

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**ERICK ELSON DE SANTANA DUARTE**

**O TPM APLICADO A UMA CONCESSIONÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO  
DE ENERGIA ELÉTRICA**

São Luís  
2014

**ERICK ELSON DE SANTANA DUARTE**

**O TPM APLICADO A UMA CONCESSIONÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO  
DE ENERGIA ELÉTRICA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: José Roberto Quezada Peña, Esp.

São Luís  
2014

**ERICK ELSON DE SANTANA DUARTE**

**O TPM APLICADO A UMA CONCESSIONÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

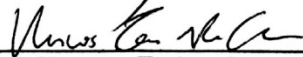
Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de  
Eletricidade da Universidade Federal do Maranhão, para  
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de  
Eletricidade.

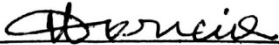
Orientadores: Prof. José Roberto Quezada Peña

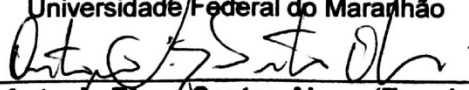
Aprovado em: 20, 8, 2014

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Esp. José Roberto Quezada Peña (Orientador)**  
Departamento de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal do Maranhão

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Msc. Marcos Tadeu Rezende (Examinador)**  
Departamento de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal do Maranhão

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Msc Hipólito Cavalcante Correia (Examinador)**  
Departamento de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal do Maranhão

  
\_\_\_\_\_  
**Eng. Antonio Diego Santos Abreu (Examinador)**  
Manutenção e Expansão de Redes de Distribuição - CEMAR

Duarte, Erick Elson de Santana.

O TPM aplicado a uma concessionária de distribuição de energia elétrica  
/ Erick Elson de Santana Duarte. – São Luís, 2014.

130 f.

Impresso por computador (fotocópia).

Orientador: José Roberto Quezada Peña.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Maranhão, Curso de  
Engenharia Elétrica, 2014.

1. *Total Productive Management* – Gestão Produtiva Total. 2. Gestão. I.  
Título.

CDU 621.31

*A Deus, pois sem  
Ele nada seria possível.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pois é pela vontade Dele que estou aqui.

Aos meus pais, Fatima Santana e Nelson Carneiro. Foi me espelhando neles que eu trilhei esse longo caminho até aqui.

A minha namorada, Andressa. A sua entrada na minha vida foi o divisor de águas que eu precisava.

Aos meus grandes amigos de graduação e da vida. Antonio Diego, Ênio, Joselilson, Maurício, Raphael, Reginaldo, Andre, Genival, Tomas, Rondinele, Paulo, Odean, Elisana e João Pedro. A amizade e o companheirismo de vocês é algo fora de série.

Aos amigos Companhia Energética do Maranhão (CEMAR), casa que está me formando como profissional e onde eu tive oportunidade de conhecer o tema sobre o qual discorro nesse trabalho.

A todos que não citei acima, e que participaram de alguma forma dessa minha caminhada até aqui, o meu muito obrigado!

*“O conhecimento é uma ferramenta e, como todas as ferramentas, seu impacto está nas mãos do usuário.”*

Dan Brown

## RESUMO

O TPM (*Total Productive Management* – Gestão Produtiva Total) é uma ferramenta de gestão que tem seu foco na capacitação do homem, aprimorando seus conhecimentos sobre os equipamentos e os processos. Seu objetivo maior é a eliminação das perdas, conseguindo isso através da mudança de comportamento de todos dentro da companhia. Este trabalho fundamenta todo o conceito por trás da metodologia, passando pela descrição de cada pilar que da sustentação ao método. É feita uma análise do processo de implantação do TPM na CEMAR, começando pela motivação da escolha do TPM como ferramenta de gestão, as etapas implantadas até o momento, as dificuldades encontradas, os resultados já obtidos e quais os próximos passos na sequência do programa TPM na empresa.

Palavras-chave: TPM, gestão, metodologia, perdas.



## **ABSTRACT**

TPM (Total Productive Management) is a management tool that focuses on the training of man, improving their knowledge of equipment and processes. Its main objective is the elimination of waste, achieving this by changing the behavior of everyone within the company. The present work grounds the concept behind the methodology, through the description of each pillar that support the method. An analysis of the implementation of TPM in CEMAR process is made, starting with the motivation of the choice of the TPM as a management tool, the steps implemented up to now, the difficulties encountered, the results already achieved and what are the next steps following the TPM program in the company.

Keywords: TPM, management, methodology, losses.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Evolução dos tipos de manutenção no Japão.....	18
Figura 3.1 - Perdas Crônicas e Perdas Esporádicas.....	27
Figura 3.2 - Causas de Perdas Crônicas.....	28
Figura 3.3 - A origem das Quebras / Falhas.....	33
Figura 4.1 - Pilares do TPM.....	36
Figura 4.2 - Estrutura Organizacional para o TPM.....	37
Figura 4.3 - Diretrizes dos Pilares .....	38
Figura 4.4 - Os tipos de Manutenção e suas Ramificações .....	44
Figura 4.5 - O Papel da Manutenção na Gestão dos Equipamentos. ....	45
Figura 4.6 - Melhoria Específica e os Pilares do TPM.....	54
Figura 4.7 - Componentes do custo do ciclo de vida.....	54
Figura 5.1 - Subdivisão em regionais da CEMAR .....	72
Figura 5.2 - Estrutura Geral do TPM .....	78
Figura 5.3 - Macro cronograma do projeto TPM na CEMAR.....	82
Figura 5.4 - Grupos Autônomos .....	87
Figura 5.5 – Etapas da manutenção autônoma.....	88
Figura 5.6 – Grupo Autônomo trabalhando na limpeza de um religador na SE IPA..	89
Figura 5.7 – Modelos de etiquetas usados na identificação de anomalias.....	90
Figura 5.8 – Etiquetas do TPM no disjuntor 11C2 da SE MAR .....	91
Figura 5.9 – Modelo de quadro utilizado pela pilar MA .....	92
Figura 5.10 – Visão geral do quadro de atividades .....	93
Figura 5.11 – Estrutura organizacional do pilar MA.....	94
Figura 5.12 – Quadro de dispersão das etiquetas no equipamento .....	94
Figura 5.13 – Etiquetas azuis e vermelhas (resolvidas e retiradas) .....	95
Figura 5.14 – Fluxograma para classificação dos equipamentos de subestação.....	99
Figura 5.15 – Aplicação do senso de limpeza no pátio da SE Maracanã ao fazer a retirada do mato .....	104
Figura 5.16 – Aplicação do senso de ordenação ao identificar alavancas e botoeiras no painel do equipamento .....	104

## LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Número de SE's, LT's e alimentadores por regional .....	73
Tabela 5.2 – Quantidade de profissionais responsáveis pela manutenção de cada segmento nas regionais .....	74
Tabela 5.3 - Nº de anomalias encontradas no transformador 02T1 da SE BCB.....	95

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Exemplos de resultados mensuráveis e imensuráveis do TPM.....	22
Quadro 2.2 - As 12 etapas de implantação do TPM.....	24
Quadro 3.1 - Características das perdas esporádicas e crônicas .....	28
Quadro 3.2 - As 8 perdas principais de uma planta.....	30
Quadro 4.1 - Atividades do departamento de operação .....	39
Quadro 4.2 - Os sete passos da manutenção autônoma.....	41
Quadro 4.3 - Atividades do departamento de manutenção especializada .....	42
Quadro 4.4 - Passo a passo do programa de manutenção planejada .....	46
Quadro 4.5 - Correlação entre as etapas da manutenção planejada, manutenção autônoma e as fases para atingir a quebra zero. ....	48
Quadro 4.6 - Indicadores de avaliação das saídas do processo de produção.....	50
Quadro 4.7 - As 10 etapas da melhoria específica .....	50
Quadro 4.8 - Etapas de implantação de Educação e Treinamento .....	57
Quadro 4.9 - Etapas da criação e implantação de um sistema de controle inicial ....	60
Quadro 4.10- Etapas da criação e implantação de um sistema de controle inicial....	62
Quadro 4.11- Os cinco pilares de TPM nas áreas administrativas e de suporte .....	66
Quadro 4.12- Os cinco pilares de TPM nas áreas administrativas e de suporte .....	68
Quadro 5.1- Os cinco pilares de TPM nas áreas administrativas e de suporte .....	76
Quadro 5.2 - Temas estratégicos e objetivos impactados pelo TPM.....	80
Quadro 5.3 - Indicadores de desempenho do programa TPM.....	81
Quadro 5.4 - Fase de introdução .....	82
Quadro 5.5 - Fase de introdução .....	84
Quadro 5.6 - Fatores de avaliação para classificação de equipamentos de SE .....	98
Quadro 5.7 - Indicadores da manutenção planejada .....	100

## LISTA DE SIGLAS

TPM – *Total Productive Management* (Gestão Produtiva Total)

CEMAR – Companhia Energética do Maranhão

JIPM – *Japan Institute of Plant Maintenance*

MTBF - *Mean Time Between Failures* (Tempo médio entre falhas)

MTTR - *Mean Time Between Failures* (Tempo Médio para Reparo)

NBR– Norma Brasileira

PPM– Partes por milhão

AT – Alta Tensão

LT – Linha de Transmissão

SE – Subestação

RD – Rede de Distribuição

FMEA - *Failure Mode and Effects Analysis* (Análise do modo e efeito da falha)

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

Matriz QA – Matriz de Qualidade Assegurada

MA – Manutenção Autônoma

ME – Melhoria Específica

ET – Educação e Treinamento

CI – Controle Inicial

## SUMÁRIO

1	Introdução.....	15
2	Visão geral do TPM .....	17
2.1	Origem do TPM.....	17
2.2	Definição do TPM.....	19
2.3	Características e Objetivos do TPM.....	20
2.4	Efeitos do TPM.....	20
2.5	Fases de Implantação do TPM .....	21
3	Gestão de Perdas e a Quebra Zero.....	26
3.1	Conceitos e Tipos de Perda .....	26
3.2	Maximizando a Eficiência da Produção.....	28
3.3	As Oito Perdas Principais no Processo Contínuo .....	29
3.4	Definição e Tipos de Quebra.....	30
3.5	Conceitos e Princípios Básicos da Quebra Zero .....	32
3.6	A Filosofia da Quebra Zero .....	34
3.7	OPE – Rendimento Global da Planta .....	34
4	Os Pilares do TPM.....	36
4.1	Estrutura Organizacional e Diretrizes dos Pilares .....	36
4.2	Manutenção Autônoma .....	38
4.3	Manutenção Planejada.....	42
4.4	Melhoria Específica .....	49
4.5	Educação e Treinamento .....	55
4.6	Controle Inicial .....	58
4.7	Manutenção da Qualidade .....	61
4.8	TPM nas Áreas Administrativas e de Suporte .....	63

4.9	Segurança, Higiene e Meio Ambiente .....	67
5	TPM na CEMAR .....	69
5.1	Histórico da CEMAR .....	70
5.2	O Sistema Elétrico da CEMAR .....	71
5.3	Estrutura de Manutenção e Operação da CEMAR .....	72
5.4	A Escolha do TPM como Método de Gestão .....	75
5.5	Fase de Preparação.....	76
5.5.1	Decisão da alta administração.....	77
5.5.2	Treinamento inicial.....	77
5.5.3	Estrutura Organizacional do TPM.....	78
5.5.4	Estabelecer Diretrizes .....	78
5.5.5	Plano diretor .....	82
5.6	Fase de introdução.....	83
5.6.1	Partida do TPM.....	83
5.7	Fase de Implementação.....	84
5.7.1	Pilar Manutenção Autônoma .....	84
5.7.1.1	Escolha dos pilotos.....	85
5.7.1.2	Escolha dos grupos autônomos.....	86
5.7.1.3	As etapas da Manutenção Autônoma .....	86
5.7.1.4	Cronograma de implantação da manutenção autônoma.....	96
5.7.2	Pilar Manutenção Planejada .....	96
5.7.2.1	Escolha dos grupos.....	96
5.7.2.2	Etapas da Manutenção Planejada .....	97
5.7.2.3	Cronograma da manutenção planejada .....	102
5.7.3	Pilares ET, ME e CI.....	102

5.8	Principais ganhos e dificuldades na implantação do TPM .....	103
5.9	Perspectivas.....	106
6	Conclusão.....	107
6.1	Conclusões Gerais.....	107
6.2	Sugestões para Trabalhos Futuros.....	107
7	Referências.....	108
	ANEXOS .....	109



# 1 INTRODUÇÃO

Graças ao grande avanço da tecnologia, uma quantidade massiva de informação trafega por todo mundo em tempo real. Essa grande quantidade de informação disponível encoraja a fragmentação do mercado e acelera mudanças no estilo de vida dos consumidores, tornando-os cada vez mais exigentes.

O cenário montado torna o gerenciamento do negócio extremamente complexo. Para acompanhar esse turbilhão de mudanças, as companhias devem traçar metas e objetivos cada vez mais ousados, requisitando muitas vezes uma reforma no seu modo de gerenciar as pessoas e as atividades.

Ações como desenvolvimento de softwares específicos, implantação de normas internacionais, automatização de processos e utilização de robótica contribuem, sem dúvida, com o crescimento das empresas em meio a esse ambiente de grande competitividade. Entretanto, as instalações e os equipamentos não são suficientes para compor o sucesso dessas corporações.

O fator humano, baseado tanto na evolução da capacitação técnica quanto na otimização dos trabalhos executados pelas pessoas, é imprescindível para sucesso de qualquer companhia. Nesse cenário onde o capital humano é reconhecidamente essencial para alcançar resultados significativos, está inserido o TPM (*Total Productive Management* – Gestão Produtiva Total).

O TPM tem seu foco na capacitação do homem com relação aos equipamentos e processos com os quais ele lida diariamente, buscando extrair o melhor dessa relação. É exatamente através dessa maior aproximação, maior conhecimento por parte do operador que se colhe frutos como a redução geral das perdas (especialmente as quebras), fator essencial para alavancar os resultados de uma companhia.

O método tem comprovado sucesso, tanto no âmbito nacional quanto internacional. Empresas como a Johnson & Johnson, a Sandvik e a Eletronorte são alguns dos muitos exemplos de companhias em nosso país que adotaram a

metodologia e obtiveram resultados significantes. Todas elas enraizaram na sua cultura os conceitos trazidos pelo TPM. Porém, como toda mudança de cultura requer, foi determinante a alteração no comportamento e o envolvimento de todos para a transformação do panorama onde elas se encontravam. Esses são fatores fundamentais para o sucesso do TPM.

A CEMAR, companhia responsável pela distribuição de energia elétrica no estado do Maranhão, também está inserida nesse ambiente desafiador, onde as exigências são cada vez maiores. Tendo como exemplo a Eletronorte, que aplicou o TPM com sucesso na geração hidráulica de energia, a CEMAR busca ser pioneira no segmento de distribuição de energia elétrica no Brasil a implantar com consistência todos os conceitos da metodologia TPM. Neste trabalho, faremos um estudo de como o processo está sendo implementado na CEMAR, retratando a sua evolução, dificuldades, resultados obtidos e fazendo considerações sobre as perspectivas que a companhia deseja alcançar com relação à metodologia.

Este trabalho é composto por 6 capítulos:

**Capítulo 1** – Contextualiza o cenário onde o TPM está inserido, ressaltando características importantes da metodologia e revela a experiência da CEMAR como caso de estudo do presente trabalho.

**Capítulo 2** – Contempla uma visão geral sobre o método TPM, discorrendo sobre sua origem, características, benefícios e fases gerais de implantação em uma empresa.

**Capítulo 3** – Destaca as perdas no processo de produção, com ênfase na quebra dos equipamentos; aborda o indicador de eficiência OPE, detalhando sua forma de cálculo.

**Capítulo 4** – Descreve os 8 pilares do TPM, deixando claro os objetivos de cada um e relacionando as etapas pelas quais deve-se passar para alcançá-los.

**Capítulo 5** – Aborda a implantação do TPM na CEMAR, começando pela escolha da metodologia até os resultados já obtidos.

**Capítulo 6** – Apresenta as conclusões a partir do estudo feito.

## 2 VISÃO GERAL DO TPM

### 2.1 Origem do TPM

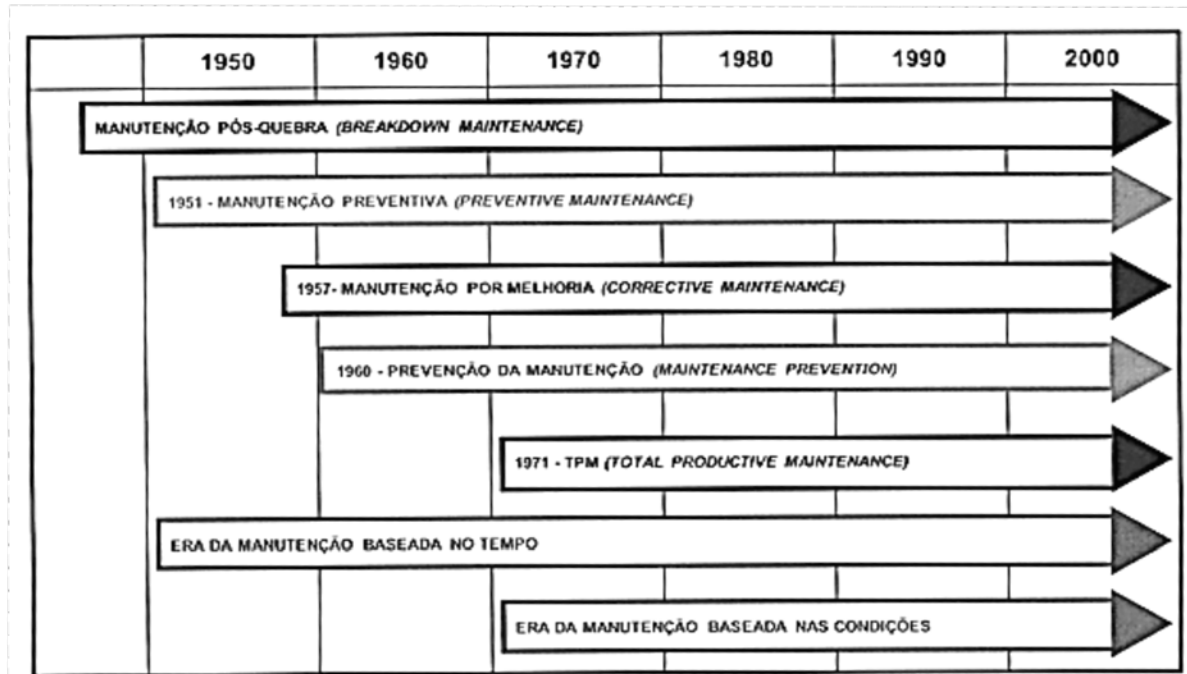
Diversos conceitos de manutenção surgiam e se desenvolviam nos Estados Unidos no início do século XX e acabavam por influenciar as filosofias de manutenção adotadas em outros países ao redor do mundo. No início da década de 50, as indústrias de processo no Japão começavam a se reerguer após a Segunda Guerra Mundial quando foi introduzido no país o conceito de Manutenção Preventiva (PM – *Preventive Maintenance*), advindo dos Estados Unidos.

A Manutenção Preventiva se aplica ao equipamento como a medicina preventiva se aplica aos seres humanos. Seu objetivo é prevenir a quebra/falha do equipamento (assim como a medicina preventiva previne a doença no homem), prolongando a sua vida útil. Isso era vital para as indústrias de processo japonesas pois o seu sucesso dependia quase que inteiramente no estado da planta e dos equipamentos.

Após o advento da Manutenção Preventiva, outros conceitos foram sendo introduzidos gradativamente no Japão. A Manutenção por Melhoria (CM – *Corrective Maintenance*), introduzida no Japão em 1957, tinha como fundamento a realização de melhorias no equipamento a fim de evitar a que falha (aumento da confiabilidade) ou facilitar a manutenção (aumento da manutenibilidade). A Prevenção da Manutenção (MP – *Maintenance Prevention*) visava à elaboração de projetos de novos equipamentos que não necessitassem de manutenção, sendo introduzida no Japão em 1960.

Em 1960 surgiu a Manutenção Produtiva, conceito que mesclava os princípios da Manutenção Preventiva, por Melhoria e da Prevenção da Manutenção e buscava aumentar mais ainda a produtividade dos equipamentos. A figura 2.1 mostra a evolução dos tipos de manutenção no Japão.

**Figura 2.1 – Evolução dos tipos de manutenção no Japão**



Fonte: *Loss Prevention*, (2011).

Paralelo ao desenvolvimento dos sistemas de manutenção produtiva e preventiva nas indústrias de processo, as indústrias de fabricação e montagem do Japão tinham o seu grande foco em tornar o trabalho cada menos exaustivo, o que era conseguido através do intenso processo de automação e sofisticação dos equipamentos desse tipo de indústria. Essa tendência, somada ao advento do sistema de produção Just in Time, fez crescer o interesse em um sistema de gestão da manutenção mais robusto nas indústrias de fabricação e montagem. Nesse momento nascia o TPM – *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total), uma abordagem japonesa para o sistema de manutenção produtiva que envolvia todos os empregados da indústria.

O TPM desenvolveu-se inicialmente nas indústrias de fabricação e montagem, mais precisamente no ramo automobilístico. Empresas como Toyota, Nissan, Mazda, além de suas filiais e fornecedores, rapidamente incorporaram à sua cultura a nova metodologia. Posteriormente empresas de outros ramos também aderiram à novidade.

Pioneiras na aplicação da manutenção preventiva no Japão, as indústrias de processo seguiram a mesma tendência das indústrias de fabricação e montagem e começaram a aplicar o TPM. A metodologia logo se espalhou para diversos ramos da indústria, como o alimentício, farmacêutico, gás, cimento, entre outros. O grande foco da metodologia naquela época eram os departamentos ligados diretamente aos equipamentos, como o setor de produção. Com a evolução da técnica, outros departamentos que participavam ativamente do suporte à produção também passaram a aplicar a metodologia, aumentando assim a efetividade dos seus próprios processos.

Outra tendência foi a aplicação do TPM nos departamentos de projeto e desenvolvimento, destacando a importância de considerar, ainda na fase de desenvolvimento dos produtos, os processos de produção e os equipamentos utilizados, visando simplificar a produção, assegurar a qualidade e reduzir a espera pelo lançamento de novos produtos, algo de grande importância nos dias de hoje devido a grande variedade de produtos existentes no mercado e o seu ciclo de vida cada vez mais curto.

## **2.2 Definição do TPM**

Segundo Suzuki (1994), devido o alvo do TPM inicialmente ser os departamentos de produção das indústrias, a JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) definiu a metodologia a princípio incluindo as seguintes estratégias:

- Maximizar a eficiência dos equipamentos;
- Estabelecer um sistema de manutenção preventiva que contemple toda a vida do equipamento;
- Envolver todos os departamentos que estejam ligados ao equipamento;
- Promover a manutenção preventiva através da gestão motivacional, como por exemplo, formando pequenos grupos autônomos entre os operadores e mantenedores.

A evolução da metodologia, passando ser aplicada em toda a empresa, inclusive nas áreas administrativas e departamentos de vendas, fez com que a JIPM introduzisse em 1989 uma nova definição do TPM, incluindo os seguintes aspectos:

- Construir um ambiente corporativo que maximize as saídas do sistema de produção;
- Usar uma abordagem para o chão de fábrica, construindo uma organização que previna todo tipo de perda, reduzindo a zero o número de acidentes, defeitos e falhas;
- Envolver todos os departamentos na implementação do TPM, incluindo o de desenvolvimento, vendas e administrativo;
- Envolver todos os colaboradores, desde a alta direção até o chão de fábrica;
- Chegar à perda zero através da formação de vários pequenos grupos de atividade por toda a empresa.

Atualmente, a letra “M” da sigla TPM refere-se a *management* (gerenciamento). A troca de manutenção por gerenciamento evidencia a ampliação do alcance do método, sendo aplicado também nos departamentos administrativos da empresa. Na prática, a metodologia apresenta um sistema capaz de gerenciar toda a empresa, passando pela maximização da eficiência dos equipamentos da planta até o auxílio na tomada de decisões por parte da alta direção.

### **2.3 Características e Objetivos do TPM**

De acordo com a *Loss Prevention* (2011), as principais características do TPM são as seguintes:

- Plena participação de todos os departamentos e colaboradores;
- Eliminação de todas as perdas, estabelecendo metas que busquem zerar os problemas;
- Desenvolver a mentalidade das pessoas, utilizando o equipamento como material de aprendizado;
- Trabalhar com rigor e continuidade;
- Realizar as atividades nos locais onde as perdas ocorrem;

- Tornar o TPM parte da rotina de trabalho;
- Evidenciar o que está sendo feito, tornando visível através dos quadros de atividades, por exemplo;
- Reduzir custos. O TPM deve ser lucrativo para o seu sucesso em uma empresa.

O livro *Total Productive Maintenance in America* (1995) enfatiza que o TPM não é algo simplificado, como um simples projeto ou algo passageiro. É algo maior, baseado na sinergia e na interdependência de todos os setores para que os objetivos sejam alcançados.

TPM não é tanto tecnologia como quanto é mentalidade, quebra de paradigmas, hábitos, conhecimento, habilidades e crenças. Coisas delicadas. (*Total Productive Maintenance in America*, 1995, p. 8).

O objetivo principal do TPM é a eliminação de todas as perdas. Exemplos de perdas são os acidentes, defeitos, quebras, etc. Dentre estas perdas, a que traz maior desdobramento para a estrutura empresarial são as quebras. Acidentes graves e defeitos nos processos ou produtos geralmente estão associados à quebra do equipamento. No caso dos acidentes, a grande maioria acontece durante a execução de reparos após uma quebra. Os defeitos nos processos ou produtos ocorrem majoritariamente quando são realizadas alterações nas condições operacionais padrões dos equipamentos decorrentes de um retorno à operação após a realização de um reparo. Posto isso, é seguro afirmar que para atingir acidente zero, defeito zero e custo zero, o foco inicial de atuação deve ser a quebra zero.

## **2.4 Efeitos do TPM**

Os efeitos do TPM nas empresas que incorporam a metodologia na sua cultura podem ser vistos nos resultados de destaque alcançados, na visível transformação do ambiente de trabalho e na capacitação dos profissionais de manutenção e operação, aumentando o seu conhecimento e habilidade com relação aos equipamentos da planta.

Dentre os surpreendentes resultados alcançados podemos destacar a redução das avarias nos equipamentos, minimização da inatividade e das pequenas paradas, diminuição dos defeitos de qualidade e das reclamações, etc. A prática do TPM transforma um local de trabalho desagradável, sujo e bagunçado em um local saudável para que as pessoas exerçam suas atividades. Outra transformação se dá nas pessoas. Os trabalhadores ficam mais motivados; o conhecimento que eles adquirem através de uma maior aproximação do equipamento amplia seus horizontes e os leva a sempre querer aprender mais e mais.

Podemos dividir os efeitos do TPM entre tangíveis e intangíveis. O quadro 2.1 traz exemplos desses efeitos para uma companhia:

**Quadro 2.1 – Exemplos de resultados mensuráveis e imensuráveis do TPM**

<b>Resultados Tangíveis</b>	
<b>P</b>	<b>Produtividade líquida aumentada em 1,5 a 2 vezes</b>
	<b>Redução de 1/10 a 1/250 do número total de quebras</b>
	<b>Aumento na eficiência global da planta em 1,5 a 2 vezes</b>
<b>Q</b>	<b>Taxa de defeito nos processos reduzida em 90%</b>
	<b>Queda de 75% na taxa de reclamação de clientes</b>
<b>C</b>	<b>Queda nos custos de produção de 30%</b>
<b>D</b>	<b>Redução de estoques em 50%</b>
<b>S</b>	<b>Número de acidentes com afastamento zerado</b>
	<b>Número de incidentes de poluição zerados</b>
<b>M</b>	<b>Número de sugestões de melhoria aumentado em 5 a 10x</b>
<b>Resultados Intangíveis</b>	
<b>Autogestão plena - os operários assumem a responsabilidade do equipamento, cuidando deles por conta própria sem a ter que receber orientações.</b>	
<b>Eliminação das quebras e dos defeitos, inspirando nos colaboradores confiança e atitudes proativas.</b>	
<b>Tornar ambientes de trabalho que antes eram sujos, encardidos e oleosos em ambientes bastantes limpos, brilhantes e agradáveis.</b>	
<b>Passar aos visitantes da planta uma melhor imagem da companhia e com isso ganhar novos clientes.</b>	

Fonte: Suzuki, 1994



Produtividade (P), Qualidade (Q), Custo (C), Tempo de entrega/Inventário (D), Segurança e meio ambiente (S) e Moral (M) são indicadores globais de um sistema de produção fortemente afetados positivamente pelo TPM.

## **2.5 FASES DE IMPLANTAÇÃO DO TPM**

Segundo a *Loss Prevention* (2011), o TPM pode ser adotado como modelo de gestão de toda empresa, mas também pode ser aplicado em um departamento específico, em uma célula de manufatura ou em uma linha produtiva, conforme os critérios adotados pela própria empresa (necessidade de mercado, custo, equipamento, critério, desafios).

O tempo para implantação da metodologia depende basicamente de 3 fatores:

- Situação atual da empresa;
- Estado de conservação dos equipamentos;
- Cultura e comportamento das pessoas.

A implantação do TPM em uma empresa pode ser dividida em 4 etapas: Preparação, Introdução, Implementação e Consolidação. De forma a garantir a consistência e a continuidade do programa, essas 4 fases são distribuídas em 12 etapas de desenvolvimento. O quadro 2.2 detalha cada uma dessas etapas.

