qualidade da OEE.
- ✓ Reduzir as reclamações de clientes aumentando a satisfação pelo desempenho de nossos produtos.
- ✓ Reduzir os desperdícios de matérias primas, avaliando e colocando esforços em processos com consumo excessivo.
- ✓ Reduzir a variabilidade dos processos, através da implementação do controle estatístico do processo (CEP).

- ✓ Avaliar os indicadores chave para garantia da qualidade, visando identificar oportunidades de ganho.

Gestão Autônoma: responsável por resgatar as melhores práticas operacionais, assegurando a sustentação dos resultados conquistados; promover a gestão autônoma nos equipamentos e processos das áreas; e estimular o engrandecimento humano através da multiplicação de conhecimento junto aos funcionários da empresa.

Manutenção Planejada: tem a função de aumentar a taxa de disponibilidade das instalações; reduzir o custo de manutenção; e aumentar a confiabilidade das instalações. Esse pilar será mais bem explanado no próximo item. E no Capítulo 5 será demonstrada a abordagem do BSC para auxiliar no gerenciamento deste pilar, foco principal desta dissertação.

Gestão do Fluxo Produtivo: tem como objetivos otimizar o fluxo na cadeia produtiva; garantir o atendimento desejado pelo cliente; regularizar os fluxos de materiais no processo produtivo; e reduzir o estoque de produto acabado.

Meio Ambiente: pretende assegurar o atendimento às legislações de meio ambiente, reduzindo os riscos de impacto ambiental rumo ao ambiente classe mundial de zero emissão e fortificando a imagem da empresa perante seus colaboradores.

Educação e Treinamento: objetiva desenvolver no pessoal conhecimento (pensar) e habilidades (fazer) com objetivo de reduzir as perdas no processo; fornecer os recursos prévios e as ferramentas de apoio aos projetos; apoiar na identificação do capital intelectual, potencial, carreira de trabalho, necessários aos projetos da empresa; e formar e manter a disseminação da base de conhecimento para sustentar o programa SUPERAR.

Gestão do Fluxo de Informações: é o pilar encarregado de agilizar, padronizar e melhorar o fluxo de informações, buscar maior transparência e qualidade nas informações; eliminar duplicidade de informações; reduzir re-trabalhos; e melhorar as condições de trabalho nos escritórios.

Custos: define o modelo de gestão com indicadores e metas para os custos da empresa baseado nas 16 grandes perdas e define os critérios de cálculo.

Segurança e Saúde: é responsável por reduzir e prevenir os acidentes de trabalho e melhorar as condições ergonômicas de trabalho.

4.4.3. As fases do programa

O programa foi dividido em 4 fases (Figura 4.6), sendo :

Fase 1 – Levantamento de dados: onde foram definidos os indicadores chaves de qualidade e produtividade, base para os desdobramentos tanto de pilares quanto de times de melhoria compondo o plano mestre (*master plan*);

Fase 2 – Piloto: grupos pilotos na estrutura gerencial e de coordenação foram definidos em função de desdobramentos de OEEs, com objetivo de disseminar conceitos e verificar as principais dificuldades na implementação da metodologia e conscientização do nível gerencial;

Fase 3 – Expansão horizontal: nesta fase, foram introduzidos os pilares, que dão suporte ao programa através das especialidades já comentadas na estrutura do Superar. Além de expansão dos times de melhorias.

Fase 4 – Estabilização: com a disseminação dos conceitos e metodologias, busca-se ratificar o processo de melhoria contínua, via um processo de conscientização individual, ao ponto de espontaneamente o corpo de funcionários buscarem por si mesmos, através de atuação autônoma a manutenção produtiva total.

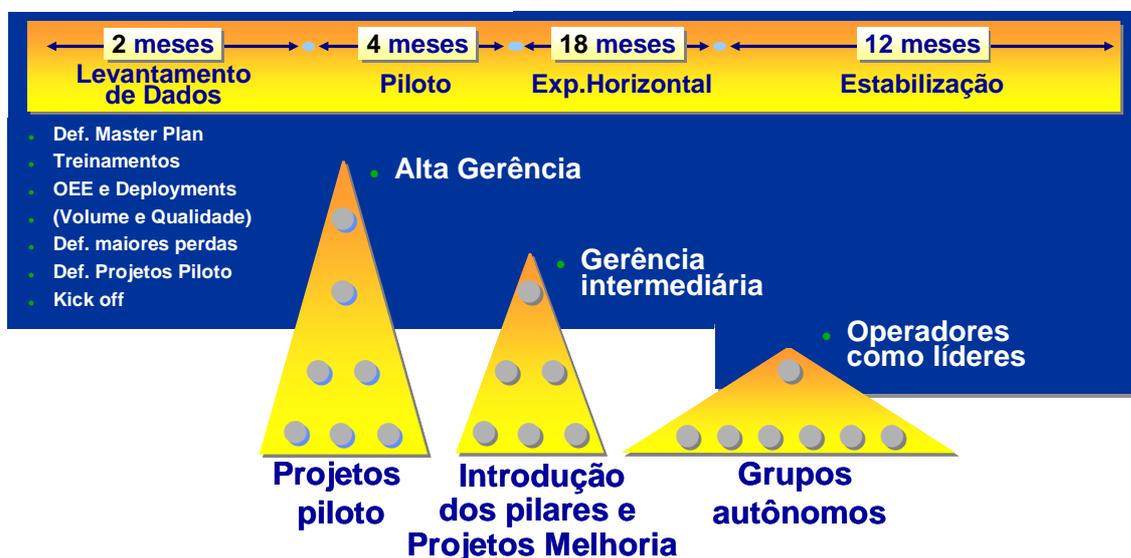


Figura 4.6 – Fases do Programa SUPERAR (Fonte: KPMA 2005)

Como passo inicial decidiu-se formar 12 especialistas em “Melhoria Contínua” ou Process Kaizen Engineer (PKE) nos módulos de manutenção, qualidade, engenharia industrial e gestão de operações.

Para o lançamento dos projetos pilotos, na 1ª fase do Programa, foram treinadas 13 pessoas no cálculo da OEE (Eficácia Global dos Equipamentos), e através deste índice, foi possível identificar as principais oportunidades de ganhos.

O cronograma de implantação do programa é encontrado no ANEXO 4.

4.4.4. O pilar da Manutenção Planejada

Seguindo o plano de Implantação da TPM foi criado o Pilar de Manutenção Planejada que busca otimizar o processo gerencial da manutenção estabelecendo políticas, métodos, padronização de atividades, eliminando pontos fracos, capacitando as pessoas. A manutenção planejada prevê o envolvimento do pessoal da produção no controle das máquinas (Figura 4.7).



Figura 4.7 – Envolvimento da produção na manutenção planejada (Fonte: KPMA 2005)

Para compor o Pilar de Manutenção Planejada foram escolhidas 12 pessoas sendo 1 representante da operação e 11 da manutenção. Os representantes da manutenção são de diferentes áreas e especialidades. Sendo 3 representantes da Engenharia de Manutenção, 3 do Planejamento de Manutenção, 2 Supervisores de área, 1 Oficina mecânica central, 1 do Almoxarifado, 1 consultor do SAP (*Systems, Applications and Products for Data Processing*) o software de gerenciamento da manutenção utilizado pela empresa. As especialidades são mecânica, elétrica, instrumentação e automação.

A atuação do Pilar da Manutenção Planejada é voltada para os critérios de:

- i. **Disponibilidade:** reduzir as quebras de máquinas e equipamentos; reduzir o tempo parado ou MDT (*mean downtime*) e MTTR; e reduzir paradas programadas;
- ii. **Confiabilidade:** aumentar MTBF; e prevenir quebras de máquinas e equipamentos;
- iii. **Melhoria sistêmica:** definir a política ideal de manutenção; sistema de análise de quebras; suporte ao pilar de Gestão Autônoma; e suporte ao pilar de Qualidade Progressiva;
- iv. **Custos:** reduzir desperdício de material; reduzir estoque de peças; e eliminar re-trabalhos;
- v. **Consumo de Energia:** otimizar o consumo; e reduzir as perdas;
- vi. **Pessoas:** Desenvolver competências (operadores e mantenedores); e reduzir a TFG (Taxa de Frequência Geral) de acidentes na manutenção.

Para monitorar a atuação do pilar foram inicialmente sugeridos os indicadores de desempenho demonstrados no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Indicadores de desempenho Pilar da Manutenção Planejada (Fonte: KPMA 2005)

INDICADORES DO PILAR MANUTENÇÃO PLANEJADA	UNIDADE
1. Custo de Manutenção . Percentual sobre o realizado do ano base (2002) . Custo específico	% R\$/ton
2. Taxa de Disponibilidade da Manutenção (OEE - Fabril)	%
3. Número mensal de quebras por máquina	Quebras/Máq.
4. MDT (tempo médio de parada) da planta	Horas
5. MTBF (tempo médio entre falhas) . MTBF da planta . MTBF do local de instalação - consulta no SAP	Dias Dias
6. Tempo médio de permanência das peças reposição no estoque	anos
7. Consumo Específico de Energia . Energia Elétrica . Vapor	MWh/t Gcal/t

O pilar Manutenção Planejada permite incrementar o desempenho da instalação, reduzir os custos de manutenção através da eliminação das paradas imprevistas e do desenvolvimento de um sistema de manutenção planejada eficaz em termos de custos,

envolvimento do pessoal de produção, enriquecimento das competências e adoção de sistemas profissionais de organização da manutenção. Tudo isto, é obtido através de um programa dividido em quatro fases, ver Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Fases de implantação do Pilar da Manutenção Planejada (Fonte: KPMA 2005)

Fases PM	1 Estabilizar os intervalos entre as quebras	2 Prolongar a vida útil dos equipamentos	3 Restabelecer periodicamente as deteriorações	4 Prever a vida útil das máquinas
	Passo 1: Avaliar os equipamentos e entender a situação atual			
	Passo 2: Restabelecer a deterioração e melhorar os pontos fracos (dando suporte à gestão autônoma e prevenindo a repetitividade)		Consolidar como manutenção corretiva	Passo 6: Avaliar o sistema de manutenção planejada
		Passo 3: Instituir um sistema de gestão das informações	Consolidar como manutenção periódica	Sistema de manutenção regularmente planejado
			Passo 4: Instituir um sistema de manutenção periódica	
	Integração com a G.A.			Passo 5: Instituir um sistema de manutenção preditiva

As fases foram articuladas em seis passos (Figura 4.8) realizáveis num prazo médio de três anos e seis meses.

Para por em prática a implantação do pilar foi elaborado um plano mestre e a criação dos Grupos Internos de Manutenção Planejada (**GIMPs**) cuja função básica era:

- i. Conhecer a metodologia da Manutenção Planejada;
- ii. Criar o plano mestre da área;
- iii. Aplicar a metodologia de acordo com o plano mestre;
- iv. Desenvolver e aplicar as implementações/padrões estabelecidos pelo Pilar da Manutenção Planejada;
- v. Funcionar como suporte imediato à Gestão Autônoma.

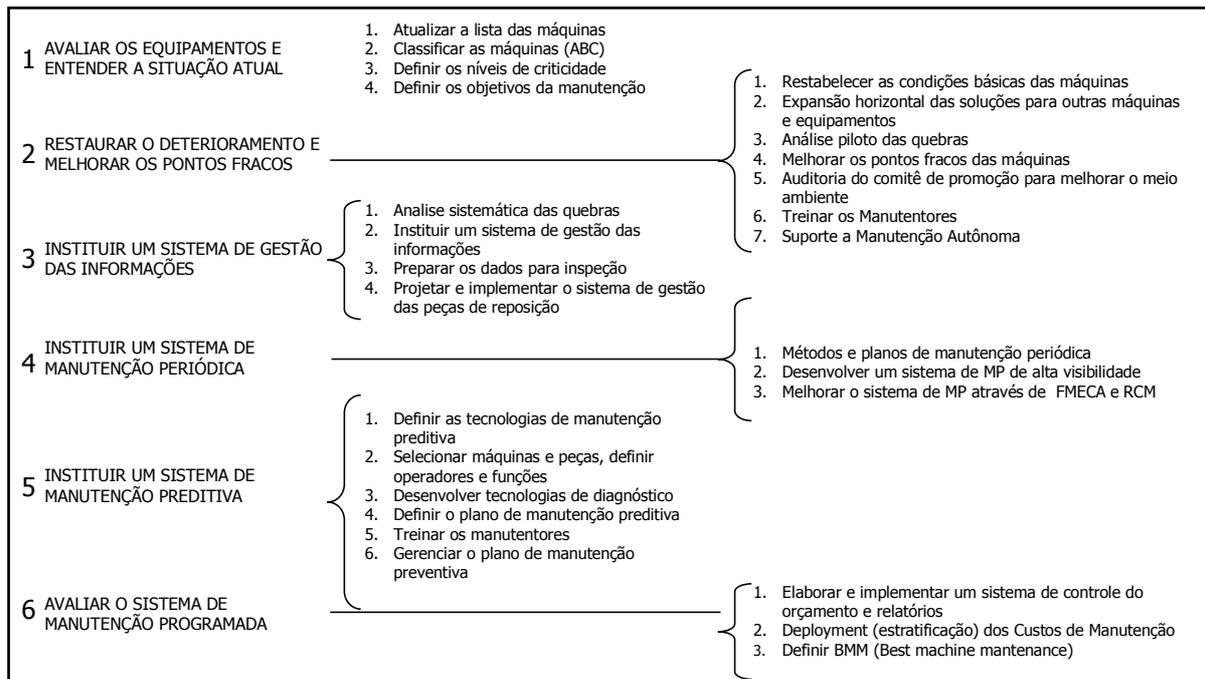


Figura 4.8 – Passos da implantação do Pilar da Manutenção Planejada (Fonte KPMA 2005)

A atuação do sistema de manutenção planejada realiza mudanças de políticas, ferramentas e procedimentos que garantem a melhor eficácia nas atividades da manutenção como:

- i. Realização de uma estrutura de manutenção planejada e de gestão cotidiana (análise das quebras);
- ii. Gestão da lubrificação;
- iii. Gestão das peças de reposição;
- iv. Gestão dos custos de manutenção;
- v. Desenvolvimento da gestão preditiva;
- vi. Aperfeiçoamento da tecnologia e das competências de manutenção.

Segundo o instituto JIPM os requisitos para o Pilar da Manutenção Planejada atingir o nível classe mundial em seus resultados, o que corresponde ao primeiro nível da premiação do instituto(citado no item 2.5.4 do Capítulo 2), baseiam-se nos seguintes critérios:

- ✓ Manutenção autônoma e planejada são claramente definidas. Ambas operam com responsabilidade compartilhada;

- ✓ Manutenção Baseada no Tempo (*Time-Based Maintenance* – TBM) e Manutenção Baseada na Condição (*Condition-Based Maintenance* – CBM) estão sendo usadas seletivamente;
- ✓ Técnicas de manutenção especializada, tais como reparo, inspeção, controle de lubrificação e técnicas de análises de quebra estão em nível satisfatório;
- ✓ Confiança no equipamento, manutenção e taxa de utilização estão disponíveis quantitativamente;
- ✓ Manutenção corretiva é almejada e *feedback* é realizado pelo projeto MP;
- ✓ Peças sobressalentes, moldes, gabarito, fixação, equipamento de medição, de desenho, etc, estão arquivados como dados que são utilizados adequadamente;
- ✓ Controle de informação de manutenção está sendo sistematizado;
- ✓ Técnicas adequadas para diagnóstico do equipamento (ishikawa, FMEA, RCM) estão sendo colocadas em pratica e apresentam excelentes resultados;
- ✓ Custo da manutenção está sendo orçado e controlado adequadamente.

4.4.5. Resultados obtidos com o pilar da Manutenção Planejada

As mudanças culturais causadas pela implantação do programa TPM na empresa em relação ao gerenciamento da manutenção pelo Pilar da Manutenção Planejada baseiam-se no conhecimento adquirido, capacitação de pessoal, e o estudo dos equipamentos, onde, em uma avaliação feita pela equipe do Pilar, chegaram-se as seguintes conclusões:

- O importante é não procurar um culpado, mas encontrar as causas do problema e implantar medidas para erradicar os modos de falha;
- Não encarar a manutenção unicamente como um grupo de suporte e gerador de custos, mas como um grupo capaz de manter as instalações industriais na condição ideal de operação, permitindo a companhia alcançar o volume e qualidade de produção, aumentando o ciclo de vida das máquinas, reduzindo custos e, conseqüentemente, aumentando o nível de competitividade da companhia;
- A implantação dos grupos de manutenção autônoma é fundamental para o sucesso da manutenção planejada.

Programa Superar KPMA

Desde o início da implantação da TPM em 2002 até 2005 registrou-se um aumento na disponibilidade da planta (Figura 4.9), redução do número de quebras mensais nas máquinas piloto (Figura 4.10), redução do MDT (*mean downtime*) nas máquinas piloto (Figura 4.11), redução no estoque de peças de reposição (Figura 4.12), redução dos custos de manutenção por unidade produzida (Figura 4.13). Observa-se também que os custos totais de manutenção (Figura 4.14) aumentaram justamente pelo investimento na implantação do programa, os quais deverão tornar-se competitivos após o término do período de implantação da TPM, ou seja, após a fase de estabilização, como demonstrado no item 4.4.3 deste capítulo.

