

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

**MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA  
GRÁFICA**

**Rogério Tondato**

**Porto Alegre**

**2004**

**Rogério Tondato**

**MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA  
GRÁFICA**

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

Orientador: Professor Flávio S. Fogliatto, *Ph.D.*

**Porto Alegre**

**2004**

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

---

**Prof. Flávio S. Fogliatto, *Ph.D.***  
Orientador Escola de Engenharia/UFRGS

---

**Profª. Helena Beatriz Bettella Cybis, Dra.**  
Coordenadora MP/Escola de  
Engenharia/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Dr. Flavio José Lorini**  
Engª Mecânica /UFRGS

**Prof. Dr. José Luis Duarte Ribeiro**  
PPGEP/UFRGS

**Prof. Dr. Tarcísio Abreu Saurin**  
PPGEP/UFRGS

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho como uma pequena parcela de gratidão e reconhecimento a minha esposa Valéria e ao meu filho Gustavo, pela compreensão, paciência e incentivo.

Aos meus pais Jaime e Darci, pessoas de bem, pelo apoio e confiança em mim depositado.

## RESUMO

A participação do Brasil no moderno processo tecnológico, disseminado através da globalização, tem colocado as organizações empresariais em ritmo acelerado de mudanças, proporcionando um mercado altamente competitivo. O aprimoramento da qualidade, valor, bom atendimento e inovação dos produtos e serviços, que precisam ser adaptados rapidamente, proporcionam condições de sobrevivência para as empresas num mundo totalmente globalizado. O programa TPM – *Total Productive Maintenance*, que, traduzido, resulta em Manutenção Produtiva Total, auxilia as empresas na redução de ocorrência de falhas em instalações, máquinas e equipamentos nestes ambientes competitivos. O objetivo deste trabalho é consolidar uma metodologia de implementação do programa TPM. Para isto, tem-se o desenvolvimento de um estudo de caso de implementação do programa em uma indústria gráfica. O trabalho limita-se às etapas de planejamento, implantação e avaliação dos resultados obtidos com a aplicação do TPM em um equipamento piloto, buscando confirmar as vantagens do modelo proposto. Os resultados obtidos com a implantação do programa na equipe piloto demonstram a eficácia das atividades desenvolvidas em grupo.

**Palavra Chave:** Manutenção Produtiva Total, Confiabilidade do equipamento, Indústria Gráfica.

## **ABSTRACT**

Brazilian participation in the modern technological process, spread out through globalization, has increasingly demanded changes from companies in order to provide competitiveness. Quality improvement, price, service and products innovation and services have to be quickly adapted to provide survival conditions to companies in globalize markets. The TPM Program - Total Productive Maintenance - assists companies in reducing the occurrence of imperfections in installations, machines and equipments, increasing therefore their competitiveness. The main goal of this thesis is to consolidate a methodology for implementing TPM programs. For that matter, the methodology was tested in an industry from the print media segment. The work is limited to the stages of planning, implementation and evaluation of results, describing the application of TPM in a pilot equipment to confirm the advantages of the proposed model. Results from the case study demonstrate the effectiveness of the activities proposed in the methodology.

**Key Word:** Total Productive Maintenance, Equipment Reliability, Print Media Industry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Transformações nas técnicas de manutenção.....	22
Figura 2	Métodos de Gerenciamento do estoque de peças sobressalentes.....	24
Figura 3	Fluxograma das operações do CMMS.....	25
Figura 4	Processo de Manutenção Preditiva.....	29
Figura 5	Estrutura das perdas nos equipamentos.....	41
Figura 6	Classificação das 6 grandes perdas.....	42
Figura 7	Os 8 pilares de sustentação do programa TPM.....	51
Figura 8	Ciclo CAPDo.....	52
Figura 9	Treinamento por níveis.....	59
Figura 10	Exemplo de uma lição de único ponto.....	60
Figura 11	Resultados obtidos com o controle inicial do equipamento.....	62
Figura 12	Fluxograma dos passos de implantação do programa TPM.....	66
Figura 13	Número de Máquinas Rotativas Instaladas – 1990/2003.....	73
Figura 14	Divisão dos comitês de administração do programa TPM.....	78
Figura 15	Cronograma de implantação do equipamento piloto.....	81
Figura 16	Diagrama de Pareto das Perdas.....	86
Figura 17	Esquema do tensionamento excessivo da fita de papel.....	87
Figura 18	Conjunto da Faca e Pizones.....	88
Figura 19	Fichas TPM (manutenção e operação).....	91
Figura 20	Controle das fichas TPM.....	92
Figura 21	Mapeamento dos vazamentos da dobradeira (2002-2004).....	93
Figura 22	Padrão limpeza, lubrificação e inspeção – modelo por equipamento.....	95
Figura 23	Padrão de manutenção autônoma – modelo por frequência.....	95
Figura 24	Porcentagem de tempo para avarias e ajustes.....	98

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Resultados obtidos com a implantação do TPM.....	15
Quadro 2	Situações relevantes para diferentes estratégias de pesquisa. ....	16
Quadro 3	As perguntas e os objetivos do estudo de caso.....	17
Quadro 4	Relação entre os objetivos específicos e os propósitos do estudo.....	17
Quadro 5	Programa de treinamento em manutenção.....	27
Quadro 6	Transição das atividades de manutenção entre departamentos .....	28
Quadro 7	Objetivos do TPM .....	37
Quadro 8	- Os 16 tipos de perdas principais .....	43
Quadro 9	Exemplo de cálculo do indicador EGP .....	48
Quadro 10	Exemplo de cálculo do EGP sugerido por Nakajima .....	49
Quadro 11	Os sete passos da manutenção autônoma .....	54
Quadro 12	Significado dos 5S.....	55
Quadro 13	4 etapas para Zero-Avarias.....	58
Quadro 14	Faturamento por segmento industrial.....	72
Quadro 15	Treinamento de líderes TPM.....	76
Quadro 16	Programa de treinamento .....	77
Quadro 17	Os pilares do TPM e seus líderes .....	78
Quadro 18	Escolha do equipamento piloto .....	79
Quadro 19	Metas e objetivos da empresa BETA.....	79
Quadro 20	Estratificação dos fenômenos.....	87
Quadro 21	Atividade de 5S inicial .....	92
Quadro 22	Programa de treinamento .....	100
Quadro 23	Resultados subjetivos obtidos com o equipamento piloto.....	102
Quadro 24	Resultados objetivos obtidos no equipamento piloto .....	103



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Situação inicial e metas do equipamento piloto .....	80
Tabela 2.	16 grandes perdas e suas perdas específicas .....	83
Tabela 3.	Dados tabulados das perdas iniciais do equipamento piloto .....	84
Tabela 4.	Indicadores iniciais do equipamento piloto .....	85
Tabela 5.	Plano de execução da melhoria .....	88
Tabela 6.	Resumo das fichas TPM.....	91
Tabela 7.	Registro das áreas de difícil acesso.....	94
Tabela 8.	Inter-relação entre setores na manutenção.....	97
Tabela 9.	Matriz de relação entre partes do equipamento e falhas.....	97
Tabela 10.	Plano de transferência das habilidades de manutenção .....	99

## SUMÁRIO

RESUMO .....	4
ABSTRACT .....	5
LISTA DE FIGURAS .....	6
LISTA DE QUADROS .....	7
LISTA DE TABELAS .....	8
SUMÁRIO.....	9
1 INTRODUÇÃO .....	11
1.1 TEMA E OBJETIVOS .....	13
1.2 JUSTIFICATIVA .....	13
1.3 MÉTODO DE TRABALHO.....	15
1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	19
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	21
2.1 A EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO.....	21
2.1.1 Manutenção preventiva.....	22
2.1.2 Sistemas de inventários e estoques.....	23
2.1.3 Sistemas de ordens de trabalho.....	24
2.1.4 Sistemas computadorizados de gerenciamento da manutenção.....	24
2.1.5 Treinamentos.....	25
2.1.6 Envolvimento Operacional .....	26
2.1.7 Manutenção preditiva.....	28
2.1.8 Manutenção centrada em confiabilidade .....	30
2.1.9 Manutenção Produtiva Total.....	32
2.1.10 Melhoria contínua .....	32
2.2 VISÃO GERAL DO TPM.....	33
2.3 MAXIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO.....	38
2.3.1 As Seis Grandes Perdas .....	39

2.3.2	Eficiência Global de Produção (EGP).....	45
2.4	PILARES BASICOS PARA SUSTENTAÇÃO DO TPM.....	50
2.4.1	Melhorias Individuais .....	51
2.4.2	Manutenção Autônoma.....	53
2.4.3	Manutenção Planejada .....	56
2.4.4	Capacitação e Treinamento.....	58
2.4.5	Controle Inicial do Equipamento.....	60
2.4.6	Manutenção da Qualidade .....	61
2.4.7	TPM em Escritórios .....	63
2.4.8	Segurança e Meio Ambiente.....	64
3	CONSOLIDAÇÃO DA METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DO TPM..	66
4	IMPLANTAÇÃO DO TPM NA EMPRESA BETA.....	72
4.1	DECLARAÇÃO DA ALTA ADMINISTRAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO TPM.....	75
4.2	CAMPANHA PARA DIVULGAÇÃO E TREINAMENTO DO TPM.....	76
4.3	ESTRUTURAÇÃO DO GERENCIAMENTO DO TPM .....	77
4.4	ESTABELECEMOS POLÍTICAS E OBJETIVOS BÁSICOS.....	79
4.5	PLANO MESTRE TPM .....	80
4.6	INÍCIO DO PROGRAMA TPM (KICK OFF).....	81
4.7	ESTABELECIMENTO DOS PILARES BÁSICOS .....	82
4.7.1	Melhorias Individuais .....	82
4.7.2	Manutenção Autônoma.....	89
4.7.3	Manutenção Planejada .....	96
4.7.4	Capacitação e Treinamento.....	99
4.8	Principais Resultados.....	101
4.8.1	Resultados Subjetivos .....	102
4.8.2	Resultados Objetivos .....	103
5	CONCLUSÕES .....	105
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108
	ANEXOS .....	112

# 1 INTRODUÇÃO

As freqüentes mudanças ocorridas na economia têm levado as empresas a procurar diferenciadores em seus processos produtivos. Não basta somente produzir a um menor custo; deve-se agregar ao produto qualidade, preço e prazo de entrega. Além desses fatores, a globalização trouxe um aumento do grau de customização (personalização) dos produtos, fazendo com que indústrias trabalhem com uma maior quantidade de produtos e menor escala de produção.

Tradicionalmente, empresas industriais operam com altos volumes de produção e poucos produtos para obter economia de escala e manter os preços baixos. Por outro lado, baixo volume e grande variedade geram altos custos de produção. A adaptação destas indústrias de economia de escala para produtos customizados, freqüentemente impõe perdas demasiadas aos processos. Entretanto, os clientes cada vez mais exigem os produtos personalizados a um baixo custo. (EASTWOOD, 1996).

A flexibilização da manufatura torna os sistemas de produção aptos a atender uma demanda de produtos variáveis a baixo custo. Um aumento na demanda pela variedade e customização dos produtos torna o ciclo de vida destes produtos pequenos. Isto eleva o grau de concorrência entre as indústrias, gerando a necessidade de aumentar a produtividade, com o objetivo de reduzir o preço final do produto (SILVEIRA *et al.*, 2000).

Entretanto, quanto maior o grau de personalização dos produtos, maiores são as perdas inerentes ao processo de produção não projetados para este fim; portanto, maior o custo final do produto. Tais perdas muitas vezes são geradas devido à falta de flexibilização e otimização dos processos de produção. Perdas nos processos são muitas vezes ocultas e imperceptíveis, tornando-os ineficazes. Esta ineficiência torna baixa a utilização da capacidade instalada de um processo, que freqüentemente fica abaixo dos 60%. (LJUNGBERG, 1998).

Devido a esse novo estilo de mercado, onde preço, qualidade, variedade e prazo de entrega são determinantes, as indústrias viram-se obrigadas a uma rápida adaptação, utilizando conceitos de melhoria da qualidade dos produtos e processos, tais como: ISO 9000, JIT (*Just in Time*), TQM (*Total Quality Management* –

Gerenciamento da Qualidade Total), SMED (*Single Minute Exchange of Die* – Troca de Ferramentas em tempo inferior a 10 minutos), QFD (*Quality Function Deployment* – Desdobramento da Função Qualidade), KANBAN, e outras. O TPM – *Total Productive Maintenance*, traduzido no Brasil como “Manutenção Produtiva Total”, foi inicialmente divulgado como um programa específico de manutenção industrial. Entretanto, a crescente aplicação do programa em empresas demonstrou sua aplicabilidade em outros departamentos, além do de produção; por exemplo, em departamentos administrativos, de apoio, de pesquisa e desenvolvimento e de vendas (SUZUKI, 1995; NAKAJIMA, 1989).

A implantação do TPM tem resultado em um aumento de eficiência em indústrias japonesas na ordem de 60 a 90% da utilização de sua capacidade instalada. Tais resultados foram obtidos, utilizando conceitos de maximização da eficiência de equipamentos, através de pequenos grupos de trabalho e implementação de atividades de manutenção autônoma (NAKAJIMA, 1989).

Manutenção Produtiva Total (TPM) é um programa operacional onde todos desenvolvem atividades de melhoria contínua nos equipamentos e nos processos, sendo os resultados monitorados através da utilização de indicadores de desempenho. (WIREMAN, 1998).

O TPM é um conjunto de atividades de gerenciamento voltadas para o equipamento, visando atingir a sua utilização máxima. Para tanto, promovem a integração de todos os funcionários (TAKAHASHI, 1993).

Segundo o JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance* – Instituto Japonês de Manutenção de Planta), o TPM está definido a partir de 5 objetivos principais (SUZUKI, 1995; SUZUKI, 1993):

- Criar uma organização que maximize a eficiência dos sistemas de produção;
- Gerenciar a planta como uma organização que evite todo o tipo de perda (tendo como meta zero acidentes, defeitos e avarias) ao longo de toda a vida do sistema de produção;
- Envolver a todos os departamentos na implantação do TPM, incluindo desenvolvimento de produto, vendas e administração;

- Envolver a todos, desde a alta administração aos operários da planta, em um mesmo objetivo;
- Orientar as ações visando atingir a meta de “Zero perdas” apoiando-se, para tanto, nas atividades dos pequenos grupos (grupos de melhorias).

### 1.1 TEMA E OBJETIVOS

O tema deste trabalho de conclusão é o “TPM – Total Productive Maintenance”. Este é um tema importante no âmbito do gerenciamento de negócios, uma vez que este programa tem como objetivo o gerenciamento produtivo total, maximizando a eficiência e o resultado da empresa.

Através de grupos de trabalho o TPM amplia o ciclo de vida do equipamento e elimina sistematicamente as perdas dos equipamentos e processos. Envolve a todos os departamentos, criando uma gestão de trabalho que busca prevenir a reincidência de problemas.

O objetivo geral deste trabalho é consolidar uma metodologia de implantação do programa TPM em indústrias de processo. Como objetivos específicos, têm-se:

- Descrever o modelo de implantação em uma indústria do setor gráfico;
- Demonstrar e avaliar os resultados através dos indicadores do TPM;
- Avaliar as particularidades da implantação do programa TPM na indústria gráfica.

### 1.2 JUSTIFICATIVA

O tema proposto pode ser justificado por deficiências no gerenciamento de processos e da manutenção dos equipamentos que resultam em perdas e a redução no desempenho dos equipamentos industriais (LJUNGBERG, 1998). Além disso, em um ambiente de negócios altamente competitivo como o atual, a ocorrência de perdas nos processos produtivos pode definir o destino de uma companhia. O TPM, através de grupos de trabalhos, promove a melhoria contínua dos equipamentos e processos, tendo como meta principal atingir índices de avarias, defeitos e falhas próximas de zero.

Três razões principais explicam a rápida difusão do TPM primeiramente na indústria japonesa e, posteriormente, em todo o mundo: *(i)* o programa produz e garante resultados rápidos e concretos; *(ii)* transforma os lugares de trabalho, tornando-os agradáveis para trabalhar; e *(iii)* eleva o nível de conhecimento dos trabalhadores de produção e manutenção através do treinamento constante (SUZUKI, 1995; JIPM, 2003).

O desempenho do programa TPM no chão de fábrica pode ser precisamente medido através dos seguintes indicadores: grau de eficiência dos equipamentos, índices de qualidade de produtos e processos, número de acidentes, grau de incremento na capacidade profissional dos funcionários. À parte tais indicadores, o TPM tem um efeito positivo nos métodos de trabalho e no espírito de equipe, elementos vitais para a obtenção de uma empresa competitiva (PIRELLI, 2002).