**Quadro 2.2 – As 12 etapas de implantação do TPM**

<b>FASES</b>	<b>ETAPAS</b>	<b>ELEMENTOS BÁSICOS</b>
<b>Preparação</b>	1. Decisão da alta administração	Comprometimento da alta direção;
	2. Treinamento Inicial	Cursos/Palestras para todos os níveis hierárquicos;
	3. Estrutura organizacional do TPM	Formação de comitês e subcomitês;
	4. Estabelecer diretrizes	Objetivos, indicadores e metas
	5. Plano diretor	Planejamento para Implantação;
<b>Introdução</b>	6. Partida do TPM	Comunicação formal das diretrizes
<b>Implementação</b>	7. Estruturação dos pilares para confiabilidade do sistema produtivo	Busca da máxima eficiência dos equipamentos já existentes;
	7.1 Melhoria Específica	Eliminar grandes perdas através de pequenos grupos multifuncionais;
	7.2 Manutenção Autônoma	Aumento da capacitação técnica do operador;
	7.3 Manutenção Planejada	Quebra zero, restauração e confiabilidade;
	7.4 Educação e Treinamento	Elevar os níveis de conhecimento, promovendo mudança cultural e reeducação;
	8. Controle Inicial	Minimização das ineficiências em novos produtos, processos e equipamentos;
<b>Implementação</b>	9. Manutenção da Qualidade	Eliminar defeitos em produtos, defeito zero;
	10. TPM nos Departamentos Administrativos	Maximização da eficiência administrativa, informações confiáveis;
	11. Segurança, Higiene e Meio Ambiente	Zero acidentes, zero poluição;
<b>Consolidação</b>	12. Aprimoramento	Corrigir desvios e buscar novas metas.

Fonte: *Loss Prevention* (2011)

Na fase de preparação, é vital que a base do programa TPM seja construída com bastante cuidado e de forma sólida. O planejamento nessa fase inicial é essencial para evitar repetidas modificações e correções durante a fase de implementação. Após a preparação vem a fase de introdução, onde é importante que a alta direção reafirme seu comprometimento na implementação do TPM e apresente o planejamento e o trabalho desenvolvido durante a fase de preparação.

A fase de implementação consiste na consolidação dos pilares da metodologia TPM na empresa. A ordem e o momento das atividades desenvolvidas

nessa fase devem estar de acordo com características particulares da companhia, divisão ou planta onde está sendo aplicada a metodologia.

Depois de implementada a metodologia, cabe à empresa manter os níveis alcançados e refinar o programa. É a fase da consolidação. O crescimento contínuo de uma empresa está diretamente ligado a perseguição de metas cada vez mais arrojadas, exigindo que o sistema de gestão, no caso o TPM, evolua junto, dando o suporte necessário para que os objetivos sejam atingidos.

### **3 GESTÃO DE PERDAS E A QUEBRA ZERO**

#### **3.1 Conceitos e Tipos de Perda**

Segundo a *Loss Prevention* (2011), caracteriza-se como perda qualquer desvio entre a condição ideal e a situação atual. Por exemplo, um equipamento de uma fábrica que produz 100 produtos por hora, entretanto 10% são defeituosos; considerando que a meta seja defeito zero, a perda neste caso seria de dez produtos.

Para o TPM, as condições ideais que devem ser atingidas são sempre o melhor cenário possível. Quebra zero, acidente zero, melhor valor de projeto e melhor referência mundial, por exemplo, são notoriamente condições difíceis de serem atingidas. Porém, apenas o fato de acreditar já é um passo importantíssimo para o êxito do TPM dentro de uma empresa.

De forma geral, podemos dividir as perdas em duas categorias: crônicas e esporádicas.

##### **a) Perdas crônicas**

São causadas por defeitos ocultos nos equipamentos, componentes e métodos, ocorrendo repetidamente dentro de um intervalo de tempo. Para melhorar a efetividade da fábrica é necessário eliminar completamente as perdas crônicas e os defeitos ocultos.

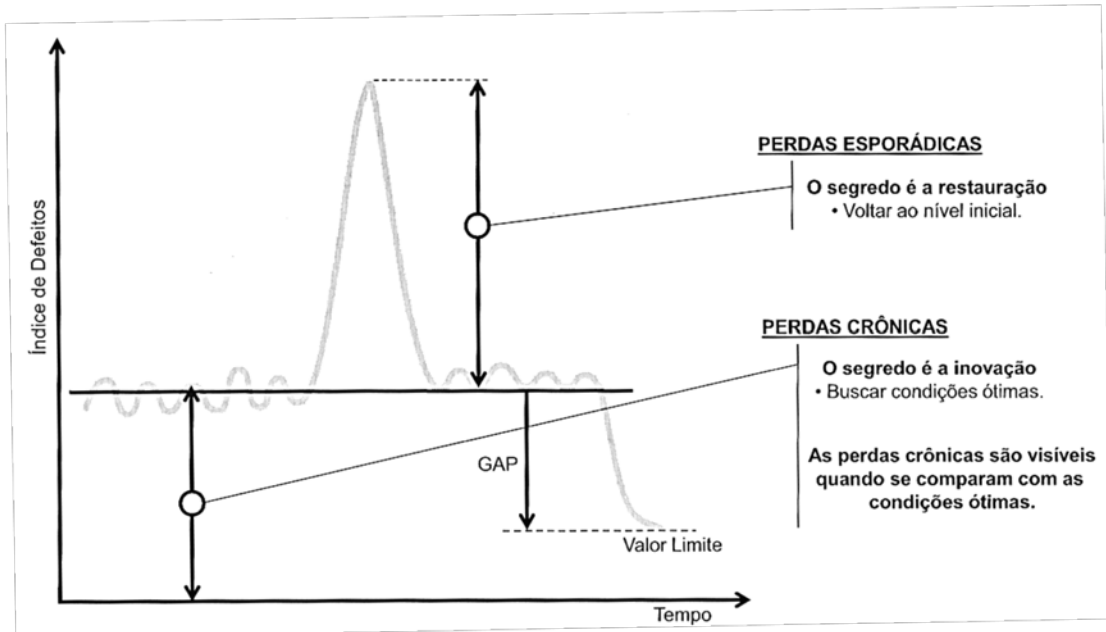
##### **b) Perdas esporádicas**

São aquelas poucas frequentes, que causam a quebra repentina do equipamento ou perda na qualidade. É onde normalmente o trabalho da manutenção é focado.

Para eliminar as perdas esporádicas é necessário reestabelecer as condições básicas dos equipamentos, visto que eles sofrem alterações durante a sua vida operacional (adaptações, peças não originais, etc.). Restaurando as condições normais dos equipamentos da planta, o nível de perdas esporádicas tende a

normalizar. O combate às perdas classificadas como crônicas requer o chamado “pensar fora da caixa”. É necessário analisar profundamente o problema, pois a causa raiz se encontra na estrutura do equipamento e nos métodos utilizados. Uma ação baseada em uma análise superficial provavelmente não elimine a causa raiz do problema. A figura 3.1 ilustra as perdas esporádicas e crônicas.

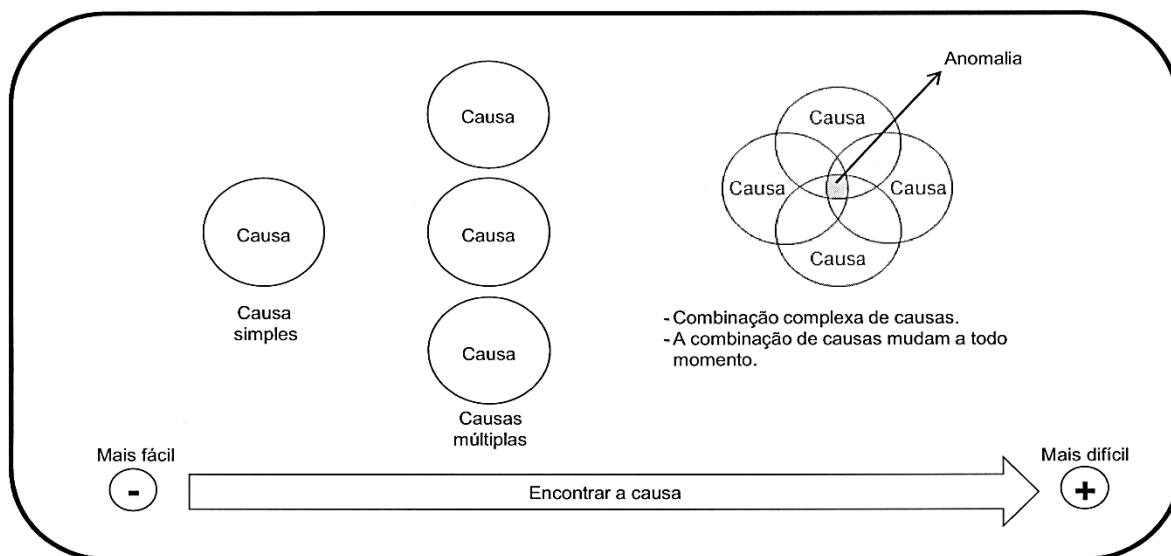
**Figura 3.1 – Perdas Crônicas e Perdas Esporádicas**



**Fonte:** *Loss Prevention*, (2011).

A grande variação nas possíveis causas para os problemas crônicos implica em diversas combinações de fenômenos possíveis. Portanto, é sempre mais prudente afirmar que não se conhece a verdadeira causa do problema, evitando-se o risco de desenvolver uma solução eficaz para uma determinada situação enquanto ainda existem outras ocultas que precisam ser estudadas. A figura 3.2 ilustra a crescente dificuldade quando se tem várias causas prováveis para uma dada anomalia.

**Figura 3.2 – Causas de Perdas Crônicas**



Fonte: *Loss Prevention*, (2011).

A tabela 3.1 reúne todas as principais características das perdas esporádicas e crônicas.

**Quadro 3.1 – Características das perdas esporádicas e crônicas**

Perdas esporádicas	Perdas crônicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ São visíveis</li> <li>➔ Tem causas claras</li> <li>➔ Custo alto</li> <li>➔ Baixa incidência</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ São normalmente latentes (ocultas)</li> <li>➔ Causam perdas insignificantes cada vez que ocorrem</li> <li>➔ Ocorrem com frequência</li> <li>➔ São de fácil restauração pelos operadores</li> <li>➔ Raramente chegam ao conhecimento dos supervisores</li> <li>➔ São difíceis de quantificar</li> <li>➔ Devem ser detectados realizando-se comparações com as condições ótimas</li> </ul>

Fonte: *Loss Prevention*, 2011.

### 3.2 Maximizando a Eficiência da Produção

No processo contínuo (caso de uma empresa de distribuição de energia elétrica, objeto de discussão no capítulo 5), o produto é o resultado final de uma rede interligada de equipamentos que forma a planta. Devido a essa integração de equipamentos, é mais importante aumentar a eficiência global da planta do que focar exclusivamente na eficiência de um equipamento.

O crescimento da eficiência da produção de uma planta perpassa pelos seguintes pontos: maximizar a eficiência global da planta (equipamentos), eficiência do combustível e da matéria prima utilizada (materiais), eficiência do trabalho (pessoas) e eficiência da gestão (métodos). Isso é alcançado através da análise das entradas do processo de produção (equipamentos, materiais, pessoas e métodos) e da identificação e eliminação das perdas associadas com cada um deles para maximização das saídas do processo.

### **3.3 As Oito Perdas Principais no Processo Contínuo**

Segundo Suzuki (1994), as perdas listadas abaixo são os principais impeditivos para qualquer planta atingir a máxima eficiência:

1. Parada programada
2. Ajuste da produção
3. Falhas de equipamentos
4. Falhas de processo
5. Perda normal de produção
6. Perda anormal de produção
7. Defeitos de qualidade
8. Reprocessamento

O quadro 3.2 traz um resumo com as definições e exemplos para cada uma das oito perdas.

**Quadro 3.2 – As 8 perdas principais de uma planta**

(continua)

<b>Tipo de Perda</b>	<b>Definição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Exemplos</b>
1. Perdas por paradas	Tempo perdido quando a produção para quando existe uma programação da manutenção	Dias	Paradas de manutenção, inspeções e reparos reais;
2. Perdas por ajuste da produção	Tempo perdido quando mudanças no suprimento ou na demanda requerem ajustes na programação da produção	Dias	Paradas para ajuste da produção, paradas para redução de estoque;
3. Paradas por falha de equipamento	Tempo perdido quando existe uma perda repentina das funções nominais do equipamento	Horas	Queima de um transformador, falha de um religador, etc.;
4. Falhas no processo	Tempo perdido quando existe uma parada devido a fatores externos como mudanças nas características físico-químicas do material que está sendo processado, erros de operação, matéria-prima defeituosa, etc.;	Horas	Vazamento, corrosão, erros de operação, etc.;
5. Perdas normais na produção	Perda de tempo e ritmo da produção no momento da inicialização, de paradas e trocas de produtos;	Porcentagem de diminuição da taxa de produção, horas	Diminuição da taxa de produção durante os períodos de aquecimento depois da inicialização, períodos de desaceleração antes de uma parada;
6. Perdas anormais na produção	Perda na taxa de produção quando a planta opera abaixo do nível desejado devido ao funcionamento defeituoso dos equipamentos ou anomalias em geral;	Porcentagem de diminuição da taxa de produção	Operação muito abaixo da plena carga, operação com baixa velocidade e operação abaixo do padrão de produção normal;
7. Perdas por defeitos de qualidade	Perdas devido a produção de itens fora da especificação;	Horas, toneladas, reais	Perdas físicas, financeiras e de tempo devido a produção de itens que não atendem aos padrões de qualidade;



### Quadro 3.2 – As 8 perdas principais de uma planta

(conclusão)

Tipo de Perda	Definição	Unidade	Exemplos
8. Perdas de reprocessamento	Perdas de reprocessamento devido a realimentação do processo com materiais já utilizados	Horas, toneladas, reais	Reciclar produtos não conformes do final do processo para o começo, com o objetivo de torna-los aceitáveis;

Fonte: Suzuki (1994)

Conforme dito no capítulo 2, a quebra/falha dos equipamentos é a perda que traz maiores desdobramentos para a estrutura empresarial. Por este motivo ela será mais explorada nos próximos itens.

#### 3.4 Definição e Tipos de Quebra

Segundo a *Loss Prevention* (2011), uma máquina é considerada quebrada quando não está em condições de cumprir a função para qual foi concebida (desempenhar sua função no tempo programado).

São dois os tipos de quebras que acontecem no equipamento: parada de função e interrupção da função.

- **Parada de função:** quebra com interrupção da operação; trata-se da parada total da máquina, tornando-se impossível opera-la devido à impossibilidade de funcionamento ou impossibilidade de produzir produtos dentro do prazo.
- **Redução da função:** quebra com degeneração da função básica; trata-se de problemas que não impedem o funcionamento da máquina, mas que causam perdas como defeitos nos produtos, pequenas paradas e quedas de velocidade. A temperatura excessiva, que permite o funcionamento, porém abaixo da velocidade nominal e a falha no automático, que permite a operação manual, porém com

queda de produção, são exemplos de fatores que levam a redução da função nos equipamentos.

### 3.5 Conceitos e Princípios Básicos da Quebra Zero

O ponto de partida para erradicar as quebras do dia a dia de uma empresa é trabalhar sobre o homem, conscientizando que as quebras são resultantes do manuseio imposto por ele sobre o equipamento. Deve-se quebrar o paradigma de que as quebras são inevitáveis, pois sempre pode ser feito algo para proteger o equipamento contra as mesmas.

Nesse contexto temos o conceito da quebra zero, fundamental dentro do TPM:

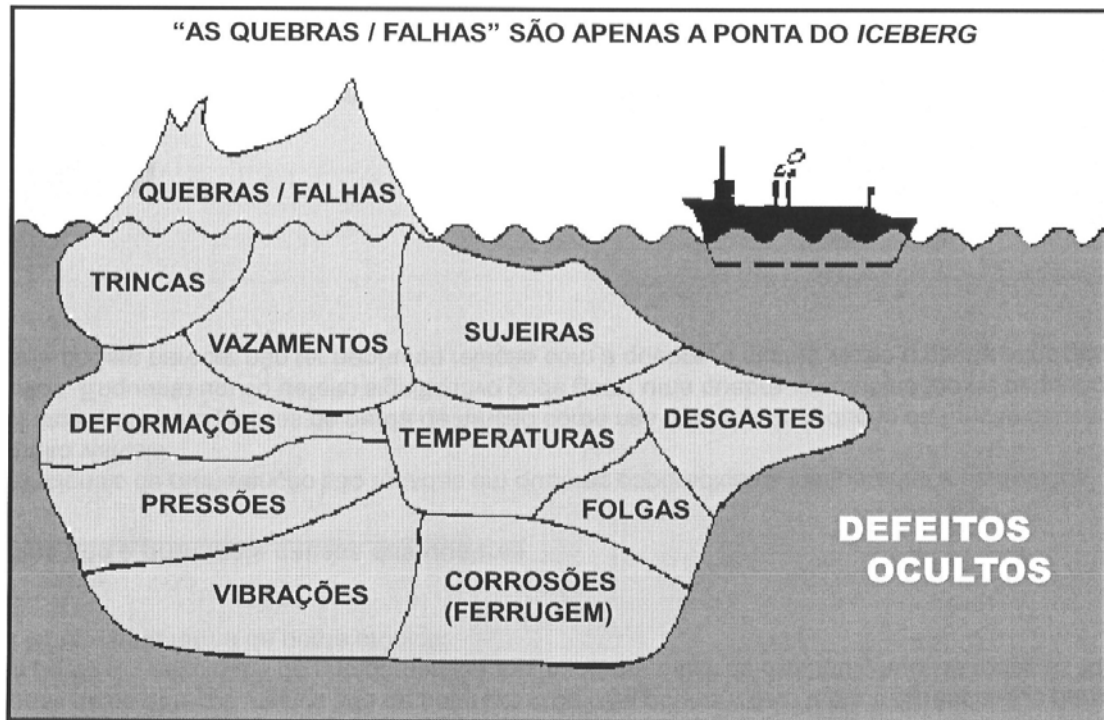
**Quebra zero** – A máquina não pode quebrar ou parar durante o período no qual ela está programada para operar.

A quebra zero não exige que a máquina permaneça em funcionamento 24 horas por dia durante 365 dias por ano; é de extrema importância não só planejar o controle de produção, mas também planejar o tempo ideal de intervenções para manutenção. (*Loss Prevention*, 2011, p.11-3)

O princípio básico para chegar à quebra zero é identificar todos os defeitos que influenciam na degeneração do equipamento, antes que eles se tornem uma falha. A manutenção autônoma, um dos pilares do TPM, ensina a como tornar evidentes os defeitos que antes passavam despercebidos.

Os defeitos que por algum motivo não são observados e permanecem nos equipamentos causando futuras quebras são chamados defeitos ocultos. Esses defeitos são as principais causas das perdas crônicas e ocorrem com tanta frequência que parecem “normais”. A figura 3.3 ilustra os defeitos ocultos que estão por trás das quebras / falhas.

**Figura 3.3 – A origem das Quebras / Falhas**



**Fonte:** *Loss Prevention*, (2011).

Para o TPM esses defeitos devem ser considerados. A metodologia diz que se deve atuar tanto nas quebras de perda de função como nas quebras de redução de função causadas por defeitos ocultos. Segundo a *Loss Prevention* (2011), enquanto um só defeito significativo pode gerar uma quebra, a combinação de pequenos defeitos ocultos, que podem parecer não ter nenhuma relação com a quebra, é muitas vezes a causa principal.

Sem dúvidas a eliminação desses defeitos é um desafio para os setores de manutenção e operação. É necessária uma mudança de foco na resolução dos problemas, concentrando esforços não apenas nos defeitos individuais óbvios, mas sim no conjunto de defeitos ocultos, aproximando-se mais da solução definitiva do problema. Para o TPM, não basta tratar de forma paliativa os efeitos visíveis dos defeitos ocultos, pois a participação desses nas perdas pode ser complexa e contínua.

### **3.6 A Filosofia da Quebra Zero**

O TPM determina seis medidas para alcançar a quebra zero nos equipamentos:

1. Estabelecer as condições básicas;
2. Cumprir as condições de operação;
3. Restaurar as deteriorações;
4. Eliminar as condições externas que provocam uma deterioração acelerada;
5. Corrigir as deficiências de projeto;
6. Incrementar a capacitação técnica.

Para obter êxito, uma empresa não deve tentar por em prática todas essas medidas de uma só vez. A metodologia diz que é mais efetivo dividir em quatro etapas, de forma a estabelecer um progresso consistente em direção à quebra zero.

As quatro etapas estão integradas a construção dos sistemas de manutenção planejada e manutenção autônoma e possuem os seguintes temas:

1. Reduzir a variação nos intervalos de falha;
2. Aumentar a vida útil dos equipamentos;
3. Restaurar periodicamente as deteriorações;
4. Predizer a vida útil dos equipamentos.

### **3.7 OPE – Rendimento Global da Planta**

No processo contínuo, deve-se extrair dos equipamentos o seu melhor desempenho para maximizar a eficiência da planta. O rendimento global é alavancado através da eliminação de tudo que possa atrapalhar esse processo, ou seja, deve-se levar a planta ao seu pico operacional e manter esse estado. Isso pode ser alcançado através da eliminação ou pelo menos minimização de alguns fatores como falhas, defeitos ou problemas, que podem diminuir o desempenho da planta.

Um bom indicador para medir esse desempenho é o OPE (*Overall Plant Effectiveness* – Rendimento Global da Planta). Ele avalia a condição da planta levando em conta o tempo de operação, desempenho e a qualidade.

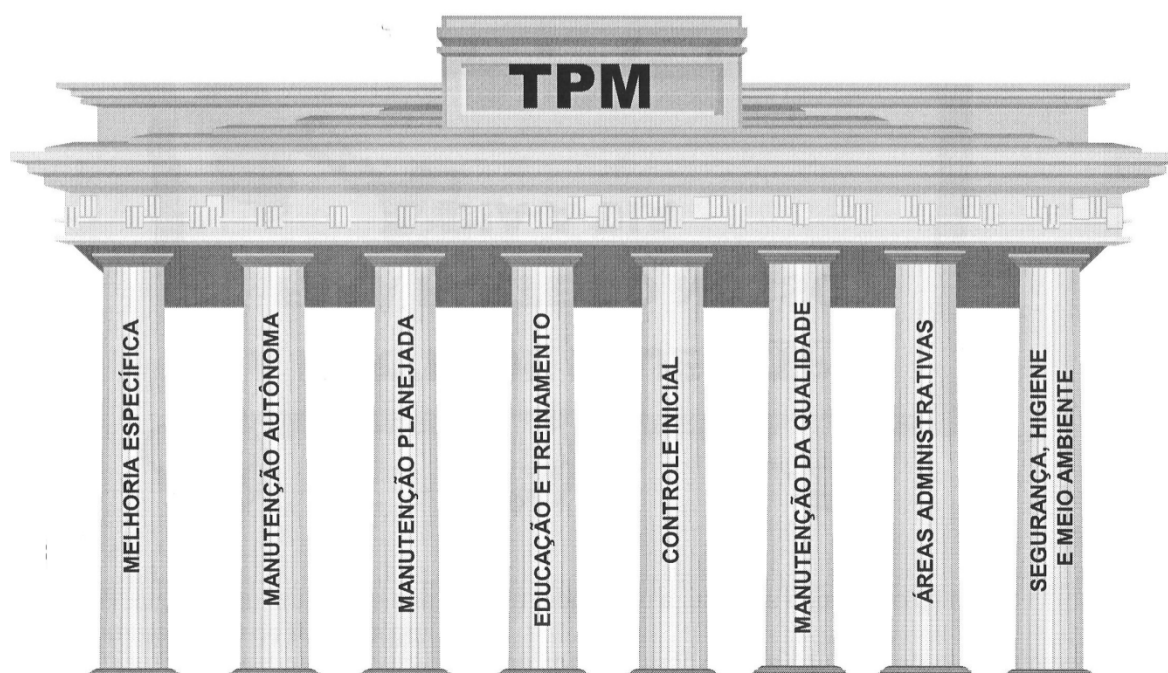
O OPE é o resultado do produto entre os índices de disponibilidade, desempenho e qualidade. Seu procedimento de cálculo é detalhado no ANEXO A.

## 4 OS PILARES DO TPM

### 4.1 Estrutura Organizacional e Diretrizes dos Pilares

A fase da implementação compreende a execução de atividades que levem a empresa a atingir os objetivos do TPM de forma efetiva e eficiente. Apesar de algumas companhias escolherem caminhos ligeiramente diferentes, a metodologia tradicional elenca oito pilares que, se propriamente seguidos, são a base para o sucesso do TPM em qualquer empresa. A figura 4.1 ilustra todos os pilares da metodologia TPM.

**Figura 4.1** – Pilares do TPM

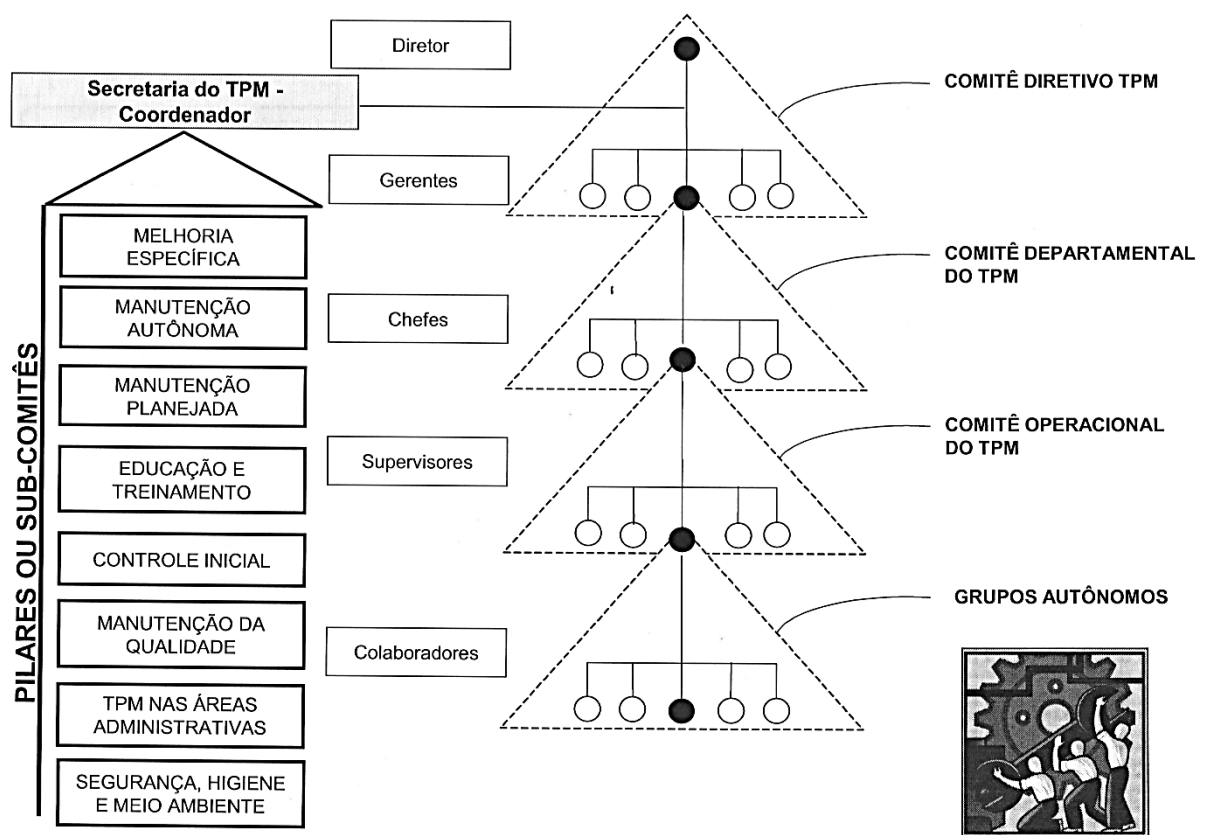


**Fonte:** *Loss Prevention*, (2011).

Cada pilar conta com uma estrutura onde existe um líder responsável por coordenar as atividades. Este líder, juntamente com outras pessoas escolhidas para fazer parte do pilar, será responsável por aplicar os conceitos da metodologia por meio de ações adaptadas a realidade da empresa.

Para colocar em prática as atividades planejadas pelos pilares, é criada uma estrutura formada pela sobreposição de vários pequenos grupos. Essa estrutura aproveita a já existente em uma empresa, onde cada seção possui um líder que responde a uma seção superior, chegando até a alta direção. Segundo Suzuki (1994), esse sistema é extremamente eficaz para a implantação da política e dos objetivos da alta direção por toda a organização. A figura 4.2 ilustra essa estrutura organizacional.

**Figura 4.2 – Estrutura Organizacional para o TPM**

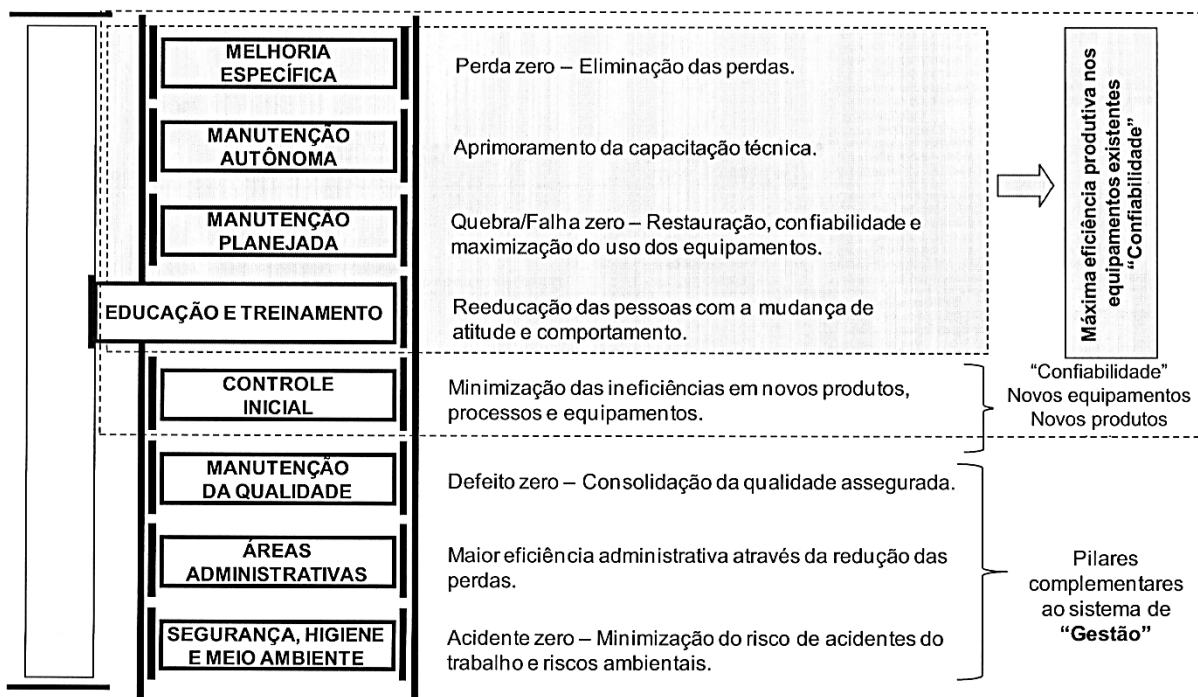


Fonte: Loss Prevention, (2011).