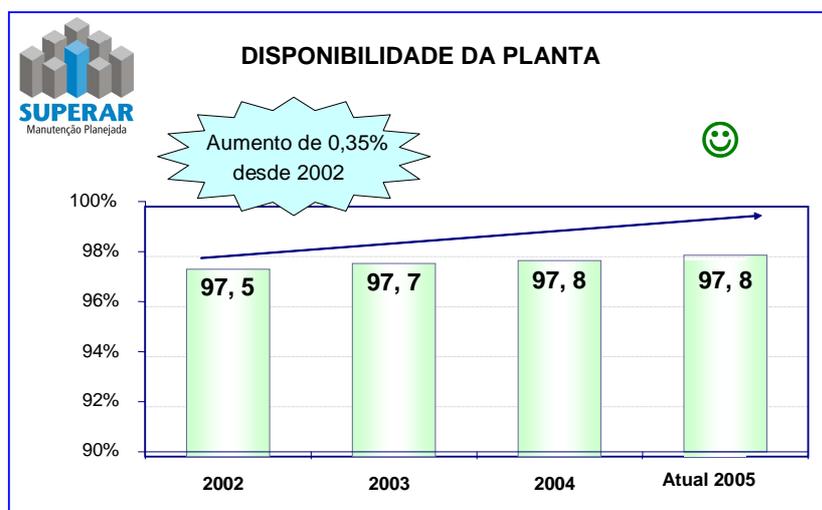


Figura 4.9 – Disponibilidade da planta (Fonte: Programa Superar – KPMA 2005)

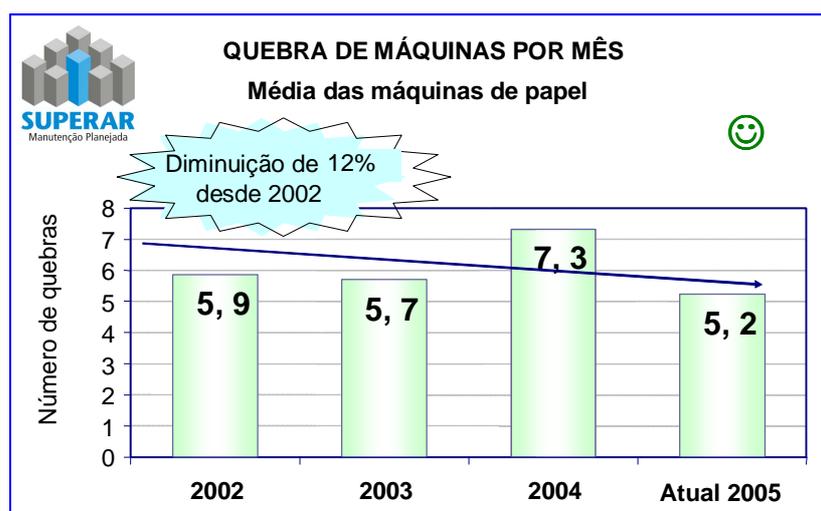


Figura 4.10 – Número de quebra de máquinas por mês (Fonte: Programa Superar – KPMA 2005)

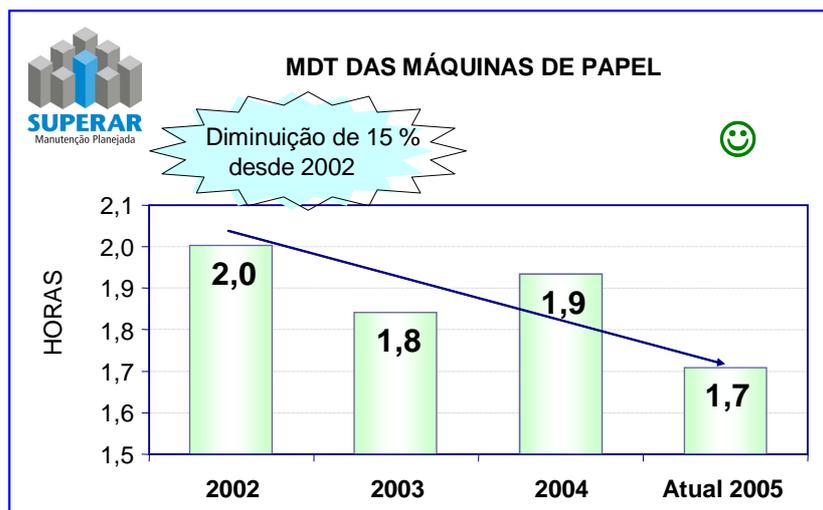


Figura 4.11 – MDT das máquinas de papel (Fonte: Programa Superar – KPMA 2005)

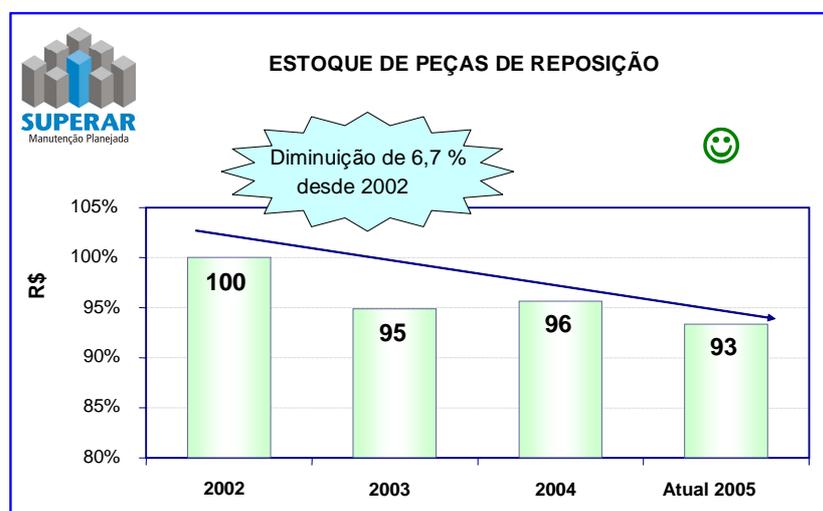


Figura 4.12 – Custo de peças em estoque (Fonte: Programa Superar – KPMA 2005)

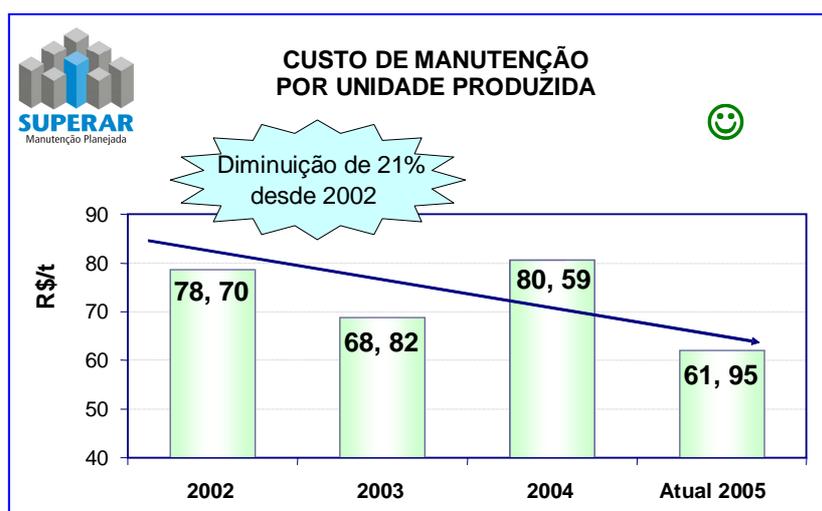


Figura 4.13 – Custo de manutenção por unidade produzida (Fonte: Programa Superar – KPMA 2005)



Figura 4.14 – Custo de manutenção (Fonte: Programa Superar – KPMA 2005)

Os próximos desafios na implantação do Pilar da Manutenção Planejada incluem:

- Desenvolver, fortalecer e dar suporte aos GIMPs, já descritos no item 4.4.4 deste capítulo;
- Transferir as atividades de lubrificação, inspeção e TBM¹ (*Time Based Maintenance*) para os grupos de manutenção autônoma;
- Estabelecer um sistema para análise e melhora do MDT;
- Desenvolver um sistema de informação para a manutenção;
- Otimizar as atividades de TBM e CBM² (*Condition Based Maintenance*) e medir os resultados de forma eficiente;
- Utilizar ferramentas avançadas como análises em FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), RCM (Reliability Centered Maintenance) e FTA (*Fault Tree Analysis*) para resolver problemas complexos e prevenir quebras.

¹ TBM – *Time Based Maintenance* ou manutenção baseada no tempo refere-se às intervenções preventivas por inspeções periódicas de partes elétricas, mecânicas e automação.

² CBM - *Condition Based Maintenance* ou manutenção baseada na condição refere-se às intervenções preditivas por monitoramento da condição da parte elétrica, mecânica e automação.

4.5. Comentários

Neste capítulo descreveu-se a situação da manutenção na unidade fabril da KLABIN S.A. em Telêmaco Borba, no Paraná, conhecida como KPMA – Klabin Papéis Monte Alegre. Enfocando-se o processo de implantação do sistema de gestão TPM adotado pela empresa para enquadrar-se nos padrões classe mundial. O processo de implantação está na fase de estabilização e a empresa busca o prêmio classe mundial em resultados fornecido pelo JIPM.

Enfoque especial foi dado ao processo de implantação do Pilar de Manutenção Planejada, responsável pela gestão da manutenção no programa TPM, ressaltando o aprendizado e os resultados obtidos até a atualidade e os desafios futuros do programa.

Apesar do pilar seguir uma metodologia muito bem estruturada, utilizando-se de indicadores voltados para o resultado da planta, estes se apresentam de forma desordenada, não permitindo que o gestor visualize o impacto de um indicador no outro. Desta forma a estratégia fica voltada ao valor máximo de cada indicador os quais podem muitas vezes estar deficientes devido à atuação de outros indicadores da área, dificultando ao gestor perceber onde agir para corrigir as deficiências de seu departamento e alçar novos desafios para manter-se atualizado. Para tanto, se percebe a necessidade de orientar estes indicadores de forma integra às metas e objetivos do pilar, visualizar as inter-relações entre os indicadores de desempenho utilizados, auxiliando a gerencia da manutenção nas tomadas de decisão para orientar de forma estratégica a evolução da gestão da manutenção para atingir e manter-se o padrão de classe mundial.

No próximo capítulo será proposta a utilização da metodologia do BSC para auxiliar na gestão estratégica da manutenção, utilizando-se das informações do Pilar da Manutenção Planejada do programa SUPERAR implantado na Klabin. Essa abordagem pretende ilustrar como o BSC pode auxiliar no planejamento estratégico da manutenção de uma empresa que adota a metodologia TPM, representado o próximo passo rumo ao conceito WCM.

CAPÍTULO 5 – MODELO PARA APLICAÇÃO DO BSC NO PILAR DA MANUTENÇÃO PLANEJADA

5.1. Ambiente TPM para implantação do BSC

O gerenciamento da manutenção realizado pelo Pilar de Manutenção Planejada já pratica o planejamento tático e operacional citados por Slack *et al.* (1999) e Chiavenato (1999) e descritos no item 2.2 do Capítulo 2. **Tático** por que fornece a missão e os objetivos principais da manutenção dentro da visão do programa SUPERAR com foco no orçamento e em relatórios gerenciais representados pelo indicador de custo de manutenção (ver ANEXO 6); e **operacional**, pois definem os pontos chaves onde a manutenção deve atuar para atingir seus objetivos como demonstrado no perfil do Pilar da Manutenção Planejada na Figura 5.1.

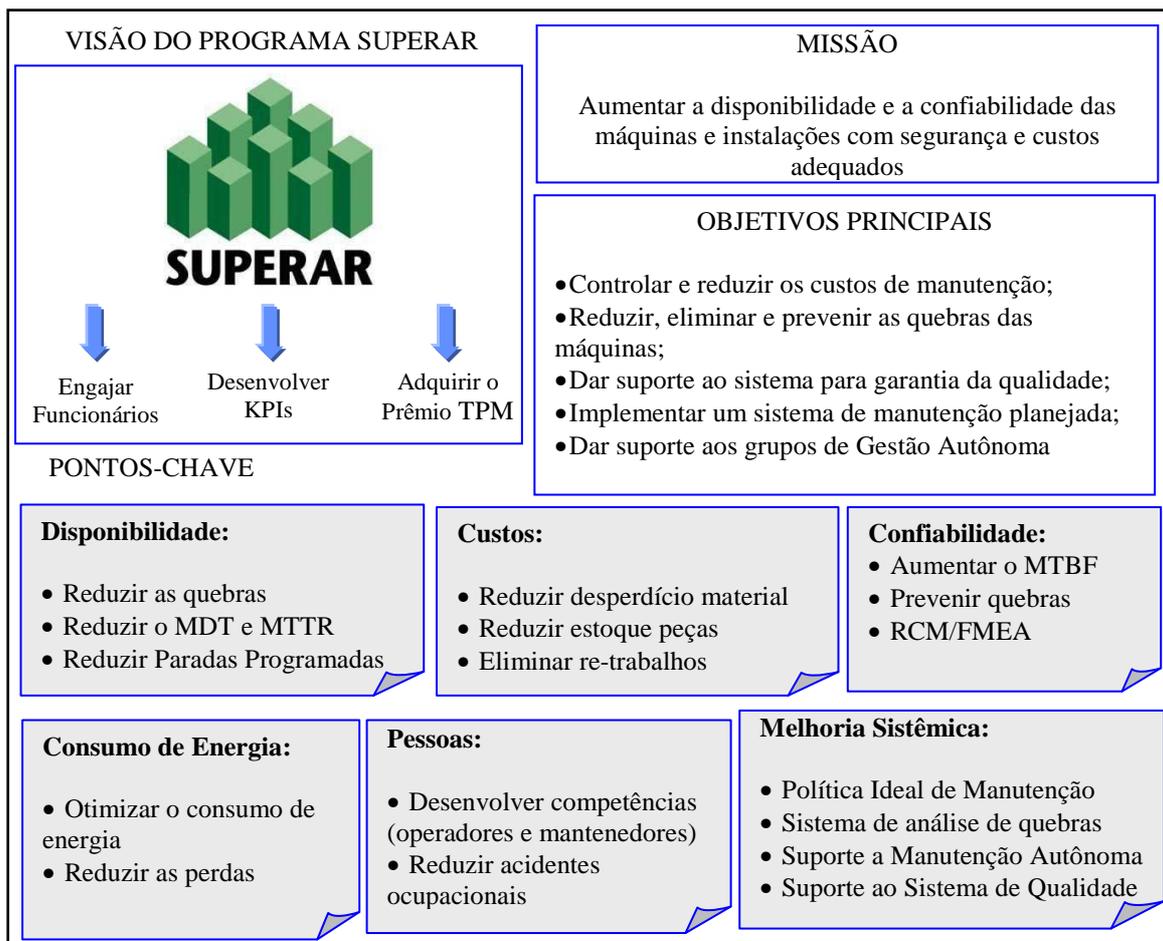


Figura 5.1 – Perfil do Pilar da Manutenção Planejada (Programa SUPERAR, 2005)

A proposta deste trabalho, esboçada na Figura 5.2, visa demonstrar como a ferramenta de gestão estratégica do BSC pode ser aplicada ao gerenciamento do Pilar da Manutenção Planejada, o pilar responsável pela gestão da manutenção no programa TPM, para auxiliá-lo na busca pela classe mundial em seus resultados.

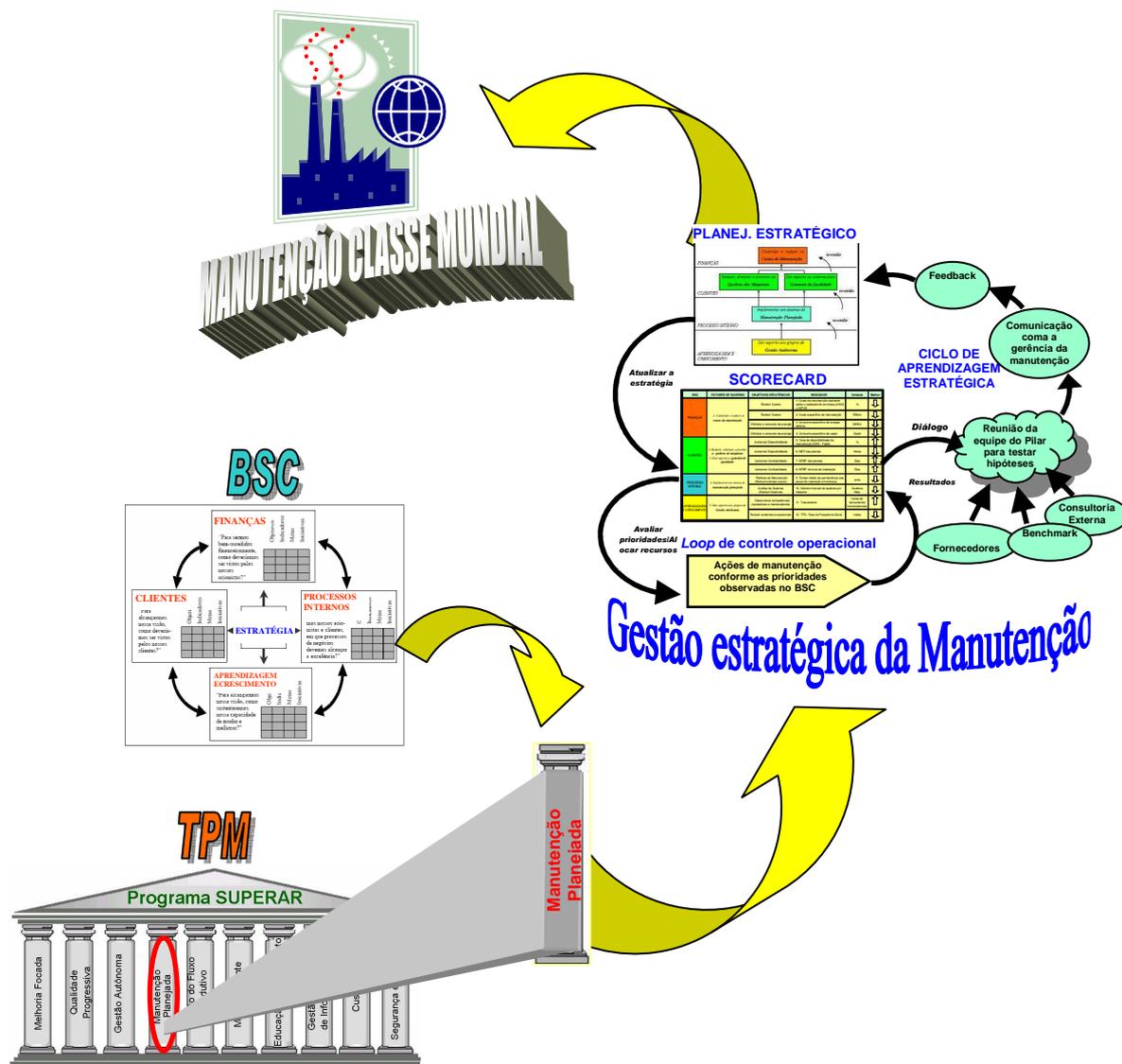


Figura 5.2 – Proposta de aplicação do BSC no Pilar da Manutenção Planejada

O **gerenciamento tático** praticado pelo pilar se baseia no orçamento anual da manutenção e nas avaliações mensais, onde o foco fica voltado para a perspectiva financeira e a estratégia (visão e missão) trabalha em curto prazo, pois permanece estática após definida. Segundo a definição de Ahlmann (2002) citada no item 2.4 do Capítulo 4, após consolidar um alto nível organizacional como o programa de TPM, a organização em seu último estágio de evolução para atingir o conceito de classe

mundial deve **substituir a visão unicamente financeira pelas perspectivas balanceadas fornecidas pelo BSC.**

Com a introdução do **gerenciamento estratégico** promovido pela BSC, a visão, missão e objetivos serão alinhados aos **indicadores de desempenho** do pilar nas suas quatro perspectivas (finanças, clientes, processo interno, aprendizagem e crescimento) permitindo gerenciar não só o desempenho da função manutenção, mas também avaliar a estratégia adotada por ele de forma contínua. Este alinhamento no gerenciamento do pilar permitirá alçar novos rumos de acordo com as necessidades que surgirão por motivos de custo, desempenho, *benchmarking* além das premiações oferecidas pelo JIPM comentadas no item 2.5.4 do Capítulo 2 desta dissertação.

O gerenciamento através dos indicadores de desempenho do pilar na metodologia do BSC permite:

- Tornar os objetivos e metas tangíveis a todos os níveis da organização, pois os indicadores estão alinhados a estratégia da manutenção;
- Refletir o equilíbrio dos objetivos (relação causa-efeito) entre medidas financeiras e não-financeiras;
- Visualizar onde cada ação de manutenção tomada através do desempenho dos indicadores, que como será visto corresponde às **iniciativas estratégicas**, irá impactar na estratégia proposta para o pilar (missão, visão e objetivos) de forma que a gestão tenha um *feedback* da estratégia;
- Projetar modificações no processo de gestão do pilar para atingir seus objetivos e metas ou até mesmo alterar a estratégia para atingir um maior desempenho da função manutenção devido a novas necessidades ou *benchmarking*, num ciclo de melhoria contínua, como será visto através do *loop-duplo* estratégico, já comentado no item 3.3.2.

Desta maneira o BSC agrega o gerenciamento estratégico ao processo de gestão do pilar para orientar de forma mais ampla e completa a função manutenção tanto no programa de TPM como na busca contínua da excelência em seu processo caracterizando a manutenção de classe mundial.

A abordagem do BSC para promover o gerenciamento estratégico da manutenção da empresa partirá das definições de missão, visão e objetivos definidos para o Pilar de Manutenção Planejada, demonstrados no perfil da Figura 5.1,

relacionados aos indicadores de desempenho do pilar já mencionados no Quadro 4.1 do item 4.4.4. do Capítulo 4 desta dissertação, do programa TPM da Klabin Papéis Monte Alegre (KPMA), batizado de programa SUPERAR como descrito no capítulo anterior.

Com o objetivo de adaptar a metodologia do BSC em uma organização da manutenção fundamentada no sistema de gestão TPM adota-se a metodologia das “**Quatro Fases**” descrita no item 3.4.5 do Capítulo 3. Esta metodologia baseada nos trabalhos de Amendola (2004), o qual em vários artigos publicados enfatiza a perfeita adequação do BSC para gerenciar a função manutenção, mostra simples e objetiva, tornando possível ao autor demonstrar a aplicação do BSC ao cenário do Pilar da Manutenção Planejada, traduzindo a estratégia proposta para o pilar e apontando as contribuições desta metodologia para aperfeiçoar a gestão da manutenção TPM na empresa.