O TPM não é uma mera combinação de Manutenção Preventiva, Manutenção Corretiva e Prevenção da Manutenção, mas uma promoção da manutenção através da “manutenção autônoma” pelos pequenos grupos de atividades, buscando a máxima eficiência do equipamento eliminando todas as perdas (NAKAJIMA, 1989).

Empresas que utilizam o TPM obtêm bons resultados, particularmente: *(i)* na redução das avarias dos equipamentos, minimizando os tempos ociosos e pequenas paradas; *(ii)* na diminuição de defeitos e reclamações da qualidade; *(iii)* na elevação da produtividade; *(iv)* redução dos custos de pessoal; estoques e acidentes; e *(v)* no maior compromisso dos empregados; ver Quadro 1 (SUZUKI, 1995).

Portanto, o objetivo geral deste trabalho de conclusão encontra-se plenamente justificado, uma vez que o TPM utiliza a melhoria contínua como forma de eliminar perdas, diminuindo custos de processamento dos produtos.

A indústria gráfica, especificamente o segmento de impressoras rotativas, apresentam equipamentos que possuem limitações em sua flexibilidade de produção. Com isto, ocorrem perdas excessivas em situações de baixa quantidade de produção. Neste contexto, o programa TPM, auxilia os operadores e técnicos da manutenção na redução das perdas provenientes deste novo cenário mercadológico.

**Quadro 1 Resultados obtidos com a implantação do TPM**

<b>Benefícios Objetivos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da produtividade líquida</li> <li>• Decréscimo do número de avarias</li> <li>• Aumento da eficiência global da planta</li> <li>• Decréscimo da taxa de defeitos do processo</li> <li>• Decréscimo de reclamação de clientes</li> <li>• Redução de custos de produção</li> <li>• Redução dos estoques de produtos e trabalhos em curso</li> <li>• Redução de acidentes</li> <li>• Decréscimo dos incidentes de poluição</li> <li>• Aumento das sugestões de melhorias</li> </ul>
<b>Benefícios Subjetivos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conquista de auto-gestão plena: os operadores assumem a responsabilidade pelo equipamento, ocupando-se dele sem recorrer aos departamentos indiretos.</li> <li>• São eliminados as avarias e defeitos e se difunde confiança no “posso fazê-lo”</li> <li>• Os locais de trabalhos antes desorganizados são agora limpos e organizados.</li> <li>• É oferecida aos visitantes e clientes uma melhor imagem da empresa</li> </ul>

Adaptado de: (Suzuki, 1995).

### 1.3 MÉTODO DE TRABALHO

Pelas características do presente trabalho de conclusão, o método de trabalho a ser utilizado é o estudo de caso. Em seu contexto, este trabalho apresenta uma descrição detalhada de implantação do programa TPM.

O estudo de caso é utilizado quando se deseja um amplo estudo de um ou poucos objetos de forma que se possa conhecê-lo de forma detalhada (GIL, 1991). O estudo de caso também é uma investigação empírica que demonstra um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

O estudo de caso é uma descrição analítica de um evento ou de uma situação *in-loco* e o método de estudo de caso serve de guia para o desenvolvimento de procedimentos com a finalidade de obter novas descobertas. A essência de um estudo de caso é que ele tenta esclarecer decisões, sempre avaliando o motivo pelo qual foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados (YIN, 2001).



Existem três condições a serem observadas para definir a estratégia de pesquisa. As três condições consistem em: (i) o tipo de pergunta da pesquisa; (ii) a extensão do controle que o pesquisador tem sobre os comportamentos dos eventos atuais; (iii) o grau do foco na contemporaneidade em oposição aos eventos históricos. No Quadro 2 observa-se os tipos de estratégias de pesquisa e as três condições básicas (YIN, 2001).

Este estudo tem como forma da questão da pesquisa o como e o porque. Ele não exige controle sobre os eventos comportamentais e o tema é contemporâneo. Portanto, conforme demonstra o Quadro 2 o método de trabalho adequado é o estudo de caso.

**Quadro 2 Situações relevantes para diferentes estratégias de pesquisa.**

<b>Estratégia</b>	<b>Forma da questão de pesquisa</b>	<b>Exige controle sobre os eventos comportamentais?</b>	<b>Focaliza acontecimentos contemporâneos?</b>
<b>Levantamento</b>	Quem, o que, onde, quantos, quanto	não	sim
<b>Análise de arquivos</b>	Quem, o que, onde, quantos, quanto	não	sim/não
<b>Pesquisa histórica</b>	Como, por que	não	não
<b>Pesquisa-Ação</b>	Quem, o que, onde, quantos, quanto	sim	sim
<b>Estudo de Caso</b>	Como, por que	não	sim

Fonte: COSMOS Corporation *apud* Yin, 2001

Para conectar logicamente os dados empíricos às questões de pesquisa inicial e as conclusões, Yin (2001, p. 42) salienta cinco componentes importantes a serem avaliados: (i) as questões de um estudo; (ii) suas proposições, se houver; (iii) suas unidades de análises; (iv) a lógica que une os dados às proposições; e (v) os critérios para se interpretarem as descobertas. Para este trabalho, os componentes acima descritos são tratados individualmente nos itens a seguir.

#### **(i) As questões do estudo**

As questões mais apropriadas para um estudo de caso são do tipo “como” e “por que”. Para responder a questão da pesquisa qual seja, como otimizar os processos produtivos reduzindo as perdas, estabeleceu-se o seguinte objetivo geral: consolidar uma metodologia de implantação do programa TPM em indústrias de processo.

Neste estudo, têm-se quatro perguntas chaves, a primeira está relacionada com o objetivo geral do trabalho. As outras três, estão relacionadas com os objetivos específicos, como demonstra o Quadro 3.

**Quadro 3 As perguntas e os objetivos do estudo de caso**

<b>PERGUNTAS DO ESTUDO DE CASO</b>	<b>OBJETIVOS DO ESTUDO DE CASO</b>
<b>Como</b> otimizar os processos produtivos e reduzir perdas?	Apresentar uma proposta de metodologia de implantação do TPM.
<b>Porque</b> a implantação do TPM pode otimizar processos e reduzir perdas?	Descrever o modelo de implantação em uma indústria do setor gráfico, analisando os resultados obtidos.
<b>Como</b> medir os resultados do TPM?	Demonstrar e avaliar indicadores do TPM.
<b>Como</b> o TPM pode ser implantado na indústria gráfica?	Avaliar as particularidades da implantação do programa TPM na indústria gráfica.

### **(ii) Proposições do estudo**

É necessário estabelecer os propósitos do estudo para realizar a identificação das questões acima mencionadas. Ou seja, o que realmente se está interessado em responder ao problema de pesquisa proposto. As proposições de estudo estão diretamente ligadas com os objetivos específicos deste estudo. Pode-se observar no Quadro 4 que os objetivos específicos possuem seu conjunto de parâmetros de estudo.

**Quadro 4 Relação entre os objetivos específicos e os propósitos do estudo**

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Propósitos do estudo</b>
1. Descrever o modelo de implantação em uma indústria do setor gráfico.	Descrever a sistemática de implantação do programa TPM na indústria gráfica.
2. Demonstrar e avaliar indicadores do TPM	Avaliar os resultados do equipamento piloto nos anos de 2002 e 2003.
3. Avaliar as particularidades da implantação do programa TPM na indústria gráfica	Analisar as últimas tendências do programa TPM em indústrias de processo (indústria gráfica).

### **(iii) Unidades de análises**

A unidade de análise na verdade relaciona-se com o problema de definir o que é um “caso”. Ou seja, qual é a unidade primária de análise. Para definir esta unidade primária de análise, como orientação geral, deve-se relacionar a maneira como as questões iniciais da pesquisa foram definidas. Uma vez estabelecida a unidade de

análise devem-se colocar limites de tempo específicos para se definir o começo e o fim do caso (YIN, 2001).

A unidade primária de análise a ser considerada no trabalho é o programa TPM em uma indústria gráfica. Como unidade secundária de análise temos um equipamento piloto. Os resultados obtidos pela empresa com o programa são uma unidade incorporada de análise. Este caso será relatado nos anos de 2001 a 2003, fazendo um relato antecessor e sucessor a implantação do programa na referida empresa.

#### **(iv) A lógica que une os dados às proposições**

Os dados mencionados nas proposições serão coletados antes e depois da introdução do programa TPM no equipamento piloto. Serão coletados dados quantitativos, como por exemplo: desperdício, produtividade, acidentes, entre outros; e qualitativos, como por exemplo: verificação de atividades de manutenção autônoma, auto-gestão dos equipamentos, organização do local de trabalho.

#### **(v) Critérios para interpretação dos dados**

Os dados serão avaliados qualitativamente, através de pesquisas e entrevistas. E para mensuração dos benefícios subjetivos decorrentes da implantação do TPM. Além disso, serão utilizados indicadores para avaliação dos resultados quantitativos antes e depois da implantação do TPM.

Este trabalho está desenvolvido em 4 etapas. Na primeira etapa realiza-se uma revisão bibliográfica sobre o TPM, conceitos, metodologia de implantação e resultados esperados.

Na segunda etapa, apresenta-se um relato da implantação do TPM para a indústria gráfica, que atua com impressão rotativa offset.

Na terceira etapa, realiza-se uma comparação entre os resultados obtidos pelo método de administração anterior e a administração através do TPM no contexto do estudo de caso.

Finalmente, na quarta e última etapa, elabora-se uma discussão e conclusão dos resultados obtidos.

## 1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Neste trabalho, a implantação do TPM fica limitada a apenas uma equipe piloto, e seu desenvolvimento nos passos iniciais do programa. Devido ao tempo necessário para a implantação do TPM, outros setores e equipes, bem como o desenvolvimento completo do programa, não serão abordados.

Apesar do programa TPM abordar a adoção em empresas de serviços, este trabalho limitar-se-á a abordar o tema apenas em indústrias de processos do tipo batelada.

Apesar deste estudo mostrar de forma extensa o TPM, este trabalho não visa um estudo de caso aprofundado da empresa analisada, e tampouco o esgotamento do tema.

O TPM é um programa com aplicabilidade em uma grande variedade de empresas. Entretanto, este trabalho ficará restrito à indústria gráfica, especificamente no setor de impressoras rotativas offset.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos, com os conteúdos apresentados na seqüência.

O primeiro capítulo traz uma introdução ao tema da dissertação, uma justificativa acerca de sua escolha e os objetivos do trabalho. Neste capítulo, também são apresentados o método de trabalho, a limitação do estudo e a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo é feita uma abordagem ao tema e seus objetivos através de uma revisão bibliográfica. Apresenta-se o programa TPM e seus oito pilares básicos, as grandes perdas abordadas pelo programa e suas metas principais.

No terceiro capítulo consolida-se uma metodologia de implantação do programa TPM.

O quarto capítulo apresenta um relato da implantação do programa na empresa BETA. Também são apresentados os resultados da comparação entre a sistemática anterior de administração da manutenção e a nova metodologia proposta na empresa abordada no estudo de caso.

O quinto e último capítulo apresentam as conclusões obtidas a partir do trabalho, descrevendo limitações e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

O termo manutenção apenas consolidou-se na indústria a partir de 1950, sendo inicialmente classificada em três categorias: (i) a manutenção preventiva originada em 1951, com a intenção de checar o equipamento em intervalos de tempo, evitando que o mesmo apresentasse quebras; (ii) manutenção corretiva, originada em 1957 através da introdução do conceito de melhorias no equipamento; desenvolveu-se um sistema que previne a falha do equipamento, melhorando a confiabilidade das melhorias e da manutenção; (iii) prevenção da manutenção, originada em 1960 é constituída de atividades que permitem melhorar o equipamento, deixando-o livre de manutenção (KODALI, 2001).

A manutenção sempre foi considerada um setor de suporte, com altos custos e sem produtividade para os negócios. Nos últimos 15 anos, indústrias têm adotado diferentes estratégias para aumentar a eficiência da manutenção. Recentemente, o Departamento de Comércio e Indústria da Inglaterra reconheceu que, com a manutenção dos equipamentos como parte das funções dos operadores e uma estratégia de manutenção adequada, é possível melhorar a produtividade. Isto demonstra que a manutenção já é considerada como um fator competitivo para as indústrias (BAMBER *et al.*, 1999).

A manutenção em toda a sua história pode ser descrita por três gerações. Na primeira geração, que teve sua vigência antes da Segunda Guerra Mundial, onde os consertos e ou reparos eram simples e a sistemática da manutenção não passava de limpezas superficiais e rotinas de lubrificação. A segunda geração desenvolveu-se no pós-guerra, quando as indústrias tornaram-se mais complexas. Neste contexto surgiu a manutenção preventiva, com o objetivo de melhorar a confiabilidade e a qualidade dos equipamentos. A terceira geração, surgida na década de 1980, tem transformado as indústrias em gerenciadoras de seus equipamentos, proporcionando baixos custos de manutenção, diminuição das quebras do equipamento, aumento da produtividade e da qualidade dos produtos (MOUBRAY, 1997). Na Figura 1, verifica-se a evolução das técnicas da manutenção no decorrer dos anos.

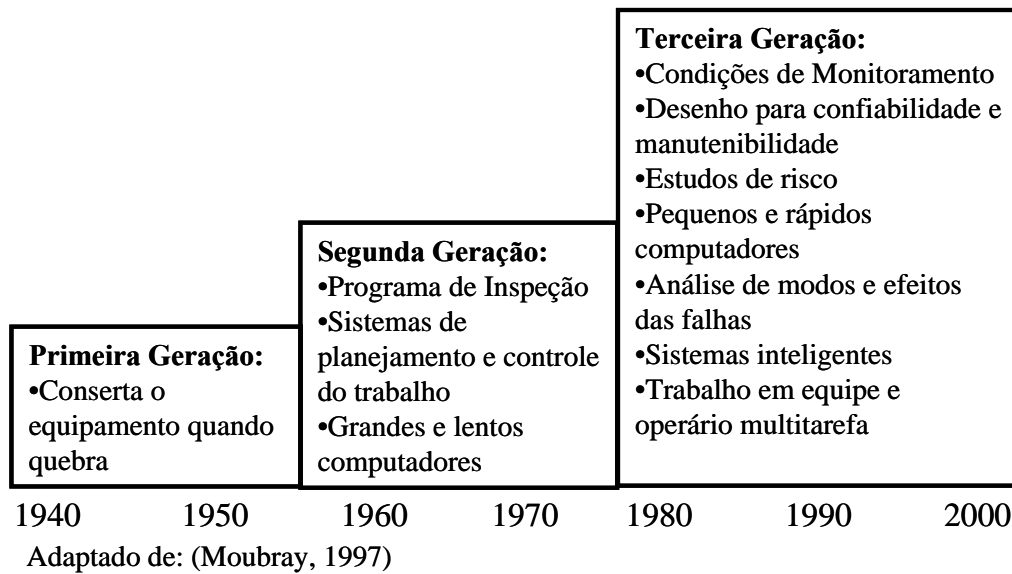


Figura 1 Transformações nas técnicas de manutenção.

Atualmente, o gerenciamento da manutenção, como é designado, é o gerenciamento de todos os equipamentos e bens de uma empresa, baseando todas as atividades no retorno do investimento. O gerenciamento da manutenção traz técnicas e metodologias de trabalho para o departamento de manutenção das indústrias (WIREMAN, 1998): (i) Manutenção preventiva; (ii) Sistemas de inventário e estoques de peças de reposição; (iii) Sistemas de ordens de trabalho; (iv) Sistemas computadorizados de gerenciamento da manutenção; (v) Treinamento; (vi) Envolvimento operacional; (vii) Manutenção preditiva; (viii) Manutenção centrada em confiabilidade; (ix) Manutenção Produtiva Total; e (x) Melhoria contínua.

### 2.1.1 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva (MP) é implementada através de inspeções periódicas no equipamento, antes que o mesmo sofra uma avaria. O objetivo desta periodicidade da manutenção preventiva é proporcionar um planejamento da manutenção, prolongando a vida útil do equipamento (PARDUE *et al.*, 1994).

A manutenção preventiva transforma a manutenção reativa (manutenção corretiva) em manutenção proativa. Esta mudança ocasiona redução nos custos de manutenção e ganho de eficiência dos equipamentos, uma vez que estes tendem a parar somente em momentos programados, evitando paradas inesperadas. Uma boa relação entre manutenção reativa e proativa prega que do total do tempo utilizado na manutenção do equipamento, 80% deva ser ocupado com manutenção preventiva e 20%

com manutenção corretiva. Atingindo-se esses índices, pode-se afirmar que a MP vem sendo realizada com sucesso (WIREMAN, 1998).

As vantagens do uso da manutenção preventiva são a diminuição da probabilidade da falha e o aumento do ciclo de vida do equipamento. A desvantagem é que freqüentemente deve-se parar o equipamento, em momentos programados, para realizar a manutenção (SWANSON, 2001).