A secretaria do TPM exerce papel importante no desenvolvimento de estratégias para promover o TPM por toda companhia. Sua função inclui preparar o plano diretor do TPM e coordenar sua promoção, idealizando caminhos para manter o programa sempre no rumo certo, encabeçando campanhas específicas para as áreas, disseminando informação e organizando a parte de publicidade. A JIPM recomenda que, para que cumpra seu papel de forma eficiente, a secretaria seja composta por um grupo permanente, dedicado em tempo integral ao programa TPM.

Cada pilar será abordado individualmente nos próximos itens. A figura 4.3 resume as principais diretrizes dos pilares.

**Figuras 4.3 – Diretrizes dos Pilares**



Fonte: *Loss Prevention*, (2011).

## 4.2 Manutenção Autônoma

A manutenção autônoma é um dos alicerces mais importantes de um programa de implantação do TPM. Suzuki (1994) afirma que são três os fatores fundamentais para o sucesso do pilar: profundidade, continuidade e uma boa integração com os pilares da melhoria específica e educação e treinamento. Acrescenta-se a grande importância da integração com o pilar manutenção planejada, simbolizando a união que deve haver entre a manutenção e operação.

A manutenção autônoma inclui todas as atividades realizadas pela operação que tem a função de manter os equipamentos, tendo como objetivo manter a planta funcionando de forma eficiente e estável para que as metas de produção sejam atingidas. Os objetivos da manutenção autônoma são:



- Evitar a deterioração do equipamento através da sua correta operação e de inspeções diárias;
- Trazer o equipamento ao seu estado ideal através da restauração e do seu correto gerenciamento;
- Estabelecer as condições básicas necessárias para conservar o equipamento sempre em um bom estado;
- Usar o equipamento como um meio para ensinar as pessoas novas formas de pensar e trabalhar.

O grande foco do pilar manutenção autônoma é trabalhar em cima da mudança de atitude dos operadores. Através da capacitação, o operador terá maior conhecimento sobre a máquina que está operando, inspirando um sentimento de propriedade sobre o equipamento. Com isso, o operador será capaz de prever sinais de defeito/falha nos equipamentos, bem como tomar ações para que se evite que esses sinais venham a se tornar problemas graves no futuro.

Com toda essa mudança na forma de pensar e trabalhar, fica para trás a concepção de que a operação simplesmente opera, e a manutenção conserta. Os dois setores devem juntar forças e remover qualquer barreira que impeça o entendimento e o trabalho em conjunto, visando o objetivo maior que é chegar à falha zero e um ambiente de trabalho sem problemas.

De acordo com Sukuzi (1994), o programa de manutenção autônoma deve ser construído com base em três tipos de atividade, detalhadas no quadro 4.1:

**Quadro 4.1** – Atividades do departamento de operação

(continua)

Atividade	Detalhes
Evitar a deterioração	Operação correta – evitar erros humanos;
	Ajustes corretos – evitar erros de processo (defeitos de qualidade);
	Estabelecimento das condições básicas do equipamento – limpeza, lubrificação e aperto de parafusos;
	Rápida percepção e detecção de anomalias – impedir falhas e acidentes;
	Registro de manutenção – retroalimentar informações para evitar repetições e criar projetos que evitem a manutenção;
Medir a deterioração	Rotas de inspeção e inspeções utilizando os cinco sentidos durante a operação

#### Quadro 4.1 – Atividades do departamento de operação

(conclusão)

Atividade	Detalhes
Medir a deterioração	Inspeção periódica – parte da inspeção geral durante a parada para manutenção preventiva;
Prever e restaurar a deterioração	Pequenos serviços – medidas de emergência quando surgem as condições anormais e substituição de peças simples, etc.;
	Aviso rápido e preciso de falhas e problemas;
	Assistência a reparos de falhas inesperadas.

Fonte: Suzuki, 1994

Dentre as atividades listadas, uma das mais essenciais é estabelecer as condições básicas do equipamento (através da limpeza, lubrificação e aperto dos parafusos). Juntamente com as inspeções diárias utilizando os cinco sentidos, esta é uma das responsabilidades mais básicas da operação.

A metodologia estipula sete etapas para desenvolvimento de um programa de manutenção autônoma, tendo como base a aplicação dos cinco sentidos no setor de trabalho (utilização, organização, limpeza, saúde e disciplina). A adoção de um programa executado passo a passo, com a compreensão de todos os participantes, permite um desenvolvimento gradual e completo das atividades executadas. Essa estratégia delimita claramente cada fase, permitindo a realização de auditorias regulares que assegurem os ganhos em cada etapa, dando aos operadores a noção do quanto eles estão evoluindo à medida que eles vão passando por todas as fases do programa.

A manutenção autônoma começa com a escolha da máquina que entrará no processo. Em uma fase inicial, geralmente é escolhido um equipamento piloto, para que se possa aprender e evoluir com a prática da metodologia. Os grupos autônomos são formados pelos operadores e mantenedores que trabalharão para que a máquina escolhida se aproxime cada vez mais da quebra zero.

A primeira etapa da manutenção autônoma é a limpeza inicial do equipamento. Após isso são percorridos alguns passos até que o grupo autônomo alcance um estado de gestão própria bastante consolidada. O processo como um todo é visto de forma cíclica, onde todas as etapas são repetidas, buscando sempre a melhoria contínua. O quadro 4.2 lista todas as etapas, trazendo as suas principais atividades e objetivos.

**Quadro 4.2 – Os sete passos da manutenção autônoma**

Etapas	Objetivos
<p align="center"><b>1. Limpeza inicial</b></p>	<p>Eliminação completa de sujeira e resíduos, identificação de fontes de contaminação e locais de difícil acesso buscando:</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivação;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade em time;</li> <li>• Elevar o cuidado do operador pelo equipamento.</li> </ul>
<p align="center"><b>2. Eliminação de fontes de contaminação e locais de difícil acesso</b></p>	<p>Criar um sentimento de não querer que o equipamento se suje novamente e facilitar a limpeza do mesmo:</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzir a área atingida pela contaminação;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar a origem de contaminação;</li> <li>• Reduzir o espalhamento de óleo;</li> </ul>
<p align="center"><b>3. Elaboração de padrões provisórios de limpeza, inspeção e lubrificação</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecer o perfil ideal das condições básicas em relação ao equipamento para impedir a deterioração do mesmo;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manutenção e gerenciamento da inspeção, limpeza e lubrificação;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboração dos padrões pelos operadores responsáveis pelo seu equipamento;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforço na utilização de controles visuais.</li> </ul>
<p align="center"><b>4. Inspeção geral do equipamento</b></p>	<p>Treinamentos dos operadores para que compreendam as funções básicas do equipamento (lubrificação, sistemas hidráulicos, pneumáticos e elétricos, etc.) para que possam ter conhecimento necessário para realizar uma inspeção geral mais profunda e precisa.</p>
<p align="center"><b>5. Inspeção autônoma</b></p>	<p>Rever os padrões provisórios elaborados na etapa 3, em conjunto com a manutenção para:</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrigir erros de verificação;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar a eficiência das inspeções;</li> <li>• Eliminar redundâncias;</li> </ul>
<p align="center"><b>6. Padronização</b></p>	<p>Assegurar a manutenção e o controle das atividades realizadas nas etapas 1 a 5, assim como ampliar as funções do operador aos cuidados com as áreas ao redor dos equipamentos.</p>
<p align="center"><b>7. Controle Autônomo</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constante implantação de atividades e melhorias, de acordo com as metas da empresa, além da eliminação de desperdícios;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aperfeiçoar ainda mais os procedimentos de manutenção.</li> </ul>

Fonte: Suzuki (1994)

Shirose (1992), em seu livro *TPM for Supervisors*, destaca a importância das auditorias após cada uma das etapas. A metodologia recomenda que uma etapa se inicie apenas após a confirmação da conclusão com sucesso da anterior.

A *Loss Prevention* (2011) salienta que para o sucesso da implantação do programa de manutenção autônoma, 03 tesouros devem ser praticados pelos grupos autônomos: reuniões, lição de um ponto (LUP) e o quadro de atividades.

Todos os trabalhos na manutenção autônoma são desenvolvidos em equipe, portanto se faz necessário que os participantes do grupo se reúnam periodicamente para atualizar os indicadores, priorizar o reparo das anomalias, planejar as melhorias, identificar as necessidades de treinamento e outros assuntos que garantam a evolução da situação atual.

O segundo tesouro são as lições de um ponto (LUP). Trata-se de um texto de fácil compreensão, com figuras e desenhos representando uma situação. Tudo composto em uma única folha, com tamanho geralmente A1. As LUPs auxiliam os membros dos grupos autônomos a dominar seus equipamentos, processos, instalações e ambientes de trabalho.

O quadro de atividades faz parte do processo de autogestão do grupo autônomo. Informações como cronogramas, desenvolvimento de etapas, gráficos de anomalias detectadas x solucionadas, entre outros, são dispostos no quadro e auxiliam o grupo autônomo a seguir as diretrizes traçadas pelos superiores. É importante que o quadro seja colocado no local onde o grupo autônomo faça as suas reuniões, momento em quem ele é bastante utilizado e serve como base para as discussões.

### **4.3 Manutenção Planejada**

O sistema de manutenção planejada de uma empresa deve atingir, de forma geral, dois objetivos: estabelecer as condições ótimas dos equipamentos e processos da planta e manter essas condições. Isso deve ser feito de forma eficiente e com um bom custo-benefício.

O programa de manutenção planejada proposto pelo TPM faz uso de vários fatores para alcançar os objetivos postos acima. Os recursos disponíveis, as técnicas de manutenção conhecidas, a massa pensante são usados a favor da construção desse sólido sistema de manutenção que, falando de forma mais específica, busca atingir a quebra zero nos equipamentos.

A base do sistema de manutenção planejada está na manutenção autônoma realizada pelo pessoal da operação e na manutenção especializada realizada pelo departamento de manutenção. Falando exclusivamente da manutenção especializada, são dois os tipos de atividades que devem ser realizados por esse setor. Eles estão detalhados no quadro 4.3.

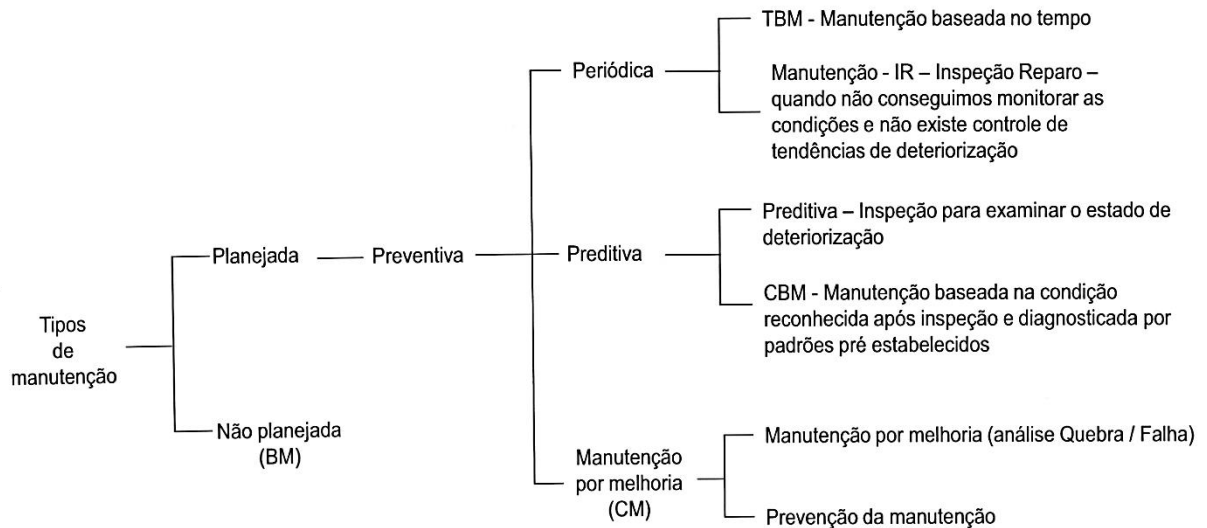
**Quadro 4.3** – Atividades do departamento de manutenção especializada

Melhorias dos equipamentos	> Suporte ao pilar manutenção autônoma;
	> Construção do sistema de manutenção planejada (em etapas);
	> Manutenção por melhoria;
	> Prevenção da manutenção;
	> Manutenção preditiva;
Melhoria da tecnologia e habilidades da manutenção	> Capacitação dos especialistas de manutenção;
	> Capacitação no reparo de equipamentos;
	> Capacitação nas inspeções e medições;
	> Capacitação nas técnicas de diagnóstico;
	> Novas técnicas de manutenção;

Fonte: *Loss Prevention* (2011)

O TPM prega que o programa de manutenção planejada deve combinar, de acordo com as possibilidades, as diversas técnicas de manutenção existentes, sendo elas: a manutenção baseada no tempo (TBM), a manutenção baseada nas condições (CBM), a manutenção pós-quebra (BM) e a manutenção por melhoria (CM). O grau de aplicação de cada uma dessas técnicas depende muito do nível de maturidade do sistema de manutenção da empresa. A figura 4.4 mostra os tipos de manutenção e suas ramificações.

**Figura 4.4 – Os tipos de Manutenção e suas Ramificações**



**Fonte:** *Loss Prevention* (2011)

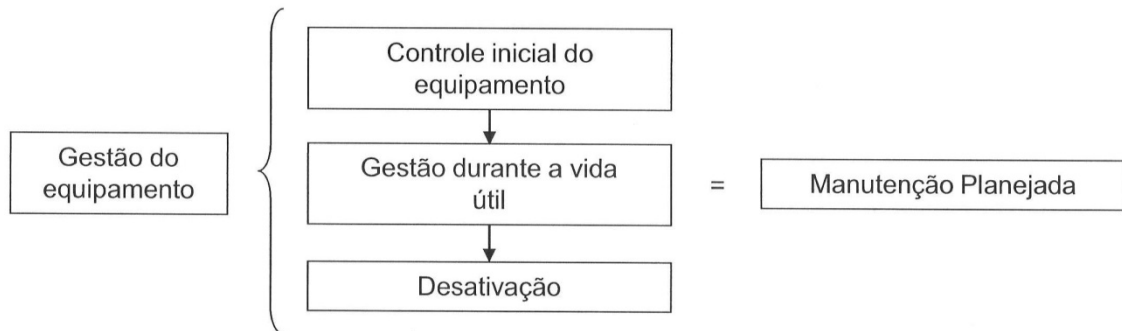
Suzuki (1994) destaca a importância do sistema de manutenção planejada para a vida dos equipamentos, afirmando que tal sistema pode determinar inclusive o sucesso ou o fracasso da empresa em um longo prazo.

A manutenção planejada deve se adaptar as mudanças trazidas pelas constantes transformações pelas quais passam os produtos de um processo seriado. Essas transformações acarretam em mudanças na matéria – prima e nas condições do processo, criando problemas inesperados nos equipamentos que podem levar a uma diminuição na produção, baixo rendimento ou até acidentes sérios. Um bom sistema de manutenção deve estar preparado para tudo isso, aprendendo com os problemas e guardando as informações coletadas durante as diversas intervenções nos equipamentos para os projetos futuros, realizando o que chamamos de prevenção da manutenção.

A figura 4.5 ilustra bem o papel da manutenção na gestão dos equipamentos.

### Figuras 4.5 – O Papel da Manutenção na Gestão dos Equipamentos.

A manutenção planejada como parte do ciclo de vida de um equipamento.



Fonte: *Loss Prevention* (2011)

O objetivo principal do departamento de manutenção ao desenvolver um sistema de manutenção planejada é eliminar as falhas nos equipamentos. Porém, a manutenção por si só não consegue atingir esse objetivo. A operação, com o sistema de manutenção autônoma, deve somar forças com a manutenção visando se aproximar cada vez mais da quebra zero. O caminho para alcançar essa meta foi descrito no capítulo III: são as seis medidas para atingir a quebra zero, distribuídas em quatro fases.

Assim como a manutenção autônoma, o sistema de manutenção planejada também é implantado em etapas. A metodologia apresenta seis etapas; a vantagem dessa abordagem é o acúmulo de resultados à medida que o programa se desenrola, sendo todos eles auditados e reforçados como parte integral do programa. O quadro 4.4 lista as principais atividades de cada etapa do programa de implantação do sistema de manutenção proposto pelo TPM.

**Quadro 4.4 – Passo a passo do programa de manutenção planejada**

(continua)

ETAPA	PRINCIPAIS ATIVIDADES
<p><b>1. Avaliação e compreensão da situação atual</b></p>	Preparar ou atualizar o registro dos equipamentos;
	Avaliar os equipamentos: estabelecer critérios de avaliação, priorizar os equipamentos e selecionar equipamentos e componentes para manutenção preventiva;
	Definir níveis de quebras;
	Compreender a situação: MTBF, custo de manutenção, taxas de manutenção de quebras, etc.;
	Estabelecer objetivos da manutenção (indicadores, métodos para medir resultados).
<p><b>2. Restauração da deterioração e melhoria dos pontos fracos de projeto</b></p>	Estabelecer as condições básicas, restaurar a deterioração e eliminar condições que causam deterioração acelerada nos equipamentos (apoiar a manutenção autônoma);
	Por em prática atividades de melhoria focada em corrigir debilidades e ampliar a vida útil do equipamento;
	Tomar medidas preventivas para impedir a ocorrência de quebras similares ou idênticas;
	Introduzir melhorias para reduzir falhas de processo.
<p><b>3. Estabelecer um sistema de gestão de informações</b></p>	Criar um sistema de gestão de dados de quebras;
	Criar um sistema de gestão de manutenção de equipamentos (controle do histórico da máquina, planejamento da manutenção, planejamento de inspeções, etc.);
	Criar um sistema de gestão de orçamentos de equipamentos;
	Criar um sistema para controlar peças de reposição, manuais, dados técnicos, etc.



**Quadro 4.4 – Passo a passo do programa de manutenção planejada**

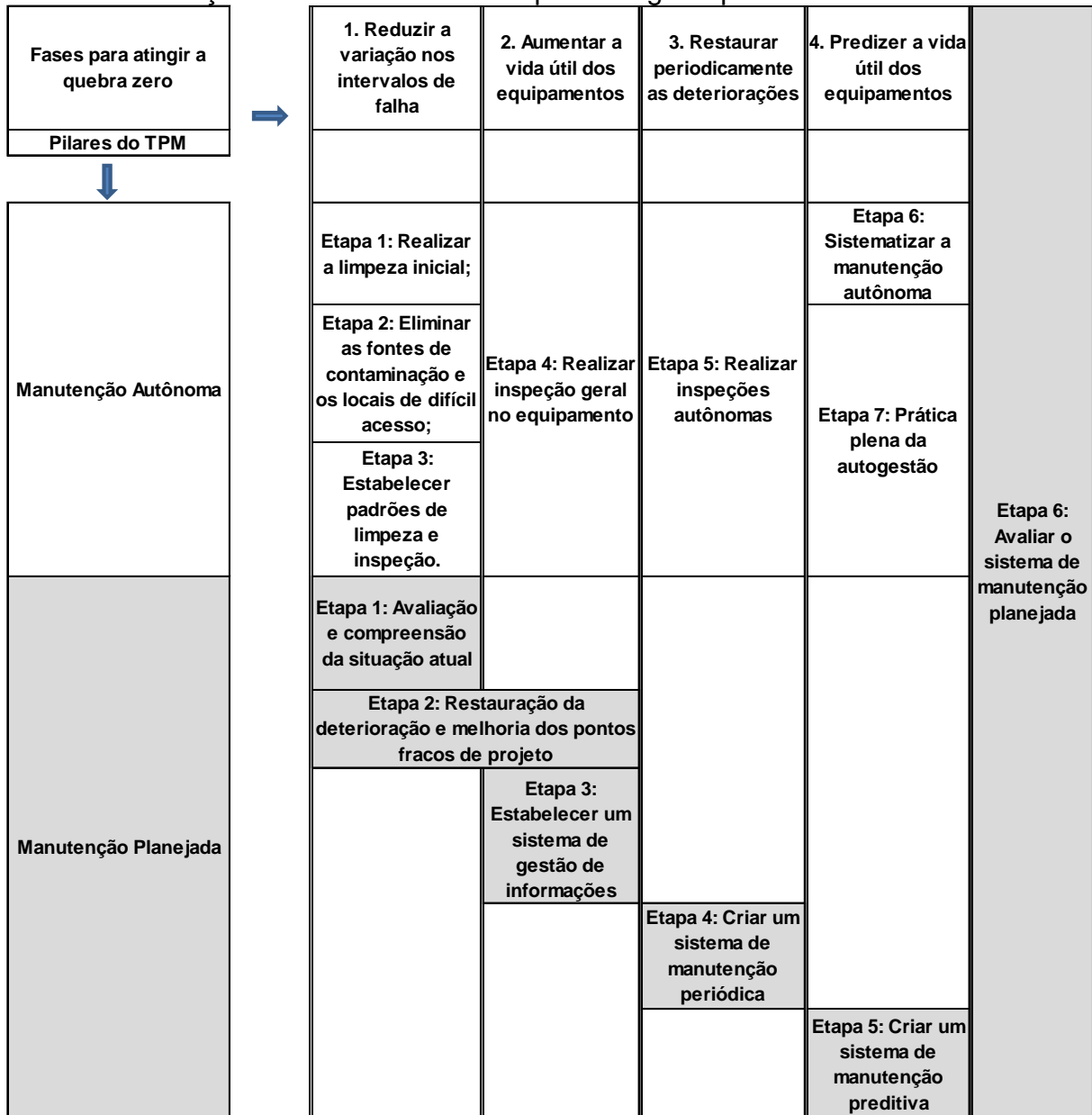
(conclusão)

ETAPA	PRINCIPAIS ATIVIDADES
<b>4. Criar um sistema de manutenção periódica</b>	Preparação da manutenção periódica (controle de unidades reservas, peças de reposição, instrumentos de medição, lubrificantes, planos, dados técnicos, etc.);
	Preparar fluxograma do sistema de manutenção periódica;
	Selecionar equipamentos e componentes a manter, e elaborar um plano de manutenção;
	Preparar ou atualizar padrões (padrões de materiais, de trabalho, de inspeção, de aceitação, etc.);
	Melhorar a eficiência de manutenção com parada geral e reforçar o controle dos serviços terceirizados.
<b>5. Criar um sistema de manutenção preditiva</b>	Introduzir técnicas de diagnóstico de equipamentos (formar analisadores, comprar equipamento de diagnóstico, etc.);
	Prepara fluxograma de manutenção preditiva;
	Selecionar equipamento e componentes para manutenção preditiva e ampliar gradualmente o sistema;
	Desenvolver equipamentos e tecnologias de diagnóstico.
<b>6. Avaliar o sistema de manutenção planejada</b>	Avaliar o sistema de manutenção planejada;
	Avaliar a melhora de confiabilidade: número de falhas e pequenas paradas, MTBF, frequência de falhas, etc.;
	Avaliar a melhora de manutenibilidade: taxa de manutenção periódica, taxa de manutenção preditiva, MTTR, etc.;
	Avaliar as reduções de custos: redução em gastos de manutenção, melhora na distribuição de todos os recursos para manutenção.

Fonte: Suzuki (1994)

Existe uma correlação entre os seis passos da manutenção planejada, os sete da manutenção autônoma e as 04 fases para chegar à quebra zero. O quadro 4.5 demonstra essa inter-relação.

**Quadro 4.5** – Correlação entre as etapas da manutenção planejada, manutenção autônoma e as fases para atingir a quebra zero.



Fonte: Suzuki (1994)

Uma empresa que para na segunda etapa do programa de manutenção planejada estabelece uma característica predominantemente corretiva para o seu sistema de manutenção. Já a empresa que avança até o quarto passo estabelece seu perfil de manutenção como periódica. Por fim, em um nível de manutenção mais elevado, estão as empresas que chegam até o sexto passo, onde o perfil da manutenção é preditivo.

É importante novamente destacar o papel da auditoria após cada etapa. A auditoria marca de forma clara o fim de uma etapa e início de outra, dando consistência e expondo os ganhos do programa.

Assim como na manutenção autônoma, a manutenção planejada também possui um quadro de atividades. Ele traz subsídios que ajudam a equipe a manter-se no caminho das diretrizes traçadas pela hierarquia superior, devendo ser colocado sempre em um local onde acontecem as reuniões do grupo.

#### **4.4 Melhoria Específica**

O pilar melhoria específica inclui todas as atividades que maximizem a eficiência global dos equipamentos, processos e plantas, através do combate intensivo as perdas e melhoria do desempenho geral. A melhoria específica deve ser prioridade em qualquer programa de TPM, pois é o pilar que expõe as principais perdas da companhia, desenvolve métodos para combatê-las e mostra os ganhos obtidos.

É importante ressaltar que as atividades de melhoria específicas não são direcionadas apenas a itens específicos de um equipamento; a prioridade deve ser aumentar a eficiência de todo processo ou de toda planta, mirando a eliminação de todo tipo de perda (perdas na logística, perdas no escritório, perdas na manutenção e operação da planta, etc.).

Como o foco é a eliminação das perdas, o primeiro passo é a identificação e a quantificação das mesmas. Para realizar esse trabalho, o TPM adota um método que priorize a abordagem prática do problema, examinando as entradas do processo onde a perda está acontecendo e tratando toda e qualquer deficiência nessas entradas como perdas. Como entradas de um processo, podemos citar os equipamentos, materiais, pessoas e métodos utilizados.

É fundamental que as melhorias específicas executadas pelo pilar tenham os seus ganhos calculados e compartilhados publicamente com o restante da companhia através dos quadros de atividades dos grupos de melhoria específica. A

melhor maneira para avaliar os resultados é quantificar os impactos nos indicadores globais do sistema de produção (PQCDSM). Os grupos responsáveis pelas melhorias específicas devem quebrar esses macro indicadores em indicadores específicos relacionados aquela atividade, tornando mais fácil o entendimento por todos dos benefícios que determinada melhoria trouxe para o sistema.

Exemplos de como os indicadores PQCDSM podem ser quebrados está no quadro 4.6.

**Quadro 4.6** – Indicadores de avaliação das saídas do processo de produção

<b>P (Produtividade)</b>	<b>Q (Qualidade)</b>
1. Aumento da produtividade do trabalho;	1. Redução na taxa de defeitos no processo
2. Aumento da produtividade do equipamento;	2. Redução nas queixas dos clientes
3. Aumento da produtividade com valor agregado;	3. Redução nos custos das ações contra problemas de qualidade
4. Aumento da quantidade total produzida	4. Redução na taxa de sucata
5. Aumento do ritmo de operação da planta	5. Redução nos custos com reprocesso
6. Número reduzido de trabalhadores	
<b>C (Custo)</b>	<b>D (Entrega)</b>
1. Redução do número de horas de manutenção	1. Redução na demora das entregas
2. Redução dos custos de manutenção	2. Redução no estoque de produtos
3. Redução dos custos com recursos (consumo da unidade reduzido)	3. Aumento na taxa de rotatividade do estoque
2. Economia de energia (consumo da unidade reduzido)	4. Redução no estoque de peças sobressalentes
<b>S (Segurança)</b>	<b>M (Moral)</b>
1. Redução do número de acidentes	1. Aumento no número de sugestões de melhoria
2. Eliminar acidentes de poluição	2. Aumento na frequência das atividades dos pequenos grupos
3. Melhoria com relação às requisitos ambientais legais	3. Aumento na quantidade de lições de um ponto (LUP - Manutenção Autônoma)

Fonte: Suzuki (1994)

Um projeto de melhoria específica é coordenado por um grupo que pode incluir engenheiros, mantenedores, operadores e outros profissionais especializados. Suzuki (1994) ressalta que esses grupos devem estar mentalmente e fisicamente preparados antes de iniciar o projeto, atentando principalmente para os seguintes pontos:

- Compreender plenamente a filosofia da melhoria específica;
- Compreender plenamente o significado das perdas e a importância de focar a melhoria da eficiência global;
- Entender bem o processo de produção, incluindo seus princípios teóricos básicos;
- Reunir dados sobre falhas, problemas, perdas e apurar gráficos de sua evolução no tempo;
- Estabelecer as condições básicas necessárias para assegurar o funcionamento apropriado do equipamento e definir claramente os fatores que prejudicam seu estado ótimo;
- Dominar as técnicas necessárias para analisar e reduzir as falhas e perdas;
- Observar cuidadosamente os locais de trabalho para descobrir o que realmente acontece.

Segundo a *Loss Prevention* (2011), os projetos de melhoria específica devem durar de 3 a 4 meses. Ao fim do projeto, o grupo multidisciplinar é desfeito e o pilar fica responsável pela análise de outras oportunidades de melhoria e a formação de novos grupos.

Como nos demais, o pilar melhoria específica segue uma série de etapas. Essa forma de abordagem é extremamente efetiva para evitar situações que possam dificultar a realização das melhorias e garantir que elas sejam aplicadas de fato. As dez etapas estão descritas no quadro 4.7.