5.1.1. Primeira fase: Estratégia

A definição da estratégia constitui-se na definição da **visão** da empresa, **missão** da organização da manutenção na empresa e identificação dos **fatores críticos** para o sucesso da missão.

A empresa precisa ser norteada em todos os seus níveis para uma **Visão** de futuro que dirá para onde se quer ir e o que se pretende alcançar. Para tal, a **Visão** deve ser desenvolvida por líderes e não seguidores, ser positiva e inspiradora, abrangente e ao mesmo tempo detalhada para que todos na organização saibam como contribuir e participar o que no caso do programa SUPERAR de implantação da TPM na empresa foi definido como:

Visão

“Engajar funcionários, desenvolver KPIs, adquirir o Premio TPM.”

Programa Superar KPMA

A declaração da **Missão** descreve a razão de ser da organização de manutenção na empresa, aqui representada pelo pilar da Manutenção Planejada do programa TPM, sua função e os tipos de atividades em que deve concentrar suas atuações futuras. As atividades que concentram a **Missão** do Pilar da Manutenção Planejada são:

Missão

“Aumentar a disponibilidade e a confiabilidade das máquinas e instalações com segurança e custos adequados.”

Programa Superar KPMA

As declarações da *Visão* e da *Missão* são igualmente importantes em todos os níveis da organização, dos funcionários do departamento aos gerentes da área, considerando questões de desenvolvimento pessoal e organizacional, como também de planejamento das iniciativas estratégicas.

A seguir é apresentada na Figura 5.3 a **dinâmica do BSC** segundo seus autores Klapan e Norton, onde são feitos os questionamentos a partir de quatro perspectivas: **finanças, clientes, processo interno e aprendizagem e crescimento** para identificar os **fatores críticos de sucesso** no cumprimento da missão estabelecida para a gestão do pilar. Estas quatro perspectivas formarão a base do BSC onde todo processo de tradução da estratégia do pilar, demonstrada na Figura 5.1, será baseada. A dinâmica está em obter respostas para as seguintes perguntas:

Para cumprir nossa missão qual o resultado financeiro que a organização da manutenção deve apresentar aos seus acionistas? (**perspectiva de finanças**);

Para atingir o resultado financeiro que requisitos da operação/produção devemos atender? (**perspectiva do cliente da manutenção**);

Para atender aos nossos clientes e acionistas em quais processos de manutenção devemos ser excelentes? (**perspectiva dos processos internos**);

Para atingir as nossas metas como a organização da manutenção poderá aprender e inovar? (**perspectiva de aprendizagem e crescimento**);



Figura 5.3 - Dinâmica do BSC para a manutenção (adaptado de Kaplan e Norton, 1997)

Os **fatores críticos de sucesso** descrevem a *Missão* do Pilar da Manutenção Planejada sob a ótica das quatro perspectivas do BSC para atingir a *Visão* do programa SUPERAR. Estes fatores correspondem aos objetivos principais (apresentados na Figura 5.1) definidos para que o pilar obtenha sucesso na sua implantação, os quais visam:

Fatores Críticos de Sucesso

- “1. Controlar e reduzir os custos de manutenção;
2. Reduzir, eliminar e prevenir as quebras das máquinas;
3. Dar suporte ao sistema para garantia da qualidade;
4. Implementar um sistema de manutenção planejada;
5. Dar suporte aos grupos de Gestão Autônoma.”

Programa Superar KPMA

Uma vez identificados os fatores críticos de sucesso deve-se fazer uma análise de causa-efeito, a qual requer cuidado no considerar possíveis conflitos entre áreas, assim como alguma sinergia. Em outras palavras, esta análise causa-efeito determina se **os fatores críticos de sucesso são ou não mutuamente encorajadores para atingirem-se a missão do pilar.**

Na lógica do BSC a estratégia é um conjunto de hipóteses sobre causas e efeitos, onde esta relação pode ser expressa por uma seqüência de afirmativas do tipo “se-então” (KAPLAN e NORTON, 1997). A estrutura lógica oferecida pela ferramenta deixa claro que para “toda ação há uma reação”, as quais terão impacto no desempenho da organização e comprometerão ou impulsionarão a implementação de suas estratégias. Ou seja, a ferramenta trabalha sobre uma relação explícita de causa e efeito – que permeia todas as perspectivas – entre medidas de resultado e vetores de desempenho.

Adaptando-se os fatores críticos de sucesso definidos pelo Pilar da Manutenção Planejada para a função da manutenção nas quatro perspectivas estratégicas do BSC pode ser estabelecido, com base na dinâmica do BSC apresentada na Figura 5.4, um **mapa da estratégia de atuação** do Pilar para atingir a *Visão* e *Missão* propostas pelo programa, como demonstrado na Figura 5.4.

Deste mapa estratégico preliminar é possível visualizar ordenadamente que o controle e a redução dos custos da manutenção (**finanças**) ocorrerão através da redução, eliminação e prevenção da quebra das máquinas conjuntamente com um sistema de garantia de qualidade nos serviços prestados à operação (**clientes**), o que será possível com a adoção de um sistema de manutenção planejada no departamento da manutenção (**processo interno**), o qual dependerá da capacitação dos grupos de gestão autônoma (**aprendizagem e crescimento**), o pessoal responsável pela operação e manutenção da fábrica. Com esta relação percebe-se que o fator de suporte a gestão autônoma, que visa o treinamento e a capacitação dos funcionários, caracteriza-se como a **força motriz** para que o pilar da manutenção planejada obtenha sucesso nas outras perspectivas do BSC.

Com a identificação dos fatores críticos de sucesso, e o entendimento das relações de causa, o próximo passo envolve identificar apropriadamente os objetivos estratégicos que demonstram **onde** a manutenção deve atuar para obter sucesso.

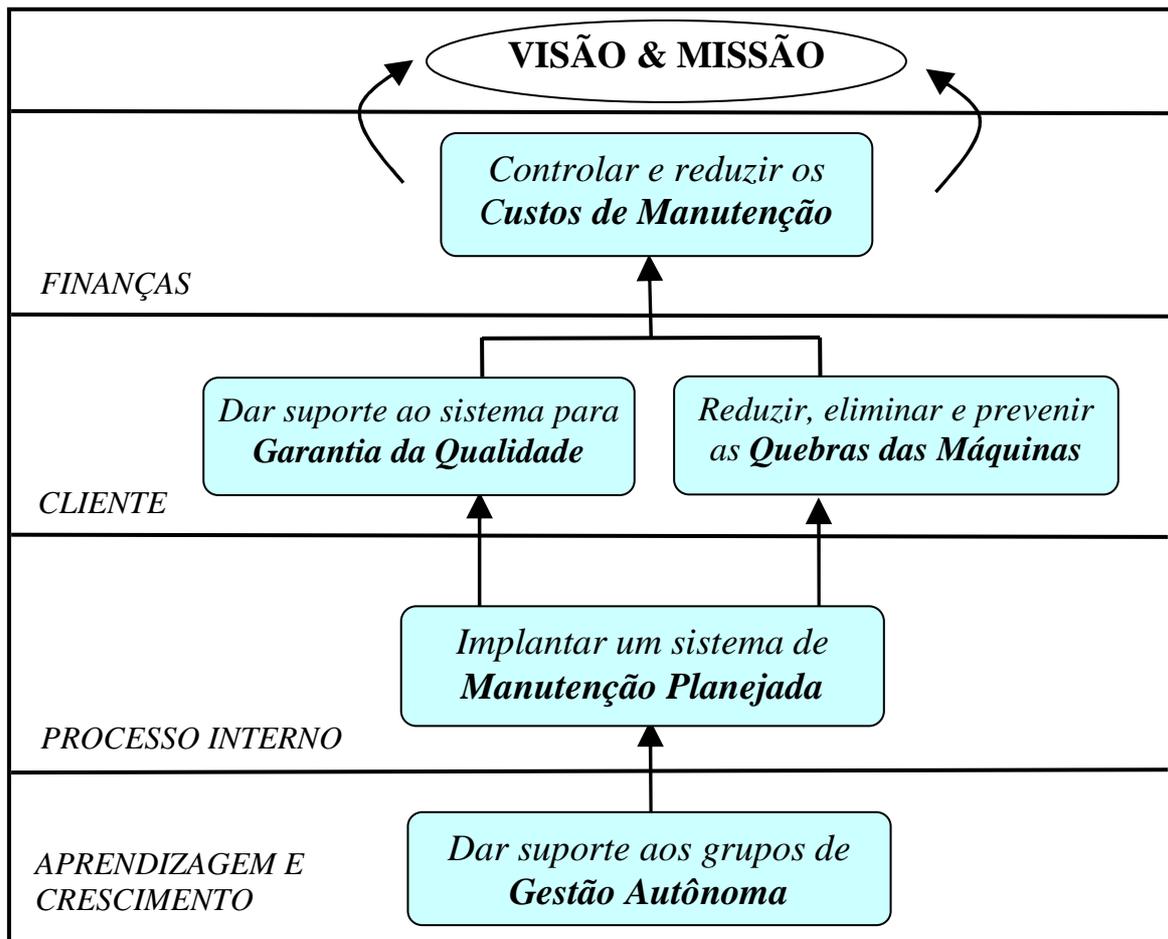


Figura 5.4 – Mapa da estratégia de atuação do Pilar da Manutenção Planejada

5.1.2. Segunda fase: Objetivos Estratégicos

Dando continuidade ao processo de tradução da estratégia, nesta etapa identifica-se onde o Pilar da manutenção Planejada deve atuar para obter sucesso na *Missão*. Portanto nesta fase, seguindo a metodologia proposta por Amendola (2004), são identificados **os objetivos estratégicos**, a partir de um desdobramento dos fatores críticos de sucesso propostos na etapa anterior.

Os objetivos estratégicos referem-se aos pontos chave de atuação do Pilar da Manutenção Planejada, demonstrados na Figura 5.1 e comentados no item 4.4.4 do Capítulo 4 desta dissertação, os quais se baseiam nas características de disponibilidade, confiabilidade, custos, consumo de energia, melhoria sistêmica e pessoas. Agora os pontos chave de atuação do pilar identificam-se como objetivos relacionados à estratégia, demonstrando especificamente onde a gestão do pilar deve atuar para obter sucesso na estratégia.

Para visualizar a inter-relação dos objetivos estratégicos elabora-se, com base no mapa de atuação do pilar da Figura 5.4, o **mapa estratégico dos objetivos do Pilar da Manutenção Planejada** disposto na Figura 5.5. Este mapa representa as relações de dependência, ou relação de causa e efeito na definição de Kaplan e Norton, entre os objetivos estratégicos de cada fator crítico de sucesso apresentado na Figura 5.4, nas quatro perspectivas do BSC para cumprir a estratégia proposta para o pilar (visão missão e fatores críticos de sucesso).

O mapa fornece o gerenciamento estratégico à gestão do pilar, tornando possível visualizar o caminho para o cumprimento de sua visão e missão. Fato que não é percebido com o gerenciamento tático-operacional realizado originalmente pelo Pilar da Manutenção Planejada, o qual aponta a missão, visão e objetivos de forma independente sem relação de causa.

Quadro 5.1. Objetivos Estratégicos do Pilar da Manutenção Planejada

PERSPECTIVAS DO BSC	FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DO PILAR DA MANUTENÇÃO PLANEJADA
FINANÇAS	<i>1. Controlar e reduzir os custos de manutenção</i>	Custos: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Reduzir desperdício material ✓ Reduzir estoque peças ✓ Eliminar re-trabalhos
		Consumo de Energia: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Otimizar o consumo de energia ✓ Reduzir as perdas
CLIENTE	<i>2. Reduzir, eliminar e prevenir as quebras das máquinas.</i> <i>3. Dar suporte ao sistema para garantia da qualidade</i>	Disponibilidade: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Reduzir as quebras ✓ Reduzir o MDT e MTTR ✓ Reduzir Paradas Programadas
		Confiabilidade: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aumentar o MTBF ✓ Prevenir quebras (RCM/FMEA)
PROCESSO INTERNO	<i>4. Implementar um sistema de manutenção planejada</i>	Melhoria Sistêmica: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Política Ideal de Manutenção ✓ Sistema de análise de quebras
APRENDIZAGEM E CRESCIMENTO	<i>5. Dar suporte aos grupos de Gestão Autônoma</i>	Pessoas: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Desenvolver competências (operadores e mantenedores) ✓ Reduzir acidentes ocupacionais

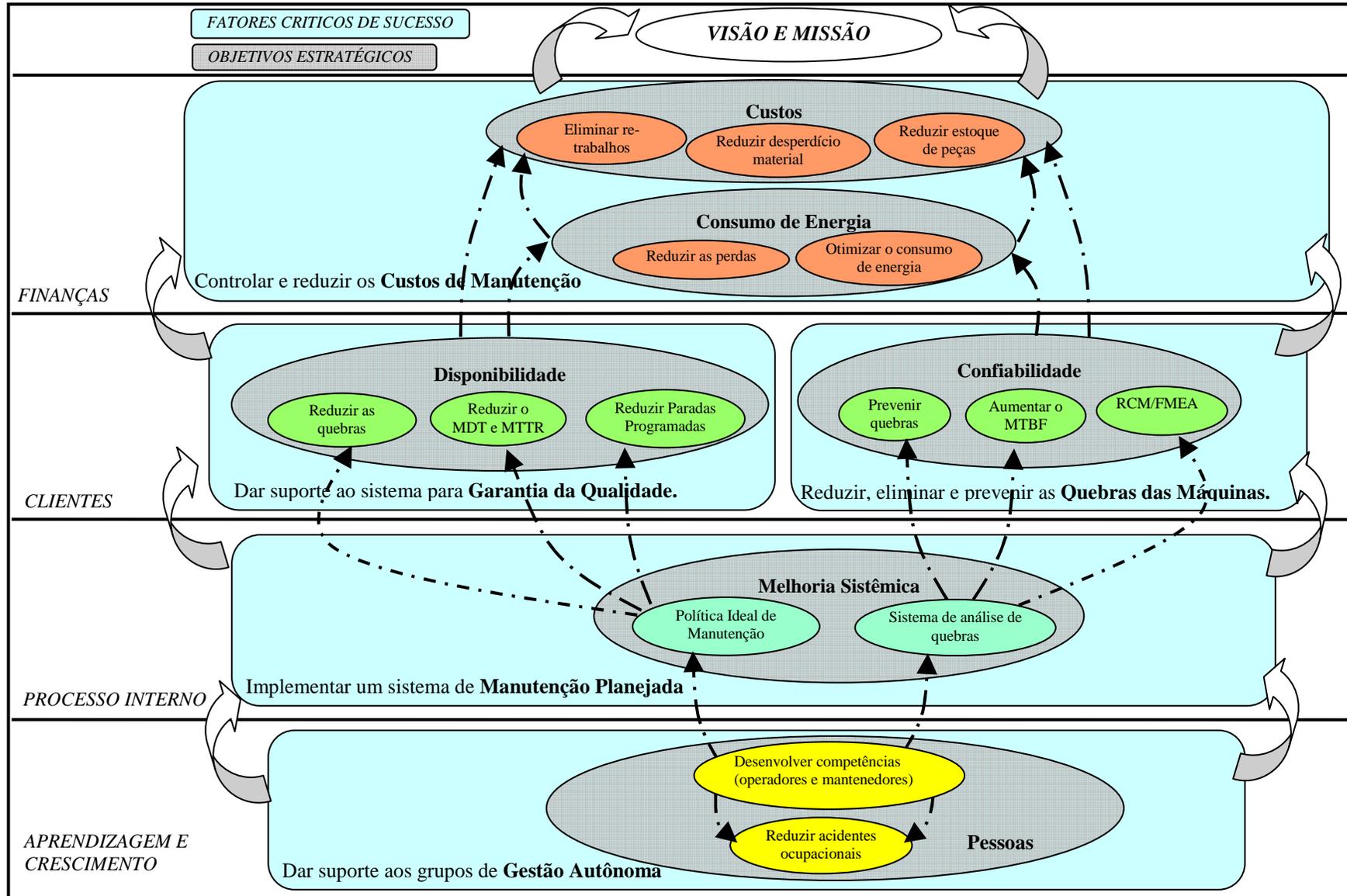


Figura 5.5 – Mapa estratégico dos objetivos do Pilar da Manutenção Planejada

Do mapa estratégico dos objetivos do pilar da Figura 5.5, originado dos **fatores críticos de sucesso** do pilar, podem-se visualizar as relações de dependência entre os objetivos estratégicos como comentado a seguir:

A interação do Pilar da Manutenção Planejada com o Pilar da Gestão Autônoma, que está descrita em maiores detalhes no ANEXO 5 desta dissertação, é o fator crítico de sucesso que suporta a perspectiva de **aprendizagem e crescimento** do BSC a qual visa desenvolver a competência dos operadores e mantenedores por meio de treinamentos em análise de falhas e políticas de manutenção (**processo interno**) e redução de acidentes ocupacionais.

O **processo interno** tem como fator crítico de sucesso implementar um **sistema de manutenção planejada** estabelecendo políticas de manutenção relacionadas à manutenção preventiva (condicionada e baseada no tempo), planos de lubrificação, gestão de estoques e de sistema de informação da manutenção **para** reduzir quebras, reduzir MDT e MTTR e reduzir as paradas programadas e assim aumentar a **disponibilidade** das máquinas para o **cliente** da manutenção, à operação, dando **suporte ao sistema de garantia de qualidade** nos serviços da manutenção. O sistema de análise de falhas prevê o desdobramento e registro das falhas, elaborar uma ficha de análise de falhas e a utilização de ferramentas como RCM e FMEA para aumentar o MTBF e conseqüentemente à **confiabilidade** das instalações cumprindo com o fator crítico de sucesso de **reduzir, eliminar e prevenir as quebras das máquinas** para o **cliente**.

A condição da planta para sua operação caracteriza o **cliente** da manutenção que deseja obter disponibilidade, confiabilidade e qualidade nos serviços da manutenção das máquinas. Estes objetivos estratégicos vão impactar diretamente no desempenho financeiro da manutenção para os acionistas da empresa através da perspectiva de **finanças** do BSC cujo fator crítico de sucesso é **controlar e reduzir os custos de manutenção** através dos objetivos estratégicos de redução dos custos, redução de desperdício de material, redução de estoques e de re-trabalhos além da redução de perdas no consumo de energia e sua otimização.

Com a lógica do BSC demonstrada no Quadro 5.1 e no mapa estratégico da Figura 5.5 fica visível que o desempenho financeiro da manutenção ansiado pelo acionista da empresa (**perspectiva de finanças**) depende não só das condições da planta (**perspectiva do cliente**) como do planejamento e organização da manutenção

(**perspectiva do processo interno**) e da correta capacitação dos operadores e mantenedores (**perspectiva de aprendizagem e crescimento**). As perspectivas do BSC também se relacionam entre si, como será visto no mapa estratégico dos indicadores de desempenho do pilar no próximo item.

5.1.3. Terceira fase: Indicadores

Seguindo a metodologia proposta por Amendola, na terceira fase são identificados os **indicadores de desempenho** para medir o progresso no cumprimento dos objetivos estratégicos assim como o estabelecimento de suas metas.

Os indicadores selecionados para medir a evolução do Pilar de Manutenção Planejada estão relacionados no Quadro 5.2. com as perspectivas do BSC, os fatores críticos de sucesso e os objetivos estratégicos do pilar.