### **2.1.2 Sistemas de inventários e estoques**

Na maioria dos almoxarifados das empresas, a situação dos estoques de peças de reposição é crítica. Existem peças sobressalentes em demasia, na qual muitas vezes são desnecessárias. A falta de controle sobre o inventário pode causar efeitos negativos nas atividades de produção e manutenção (TAKAHASHI, 1993).

Os sistemas de inventários e estoques e ou gerenciamento das peças sobressalentes, devem ser gerenciados objetivando o fornecimento das peças de reposição no local correto e no tempo correto para a execução da manutenção. No gerenciamento atual da manutenção, as peças de reposição dos equipamentos são fatores chaves para a eficiência e eficácia da manutenção (WIREMAN, 1998).

As metas do gerenciamento das peças sobressalentes e sistemas de inventários são: *(i)* aumentar a confiabilidade da manutenção, através do fornecimento confiável de peças sobressalentes e insumos; *(ii)* diminuir custos de estoques; e *(iii)* otimizar estoques (TAKAHASHI, 1993).

Um outro ponto fundamental no gerenciamento de peças sobressalentes é diminuir o tempo de reparo das avarias dos equipamentos. Entretanto, manter um estoque de todas as peças de reposição não seria recomendado, pois em muitas ocasiões ter-se-á peças desnecessárias. Isto também ocasiona o alto índice de capital investido em estoques. (TAKAHASHI, 1993).

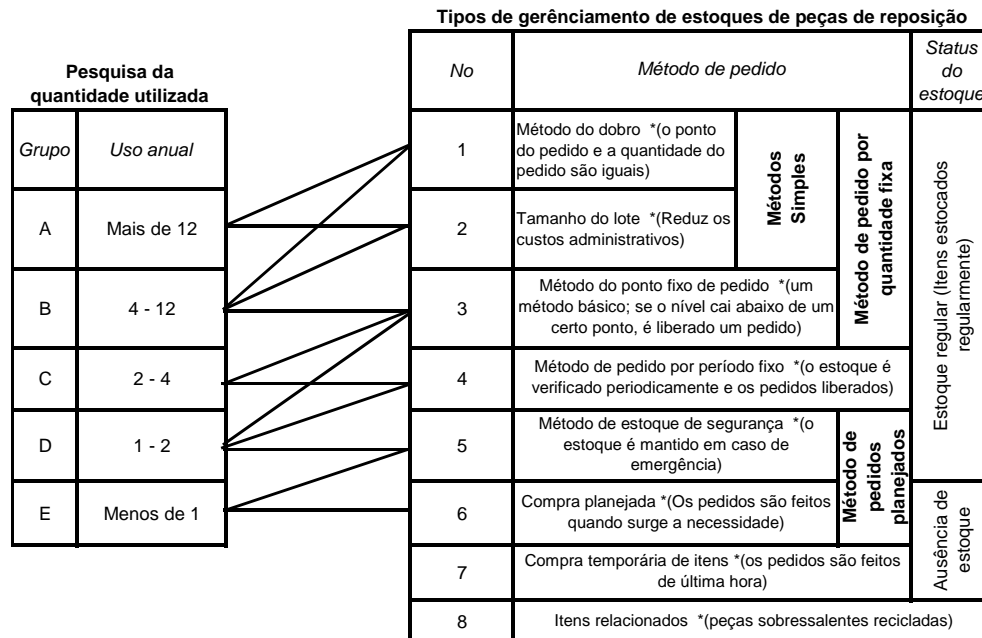
É preciso adotar um gerenciamento de estoques simples e eficiente. Entretanto, para escolher esse plano é preciso investigar os seguintes pontos (TAKAHASHI, 1993):

- O valor monetário das peças de reposição e a freqüência de uso;
- A relação entre o custo por paralisações de produção decorrente da falta de estoque da peça avariada e seu custo de manutenção no estoque;



- Existe a necessidade de elaborar um plano de compra de peças que podem causar avarias graves?
- Pode-se reciclar alguma peça sobressalente?
- Qual o tempo de entrega necessária para a aquisição da peça de reposição?

Para determinar este método de estoque de peças de reposição usa-se um estudo da freqüência de utilização das mesmas, como indicado na Figura 2.



**Figura 2** Métodos de Gerenciamento do estoque de peças sobressalentes. Adaptado de: Takahashi, 1993.

### 2.1.3 Sistemas de ordens de trabalho

Os sistemas de ordem de trabalho são sistemas de informação que auxiliam no gerenciamento da manutenção, através da coleta, organização e geração de dados de desempenho da manutenção. Na maioria das empresas, dados de manutenção não são corretamente mensurados ou completos. O mau gerenciamento da informação da manutenção resulta em mau planejamento e uso dos recursos físicos e materiais da manutenção (WIREMAN, 1998).

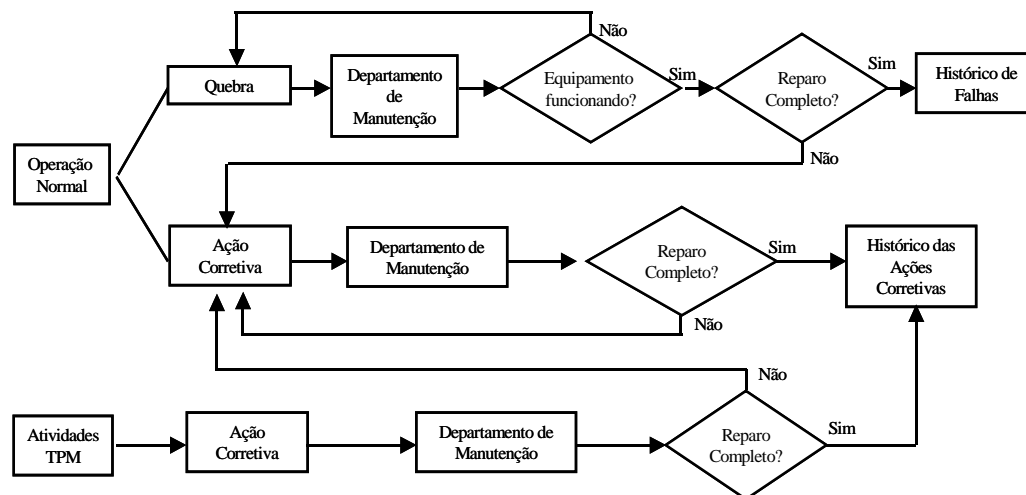
### 2.1.4 Sistemas computadorizados de gerenciamento da manutenção

Os sistemas computadorizados de gerenciamento da manutenção, também conhecidos como CMMS (*Computerized Maintenance Management Systems*) auxiliam o setor de manutenção e engenharia no gerenciamento dos dados através de

computadores. O computador torna fácil a coleta, processamento e a análise dos dados (WIREMAN, 1998).

Gerentes formulam estratégias, tomam decisões e monitoram progressos através da coleta e análise de dados. Sistemas computadorizados devem permitir o cruzamento de informações de toda a organização para subsidiar tais decisões (TSANG 2000).

Os sistemas CMMS fornecem também informações importantes sobre o equipamento, tais como a análise de falhas através do diagrama de Pareto e informação das ações corretivas e preventivas, ver Figura 3. Entretanto, o maior benefício oriundo da utilização desses sistemas é a possibilidade de dispor de informação sobre o *status* das atividades de manutenção em tempo real (BOHORIS *et al.*, 1995).



**Figura 3 Fluxograma das operações do CMMS**  
Adaptado de: Bohoris *et al.*, 1995

### 2.1.5 Treinamentos

As empresas devem prover meios que possibilitem o desenvolvimento de seus recursos humanos, de forma a garantir que funcionários exerçam seu pleno potencial. No caso específico da manutenção, treinamentos devem garantir que os funcionários desenvolvam capacidade técnica para entender, inspecionar, operar e manter os equipamentos (SUZUKI, 1995).

Em um outro ponto, as técnicas e treinamentos devem proporcionar ao operário o conhecimento necessário para que ele se torne multifuncional, podendo operar mais de um equipamento. O princípio do operário multifuncional também se

aplica aos outros setores da empresa, como administrativo, vendas, etc. (TAKAHASHI, 1993).

De um modo geral os programas de treinamento das empresas são elaborados internamente. Isto ocorre, pois existem muitas particularidades nas indústrias, tornando muito onerosa a elaboração de um programa padrão. Entretanto, eles devem focar as aptidões dos funcionários em manutenção por iniciativa própria e treinamento em manutenção em geral (TAKAHASHI, 1993).

Para iniciar a elaboração de um programa de treinamento, é necessário considerar todos os equipamentos da empresa.

Com isto, pode-se considerar todos os fatores envolvidos no processo, e elaborar programas com elementos específicos a ensinar e o tempo necessário de treinamento. O Quadro 5 apresenta um modelo de treinamento em manutenção (SUZUKI, 1995).

### **2.1.6 Envolvimento Operacional**

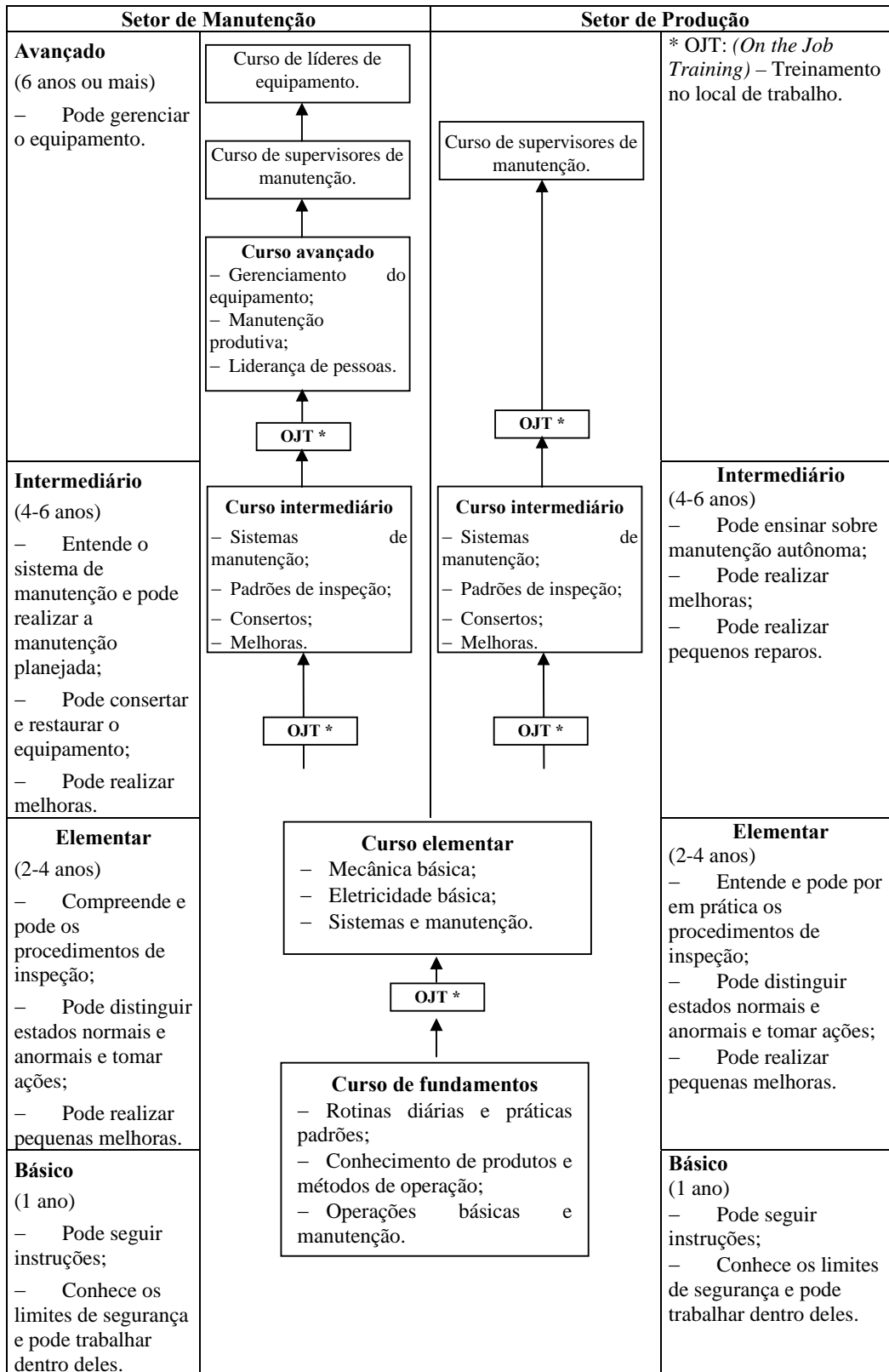
Com a manutenção dos equipamentos cada vez mais complexa e com a evolução das técnicas de manutenção, o departamento de manutenção pode acabar por negligenciar a execução de reparos pequenos e de fácil execução ou de atividades consideradas secundárias.

O acúmulo de pequenos defeitos ocasiona, na maioria das vezes, o mau funcionamento de componentes do equipamento, tornando suas funções deterioradas e levando a falhas inesperadas.

Em vista desses problemas, muitas empresas desenvolveram atividades de manutenção envolvendo o pessoal de operação. As atividades de manutenção desenvolvidas por operários variam de empresa para empresa, podendo incluir inspeções, limpeza, rotina de lubrificação, reparos mecânicos e coleta de dados.

Como resultado, têm-se verificado melhorias no sistema de manutenção, pois há um melhor acompanhamento do dia a dia do equipamento, bem como a considerável diminuição dos tempos necessários para pequenos reparos (WIREMAN, 1998).

Quadro 5 Programa de treinamento em manutenção



Adaptado de: Suzuki, 1995.

Pode-se descrever a evolução do envolvimento do setor operacional na manutenção em 5 períodos, apresentados no Quadro 6. A migração de funções do setor de manutenção para o setor de operação ocorreu como forma de otimizar o uso dos equipamentos. Essa otimização se deu através do envolvimento operacional na manutenção preventiva e conseqüente diminuição de falhas.

**Quadro 6 Transição das atividades de manutenção entre departamentos**

	<b>Departamento de produção</b>	<b>Departamento de manutenção</b>
<b>Período I</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A unidade de produção possui alguns operários aptos a executar os reparos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparos ou tarefas executados sem nenhuma noção de responsabilidade (como se fossem serviços subcontratados);</li> <li>• Equipe de reparos não atua a não ser que explicitamente solicitada para a execução de uma tarefa específica.</li> </ul>
<b>Período II</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A unidade de produção concentra-se na produção e prevalece uma divisão do trabalho entre os setores de produção e manutenção;</li> <li>• A equipe de reparos é transferida ou designada setor de manutenção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentra-se na manutenção e conserva sua independência;</li> <li>• Noção de responsabilidade torna-se mais aguçada.</li> </ul>
<b>Período III</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O pessoal da produção tende a ter conhecimento limitado sobre os equipamentos;</li> <li>• Passa a ficar claro que a tecnologia de Manutenção Preventiva se enquadra entre as tecnologias de produção e processamento;</li> <li>• As inspeções diárias limitam-se apenas a casos simples.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Níveis de conhecimento técnico e de engenharia são aprimorados através de técnicas de diagnóstico e atividades de manutenção preventiva.</li> </ul>
<b>Período IV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependendo das características do local de trabalho, os operários começam a participar das atividades de manutenção. Entretanto, existem limitações devido aos níveis de conhecimento técnico e número de etapas dos processos;</li> <li>• Além da manutenção diária, os operários também participam ativamente das atividades de manutenção periódica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessidade de maior número de funcionários para a manutenção;</li> <li>• A equipe de produção demanda treinamento para desenvolver a noção de responsabilidade.</li> </ul>

### 2.1.7 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva (PdM) consiste no monitoramento das condições de operação do equipamento para detectar sinais de desgaste que possam preceder falhas. O objetivo do programa de manutenção preditiva é realizar um acompanhamento e mapeamento do desgaste dos equipamentos, intervindo antes que o mesmo falhe (WIREMAN, 1998).