**Quadro 4.7 – As 10 etapas da melhoria específica**

(continua)

<b>Etapa</b>	<b>Atividades</b>	<b>Responsabilidade</b>
<b>1. Seleção do tema de melhoria</b>	Levantamento das maiores perdas;	Atividade do Pilar ME
	Escolha das linhas, processos e equipamentos que produzam mais perdas e tenham grandes possibilidades de replicação horizontal;	
	Avaliar retorno, dificuldade e replicabilidade.	
<b>2. Formação da equipe de projeto</b>	Selecionar pessoas pertencentes aos departamentos de montagem, manutenção e operação envolvidos no processo;	Atividade do Pilar ME
	Registrar as equipes de melhoria junto a secretaria do TPM, com a designação de um líder do projeto.	
<b>3. Verificação da situação atual</b>	Desenho do processo;	Atividade do grupo de ME
	Classificação do fenômeno com 5W e 1H;	
	Verificação do gap entre a situação atual e a condição ideal;	
	Estabelecimento de benchmark e meta;	
	Estabelecimento do prazo para a conclusão dos trabalhos.	
<b>4. Levantamento de pequenas anomalias</b>	Deteção minuciosa das anomalias no equipamento;	Atividade do grupo de ME
	Restauração das deteriorações;	
	Estabelecimento das condições básicas.	
<b>5. Análise das causas do problema</b>	Estratificação e análise das causas;	Atividade do grupo de ME
	Aplicação das técnicas analíticas para descobrir as causas raízes dos problemas ( diagrama de causa e efeito, 5 porquês, análise PM, etc.);	

**Quadro 4.7 – As 10 etapas da melhoria específica**

(continuação)

<b>Etapa</b>	<b>Atividades</b>	<b>Responsabilidade</b>
<b>5. Análise das causas do problema</b>	Verificação das hipóteses levantadas no local onde ocorre o problema;	Atividade do grupo de ME
	Definição detalhada das ações;	
	Emprego de tecnologia específica, fabricação de protótipos;	
	Delineamento de experimentos;	
	Formulação de variáveis de processo.	
<b>6. Planejamento da implementação</b>	Alocar o orçamento necessário para implantar a melhoria;	Atividade do grupo de ME
	Fazer o planejamento das ações;	
	Elaboração de desenhos, croquis da melhoria;	
	Elaborar cronograma e plano com as ações propostas;	
	Contemplar eventuais inconveniências pendentes;	
	Dividir as atividades entre os componentes do grupo, podendo envolver outras pessoas.	
<b>7. Implementação da melhoria</b>	Executar o plano de ação;	Atividade do grupo de ME
	Acompanhar diariamente as ações;	
	Esclarecer para todos os envolvidos o motivo da mudança, garantindo assim a sua efetividade;	
	Executar testes de performance e de aceitação de cada melhoria concluída.	
<b>8. Verificação dos resultados</b>	Avaliar os resultados com a medida que o projeto de melhoria avança;	Atividade do grupo de ME
	Checar se os objetivos foram atingidos ou não;	
	Caso não tenha sucesso, voltar a etapa 5.	
<b>9. Medidas contra recorrência do problema e consolidação dos ganhos</b>	Estabelecer padrões e incluir pontos chaves em rotinas de inspeção e verificação;	Atividade do grupo de ME
	Revisar os procedimentos, planos de manutenção preventiva, manuais e instruções de trabalho;	
	Alimentar com informações do projeto o sistema de prevenção da manutenção (evitar que problemas já enfrentados apareçam em projetos futuros);	
	Divulgar o caso de melhoria na empresa;	

**Quadro 4.7 – As 10 etapas da melhoria específica**

(conclusão)

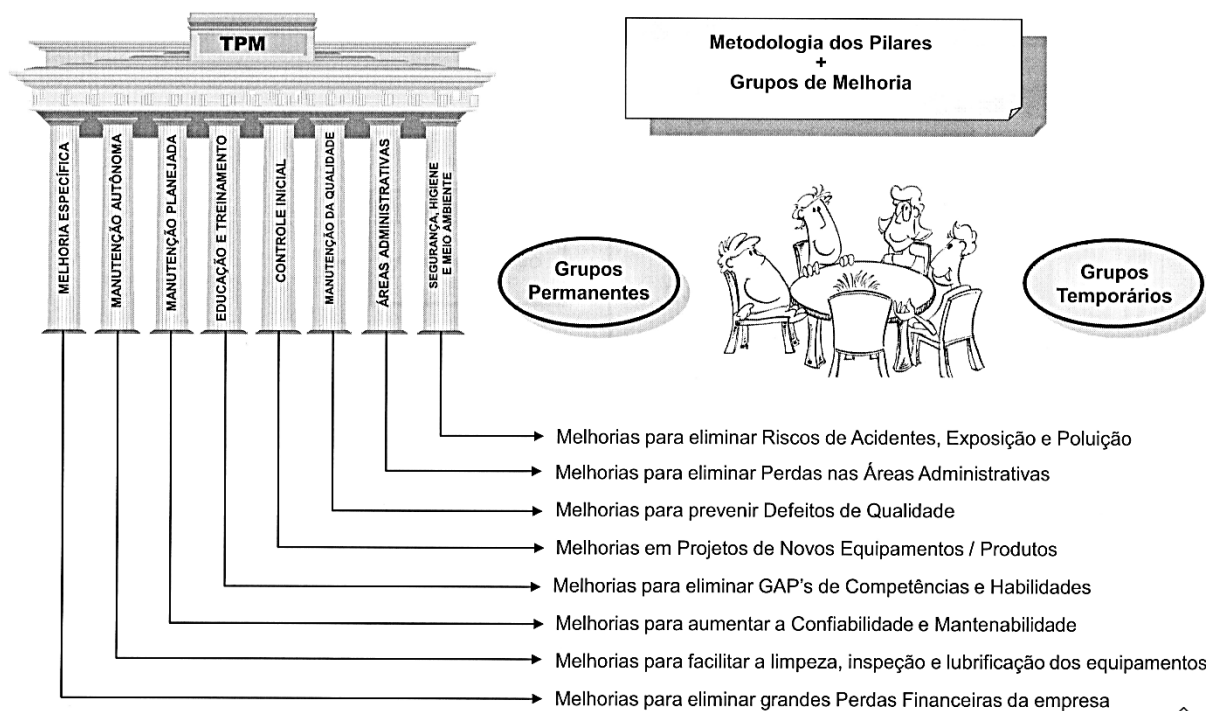
Etapa	Atividades	Responsabilidade
<b>9. Medidas contra recorrência do problema e consolidação dos ganhos</b>	Preparar o material destinado à replicação horizontal.	Atividade do grupo de ME
<b>10. Replicação horizontal</b>	Execução do resumo da melhoria;	Atividade do Pilar ME
	Mapeamento da replicação horizontal e priorização;	
	Elaboração do cronograma de replicação horizontal;	
	Replicar horizontalmente em outras linhas, processos e equipamentos similares.	

Fonte: *Loss Prevention* (2011)

Seguindo todas essas etapas fica mais fácil de acompanhar os resultados (auditorias) e consolidar os ganhos, mantendo o entusiasmo dos envolvidos.

Os projetos desenvolvidos pelos grupos de melhoria específica tem influência direta nas atividades de todos os outros pilares da metodologia. A figura 4.6 ilustra bem essa relação.

**Figuras 4.6 – Melhoria Específica e os Pilares do TPM**



Fonte: *Loss Prevention* (2011)



## 4.5 Educação e Treinamento

O desenvolvimento de uma companhia passa obrigatoriamente pela valorização e investimento nos seus recursos humanos. Para responder de forma positiva as diversas mudanças que uma companhia passa (tecnologia, gestão, clima empresarial, etc.), o TPM cria uma sistemática para que todos os colaboradores tenham condições de exercer o seu potencial máximo.

No mundo atual, companhias que negligenciam a tecnologia de manutenção e o treinamento de habilidades estão fadadas a encarar rotineiramente falhas nos seus equipamentos, redução na produção, pequenas paradas e defeitos de qualidade nos produtos. Tudo isso somado a insatisfação do seu corpo de colaboradores.

O TPM vem para propor uma abordagem que a melhoria contínua das habilidades práticas, técnicas e gerenciais de todos os indivíduos envolvidos. Essa abordagem contempla um sistema de educação e treinamento que maximize o potencial de cada indivíduo do processo, começando do primeiro dia do programa TPM e levando em conta as necessidades, aptidões, caráter e habilidades especiais de cada um dos colaboradores a serem treinados.

Com isto, o pilar educação e treinamento tem papel fundamental na implantação dos demais pilares, uma vez que todas as atividades desenvolvidas pelos pilares do TPM dependem, principalmente, da capacitação das pessoas. (*Loss Prevention*, 2011, p. VII-3)

O principal objetivo do pilar Educação e Treinamento é suprir a necessidade de capacitação dentro da empresa, identificando a diferença entre a situação atual e a condição ideal (perda) em termos de conhecimento e habilidade das pessoas. Para atingir esse objetivo, utilizam-se três tipos diferentes de abordagem: *on-the-job*, autodesenvolvimento e *off-the-job*.

Segundo Suzuki (1994), o primeiro passo em qualquer programa de treinamentos é identificar o nível de conhecimento, habilidade e competência que as pessoas devem ter em cada tarefa, especialidade ou posição dentro da companhia. Para os operadores, por exemplo, são requisitadas 4 habilidades básicas, adquiridas através de treinamentos *on-the-job*, das práticas na manutenção autônoma e

participação nos grupos de melhoria específica. As habilidades estão listadas abaixo:

- Capacidade para detectar os defeitos nos equipamentos, e a respectiva restauração ou melhoria das anomalias detectadas. Ex.: parafusos soltos, ruídos, vazamentos, trincas, sujeiras, oxidações, etc.;
- Capacidade de compreender os mecanismos e as funções dos equipamentos, além de localizar as causas possíveis em caso de ocorrência de problemas;
- Capacidade de compreender a correlação entre equipamentos e qualidade, bem como prever as deficiências de qualidade nos produtos e as respectivas causas;
- Capacidade de efetuar pequenos reparos, prevenir a deterioração, executar melhorias de manutenção autônoma nos temas relacionados as funções do homem de operação, de forma tanto independente quanto em cooperação com outros departamentos.

Já para os mantenedores, as habilidades básicas necessárias são as que seguem:

- Instruir os operadores no correto manuseio, operação e manutenção diária dos equipamentos;
- Avaliar corretamente se o equipamento está operando normalmente ou não;
- Rastrear as causas das anomalias e restabelecer a operação normal corretamente;
- Aumentar a confiabilidade do equipamento e de seus componentes, alongar a vida útil do equipamento e reduzir o número de defeitos e falhas;
- Entender o diagnóstico dos equipamentos, utiliza-los e padroniza-los;

Para garantir que o treinamento das habilidades seja efetivo, o TPM monta uma abordagem em 6 etapas que são listadas no quadro 4.8.

**Quadro 4.8** – Etapas de implantação de Educação e Treinamento

<b>Etapa</b>	<b>Atividades</b>
<b>1. Estabelecimento de políticas e diretrizes de educação e treinamento</b>	Definir a visão, missão, política, objetivos, indicadores e principais atividades, baseadas na situação atual da organização.
<b>2. Programa de desenvolvimento de educação e treinamento</b>	Desenvolver um plano que contemple as habilidades em todos os níveis, passando pelo elementar, básico, intermediário e avançado.
<b>3. Treinamento em habilidades de operação e manutenção</b>	Descrever como melhorar as habilidades relacionadas no plano criado na etapa 2.
<b>4. Plano de desenvolvimento de habilidades</b>	Criar a matriz de habilidade, onde são definidos os perfis de conhecimento e habilidades esperados para cada função e as respectivas ações corretivas, de maneira a atingir as metas do TPM.
<b>5. Programa de autodesenvolvimento</b>	Criar um ambiente propício ao autodesenvolvimento oferecendo treinamentos a distância, criando treinamentos em formato de vídeos, oferecendo livros e contribuindo financeiramente para cursos de formação.
<b>6. Avaliação e planejamento do futuro</b>	Avaliar periodicamente as atividades de treinamento e verificar se o progresso dos colaboradores está alinhado às metas de desenvolvimento de habilidade para suas especializações e graus.

Fonte: *Loss Prevention* (2011)

## 4.6 Controle Inicial

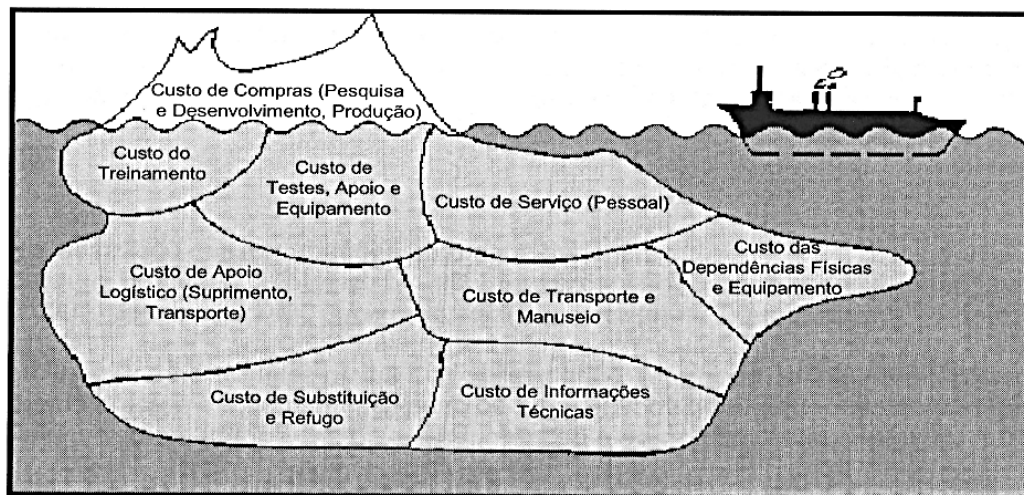
Dentre os vários objetivos do TPM, um que está diretamente relacionado com o pilar controle inicial é a redução do tempo entre o desenvolvimento inicial de um equipamento ou produto até a sua produção em grande escala, conseguindo o que denominamos inicialização vertical, isto é, uma inicialização que seja rápida, livre de falhas e realizada na primeira tentativa.

Para atingir esse objetivo, deve-se garantir que todos os equipamentos que fazem parte de um processo de produção sejam de fácil uso, fácil manutenção, altamente confiáveis e bem projetados. Em outras palavras, todas as perdas relacionadas a esses equipamentos devem ser eliminadas, garantindo assim a qualidade do produto final.

Como o TPM é uma metodologia que busca otimizar o processo como um todo, o controle inicial deve ser aplicado tanto aos equipamentos que compõe a planta quanto para o produto final resultante da interação de todos esses equipamentos. A base desse controle inicial está na avaliação do desempenho econômico (através da otimização do custo do ciclo de vida) e dos projetos de prevenção da manutenção, ou projetos MP.

Custo do ciclo de vida de um equipamento ou produto, segundo a *Loss Prevention* (2011), é o total de todos os custos gerados ou de geração previsível durante o projeto de desenvolvimento, produção, operação, manutenção e apoio. Sua otimização, segundo a JIPM, baseia-se em uma técnica sistemática de tomada de decisão que incorpora o custo do ciclo de vida como parâmetro na fase de projeto, equilibrando o máximo possível as variáveis envolvidas para garantir um custo de ciclo de vida o mais econômico possível. A figura 4.6 ilustra os componentes do custo do ciclo de vida.

**Figuras 4.7 – Componentes do custo do ciclo de vida**



Fonte: *Loss Prevention* (2011)

Os projetos MP são importantes na diminuição dos custos com manutenção e com perdas de deterioração em equipamentos novos, levando em conta (durante o planejamento e a construção) informações sobre a manutenção dos equipamentos já existentes e também sobre novas tecnologias que ainda serão incorporadas. Os projetos MP buscam agregar ao equipamento que está sendo concebido mais confiabilidade, manutenibilidade, operacionalidade, segurança e um maior retorno econômico.

Quando são deixadas de lado as informações advindas do projeto MP, é provável que se incorpore na planta um produto de difícil manutenção e operação; isso faz com que operadores e mantenedores negligenciem rotinas básicas relacionadas ao equipamento, acarretando fatalmente em perdas no processo.

Diz Suzuki (1994, p. 202) “Faça uso pleno da tecnologia que os seus próprios departamentos de produção, projeto e manutenção acumularam ao superar problemas no passado. A profundidade das investigações realizadas no estágio de concepção determina fortemente a quantidade de manutenção que uma planta exigirá após sua instalação”.

A seguir, no quadro 4.9, são detalhadas as etapas que garantem a consolidação do sistema de controle inicial de equipamentos e produtos.

**Quadro 4.9 – Etapas da criação e implantação de um sistema de controle inicial**

(continua)

<b>Etapa</b>	<b>Atividades</b>
1. Investigar e Analisar a situação atual	Traçar o fluxo atual do controle inicial;
	Identificar os problemas no fluxo;
	Esclarecer os mecanismos empregados para prevenir os problemas previstos em cada etapa de comissionamento;
	Estabelecer quais problemas ocorreram durante a produção do piloto, o teste de operação e inicialização em larga escala, e quais medidas corretivas foram tomadas ;
	Identificar os atrasos que ocorreram nas etapas listadas no item acima;
	Descobrir que tipo de informação vem sendo coletada com o propósito de projetar produtos e equipamentos que apresentem altos níveis de aplicação e viabilidade de fabricação, qualidade garantida e com alta capacidade de manutenção, confiabilidade, segurança e competitividade.
2. Estabelecer um sistema de controle inicial	Utilizar as informações obtidas na etapa 1 para construir um novo e melhorado sistema de controle inicial;
	Investigar e esboçar a estrutura básica do sistema de controle inicial desejado e definir seu escopo de aplicação.;
	Estabelecer um sistema para armazenar e utilizar as informações requeridas pelo controle inicial;
	Criar ou revisar os padrões relacionados a realizações dois itens acima.
3. Depurar o novo sistema e providenciar treinamentos	Iniciar projetos modelos para consolidar o sistema criado e melhorar a performance de todos os envolvidos;
	Evoluir as atividades passo a passo para cada fase do controle inicial;
	Treinar as pessoas nos padrões relacionados ao novo sistema;

#### Quadro 4.9 – Etapas da criação e implantação de um sistema de controle inicial

(conclusão)

Etapa	Atividades
3. Depurar o novo sistema e providenciar treinamentos	Em cada etapa do novo sistema, avalia-lo em termos de quão bem as pessoas o entendem, qual o nível de habilidade com relação às novas técnicas propostas, qual o nível de <i>feedback</i> que está sendo dado, etc.;
	Documentar os ganhos com o uso do novo sistema.
4. Aplicar o novo sistema de forma abrangente	Expandir o escopo da aplicação do novo sistema de controle inicial para todas as áreas;
	Otimizar o custo do ciclo de vida e fortalecer o uso das informações nos projetos MP;
	Analisar quaisquer problemas que venham a ocorrer após o comissionamento da instalação cujo projeto foi submetido ao novo sistema;
	Investigar e padronizar métodos de preenchimento de lacunas durante os primeiros estágios do projeto e tentar atingir a inicialização vertical dentro do prazo.

Fonte: Suzuki (1994)

#### 4.7 Manutenção da Qualidade

Na produção, a qualidade do produto final vai sendo agregada no decorrer do processo que da origem a esse produto. Para garantir essa qualidade, os equipamentos e seus componentes que fazem parte da linha na qual o produto está sendo formado devem ser instalados, operados e mantidos para que eles funcionem de forma ótima e não gerem defeitos de qualidade no produto final.

Entende-se por defeito de qualidade uma propriedade que esteja fora do limite especificado. Portanto, manutenção da qualidade, segundo Nakajima (2000), consiste nas atividades que estabelecem as condições do equipamento nas quais ele não produz defeitos de qualidade, com o objetivo de manter o equipamento em perfeitas condições para produzir produtos perfeitos.

Os defeitos de qualidade podem ser prevenidos através da inspeção e medição periódicas das condições que foram estabelecidas para o equipamento. Uma predição de possíveis defeitos de qualidade pode ser feita através da observação de tendências nos valores obtidos dessas medições periódicas. Caso

esses valores tendam a ficar fora do padrão especificado, medidas devem ser tomadas de imediato.

Um programa de manutenção da qualidade é construído em cima dos ganhos alcançados através de atividades fundamentais do TPM, como as desenvolvidas na manutenção autônoma, melhoria específica, manutenção planejada e educação e treinamento. As atividades básicas desses pilares fornecem pré-condições para que o programa de manutenção da qualidade tenha sucesso. Essa relação entre os pilares pode ser observada no ANEXO B.

O quadro 4.10 detalha os passos para a implementação de um programa de manutenção da qualidade:

**Quadro 4.10 – Etapas da Manutenção da Qualidade**

(continua)

<b>Etapas</b>	<b>Detalhes</b>
<b>1. Preparar Matriz QA (Garantia de Qualidade)</b>	Analisar relação entre qualidade e os processos/equipamentos;
	Verificar características da qualidade;
	Investigar modo de defeito e os subprocessos onde estes ocorreram;
	Avaliar a gravidade do modo de defeito.
<b>2. Análise das condições de entrada da produção</b>	Verificar deficiências nas condições de entrada da produção para cada tipo de defeito em cada subprocesso;
	Verificar se os padrões existem e são seguidos.
<b>3. Avaliação de problemas</b>	Clarificar as condições de entrada da produção para os problemas de cada subprocesso;
	Atuar prontamente contra os problemas que podem ser atacados imediatamente;
	Determinar cuidadosamente medidas contra os problemas que não podem ser tratados imediatamente;
	Estratificar os modos de defeitos, utilizar técnicas de investigação.
<b>4. Avaliar a gravidade dos problemas (FMEA 1)</b>	Priorizar os problemas pelo impacto nos modos de defeito da qualidade;
	Decidir antecipadamente a escala de avaliação.



#### Quadro 4.10 – Etapas da Manutenção da Qualidade

(conclusão)

<b>Etapas</b>	<b>Detalhes</b>
<b>5. Utilizar ferramentas de análise para descobrir as causas dos problemas</b>	Para os problemas identificados na etapa anterior, clarificar o atual fenômeno;
	Investigar usando técnicas como análise dos 5 porquês e principalmente análise PM;
	Propor contramedidas.
<b>6. Avaliação das propostas de melhoria (FMEA 2)</b>	Realizar uma avaliação preliminar da situação pós-melhoria usando FMEA;
	Comparar os resultados com o FMEA aplicado na quarta etapa.
<b>7. Implementação das melhorias</b>	Avaliar as medidas necessárias e estabelecer cronograma de execução.
<b>8. Revisão das condições de entrada</b>	Verificar as condições de entrada de produção identificadas na etapa 2;
	Verificar se as condições de entrada de produção são apropriadas e corretas.
<b>9. Consolidar e confirmar pontos de verificação</b>	Usar resultados da etapa 8 para definir os elementos de inspeção;
	Definir os itens de verificação da qualidade.
<b>10. Controle dos pontos "Q"</b>	Os padrões devem ser numéricos e visíveis (gestão visual e tabela dos pontos Q);

Fonte: *Loss Prevention* (2011)

#### 4.8 TPM nas Áreas Administrativas e de Suporte

O mercado atual exige cada vez mais das empresas. As estruturas devem ser capazes de suportar as intensas mudanças impostas, reduzindo consideravelmente o tempo de lançamento dos seus produtos para atender os consumidores cada vez mais exigentes. Ao mesmo tempo, devem se destacar com relação aos concorrentes em aspectos como qualidade e custo.

Para que as empresas consigam chegar a esse patamar, o TPM propõe uma metodologia que abranja todas as áreas, otimizando assim os processos da companhia como um todo. Áreas de suporte como planejamento, desenvolvimento, engenharia e administração devem contribuir incessantemente com o aumento da eficiência do sistema de produção. Isso só é possível quando essas áreas olham

para os seus próprios processos e implementam maneiras de aperfeiçoá-los, eliminando as perdas e aumentando seus rendimentos.

As áreas de suporte não agregam valor diretamente como o departamento de produção, porém são extremamente importantes para o processo, possuindo de modo geral três macro responsabilidades:

- Processar a informação, prover as orientações necessárias e dar apoio nas atividades do departamento de produção;
- Possibilitar que a companhia responda rapidamente as mudanças que ocorrem na sociedade e no mundo dos negócios, sobressaindo-se em relação aos competidores. Sua missão nesse ponto é aumentar a própria produtividade, cortar custos e ajudar a companhia a alcançar os objetivos estratégicos traçados pela direção;
- Ganhar a confiança do cliente e criar uma excelente imagem corporativa.

Existem duas maneiras pelas quais as áreas administrativas e de apoio podem melhorar: desenvolvendo pessoas capazes de sustentar e melhorar continuamente o sistema e aumentando a eficiência de modo que cada departamento possa realizar suas funções de forma satisfatória.

Detalhando o segundo modo apresentado acima, aumentar a eficiência nas áreas administrativas e de suporte significa impulsionar as saídas enquanto se reduz as entradas do processo. As saídas são impulsionadas ajudando a eliminar tudo que reduza a eficiência do sistema de produção e de suas atividades específicas. Já as entradas são reduzidas através da eliminação das perdas administrativas associadas ao trabalho e criando um sistema administrativo de bom custo benefício, capaz de subsidiar outras áreas com informações rápidas, precisas e confiáveis.

Pode-se dizer que o principal “produto” dos departamentos administrativos e de suporte é a informação. Essa informação é à base das atividades no departamento de produção/operação, portanto a sua qualidade, a precisão e o *timing* são fatores de profundo impacto nesse setor da empresa.

Portanto, como essa informação é tratada é a principal preocupação do TPM aplicado às áreas administrativas e de suporte. Como descreve a *Loss Prevention* (2011), a abordagem proposta para essa situação pode ser compilada nos 5 pontos listados abaixo:

- **Implantar o conceito de “fábrica de informações”** – As informações são tratadas como matéria – prima, onde o escritório é a fábrica que processa essas informações e gera um produto com alto valor agregado e de grande utilidade para os setores que precisam dessa informação.
- **Aplicar a mesma abordagem utilizada nos equipamentos aos processos administrativos** – Subdividir as atividades do escritório até o nível conhecido como ação discreta. Assim, os times de melhoria poderão identificar e investigar as funções, características e cargas de trabalho de cada uma dessas subdivisões, trabalho semelhante ao feito com os componentes dos equipamentos.
- **Delinear as condições ótimas para o departamento** – Formular a visão e a missão do departamento, onde as condições ótimas para as funções administrativas são articuladas, norteando o setor em quais melhorias devem ser feitas.
- **Atingir resultados concretos** – Alcançar resultados tangíveis como redução de custos, melhoria da qualidade, melhoria do ambiente, visibilidade dos lugares de trabalho, etc.; medir esses resultados.
- **Implementar os cinco pilares das áreas administrativas** – Desenvolver o TPM nas áreas administrativas e de suporte através das cinco atividades base: melhoria específica, manutenção autônoma, educação e treinamento, planejamento de recursos humanos e avaliação de performance. O quadro 4.11 detalha cada um desses pilares.

**Quadro 4.11 – Os cinco pilares de TPM nas áreas administrativas e de suporte**

(continua)

<b>Pilar</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Atividades</b>
<b>Melhoria Específica</b>	Busca de valores funcionais de trabalho, com base na Visão e Missão do departamento;	Melhoria da eficiência de trabalho;
	Formação de uma estrutura mais eficiente, eliminando as perdas.	Melhoria e fortalecimento das funções;
		Dinamização do trabalho e mudança para automação de escritório.
<b>Manutenção Autônoma</b>	Desenvolver administradores competentes;	Implementar os sete passos básicos da manutenção autônoma administrativa:
		> Realizar a limpeza inicial e o inventário;
	Criar um ambiente no escritório que leve a alta eficiência;	> Identificar e resolver os problemas;
		> Eliminar as fontes de contaminação;
		> Preparar manuais e padrões;
	Desenvolver a habilidade de manter e melhorar as funções.	> Educar e treinar;
> Realizar inspeções gerais;		
> Estabelecer a autogestão plena.		
<b>Educação e Treinamento</b>	Desenvolver conhecimentos e habilidades necessárias para os trabalhos envolvidos;	Identificar o conhecimento e as habilidades necessárias para realizar os trabalhos no departamento;
	Promover a versatilidade entre os colaboradores.	Estabelecer categorias de avaliação e critérios de conquistas;
		Estabelecer métodos de treinamento.
<b>Planejamento de Recursos Humanos</b>	Criar um planejamento dinâmico de mão de obra que possa lidar com as flutuações no volume de trabalho.	Formatar o trabalho que muda constantemente em uma composição de elementos fixos e variáveis;
		Estimar carga e duração dos elementos variáveis do trabalho;
		Com base nessa estimativa, criar um sistema de alocação de mão de obra flexível.

#### Quadro 4.11 – Os cinco pilares de TPM nas áreas administrativas e de suporte

(conclusão)

Pilar	Objetivos	Atividades
Avaliação de Resultados	Estabelecer metas com base na visão e missão do departamento;	Identificar as categorias de performance para cada função baseado na missão e visão do departamento;
	Medir as realizações e avaliar a taxa de cumprimento das metas.	Estabelecer os pontos de avaliação e indicadores de performance para cada função;
		Avaliar e acompanhar as taxas de cumprimento de metas.

Fonte: Suzuki (1994)

#### 4.9 Segurança, Higiene e Meio Ambiente

O desenvolvimento das atividades coordenadas pelos sete pilares descritos nos itens acima contribuem decisivamente para a melhoria das condições de segurança e de meio ambiente, possibilitando resultados como “acidente zero” e “poluição zero”. Como exemplo de situações onde os demais pilares contribuem com o gerenciamento da segurança, higiene e meio ambiente em uma empresa, temos:

- Equipamentos que falham bastante são uma fonte de perigo constante; um sistema voltado a quebra zero e defeito zero nesse equipamento contribuem com a melhoria da segurança;
- A aplicação dos 5S (como parte da manutenção autônoma) mitiga o risco de incidentes de poluição no local de trabalho, fazendo desse um local limpo e bem organizado.
- Manutenção autônoma e a melhoria específica eliminam as áreas inseguras.
- Operadores treinados no TPM detém bastante conhecimento sobre o equipamento do qual eles tomam conta; portanto, estão mais bem

capacitados para detectar anomalias e retirá-las prontamente, agindo com segurança;

- Os padrões e regulamentos desenvolvidos no programa de TPM são seguidos com mais fidelidade.