A seguir, no Quadro 5.3 é feita uma descrição de cada indicador e sua forma de cálculo. O quadro mostra também as áreas responsáveis pela medição de cada indicador do Pilar da Manutenção Planejada, que em sua maioria correspondem às áreas da gerência da manutenção (GMA) e suas subáreas já descritas no item 4.2 desta dissertação, e a frequência de medição de cada indicador. Alguns indicadores apresentam algumas particularidades:

- O indicador “**custo de manutenção realizado sobre o realizado do ano base (2002) + IGP-DI**” compara o custo de manutenção atual com o realizado no de 2002 quando se deu início ao processo de implantação do programa de TPM na empresa, como demonstrado no ANEXO 4. Este indicador é utilizado para representar o desempenho do Pilar da Manutenção Planejada na avaliação geral do programa TPM na empresa, demonstrando o foco do sistema de gestão atual do pilar (**tático**) que baseia-se na perspectiva financeira.
- O indicador de “**treinamento**” é monitorado pelos responsáveis pelo Pilar de Educação e Treinamento, comentado no item 4.4.2 desta dissertação, no programa de TPM o qual trabalha em parceria com o Pilar de Manutenção planejada;
- O indicador de “**TFG – Taxa de Frequência Geral de acidentes**” é monitorado em parceria com o pilar de Segurança e Saúde Ocupacional (item 4.4.2).

Quadro 5.2. Indicadores do Pilar da Manutenção Planejada relacionados aos objetivos estratégicos

BSC	FATOR CRÍTICO DE SUCESSO	OBJETIVO ESTRATÉGICO	INDICADOR	Unidade
FINANÇAS	1. Controlar e reduzir os custos da manutenção	Custos	Custo de manutenção realizado sobre o realizado do ano base (2002) + IGP-DI	%
		Custos	Custo específico de manutenção	R\$/ton
		Otimizar o consumo de energia (Consumo de energia)	Consumo específico de energia elétrica	MWh/t
		Otimizar o consumo de energia (Consumo de energia)	Consumo específico de vapor	Gcal/t
CLIENTES	2. Reduzir, eliminar e prevenir as quebras de máquinas 3. Dar suporte a garantia de qualidade	Reduzir paradas programadas (Disponibilidade)	Taxa de disponibilidade da manutenção (OEE - Fabril)	%
		Reduzir MDT (Disponibilidade)	MDT das plantas	Horas
		Prevenir quebras (Confiabilidade)	MTBF das plantas	Dias
		Aumentar MTBF(Confiabilidade)	MTBF do local de instalação	Dias
PROCESSO INTERNO	4. Implementar um sistema de manutenção planejada	Política Ideal de Manutenção (Melhoria sistêmica)	Tempo médio de permanência das peças de reposição em estoque	anos
		Sistema de Análise de Quebras (Melhoria Sistêmica)	Número mensal de quebras por máquina	Quebras Máq.
APRENDIZAGEM E CRESCIMENTO	5. Dar suporte aos grupos de Gestão Autônoma	Desenvolver competências (Pessoas)	Treinamento	horas de treinamento/funcionário/ano
		Reduzir acidentes ocupacionais (Pessoas)	TFG -Taxa de Frequência Geral	índice

Quadro 5.3 – Descrição dos indicadores (Fonte KPMA)

INDICADOR	DESCRIÇÃO	CÁLCULO	UNIDADE	RESPONSÁVEL	ATUALIZAÇÃO
Custo de manutenção realizado sobre o realizado do ano base (2002) + IGP-DI	Custo realizado total de manutenção em R\$, inclusive parada geral sobre o custo total realizado do ano de 2002 (início da implantação do Pilar) corrigido pelo indexador IGP-DI	$\frac{\text{Custo realizado} \times 100}{\text{Custo realiz. 2002} + \text{IGP-DI}^1}$	%	MMCA	até o dia 10 de cada mês
Custo específico de manutenção	Custo realizado total de manutenção em R\$, inclusive parada geral sobre o volume de produção líquida da fábrica em toneladas.	$\frac{\text{Custo realizado}}{\text{Produção líquida}}$	R\$/ton	MMCA	até o dia 10 de cada mês
Consumo específico de energia elétrica	Total de energia elétrica, consumida no processo, em MWh, dividida pela produção líquida da área, em toneladas	$\frac{\text{Consumo Energia Elétrica}}{\text{Produção líquida}}$	MWh/t	GUF/PPMA	até o dia 05 de cada mês
Consumo específico de vapor	Consumo de vapor, (baixa-pressão-4,0 kgf/cm2 e média- pressão-12,5 kgf/cm2), descontado o retorno de condensado, em Gcal dividido pela produção líquida da área em toneladas	$\frac{\text{Cons. vapor} - \text{retorno condensado}}{\text{Produção líquida}}$	Gcal/t	GUF/PPMA	até o dia 05 de cada mês
Taxa de disponibilidade da manutenção (OEE - Fabril)	Soma dos tempos de parada para intervenção da manutenção, programadas ou não, sobre o tempo solar, excluindo os tempos da Parada Geral.	$\frac{\text{Soma tempos parada} - \text{PG} \times 100}{\text{Tempo solar} - \text{PG}}$	%	EMAN	até o dia 10 de cada mês
MDT das planta	Média dos tempos de parada da planta para intervenção de manutenção, considerando as paradas não programadas e de emergência, exceto paradas programadas e parada geral.	$\frac{\text{Soma tempos de parada}}{\text{n}^\circ \text{de paradas}}$	Horas	PPMA	até o dia 10 de cada mês
MTBF da planta	Tempo médio em dias entre as paradas da planta por problemas de manutenção (quebras), considerando as paradas de emergência e as paradas não programadas. As paradas programadas, conforme planejamento anual, e as manutenções por oportunidade não afetam esse indicador	$\frac{\text{Dias em funcionamento}}{\text{n}^\circ \text{de paradas} - 1}$	Dias	PPMA	até o dia 10 de cada mês
MTBF do local de instalação	Tempo médio entre as intervenções da manutenção no local de instalação, considerando as quebras e as intervenções decorrentes do monitoramento por condição (CBM), independente se executado ou não em paradas programadas da planta, em quaisquer dos equipamentos, componentes ou acessórios que interrompam a função operativa. As intervenções da manutenção baseada no tempo (TBM), inclusive lubrificação, não afetam esse indicador.	$\frac{\text{Dias em funcionamento}}{\text{n}^\circ \text{de intervenções} - 1}$	Dias	PPMA/GTI	Automático no SAP ²
Tempo médio de permanência das peças de reposição em estoque	Valor total do estoque em R\$ dividido pelo valor do material consumido nos últimos 12 meses	$\frac{\text{Valor total do estoque}}{\text{Consumo dos últimos 12 meses}}$	anos	ALMO/PPMA	até o dia 05 de cada mês
Número mensal de quebras por máquina	Número de quebras ocorridas no mês sobre o número de máquinas analisadas.	$\frac{\text{Qtde quebras mês}}{\text{Número de Máquinas}}$	Quebras Máq.	PPMA	até o dia 10 de cada mês
Treinamento	horas de treinamento realizadas por cada funcionário durante o ano, administradas em conjunto com o Pilar de Educação e Treinamento.	$\frac{\text{Horas de Treinamento}}{\text{Funcionário}} \div \text{Ano}$	horas de treinamento/funcionário/ano	Pilar ET ³	até o dia 10 de cada mês
TFG -Taxa de Frequência Geral	o TFG, indicador gerenciado em conjunto com o Pilar de Segurança e Saúde Ocupacional, é na verdade a soma dos acidentes Com Perda de Tempo (CPT) (com afastamento) e Sem Perda de Tempo (SPT) (sem afastamento), ocorridos com funcionários da empresa. Para o cálculo da TFG são somados os acidentes da fábrica + florestal, bem como computado as horas homens trabalhadas(HHT), inclusive horas extras.	$\frac{\text{N.}^\circ \text{de acidentes (CPT} + \text{SPT)} \times 1.000.000}{\text{HHT}}$	índice	Pilar SS ⁴	até o dia 10 de cada mês
1. IGP-DI: Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna - Os índices Gerais de Preços registram a inflação de preços desde matérias primas agrícolas e industriais até bens e serviços finais. Os IGP's são compostos pelos índices IPA (índice de preços por atacado), o IPC (índice de preços ao consumidor) e o INCC (índice nacional de custos da construção), com ponderações de 60%, 30% e 10% respectivamente(Fonte: www.fgv.br).					
2. SAP (<i>System Anwendungen Product in der Datenverarbeitung</i>), software de gerenciamento da fábrica					
2. Responsável do Pilar de Educação e Treinamento					
3. Responsável do Pilar de Segurança e Saúde					

Em análise do Quadro 5.2 pode-se observar que os indicadores utilizados atualmente pelo Pilar da Manutenção Planejada, por vezes, referem-se a mais de um **objetivo estratégico**, como no caso do indicador de “**tempo médio de permanência das peças de reposição em estoque**” que se refere tanto a **política de manutenção** de gestão de estoques no sistema de manutenção planejada (fator crítico de sucesso) da perspectiva de **processo interno**, como indica a **redução de peças de reposição** para reduzir e controlar os custos da manutenção na perspectiva de **finanças**.

O outro indicador do processo interno “**numero mensal de quebras por máquina**” se refere tanto ao sucesso na adoção de um **sistema de análise de quebras** como também indica a confiabilidade da planta no objetivo de **prevenir quebras** (clientes). Assim como ocorre também nos indicadores de “**MDT das plantas**” e “**MTBF das plantas**” que medem o sucesso da gestão do pilar nos objetivos de **reduzir quebras** (disponibilidade) e **prevenir quebras** (confiabilidade) ambos na perspectiva de clientes destacando-se que a dependência entre estes indicadores já conhecida da definição de disponibilidade dos sistemas³.

Por outro lado alguns objetivos estratégicos do pilar como **reduzir desperdício de material** e **eliminar re-trabalhos** (finanças) não são contemplados diretamente por um indicador, os quais são avaliados pelos indicadores de custos, redução de acidentes ocupacionais e treinamentos. Como citado por Kaplan e Norton (1997), para que BSC reflita as estratégias da organização, é fundamental que as quatro perspectivas reflitam as relações de causa e efeito existentes entre elas. Isto porque **a estratégia é um conjunto de hipóteses sobre causa e efeito**. Para esclarecer justamente esta interdisciplinaridade dos indicadores, como recomendado por Kaplan e Norton (1997) e Amendola (2004), elabora-se agora, baseado no mapa estratégico dos objetivos da Figura 5.5, o **mapa estratégico dos indicadores do Pilar de Manutenção Planejada** na Figura 5.6, para demonstrar tanto o alinhamento dos indicadores com a estratégia do pilar, ou seja, a visão, missão, fatores críticos de sucesso e objetivos estratégicos nas perspectivas do BSC, como também suas inter-relações.

³ A Disponibilidade representa o percentual do tempo em que um determinado item ficou à disposição do órgão de operação para desempenhar sua atividade. Seu cálculo pode ser de duas maneiras, sendo a primeira como sendo a razão entre o tempo calendário total (Tempo Total), menos o tempo de manutenção (Tempo Manut.), dividido pelo tempo calendário total, como utilizado aqui no indicador de “taxa de disponibilidade da manutenção (OEE-Fabril)”, ou como sendo o MTBF, indicador de confiabilidade (ver item 3.2.2 desta dissertação), dividido pelo MTBF somado ao MTTR (\cong MDT) como

demonstrado na equação (TAVARES, 1999): $DISP = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$.

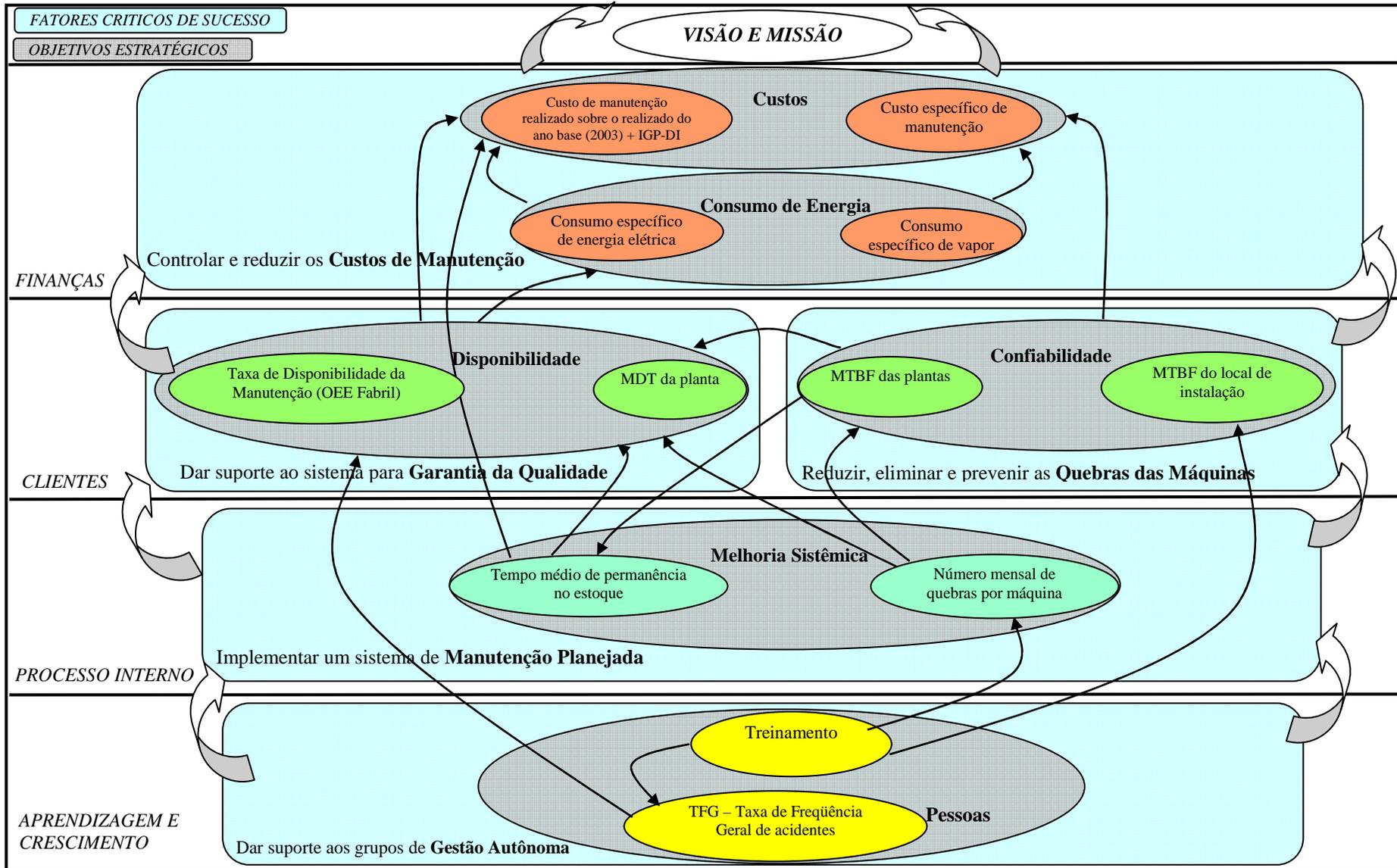


Figura 5.6 – Mapa estratégico dos indicadores do Pilar da Manutenção Planejada

As setas do mapa estratégico da Figura 5.6 demonstram a relação de causa-efeito entre os indicadores, com a principal função de auxiliar a gestão do pilar na definição das devidas **iniciativas estratégicas** para cumprir os objetivos estratégicos do pilar, como proposto a seguir a partir dos **indicadores de aprendizagem e crescimento**:

Treinamento - este indicador cujo objetivo estratégico é desenvolver a competência dos operadores e manutentores mostra-se a base da evolução dos indicadores, pois além de sua relação direta com a melhoria sistêmica no desenvolvimento de políticas de gestão de estoques e prevenção de quebras, seu alto desempenho impactará nos outros indicadores do pilar da seguinte forma:

- Maior treinamento dos funcionários na operação das máquinas e utilização de equipamentos de reduzem o índice de acidentes (**TFG**); aumentam o **MTBF do local de instalação**; e conseqüentemente aumentam a disponibilidade (**OEE e MDT**) das máquinas, reduzindo os **custos de manutenção**.
- Treinamento em técnicas para prevenção de quebras como RCM, FMEA e CBM diminuem o **numero mensal de quebras por máquina**; conseqüentemente aumentam o **MTBF da planta**; aumentam a disponibilidade (**OEE e MDT**), e reduzem os **custos de manutenção**;
- Constatação da eficiência do treinamento no equipamento com a diminuição do **MTBF no local de instalação**; para conseqüente aumento da disponibilidade e redução de custos;

Estas relações de impacto, ou causa e efeito, esclarecem as **iniciativas estratégicas** que a gestão do pilar deve tomar para atingir suas metas. A necessidade de treinamento diminui conforme a experiência adquirida pelos operadores. Em 2002, início do programa de TPM, eram praticadas 10,6 horas de treinamento/funcionário/ano; a meta para o ano de 2006 prevê 7,0 horas de treinamento/funcionário/ano devido à fase de estabilização do programa.

Segundo a meta do instituto JIPM para atingir a classe mundial nos resultados do pilar, o treinamento deve ser contínuo baseado nos resultados e necessidades para melhorar o nível do serviço e diminuir os tempos de inspeção, o que prevê um valor estável para este indicador, assim como seu impacto nos outros indicadores.

TFG - a Taxa de Frequência Geral de acidentes terá impacto nos indicadores de:

- Disponibilidade na manutenção, a OEE e o MDT, devido a perdas de tempo com falta de mão-de-obra e no tempo de intervenção da manutenção, diminuindo a disponibilidade das instalações; e
- Aumento nos custos de manutenção tanto pela indisponibilidade da planta como pela necessidade de mão-de-obra extra, re-trabalhos e passíveis danos aos ativos;

A iniciativa para reduzir este índice está em realizar treinamentos dos operadores, utilização de equipamentos de segurança, sinalização e eliminação de pontos críticos. A meta classe mundial para este indicador prevê zero acidente.

Nos **indicadores de processo interno** o objetivo é medir o processo de melhoria sistêmica dentro de um sistema de manutenção planejada para reduzir quebras e garantir a qualidade dos serviços da manutenção para seu cliente a produção. Dos indicadores utilizados por esta perspectiva fazem-se as seguintes relações:

Número mensal de quebras por máquina - está diretamente ligado à qualidade dos serviços da manutenção. Maior número de quebras resulta em:

- Menor disponibilidade (**OEE e MDT**) e confiabilidade (**MTBF**) das instalações
- Resultando em maior custo de manutenção.

O pilar pretende reduzir este indicador de 5,9 para 4,0 quebras por máquina/ mês com o desdobramento e registro das quebras e análise de quebras (FMEA e RCM). A meta proposta pelo JIPM para uma gestão classe mundial do pilar exige o desdobramento das quebras em nível de componentes e modos de falha, mini-projetos conduzidos pelos operadores, proporção das quebras eliminadas por ocorrência maior que 90%.

Tempo médio de peças em estoque: influencia na:

- Disponibilidade das instalações (OEE e MDT) através da disponibilidade de peças em estoque para agilizar o serviço da manutenção;
- Redução dos custos da manutenção, com a compra de peças baseada na confiabilidade (MTBF) das instalações.

A meta de reduzir o tempo médio de permanência das peças em estoque para 0,95 anos está baseada no sistema de gestão de estoques e na obtenção de peças de

reposição de acordo com o MTBF. A meta JIPM se baseia na obtenção de peças de acordo com as condições do equipamento (CBM).

Os **indicadores dos clientes** da manutenção demonstram claramente o desejo da produção, ou seja, reduzir, eliminar e prevenir quebras com qualidade nos serviços. Estes indicadores são os de maior influência nos custos da manutenção, pois demonstram as perdas ocorridas por falta de disponibilidade e confiabilidade das instalações. Os seguintes comentários podem ser feitos a cada um deles:

5. Taxa de Disponibilidade das Instalações (OEE): é o principal indicador da metodologia TPM e também o principal indicador para o cliente da manutenção, pois revela o quanto à planta está disponível com qualidade operacional e de produto devido a intervenção da manutenção;

O pilar pretende atingir a meta de 97,5% de disponibilidade com planos de lubrificação, TBM, CBM. A meta JIPM para a classe mundial nos relutados do pilar da manutenção planejada prevê utilização de sistema de lubrificação automático com mínima intervenção humana, retorno de informação eficiente para reduzir tempo de intervenção, planos baseados em RCM/FMEA.