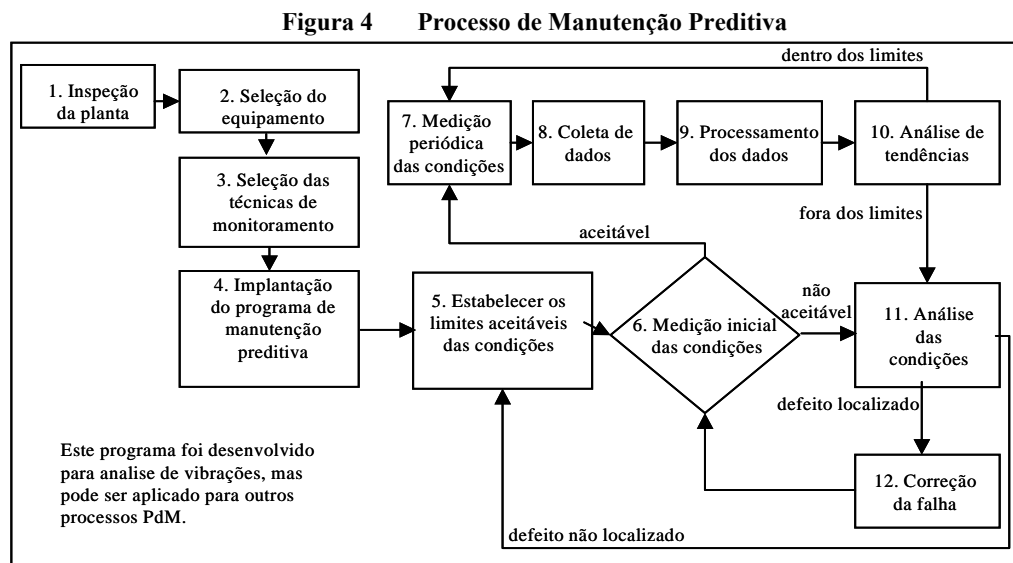
A manutenção preditiva muito provavelmente teve sua origem quando um mecânico utilizou a audição para pronunciar que o ruído proveniente do equipamento era anormal. Nos dias atuais, existem muitas tecnologias para monitorar os equipamentos e prever a falha. Entretanto são necessários o conhecimento e a

experiência das pessoas para utilização correta de todas estas ferramentas tecnológicas (DUNN, 2002).

O programa de manutenção preditiva é caracterizado por uma combinação de três fases:

1. INSPEÇÃO: monitoramento das condições do equipamento para detectar possíveis anomalias;
2. DIAGNÓSTICO: isolar a causa do problema;
3. CORREÇÃO: realizar a ação corretiva.

O programa de manutenção preditiva pode ser dividido em 12 passos essenciais (Figura 4). Os seis primeiros passos são ações realizadas antes de iniciar o monitoramento das condições do equipamento. Os passos de 7 a 10 representam a rotina de monitoramento e o estabelecimento do programa. Os dois últimos passos são usados para diagnóstico da causa do problema e correção da falha (DUNN, 2002).



Adaptado de: Dunn, 2002.

As técnicas de monitoramento das condições da PdM são classificadas de acordo com o tipo de falha em potencial, que são (MOUBRAY, 1997):

- *Efeito dinâmico.* Monitoramento dinâmico detecta falhas em potencial (especialmente aquelas associadas com a parte rotacional do equipamento) que causam uma eliminação anormal de energia em forma de vibração, pulsação e efeitos acústicos.

- *Efeito partícula.* O monitoramento da partícula detecta falhas potenciais onde são observadas partículas de diferentes tamanhos e formas no local onde o equipamento está operando.
- *Efeito químico.* O monitoramento químico detecta falhas potenciais onde se observa uma quantidade de elementos químicos próximos ao equipamento.
- *Efeito físico.* O efeito físico das falhas é observado na aparência física ou estrutural do equipamento. O monitoramento é realizado em busca de rupturas, quebras, efeito visível de desgaste e mudança de dimensões.
- *Efeito temperatura.* A técnica de monitoramento da temperatura procura por falhas potenciais onde o equipamento excede freqüentemente a sua temperatura de especificação durante a operação.
- *Efeito elétrico.* A técnica de monitoramento elétrica monitora as mudanças que podem ocorrer na resistência, voltagem, amperagem e diferença de potencial.

Outras técnicas de monitoramento na manutenção preditiva são propostas na bibliografia pertinente. Para uma revisão sobre essas técnicas ver Nepomuceno (1989) e Levitt (2003).

### **2.1.8 Manutenção centrada em confiabilidade**

A manutenção centrada em confiabilidade (RCM – *Reliability-Centered Maintenance*) pode ser definida como uma técnica usada para determinar o que deve ser feito para garantir que os equipamentos operem corretamente (MOUBRAY, 1997). Esta técnica enfoca a otimização do uso dos programas de manutenção preventiva e preditiva para melhorar a eficiência do equipamento enquanto minimiza os custos de manutenção.

Devido a altos custos e resultados em longo prazo, a RCM torna-se um investimento que deve ter um planejamento prévio. Portanto, a escolha do equipamento deve ser algo que torne o seu investimento viável. A utilização de uma matriz de priorização de equipamentos é recomendada nesse caso. Os critérios a serem utilizados na determinação do *ranking* dos equipamentos variam de empresa para empresa, mas itens como custo de manutenção, perdas de produção, segurança, desperdício de matéria-prima, devem ser considerados (DUNDICS, 2000).

Definido o equipamento, o próximo objetivo deve ser analisar as falhas. Para que se tenha êxito na aplicação do processo RCM, deve-se, antes de iniciar o processo, ter como fundamentos 4 princípios básicos (DELZELL, 1996): (i) preservar a função do sistema (equipamento); (ii) definir as falhas funcionais e falhas de componentes específicos que podem prejudicar as funções do equipamento; (iii) determinar a importância relativa das falhas, com relação ao modo e efeito; e (iv) selecionar uma efetiva manutenção preventiva e preditiva para as falhas prioritárias na análise do modo das falhas.

Inicialmente deve-se dividir os complexos sistemas existentes no equipamento em dois ou três subsistemas funcionais, desenvolvendo detalhadamente uma lista com a descrição de cada subsistema. Uma vez detalhado cada subsistema, é necessário representá-los em um Diagrama Funcional, listando todas as entradas e saídas de cada subsistema, respeitando os limites das interfaces (DELZELL, 1996).

Com a utilização do diagrama funcional podem-se relacionar precisamente as falhas potenciais com as funções de cada componente do sistema ou subsistema. Este diagrama é necessário para formar uma matriz relacionando componentes do sistema e suas possíveis falhas funcionais. Para cada subsistema coloca-se um “X” na interseção onde a falha potencial do componente pode produzir uma falha funcional do sistema. Esta matriz torna-se um roteiro para desenvolver o FMEA (*Failure Modes and Effects Analysis*) em cada “X” da matriz (DUNDICS, 2000).

Utilizando a matriz pode-se elaborar a árvore lógica de análise, onde é possível determinar a significância e prioridade da falha de cada componente. As falhas são categorizadas conforme seu impacto: de segurança (categoria A), de operação (categoria B) e de custos (categoria C). As falhas também são categorizadas como “evidentes” ou “ocultas” com relação ao processo normal de operação.

Como regra geral, em equipamentos para os quais falhas de categoria C ocorrem, deve-se realizar a manutenção preventiva e preditiva, e a análise deve focar somente as falhas das categorias A e B (DELZELL, 1996). Devem-se avaliar os componentes das falhas das categorias A e B na árvore lógica de análise e aplicar as tarefas de manutenção preventiva e preditiva apenas para os componentes anteriormente priorizados. Finalmente, deve-se comparar o programa de manutenção antes e depois do RCM com o objetivo de avaliar as mudanças propostas (MOUBRAY, 1997).



### 2.1.9 Manutenção Produtiva Total

O TPM – *Total Productive Maintenance*, ou Manutenção Produtiva Total, é um programa criado há duas décadas para diminuir custos de produção. O objetivo do TPM é engajar um senso de união e responsabilidades entre os supervisores, operadores e técnicos da manutenção. A idéia é não se limitar a simplesmente manter o equipamento funcionando, mas também estender e otimizar o seu desempenho global (HUTCHINS, 1998).

A meta do TPM é aumentar a eficiência da planta e do equipamento. Para tanto, o TPM utiliza-se da manutenção autônoma, onde os operários desenvolvem rotinas de inspeção, lubrificação e limpeza. Padrões de limpeza e lubrificação são utilizados e um desenvolvimento na capacidade do operário em encontrar e resolver anomalias pode ser observado (MCKONE *et al.*, 2001).

O envolvimento operacional na manutenção tem como objetivo reduzir as seis grandes perdas do equipamento, que são: (i) perdas no arranque - perdas de tempo e produtos ao iniciar a produção até que se atinja a qualidade necessária; (ii) perdas por defeitos ou retrabalhos – decorrentes da produção de itens defeituosos; (iii) perdas por redução de velocidade – devidas à operação do equipamento com a velocidade reduzida; (iv) perdas por paradas menores - ocorridas devido a pequenas paradas do equipamento; (v) perdas por preparação e ajustes (*set up*) - ocorridas devido à troca de configuração; e (vi) perdas por falhas no equipamento - devidas à falha e ou quebra do equipamento. Essas são as principais perdas que causam a redução da eficiência do equipamento (HUTCHINS, 1998).

Uma forma de medir as seis grandes perdas é através de um indicador denominado *Overall Equipment Effectiveness* traduzido no Brasil como Eficiência Global de Produção (EGP). Esse indicador é obtido através da razão entre a disponibilidade do equipamento, taxa de desempenho e taxa da qualidade do equipamento, linha de produção ou indústria, qual seja o foco de aplicação do EGP (DAL *et al.*, 2000).

#### 2.1.10 Melhoria contínua.

A “melhoria contínua” implica na realização de melhorias nos produtos, processos, ou serviços com os objetivos de reduzir tempo de produção, melhorar a

funcionalidade do local de trabalho, melhorar o atendimento a clientes, ou o desempenho de um produto (EMILIANI *apud* SUZUKI, 1998).

A melhoria contínua tem por filosofia não aceitar o *status quo* de uma organização e sempre realizar as mudanças com o objetivo de aumentar a sua competitividade. A melhoria contínua deve focar na melhora interna das capacidades e aptidões das pessoas. Essas atividades tornam o local de trabalho dinâmico e as mudanças ocorrem freqüentemente. Deve-se considerar de que maneira elas vão causar algum impacto nos clientes e como ela ajudará a empresa a diferenciar-se da concorrência (WIREMAN, 1998).

Uma das melhores ferramentas da melhoria contínua é o *benchmarking*. Trata-se de utilizar como padrão de referência melhorias realizadas por outras empresas e que tiveram bons resultados. A operacionalização da melhoria contínua se dá através de atividades em equipe. Os projetos de melhorias das equipes de trabalho crescem quando eles se tornam donos do problema e resolvem-no de maneira criativa. Isto faz com que o processo de melhoria seja um ciclo contínuo, onde a melhoria sempre faz parte do dia a dia (HARRISON, 2000).

Como citado anteriormente, existem técnicas e ferramentas que podem auxiliar e melhorar o processo de gerenciamento da manutenção. Independente da técnica utilizada, as metas do gerenciamento da manutenção são (GUOJUN *et al.*, 2002):

- Melhorar a confiabilidade dos processos primários;
- Melhorar o processo primário quanto à qualidade, custos, etc;
- Satisfazer requisitos da segurança do trabalho e do meio ambiente.

## 2.2 VISÃO GERAL DO TPM

A percepção tradicional que se tem do trabalho da manutenção é consertar equipamentos que estejam quebrados. Com esta visão, tem-se que as atividades de manutenção estão delimitadas em ações reativas de reparar ou substituir algo. Este fenômeno é conhecido como manutenção reativa ou manutenção de quebras ou manutenção corretiva (TSANG, 2000).

Entretanto, uma visão mais recente da manutenção a define como sendo todas as atividades desenvolvidas para manter ou restaurar um item em seu estado físico, com relação as suas especificações de desenho, para obtenção do rendimento original projetado (TSANG *apud* GERAERDS, 2000). Obviamente o escopo da manutenção não deve ficar restrito somente a ações reativas, mas também deve incluir ações proativas como: inspeções periódicas, substituições preventivas e monitoramento das condições. Neste cenário, o departamento de manutenção desenvolveu técnicas de ações preventivas, que são conhecidas como manutenção preventiva.

Os Japoneses basearam-se nos conceitos das ações proativas e planejadas da manutenção preventiva para desenvolver o TPM. Em 1953, 20 indústrias Japonesas formaram um grupo de pesquisa em Manutenção Preventiva (PM – *Preventive Maintenance*), que vieram a atuar em um estudo de manutenção de equipamentos nos Estados Unidos (1962), formando mais tarde, em 1969, o JIPE (*Japan Institute of Plant Engineers*). Em 1969, o JIPE iniciou um trabalho com uma indústria de componentes automotivos (Nippodenso) na implantação da manutenção preventiva. Entretanto, a indústria decidiu transferir algumas rotinas de manutenção para os operadores, iniciando assim o TPM (NAKAJIMA, 1986). Inicialmente, poucas indústrias acolheram a mudança. Foi a situação econômica em 1970 que acelerou a adoção do TPM, propagada pelos 7 passos do programa desenvolvidos pela Tokai Rubber Industries (NAKAJIMA, 1988).

Como mencionado acima, o TPM teve seus primeiros fundamentos em 1969; no entanto, Seiichi Nakajima é considerado como pioneiro na proposição do TPM, no ano de 1971. O JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*), predecessor do JIPE, foi fundado em 1981, através da autorização do Ministério da Economia, Indústria e Comércio do Japão. Até os dias atuais, este tem sido o órgão oficial que promove o TPM (JIPM, 2003).

Pode-se definir o TPM como sendo a promoção da integração entre homem, máquina e empresa, onde a ação de todos na manutenção dos equipamentos pode ser evidenciada (NAKAJIMA, 1988). Inicialmente, o JIPE definiu o TPM em termos de três objetivos: (i) maximizar a eficiência dos equipamentos; (ii) envolvimento e participação de todos, desde os altos executivos até os operários; e (iii) promover a manutenção preventiva, motivando a todos, através das atividades dos pequenos grupos autônomos (KODALI, 2001).

Entretanto, em 1971, Nakajima propôs uma nova definição para o TPM em termos de 5 objetivos: *(i)* maximizar a eficiência dos equipamentos; *(ii)* desenvolver um sistema de manutenção produtiva que envolva todo o ciclo de vida do equipamento; *(iii)* envolver todos os departamentos na implementação do TPM; *(iv)* promover o envolvimento e participação de todos, desde os altos executivos até os operários de primeira linha; *(v)* promover o TPM motivando a todos, através das atividades dos pequenos grupos autônomos.

Em suas definições iniciais, o TPM teve foco apenas no departamento de produção, onde foi primariamente aplicado. Com a extensão da aplicação do TPM aos departamentos de apoio, incluindo vendas e desenvolvimento de produto, o JIPM introduziu em 1989 uma definição mais ampla do programa (SUZUKI, 1995):

1. Criar uma organização corporativa que maximize a eficácia dos sistemas de produção;
2. Gerenciar a planta com uma organização que evite todos os tipos de perdas;
3. Envolver a todos os departamentos administrativos na implantação do TPM, incluindo desenvolvimento de produto, vendas e administração;
4. Envolver a todos, desde a alta direção até os operários da planta, em um mesmo projeto; e
5. Orientar as ações para a eliminação das perdas através das atividades dos pequenos grupos.

Em harmonia com essa última definição do TPM, cada uma das letras (T, P e M) possui o seguinte significado (SUZUKI, 1993):

T: significa “Total”

- “Total” no sentido de “eficiência global” do sistema de produção;
- “Total” no sentido do “ciclo total de vida útil do sistema de produção”;
- “Total” no sentido de “todos os departamentos” e de “participação”;

P: significa “Productive”, isto é, a busca do sistema de produção até o limite máximo da eficiência, sempre tendo como metas “zero acidentes, zero defeitos e zero quebras”, ou seja, a busca contínua pela eliminação das perdas.

M: significa “Maintenance”, ou seja, manutenção no sentido amplo, que tem como objetivo o ciclo total de vida útil do sistema de produção.

Pode-se dizer que o objetivo do TPM é a melhoria da estrutura organizacional. Para tanto, são necessárias melhorias que devem ser introduzidas e incorporadas nas pessoas e equipamentos. Estas melhorias são inicialmente incorporadas nas pessoas através da elevação do nível de conhecimento. Mediante a elevação do nível e qualidade dos operários e técnicos, realiza-se a melhoria da qualidade do equipamento. (ver Quadro 7; DIAS *apud* MIRSHAWKA, 1997).

Os técnicos e operários devem estar preparados para desenvolverem as atividades do TPM, inspecionando e melhorando os equipamentos, matrizes, dispositivos e acessórios, de modo que se tornem confiáveis, seguros e de fácil manutenção. Além disso, deve-se garantir como fornecer a qualidade do produto através do uso destes dispositivos, treinando os operários nessas técnicas. Em suma, os envolvidos devem aprender como melhorar a eficiência da operação, despertando o interesse dos operários em cuidar dos equipamentos da fábrica (TAKAHASHI, 1993; XENOS, 1998).

A primeira atividade do TPM é elevar a importância da manutenção ao mais alto nível no negócio, transformando o departamento de manutenção em um setor considerado primordial. O TPM trata a manutenção do equipamento como algo sendo de responsabilidade de todos, através da manutenção autônoma, não somente prevenindo falhas, mas fazendo com que todo o potencial do equipamento seja aproveitado (KODALI, 2001).