Falando especificamente do Pilar de Segurança, Higiene e Meio Ambiente, suas ações são incorporadas as etapas de outros pilares. O quadro 4.12 mostra como se dá essa relação com o pilar Manutenção Autônoma.

**Quadro 4.12** – As etapas da Manutenção Autônoma e o Pilar Segurança, Higiene e Meio Ambiente.

<b>Etapa</b>	<b>Atividades</b>
<b>1. Limpeza Inicial</b>	Detectar e corrigir qualquer problema que possa afetar a segurança e o ambiente.
<b>2. . Eliminar fontes de contaminação e locais de difícil acesso</b>	Atividades de melhoria que facilitem a limpeza e a inspeção melhoram a segurança e ambiente através das fontes de contaminação e dos locais de difícil acesso.
<b>3. . Elaborar padrões de limpeza, lubrificação, reaperto de parafusos e inspeção</b>	Incluir procedimentos de segurança-chaves em padrões provisórios de limpeza e inspeção.
<b>4 e 5. Realizar inspeções gerais no equipamento e Inspeções Autônomas</b>	Treinar as pessoas para que elas aprendam sobre seus equipamentos e processos, podendo trabalhar de maneira segura.
<b>6 e 7. Manutenção Autônoma sistemática e Prática plena da autogestão</b>	Dar um passo de cada vez, sem apressar ou omitir nada, até que todos se tornem confiantes e conhecedores dos aspectos de segurança.

Fonte: Suzuki (1994)

## **5 TPM NA CEMAR**

### **5.1 Histórico da CEMAR**

Única distribuidora de energia do Maranhão, a CEMAR (Companhia Energética do Maranhão) possui quatro unidades de negócios, distribuídas nas cidades de São Luís, Bacabal, Timon e Imperatriz, atendendo cerca 1.8 milhões de clientes em todo o estado em seus 217 municípios.

O fornecimento de energia elétrica para atender à coletividade maranhense iniciou-se com a *ULEM MANNAGEMENT COMPANY*, companhia de origem norte-americana que gerava energia elétrica através de uma usina térmica a vapor. Posteriormente, essa atividade foi absorvida pela SAELTPA - Serviços de Água, Esgoto, Luz, Tração e Prensa de Algodão.

Através da Lei Estadual n.º 1.609, de 14 de junho de 1958, foi criada a Centrais Elétricas do Maranhão - CEMAR, sendo autorizada a funcionar como empresa de energia elétrica pelo Decreto Federal n.º 46.999, de 12 de outubro de 1959, com o objetivo de produzir e distribuir energia elétrica em todo o Estado do Maranhão.

Em 1973, a CEMAR incorporou o acervo da Companhia de Eletrificação do Nordeste - CERNE, tornando-se a única concessionária dos serviços de distribuição de energia elétrica do Maranhão. No ano de 1975, a CEMAR absorveu da CHESF o sistema de subtransmissão, abrangendo as linhas de transmissão e as subestações em 69.000 volts. Pela Lei Estadual n.º 4.621 de 17 de dezembro de 1984, passou a denominar-se de Companhia Energética do Maranhão - CEMAR.

No ano 2000 a CEMAR passou pela primeira vez por um processo de privatização, sendo comprada do Governo do Estado do Maranhão pela PP&L (*Pennsylvania Power and Light Company*). Em 2002, o grupo americano desistiu do

negócio e deixou a CEMAR sob a intervenção do Governo Federal, através da ANEEL, no intuito de evitar que os problemas econômico-financeiros da companhia afetassem a prestação do serviço de fornecimento de energia elétrica aos consumidores do Maranhão.

Em 30 de abril de 2004, após dois anos sob a intervenção da ANEEL, o controle acionário da CEMAR foi transferido à SVM Participações e Empreendimentos Ltda., companhia controlada por fundos de *private equity* da GP Investimentos. Como parte do processo de reestruturação financeira da CEMAR, em abril de 2006, o controle acionário da empresa passou para a Equatorial Energia, primeira empresa com sede em São Luís a ter ações negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo. A Equatorial Energia tem como principal estratégia a expansão de sua operação de distribuição de energia nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

A comercialização de energia pela CEMAR no estado movimenta em torno de 350 GWh/Mês, sendo este consumo absorvido em 46% pelos clientes residenciais, 10% pelos clientes industriais, 20% pelos clientes comerciais e 24% pelas demais classes.

Consciente de sua importante função social na condição de empresa distribuidora de energia elétrica, insumo de primordial relevância na matriz de infraestrutura para o desenvolvimento socioeconômico, a CEMAR mantém com o Governo do Estado estreita relação de parceria na priorização dos investimentos necessários para atenuar os gargalos que excluem o Maranhão de uma atuação competitiva nas economias nordestina, brasileira e mundial.

Desse modo a CEMAR prioriza ações estrategicamente planejadas, no intuito de disponibilizar aos seus clientes serviços de qualidade, especialmente no fomento a polos de desenvolvimento econômico e social que elevem a qualidade de vida da população e constituam vetores multiplicadores de geração de trabalho e renda.



## 5.2 O Sistema Elétrico da CEMAR

O sistema CEMAR é composto por 11 regionais elétricas que englobam todo o estado do Maranhão, totalizando uma capacidade de 1668 MVA. As linhas de subtransmissão que interligam o sistema operam nas tensões de 138 kV, 69 kV e 34,5 kV e seus comprimentos somados totalizam 7.225 km.

Cada uma das regionais elétricas é alimentada por pontos de suprimento que em sua maioria pertencem ao sistema da Eletrobrás Eletronorte. Em dois casos a alimentação fica por conta de pontos de suprimento da CHESF (regional elétrica Teresina e regional elétrica Tabuleiros).

O sistema CEMAR é composto ainda por 124 subestações, que trabalham elevando ou rebaixando o nível da tensão elétrica. As subestações da CEMAR operam nas tensões de 138 kV, 69 kV, 34,5 kV e 13,8 kV, a depender das tensões das linhas de entrada e da tensão exigida na saída da subestação. A partir das subestações saem os alimentadores de 13,8 kV, responsáveis pela distribuição da energia elétrica. Alguns clientes são atendidos nesse nível de tensão. Para a grande maioria dos clientes, a tensão deve ser reduzida para 220 V, função realizada pelos transformadores de distribuição.

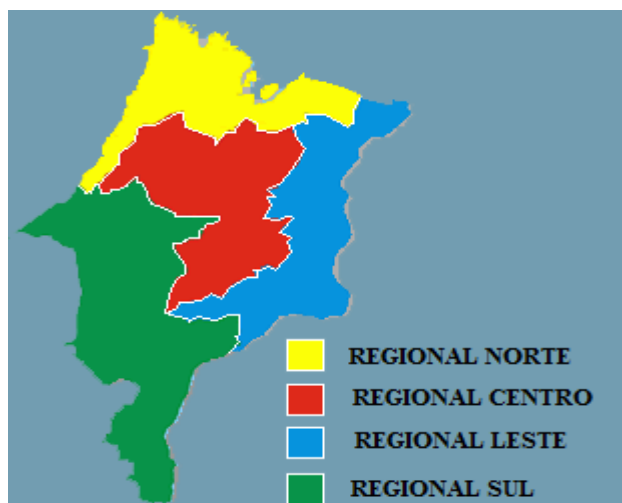
Portanto, o sistema CEMAR é dividido em três grandes segmentos:

- a) SE – Compreende todas as 124 subestações da CEMAR responsáveis pelo rebaixamento da tensão (138/69 kV, 69/13,8 kV, 69/34,5 kV ou 34,5/13,8 kV) ou pela elevação da tensão (13,8/34,5 kV);
- b) LT – Compreende todas as linhas de transmissão da CEMAR, operando nas tensões 69 kV ou 34,5 kV. São 109 linhas no total.
- c) RD – Compreende todas as redes de distribuição da CEMAR. Opera em dois níveis de tensão: 13,8 kV (antes do transformador de distribuição) e 220 kV (após o transformador de distribuição).

### 5.3 Estrutura de Manutenção e Operação da CEMAR

Do ponto de vista geográfico, a CEMAR está dividida 4 grandes regiões, conforme ilustra a figura 5.1.

**Figura 5.1 – Subdivisão em regionais da CEMAR**



**Fonte:** Página da CEMAR na internet<sup>1</sup>

A regional Norte divide-se ainda em mais duas áreas: Norte São Luís, cuja sede é a capital São Luís e Norte Pinheiro, com sede na cidade de Pinheiro. A regional Centro tem sua sede em Bacabal, a Leste tem sede em Timon e a Sul está sediada em Imperatriz.

Cada uma dessas regionais contém uma parte do sistema elétrico da CEMAR. A tabela 5.1 mostra como é a distribuição de subestações, linhas de transmissão e alimentadores por regional.

<sup>1</sup> Disponível em <[http://www.mzweb.com.br/ceмар/web/images/ceмар\\_poup\\_mapa\\_atuacao.htm](http://www.mzweb.com.br/ceмар/web/images/ceмар_poup_mapa_atuacao.htm)>. Acesso em 8/7/2014

**Tabela 5.1** – Número de SE's, LT's e alimentadores por regional.

<b>Regional</b>	<b>Nº de SE's</b>	<b>Nº de LTs</b>	<b>Nº de alimentadores</b>
Norte São Luís	20	29	106
Norte Pinheiro	18	12	53
Centro	28	23	19
Leste	24	21	72
Sul	34	24	99
Total	124	109	349

**Fonte:** Sistema SAP CEMAR

Para cada uma das regionais existe uma equipe própria com a responsabilidade de fazer a manutenção das subestações e outra que deve realizar a manutenção das linhas de transmissão. Essas duas equipes são coordenadas por um líder, cujo cargo na empresa é denominado líder de manutenção AT. As duas equipes tem sua base na cidade sede de cada regional, e devem percorrer longas distâncias para cumprir o cronograma de manutenção, que abrange algumas SE's e LT's mensalmente.

Com relação ao segmento de RD, os colaboradores responsáveis pela sua manutenção ficam espalhados pela regional. Os principais setores dentro da regional servem de base para uma equipe que, comandada por um líder de manutenção RD, é responsável pela manutenção da rede de distribuição daquele setor. Essas equipes são próprias, e contam com o apoio de estruturas terceirizadas para retirada de anomalias do sistema. A tabela 5.2 relaciona a quantidade de colaboradores responsáveis pela manutenção dos três segmentos em cada regional.

**Tabela 5.2** – Quantidade de profissionais responsáveis pela manutenção de cada segmento nas regionais

<b>Regional</b>	<b>Nº de pessoas responsáveis pela manutenção de SE</b>	<b>Nº de pessoas responsáveis pela manutenção de LT</b>	<b>Nº de pessoas responsáveis pela manutenção de RD</b>
<b>Norte São Luís</b>	6	5	8
<b>Norte Pinheiro</b>	2	2	7
<b>Centro</b>	5	4	6
<b>Leste</b>	4	3	15
<b>Sul</b>	5	3	13
<b>TOTAL</b>	22	17	49

**Fonte:** Sistema SAP CEMAR

Todas as equipes citadas acima são responsáveis pela execução da manutenção. Para realização do planejamento da manutenção e do seu controle através de indicadores e auditorias, existem três equipes, uma para cada segmento, lotadas em São Luís, na sede corporativa da CEMAR.

O setor da operação conta com um corpo técnico de 100 operadores para assistir as 124 subestações da CEMAR. Os operadores ficam durante o horário comercial na própria subestação, e são responsáveis por realizar manobras quando não existe a possibilidade de fazê-las remotamente (via automação), além de cuidar da conservação geral dos equipamentos, do pátio e da casa de controle da subestação. Algumas subestações completamente automatizadas não possuem operador *full time*. Cada regional possui um líder de operação, responsável por coordenar os operadores da sua regional.

Na rede de distribuição, quando existe a necessidade de realização de manobras, as equipes de plantão são acionadas. Essas equipes são terceirizadas, e assim como o restante da estrutura que opera o sistema elétrico da CEMAR, atendem a comandos que são dados pelo Centro de Operação Integrada – COI. As linhas de transmissão não possuem equipes dedicadas a sua operação, sendo as suas manobras realizadas remotamente, através do sistema de automação da CEMAR.

## 5.4 A Escolha do TPM como Método de Gestão

A CEMAR deve superar um desafio constante no seu dia a dia: equilibrar uma equação que envolve desejos e regras oriundos de 4 grupos distintos – os acionistas, os colaboradores, os clientes e o órgão regulador, nesse caso a ANEEL.

Os acionistas querem ver o rendimento do capital investido na empresa, além do seu crescimento dentro do setor elétrico. Os colaboradores querem salários compatíveis com as suas necessidades, além de um melhor ambiente de trabalho e mais investimento por parte da empresa na sua capacitação profissional. Os clientes exigem um nível cada vez maior no serviço prestado, querendo receber sempre uma energia de qualidade e sem interrupções. Por fim, o órgão regulador tem em seu regulamento uma série de exigências e prevê multas caso a concessionária não as cumpra.

Para resolver essa equação, a companhia tem algumas restrições: o orçamento é limitado e a estrutura é enxuta. A visão de fazer mais com menos é uma realidade na CEMAR. Portanto, resta apenas um caminho, que é o aumento da produtividade.

Produtividade refere-se, assim, a medida de eficiência do uso de recurso. Embora o termo seja aplicado para fatores únicos, como mão de obra (produtividade no trabalho), máquinas, materiais, energia e capital, o conceito de produtividade aplica-se também ao total de recursos consumidos na produção de *outputs*. Podemos dizer que produtividade é fazer mais com menos recursos. (FILHO, 2007, p. 157)

Tendo em mãos todos esses desafios, partiu da alta direção da empresa, mais especificamente do diretor de distribuição (área que engloba a parte de engenharia da CEMAR), a ideia de inovar no modo de gerenciar. Detectou-se que os objetivos do programa TPM casavam com os anseios da empresa, e os métodos apresentados poderiam levar a CEMAR à evolução que ela tanto precisa alcançar. A visão da CEMAR, que é ser a melhor e a mais rentável empresa de distribuição de energia elétrica do Brasil, e valores corporativos como foco em gente e obstinação pelo lucro perpassam por um amplo programa de eliminação de perdas e pela ênfase na capacitação dos seus colaboradores, pontos focais de todo programa de TPM.

O primeiro ponto de melhoria observado foi um maior aproveitamento da força de trabalho dos operadores de subestação. Como pode ser visto nas tabelas 5.1 e 5.2, existe uma grande quantidade de subestações nas regionais para um número reduzido de profissionais de manutenção desse segmento. Somam-se a isso as grandes distâncias entre as subestações nas regionais, fruto da grande extensão territorial do estado do Maranhão. Como os operadores estão sempre nas subestações, acompanhando de perto os eventos que nela acontecem, seria um grande ganho capacitar melhor essas pessoas, fazer com que eles aprofundem seus conhecimentos sobre os equipamentos da subestação, enfim, dar as ferramentas necessárias para que esses operadores somem forças com a manutenção na busca da maior eficiência dos equipamentos de SE.

Com essa visão, o foco inicial do programa TPM na CEMAR foram as subestações, e o pilar escolhido para iniciar as práticas do método na empresa foi o de Manutenção Autônoma, cujo objetivo principal é o aprimoramento da capacidade técnica do operador.

## 5.5 Fase de Preparação

Esta fase possui as etapas descritas no quadro 5.1.

**Quadro 5.1 – Fase de preparação**

FASE	ETAPAS	ELEMENTOS BÁSICOS
<b>Preparação</b>	1. Decisão da alta administração	Comprometimento da alta direção
	2. Treinamento Inicial	Cursos/Palestras para todos os níveis hierárquicos
	3. Estrutura organizacional do TPM	Formação de comitês e subcomitês
	4. Estabelecer diretrizes	Objetivos, indicadores e metas
	5. Plano diretor	Planejamento para Implantação

Fonte: Loss Prevention (2011)

### 5.5.1 Decisão da alta administração

Vendo no TPM uma oportunidade de evolução no método de gestão da CEMAR, o diretor de distribuição da empresa buscou meios para trazer o conhecimento da metodologia para dentro da CEMAR, passando então para segunda das doze etapas do método.

### 5.5.2 Treinamento inicial

A princípio foram selecionados dois colaboradores das áreas de manutenção e operação para realizar um treinamento de imersão sobre a metodologia. O treinamento foi realizado em São Paulo pela empresa de consultoria e treinamento *Loss Prevention*, referência no tema no Brasil.

Os participantes do treinamento foram escolhidos estrategicamente: Jaderson Santos, líder dos operadores de subestação e Erick Duarte, responsável pelo planejamento e controle da manutenção de subestações da CEMAR seriam os responsáveis para dar início ao programa TPM. Através do curso, eles foram capacitados para coordenar as atividades propostas pela metodologia, bem como multiplicar o conhecimento dentro da empresa.

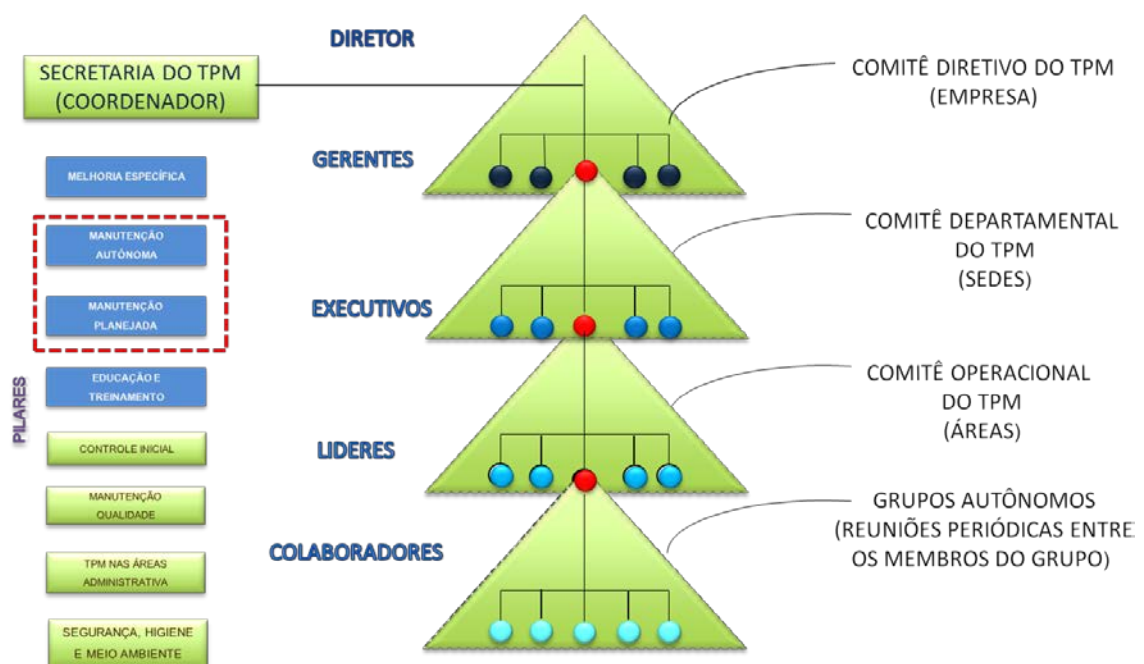
Um pouco mais a frente viu-se a necessidade de treinar mais um colaborador na metodologia. Roger Gissoni, executivo de manutenção de alta tensão também realizou o treinamento, adquirindo o conhecimento necessário para assumir a função de secretário do TPM.

### 5.5.3 Estrutura Organizacional do TPM

Conforme diz a metodologia, os pilares Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada, Melhoria Específica e Educação e Treinamento são denominados pilares produtivos. Para obter resultados significativos, é importante que o programa de TPM de uma empresa comece a fase de implementação por eles.

Na CEMAR, o ponto de partida foram os pilares de Manutenção Autônoma e Manutenção Planejada. Para coloca-los em prática, era preciso delinear a estrutura geral do TPM, conforme a figura 5.2.

**Figura 5.2 – Estrutura Geral do TPM**



**Fonte:** Apresentação interna CEMAR (2014)

A composição dos setores ficou da seguinte forma:

**Secretaria do TPM** – é ocupada pelo executivo de manutenção AT. Sua função é coordenar o programa para que alcance os objetivos traçados pela alta diretoria.

**Comitê diretivo do TPM** – formado pelo diretor de distribuição e por gerentes de 3 áreas: Manutenção e Expansão RD, Operação do Sistema Elétrico e Expansão



AT e Automação. A função do comitê é discutir e aprovar junto à secretaria estratégias relacionadas ao TPM na CEMAR.

**Comitê departamental do TPM** – formado pelos executivos corporativos e regionais da manutenção e da operação. Sua função é dar suporte as áreas na prática do TPM.

**Comitê operacional e grupos autônomos** – formado pelos líderes de manutenção, líderes de operação e pelas equipes de mantenedores e operadores. Responsáveis por fazer o TPM acontecer na base, seguindo as orientações vindas dos pilares.

Os pilares Manutenção Autônoma e Manutenção planejada tem os colaboradores Jaderson Santos e Erick Duarte como líder, respectivamente. Para cada pilar, foram selecionadas pessoas da manutenção e operação capacitadas no TPM e com vasto conhecimento dos processos da CEMAR, capazes de entender as atividades propostas pela metodologia e traduzir para o dia a dia da empresa.

#### 5.5.4 Estabelecer Diretrizes

Nesta etapa devem ser definidos os objetivos, os indicadores e as metas gerais para o programa TPM.

O objetivo do programa, conforme definido junto ao comitê diretivo, é tornar a operação da CEMAR mais eficiente, através da capacitação dos colaboradores em técnicas e ferramentas que eliminem as perdas operacionais, com foco nos temas e objetivos estratégicos da empresa.

Para chegar aos indicadores globais do TPM, foi verificado em quais objetivos relacionados aos temas estratégicos da empresa a aplicação do método teria impacto. O quadro 5.2 relaciona os temas estratégicos e esses objetivos.

**Quadro 5.2 – Temas estratégicos e objetivos impactados pelo TPM**

Temas Estratégicos	Objetivos
Excelência Operacional	Reduzir DEC
	Reduzir FEC
	Melhorar indicadores de segurança - força de trabalho
	Melhorar o índice de nível de tensão
	Melhorar a relação de serviços preventivos frente aos corretivos
	Reduzir custos com O&M
	Melhorar a pontuação do PNQ
Gestão de Gente	Melhorar o clima organizacional
	Reduzir turn-over
	Melhorar a capacitação dos colaboradores
	Melhorar a capacitação dos líderes
Gestão Regulatória	Reduzir não conformidades (ANEEL)
	Reduzir penalidades (ANEEL)
Melhoria da percepção do Cliente	Melhorar o fornecimento de energia * DEC FEC e NT
	Melhorar o atendimento ao cliente
	Melhorar a imagem da empresa
Rentabilidade	Aumentar EBITDA
	Reduzir gastos gerenciáveis
	Melhorar o resultado financeiro
	Maximizar o retorno sobre capital próprio
	Garantir a remuneração dos investimentos elegíveis

**Fonte:** Apresentação interna CEMAR (2014)

Com isso, chegou-se a alguns indicadores que representariam bem os fatores produtividade, qualidade, custo, *delivery* (entrega), segurança e moral (PQCDSM). O quadro 5.3 lista quais são esses indicadores.

**Quadro 5.3 – Indicadores de desempenho do programa TPM**

Indicadores de desempenho						
	EXEMPLO	UNIDADE	Anterior (2013)	2014	2015	2016
P	• OPE (Rendimento Global da Planta)	%	NA	Definir	Definir	Definir
Q	• MULTAS	R\$ (MM)	12,16	11,50	10,88	10,29
	• ÍSQP	%	77,0	77,70	78,32	79,78
C	• CUSTO DE OPERAÇÃO	R\$ (MM)	17,43	17,90	18,44	18,99
	• CUSTO DE MANUTENÇÃO	R\$ (MM)	45,16	66,78	68,79	70,85
D	• DEC	Horas	18,85	17,76	17,47	17,09
	• FEC	Interrupções	10,88	10,47	10,30	10,09
S	• ACIDENTES – TX GRAVIDADE	Quantidades	2.022,59	2.022,59	1.921,46	1.825,39
	• ACIDENTES – FREQUÊNCIA	Quantidades	4,53	4,53	4,30	4,08
M	• PESQUISA DE CLIMA	%	76,37	76,37	77,13	80,00

**Fonte:** Apresentação interna CEMAR (2014)

Onde:

**OPE:** rendimento global da planta, resultado do produto dos índices de disponibilidade, performance e qualidade.

**Multas:** valor em reais pago em multas para os clientes da CEMAR

**ÍSQP:** Índice de Satisfação da Qualidade Percebida. Indica a porcentagem de clientes satisfeitos com o serviço prestado pela CEMAR no Maranhão. O resultado é obtido através de pesquisa realizada por órgão externo.

**Custo de manutenção e custo de operação:** custo em reais para manter e operar o sistema elétrico, respectivamente.

**DEC:** Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora. Exprime o intervalo de tempo que, em média, cada consumidor do conjunto considerado ficou privado do fornecimento de energia elétrica, no período de observação, considerando-se as interrupções maiores ou iguais a três minutos.

**FEC:** exprime o número de interrupções que, em média, cada consumidor do conjunto considerado sofreu no período de observação, considerando-se as interrupções maiores ou iguais a três minutos.

**Acidentes – Taxa de Gravidade:** é o número que exprime a quantidade de dias computados nos acidentes com afastamentos por milhão de horas-homem de exposição ao risco.

**Acidentes – Taxa de Frequência:** é o número de acidentados por milhão de horas de exposição ao risco, em determinado período.

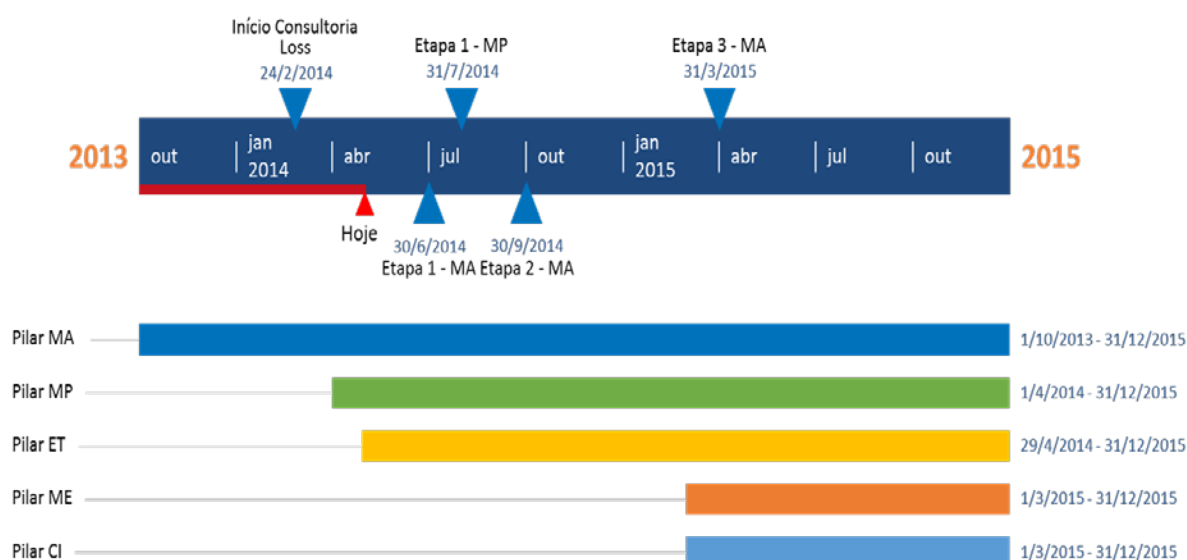
**Pesquisa de Clima:** expressa em porcentagem a satisfação dos colaboradores com o seu ambiente de trabalho na CEMAR.

O OPE ainda tem metas a serem definidas. Este indicador será mais bem trabalhado quando o pilar Melhoria Específica estiver totalmente formado.

### 5.5.5 Plano diretor

No plano diretor é feito um cronograma de implantação das atividades que serão executadas para atingir os objetivos do TPM. Os pilares que serão implantados e a ordem de implantação dependem da necessidade e das particularidades de cada empresa. A figura 5.3 mostra o cronograma geral de implantação do TPM na CEMAR.

**Figura 5.3 – Macro cronograma do projeto TPM na CEMAR**



**Fonte:** Apresentação interna CEMAR (2014)

Nota-se que os pilares escolhidos foram o de Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada, Educação e Treinamento, Melhoria Específica e Controle Inicial. Três deles já estão em andamento (MA, MP e ET), enquanto ME e CI serão iniciados em 2015. O prazo final para consolidação dos 5 pilares é no final do ano de 2015.

Pode ser visto também no cronograma um marco no dia 24/02/2014 como “Início Consultoria *Loss*”. Para auxiliar a CEMAR na implantação do TPM, foi contratado o serviço de consultoria da empresa *Loss Prevention*. Com todo o know-how no assunto adquirido em anos realizando treinamentos e prestando consultorias para diversas empresas em diferentes ramos, a *Loss Prevention* está ajudando a CEMAR a entender o método e traduzir para a realidade da companhia.

## 5.6 Fase de introdução

Esta fase possui a etapa descrita no quadro 5.4.

**Quadro 5.4** – Fase de introdução

<b>FASES</b>	<b>ETAPAS</b>	<b>ELEMENTOS BÁSICOS</b>
<b>Introdução</b>	6. Partida do TPM	Comunicação formal das diretrizes

Fonte: Loss Prevention (2011)

### 5.6.1 Partida do TPM

A divulgação do TPM foi acontecendo aos poucos. Foram aproveitados espaços nas reuniões de rotina para divulgar o método para as áreas. Com algumas ações já em andamento, foi divulgado para o restante da companhia que o TPM estava sendo adotado como método de gestão. O ANEXO C contém o *e-mail* onde o TPM foi oficialmente divulgado para toda a empresa.