MDT da planta – influencia o custo da manutenção no gasto com serviços e conseqüentes perdas de produção devido ao tempo de atuação da manutenção.

Para reduzir este indicador a 1,8 horas de tempo parado, a iniciativa do pilar está em registrar o MDT subdivido em etapas (ex: tempo de intervenção, tempo de diagnóstico). A meta do JIPM está em desenvolver o *know how* para cada etapa do MDT aplicado constantemente.

MTBF da planta - indicador de confiabilidade da planta onde se observa a qualidade do processo interno na redução do número de quebras de máquinas. Maior MTBF significa maior disponibilidade (OEE e MDT) e conseqüentemente redução dos custos de manutenção.

A utilização de técnicas como FMEA e RCM promovem o aumento do tempo médio entre falhas de 4,94 para 6,5 dias. A meta JIPM prevê a utilização deste índice para definir contramedidas em quebras potenciais focando custos mínimos.

MTBF do local de instalação: demonstram as intervenções no mesmo local de instalação principalmente devido ao monitoramento por vibração, temperatura e lubrificação pela CBM - *Condition Based Maintenance*, demonstrando o sucesso das

políticas de manutenção definidas no sistema de manutenção planejada do processo interno. Está relacionado também ao indicador de treinamento na eficiência do treinamento dos operadores na máquina para reduzir falhas locais de operação.

As metas para este índice são as mesmas do indicador do MTBF das plantas.

Os **indicadores da perspectiva de finanças** resultam do desempenho de todas as outras perspectivas do BSC, mais diretamente das medidas de disponibilidade (OEE e MDT e confiabilidade (MTBF) das instalações na perspectiva dos clientes. Ao mesmo tempo, a imposição sobre estes indicadores no sentido de redução de custos pode impactar em todos os outros indicadores para adequação da iniciativa tomada, demonstrando a importância do *feedback* dado por estes indicadores no ciclo de melhoria contínua.

Custo de manutenção realizado sobre o realizado no ano base (2002) + IGP-DI - mede a evolução dos custos desde a implantação da TPM no ano base de 2002, que nas fases iniciais identifica um aumento devido aos gastos com o programa.

As iniciativas estratégicas para este indicador atingir a meta de 112,91% do custo realizado comparado ao de 2002 reflete o desempenho dos indicadores de clientes, processo interno e aprendizagem. A meta proposta pelo JIPM indica a utilização de sistema pra controle de orçamento e relatórios gerenciais.

Custo específico da manutenção - relaciona o custo da manutenção em relação à quantidade de papel produzido. É provavelmente o indicador mais visível perante a gerência estando diretamente ligado à disponibilidade (OEE) da planta.

A meta de R\$ 80,88 por tonelada de papel produzida é atingida com as mesmas iniciativas do indicador anterior.

Consumo específico de energia elétrica - demonstra o rendimento da fábrica no consumo de energia elétrica. Influencia nos custos da manutenção e dependente da disponibilidade a planta (OEE), ou seja, maior disponibilidade significa maior consumo de energia;

Pretende-se reduzir o consumo de energia para 1,05 MWh/t através de iniciativas como medições mensais, eliminação de perdas, análise de resultados e análise do consumo por máquinas.

Consumo específico de vapor – demonstra o consumo de vapor por tonelada produzida pela área como já definido no Quadro 5.3 onde a sua influência e as iniciativas pra sua otimização são idênticas ao consumo de energia.

As **iniciativas estratégicas** apresentadas aqui, a partir da análise das relações de causa e efeito demonstradas no mapa estratégico da Figura 5.6, culminam com o *road map* do Pilar da Manutenção Planejada exposto no ANEXO 7 desta dissertação, validando as iniciativas propostas.

Para completar o BSC para a gestão da manutenção TPM realizada pelo Pilar da Manutenção Planejada, elabora-se o Quadro 5.4, onde são expostos nas quatro perspectivas do BSC: os objetivos estratégicos do pilar; os indicadores para avaliar o sucesso no cumprimento destes objetivos; as metas de cada indicador, aqui demonstradas desde o início da implantação da TPM na empresa em 2002 até o previsto para o ano de 2006; as iniciativas estratégicas para atingir as metas propostas para cada indicador do pilar; e os critérios, ou metas, propostos pelo JIPM para o pilar da Manutenção Planejada atingir o nível classe mundial em resultados, expostos no *road map* ANEXO 7 desta dissertação, os quais não se baseiam em números específicos e sim no nível de organização do pilar.

Agora o gerenciamento do pilar pode ser realizado a partir de seus indicadores de desempenho como prevê a metodologia do BSC, visando não só a reduzir os indicadores de custos (finanças), como o foco do gerenciamento atual, mas reconhecendo que esta redução dependerá dos índices de disponibilidade e confiabilidade da planta (clientes), que por sua vez depende da redução do número de quebras (processo interno), o que é possível através do treinamento dos operadores e mantenedores (aprendizagem e crescimento). Desta forma toda a iniciativa estratégica tomada para atingir as metas propostas estará associada a um indicador, que por sua vez estará associado à estratégia da pilar de maneira balanceada nas quatro perspectivas do BSC.

Deste alinhamento resulta o gerenciamento estratégico do Pilar da Manutenção Planejada do programa de TPM o objetivo principal desta dissertação.

Quadro 5.4 – BSC para a gestão da manutenção TPM com metas e iniciativas estratégicas

BSC	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DO PLIAR	INDICADOR	Unidade	MÉDIA		INICIATIVAS ESTRATÉGICAS	Critérios JIPM para o Pilar da Manutenção Planejada
				2002	2006		
FINANÇAS	Reduzir Custos	Custo de manutenção realizado sobre o realizado do ano base (2002) + IGP-DI	%	100	112,91	Melhorar desempenho dos indicadores de CLIENTES, PROCESSO INTERNO, E APREDIZAGEM.	Controle de Orçamento e Relatórios Gerenciais
	Reduzir Custos	Custo específico de manutenção	R\$/ton	78,7	80,88	Melhorar desempenho dos indicadores de CLIENTES, PROCESSO INTERNO, E APREDIZAGEM.	Controle de Orçamento e Relatórios Gerenciais
	Otimizar o consumo de energia	Consumo específico de energia elétrica	MWh/t	1,3	1,05	Medir consumo mensalmente, eliminação de perdas, análise dos resultados, análise do consumo por máquinas.	Alcançar e manter o consumo otimizado
	Otimizar o consumo de energia	Consumo específico de vapor	Gcal/t	2,61	2,61	Medir consumo mensalmente, eliminação de perdas, análise dos resultados, análise do consumo por máquinas.	Alcançar e manter o consumo otimizado
CLIENTES	Aumentar Disponibilidade	Taxa de disponibilidade da manutenção (OEE - Fabril)	%	97,2	97,5	Planos de Lubrificação, TBM - Manutenção Baseada no Tempo	Sistema de lubrificação automático com mínima intervenção humana, retorno de informação eficiente para reduzir tempo de intervenção, planos baseados em RCM/FMECA
	Aumentar Disponibilidade	MDT das plantas	Horas	2	1,8	Registro do MDT subdividido por etapas (ex.: tempo de intervenção, tempo de diagnóstico)	Know How desenvolvido para cada etapa do MDT sendo aplicado constantemente
	Aumentar Confiabilidade	MTBF das plantas	Dias	4,94	6,5	Manutenção Preditiva, RCM/FMECA	Eficientemente usados para definir contra-medidas para quebras reais e potenciais.Continuaamente utilizadas focando os custos mínimos
	Aumentar Confiabilidade	MTBF do local de instalação	Dias	4,94	6,5	Manutenção Preditiva, RCM/FMECA	Eficientemente usados para definir contra-medidas para quebras reais e potenciais.Continuaamente utilizadas focando os custos mínimos
PROCESSO INTERNO	Políticas de Manutenção (Reduzir estoque peças)	Tempo médio de permanência das peças de reposição em estoque	anos	1,4	0,95	Sistema de gestão de estoque, obtenção de peças de reposição baseadas no MTBF	Obtenção das peças de reposição baseadas nas condições dos equipamentos
	Análise de Quebras (Reduzir Quebras)	Número mensal de quebras por máquina	Quebras Máq.	5,9	4	Desdobramento e registro das quebras, projeto de redução de quebras, análise das quebras	Desdobramento das quebras em nível de componentes e modos de falha, miniprojetos conduzidos por operadores, proporção das quebras eliminadas X ocorrências > 90
APRENDIZAGEM E CRESCIMENTO	Desenvolver competências (operadores e mantenedores)	Treinamento	horas de treinamento/funcionário/ano	10,6	7	Planos de treinamento completos com análise de resultados	Treinamento contínuo baseado nos resultados e necessidades para melhorar o nível do serviço e diminuir os tempos de inspeção
	Reduzir acidentes ocupacionais	TFG -Taxa de Frequência Geral	índice	4	0	Treinamento de operadores, equipamentos de segurança, sinalização, eliminação de pontos críticos	Zero Perdas

5.1.4. Quarta Fase: Implantação

Apesar do objetivo deste trabalho ser demonstrar a utilização da metodologia do BSC para auxiliar na gestão da manutenção TPM realizada pelo Pilar da Manutenção Planejada da empresa em estudo, e não efetivamente implementá-lo, destaca-se que nesta fase é instituído o chamado **ciclo de aprendizagem estratégica** (KAPLAN & NORTON, 2000a), o qual é constituído das seguintes atividades:

Reuniões para testar hipóteses: onde a equipe do pilar deve incluir nas suas reuniões revisões periódicas dos objetivos e iniciativas para:

- Receber o *feedback* da sua situação atual em relação à estratégia proposta para o pilar (visão, missão e objetivos);
- Propor novas iniciativas estratégicas para atingir as metas propostas para cada indicador e pelos critérios do instituto JIPM; avaliar necessidades de fornecedores, consultoria externa ou por motivos de *benchmarking*.
- Possivelmente reavaliar a estratégia (nova visão, missão e objetivos) para alçar novos desafios ou suprir as mudanças que surgirão por necessidade de redução de custo, aumento de disponibilidade da planta, etc.

Comunicação com a gerência: organizar reuniões mensais para informar a alta gerência da evolução obtida com a implantação do BSC;

Feedback: Re-alimentação da estratégia num processo de melhoria contínua, o que representa uma das maiores contribuições da metodologia do BSC à TPM.

A metodologia das “**Quatro Fases**” fases proposta por Amendola (2004) prevê ainda as atividades de:

Divulgação: de forma *top-down*, ou seja, partindo da alta gerência até atingir a totalidade dos funcionários;

Desdobramento na organização: democratização dos indicadores por toda organização, através de workshops e exposição de *scorecards* e mapas estratégicos.

Automatização: customização de um software de gestão para armazenar dados e monitorar o desempenho dos indicadores a partir da lógica do BSC. Diversas empresas provedoras de softwares desenvolveram módulos de seus sistemas de *business intelligence* de acordo com a lógica do BSC como demonstrado no ANEXO 8.

5.2. A gestão do Pilar da Manutenção Planejada a partir do BSC

Como descrito no item 5.1 deste capítulo, a gestão do pilar já pratica o **gerenciamento tático-operacional**, partindo da visão do programa SUPERAR, estabelece a missão e os pontos-chaves para atuação da manutenção. Onde o foco gira em torno da perspectiva financeira de controle do orçamento e de relatórios gerenciais representados pelos indicadores de custo de manutenção. O **gerenciamento estratégico** do BSC, como apresentado neste capítulo, traduz a estratégia proposta para o pilar, em objetivos estratégicos vinculados aos indicadores de desempenho, onde a gestão está focada não só nos indicadores de custos da manutenção (finanças) como também nos clientes da manutenção, no processo interno, e na perspectiva de aprendizagem e crescimento. Esta comparação fica claramente visível na Figura 5.7 em analogia à Figura 3.6 de Kaplan e Norton apresentada no item 3.3.2 do Capítulo 3 desta dissertação.

A grande vantagem operacional do BSC se dá através do processo de “**loop duplo de gestão da estratégia**”, comentado no item 3.3.2 desta dissertação, pois integra o **gerenciamento tático** (perspectiva financeira) ao **gerenciamento estratégico** das perspectivas do BSC, em um único processo ininterrupto e contínuo, como demonstra na Figura 5.8 baseada na Figura 3.7 do item 3.3.2 do Capítulo 3. Desta forma o gerenciamento do pilar é realizado da seguinte maneira:

Planejamento estratégico: partindo da visão do programa Superar e estabelecida a missão do Pilar da Manutenção Planejada, identifica-se, baseado nos objetivos principais da missão do pilar (Figura 5.1), os fatores críticos de sucesso para cumprir a missão nas quatro perspectivas do BSC demonstrando a relação de causa e efeito (Figura 5.4). Ou seja, o foco da estratégia é tirado unicamente da perspectiva financeira;

Mapa estratégico e o *Balanced Scorecard*: do planejamento estratégico avaliam-se as metas propostas para cada indicador de desempenho, os quais agora estão vinculados à estratégia do pilar pelos objetivos estratégicos (Quadro 5.2); do mapa estratégico dos indicadores (Figura 5.6) observa-se o impacto do desempenho de cada indicador um no outro, para então sugerir as devidas iniciativas estratégicas para cumprir as metas de cada indicador (Quadro 5.4), o que significa cumprir a estratégia.

Como por exemplo: o aumento da disponibilidade da planta pelo indicador da OEE, clientes, depende de um alto índice de confiabilidade da planta (MTBF da planta), confiabilidade refletida pelo baixo número mensal de quebras por máquina (processo interno) o qual depende de treinamento em análise de falhas da perspectiva de aprendizado e crescimento. Ou seja, a iniciativa estratégica está em treinar os operadores e mantenedores, aumentando o índice de treinamento, na operação da máquina e na análise das quebras, o que aumentará a confiabilidade da planta (MTBF) e consequentemente aumentará o índice de disponibilidade da OEE, resultando em menos paradas de planta e consequentemente na redução dos indicadores de custos de manutenção (finanças).

Esta iniciativa estratégica vai de encontro ao objetivo estratégico de aumentar a disponibilidade (**reduzir quebras, reduzir MDT e reduzir paradas**), objetivo este traduzido do fator crítico de sucesso “**reduzir, eliminar e prevenir quebra das máquinas**” da missão do pilar, ou seja, **aumentar a disponibilidade e a confiabilidade das máquinas e instalações com segurança e custos adequados**.

Loop de controle operacional: correspondem às ações da manutenção, ou iniciativas estratégicas no contexto BSC, definidas a partir da análise das metas propostas para cada indicador e do mapa estratégico. Os **resultados** das iniciativas são então atualizados no BSC.

Ciclo de aprendizagem estratégica: ao mesmo tempo em que o BSC é atualizado, o pilar deve promover reuniões para testar novas **hipóteses**, tanto para solucionar problemas com resultados insatisfatórios com as iniciativas tomadas, por novas necessidades encontradas na planta, medidas para suprir os critérios do JIPM (Quadro 5.4), ou mesmo por pesquisa de *benckmarking*. Destas reuniões pode surgir a necessidade de alterar a estratégia na busca por melhores resultados ou simplesmente por mudança de foco, o que é provável após um período de anos. Isto demonstra outra grande vantagem do gerenciamento estratégico: trabalho em longo prazo, pois a gestão está moldada a suportar as possíveis mudanças para comportar o alto nível de desempenho exigido pela manufatura de classe mundial e consequentemente para o desempenho da manutenção. Devido à magnitude das decisões ocorridas nas reuniões deve haver uma constante **comunicação com a gerência da manutenção**. Por fim as decisões devem re-alimentar a estratégia (*feedback*) tanto para o acompanhamento desta, na necessidade de alterá-la num ciclo de melhoria contínua.

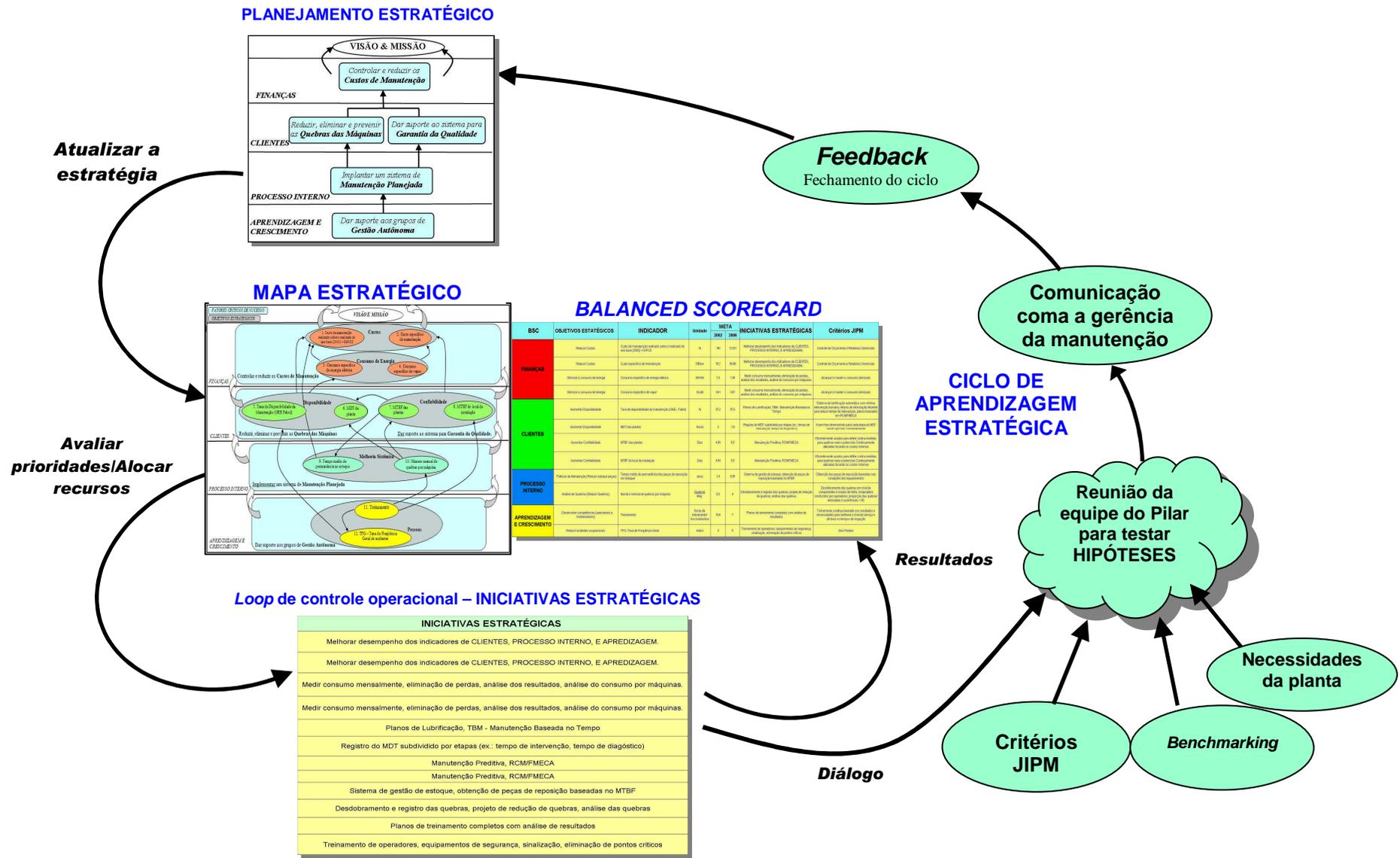


Figura 5.8 – Loop duplo do Pilar da Manutenção Planejada

5.3. Processo de avaliação do modelo

O processo de avaliação do modelo foi realizado por meio de apresentação da proposta aos membros do Pilar da Manutenção Planejada responsáveis por gerir a função manutenção no programa SUPERAR de implantação da TPM na planta de processamento de papel e celulose da Klabin Papéis Paraná (KPMA) localizada na cidade de Telêmaco Borba no Paraná.