A manutenção autônoma tem como objetivo restaurar o equipamento para as suas condições originais. Para tanto, a equipe autônoma de produção deve focar suas atividades de manutenção em atividades de inspeção, lubrificação e limpeza. Para cada um destes três itens são elaborados padrões, na qual constam-se a periodicidade da execução e o responsável pela mesma. Nas atividades de inspeção, lubrificação e limpeza, a equipe autônoma invariavelmente encontra anomalias, que são registradas e devidamente organizadas para que sejam corrigidas em uma parada programada (XENOS, 1998).

Pode-se afirmar que os equipamentos e máquinas com o tempo e sem a manutenção e operação adequada deterioram-se. A durabilidade das peças varia com a

intensidade de uso e as exigências do meio ambiente. Com a deterioração acelerada das peças, perde-se a precisão do equipamento, afetando a qualidade do produto produzido nele. Isto só aumenta o volume de refugos provenientes da produção, aumentando custos e diminuindo os lucros. A produtividade também é diminuída, devido as freqüentes paralisações para reparos e a interrupção do fluxo de produção (DIAS, 1997).

**Quadro 7 Objetivos do TPM**

Melhoria da qualidade de <b>PESSOAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operário capaz de realizar a manutenção autônoma;</li> <li>- O técnico da manutenção capaz de realizar a manutenção de equipamentos eletrônicos;</li> <li>- Engenheiro capaz de projetar equipamentos que facilitem a manutenção.</li> </ul>
Melhoria da qualidade do <b>EQUIPAMENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento do rendimento por meio da melhoria da qualidade do equipamento;</li> <li>- Projeto LCC (<i>Life Cycle Cost</i> – Custo do Ciclo de Vida) de novos equipamentos e entrada imediata em produção.</li> </ul>

Adaptado de: Suzuki, 1993.

Uma forma de medir as perdas do equipamento é um indicador denominado *Overall Equipment Effectiveness* traduzido no Brasil como Eficiência Global de Produção (EGP). Este indicador é calculado pelo produto da disponibilidade do equipamento, taxa de desempenho e taxa da qualidade (RIIS *et al.*, 1997).

O TPM foca na eliminação de perdas nas atividades de produção. Tais perdas são denominadas de as “seis grandes perdas” (avarias, velocidade reduzida, *set-ups*, paradas menores, perdas de arranque e defeitos) do equipamento. Cada perda está funcionalmente implícita na disponibilidade do equipamento, taxa da qualidade e taxa de desempenho. Desta maneira, qualquer melhoria introduzida nas perdas reflete diretamente no indicador EGP (IRELAND, 2001).

O conceito de medir a eficiência do equipamento através do EGP faz com que as pessoas repensem suas funções no equipamento, induzindo os operários e técnicos da manutenção a formarem um grupo de trabalho autônomo, compartilhando objetivos e metas. O TPM também promove o melhor conhecimento das pessoas com relação ao desempenho do equipamento, desenvolvendo três tipos de manutenção, realizadas pelos operários e técnicos de manutenção (GERAGHTY, 1996): (i) uma

rotina diária de limpeza, inspeção e lubrificação; (ii) monitoramento periódico das condições do equipamento; e (iii) freqüente manutenção preventiva.

A gestão do equipamento pode ser analisada sob três aspectos. O primeiro envolve o planejamento completo do ciclo de vida do equipamento. O balanço entre o custo e tecnologia realiza-se contemplando toda a vida da instalação, desde o momento em que o equipamento é projetado e desenhado até a sua substituição. O segundo aspecto refere-se ao tipo de manutenção a realizar, isto é, o enfoque (preventivo, corretivo, preditivo, etc.) e sua freqüência (programada ou não). O terceiro aspecto envolve a atribuição de responsabilidade para a manutenção, isto é, decidir que tarefas serão realizadas autonomamente pelos operários de produção ou por especialistas de manutenção (SUZUKI, 1995).

Em seu modelo original de implantação, o TPM foi descrito (NAKAJIMA, 1988) apenas com referência a indústrias de fabricação e linhas de montagem. Entretanto, o TPM se estendeu a todas as indústrias, incluindo também as indústrias de processo (SUZUKI, 1995). Para tanto, o TPM utiliza duas ferramentas para apoiar a implantação do programa, que serão detalhadas no capítulo 3, são elas (CIGOLINI, 1997):

- Os oito pilares do programa TPM; e
- Os 12 passos de desenvolvimento do programa.

### 2.3 MAXIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO

A eficiência de uma planta de produção depende da eficiência com que são utilizados os equipamentos, materiais, pessoas e métodos. A melhoria na eficiência da produção das indústrias implica em maximizar a eficiência da planta (equipamento), matérias-primas e insumos (materiais), tarefas (pessoal), e da gestão (métodos). Isto é feito examinando os *inputs* do processo de produção, identificando e eliminando as perdas associadas a cada *input* (equipamentos, materiais, pessoas e métodos) para assim maximizar os *outputs* (produtividade, qualidade, custos, entregas, segurança e meio ambiente; SUZUKI, 1995).

É de vital importância entender e medir as perdas do processo de manufatura. Elas são classificadas em perdas crônicas e esporádicas, de acordo com a freqüência com que ocorrem. As perdas crônicas são comuns, ocultas e complexas,

porque são resultantes de muitas causas coincidentes. As perdas esporádicas são mais óbvias, porque ocorrem com pouca frequência, irregularmente e seus efeitos causam grandes impactos. As perdas esporádicas foram consideradas as causadoras das grandes perdas, entretanto, evidências de pesquisas demonstram que as perdas crônicas é que resultam no baixo rendimento do equipamento e nos altos custos, porque elas aparecem frequentemente (DAL *apud* NORD, 2000).

Perdas crônicas são mais difíceis de identificar, pois elas podem ser aceitas como um estado normal do processo. Identificar a perda crônica somente é possível através da comparação do desempenho da produção com a capacidade teórica do equipamento. Tanto as perdas crônicas como as perdas esporádicas têm diferentes impactos negativos no processo de manufatura, elas consomem recursos sem agregar nenhum valor ao produto final.

### **2.3.1 As Seis Grandes Perdas**

As indústrias devem maximizar a eficiência da planta elevando ao máximo os rendimentos das funções dos equipamentos. A eficiência global é elevada eliminando tudo o que tende a prejudicar tal eficiência. Em outras palavras, maximizar a eficiência da planta implica em levar esta a condições ótimas de operação e mantê-la neste estado, eliminando ou ao menos minimizando fatores, tais como falhas e defeitos, ou problemas que prejudiquem seu rendimento.

As perdas que afetam o rendimento dos equipamentos podem ser agrupadas em 6 grandes grupos, denominadas como as seis grandes perdas do TPM, que são (SUZUKI, 1993; IRELAND, 2001):

#### **1. Avarias**

As perdas por avarias são as perdas de tempo e materiais devido à parada do equipamento por quebra ou falha. Podem estar classificadas como avarias crônicas ou esporádicas, acompanhadas por perda de tempo (redução da quantidade de produto) e perda de volume (incidência de defeitos).

É necessário distinguir dois tipos de perdas relacionadas com o equipamento: perdas de falha da função e perdas de redução da função. As perdas de falha da função são produzidas quando um sistema ou parte do sistema subitamente perde suas funções específicas, protagonizando a parada do equipamento. Por outro



lado, as perdas de redução da função são perdas físicas, tais como defeitos ou reduções do rendimento enquanto o equipamento está em operação (SUZUKI, 1995).

## **2. Preparativos e Ajustes**

Esta perda é causada por paradas devido a trocas de configuração. O tempo de preparação para trocas serve para preparar a produção subsequente. Em geral, utiliza-se mais tempo para proceder à regulagem e os ajustes, do que com a mudança propriamente dita.

## **3. Operação ociosa e paradas menores**

Esta perda está relacionada com problemas temporais, que causam pequenas paradas ou operação ociosa. As perdas por paradas menores diferem das perdas por avarias, pois elas podem ser causadas por baixo fornecimento de matéria-prima, pequenas paradas e produtos defeituosos. Uma vez eliminadas as perdas a linha volta à operação normal. Tais perdas são diferentes das perdas por falhas naturais do equipamento (perdas por avarias).

## **4. Redução de velocidade**

A perda por redução de velocidade é causada pela diferença entre a velocidade nominal do equipamento e a velocidade atual de trabalho. Elas ocorrem devido a fatores inicialmente não considerados, como inconveniências relativas à qualidade, problemas mecânicos e fenômenos que acabam obrigando o equipamento a trabalhar em uma velocidade menor.

## **5. Defeitos e retrabalhos**

Esta perda surge quando são descobertos produtos com defeitos da qualidade, os quais precisarão ser retrabalhados ou até mesmo eliminados. Em geral, a ocorrência de defeitos causa desperdício, já que os produtos retrabalhados necessitam de horas/homens para corrigi-los. Em alguns casos, apenas as matérias-primas são consideradas como perdas, mas esta visão não é apropriada; tudo o que é feito além do previsto deve ser considerado como perda (DIAS, 1997).

## 6. Perdas de arranque

São perdas que ocorrem durante o arranque e aquecimento até que as condições do equipamento sejam estabilizadas. Pode ser definida como tempo e produtos rejeitados gerados até a entrada em regime normal de produção. Existem diversos fatores que proporcionam esta instabilidade inicial do equipamento, dentre eles (NAKAJIMA, 1989): (i) instabilidade da operação; (ii) falta de matéria-prima; (iii) ferramentas inadequadas; (iv) falta de manutenção; e (v) falta de aptidão técnica por parte dos operários.

Na Figura 5, pode-se distinguir e observar as seis grandes perdas que impedem a eficiência do equipamento. Elas estão classificadas em três grupos: (i) Perdas por paradas; (ii) perdas por velocidade inadequada; e (iii) perdas por produtos defeituosos. A estrutura de perdas na Figura 5 está considerando apenas a perda respectiva ao tempo.

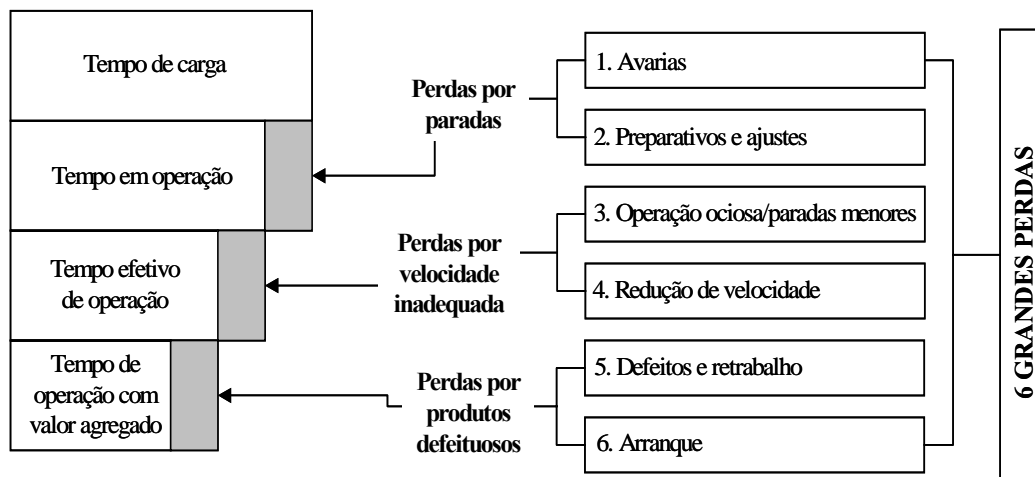


Figura 5 Estrutura das perdas nos equipamentos  
Adaptado de Suzuki, 1993.

É importante destacar que as 6 grandes perdas estão divididas em perdas com o equipamento parado e perdas com o equipamento em funcionamento. A Figura 6 representa as seis grandes perdas classificadas conforme descrito acima.

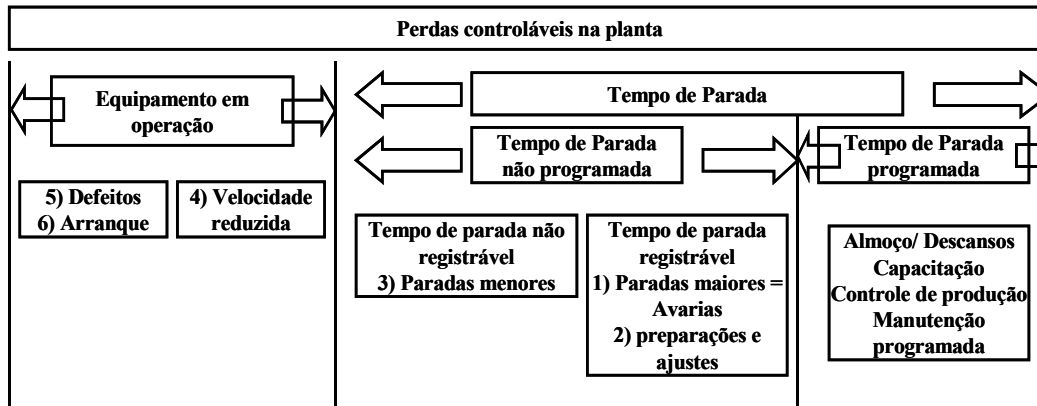


Figura 6 Classificação das 6 grandes perdas  
Adaptado de Shinotsuka, 2001

As seis grandes perdas funcionam como o alicerce do programa TPM. Entretanto, para um estudo mais aprofundado das perdas do equipamento é necessário desdobrá-las em 16 tipos de perdas principais. É indispensável direcionar todos os esforços no sentido de aprimorar o desempenho global do equipamento, através da eliminação total das 16 principais perdas (ver Quadro 8).

As 16 perdas principais do equipamento são classificadas em 4 grandes grupos: perdas inerentes aos equipamentos (perdas principais), as perdas por obstrução do equipamento, perdas por eficiência da mão de obra e perdas de recursos de produção. Abaixo estão descritas as 16 perdas principais do equipamento (YAMASHITA, 1993; DIAS *apud* YAMASHITA, 1997; SHINOTSUKA, 2001):

### 1. Falhas

As perdas por falhas são ocasionadas por avarias crônicas ou esporádicas, acompanhadas por perda de tempo (redução da quantidade de produto) e perda de volume (incidência de defeitos). Estas falhas podem se classificadas em dois tipos, representadas por paralisação no funcionamento e ou deterioração das funções.

### 2. Preparativos e Ajustes (*set-up*)

Este tipo de perdas ocorre durante trocas e liberação de ferramentas para execução do *set-up*. Também estão incluídas as perdas por ajustes posteriores até o início de produção.

**Quadro 8 - Os 16 tipos de perdas principais**

1. Falhas 2. Preparativos e ajustes ( <i>set up</i> ) 3. Troca de lâminas de cortes 4. Arranque/Acionamento 5. Pequenas paradas/Operação ociosa 6. Velocidade Reduzida 7. Defeitos e retrabalhos	<b>Perdas principais em equipamentos</b>
8. Desligamento/desacionamento	<b>Perdas por obstrução do equipamento</b>
9. Administrativas 10. Movimento 11. Organização de linha 12. Automatização 13. Medição e Ajuste	<b>Perdas da eficiência humana</b>
14. Rendimento do material 15. Desperdícios de energia 16. Moldes e ferramentas.	<b>Perdas dos recursos de produção</b>

Adaptado de Shinotsuka, 2001.

### 3. Troca de lâminas de corte

As perdas por trocas de lâminas de corte são resultantes da paralisação do equipamento para as trocas de folhas de corte devido ao ciclo de vida, defeitos ou quebras.

### 4. Arranque/Acionamento

A perda por arranque/acionamento corresponde às perdas de tempo e volume até estabilizar a qualidade do produto. Ou seja, o tempo e materiais necessários até manufaturar produtos conformes.

### 5. Pequenas paradas/Operação ociosa

São perdas por pequenas paradas durante o tempo de ciclo do equipamento que são recuperadas rapidamente, mas acontecem com frequência. Apesar de serem

consideradas perdas de importância secundária, estudos recentes comprovam sua grande contribuição na perda de eficiência global do equipamento.

## **6. Redução de velocidade**

Esta perda é devido à diferença entre a velocidade atual e a nominal do equipamento. Tal diferença ocorre devido a fatores não previstos, como qualidade dos produtos, problemas mecânicos, etc.

## **7. Defeitos e retrabalhos**

Este tipo de perda ocorre quando são constatados defeitos que necessitam de correção. São perdas físicas de produtos não conformes, e o tempo perdidos decorrente da não decorrente da não conformidade para retrabalhar o item até alcançar uma qualidade aceitável.

## **8. Desligamento/Desacionamento**

Este tipo de perda corresponde à paralisação do equipamento durante o estágio de produção. Estas paradas são previamente programadas para execução das manutenções e inspeções.