## 5.7 Fase de Implementação

A fase de implementação contempla a concretização dos pilares escolhidos dentro da companhia. Conforme exposto, os pilares escolhidos foram o MA, MP, ET, ME e CI. O quadro 5.5 traz os elementos básicos de cada um desses pilares.

**Quadro 5.5** – Fase de Implementação

FASES	ETAPAS	ELEMENTOS BÁSICOS
<b>Implementação</b>	7. Estruturação dos pilares para confiabilidade do sistema produtivo	Busca da máxima eficiência dos equipamentos já existentes.
	7.1 Melhoria Específica	Eliminar grandes perdas através de pequenos grupos multifuncionais.
	7.2 Manutenção Autônoma	Aumento da capacitação técnica do operador.
	7.3 Manutenção Planejada	Quebra zero, restauração e confiabilidade.
	7.4 Educação e Treinamento	Elevar os níveis de conhecimento, promovendo mudança cultural e reeducação.
	8. Controle Inicial	Minimização das ineficiências em novos produtos, processos e equipamentos.

Fonte: *Loss Prevention* (2011)

### 5.7.1 Pilar Manutenção Autônoma

O pilar manutenção autônoma tem como objetivo principal o aprimoramento da capacidade técnica dos operadores de subestação. Conhecendo mais sobre os seus equipamentos, os operadores serão capazes de inspeciona-los melhor e até realizar pequenos reparos quando a seguinte combinação for válida: ferramenta disponível e posse da habilidade necessária para realização daquela tarefa.

#### 5.7.1.1 Escolha dos pilotos

O primeiro passo para implantação do pilar MA foi a escolha dos equipamentos pilotos para aplicação da metodologia. A escolha deveria levar em consideração o seguinte critério: os equipamentos escolhidos deveriam ser os mais críticos para o processo da CEMAR, os chamados equipamentos classe A.

Como no primeiro momento não se tinha uma forma consolidada para determinar a criticidade dos equipamentos de subestação (são mais de 5000 equipamentos no total, dos mais variados tipos), fez-se primeiro uma pré-seleção entre as 124 subestações da CEMAR, levando em conta a localização (próxima à cidade sede da regional) ou a presença de operadores que, por perfil, teriam mais facilidade em entender e aplicar o método. Com isso, as subestações escolhidas foram as seguintes:

- SE Pinheiro, localizada na regional Norte Pinheiro;
- SE São Francisco, localizada na regional Norte São Luís;
- SE Maracanã, localizada na regional Norte São Luís;
- SE Santa Inês, localizada na regional Centro;
- SE Imperatriz, localizada na regional Sul;
- SE Paraibano, localizada na regional Leste.

Após a escolha das subestações, foi escolhido o equipamento mais crítico em cada uma dessas instalações. Entendeu-se a princípio como crítico os religadores ou disjuntores das saídas da subestação. A função dos religadores e dos disjuntores é, segundo Mamede (2005), interromper e reestabelecer a corrente elétrica num determinado ponto do circuito. A falha de um desses equipamentos na saída da subestação (não abertura em caso de curto circuito na rede de distribuição) faz com que o problema chegue até barra da subestação, fazendo atuar o religador ou disjuntor que realiza a proteção da mesma. Isso ocasionaria a saída de todos os circuitos alimentados por essa barra, acarretando a falta de energia para um grande número de clientes. Uma melhor ideia dessa configuração pode ser vista no diagrama unifilar retratado no ANEXO D.

Como a metodologia sugere um número reduzido de pilotos, com o intuito de consolidar primeiro os conhecimentos e práticas para depois replicar para os demais equipamentos, foi utilizado um segundo critério para selecionar um entre os diversos disjuntores/religadores de saída de cada subestação selecionada: o número de operações de cada equipamento. Uma operação significa um ciclo realizado (abertura e fechamento do equipamento). Um elevado número de operações em um disjuntor ou religador indica que ele é bastante requisitado e tem papel essencial na proteção de determinada subestação. Além disso, equipamentos que operam muito tendem a apresentar mais problemas devido ao grande nível de *stress* mecânico pelo qual eles são submetidos, inspirando maior cuidado para com eles. Observando os equipamentos em cada subestação que tiveram maior número de operações, chegou-se aos seguintes pilotos:

- Na SE Pinheiro – religador 21C1;
- Na SE São Francisco – disjuntor 11C5;
- Na SE Maracanã – disjuntor 11C2;
- Na SE Santa Inês – religador 21C3;
- Na SE Imperatriz – religador 29L1;
- Na SE Paraibano – religador 21C1.

#### 5.7.1.2 Escolha dos grupos autônomos

Com as subestações e os equipamentos pilotos definidos, faltava definir as pessoas que comporiam os grupos autônomos em cada subestação. Cada grupo teve como participantes os operadores responsáveis por aquela SE, os profissionais de manutenção da regional na qual a SE está inserida, além de executivos e líderes que dariam o apoio necessário para o grupo autônomo. A figura 5.4 mostra como ficou a distribuição dos grupos autônomos para os seis pilotos.



**Figura 5.4 – Grupos Autônomos**



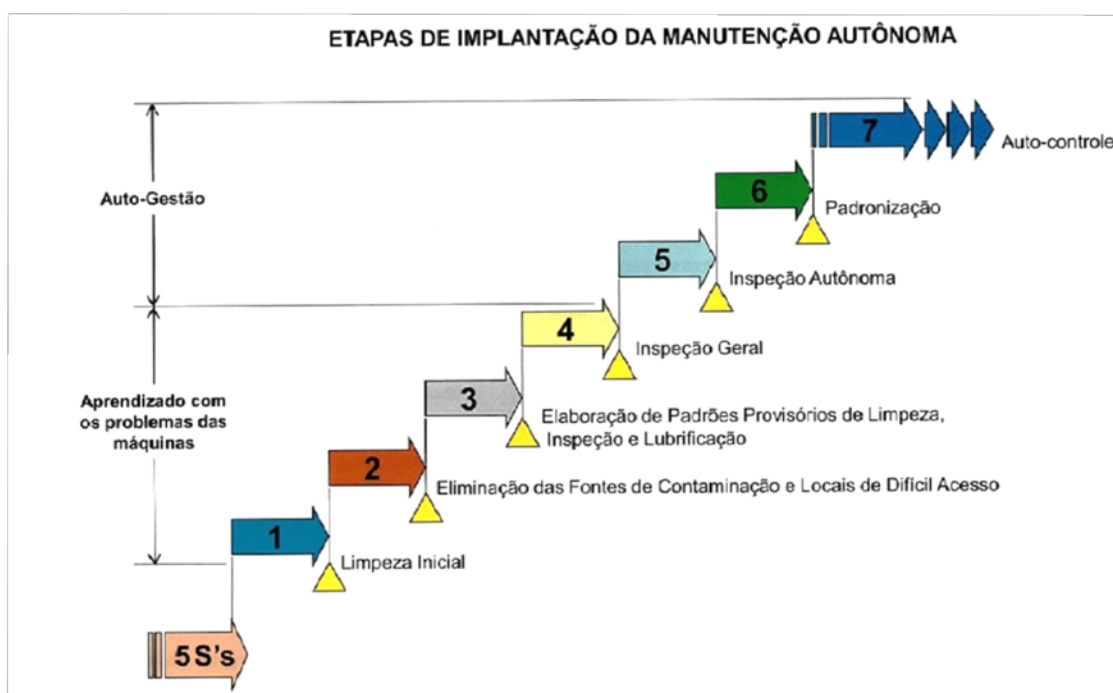
**Fonte:** Apresentação Interna CEMAR (2014)

Para que todos tivessem um conhecimento nivelado da metodologia, foram realizados alguns treinamentos sobre a Manutenção Autônoma. Os treinamentos, além de explorar as sete etapas da Manutenção Autônoma, traziam conceitos gerais da metodologia TPM. Dessa forma, o conhecimento ia sendo disseminado pela empresa, ajudando no difícil processo de mudança de cultura que o sucesso do TPM exige.

### 5.7.1.3 As etapas da Manutenção Autônoma

As etapas da Manutenção Autônoma estão ilustradas na figura 5.5.

**Figura 5.5** – Etapas da manutenção autônoma



Fonte: Loss Prevention (2011)

Os cinco sentidos são a base para implantação das etapas da manutenção autônoma. Eles já eram prática da CEMAR, porém apenas nas áreas de escritório. Era necessário elaborar um guia da prática dos 5S nas subestações e treinar as pessoas envolvidas.

Com o apoio da área de qualidade da CEMAR, idealizadora do programa 5S para os escritórios, o pilar Manutenção Autônoma criou uma cartilha educativa dos cinco sentidos para as subestações. Ela traz orientações sobre como descartar equipamentos sem uso, como identificar através de etiquetas pontos importantes da sala de controle e dos próprios equipamentos, como praticar de forma adequada a limpeza dos equipamentos, além de outras práticas essenciais para tornar a subestação um melhor local de trabalho, prevenindo riscos tanto para as pessoas quanto para o patrimônio da CEMAR.

A primeira etapa, denominada limpeza inicial, tem o objetivo de aumentar a confiabilidade do equipamento através de três atividades:

- Eliminar a sujeira do equipamento;
- Expor todas as anomalias;
- Corrigir pequenos problemas e reestabelecer as condições básicas do equipamento.

Segundo Suzuki (1994), a limpeza força o operador a ter contato com todas as partes do equipamento. Isso faz com que o operador se torne mais íntimo do equipamento, aumentando o seu nível de interesse por ele. Através da prática contínua dessa atividade, o operador acaba por reconhecer o quão importante é a limpeza para o equipamento, criando o hábito de mantê-lo sempre limpo e pensando em maneiras de tornar a limpeza de determinadas partes do equipamento mais fáceis.

**Figura 5.6** – Grupo Autônomo trabalhando na limpeza de um religador na SE IPA



**Fonte:** Apresentação Interna CEMAR (2014)

As anomalias são deficiências, desordens, pequenas irregularidades, defeitos, imperfeições ou qualquer outra condição que possa levar o equipamento a uma

falha. A prática intensa da limpeza acaba por revelar várias dessas anomalias, validando na prática o conceito “limpeza é inspeção”.

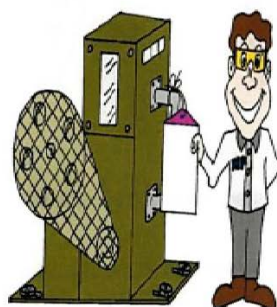
O TPM diz que todas as anomalias devem ser corretamente identificadas e etiquetadas pelo operador. Para realização da etiquetagem, utilizam-se comumente os modelos da figura 5.7.

**Figura 5.7** – Modelos de etiquetas usados na identificação de anomalias

Etiquetas para a identificação das anomalias

**ETIQUETA AZUL** – É a etiqueta para identificação das anomalias que o Operador está capacitado para a resolução do problema.

**ETIQUETA VERMELHA** – É a etiqueta para identificação das anomalias que o Operador não está capacitado para a resolução do problema e que necessita da manutenção.



Fonte: Loss Prevention (2011)

Alguns pontos importantes com relação às etiquetas:

- No campo “descrição da anomalia”, deve-se colocar a descrição do problema, e não a solução para o mesmo;
- Devem-se colocar as etiquetas o mais próximo possível do local do problema;
- Sempre colocar uma etiqueta para cada problema;
- A etiqueta possui duas vias; uma deve ficar no equipamento, sinalizando para todos que existe um problema naquele ponto e a outra deve ir para o quadro de atividades da manutenção autônoma;

- Quanto à priorização das etiquetas (alta, média ou baixa), a manutenção deve instruir os operadores sobre os tipos de anomalia e suas criticidades. Os prazos para retirada dos problemas são os seguintes: 15 dias para as altas, 90 dias para as médias e 180 dias para as baixas.

A figura 5.8 mostra um exemplo de etiquetagem na parte interna do painel do disjuntor 11C2 da SE Maracanã.

**Figura 5.8** – Etiquetas do TPM no disjuntor 11C2 da SE MAR



**Fonte:** Apresentação Interna CEMAR (2014)

O processo de reestabelecimento das condições básicas do equipamento se dá pela prática contínua da inspeção e da posterior retirada dos defeitos encontrados. O operador, responsável pela inspeção, deve sempre buscar resolver as anomalias que estão ao seu alcance, ou seja, aquelas que ele possui as ferramentas e a habilidade necessária para retirá-las. Nos outros casos, a manutenção deve ser informada. O fluxo para tratamento das etiquetas azuis (operação) foi montado e pode ser encontrado no ANEXO D. As etiquetas vermelhas também têm seu fluxo, e ele será abordado mais adiante.

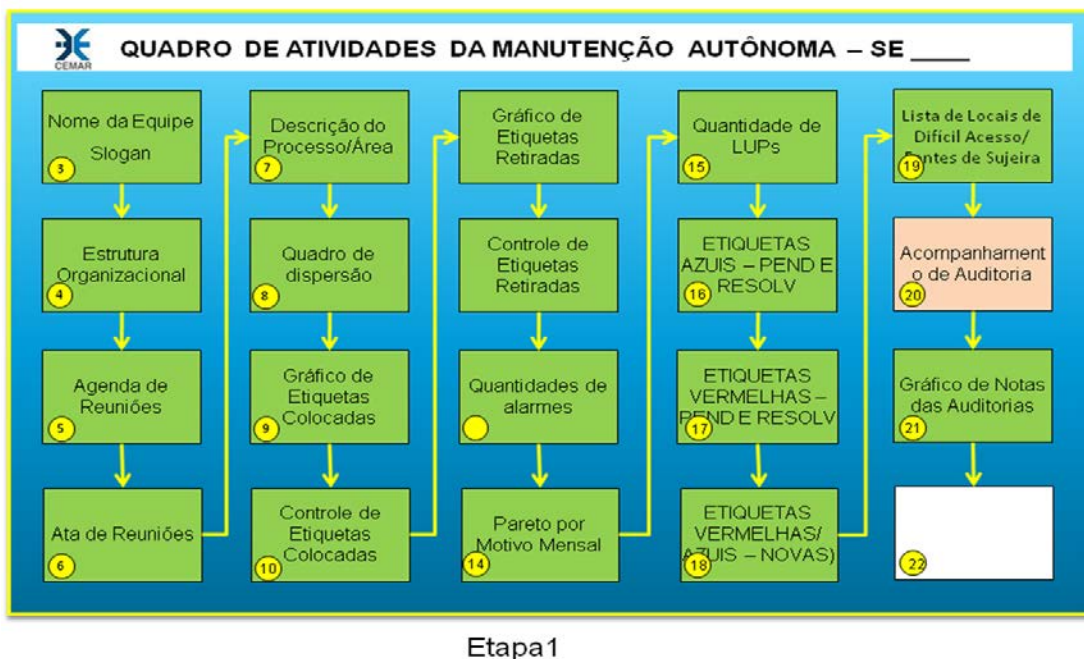
É importante que nessa etapa sejam formadas pessoas com olhar crítico sobre o equipamento. Pequenos problemas não podem ser negligenciados, pois eles são raízes de futuras falhas que possam vir a tirar o equipamento de operação, causando perdas para empresa, mal que deve ser eliminado pelo TPM.

O pilar manutenção autônoma estabeleceu uma rotina base para realização da etapa 1 nos equipamentos pilotos. A atividade começa pela análise dos

parâmetros de segurança, depois existe a preparação para a prática da limpeza com inspeção e por fim o equipamento é limpo e etiquetado. O resumo dessa rotina pode ser encontrado no ANEXO E.

Uma extensão das atividades em campo de limpeza e inspeção deve ser a atualização do quadro de atividades do grupo autônomo. Atualmente os quadros são colocados na sala de controle da subestação, local bem próximo do equipamento piloto e onde os operadores passam a maior parte do tempo. Isso estimula a prática da autogestão por parte do grupo autônomo. O modelo de quadro adotado atualmente pelo pilar manutenção autônoma está ilustrado na figura 5.9. É importante frisar que quadro pode passar por transformações à medida que acontece a evolução de uma etapa para outra dentro da implantação da Manutenção Autônoma.

**Figura 5.9 – Modelo de quadro utilizado pela pilar MA**



**Fonte:** Apresentação interna CEMAR (2014)

Com a evolução dos pilotos escolhidos inicialmente, novos foram adicionados ao programa. As escolhas foram feitas com base nos critérios A, B e C, que serão abordados no pilar manutenção planejada. Os equipamentos e suas respectivas subestações foram os seguintes:

- Na SE Três Marias – transformador 03T1;
- Na SE Bacabal – transformador 02T1;
- Na SE Timon – transformador 02T1;
- Na SE Balsas – transformador 02T2.

O ANEXO F contempla alguns dados desses equipamentos.

Nota-se a inclusão dos transformadores de força entre os equipamentos utilizados como piloto para etapa 1 da Manutenção Autônoma.

As figuras abaixo mostram a aplicação do modelo do quadro de atividades da manutenção na SE Bacabal, cujo equipamento piloto é o transformador 02T1.

**Figura 5.10 – Visão geral do quadro de atividades**



Fonte: Apresentação interna CEMAR (2014)

Figura 5.11 – Estrutura organizacional do pilar MA



Fonte: Apresentação interna CEMAR (2014)

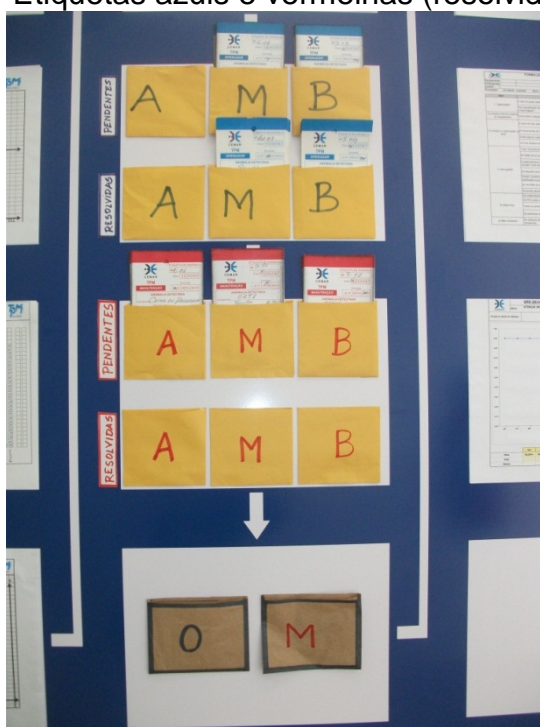
Figura 5.12 – Quadro de dispersão das etiquetas no equipamento



Fonte: Apresentação interna CEMAR (2014)



**Figura 5.13** – Etiquetas azuis e vermelhas (resolvidas e retiradas)



Fonte: Apresentação interna CEMAR (2014)

A tabela 5.3 faz um comparativo entre o número de anomalias encontradas no transformador 02T1 da SE Bacabal em uma única prática da primeira etapa da manutenção autônoma e nas últimas quatro inspeções visuais realizadas pelo pessoal de manutenção.

**Tabela 5.3** – Nº de anomalias encontradas no transformador 02T1 da SE BCB

Nº de anomalias encontradas em uma prática da 1ª etapa do MA		Nº de anomalias encontradas nas últimas 4 inspeções realizadas pela manutenção entre 2013 e 2014	
Para Operação	Para Manutenção	Para Operação	Para Manutenção
13	10	0	1

Fonte: Sistema SAP CEMAR (2014)

É notável o aumento da capacidade de inspeção com a prática da 1ª etapa da Manutenção Autônoma. Com o olhar mais crítico, muitos defeitos que antes não eram enxergados, ou vistos como normais, foram identificados. Outra diferença é a inclusão do operador no processo de manutenção do equipamento. Antes da prática do TPM, não se direcionava nenhum tipo de anomalia para operação. Com a nova divisão, mantenedores e operadores trabalham de forma conjunta para manter as condições ideais do equipamento.

Outro ponto importante nessa primeira etapa é a confecção das lições de um ponto. Fazendo uso da sua experiência e dos novos conhecimentos adquiridos a partir do maior contato com os equipamentos, os operadores estão criando as lições de um ponto e replicando o conhecimento para todas as áreas interessadas. Alguns exemplos podem ser encontrados no ANEXO G.

#### 5.7.1.4 Cronograma de implantação da manutenção autônoma

Atualmente o programa de Manutenção Autônoma da CEMAR se encontra na transição da primeira para a segunda etapa (eliminação das fontes de contaminação e locais de difícil acesso). Segundo a Loss Prevention (2011), 80% das falhas nos equipamentos são eliminadas com as três primeiras etapas da Manutenção Autônoma. O cronograma de implantação dessas três etapas nos pilotos e em outras subestações da CEMAR pode ser encontrado no anexo H.

#### 5.7.2 Pilar Manutenção Planejada

Suzuki (1994) conceitua a manutenção planejada como um sistema que deve estabelecer quais são as condições ótimas dos equipamentos e processos e mantê-las. O objetivo do pilar manutenção planejada é construir esse sistema, levando a empresa a atingir a quebra zero no todo ou em alguns processos ou equipamentos, dependendo dos objetivos estratégicos da companhia.

##### 5.7.2.1 Escolha dos grupos

Assim como na Manutenção Autônoma, foram realizados treinamentos para disseminar o conhecimento sobre as atividades do pilar manutenção planejada entre os colaboradores. Todos os líderes de manutenção das regionais foram treinados, além de alguns técnicos de manutenção das equipes. No processo de multiplicação

do conhecimento, coube aos líderes ensinar os conceitos da Manutenção Planejada aos membros da equipe que ainda não possuíam o conhecimento da metodologia.

As atividades do pilar Manutenção Planejada dividem-se entre tarefas práticas (suporte ao pilar manutenção autônoma, através da retirada de anomalias e fornecimento de material) e tarefas gerenciais, como o estabelecimento de conceitos, critérios e diretrizes da Manutenção Planejada. As tarefas práticas são realizadas pelas equipes nas regionais. As tarefas gerenciais são realizadas pelos membros do pilar. Na prática, o pilar forma uma estrutura corporativa cuja função é estabelecer as diretrizes e orientar as equipes nas regionais na realização das atividades práticas do pilar Manutenção Planejada.

#### 5.7.2.2 Etapas da Manutenção Planejada

De acordo com a Loss Prevention (2011), são seis as etapas para construir um sistema de manutenção planejada:

1. Conhecer a situação atual dos equipamentos e das quebras dos mesmos;
2. Eliminar os grandes problemas;
3. Implantar um sistema de gestão da informação;
4. Construir um sistema de manutenção periódica;
5. Construir um sistema de manutenção preditiva;
6. Avaliar o sistema de manutenção planejada.

As atividades atualmente desenvolvidas pelo pilar Manutenção Planejada contemplam os objetivos de algumas dessas etapas.

Para cumprir com os objetivos da primeira etapa, o pilar atuou nos seguintes itens:

**Cadastro dos equipamentos e histórico de suas falhas** – atualmente as informações dos equipamentos são cadastradas no SAP (sistema de gerenciamento utilizado pela CEMAR). Os defeitos e as falhas desses equipamentos também podem ser extraídos desse sistema. O objetivo do pilar é estratificar mais o cadastro

dos equipamentos, inserindo no sistema todos os seus componentes, além de melhorar a forma como o registro das falhas é feito.

**Avaliar e priorizar os equipamentos** – nessa etapa deve ser criado um sistema de avaliação que leve em consideração os atributos mais importantes estrategicamente para a empresa, por exemplo: segurança, qualidade, operacionalidade, manutenibilidade, custo, impacto no faturamento, etc. Fazendo uma avaliação baseada nesses critérios, os equipamentos são classificados como A, B ou C, sendo os classificados como A os considerados mais críticos para a empresa. Essa classificação serve como base para várias atividades, como por exemplo, a Manutenção Autônoma; os equipamentos escolhidos para passar pelas sete etapas da Manutenção Autônoma devem estar entre os classificados como A. Os atributos adotados pelo pilar Manutenção Planejada para classificação dos equipamentos estão descritos no quadro 5.6.

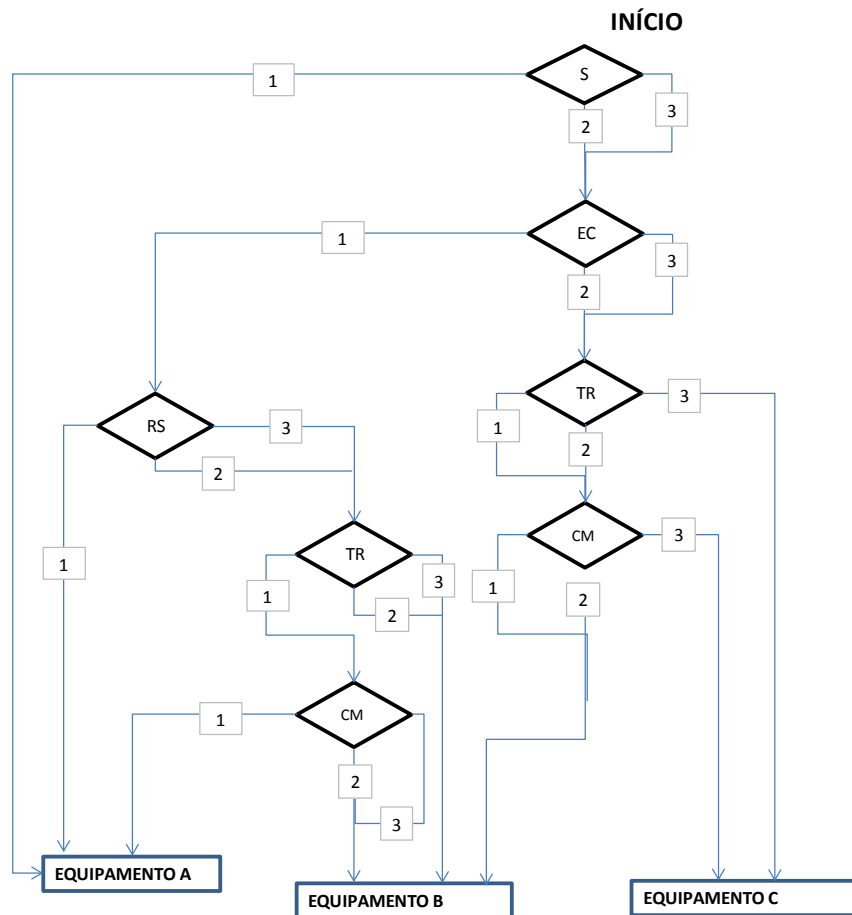
**Quadro 5.6** – Fatores de avaliação para classificação de equipamentos de SE

FATOR DE AVALIAÇÃO	NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3
SEGURANÇA (S)	Na maioria das vezes, a falha desse equipamento provoca graves efeitos sobre o homem, o meio ambiente ou a integridade dos demais equipamentos da subestação.	Na maioria das vezes, a falha desse equipamento traz riscos moderados para o homem, o meio ambiente ou a integridade dos demais equipamentos da subestação.	Na maioria das vezes, a falha desse equipamento não traz riscos ou consequências.
EFEITO SOBRE A CONTINUIDADE (EC)	A falha desse equipamento provoca a perda de mais de 15.000 clientes.	A falha desse equipamento provoca uma perda de 5.000 a 15.000 clientes.	A falha desse equipamento provoca uma perda de menos de 5.000 clientes.
RECUPERAÇÃO DO SISTEMA (RS)	O equipamento não possui by-pass nem automação.	O equipamento possui by-pass.	O equipamento possui by-pass e automação.
CUSTO DE MANUTENÇÃO (CM)	Acima de R\$ 100.000,00.	Entre R\$ 10.000,00 e R\$ 100.000,00.	Abaixo de R\$ 10.000,00.
TEMPO DE RECOMPOSIÇÃO (TR)	Acima de 4 horas.	Entre 1 e 4 horas.	Abaixo de 1 hora.

Fonte: Apresentação interna CEMAR (2014)

Esses fatores são avaliados dentro de um fluxograma, conforme ilustra a figura 5.14.

**Figura 5.14** – Fluxograma para classificação dos equipamentos de subestação



**Fonte:** Apresentação interna CEMAR (2014)

Segundo determina a metodologia, a distribuição dos equipamentos de uma planta com relação aos critérios A, B e C deve ficar da seguinte forma: 5% dos equipamentos deve ser classe A, 15% dos equipamentos classe B e 75% dos equipamentos classe C. O fluxograma foi testado para as subestações piloto do programa de Manutenção Autônoma, correspondendo a essa expectativa. O próximo desafio do pilar Manutenção Planejada é rodar este fluxo para todos os equipamentos das subestações da CEMAR.

**Classificar as quebras** – para priorizar os trabalhos de manutenção, as quebras são classificadas como graves, médias ou leves, dependendo do impacto dessas sobre o processo. Nos casos de quebras graves ou médias, há de se colocar em prática medidas para prevenir sua repetição e, além disso, prevenir que ocorram nos demais equipamentos. A classificação das quebras realizada pelo pilar manutenção planejada pode ser encontrada no ANEXO I.

**Estabelecer indicadores de manutenção** – os indicadores são essenciais para entendermos a situação atual e estabelecermos as metas onde queremos chegar. O quadro 5.7 mostra a situação atual e a ideal com relação a alguns indicadores essenciais para o processo de manutenção.

**Quadro 5.7** – Indicadores da manutenção planejada

ATUAL	ALVO
Sem medição do tempo médio para reparo (MTTR)	Com tempo médio para reparo (MTTR)
Sem medição do tempo médio entre falhas (MTBF)	Com tempo médio entre falhas (MTBF)
Sem medição de horas aplicadas na manutenção	Com medição de horas aplicadas na manutenção
Sem medição do gasto de manutenção com cada equipamento	Com medição do gasto de manutenção com cada equipamento

Fonte: Apresentação interna CEMAR (2014)

É necessário ter uma base de dados consistente para realizar o cálculo desses indicadores. As informações devem vir do campo com precisão, para que posteriormente sejam alimentadas no sistema SAP. Como forma de coletar essas informações, o pilar Manutenção Planejada criou um modelo de ordem de serviço. Ela contém campos essenciais para coleta dos dados que são necessários para o cálculo dos indicadores descritos no quadro 5.7. O modelo da OS pode ser encontrado nos ANEXO J.