Na apresentação foi contextualizada a busca pela manutenção de classe mundial para suportar as exigências da manufatura habilitada à concorrência global; a adoção do programa TPM como sistema de gestão fundamental para este propósito, destacando o programa SUPERAR adotado pela empresa; seguida da exposição do modelo para aplicação do BSC no gerenciamento do Pilar da Manutenção Planejada para promover o gerenciamento estratégico da manutenção produtiva total e auxiliando-a na busca pela classe mundial nos resultados da manutenção.

Seguida a apresentação foi entregue um questionário de avaliação do modelo com 10 perguntas, exposto no APÊNDICE A, a cada um dos 8 membros do pilar presentes, para sua avaliação quanto ao modelo proposto em relação aos critérios de escopo(Q1), exatidão(Q2), profundidade(Q3), clareza (Q4), capacidade(Q5), adaptação(Q6), consistência(Q7), completeza(Q8) e necessidade(Q9). Para as primeiras 9 perguntas foi estabelecido um conjunto de cinco respostas possíveis, as quais foram atribuídas os seguintes pesos (ROMANO 2003):

- ◆ 0 (zero): sem resposta (peso mínimo).
- ◆ 1 (um): não atende ao critério.
- ◆ 2 (dois): atende em poucos aspectos ao critério.
- ◆ 3 (três): atende parcialmente ao critério.
- ◆ 4 (quatro): atende em muitos aspectos ao critério.
- ◆ 5 (cinco): atende totalmente ao critério (peso máximo).

As respostas do questionário coletadas estão expostas no Quadro 5.5 a seguir:

Quadro 5.5 – Respostas do questionário de avaliação do modelo do BSC para o Pilar da Manutenção Planejada

Membro do Pilar	QUESTÕES									Média por Avaliador
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	
1	5	4	5	3	5	3	5	4	5	4,33
2	4	4	4	3	5	4	4	3	4	3,89
3	4	3	5	4	4	4	4	5	4	4,11
4	4	4	5	3	5	4	5	3	4	4,11
5	3	3	4	5	4	4	4	4	3	3,78
6	5	4	4	3	5	4	4	4	4	4,11
7	4	4	4	4	4	4	3	5	5	4,11
8	4	5	4	4	3	5	4	3	5	4,11
Média por questão	4,13	3,88	4,38	3,63	4,38	4,00	4,13	3,88	4,25	4,07

Em análise as respostas do questionário percebe-se que a **questão 4** referente à clareza do modelo em relação à sequência de fases para alinhar a estratégia aos indicadores do pilar obteve o conceito mais baixo (3,625) comprovando a frase citada por KAPLAN E NORTON (1996) apud TSANG (2002) de que - os gestores consideram a estratégia muito abstrata para guiá-los no dia-dia -, ou seja, demonstra a dificuldade em vincular a estratégia (missão e visão) aos indicadores de desempenho. Segundo comentário de um dos membros do pilar:

“O BSC é uma ferramenta muito complexa, mas muito importante para o planejamento estratégico e como nós tratamos do Pilar da Manutenção Planejada, envolve planejamento e a necessidade de um caminho para atingir os nossos objetivos”.

Já os quesitos de profundidade do modelo quanto ao nível de detalhamento nos aspectos do pilar (Q3) e capacidade em orientar a gestão nas devidas ações de melhoria (Q5) obtiveram a conceituação mais alta (4,375) demonstrando a eficiência do trabalho de pesquisa junto aos aspectos do pilar para elaboração do modelo e sua eficiência para auxiliar a gestão do pilar, fato que também reflete o bom desempenho na Q9 (4,25) quanto à necessidade da adoção do BSC para contribuir no processo de gestão da manutenção realizado pelo pilar.

A média geral das primeiras 9 questões do questionário (4,07) demonstra que o modelo apresentado atende satisfatoriamente às necessidades da equipe do pilar e pode servir de base para a adoção efetiva do BSC num próximo passo de evolução do processo de gestão do pilar rumo a manutenção de classe mundial.

Na questão 10 quando perguntados sobre a recomendação da adoção do BSC para gerenciamento da manutenção realizado pelo pilar os membros foram unânimes em recomendá-la, porém 2 membros enfatizaram a necessidade de automatizar as inter-

relações dos indicadores demonstradas no mapa estratégico por meio da adoção ou elaboração de um *software* que utilize a lógica do BSC (ver ANEXO 8). Como comentado a seguir:

“Devido à dificuldade de medir os indicadores seria importante desenvolver uma ferramenta para automatizar a inter-relação dos indicadores”

“Há necessidade do desenvolvimento de ferramentas para o balanceamento entre os indicadores de desempenho”

5.4. Comentários

Neste capítulo foi realizada a aplicação da metodologia do *Balanced Scorecard* para promover o gerenciamento estratégico do Pilar da Manutenção Planejada do programa TPM adotado na empresa Klabin Pápeis Monte Alegre – KPMA. Onde, através da metodologia proposta por Amendola, traduziu-se a missão do Pilar da Manutenção Planejada, a partir da visão do Programa SUPERAR, em estratégia alinhada aos indicadores já utilizados pelo próprio pilar.

O BSC promove uma visão integrada dos indicadores de desempenho com a estratégia do pilar, demonstra as inter-relações dos indicadores através do mapa estratégico e promovendo uma análise não só focada em redução de custos e metas isoladas de cada indicador, como no sistema tradicional, mas atenta ao impacto da performance das outras perspectivas no custo e no cumprimento da visão e missão estabelecidas para o pilar.

Da análise do BSC percebe-se que o pilar possui 15 objetivos estratégicos relacionados a 12 indicadores de desempenho. Onde, por exemplo, o objetivo de **eliminar re-trabalhos** e **reduzir desperdício de material** são avaliados pelos indicadores de custo, o que demonstra uma análise indireta do desempenho do pilar em relação a estes objetivos. Ou seja, da abordagem do BSC é possível visualizar a carência de indicadores mais específicos que correspondam à estratégia proposta para o pilar. Da mesma forma a adoção do indicador **MTTR** (*mean time to repair*) para avaliar o tempo médio que a equipe leva para realizar o reparo nas ocorrências forneceria um valor mais preciso da eficiência desta equipe, situação atualmente avaliada pelo indicador **MDT** (*mean downtime*) que corresponde ao tempo total de indisponibilidade da planta por intervenção da manutenção.

Em relação às ocorrências ainda, constata-se a necessidade de utilizarem-se indicadores que avaliem o **fluxo de informação** do sistema utilizado para informar as chamadas e o **tempo de resposta no atendimento**, correspondendo ao fator crítico de sucesso de implantar um sistema de manutenção planejada na perspectiva do processo interno do BSC, cumprindo o objetivo estratégico de adotarem-se políticas idéias de manutenção.

O gerenciamento estratégico através do chamado “**loop duplo**” do BSC proporciona uma constante reavaliação da estratégia da manutenção e das ações tomadas num ciclo de melhoria contínua, correspondendo a maior contribuição da metodologia BSC a gestão TPM na busca pelo conceito classe mundial, conceito que não se caracteriza como um ideal estável nos processos, mas constantemente passível de otimização.

A implantação do BSC para orientar a gestão da manutenção realizada pelo pilar, como demonstrado no item 5.1.4, não necessita de nenhuma mudança estrutural na organização da empresa, pois haveria necessidade somente de acrescentar a visão holística promovida pelas perspectivas do BSC às reuniões já praticadas pela equipe do pilar.

O questionário aplicado aos membros do pilar para avaliar sua percepção em relação ao modelo de aplicação do BSC ao Pilar da Manutenção Planejada identificou uma opinião positiva da equipe tanto quanto ao nível de detalhamento da modelo em relação aos aspectos do pilar quanto sua capacidade em orientar a gestão nas devidas ações de melhoria. Refletindo a necessidade da adoção desta metodologia para orientar a gestão da manutenção TPM adotada pela empresa rumo à manutenção de classe mundial.

CAPITULO 6 – CONCLUSÕES

6.1. Considerações finais

Como apresentado no capítulo inicial, o objetivo principal desta dissertação foi apresentar um modelo para a aplicação da metodologia do *Balanced Scorecard* (BSC) para promover gerenciamento estratégico à gestão da manutenção já realizada pelo Pilar da Manutenção Planejada no programa SUPERAR de implantação da TPM (*Total Productive Maintenance*) na Klabin Papéis Paraná (KPMA) como forma de realizar uma manutenção classe mundial que corresponda ao nível de exigência em processos e produtos da Manufatura de Classe Mundial ou *World Class Manufacturing* (WCM).

A ferramenta do BSC permitiu orientar a gestão do pilar a sua estratégia. O pilar já possuía uma estratégia (missão, visão e objetivos), mas esta não estava alinhada aos indicadores de desempenho. Com este alinhamento e a inter-relação dos indicadores (causa-efeito) nas quatro perspectivas balanceadas do BSC (finanças, clientes, processo interno e aprendizado e crescimento) é possível justificar os indicadores de custos, pois todo indicador impactará direta ou indiretamente na perspectiva financeira, além de permitir identificar os processos de manutenção passíveis de otimização (iniciativas estratégicas) pelo desempenho dos indicadores de cada área (perspectiva). É principalmente verificar se a estratégia proposta inicialmente está sendo cumprida, pois todo indicador estará alinhado à missão do pilar e conseqüentemente à missão da manutenção na organização, processo este realizado de forma contínua (*loop duplo* estratégico).

Entre os objetivos gerais desta dissertação foi **conceituada a gestão da manutenção** como aquela responsável pelas atividades da manutenção enfatizando sua função estratégica entre os processos da organização ao contribuir para a segurança das instalações e pessoas, preservação do meio ambiente e conseqüente lucratividade da empresa, refletindo a necessidade de haver um **planejamento estratégico** para um sistema de gestão da manutenção que busca atingir a classe mundial em seus resultados.

Dentre os **sistemas de gestão da manutenção referenciados**, a procura por um **sistema de gestão da manutenção de classe mundial** traduz-se na adoção gradual dos

vários sistemas apresentados, demonstrando que estes não são concorrentes, mas complementares pelas suas características singulares.

O **sistema de gestão TPM**, originário da união das técnicas JIT (*Just in Time*) e TQM (*Total Quality Management*), por suas características de promover organização, através da técnica dos 5s, capacitação, por meio da gestão autônoma e gestão do equipamento com a OEE, apresenta-se como a sistema fundamental na construção do modelo classe mundial. Este sistema é frequentemente complementado por técnicas como RCM (*Reliability Centered Maintenance*) para o estudo aprofundado da confiabilidade dos equipamentos, RBM (*Risk Based Maintenance*) para gerenciar incertezas, evoluindo para BCM (*Business Centred Maintenance*) ao tratar do negocio da manutenção. Desta evolução surge a necessidade de adotarem-se métricas que podem ser obtidas por meio do processo de *benchmanrking*. Para tal, a adoção de um sistema de **indicadores de desempenho ligado à estratégia da manutenção** torna-se essencial para atingir a excelência em seus processos.

Neste contexto, o **BSC** apresenta-se como uma evolução natural na busca pela classe mundial nos processos de manutenção. Permite relacionar a missão, a visão e objetivos da manutenção aos seus indicadores de desempenho nas suas quatro perspectivas demonstrando o impacto de suas variações na atuação da manutenção, formulando desta maneira um gerenciamento estratégico para a manutenção. Enfatiza ainda, na perspectiva de aprendizagem e conhecimento, que o treinamento dos colaboradores em novas técnicas e a constante busca pelo *benchmarking* nos seus processos transforma a estratégia em melhoria contínua.

Os **indicadores** representam à ação do mantenedor, pois demonstram o quanto a fábrica está disponível e confiável devido à ação da manutenção. O valor de cada indicador e sua relação causa e efeito, demonstrada no mapa estratégico, auxiliam o gestor na tomada de decisão ao tornar visível que o desempenho de um determinado indicador pode afetar o custo ou a performance da planta. Porém, estas relações muitas vezes demonstram-se complexas exigindo do gestor experiência e visão global do processo.

O foco do BSC está na aprendizagem que a organização da manutenção terá de seus processos, ocasionando benefícios em longo prazo, o que pode resultar em resistência das empresas na sua adoção. No caso do **programa SUPERAR de implantação da TPM** na Klabin Papéis Paraná demonstrado nesta dissertação, o qual

foi adotado pela necessidade de competitividade em níveis de excelência mundial e para consolidar um modelo de gestão que fosse disseminado em toda a organização, baseando-se em metodologia de resolução de problemas, trabalho em equipe e melhoria contínua se mostra o ambiente ideal para a aplicação do BSC.

Como apresentado no **modelo para aplicação do BSC no gerenciamento da manutenção realizado pelo Pilar da Manutenção Planejada** não há necessidade de nenhuma mudança estrutural na organização para a adoção desta metodologia e sim a mudança do foco estritamente financeiro para as perspectivas balanceadas do BSC. Fato bem interpretado pela equipe do pilar, que, por meio do questionário de avaliação aplicado para obter a sensibilidade dos membros da equipe perante a proposta, demonstrou-se favorecida na constatação da eficiência do BSC em orientar estrategicamente a gestão da manutenção produtiva total realizada por ela na empresa.

Da análise geral dos conceitos abordados nesta dissertação conclui-se que a evolução para o conceito classe mundial tanto na manufatura quanto no processo de manutenção ocorre inicialmente com a adoção de técnicas modernas na produção (MRP, JIT e TQC), passando por programas de motivação organizacional (TPM), a automatização dos processos da empresa seja na adoção de técnicas de *lean manufacturing*, engenharia simultânea até a utilização de realidade virtual, onde em ultimo estágio é otimizado o próprio sistema de gestão, o que justifica a adoção do BSC para promover uma gestão da **manutenção de classe mundial**.

6.2. Sugestão para trabalhos futuros

Considerando-se a complexidade em estabelecer as relações de causa e efeito entre os indicadores utilizados, recomenda-se a constante reavaliação destas inter-relações e principalmente a incorporação de indicadores econômicos como EVA, ROI, ROCE, sugeridos por AMENDOLA (2004), para que todas as ações de manutenção, aqui traduzidas por seus indicadores, possam ser expressas em valor econômico agregado, retorno sobre investimento ou retorno sobre capital empregado. Suprindo a necessidade atual de tratar a manutenção como um negócio independente na empresa.

A principal evolução deste trabalho consiste na formulação matemática das relações de causa e efeito entre os indicadores de desempenho, como citado por Santos, B. (2002), para operacionalizar o BSC permitindo ao gestor obter uma resposta numérica das oscilações dos indicadores, estabelecerem comparações com os valores

passados e simular novas estratégias. Idéia que também foi constatada e sugerida no processo de avaliação do modelo proposto por esta dissertação para o gerenciamento da manutenção da empresa estudada (ver item anterior).

Neste contexto deve-se considerar a dinâmica dos sistemas (*System Dynamics*) conceito introduzido por Jay Forrester em 1961 e sugerido ao BSC por Richmond (2001). O emprego da dinâmica dos sistemas no contexto da modelagem da estratégia permite que os construtores da estratégia possam desenvolver um modelo coletivo que opere a interdependência dinâmica das variáveis estratégicas. Busca-se, assim, viabilizar a idéia que consiste em desenvolver e comunicar um mapa estratégico com uma representação dinâmica (objetivos e indicadores com conexões causa-efeito circulares, ou seja, não unidirecionais) e multidimensional (objetivos e indicadores nas várias dimensões do negócio), que incorpore a **dimensão do tempo** pelos atrasos (*delays*).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMAN. **Documento nacional: A situação da manutenção no Brasil**, 2005. Disponível em: <<http://www.abraman.com>>. Acesso em jul. 2005

AHLMANN, Hans R., **From Traditional Practice to the new understanding: the significance of life cycle profit concept in the management of industrial enterprises**, IFRIMmm Conference, Växjö Sweden, 6-7 May 2002.

AMENDOLA, L., **Sistemas Balanceados de Indicadores en La Gestión de Activos “Maintenance Scorecard”**, 2005, Disponível em <www.mantenimientomundial.com>, Acesso em jul 2005.

_____, **Balanced Scorecard en la gestión del mantenimiento**, 2004, Disponível em <www.mantenimientomundial.com>, Acessado em jul 2005.

BLANCHARD, Benjamin S.; VERMA, Dinesh; PETERSON, Elmer L. **Maintainability: a key to effective serviceability and maintenance management**. New York: Wiley Interscience, J. Wiley, 1995. 537p.

BLANCO, Santiago Sotuyo, **Manutenção Classe Mundial**, XXIV - Convenção Pan-americana de Engenheiros – UPADI/96. Costa Rica: São José, 1996.

BOND, T.C. **The role of performance measurement in continuous improvement** In: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 19 No. 12, 1999, pp. 1318-1334.

BSCOL, **How to Training Seminar**, São Paulo, 2000.

BSCOL. **Certified Applications**. Disponível em: <http://www.bscol.com/invoke.cfm/F090A00C-A9C3-11D4-A8C000508BDC96C1> Acessado em 05/2006.

CAMPBELL, John Dixon. **Uptime: Strategies for excellence in maintenance management**. Portland: Productivity Press, 1995, 192 p.

CHANG, Thi. **Computers spur maintenance-management concepts**. In: Oil & Gas Journal. Tulsa: 96 v., n° 30, Jul. 1998, p. 86-87.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração nos novos tempos**, 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999, 710 p.

DUNN, Richard L. **Basic guide to maintenance benchmarking**. In: Plant Engineering, Jan 1999: Disponível em: <<http://www.manufacturing.net>>. Acesso em jul. 2005.

DUNN, Sandy, **Benchmarking as a Maintenance Performance Measurement and Improvement Technique**, Assetivity Pty Ltd, 2003. Disponível em: <<http://www.assetivity.com.au>>. Acesso em jan. 2006.

ELLINGSEN, H.P. *et al.*, **Management of assets, resources and maintenance by using a balanced scorecard based performance framework**, Proceedings of the 16th International Maintenance Conference: Euromaintenance, 2002, pp. 203-11.

FITZ-ENZ, Jac., **A mitologia da mensuração dos resultados de áreas de "staff"**. São Paulo: Saratoga Institute Brasil. 2002.

FLYNN, B.B., Schroeder, R.G., Flynn, E.J., **World class manufacturing: an investigation of Hayes and Wheelwright's foundation**, Journal of Operations Management 17, 1999. 249-269.

HENDRY, C.L., **Applying world class manufacturing to make-to-order companies: problems and solutions**, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 18 No. 11, 1998, pp. 1086-1100.

IDHAMMAR, Christer. **What constitutes World-class reliability and maintenance** (part 1, 2, 3, 4, 5 e 6). Disponível em: <<http://www.idcon.com>>. Acesso em jan. 2005.

J. I. P. M., **Autonomous maintenance for operators**. Oregon: Productivity Press, 1997, 129p.

J. I. P. M., **TPM frequently asked questions**. 2006. Disponível em <
www.jipm.or.jp/en/home > Acesso em mar 2006.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P, **The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance**. Boston: Harvard Business Review, pp. 71-79, Jan. – Feb. 1992

_____, **A estratégia em ação**. Rio de Janeiro: Campus, 1997, 344p.

_____, **Organização orientada para a estratégia: como as empresas que adotaram o Balanced Scorecard prosperam no novo ambiente de negócios**. Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. 4.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000a.

_____, **Balanced Scorecard – indicadores que impulsionam o desempenho**, Rio de Janeiro: Campus, 2000b. (Série Harvard Business Review).