## **9. Administrativas**

São perdas relacionadas com o processo administrativo. Podem incluir perdas de tempo e materiais por espera de instruções, reparações, informações erradas, espera de matérias primas, etc.

## **10. Movimento**

São perdas relacionadas com as ações, de acordo aos princípios da economia e movimento, provenientes de diferenças nas habilidades e perdas por mau desenho e projeto dos equipamentos e processos.

## **11. Organização de linha**

Estas perdas são geradas em processos múltiplos, devido à necessidade de balanceamento da linha no trabalho.

## **12. Automatização**

São perdas relacionadas com a falta de automatização dos equipamentos. Resultam em falhas nos sistemas, ocasionando refugos ou trabalhos desnecessários.

## **13. Medições e Ajustes**

Perdas resultantes da medição e ajustes realizados no equipamento para prevenir ou corrigir defeitos de qualidade.

## **14. Rendimento do material**

Perda de rendimento do material corresponde à diferença entre o peso da matéria prima utilizada na fabricação e o peso do produto, ou seja, a diferença entre as entradas de matéria prima e peso do produto final.

## **15. Desperdícios de energia**

Perda de poder elétrico, combustível, vapor, ar e água, que não são utilizados com eficiência no processamento industrial. São consideradas as perdas decorrentes de acionamento, da perda de temperatura durante o processamento e da perda por tempo ocioso.

## **16. Moldes e ferramentas**

As perdas por moldes e ferramentas surgem como resultado de manufaturar e ou reparar moldes e ferramentas necessárias para produzir os produtos. As despesas adicionais com a reparação ou substituição dos moldes e ferramentas podem ser decorrentes tanto de quebras quanto de desgastes pelo uso.

### **2.3.2 Eficiência Global de Produção (EGP)**

Uma correta coleta e análise dos dados é essencial para o sucesso, em termos de longo prazo, das atividades do TPM. Se a extensão das falhas dos equipamentos e as razões para as perdas de produção não são completamente compreendidas, nenhuma ação do TPM pode ser desenvolvida para resolver maiores problemas ou impedir a deterioração da performance do equipamento. Perdas de produção, juntamente com outros custos indiretos e ocultos, constituem a maior parte do custo total de produção. O EGP (Eficiência Global de Produção), é um indicador que possui o objetivo de demonstrar e reavaliar as perdas de produção (NAKAJIMA, 1988).

Uma estimativa exata da utilização do equipamento é muito importante nas indústrias. Baseado nesta utilização estimada do equipamento pode-se identificar as causas das perdas e promover os esforços em reduzi-las. A melhor aplicação do EGP é em conjunto com as ferramentas da qualidade, como o Diagrama de Pareto e a análise de causa e efeito. As ferramentas da qualidade são utilizadas para identificar as causas das perdas (DAL et al.,2000).

O EGP pode ser aplicado em diversos e diferentes níveis da produção na planta. Primeiro, o EGP pode ser usado como um “benchmark” para a medida inicial do desempenho da produção. Desta maneira o valor inicial do EGP pode ser comparado com valores futuros, permitindo quantificar as melhorias realizadas. Segundo, o EGP pode ser calculado para uma linha de produção, podendo ser usado para comparações de desempenho entre linhas. Terceiro, se os equipamentos trabalham individualmente no processo, o EGP pode identificar qual equipamento apresenta desempenho ruim, e por essa razão, demonstra onde focar o TPM (NAKAJIMA, 1989; SUZUKI, 1993).

O EGP é um indicador que se obtém pela relação das perdas que impedem a eficiência do equipamento. As perdas pelas paradas são registradas como disponibilidade, enquanto que as perdas de desempenho se manifestam como taxa de rendimento e as perdas por defeitos como taxa da qualidade. O indicador EGP é calculado através do produto entre a disponibilidade, a taxa da qualidade e a taxa de desempenho do equipamento (SUZUKI, 1995).

$$\text{EGP (\%)} = \text{Disponibilidade} \times \text{Taxa de Rendimento} \times \text{Taxa da qualidade} \quad (1)$$

O primeiro elemento no cálculo do EGP, a disponibilidade do equipamento, é o tempo de operação expressado como porcentagem do tempo de calendário (mensal ou anual). Para calcular a disponibilidade, é necessário diminuir do tempo de calendário o tempo perdido durante as paradas programadas (manutenção programada, troca de turnos, tempo de refeição e ajustes de produção) e o tempo perdido com as avarias dos equipamentos e processos. Por último, divide-se o resultado pelo tempo do calendário (SUZUKI, 1995):

$$\text{Disponibilidade(\%)} = \frac{\text{Tempo Calendário} - (\text{tempo paradas programadas} + \text{tempo falhas equipamentos})}{\text{Tempo Calendário}} \quad (2)$$

O segundo elemento do cálculo do EGP é a taxa de rendimento. Este indicador demonstra a diferença entre a velocidade de produção real e nominal do equipamento. A taxa de rendimento do EGP pode ser calculada de diversas maneiras.

Nakajima (1988) indica uma quantia fixa de output's de produção, e sua definição de "rendimento" indica o desvio de tempo da produção realizada com o padrão de ciclo de tempo. De Groote (1995) por outro lado, considera um período de tempo fixo, e calcula o desvio entre a produção realizada e a produção planejada. As duas definições medem a quantia atual de produção com relação ao nominal do equipamento (DAL et al., 2000).

A taxa de rendimento expressa a discrepância existente entre a taxa de produção real e taxa de produção padrão (nominal). A taxa de produção padrão é equivalente à capacidade nominal do equipamento, que pode ser expressa em horas ou dias. A taxa de produção real é expressa como uma média, e é calculada dividindo a produção real pelo tempo de operação (SUZUKI, 1995):

$$\text{Taxa de produção real} = \frac{\text{Volume de produção}}{\text{Tempo de produção}} \quad (3)$$

$$\text{Taxa de Rendimento (\%)} = \frac{\text{Taxa de produção real}}{\text{Taxa de produção padrão}} \quad (4)$$

O terceiro e último elemento do cálculo do EGP é a taxa da qualidade. É usada para indicar a proporção de defeitos de produção com relação ao volume total de produção.

$$\text{Taxa da qualidade (\%)} = \frac{\text{Produção total} - \text{Defeitos}}{\text{Produção total}} \quad (5)$$

Nakajima (1989) sugere que os valores ideais para os componentes do EGP são: (i) disponibilidade acima de 90%; (ii) taxa de rendimento superior a 95%; e (iii) taxa da qualidade acima de 99%. Alcançados esses valores, o EGP resulta em aproximadamente 85%. Entretanto os autores que pesquisam o TPM divergem a respeito de um valor aceitável para o EGP. Kotze (1993) afirma que um bom índice de EGP deve ser superior a 50%, sendo esta uma meta mais realista e aceitável. Ericsson (1997) reporta que o desempenho do equipamento pode variar entre 30 e 80% em termos de EGP. Outras pesquisas (LJUNGBERG, 1998) indicam um EGP entre 60 e 75% como satisfatório. Entretanto, independente do valor a ser estabelecido como meta, a principal função do EGP é demonstrar as melhorias introduzidas nos equipamentos e processos. O Quadro 9 demonstra o cálculo do EGP em um exemplo hipotético.



A metodologia de cálculo apresentada para o TPM é apropriada em indústrias de capital intensivo, onde são computados todos os tipos de perdas, incluindo manutenção planejada e tempos não programados como troca de turnos e feriados. Devido a altos custos de set-ups, essas indústrias trabalham 24 horas, para eliminar troca de turnos e tempos não programáveis. Entretanto, a definição original do EGP sugerida por Nakajima não contabiliza as perdas geradas por paradas programadas como, por exemplo, trocas de turnos, feriados e manutenção planejada (JEONG e PHILLIPS, 2001).

**Quadro 9 Exemplo de cálculo do indicador EGP**

Tempo do Calendário: 24 h x 30 dias
Tempo de Operação: 24 h x 22 dias (descontadas horas paradas planejadas)
Volume de Produção (mês): 16.000 toneladas
A) $Disponibilidade = \frac{24 \times 22}{24 \times 30} * 100 = 73,4\%$
$Taxa\ de\ produção\ atual = \frac{16.000}{22} = 727,3\ t / d$
B. $Taxa\ de\ rendimento = \frac{727,3}{1000} \times 100 = 72,7\%$
Se forem produzidas 70 toneladas de produtos defeituosos, então:
C. $Taxa\ da\ qualidade = \frac{15.930}{16000} \times 100 = 99,6\%$
D. $EGP = A \times B \times C * 100$ $= 0,734 \times 0,727 \times 0,996$ $= 52,9\%$

O cálculo do EGP sugerido por Nakajima também utiliza o produto entre a disponibilidade, a taxa de desempenho e a taxa da qualidade. Entretanto, o cálculo das taxas é realizado de outra forma, como apresentado a seguir (SHINOTSUKA, 2001).

A disponibilidade do equipamento é calculada através da relação entre o tempo de operação e o tempo programado. O tempo de operação é calculado subtraindo da jornada de trabalho (que inclui o tempo programado para trabalhar) as perdas de tempo ocasionadas por paradas programadas e perdas não programadas (falhas/quebras).

$$Tempo\ de\ operação = Jornada\ Trabalho - (t_{programadas} + t_{não\ programadas}) \quad (6)$$

$$Disponibilidade\ (\%) = \frac{Tempo\ de\ operação}{t_{programado}} \quad (7)$$

A taxa de desempenho é calculada através da relação entre o tempo líquido de produção e o tempo total de produção. O tempo líquido de produção é calculado através da relação entre a produção durante o tempo de operação e o tempo de ciclo teórico do equipamento.

$$\text{Tempo de produção líquida} = \frac{\text{Pr odução}}{t_{\text{ciclo teórico}}} \quad (8)$$

$$\text{Taxa de desempenho (\%)} = \frac{t_{\text{produção líquida}}}{t_{\text{total de produção}}} \quad (9)$$

A taxa da qualidade é obtida através da relação entre a quantidade produzida (produtos bons) sobre a quantidade de produtos rejeitados durante o tempo de operação.

$$\text{Taxa da qualidade (\%)} = \frac{\text{Pr odução boa}}{\text{Pr odução total}} \quad (10)$$

Os dois métodos de cálculo são usados para verificar e medir a eficiência dos equipamentos. O primeiro é mais usado em indústrias de capital intensivo e o segundo, em situações onde o interesse fica restrito somente às perdas do equipamento. Ver Quadro 10 para exemplo de calculo do segundo método do EGP (SUZUKI, 1993).

**Quadro 10 Exemplo de cálculo do EGP sugerido por Nakajima**

Tempo de Calendário: 24 h × 30 dias
A: Jornada de trabalho = 24 horas × 22 dias = 528 horas
B: Tempo de parada planejada = 94 horas
C: Tempo programado = A – B = 528 – 94 = 434 horas.
D: Tempo de parada não programada (falha/quebra) = 25 horas.
E: Tempo de operação = A – (B+D) = 528 – (94+25) = 409 horas
<b>F: Disponibilidade = E/C = 409/434 = 94 %</b>
G: Volume de produção = 16.000 toneladas
H: Tempo de ciclo teórico = 0,024 h/tonelada
I: Tempo de produção líquida = G × H = 16.000 × 0,024 = 384 horas.
<b>J: Taxa de desempenho = I/E = 384/409 = 93%</b>
K: Produtos não conforme = 70 toneladas
L: Produção boa = F – J = 16.000 – 70 = 15.930
<b>M: Taxa da qualidade = L/G = 15930/16000 = 99 %</b>
<b>EGP = E * I * L = 0,94 * 0,93 * 0,99 = 86,5%</b>

## 2.4 PILARES BASICOS PARA SUSTENTAÇÃO DO TPM

O TPM é um programa que procura maximizar a operação da manufatura com a participação total dos operários na manutenção dos equipamentos, através de pequenos grupos de atividades. A maximização da eficiência deve ser alcançada minimizando as perdas em equipamentos. Para dar sustentação a essas metas, o programa TPM é dividido em atividades denominadas “pilares de sustentação do programa TPM” (LIZZOTE, 1999).

Inicialmente, Nakajima (1986) subdividiu as atividades do TPM em 5 grupos, denominados os cinco pilares básicos de sustentação do TPM; são eles:

1. **Melhorias individuais.** Têm como objetivo reformular e introduzir melhorias específicas nos equipamentos para obtenção de incrementos no desempenho global.
2. **Manutenção planejada.** Consiste em estruturar o setor de manutenção para trabalhar de forma planejada e programada.
3. **Controle inicial do equipamento.** Consiste no gerenciamento do equipamento desde a concepção e introdução do novo equipamento e/ou processo.
4. **Educação e treinamento.** Consiste em elaborar um programa de treinamento que eleve o nível de conhecimento e habilidades dos operários e técnicos da manutenção.
5. **Manutenção autônoma.** Consiste na elaboração de uma estrutura de manutenção autônoma, a ser executada pelos operários.

Os 5 pilares básicos para sustentação do TPM foram desenvolvidos para única e exclusiva utilização em equipamentos. Entretanto, com o passar dos anos, observou-se que os equipamentos apresentavam perdas provenientes de outros setores e processos. A partir daí, a aplicabilidade do TPM estendeu-se até os setores de apoio, administrativo e vendas. Com essa nova abrangência, o TPM passa a figurar com 8 pilares básicos de sustentação (ver Figura 7), os quais são detalhados a seguir (SHINOTSUKA, 2001).

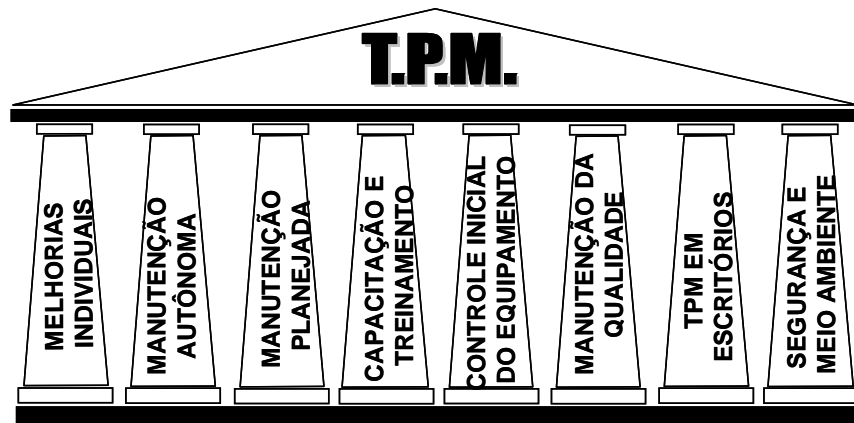


Figura 7 Os 8 pilares de sustentação do programa TPM

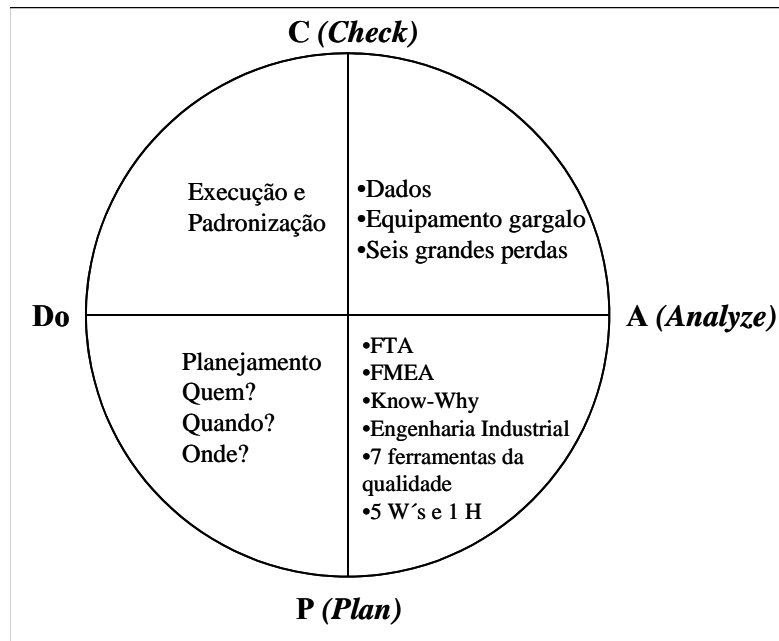
Adaptado de: Shinotsuka, 2001

#### 2.4.1 Melhorias Individuais

As melhorias individuais são atividades orientadas que maximizam a eficiência global do equipamento, através da eliminação sistêmica de perdas. Melhorias individuais são necessárias devido à baixa eficiência de ações de melhoria contínua. Melhoras do dia a dia podem não ocorrer de forma desejada, sendo muitas vezes negligenciada pelas pessoas por estarem muito ocupadas ou por ser de difícil solução, ou ainda não existir orçamento disponível para execução da melhora. Por isso o pilar de melhorias individuais administra este tipo de tarefa (SUZUKI, 1993).