**Revisar os conceitos de manutenção** – os conceitos de manutenção presentes na diretriz de manutenção de subestações da CEMAR foram todos revisados e atualizados pelo pilar manutenção planejada. Além disso, foram realizados treinamentos para disseminar esses novos conceitos, fazendo com que os colaboradores da base entendam em qual tipo de manutenção se encaixam as atividades que eles realizam no dia a dia. As definições atualizadas podem ser encontradas no ANEXO L.

Com relação à segunda etapa (restauração da deterioração e melhoria dos pontos fracos de projeto), as atividades do pilar manutenção planejada estão voltadas para os seguintes pontos:

**Recursos de apoio aos operadores para restaurar os equipamentos** – a manutenção tem papel fundamental no apoio às 3 primeiras etapas do processo de Manutenção Autônoma. Sempre presente nas atividades práticas do pilar MA, o mantenedores das equipes regionais da CEMAR instruem os operadores na forma de inspecionar os equipamentos, fornecem o material necessário para retirada das anomalias da operação e ensinam os operadores a realizar pequenas melhorias nos equipamentos. É importante que a manutenção cumpra o seu papel retirando as anomalias de etiqueta vermelha abertas pelos operadores. Assim como para as etiquetas azuis, existe um fluxo específico para tratamento das etiquetas vermelhas. Ele pode ser encontrado no ANEXO M.

**Restauração dos demais equipamentos** – o item acima se refere aos equipamentos classe A que fazem parte do programa de Manutenção Autônoma. Porém, os demais equipamentos do parque também precisam de restauração e monitoramento periódico, possibilitando a intervenção antes da falha. Para atacar esse conjunto numeroso de equipamentos, o TPM propõe uma ferramenta que otimize o tempo da inspeção realizada pelo mantenedor, focando nos itens do equipamento que mais consomem hora e recurso das equipes de manutenção. Essa ferramenta é chamada rota de inspeção. Para realizar um piloto, o pilar manutenção planejada escolheu o religador 21C3 da SE Renascença e criou uma rota de inspeção contemplando alguns pontos desse equipamento. Os formulários utilizados para inspeção podem ser encontrados no ANEXO N.

**Análise de quebra/falha** – o pilar manutenção planejada deve adotar a análise de quebra/falha para tratar as quebras/falhas graves e médias que fazem parar o processo de distribuição de energia. A análise de quebra/falha consiste em aplicar ferramentas de análise (*brainstorming*, diagrama de causa e efeito, FMEA, 5 porquês, etc.) para chegar a causa raiz dos problemas que interrompem o funcionamento dos equipamentos. Após as análises, devem-se investigar também as possibilidades de quebras similares em outros equipamentos e adotar ações para evita-las. O pilar manutenção planejada adotou duas estratégias para análise dos problemas ocorridos em subestações: para todas as quebras, é adotado um relatório simplificado de análise do problema, conhecido como RAP (relatório de análise de perturbação). Caso as quebras graves e médias, esse relatório evolui para uma análise mais profunda, a análise quebra/falha. Investiga-se o fenômeno para chegar

à causa raiz do problema. Os relatórios utilizados nos dois casos podem ser encontrados no ANEXO O.

As etapas 3 (implantar um sistema de gestão de informação), 4 (implantar um sistema de manutenção periódica) e 5 (implantar um sistema de manutenção preditiva) já eram praticadas na CEMAR antes da escolha do TPM como método de gestão. Como dito anteriormente, o SAP é utilizado como sistema de gestão de informações, possibilitando o cadastro dos equipamentos e de todo o seu histórico de manutenções e falhas ocorridas. A diretriz de manutenção de subestações estabelece um plano de manutenção composto tanto por manutenções periódicas (inspeções e trocas regulares de componentes) quanto por manutenções preditivas (manutenção baseada nas condições dos equipamentos, mensuradas através de ensaios). Cabe ao pilar Manutenção Planejada melhorar a base já existente através da aplicação dos novos conceitos propostos pelo TPM.

#### 5.7.2.3 Cronograma da manutenção planejada

Conforme foi visto, o pilar manutenção planejada desenvolve atividades que são concebidas em 5 das 6 etapas do plano de construção do sistema de Manutenção Planejada. Assim como na Manutenção Autônoma, a secretaria do TPM definiu junto ao comitê diretivo o cronograma de implantação do pilar MP na CEMAR. Este cronograma pode ser encontrado no ANEXO P.

#### 5.7.3 Pilares ET, ME e CI

O pilar Educação e Treinamento vêm dando suporte principalmente ao pilar manutenção autônoma na realização dos controles das LUPs e na sua replicação. Além disso, o pilar deu suporte na realização dos cursos sobre a metodologia, ajudando a disseminar o conhecimento entre os colaboradores da empresa. Atividades como a criação da matriz de habilidades e a criação de um programa de



incentivo ao autodesenvolvimento ainda não foram realizadas, constituindo um desafio para o pilar nos próximos meses.

Segundo o cronograma de implantação do TPM (figura 5.3), o início oficial dos pilares Melhoria Específica e controle inicial será no dia 01/03/2015. Entretanto, algumas atividades do pilar Melhoria Específica já estão sendo executadas, como o levantamento de grandes perdas nos processos da CEMAR e o cálculo do OPE das subestações onde está sendo aplicada a Manutenção Autônoma. Já o pilar controle inicial, que envolverá fortemente a área de expansão e construção de novas subestações, ainda não teve suas atividades iniciadas.

## **5.8 Principais ganhos e dificuldades na implantação do TPM**

Em virtude das atividades do pilar melhoria específica (pilar que calcula os ganhos financeiros com a aplicação do TPM) ainda estarem numa etapa de planejamento, a maioria dos ganhos que podemos identificar com a aplicação do TPM até agora se encaixam na categoria dos intangíveis citados no quadro 2.1.

A aplicação dos cinco sentidos trouxe as subestações onde eles foram aplicados uma nova cara. As pessoas que visitam as subestações percebem um maior zelo por parte do operador, que busca manter a casa de comando em ordem, os painéis dos equipamentos limpos e bem organizados, o pátio sem mato, etc. Além disso, os mantenedores, inspirados por essa nova onda de cuidar melhor do patrimônio da empresa, buscam aplicar os conceitos de limpeza, organização e utilização sempre após a sua passagem na subestação para realização das atividades de manutenção. Tudo isso é reflexo da mudança de postura que o TPM vem causando nas pessoas. As figuras 5.15 e 5.16 mostram exemplos da aplicação efetiva dos cinco sentidos nas subestações.

**Figura 5.15** – Aplicação do senso de limpeza no pátio da SE Maracanã ao fazer a retirada do mato



Fonte: Apresentação interna CEMAR (2014)

**Figura 5.16** – Aplicação do senso de ordenação ao identificar alavancas e botoeiras no painel do equipamento



Fonte: Apresentação interna CEMAR (2014)

As atividades de manutenção autônoma estão colaborando em vários aspectos. As áreas de manutenção e operação estão mais próximas. Isso ajuda na troca de conhecimentos, fazendo com que os profissionais de ambos os setores aprendam novas coisas sobre os equipamentos e sobre os processos. Os equipamentos estão recebendo uma atenção maior, fato refletido pelo aumento considerável no número de anomalias que estão sendo identificadas e retiradas dos equipamentos incluídos no programa de Manutenção Autônoma. Deve-se ressaltar

que o processo de identificação e retirada desses defeitos é primordial para evitar as falhas futuras.

O pilar manutenção planejada vem contribuindo para reformulação do sistema de manutenção da CEMAR. A criação do critério A, B e C ajuda imensamente na priorização dos recursos de manutenção. Atividades como as análises de quebra/falha vêm instigando as pessoas a refletir mais profundamente sobre os problemas crônicos que acontecem com frequência na empresa. Objetos de estudo do grupo como os problemas nos circuitos de abertura e fechamento de religadores e disjuntores e problemas nos retificadores de subestação já estão sendo destrinchados, e as causas raízes começam a aparecer. Tudo isso fruto da mudança de visão trazida pelo TPM.

Contudo, como em todo processo de mudança, não é fácil inserir o TPM no dia a dia da CEMAR. Alguns fatores podem ser citados como possíveis entraves para total consolidação da metodologia:

**Transição entre o modo antigo e o modo novo de trabalhar** – as empresas estão cheia de pessoas não possuem abertura mental suficiente para aceitar, entender e por em prática novos conceitos. A CEMAR não foge a essa regra. Cabe aos líderes e gestores trabalhar com esses indivíduos, mostrando a eles que o novo, neste caso, só trará benefícios para a sua vida profissional.

**Conciliação entre a rotina e as novas práticas propostas pelo TPM** – num momento inicial, é impossível abandonar tudo que se estava fazendo antes para adotar por completo as novas práticas propostas pelo TPM. Principalmente os membros dos pilares, que tem uma carga grande de atividades que determinam o rumo do programa na empresa, precisam ter bastante habilidade para gerenciar o seu tempo de forma a cumprir com todas as obrigações do dia a dia.

**Adaptação do método a realidade do setor de distribuição de energia** – o TPM nasceu na indústria. A grande maioria dos casos de aplicação da metodologia até hoje é no ramo industrial. É um desafio para a CEMAR adaptar esse método a realidade da distribuição de energia elétrica, tendo em vista que a empresa é pioneira na aplicação de forma consolidada do método nesse setor no Brasil.

## 5.9 Perspectivas

Tendo como início o mês de outubro de 2013, o programa TPM na CEMAR está caminhando firme dentro da fase de implementação do método. Avanços consideráveis já foram feitos no segmento de subestações, porém a disciplina precisa contínua para que todos os objetivos sejam alcançados.

Além do segmento de subestações, é objetivo da empresa aplicar o método nos outros dois segmentos: linhas de transmissão e redes de distribuição. Algumas ações já estão sendo feitas para isso, porém ainda é preciso evoluir mais no entendimento de como as atividades do TPM poderão ser adaptadas as realidades desses dois segmentos.

O TPM tem como lema o envolvimento de toda companhia. No atual estágio que se encontra na CEMAR, o método conta com a participação efetiva de membros apenas da diretoria de distribuição. Existem outras 6 diretorias que, apesar de terem conhecimento de que a metodologia já está sendo aplicada na CEMAR, ainda não participam efetivamente da sua implantação. Constitui um desafio, principalmente do comitê diretivo (formado pelo diretor de distribuição e pelos seus gerentes), vender a prática nas outras diretorias, fazendo com que o método realmente se torne uma ferramenta de gestão usada em toda empresa.

O exemplo maior de envolvimento de todos os setores vem do setor elétrico. Não da distribuição, mas da geração. A Eletrobrás Eletronorte, por meio da Superintendência de Geração Hidráulica, que é formada pelas usinas Tucuruí e Curuá-Una, no Pará, e Samuel, em Rondônia, recebeu da JIPM, do Japão, o prêmio *World Class TPM*. Tal prêmio é concedido apenas a empresas que, além de aplicar de forma consolidada todos os preceitos do TPM, conseguem inovar e evoluir dentro da metodologia criada pelos japoneses. Para chegar a esse nível, é necessária muita sinergia entre todas as áreas, trabalhando incessantemente para alcançar os objetivos propostos pelo TPM.

## **6 CONCLUSÃO**

### **6.1 Conclusões Gerais**

Em um mundo globalizado, onde o mercado é impiedoso com aqueles que não se movimentam rumo ao crescimento e a excelência operacional, é fator decisivo a busca incessante pela inovação nos métodos de gerenciamento e pelo aumento da produtividade.

Dentro desse contexto, esse trabalho buscou entender como funciona o TPM na transformação do ambiente empresarial, traçando novos rumos e diretrizes para atingir metas como a perda zero e a maior capacitação das pessoas, fator fundamental para que uma companhia alcance lugar de destaque no cenário atual.

Após o completo estudo da metodologia TPM e dos seus 8 pilares, foi abordado um caso de aplicação em uma companhia de distribuição de energia elétrica, a CEMAR. Através da análise do caminho traçado até o presente momento, foi possível perceber quão efetivo pode ser o método no alcance dos objetivos que a CEMAR almeja alcançar, contribuindo de maneira ímpar para a consolidação da excelência operacional na empresa.

### **6.2 Sugestões para Trabalhos Futuros**

Como sugestões para trabalhos futuros acerca do TPM, pode-se indicar um aprofundamento da aplicação do método nos segmentos de RD e LT. Essa necessidade foi observada durante a realização deste trabalho, pois os esforços ainda estão muito concentrados no segmento de subestações. Além disso, seria importante delinear maneiras para massificar o uso do TPM em toda a empresa, saindo dos limites da área de engenharia.

## 7 REFERÊNCIAS

SUZUKI, Tokurato. **TPM in Process Industries**. Boca Raton: CRC Press, 1994

LOSS PREVENTION. **Material de treinamento do curso O Facilitador & o TPM**. São Paulo: Loss Prevention, 2011.

A. PETERSON, Donald. **Total Productive Maintenance in America**. Michigan: Society of Manufacturing Engineers, 1995.

NAKAJIMA, Seiichi. et al. **TPM Total Productive Maintenance: New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries**. 4. ed. Atlanta: JIPM, 2000.

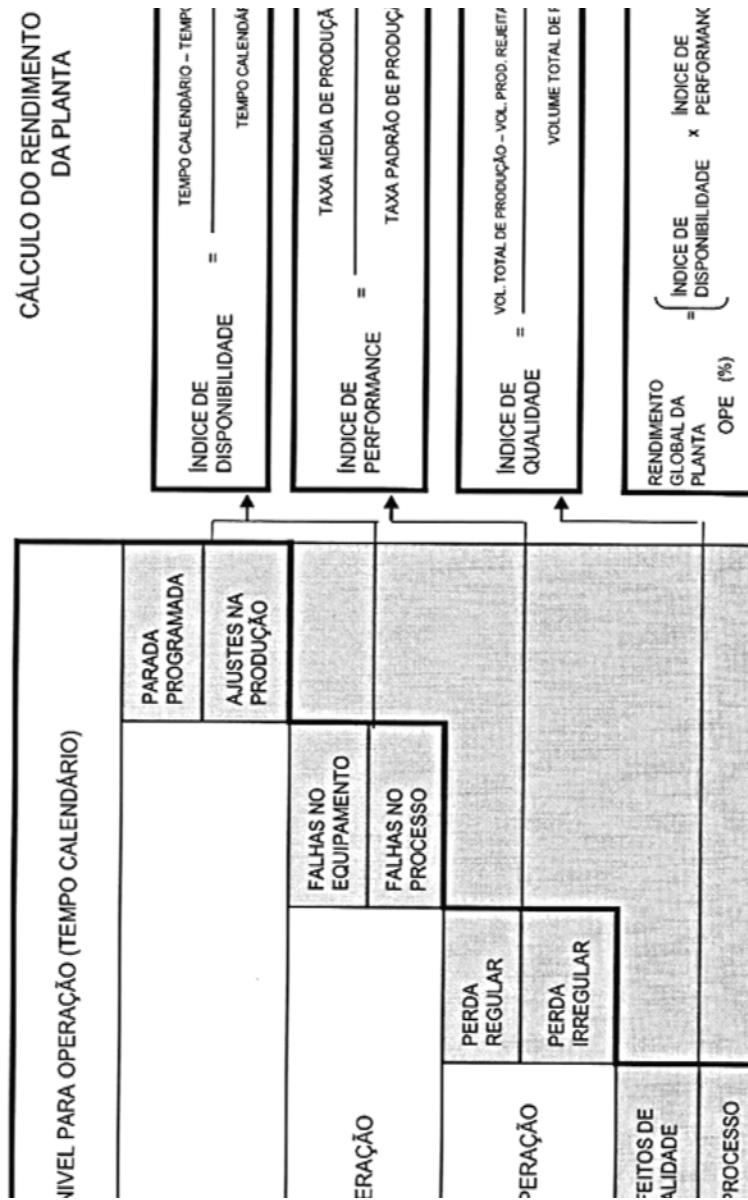
SHIROSE, Kunio. **TPM for Supervisors**. Oregon: Productivity Press, 1992.

PARANHOS FILHO, Moacyr. **Gestão da Produção Industrial**. Curitiba: Ibpe, 2007.

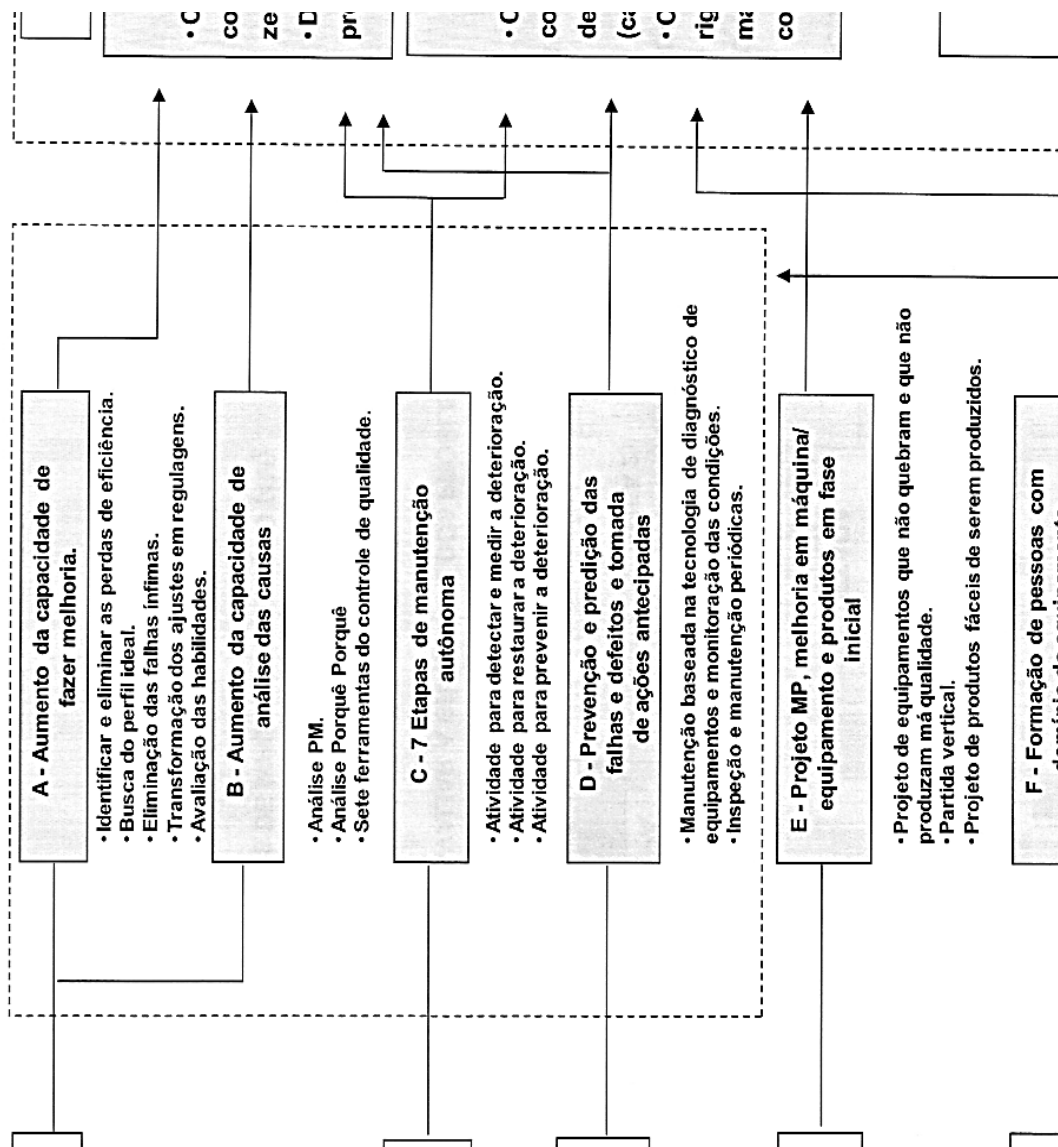
MAMEDE FILHO, João. **Manual de Equipamentos Elétricos**. 3.ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2005.

**ANEXO B**  
**RELACIONAMENTO ENTRE AS GRANDES PERDAS E O RENDIMENTO GLOBAL DA PLANTA/**  
**(PROCESSO CONTÍNUO)**

**ANEXOS**



**ANEXO B – Relação dos Pilares do TPM e a Manutenção da Qualidade.**



**ANEXO C – E-mail oficializando a adoção do TPM.**



 Projeto TPM

Caro (a) Colaborador (a),

É com prazer que compartilhamos com vocês o lançamento de um novo programa da CEMAR que terá um grande impacto no dia-a-dia da operação e manutenção de nossas subestações. Trata-se do Gerenciamento Produtivo Total, também conhecido como TPM, do inglês Total Productive Management.

O TPM é uma metodologia reconhecida mundialmente que visa aumentar o desempenho dos equipamentos e diminuir consideravelmente as perdas nos processos produtivos, garantindo o crescimento sustentável do negócio.

Esta nova forma de trabalhar está totalmente alinhada à nossa Visão, Missão e Valores, ou seja, investir em treinamento e capacitação para construir uma perfeita integração entre homem-máquina e empresa, onde cada colaborador terá uma participação estratégica e decisiva para o melhor funcionamento dos equipamentos.

A implantação desse jeito novo de trabalhar começa com o Processo de Manutenção Autônoma. Escolhemos algumas subestações como áreas piloto e, rapidamente, perceberemos que o programa trará inúmeros benefícios ao sistema, aos colaboradores e aos nossos resultados.

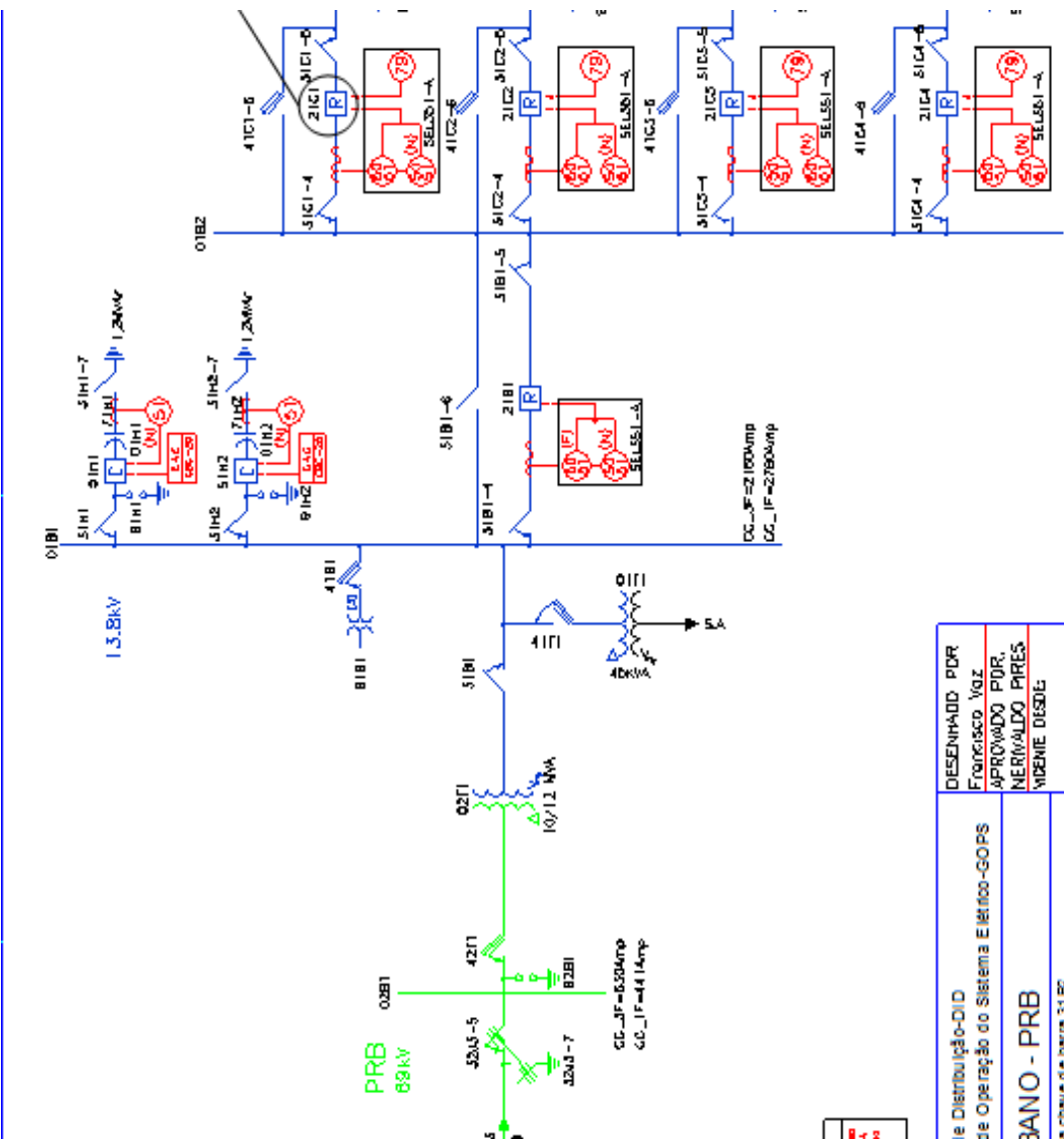
Comitês, padrinhos, operadores mantenedores, todos juntos, veremos que participar destas práticas ajudará em nossa busca pela excelência operacional, aumentando a qualidade e o controle dos nossos processos.

PINHEIRO	SÃO FRANCISCO	MARACANÃ	SANTA INÊS	IMPERATRIZ	PARAIBANO
PHO21C2	SLF11C5	MAR11C2	STI21C3	IPA29L1	PRB21C1
<b>PADRINHO:</b> PAULO VICTO <b>OPERADOR:</b> EDNALDO E RICARDO <b>MANTENEDOR:</b> EDMO, ADAIL E SEBASTIÃO <b>COMITÊ REGIONAL:</b> SIMÕES, FCO CAMPOS E IGOR JORDÃO	<b>PADRINHO:</b> ROGER GISSONI <b>OPERADOR:</b> FRÓES E FÁBIO CARVALHO <b>MANTENEDOR:</b> BENEDITO, MALAQUIAS E LEOMAR <b>COMITÊ REGIONAL:</b> ERICK, ANGELO, RUBENS, SÉRVIO E CHRYSTYAN	<b>PADRINHO:</b> EMANUEL MOUTINHO <b>OPERADOR:</b> IVANILDO, GABRIEL, WILLIAM E BALATA <b>MANTENEDOR:</b> MOISÉS E JOÃO <b>COMITÊ REGIONAL:</b> JADERSON, ANGELO E JAIR	<b>PADRINHO:</b> RONNIE <b>OPERADOR:</b> MEIRELES E ZILMAR <b>MANTENEDOR:</b> CLAUDIO MATOS, GILSON E FABIANO <b>COMITÊ REGIONAL:</b> CAETANO, FABIO MENDES E ESPEDITO.	<b>PADRINHO:</b> SÉRGIO VALINHO <b>OPERADOR:</b> FILEMON, LÍDIO E LUCAS <b>MANTENEDOR:</b> AROLDI, PEDRO, SILFRAN E JAMILTON <b>COMITÊ REGIONAL:</b> EDVAN, MANOEL ROMEIRO, PEDRO JORGE	<b>PADRINHO:</b> IVAN MENEZES <b>OPERADOR:</b> ENOS E MAIKON <b>MANTENEDOR:</b> ADVAIL, ANTÔNIO PINHO E DENIS <b>COMITÊ REGIONAL:</b> CELIOMAR, MAURO MIRANDA E ROBERTH

Contamos com todos os envolvidos para que participem com entusiasmo em todas as fases deste programa.

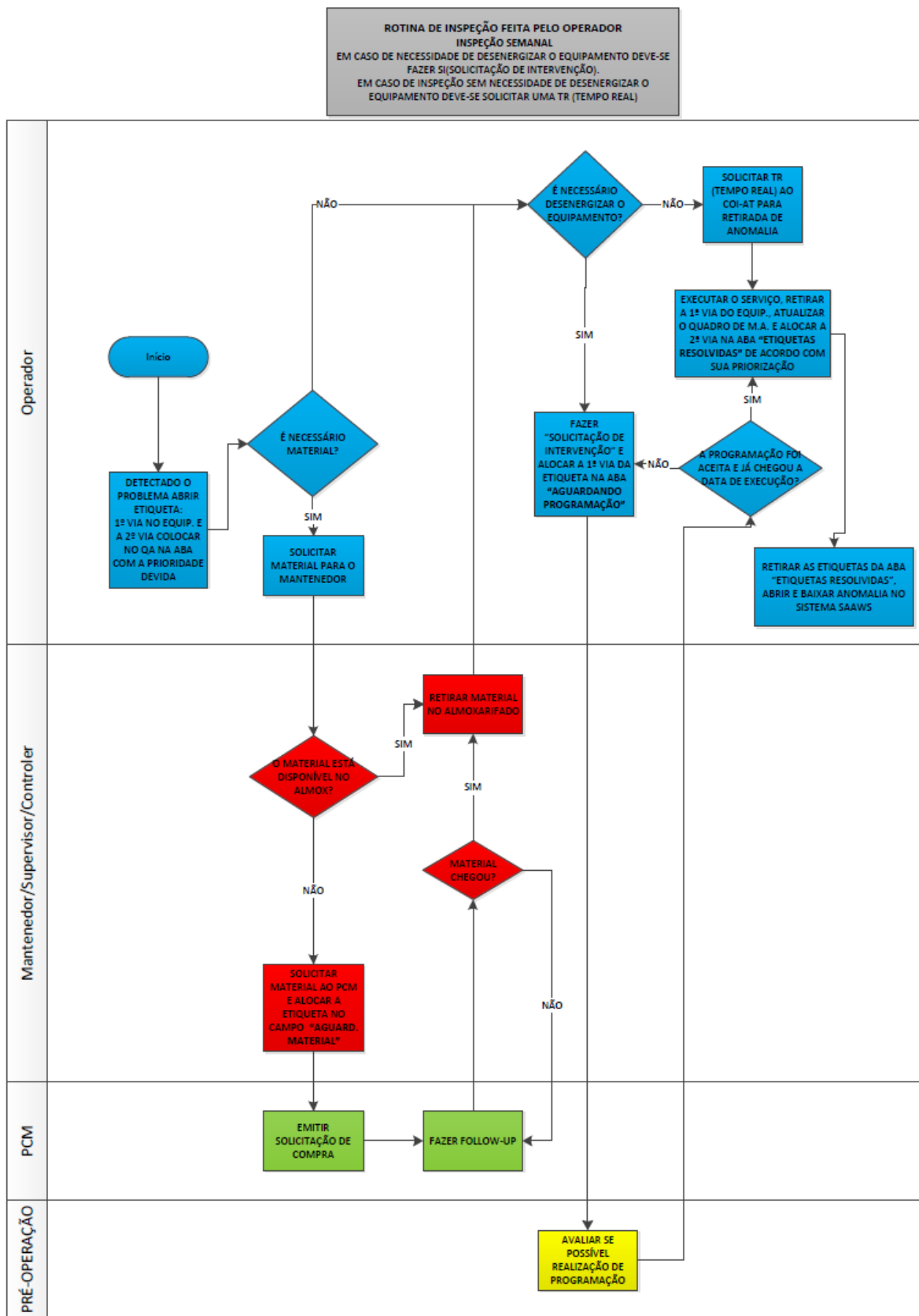
Vai valer à pena.