_____, **Organização Orientada para a Estratégia**. Rio de Janeiro: Campus, 2001. 411p.

KARDEC, Allan; NASCIF, Julio; BARONI, Tarcisio, **Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas** – Rio de Janeiro, Qualitymark: ABRAMAN, 2002.

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

LIYANAGE, J. P., KUMAR, Uday, **Towards a value-based view on operations and maintenance performance management**, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 9 No. 4, 2003, pp. 333-350.

MARSHALL Institute. **Maintenance Effectiveness Survey**. Disponível em <
http://www.marshallinstitute.com/_vti_bin/shtml.dll/pubs2/mealogin.htm> Acesso mar 2006.

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

McADAM, Rodney, BAILIE, Brian. **Business performance measures and alignment Impact on strategy: The role of business improvement models**, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 22 No. 9, 2002, pp. 972-996.

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

MORAES, Paulo H. A. **Manutenção produtiva total: estudo de caso em uma empresa automobilística**, Dissertação Mestrado, Departamento de Economia, Contabilidade e Administração - ECA da Universidade de Taubaté, 2004.

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

MOREIRA, Eduardo, **Proposta de uma sistemática para o alinhamento das ações operacionais aos objetivos estratégicos, em uma gestão orientada por indicadores de desempenho**. 2002. 198 p. Tese de Doutorado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

MURTHY, D.N.P., ATRENS, A., ECCLESTON, J.A. **Strategic maintenance management**. In: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Brisbane: Vol 8 . No 4, 2002, p. 287-305.

NAKAJIMA, S., **TMP Development Program, Implementing Total Productive Maintenance**, Cambridge Productivity Press, New York, NY., 1989.

NAKASATO, K., **Segundo Curso de Formação de Instrutores de TPM**, XV Evento Internacional de TPM. I.M.C, Internacional Sistemas Educativos. 1994.

NEVES, M.; PALMEIRA FILHO, P., **Balanced Scorecard como catalisador da gestão estratégica: remédio ou placebo?** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22º, Anais do XXII ENEGEP. Curitiba: ENEGEP, 2002.

PALMEIRA, J. N.; TENÓRIO, F. G. **Flexibilização organizacional: aplicação de um modelo de produtividade total**. Rio de Janeiro: FGV Eletronorte, 2002. 276p.

PALMER, Richard D., **Maintenance Planning and Scheduling Handbook**. Boston: McGraw-Hill, 1999.

PEREZ, L.R., **Sistematização da avaliação do desempenho do processo de projeto de produto**. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

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

PINTO, Alan K., XAVIER, Júlio A. N. **Manutenção Função Estratégica**, Rio de Janeiro, Qualitymarck Ed., 2001.

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

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

ROBERTS, J., **Total Productive Maintenance**, 1997. Disponível em <
<http://et.nmsu.edu/~etti/fall97/manufacturing/tpm2.html> > Acesso mar 2006.

ROMANO, L., **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquina agrícola**. Tese, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

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

SAMPAIO, Chedas. **Função Manutenção na Empresa**, Escola Náutica Infante D. Henrique, Paço d'Arcos, Portugal, 5º Ano Diagnóstico de Avarias, 2001.

SANTOS, C.M.P.; COELHO, J.; DIAS, Ac, **Um Modelo para o Aumento de Produtividade do Conjunto Turbina-Gerador em Instalações Hidrelétricas**. Tese de Doutorado. 258f, UFSC, Florianópolis, 1999.

SHERWIN, David., **A review of overall models for maintenance management.**, In Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 6 No 3, 2000, pp. 138-164.

SHIROSE, K., **TPM para mandos intermédios de fábrica**. Madrid: Productivity Press. 1994. 155p.

SINK D. Scott e TUTTLE, Thomas C., **Planejamento e medição para performance**. Rio de Janeiro, Qualitymark, 1993. 343 p.

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

STARR, Fred & BISSEL, Alan, **Maintenance, Inspection or Management: A Risk Based Approach**, In: Operation Maintenance and Materials Issues: Vol 1., nº 3, 2002. Disponível em: <<http://www.ommi.co.uk>>. Acesso em mar. 2005

TAKAHASHI, Y; OSADA, T., **Manutenção Produtiva Total**, 1.ed. São Paulo, SP: Instituto IMAN, 1993. 321p.

TAKASHINA, Newton Tadachi; FLORES, Mario Cesar Xavier. **Indicadores da qualidade e do alto desempenho: como estabelecer metas e medir resultados**. Rio de Janeiro, Qualitymark, 1996. 100 p.

TAVARES, Lourival A. **Administração Moderna da Manutenção**, Rio de Janeiro, Novo Pólo Publicações e Assessoria Ltda, 1999.

TSANG, A.H.C., **A strategic approach to managing maintenance performance**, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 4 No. 2, 1998, pp. 87-94.

_____, **Measuring maintenance performance: a holistic approach**, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 19 No. 7, 1999, pp. 691-715.

_____. **Strategic dimensions of maintenance management**. In: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Hong Kong: Vol. 8. No 1, 2002, p. 7-39.

VINADÉ, C.A. C, **Sistematização do processo de projeto para a confiabilidade e manutenibilidade aplicado a sistemas hidráulicos e implementação de um sistema especialista**, Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. UFSC, Florianópolis, 2003.

WIREMAN, Terry, **How is TPM different?**, **Engineer's Digest**, Fev 2000. Disponível em < www.findarticles.com/cf_0/m0BIM/2_28/64456545/print.jhtml > Acesso mar 2005.

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

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

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

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva - O caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

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

YAMASHITA, N. **JOT: Just-on-Time, No tempo Certo, Quantidade Certa e Qualidade Certa, com Sincronismo total**, IM&C International, São Paulo, 1995.

BIBLIOGRAFIA

AHLMANN, H., **The economic significance of maintenance in industrial enterprises**, paper presented at the UTEK seminar, 1999.

ALSYOUF, Imad, **Cost Effective Maintenance for Competitive Advantages**, Thesis for the degree of Doctor of Philosophy (Terotechnology) School of Industrial Engineering, Växjö University, Sweden, 2004

AMENDOLA, L **Retorno de Inversión en la Gestión de Activos “Maintenance Balanced Scorecard”** 2005, Disponível em <www.mantenimientomundial.com>, Acessado em fev 2006.

FERNADES, A.C., **Mapas estratégicos do balance scorecard: contribuições ao seu desenvolvimento**, Anais do XXII ENEGEP, 2002

FERNADES, A.C., **Scorecard dinâmico: integrando a dinâmica de sistemas com o Balanced Scorecard**, Anais do XXIII ENEGEP- Ouro Preto, MG, 2003

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **Medindo o Desempenho Empresarial**. Harvard Business Review. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

LETZA, Stephen R., **The design and implementation of the balanced business scorecard: An analysis of three companies in practice**, Business Process Re-engineering & Management Journal Vol. 2 No. 3, 1996, pp. 54-76.

OLVE, N.; ROY, J.; WETTER, M. **Performance drivers: A practical guide to using the Balanced Scorecard**. New York: J. Wiley & Sons, 1999.

RICHMOND, B. – **A new language for leveraging scorecard-driven learning**. Balanced Scorecard Report, HBS Publishing, 2001.

SANTOS, B., Implantando o Balanced Scorecard em uma empresa automobilística: obstáculos e resultados preliminares, Anais XXII ENEGEP - Curitiba, PR, 2002.

TSANG, A.H.C. and BROWN, W.L., Managing the maintenance performance of an electric utility through the use of balanced scorecards, New Engineering Journal, Vol.2 No3, 1999, pp.22-9.

WOODHOUSE, John, Combining the best bits of RCM, RBI, TPM, TQM, Six-Sigma and other 'solutions', The Woodhouse Partnership Ltd 2001

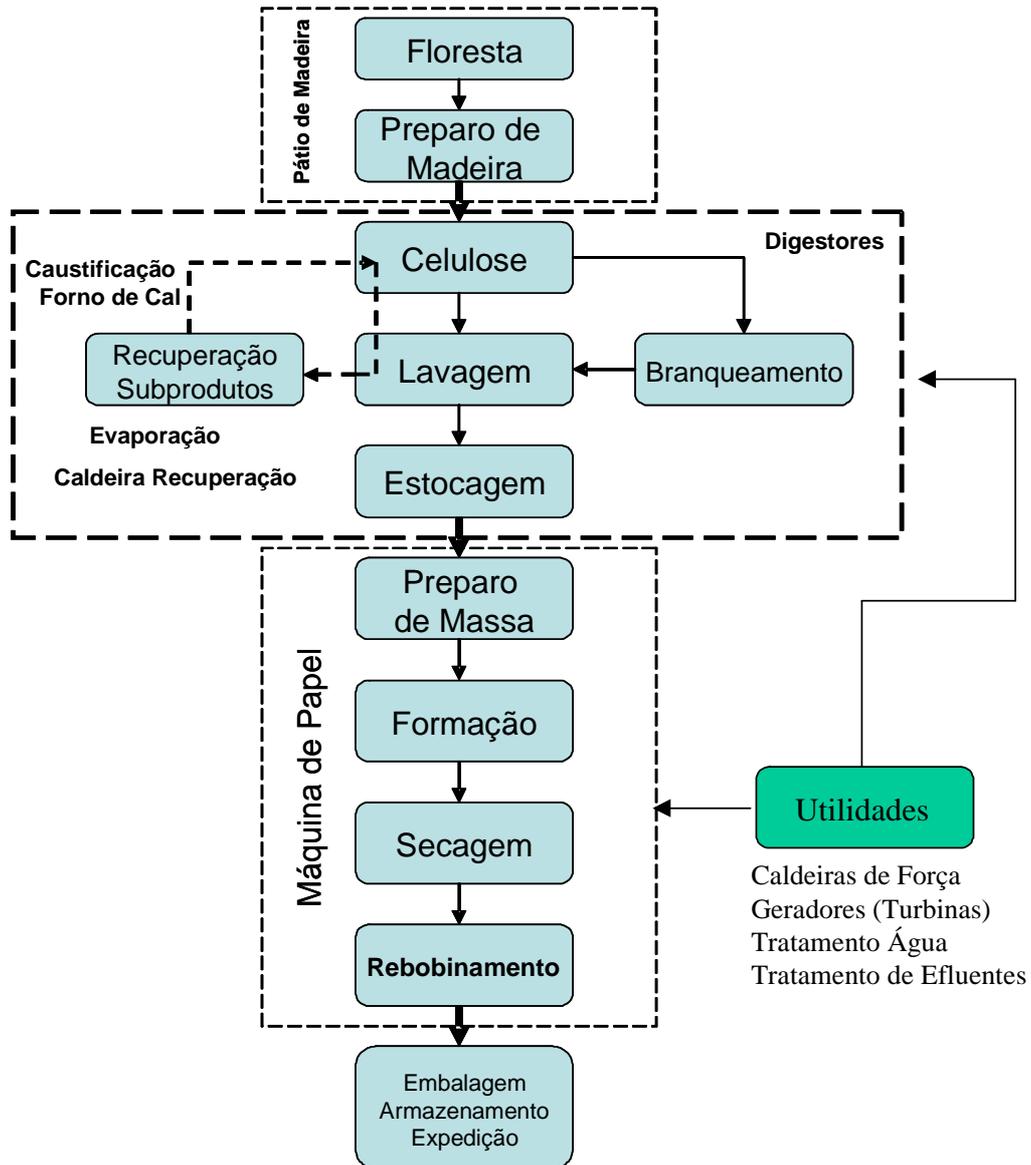
ANEXO 1 – EMPRESAS DA AMÉRICA DO SUL PREMIADAS PELO JIPM

ANO	EMPRESA	
Prêmio de Excelência 1ª Categoria		
1996	Pirelli Cabos - Cerquilho (BR)	Pirelli Pneus - Sto André (BR)
1998	Pirelli Pneus - Campinas (BR) Unilever - Valinhos (BR)	Unilever - Anastácio (BR) Unilever - Carrascal (Chile)
1999	COPENE - Camaçari (BR)	
2000	Unilever - Vinhedo (BR) Unilever - Indaiatuba (BR)	Unilever Best Foods - Valinhos (BR) Eletronorte - Mato Grosso (BR)
2001	Eletronorte - Maranhão (BR) Eletronorte - Tocantins (BR) Eletronorte - Pará (BR) Eletronorte - Tucuruí (BR) Unilever - Vespasiano (BR)	Bresler - San Bernardo (Chile) Unilever - Tortuguitas (Argentina) Unilever - Rosário (Argentina) Unilever - Avellaneda (Argentina)
2002	Eletronorte - Porto velho (BR) Eletronorte - Macapá (BR) Votocel - Sorocaba (BR)	Yamaha - Guarulhos (BR) Yamaha - Manaus (BR)
Prêmio de Excelência e Consistência 1a Categoria		
2001	Unilever - Valinhos (BR)	
2002	Unilever - Vinhedo (BR) Unilever - Indaiatuba (BR)	Unilever - Carrascal (Chile) Unilever - Guallequaychú (Argentina)

Fonte: MORAES (2004).

ANEXO 2 - O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CELULOSE E PAPEL

Fluxograma do Processo de Fabricação de Papel

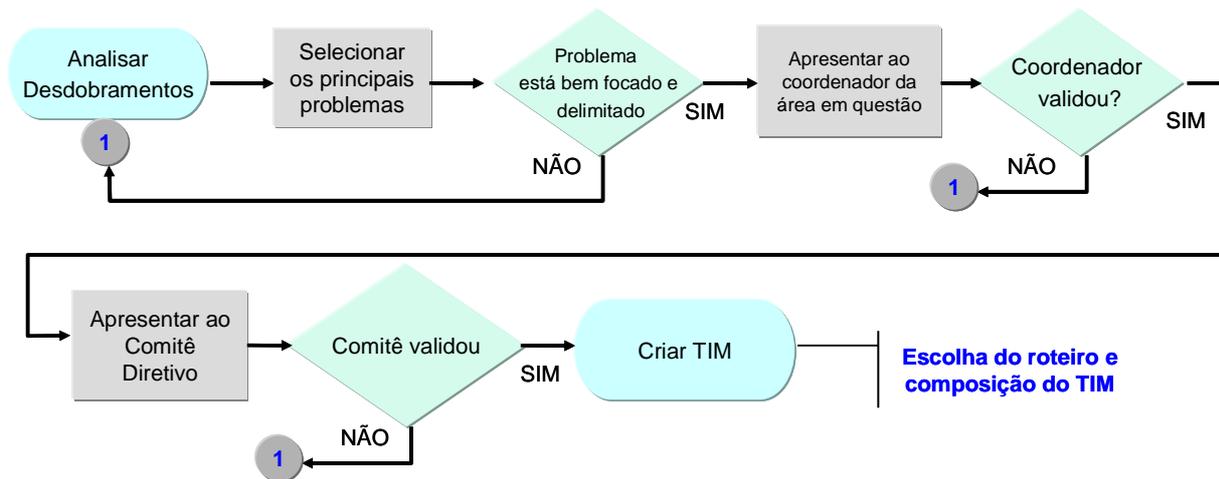


Fonte: KPMA (2005).

ANEXO 3 – SISTEMA DE LAÇAMENTO E ENCERRAMENTO DOS TIMS

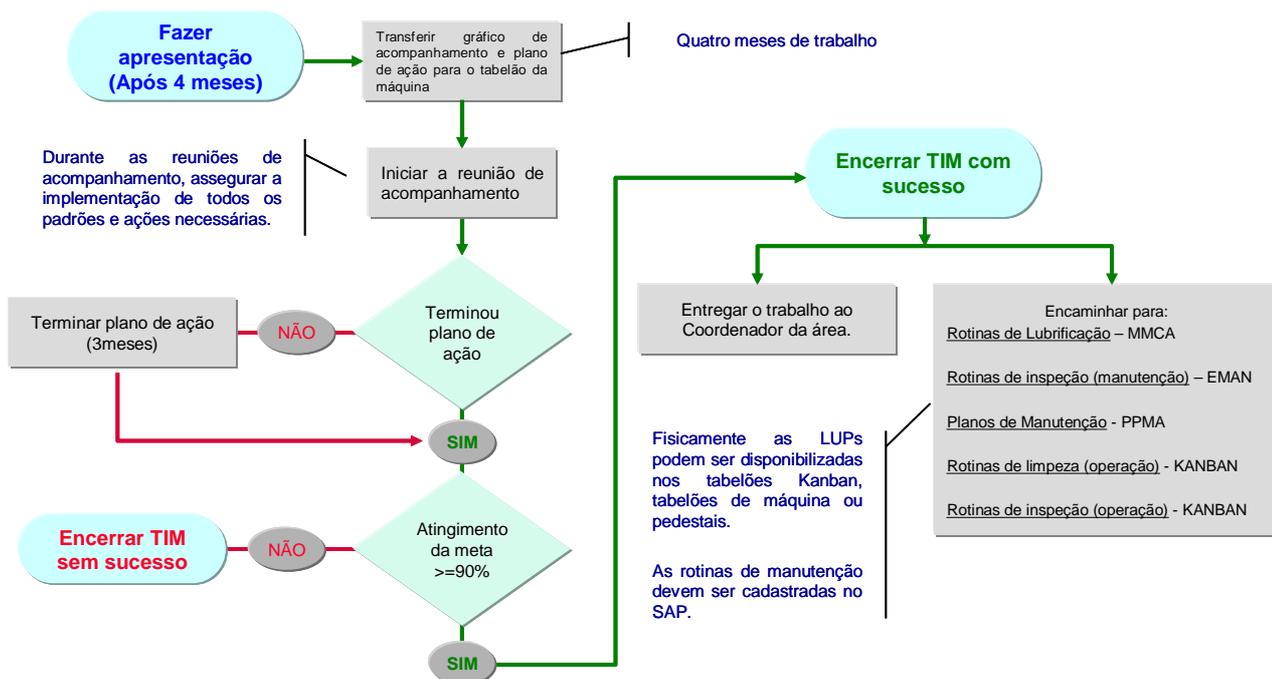
Fonte: KPMA (2005)

Sistema de Lançamento de TIMs



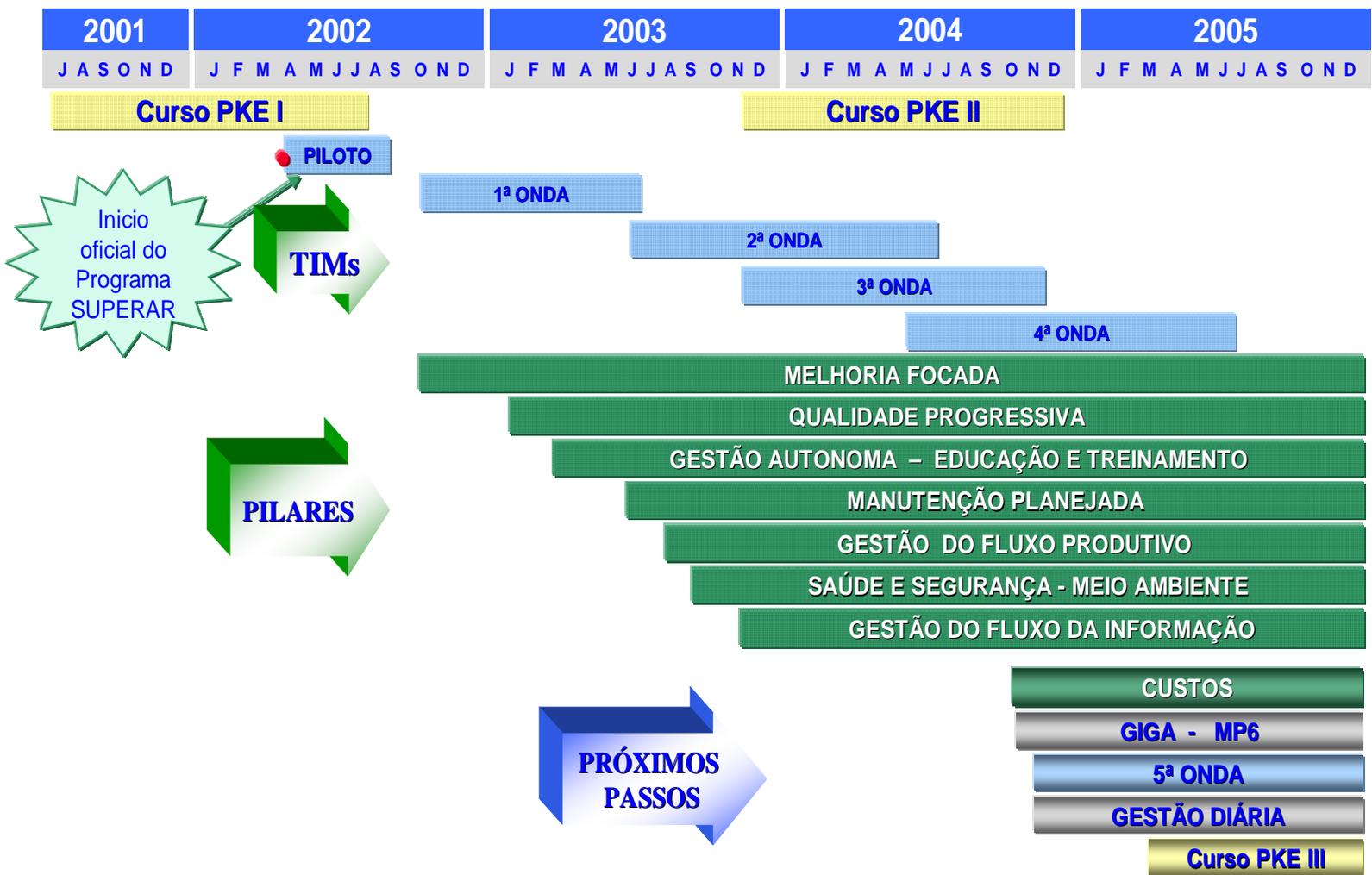
SGK: MTPS – 003 - Criação de Times Internos de Melhoria