A melhoria individual é caracterizada por uma atribuição de recursos (equipes de projeto que incluem engenharia, manutenção, produção e pessoal técnico) e por um procedimento de trabalho cuidadosamente planejado e supervisionado. Para proporcionar um planejamento adequado dos trabalhos de melhorias individuais, a ferramenta de trabalho denominada ciclo “CAP Do”, ilustrada na Figura 8, deve ser utilizada.

Cada uma das letras do ciclo CAPDo é uma fase do desenvolvimento das atividades de melhoria. Na fase C, de checagem ou verificação, tem-se a escolha da melhoria a ser realizada no equipamento. Tal escolha varia de empresa para empresa, entretanto, uma boa estratégia para auxiliar na decisão é utilizar a informação de perdas do equipamento. Com a melhoria escolhida, é necessário definir a equipe de projeto para desenvolvê-la.



**Figura 8** Ciclo CAPDo  
Adaptado de: Shinotuska, 2001

O próximo passo é a letra A, que significa analisar o problema. Neste ponto é necessário utilizar-se de ferramentas para análise e estratificação do problema. Tais ferramentas incluem o FTA (*failure tree analysis* - análise da árvore das falhas), FMEA (*failure mode and effect analysis* - análise dos modos e efeitos das falhas), *Know-Why* (Conhecer-Porque), 7 ferramentas da qualidade e 5 W's e 1 H (o que, quando, onde, quem, qual, como e quanto), entre outras.

Depois de analisado e estratificado o problema, encontrado sua causa raiz, deve-se passar para o passo P, de planejar. Nesta etapa é fundamental atribuir responsabilidades, tarefas e prazos.

Na última etapa, Do, deve-se executar o planejado anteriormente. Depois de executada a melhoria, deve-se realizar uma verificação da eficácia da melhoria. Uma vez constatada a melhoria, é importante registrar, através de fotos e informações, a situação inicial e final, os resultados alcançados e o ganho decorrente da melhoria. Este registro tem a intenção de documentar e demonstrar as atividades de melhorias já realizadas pelas equipes.

O ciclo CAPDo é uma variação do PDCA. Apenas utiliza-se o início do processo na letra C, uma vez que se inicia através da análise (*check*) de dados de perdas, para promover a melhoria do equipamento.

#### **2.4.2 Manutenção Autônoma**

A missão do departamento de produção é produzir produtos com qualidade, produtividade e baixo custo. Para tanto, os operários devem conhecer mais os equipamentos que operam. Uma de suas funções mais importantes é detectar e tratar com prontidão as anormalidades do equipamento, que é precisamente um objetivo de uma boa manutenção (SUZUKI, 1995; GERAGHTY, 1996).

Se forem considerados os profissionais que atuam na primeira linha como, por exemplo, os pilotos de automóveis, percebe-se que utilizam suas ferramentas ou equipamentos (carros de corrida) para ajudá-los em seu trabalho e alcançar as metas estabelecidas. Eles preocupam-se com suas ferramentas e equipamentos de trabalho, verificando o estado em que se encontram e procuram a melhoria contínua dos mesmos. Assim, para executar realmente bem qualquer trabalho, os funcionários devem cuidar de seus equipamentos e ferramentas de trabalho (TAKAHASHI, 1993).

A manutenção autônoma é uma metodologia que aplica a força de trabalho dos operários na manutenção e preservação dos equipamentos. Ela inclui qualquer atividade realizada pelos operários relacionada com as funções de manutenção. Os principais objetivos de um programa de manutenção autônoma são (SUZUKI, 1993): (i) evitar a deterioração do equipamento através de uma operação correta e inspeções diárias; (ii) transformar o equipamento em seu estado ideal através de sua restauração e uma gestão apropriada; e (iii) estabelecer condições básicas necessárias de manutenção.

Para incluir os operários nessa nova atividade, é importante liberá-los dos obstáculos e limitações relacionados ao conhecimento técnico. O departamento de manutenção deve ser responsável pelo treinamento da equipe de produção e estimular as atividades de manutenção com segurança (TAKAHASHI, 1993; XENOS, 1998).

A manutenção autônoma possui 7 passos para sua implantação nos equipamentos (ver Quadro 11). Os passos 1,2,3 da manutenção autônoma são atividades que possuem o objetivo de impedir a deterioração do equipamento mantendo suas condições básicas. Isto inclui restabelecer as condições básicas do equipamento para uma operação apropriada mediante limpeza, lubrificação e inspeções periódicas. Para

tanto, os mesmos elaboram e utilizam padrões de inspeção, lubrificação e limpeza onde demonstram a frequência e responsável de realização das atividades. Também são necessárias atividades para melhorar os locais ou estruturas onde é difícil o acesso para limpeza, lubrificação e inspeção. Estas atividades de melhorias e manutenção de rotina são contínuas, e torna-se o fundamento de todos os passos posteriores da manutenção autônoma (SHIROSE *et al.*, 1999).

**Quadro 11 Os sete passos da manutenção autônoma**

	<b>Nome</b>	<b>Atividades</b>
1	Limpar e inspecionar	Eliminar todo o pó e a sujeira do equipamento, lubrificar e apertar parafusos. Encontrar e corrigir anomalias.
2	Eliminar fontes de problemas e áreas inacessíveis	Corrigir as fontes de sujeira e pó; prevenir sua dispersão e melhorar a acessibilidade para a limpeza e lubrificação. Otimizar o tempo de limpeza e inspeção.
3	Preparar padrões de limpeza e lubrificação	Redigir padrões que assegurem que a limpeza e lubrificação sejam feitas eficientemente. (Preparar um programa para as tarefas periódicas).
4	Realizar inspeções gerais	Depois de receber o treinamento e estudar os manuais de inspeção, realizar inspeções gerais para encontrar e corrigir pequenas anormalidades do equipamento.
5	Realizar inspeções autônomas	Preparar <i>check list</i> padrões para inspeções autônomas. Realizar as inspeções.
6	Padronizar aplicando a gestão visual do lugar de trabalho.	Padronizar e gerenciar visualmente todos os processos de trabalho. Exemplos de padrões necessários: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Padrões de limpeza, lubrificação e inspeção;</li> <li>- Padrões para o fluxo de materiais na planta;</li> <li>- Padrões para métodos de registro de dados;</li> <li>- Padrões para gerenciamento de ferramentas.</li> </ul>
7	Implantação da gestão autônoma do equipamento	Desenvolver políticas e objetivos da empresa; fazer das atividades de melhoria parte do trabalho diário; promover a autogestão do equipamento.

**Adaptado de Shirose *et al.*, 1999**

Os passos 4 e 5 incorporam padrões de inspeção geral que complementam os padrões de limpeza, lubrificação e inspeção estabelecidas durante os três primeiros passos. No passo 4 aprende-se mais sobre os subsistemas do equipamento mediante educação e treinamento sobre inspeção geral. Neste ponto também são implantados os controle visuais para melhorar os procedimentos de inspeção do equipamento. No passo 5 são revisadas e aperfeiçoadas as listas de inspeção com base nos conhecimentos adquiridos na inspeção geral.

Os primeiros cinco passos da manutenção autônoma são centrados nos aspectos mecânicos da manutenção autônoma. O passo 6 abrange a área de trabalho inteira e o processo de produção, ordenando e organizando materiais e ferramentas, padronizando e gerenciando visualmente todas as atividades (SHIROSE *et al.*, 1999). No passo 7 tem-se o início das atividades verdadeiramente autônomas. Esta é a fase na qual os equipamentos realizam atividades de manutenção com independência e onde os operários iniciam a auto-gestão do equipamento.

Durante as atividades de manutenção autônoma, os operários encontram anomalias a serem reparadas. Frequentemente, essas anomalias são encontradas em grande número. Para que todas sejam abordadas, é necessário registrar as anomalias em formulários, denominados fichas TPM. Deve-se descrever a anomalia encontrada e o departamento responsável pelo reparo (manutenção ou operação). As fichas TPM devem ser consolidadas em um quadro resumo dos problemas encontrados, para que em uma reunião prévia a uma parada de manutenção, atividades sejam priorizadas. (SHINOTSUKA, 2001).

Uma ferramenta utilizada para auxiliar na organização e limpeza do equipamento é o 5S, técnica constituída de cinco etapas com atividades bem definidas e complementares, onde cada etapa é denominada por uma palavra japonesa que inicia pela letra “S”, conforme exposto do Quadro 12 (DIAS, 1997).

**Quadro 12 Significado dos 5S**

<b>Significado dos 5S</b>	<b>Definição</b>
Organização ( <i>Seiri</i> )	Distinguir o necessário do desnecessário e eliminar o desnecessário.
Ordenação ( <i>Seiton</i> )	Determinar o <i>layout</i> e a ordenação para que todos os itens possam ser encontrados imediatamente quando necessários.
Limpeza ( <i>Seiso</i> )	Eliminar sujeira, poeira e materiais estranhos; manter o ambiente limpo.
Limpeza pessoal ( <i>Seiketsu</i> )	Manter o ambiente limpo para conservar a saúde e evitar a poluição.
Disciplina ( <i>Shitsuke</i> )	Treinar as pessoas para obterem o hábito de fazer as coisas bem feitas.

**Adaptado de Takahashi, 1993.**



As atividades de 5S são essenciais para organização e melhoria do local de trabalho. A aplicação dos 5 passos deve ser realizada por partes no equipamento; é inviável e desaconselhável aplicar em toda uma área. A aplicação por partes transforma o 5S em uma ferramenta de melhoria contínua do local de trabalho.

Uma forma de demonstrar o desenvolvimento dos pilares de manutenção autônoma e melhorias individuais é o quadro de atividades. O quadro de atividades funciona como uma comunicação entre os operários do equipamento e os líderes da empresa. Nele constam todas as atividades e informações da situação atual do equipamento, reportando trabalhos e êxitos alcançados (SHIROSE *et al.*, 1999).

### **2.4.3 Manutenção Planejada**

O programa de manutenção planejada é a chave para o sucesso no gerenciamento de processos. Este programa reduz consideravelmente a manutenção reativa, transformando ações reativas em ações proativas. As intervenções mecânicas no equipamento passam a ser, em sua maioria, programadas, otimizando as paradas do equipamento e melhorando a produtividade (WIREMAN, 1998).

Um sistema de manutenção planejada deve incluir pelo menos 3 métodos de manutenção. O primeiro método, a manutenção preventiva periódica, é uma manutenção com uma frequência previamente determinada, onde são realizados reparos e trocas antes que o equipamento quebre. O objetivo é proporcionar um planejamento da manutenção, prolongando a vida útil do equipamento (TAKAHASHI, 1993). O segundo método, a manutenção preditiva, realiza inspeções e monitoramento das condições para investigar as condições de deterioração e prever a falha. O terceiro método é a manutenção corretiva, onde os reparos são realizados após a ocorrência de falhas (SHINOTSUKA, 2001).

Para melhorar a eficácia da manutenção, deve-se iniciar por reduzir as falhas do equipamento, problemas de processo e perdas. Frequentemente, a avaria é a maior causadora das perdas de rendimento dos equipamentos. Para tanto, a manutenção planejada deve desenvolver atividades para conquistar a meta de Zero-Avarias.

O conceito de Zero-Avarias estabelece uma meta de trabalho tanto para a manutenção quanto para a produção. Um equipamento livre de avarias tem seu rendimento incrementado, bem como reduzido os defeitos da qualidade e custos de produção (SUZUKI, 1993).

Para atingir a meta de Zero-Avarias, o departamento de manutenção deve apoiar-se nas atividades de manutenção planejada e nas atividades de manutenção autônoma realizada pelos operários.

Para atingir a meta, o departamento de manutenção deve implementar 6 medidas básicas: *(i)* avaliar e compreender o estado atual do equipamento, analisando as informações de falhas e estabelecendo objetivos de manutenção; *(ii)* restaurar a deterioração tomando medidas para impedir a ocorrência de falhas idênticas, e corrigir imperfeições de projeto através dos grupos de melhoria; *(iii)* criar um sistema de informação que contenha dados referentes a falhas, gestão da manutenção, gestão de peças de reposição e orçamentos de manutenção; *(iv)* criar um sistema de manutenção periódica que controle todo o sistema de peças de reposição, lubrificação e reposição preventiva; *(v)* elaboração de um sistema de manutenção preditiva que diminua as intervenções preventivas através de inspeções e técnicas preditivas; e *(vi)* avaliar o sistema de manutenção planejada com a função de detectar a melhora dos sistemas produtivos, e a eficiência da manutenção aplicada (NAKAJIMA, 1989; SUZUKI, 1993).

As seis medidas básicas para Zero-Avarias implicam em uma quantidade significativa de trabalho. Colocá-las simultaneamente em prática é quase impossível e, mesmo que fosse possível, provavelmente não ofereceria resultados satisfatórios, uma vez que a manutenção planejada estaria sendo realizada em equipamentos mal lubrificados e sujos, expostos à deterioração.

Muitas indústrias têm encontrado que a melhor forma de implantar as seis medidas básicas é em 4 etapas, distribuindo atividades entre o pilar de manutenção planejada e manutenção autônoma (Ver Quadro 13).

Um programa de manutenção planejada requer muito trabalho e investimento inicial significativo. Entretanto, as atividades de manutenção planejada maximizam a produtividade dos equipamentos enquanto minimizam os custos de manutenção.

Quadro 13 4 etapas para Zero-Avarias

Fase	1 Estabilizar os intervalos entre as falhas	2 Alongar a vida útil dos equipamentos	3 Restaurar periodicamente a deterioração	4 Predizer e ampliar a vida do equipamento	
<b>Manutenção Autônoma</b>	Passo 1: Realizar a limpeza inicial Passo 2: Melhorar as fontes de contaminação e os locais inacessíveis Passo 3: Estabelecer padrões de limpeza, inspeções e lubrificações	Passo 4: Realizar a inspeção geral do equipamento	Passo 5: Realizar a inspeção geral do processo	Passo 6: Padronizar aplicando a gestão visual do lugar de trabalho. Passo 7: Autogestão do equipamento	
<b>Manutenção Planejada</b>	Passo 1: Avaliar o equipamento e compreender a situação atual do equipamento				Passo 6: Avaliar o sistema de manutenção planejada
	Passo 2: Restaurar a deterioração e as debilidades de projeto (apoiar a manutenção autônoma e prevenir a reincidência de falhas).		Implantar a manutenção corretiva		
		Passo 3: Criar um sistema de gestão da informação	Estabelecer a manutenção periódica		
			Passo 4: Criar um sistema de manutenção periódica	Passo 5: Criar um sistema de manutenção preditiva	

Adaptado de Shinotsuka, 2001

#### 2.4.4 Capacitação e Treinamento

Empresas crescem ao desenvolver constantemente seus recursos humanos e assegurar que todos seus empregados cheguem a exercer seu pleno potencial. O objetivo único do TPM é criar ambientes de trabalho capazes de responder positivamente as mudanças existentes no mundo dos negócios, aos avanços tecnológicos, a sofisticação dos equipamentos e as inovações diretas.

No TPM a filosofia básica da formação e treinamento é o treinamento no local de trabalho (OJT – *on the job training*) e o autodesenvolvimento. A educação deve

estar intimamente ligada às tarefas reais executadas no local de trabalho e os materiais de estudo devem integrar as metas educacionais e as necessidades do trabalho (TAKAHASHI, 1993; XENOS, 1998).

O principal objetivo do pilar de treinamento e capacitação é o de ressaltar as habilidades dos operários e técnicos no desenvolvimento do programa TPM. Para tanto, é necessário identificar o nível de conhecimento, tecnologia, capacidade e competência dos operários e técnicos envolvidos no programa. Esta identificação dos níveis de habilidade pode ser realizada através de uma matriz de habilidades, onde se pode pontuar o conhecimento de cada pessoa em determinado tipo de habilidade (SHINOTSUKA, 2001).

Uma vez que o nível de conhecimento foi investigado, se faz necessário realizar um programa de capacitação para elevar o nível de conhecimento e habilidades dos operários e técnicos. Os treinamentos e capacitação devem ser proferidos em sala de treinamentos, e também no local de trabalho. Uma estratégia para a transmissão do conhecimento é o treinamento por níveis, que é a transmissão do conhecimento para os líderes, que por sua vez treinam os demais operários e técnicos (ver Figura 9).