Chrysthyan Almeida  
Diretor de Distribuição



ANEXO D – Fluxo para as etiquetas azuis.

DESENHADO POR Francisco Voz APROVADO POR NIVALDO PIRES VICENTE DESOZ	le Distribuição-DVD de Operação do Sistema Elétrico-GOPS <b>3ANO - PRB</b> a chave de barra 31 BZ
----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------



**ANEXO E – Resumo da atividade prática da etapa 1 do pilar MA.**

## EXERCÍCIO DA 1ª ETAPA DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA: LIMPEZA É INSPEÇÃO

### PRÉ ETIQUETAGEM

#### ACIDENTE ZERO!

**Segurança sempre em 1º lugar**

**Equipamento de proteção:**

Todos possuem EPI's?

Todos estão utilizando?

**Equipamento:**

Todos sabem a localização dos botões de emergência e sabem utilizar?

Não há objetos em torno do equipamento que possam causar acidentes?

**Atividades do time:**

Sequência numérica das etiquetas: Data e hora no formato DDMMAAHHMM

Estabelecer os critérios de priorização das anomalias (Alta, Média e Baixa);

Disponibilizar de todo material necessário para limpeza do equipamento, por exemplo: Sacos de lixo, vassoura, flanelas, luvas, álcool, etc;

Realizar Limpeza com inspeção;

#### LIMPEZA É INSPEÇÃO

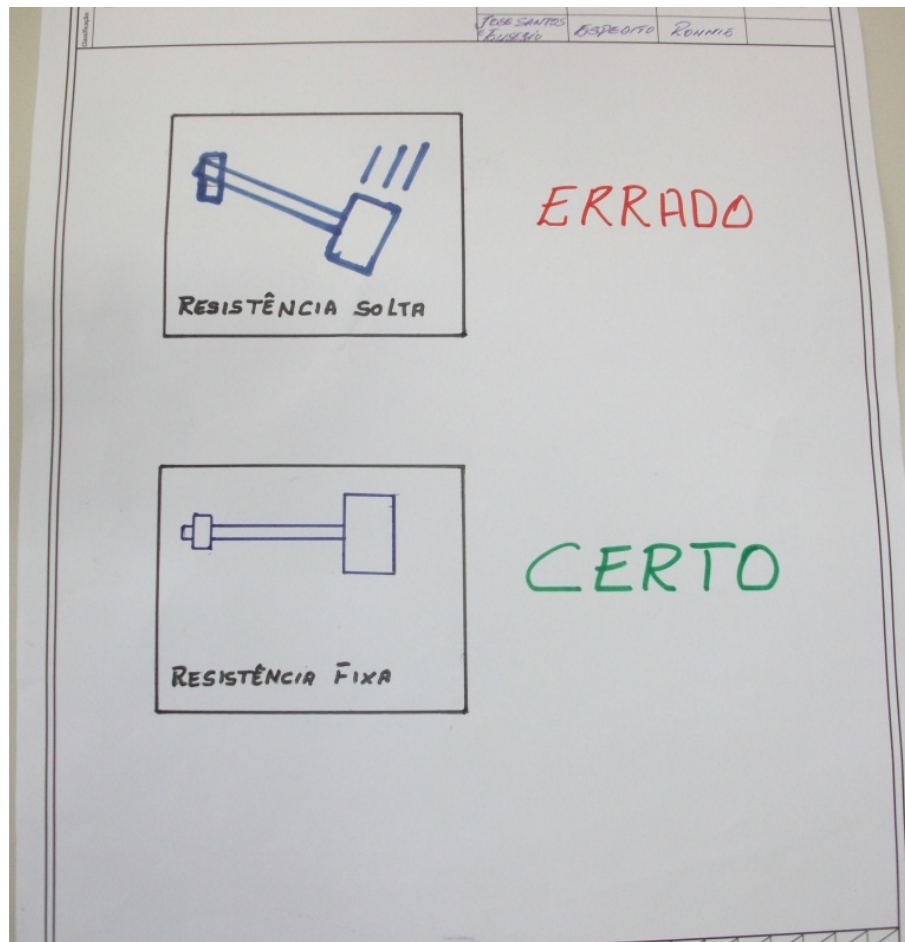
**Atividades do time:**

- Uma etiqueta para cada anomalia;
- Descrever a anomalia e não a solução;
- Destacar a 2ª via da etiqueta e guardar;
- Fixar a 1ª via da etiqueta no local do problema ou o mais próximo possível, não fixar em partes móveis, interior de painéis elétricos e locais fechados;
- Descartar o carbono em local apropriado.

Local de instalação	Fabricante do imóvel
MA-SL-SE-MAR-TRM-DISJ-11C2-0	ALSTHOM
MA-SL-SE-SLF-TRM-DISJ-11C5-0	TRAF0
MA-IZ-SE-IPA-TRM-RELI-29L1-0	COOPER POWER
MA-SL-SE-PHO-TRM-RELI-21C1-0	WESTINGHOUSE
MA-BC-SE-STI-TRM-RELI-21C3-0	COOPER POWER
MA-TI-SE-PRB-TRM-RELI-21C1-0	COOPER
MA-SL-SE-TMA-TRM-AUT-03T1-0	TRAF0 EQUIPAM
MA-BC-SE-BCB-TRM-TRAF-02T1-0	TOSHIBA
MA-TI-SE-TMO-TRM-TRAF-02T1-0	CEMEC
MA-SL-SE-RNC-TRM-TRAF-02T1-0	TOSHIBA
MA-IZ-SE-BLS-TRM-TRAF-02T2-0	TOSHIBA

**ANEXO G** – Exemplos de lições de um ponto feitas pelos operadores na 1ª etapa da Manutenção Autônoma.

- 1) Lição de um ponto indicado a posição correta da resistência interna ao painel dos religadores



2) Lição de um ponto indicando o sentido correto de rotação dos eletro ventiladores do transformador de força

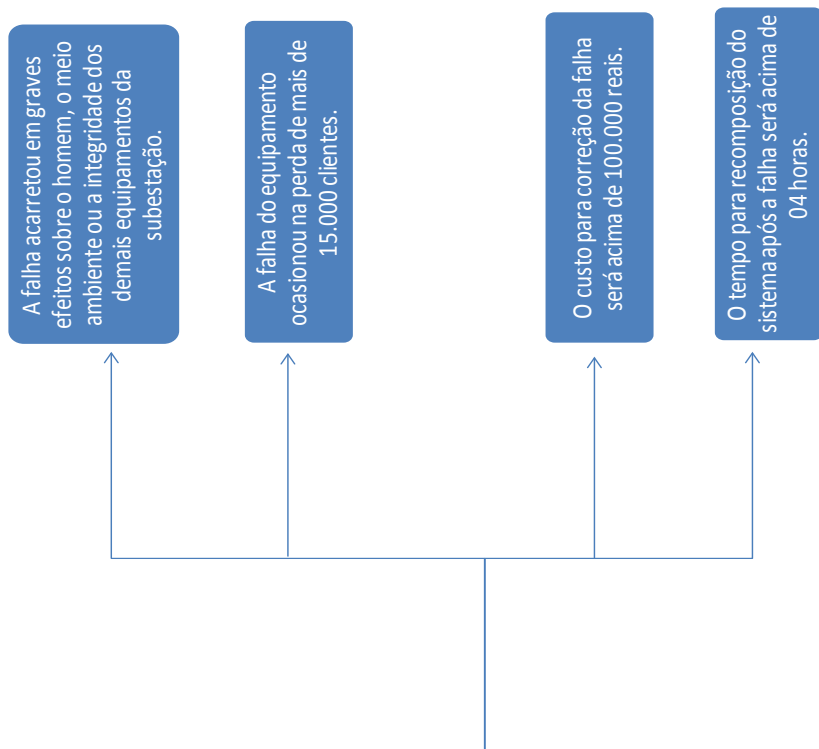


## ANEXO H – Cronograma de implantação da Manutenção Autônoma.

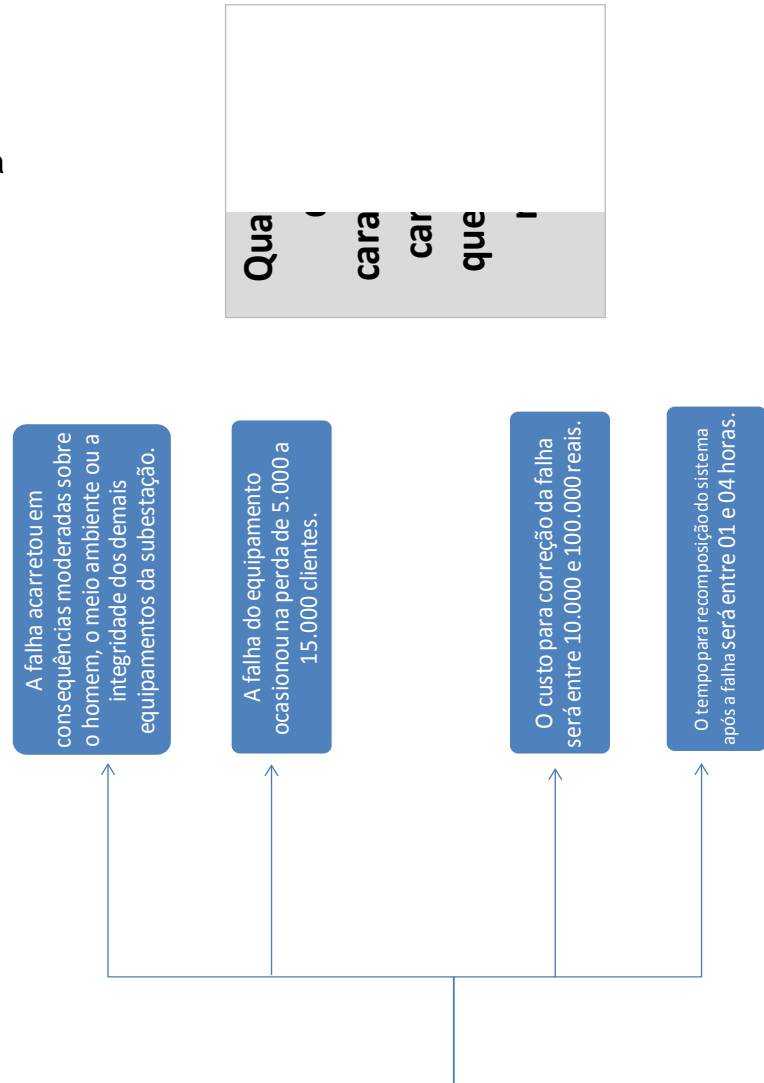
		2014												
		Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out
Qualificação	Qualificação													
	Caracterização													
	Qualificação													
Qualificação	Qualificação													
	Caracterização													
	Qualificação													

## ANEXO I – Classificação das quebras.

### 1) Conceito de quebra grave

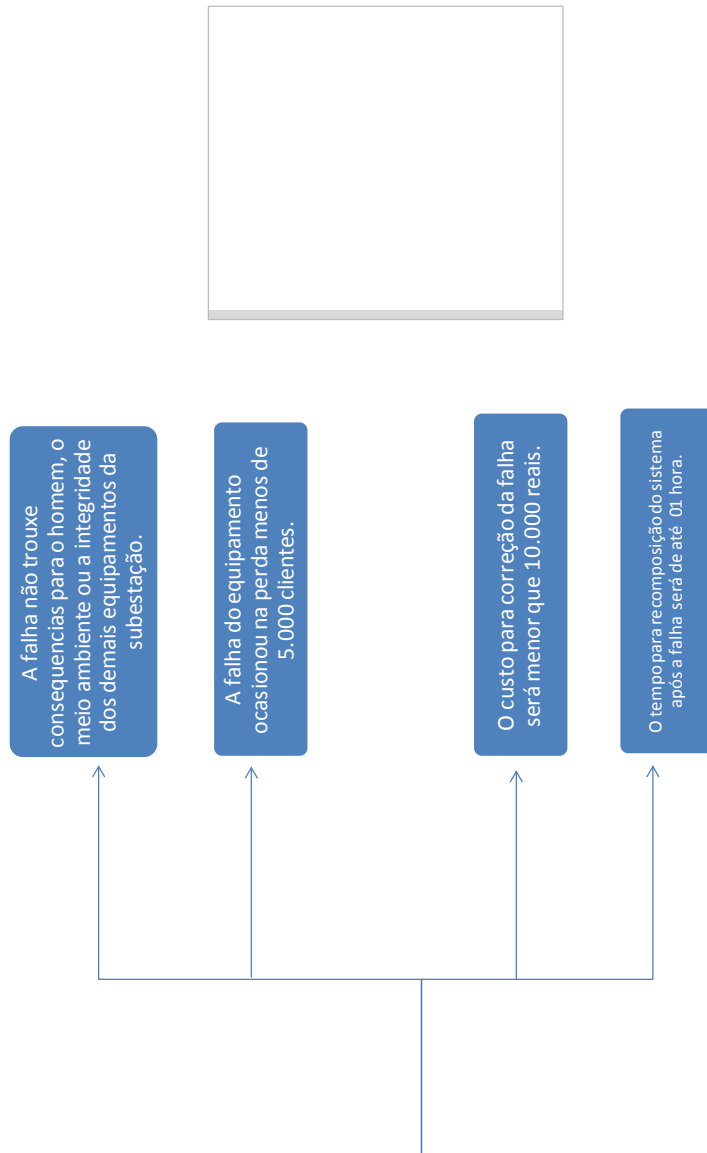


## 2) Conceito de quebra média



## 3) Conceito de quebra leve





## ANEXO J – Modelo de ordem de serviço.



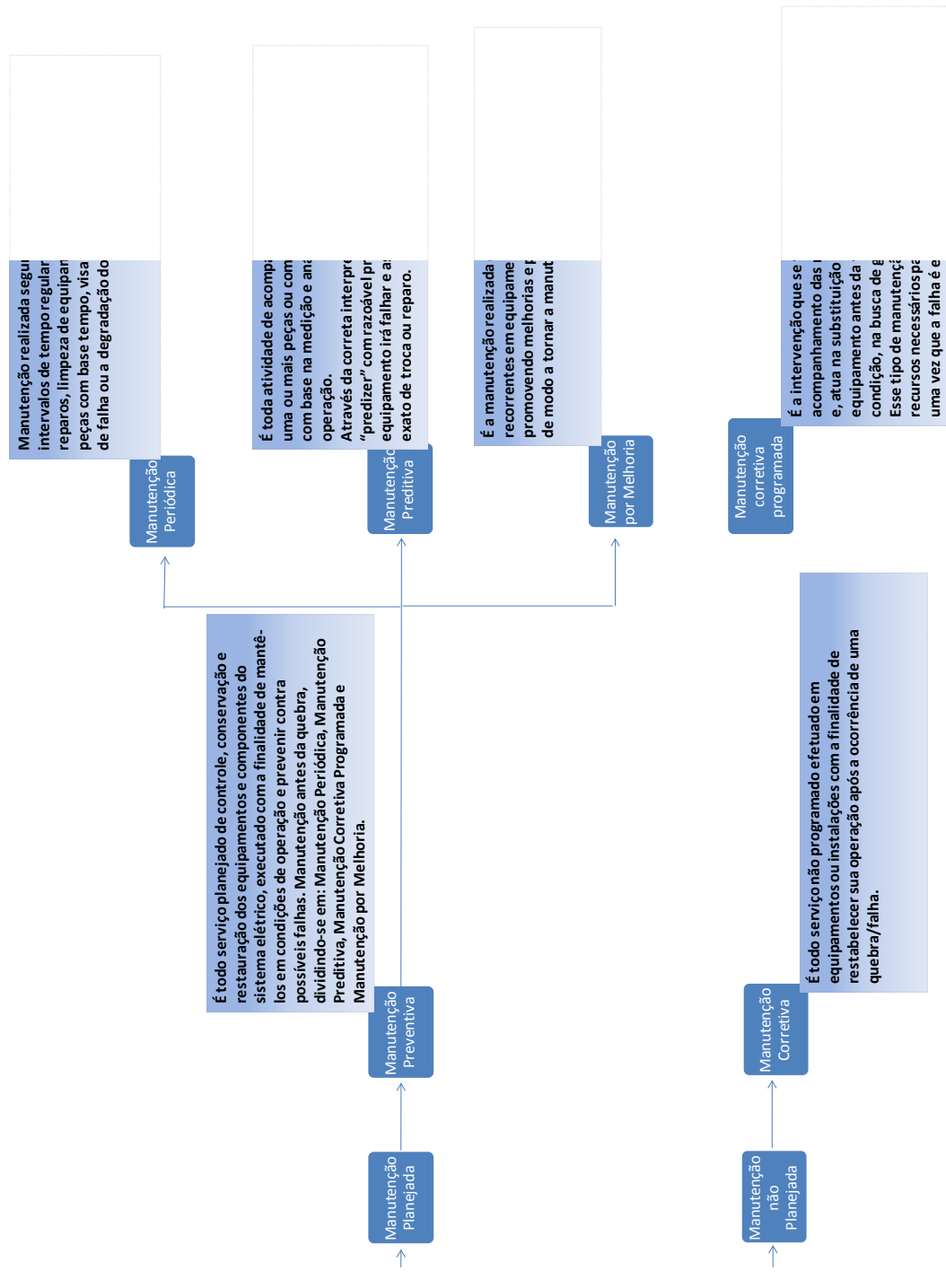
**GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO E EXPANSÃO RD**  
**ORDEM DE SERVIÇO DA MANUTENÇÃO**

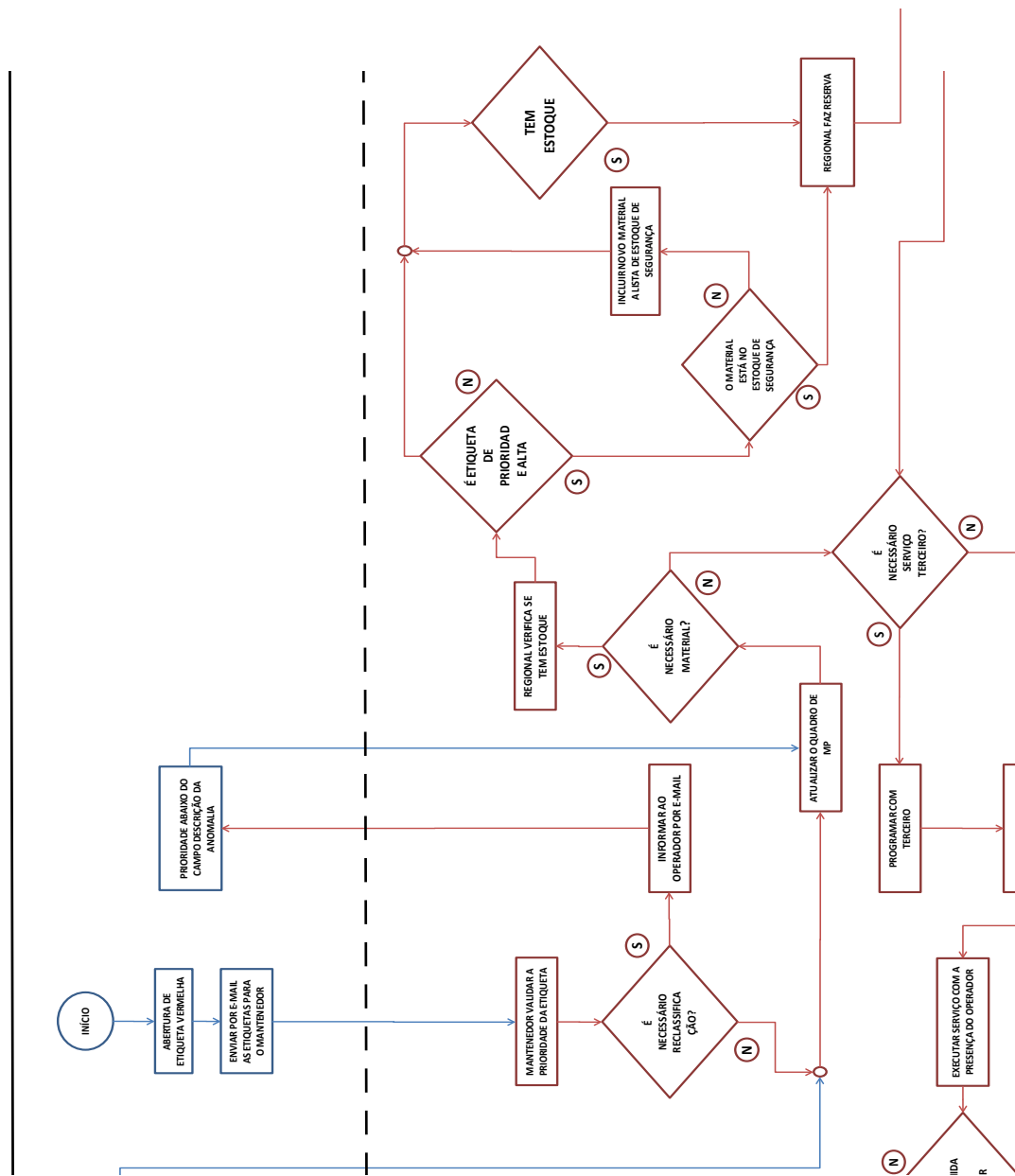
Nº OS  
05010001

DATA		INÍCIO DO SERVIÇO	TÉRMINO DO SERVIÇO	DURAÇÃO	SI/Nº OCOR.
25	07	14	08 : 00	10 : 00	656213
SISTEMA		MANUTENÇÃO	TIPO DE MANUTENÇÃO		ORDEM SAP
SUBESTAÇÃO		PREVENTIVA	PERIÓDICA		600000250714
SUBESTAÇÃO		ALIMENTADOR	Nº COMPONENTE / CÓD. OPERACIONAL		TIPO COMPONENTE
SÃO FRANCISCO		01C4	1213311-1		RELIGADOR
BAIRRO			ENDEREÇO		
CALHAU			AV. DOS HOLANDESES		
TRECHO TRABALHADO (preencher caso inspeção em alimentdor ou linha transmissão)					
<input type="checkbox"/> INSPEÇÃO <input checked="" type="checkbox"/> MANUTENÇÃO <input type="checkbox"/> ANÁLISE <input type="checkbox"/> LIMPEZA/REAPERTO					
DESCRIÇÃO DO SERVIÇO					
SUBSTITUIÇÃO DE CHAVES FUSÍVEIS E PARA-RAIOS					
EQUIPE CEMAR			EQUIPE PARCEIRA		
MAT.	NOME		TIPO DA EQUIPE	QTDE PESS	
7342	EDUARDO ROGERIO SILVA		LINHA VIVA	05	
7343	MICHEL MONTEIRO SILVA				
			NOME DA PARCEIRA		
			CNE DPL		
MAO DE OBRA			MATERIAL		
DESCRIÇÃO		QTDE	DESCRIÇÃO	QTDE	
SUBSTITUIR CHAVE FUSÍVEL		02	CHAVE FUSÍVEL	02	
SUBSTITUIR PARA-RAIOS		06	PARA-RAIOS	06	
			CABO ALUMÍNIO CA 1/0	02	
			CONECTOR CUNHA 336,4 CA X 1/0 CA	08	
			CONECTOR TERMINAL 1/0	04	
OBSERVAÇÃO					
REFAZER CONEXÃO DO ATERRAMENTO					
SUPERVISÃO CEMAR:			ENCARREGADO DA PARCEIRA:		
assinatura			assinatura		
_____ / ____ / ____			_____ / ____ / ____		

**ANEXO L – Novos conceitos de manutenção.**

## ANEXO M – Fluxo das etiquetas vermelhas.






**ANEXO N – Formulários da rota de inspeção.**

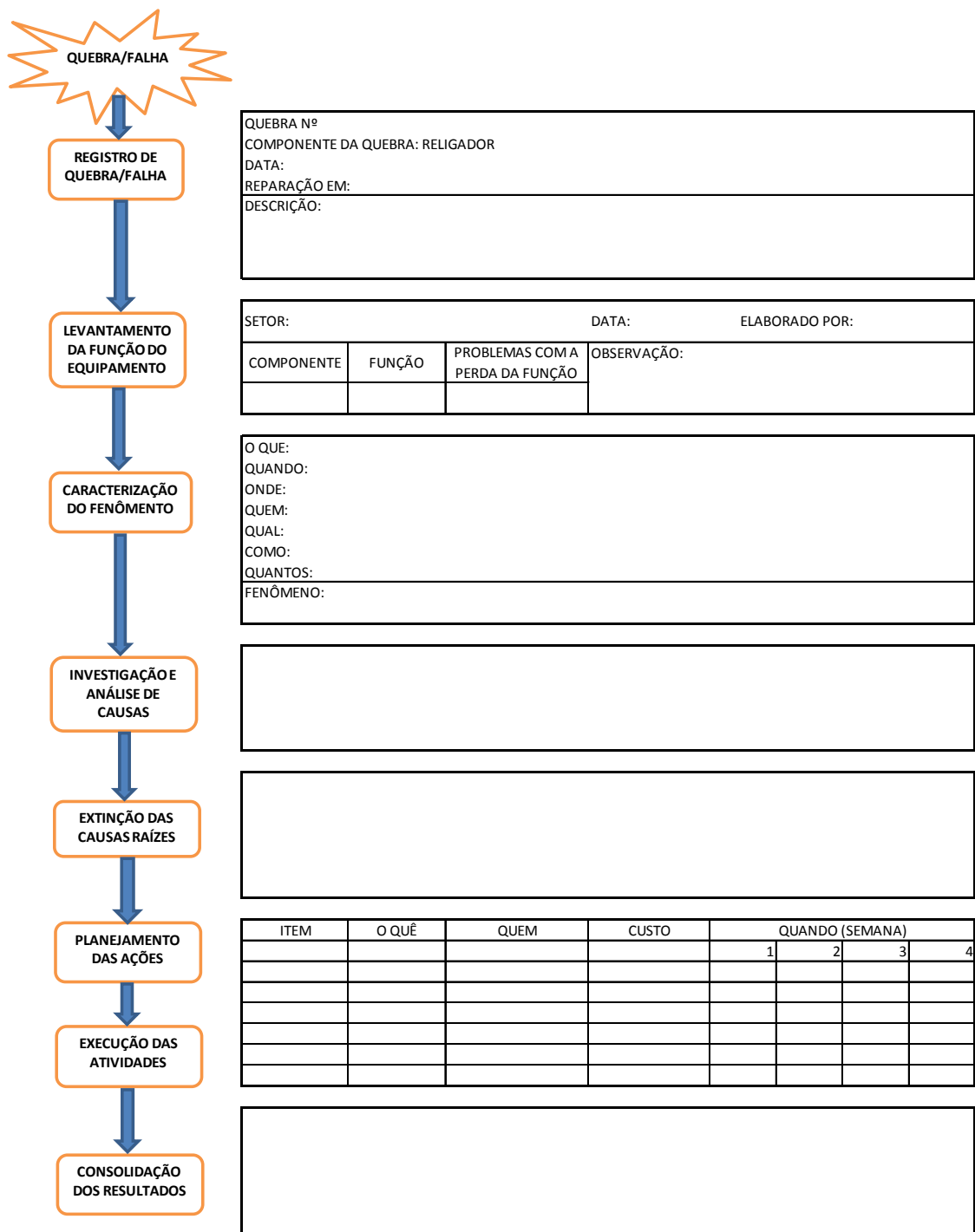
1) Posição A – visão frontal do religador





 <b>RELATÓRIO DE ANÁLISE DE PERTUBAÇÃO</b>		Nº 012/2014 - MRO09T1						
Descrição da Falha	Regional:		Localidade:				Data:	
	Código do Equipamento/Instalação:							
	Data do último reparo:				Intervalo padrão de reparo:			
	Descrição da falha:							
	Detectado por:							
Perdas	Tempo de Parada		Descrição das Perdas:					
	Início:							
	Término							
Solução Temporária								
Ações Corretivas								
Investigação	Tempo de Reparo:		Homens Hora:					
	Causa Raiz:							
Recomendações	Nº	AÇÃO (O QUE) / ETAPA (COMO)	QUEM	INÍCIO (P)	TÉRMINO (P)	INÍCIO (R)	TÉRMINO (R)	FAROL
Dados	Elaborado por:					Data:		
	Revisado por:					Data:		
Anexos (Fotos, Oscilografias, Gráficos)								

## 2) Modelo da análise de quebra/falha



**ANEXO P – Cronograma da Manutenção Planejada.**



	2013					2014								
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	No
ão														
horia														
ão														