Sistema de Encerramento de TIMs



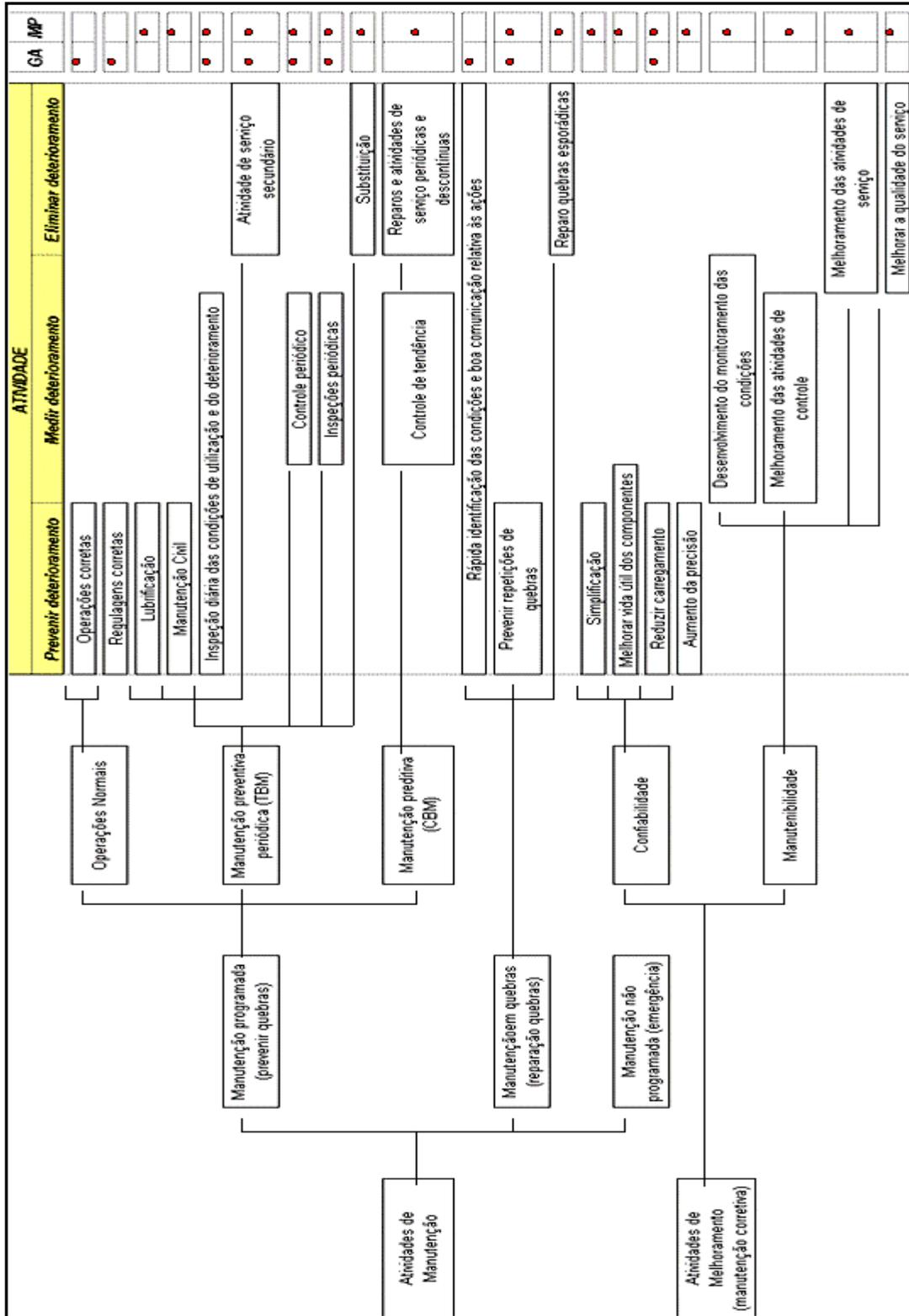
SGK: MTPS – 005 - Encerramento de Times Internos de Melhoria

ANEXO 4 – CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA SUPERAR



Fonte: KPMA (2005)

ANEXO 5 – ATIVIDADES COMPARTILHADAS ENTRE O PILAR DA MANUTENÇÃO PLANEJADA E DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA



**ANEXO 6 – INDICADORES DE DESEMPENHO DO PROGRAMA
SUPERAR**

	KPI Mensal	Unidade
P	Produtividade	t/h/ano
	Produtividade	R\$ realizado / orçado
	OEE Fabril	%
	Volume de Produção Líquida	t/mês
Q	Supplier Evaluation	pontos máx 100
	Índice Ambiental	%
	Taxa de Qualidade (OEE)	%
	Reclamações Clientes	% das bobinas entregues
C	EBITDA Produtos	%
	Custo de Manutenção	% realizado R\$/t / (orçado + IGP)
D	Estoque	t
S	TFG	Índice
M	Horas de Treinamento por Funcionário	h/funcionário

ANEXO 7 – ROAD MAP DO PILAR DA MANUTENÇÃO PLANEJADA

Área	Nível 1	nível 2	nível 3	nível 4	nível 5
Desdobramento e registro das quebras	As quebras não são registradas	Existe uma definição de quebras e elas são registradas por máquina (em número e tempo)	As quebras são registradas por máquina, área e componente	As quebras são registradas por máquina, área, componente e modo de falha	Deployments por máquina, componente e nível de modo de falha. As áreas críticas são destacadas
Extensão	Uma área piloto	Todas as áreas pilotos	< 50% máq. categoria A	100% A + < 50% Cat B	Todas Máquinas A & B
Projetos de redução de quebras	Não há projetos de redução de quebras	Projetos Pilotos conduzidos pela Administração alcançam resultados em 6 meses	Projetos Pilotos conduzidos pela Administração alcançam resultados em 3 meses	Técnicas específicas são aplicadas, baseadas na natureza das quebras. Resultados alcançados em 6 semanas.	Miniprojetos conduzidos pelos operadores com duração de 6 semanas.
Extensão	Uma área piloto	Todas as áreas pilotos	< 50% máq. categoria A	100% A + < 50% Cat B	Todas Máquinas A & B
Análise das Quebras	Não há análises	> 60% das quebras são analisadas	> 95% quebras analisadas > 50% com análise de 5 porquês e contra-medidas identificadas	> 99% analisadas > 80% identif. contra-med. > 80% contra-med. aplicad. > 50% efetivas	Proporção das quebras eliminadas vs. ocorrências > 90%
Extensão	Uma área piloto	Todas as áreas pilotos	< 50% máq. categoria A	100% A + < 50% Cat B	Todas Máquinas A & B
Suporte a Manutenção Autônoma	Não há suporte	Suporte para remover as etiquetas	Componentes críticos são identificados e os meios de inspecioná-los são passados para os operadores	Operadores são treinados para remover as etiquetas	O suporte é dado através do treinamento dos operadores para reduzir constantemente os tempos de inspeção
Extensão	Uma área piloto	Todas as áreas pilotos	< 50% máq. categoria A	100% A + < 50% Cat B	Todas Máquinas A & B
Plano de Lubrificação	Não há plano	Lubrificação feita nos pontos já conhecidos de acordo com um plano	Lubrificação executada em todos os pontos. Gestão a vista e operações padronizadas	Lubrificação baseada nas condições do equipamento e realizada pelos operadores da produção	Sistemas Automatizados. Mínima intervenção humana
Extensão	Uma área piloto	Todas as áreas pilotos	< 50% máq. categoria A	100% A + < 50% Cat B	Todas Máquinas A & B
TBM - Manutenção Baseada no Tempo GERENCIAMENTO	Não há programa	Existe um programa mas não é seguido	Existe um plano visual (ex.: cambam/cartões T) Necessidades de execução são evidentes	Existem retornos de informações que são periodicamente usados para reduzir a frequência e o tempo de intervenção	Melhoria Contínua da qualidade e custos
Extensão	Uma área piloto	Todas as áreas pilotos	< 50% máq. categoria A	100% A + < 50% Cat B	Todas Máquinas A & B
TBM - Manutenção Baseada no Tempo QUALIDADE DO PROGRAMA	Não há programa	Planos baseados na experiência	Planos baseados nos manuais do fabricante e RCM/FMECA	Planos totalmente baseados em FMECA & RCM. Periodicamente atualizados	Planos revisados freqüentemente, baseados nos resultados com envolvimento máximo da produção
Extensão	Uma área piloto	Todas as áreas pilotos	< 50% máq. categoria A	100% A + < 50% Cat B	Todas Máquinas A & B
RCM/FMECA	Não são usados	Aplicados somente nos principais modos de falha	Aplicados corretamente com análise de custo e benefícios, mas as contra-medidas definidas são ineficientes	Contra-medidas efetivas identificadas, aplicadas somente para quebras reais e periodicamente atualizadas	Eficientemente usados pr definir contra-medidas pr quebras reais e potenciais. Continuamente atualizadas focando custos mínimos
Extensão	Uma área piloto	Todas as áreas pilotos	< 50% máq. categoria A	100% A + < 50% Cat B	Todas Máquinas A & B
Administração das ferramentas e equipamentos	Ferramentas e equipamentos necessários não estão disponíveis	Ferramentas e equipamentos disponíveis, mas difícil de localizar	Ferramentas e equipamentos estão em ordem e são controlados por pessoal selecionado	Ferramentas e equipamentos são armazenadas em áreas específicas	Prontamente disponível nas máquinas. Nível de serviço 100%
Extensão	Uma área piloto	Todas as áreas pilotos	< 50% máq. categoria A	100% A + < 50% Cat B	Todas Máquinas A & B
Manutenção Preditiva	Não é executada	Principais ferramentas definidas e usadas ocasionalmente. Resultados mostrados não estão claros	Todas ferramentas aplicáveis estão identificadas. Master Plan criado, mas não é seguido ou o custo não é efetivo.	Plano seguido e custos efetivos, mas os resultados não são efetivamente aproveitados	Análise efetiva dos resultados com melhoria contínua da qualidade e custo.
Extensão	Uma área piloto	Todas as áreas pilotos	< 50% máq. categoria A	100% A + < 50% Cat B	Todas Máquinas A & B
Suporte para a Manutenção da Qualidade	Não há suporte	Pontos Q identificados, mas não foram encontradas as contra-medidas apropriadas	Contra-medidas definidas, mas o programa de trabalho não está sendo totalmente seguido	O programa de trabalho é seguido com melhoria contínua baseada nos resultados	Zero defeitos associados a máquina com um mínimo de tempo para checks/inspeções
Extensão	Uma área piloto	Todas as áreas pilotos	< 50% máq. categoria A	100% A + < 50% Cat B	Todas Máquinas A & B
Sistema de Informações da Manutenção	Não existe	Existe, mas faltam informações e detalhes	Bem detalhado para os parâmetro de manutenção. Auxilia na análise das quebras	Completa análise de custos por componente resultando em reduzidos tempos de intervenção da manutenção	Dá suporte para a atualização do programa de manutenção planejada
Extensão	Uma área piloto	Todas as áreas pilotos	< 50% máq. categoria A	100% A + < 50% Cat B	Todas Máquinas A & B
Gestão das peças de reposição	Não há controle dos depósitos/armazéns. Existem muito materiais obsoletos	Controle preciso das peças nos depósitos. Tempo de procura < 30'	Sistema de Gestão de Estoque. Definição de ROP (ponto de re-ordem) e EOQ (qtde lote econômico) baseado no consumo	Obtenção das peças de reposição baseadas no MTBF	Obtenção das peças de reposição baseadas nas condições dos equipamentos
Extensão	0% das peças	< 25% das peças	25%-50% das peças	50%-75% das peças	> 75% das peças
Redução do Tempo Médio das Paradas (MDT)	MDT não registrado	MDT global registrado	MDT registrado e com o tempo sub-dividido por etapas (ex.: tempo de intervenção, tempo de diagnóstico)	Projetos para redução do MDT atacando cada etapa isoladamente	Know how desenvolvido para cada etapa do MDT sendo aplicado constantemente
Extensão	Uma área piloto	Todas as áreas pilotos	< 50% máq. categoria A	100% A + < 50% Cat B	Todas Máquinas A & B
Treinamento da Manutenção	Necessidades não identificadas	Necessidades identificadas, mas não há plano de treinamento	Plano de treinamento individual baseado nas lacunas de habilidades necessárias	Planos de treinamento completos com análises dos resultados	Treinamento contínuo baseado nos resultados e necessidades para melhorar o nível de serviço
Extensão	0% das técnicas	< 25% das técnicas	25%-50% das técnicas	50%-75% das técnicas	> 75% das técnicas
Controle de Orçamento e Relatórios Gerenciais	Não existe	Existe, mas faltam informações e detalhes	Dividido por Mão-de-Obra, Materiais e Terceiros, mas não é usado de forma efetiva	Info também divididas por tipo de manutenção (reparos das quebras, manut. planejada, melhoramento da manut.)	Usado efetivamente no controle contínuo e otimização dos custos
Extensão		Nível de planta	Nível de departamento	Nível de Máquina	Nível de Componente
Consumo de Energia	Consumo medido mensalmente	Plano de ação para redução do consumo através da eliminação das perdas	Programa de trabalho conduzido com análise dos resultados	Análise dos consumos otimizados de energia das máquinas (0 perdas)	Consumo otimizado de energia alcançado e mantido
Extensão		Nível de planta	Nível de departamento	Nível de Máquina	Nível de Componente

Fonte: KPMA (2005)

ANEXO 8 – SOFTWARES CERTIFICADOS PELO BSC

Empresa	Software	Home page	Casos no Brasil
Cognos	Cognos Metrics Manager	http://www.cognos.com/	
CorVu	CorStrategy™	http://www.corvu.com/	Copesul
Crystal Decisions	Crystal Decisions' Balanced Scorecard Solution	http://www.crystaldecisions.com/	
Fiber	FlexSI	http://www.flexbi.com/	Eletrosul, Banco do Brasil, Vesper
Gentia	Open Ratings Balanced Scorecard	http://www.balancedscorecard.com/	Telefonica, Telesp
Hyperion	Hyperion Performance Scorecard (HPS)	http://www.hyperion.com/	Petrobras, Brasil Telecom, Gerdau
InPhase	PerformancePlus™	http://www.inphase.com/	
Oracle	Oracle Strategic Enterprise Management	http://oracle.com/applications/bus_intelligence/index.html?bal.html	Alcoa, Embrapa, Receita Federal
Panorama Business Views	Pbviews	http://www.pbviews.com/	
Peoplesoft	PeopleSoft Balanced Scorecard	http://www.peoplesoft.com/en/us/products/applications/bi/index.html	CST
Pilot Software	Pilot BusinessMonitor™	http://www.pilotsoftware.com/	
Procos	Procos Strat&Go Balanced Scorecard	http://www.procos.com/	
proDacapo	Prodacapo Balanced Scorecard Manager™	http://www.prodacapo.com/	
QPR	QPR ScoreCard	http://www.qpronline.com/	
SAP	SAP Strategic Enterprise Management (SAP-SEM)	http://www.sap.com/sem/	Unibanco, Siemens, Suzano
SAS	SAS Strategic Performance Management	http://www.sas.com/solutions/bsc/index.html	BNDES, Accor
Vision Grupo Consultores	Strategos®	http://www.visiongc.com/	Interchange

Fonte: BSCOL (2005)

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO



POSMEC

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECANICA

Modelo para Aplicação do *Balanced Scorecard* no gerenciamento da manutenção produtiva total

Cargo: _____ Formação: _____

QUESTIONARIO

Para cada questão é estabelecido um conjunto de cinco respostas possíveis, as quais são atribuídas os seguintes pesos (ROMANO 2003):

- ♦ 0 (zero): sem resposta (peso mínimo).
- ♦ 1 (um): não atende ao critério.
- ♦ 2 (dois): atende em poucos aspectos ao critério.
- ♦ 3 (três): atende parcialmente ao critério.
- ♦ 4 (quatro): atende em muitos aspectos ao critério.
- ♦ 5 (cinco): atende totalmente ao critério (peso máximo).



1. Quanto ao escopo, o modelo de aplicação do BSC ao Pilar da Manutenção Planejada abrange a área de atuação do pilar?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Quanto à exatidão, a estrutura do BSC (*scorecards*, mapa estratégico e *loop* duplo) representa de forma adequada a atuação do pilar?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Quanto à profundidade, o nível de detalhamento do modelo proposto abrange todos os aspectos do pilar relativos à visão, missão, objetivos, indicadores e ações de melhoria (iniciativas estratégicas)?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Quanto à clareza, o modelo proposto é facilmente entendido, ou seja, quanto à sequência de fases para alinhar a estratégia aos indicadores?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. Quanto à capacidade, o modelo proposto permite orientar a gestão do pilar nas devidas ações de melhoria (iniciativas estratégicas)?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. Quanto à transformação, o modelo proposto pode ser adaptado na necessidade de adoção de novos indicadores, novos objetivos ou mesmo na mudança de estratégia (visão e missão)?

1		2		3		4		5	
---	--	---	--	---	--	---	--	---	--

7. Quanto à consistência, o modelo proposto apresenta consistência de informação, ou seja, quanto ao relacionamento de dependência (causa-efeito) entre os objetos, indicadores e na proposição de iniciativas estratégicas?

1		2		3		4		5	
---	--	---	--	---	--	---	--	---	--

8. Quanto à completeza, o modelo proposto contém todas as informações para fornecer o gerenciamento estratégico ao pilar?

1		2		3		4		5	
---	--	---	--	---	--	---	--	---	--

9. Quanto à necessidade, você acha que a adoção da ferramenta do BSC contribuiria significativamente para o processo de gestão da manutenção realizada pelo pilar?

1		2		3		4		5	
---	--	---	--	---	--	---	--	---	--

10. Você recomendaria a adoção do BSC para o gerenciamento do pilar?

Sim, facilmente.		Sim, mas com restrições.		Não	
------------------	--	--------------------------	--	-----	--

Comentários da equipe:

OBRIGADO PELA SUA COLABORAÇÃO