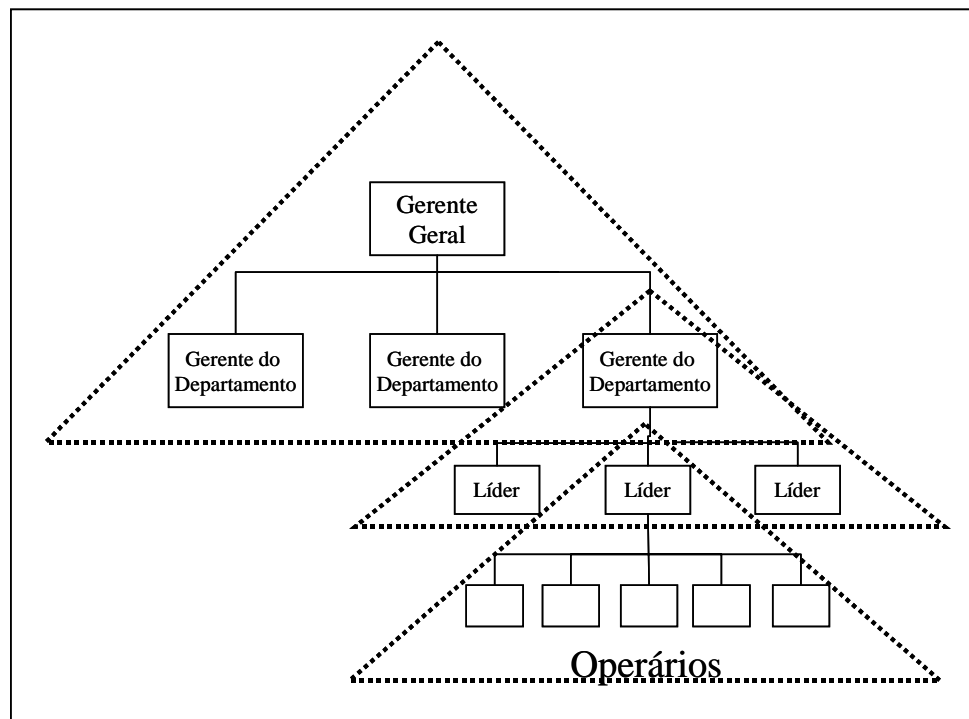


Figura 9 Treinamento por níveis  
(Adaptado de Shirose, 1995.)

Ainda que uma indústria tenha um bom programa de treinamento, os líderes e supervisores possuem dificuldade em compartilhar os conhecimentos e habilidades. No TPM, uma ferramenta importante é a lição de único ponto (LUP), como meio de acumular, transmitir e verificar o *know-how* da fábrica. As LUP's abrangem desde atividades para a qualidade, segurança e operação do equipamento até atividades relacionadas à função do equipamento, estrutura, resolução de problemas e melhorias (SHIROSE *et al.*; 1999).

Essas lições são usualmente confeccionadas pelos próprios operários, em uma única folha, com muitos recursos visuais, onde se têm dois objetivos: conhecer o como (explicar como as coisas devem e não devem ser feitas) e o porquê (explicar porque as coisas são ou não da forma como devem ser). As LUPs devem ser sucintas o suficiente para que o entendimento e treinamento não ultrapassem 5 minutos (ver Figura 10; TAKAHASHI, 1993; SHINOTSUKA, 2001).

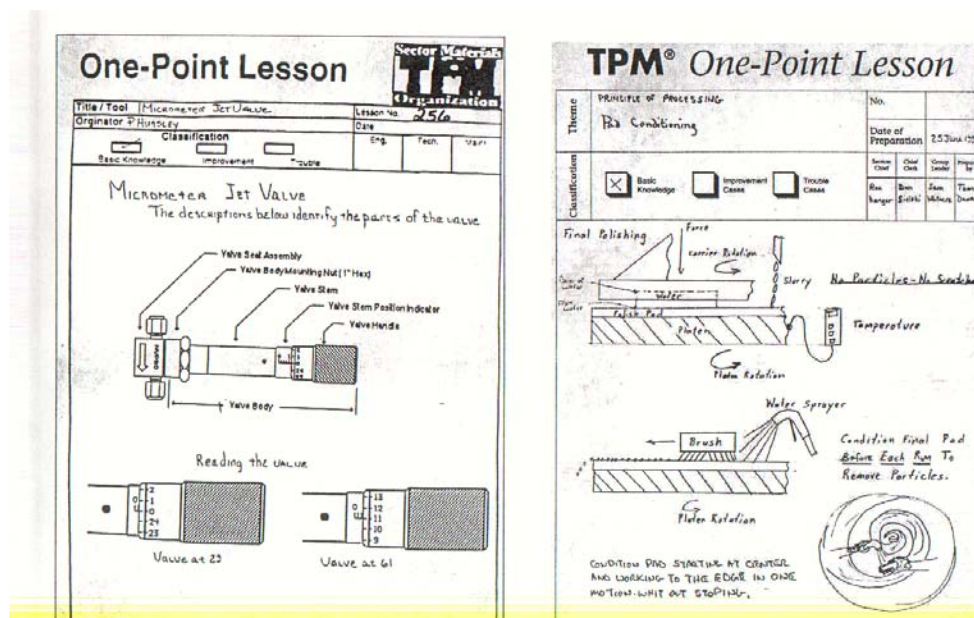


Figura 10 Exemplo de uma lição de único ponto

(Adaptado de: Shinotsuka, 2001.)

## 2.4.5 Controle Inicial do Equipamento

A medida em que cresce a diversificação de produtos e diminui seu ciclo de vida, cresce em importância o método e modo de aumentar a eficiência do desenvolvimento de novos produtos e dos investimentos em equipamentos. O objetivo do pilar de controle inicial do equipamento é gerenciar o desenvolvimento de novos produtos e processos, com o objetivo de construir e elaborar produtos que sejam fáceis

de produzir e equipamentos que sejam fáceis de operar (NAKAJIMA, 1989; SUZUKI, 1993).

Durante a fase de projeto, deve-se levar em consideração alguns fatores que afetam o nível de produtividade do equipamento. Funções e estrutura dos equipamentos, como sua confiabilidade, manutenibilidade, segurança, operacionalidade e custos, devem ser revisados ainda durante as fases de planejamento, projeto e construção (TAKAHASHI, 1993).

Inicialmente, para elaborar um projeto de novos equipamentos e ou processos deve-se elaborar uma perspectiva do custo do ciclo de vida (CCV) do equipamento. Os custos do ciclo de vida de um equipamento são gerados durante o planejamento, projeto, produção, operação, manutenção e apoio. Cinco ações auxiliam o cálculo do CCV de um equipamento: *(i)* esclarecer a missão do sistema de produção; *(ii)* formular várias propostas capazes de cumprir a missão; *(iii)* identificar critérios para avaliar o sistema e técnicas para quantificar esta avaliação; *(iv)* avaliar as propostas; e *(v)* documentar os resultados analíticos e processos (SUZUKI, 1995).

No projeto de novos processos, deve-se dar importância ao desenho PM (prevenção da manutenção). O desenho PM reduz os futuros custos de manutenção e a deterioração dos novos equipamentos, já que levam em conta, durante o planejamento e construção, os dados de manutenção dos equipamentos atuais e as novas tecnologias, projetando equipamentos com alta confiabilidade, manutenibilidade, economia, operacionalidade e segurança (SUZUKI, 1995).

Aplicando a gestão inicial do equipamento, controlando o custo do ciclo de vida e projetando o novo equipamento com o conceito de PM, tem-se como resultado uma redução das perdas do equipamento em sua fase inicial de operação. Como consequência, a produtividade ideal do equipamento é atingida em um tempo menor. Todo o ganho obtido durante a fase de planejamento, projeto e início de operação é refletido no índice de custo do ciclo de vida do equipamento (ver 2.4.6; TAKAHASHI, 1993).

#### **2.4.6 Manutenção da Qualidade**

O pilar de manutenção da qualidade proporciona ações que buscam estabelecer e manter as condições básicas do equipamento e evitar os defeitos da qualidade, através do conceito básico de manter o equipamento em perfeito estado e

obter a qualidade dos produtos processados. As condições da qualidade dos produtos são revisadas e avaliadas periodicamente para verificar que os valores obtidos estejam dentro dos padrões corretos. A variação nos valores obtidos proporciona elementos estatísticos para decidir corretamente e executar ações preventivas no processo de fabricação, com a intenção de melhorar a qualidade (SHINOTSUKA, 2001).

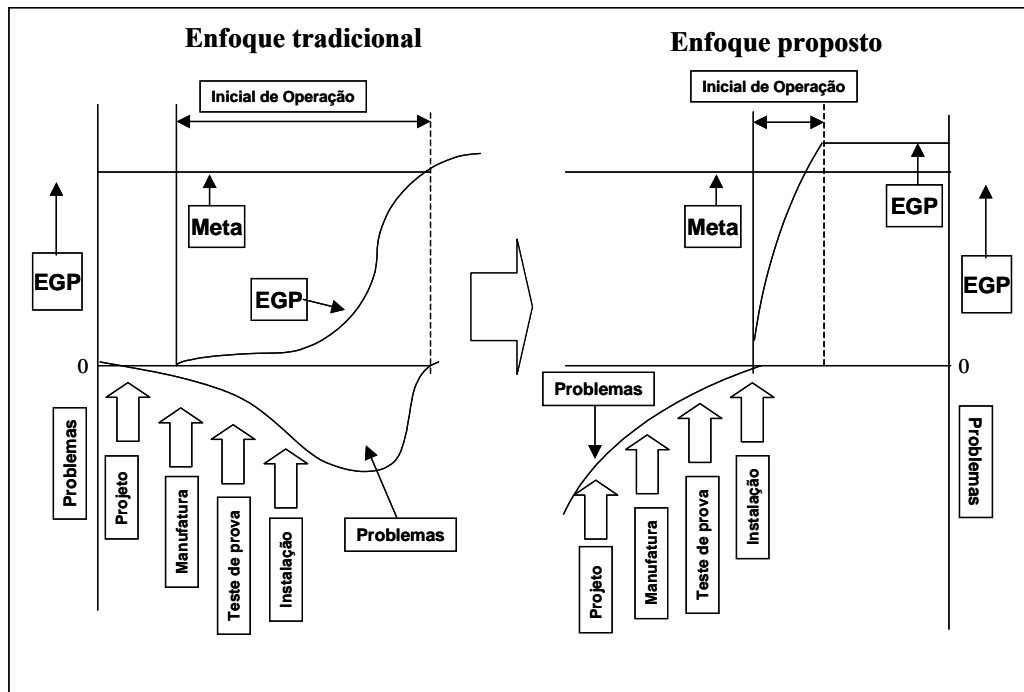


Figura 11 Resultados obtidos com o controle inicial do equipamento (Adaptado de Suzuki, 1994)

O conceito de controle da qualidade baseia-se em três princípios: “não se deve receber nada de qualidade inferior”, “não se deve produzir nada de qualidade inferior” e “não se deve entregar nada de qualidade inferior”. Se as condições básicas dos equipamentos forem mantidas, a taxa de defeitos da qualidade tende a se reduzir. Portanto, a manutenção da qualidade está ligada diretamente às condições do equipamento (TAKAHASHI, 1993).

Para garantir a qualidade do produto através da manutenção do equipamento (condições básicas) é necessário, também, praticar a manutenção da qualidade. A manutenção da qualidade é dividida em 10 passos: (i) preparar uma matriz analisando as relações entre a qualidade e os equipamentos/processos; (ii) preparar uma tabela de análise das condições de inputs (materiais, equipamentos e processo) de produção, verificando se existem padrões e se os mesmos são utilizados; (iii) preparar um quadro

de problemas, detalhando e estratificando os tipos de defeitos; *(iv)* avaliar a seriedade dos problemas (através do FMEA), classificando e priorizando os tipos de problemas com relação aos defeitos da qualidade; *(v)* rastrear as causas dos problemas, estratificando os fenômenos encontrados; *(vi)* realizar uma avaliação preliminar da situação pós-melhora utilizando a ferramenta FMEA; *(vii)* implantar as melhoras; *(viii)* revisar novamente as condições dos inputs de produção; *(ix)* resumir os elementos de inspeção do passo *(viii)* para preparar uma matriz de inspeção da qualidade; e *(x)* preparar uma tabela de controle de componentes da qualidade e garantir condições controladas de operação (SUZUKI, 1995).

#### **2.4.7 TPM em Escritórios**

A aplicação do TPM nos departamentos administrativos e de apoio foi evidenciada, uma vez que os mesmos podem apresentar muitas perdas em seus processos internos. Atividades de TPM nos departamentos administrativos e de apoio não envolvem o equipamento de produção. Entretanto, esses departamentos incrementam sua produtividade documentando seus sistemas administrativos e reduzindo desperdício e perdas, o que pode auxiliar a melhorar a eficiência do sistema de produção, melhorando cada tipo de atividade que apóie a produção (SHINOTSUKA, 2001).

A informação dos departamentos, tais como engenharia e administração, dão início à ação do departamento de produção. Para tanto, a qualidade e precisão dessa informação afeta profundamente as atividades do departamento de produção. O modo de manusear estas informações é o núcleo do TPM nos departamentos administrativos e de apoio. No TPM, os trabalhos que tais departamentos desempenham são tratados de forma análoga aos processos de produção, contemplando os procedimentos administrativos como análogos aos equipamentos de produção.

Para implantar o TPM nos departamentos administrativos e de apoio, é necessário iniciar com o conceito de criar “fábricas de informações”, que é o fornecimento do produto, informação, com qualidade, precisão, baixo custo e no prazo necessário (SHINOTSUKA, 2001). Para tanto, deve-se dividir ou subdividir os processos administrativos até o nível de ações discretas, identificando e investigando as funções, características e cargas de trabalho. Cada departamento administrativo tem uma função essencial e resultados específicos dentro do sistema total. A aplicação do conceito de equipamento implica em estabelecer condições básicas para as funções dos



departamentos, o que demonstrará as melhorias necessárias e como conquistá-las (SUZUKI, 1995).

O estabelecimento de uma missão e visão departamental é fundamental para o desenvolvimento dos setores administrativos. Esta missão e visão devem ser compatíveis com os outros departamentos e expressar o que o departamento faz e onde ele quer chegar no futuro. Por fim, deve-se focar o trabalho na conquista de resultados mensuráveis.

#### **2.4.8 Segurança e Meio Ambiente**

Assegurar a confiabilidade do equipamento, evitar erros humanos e eliminar os acidentes e poluição são alguns dos pilares básicos do TPM. A gestão da segurança e meio-ambiente é uma atividade chave em qualquer programa de TPM. As atividades de manutenção autônoma e manutenção planejada devem enfatizar também o gerenciamento dessas áreas críticas (TAKAHASHI, 1993; SUZUKI, 1993).

Uma implementação plena do TPM melhora a segurança e meio ambiente de diversas formas; por exemplo:

- O equipamento defeituoso é uma fonte comum de riscos, de modo que as campanhas para atingir Zero-Avarias e defeitos melhoram também a segurança;
- Através de uma profunda aplicação dos princípios 5S (como parte da manutenção autônoma), através da eliminação de fugas e vazamentos os locais de trabalho se tornam mais limpos e bem organizados;
- Os operários treinados no TPM se preocupam com seus equipamentos, estão mais capacitados para detectar anormalidades e resolvê-las rapidamente;
- Os equipamentos e processos não são operados por pessoas que não estejam qualificadas; e
- Os operários assumem a responsabilidade por sua própria saúde e segurança.

Entretanto, as atividades de segurança devem ser realizadas diariamente em pequenos grupos, através de pequenas melhorias individuais, sempre buscando como objetivo a segurança nos equipamentos e processos. Para monitorar as atividades de segurança, é recomendado realizar auditorias periódicas de Segurança por parte da Alta Administração, mantendo, assim, as pessoas alertas para qualquer situação de risco. Devem-se também desenvolver atividades de melhorias visando o meio ambiente, como, por exemplo, programas de redução de ruídos e projetos de reciclagem, entre outros (SHINOTSUKA, 2001).

### 3 CONSOLIDAÇÃO DA METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DO TPM

O programa TPM costuma ser implantado em quatro fases (preparação, introdução, implantação e consolidação) que podem desdobrar-se em 12 passos. Cada passo deve ser realizado de forma clara e concisa, para proporcionar uma implantação sistêmica do programa (SUZUKI, 1993; BOHORIS *et al.*, 1995).

Os passos de 1 a 5 são classificados como fase de preparação. É importante elaborar uma preparação cuidadosa da implantação do programa, para evitar modificações e correções durante a sua implantação. A fase de preparação inicia com o anúncio, por parte da alta administração, da decisão de implantar o TPM e se completa quando se formular o plano mestre de desenvolvimento do TPM (NAKAJIMA, 1989).

O fluxograma na Figura 12 explicita a relação temporal existente entre os passos do TPM. Uma descrição detalhada de cada passo é apresentada na seqüência. Abaixo estão descritos os 12 passos de implantação do programa TPM (NAKAJIMA, 1989; YOSHITA *et al.*, 1990; SHIROSE, 1992; YAMASHITA, 1992; SHINOTSUKA, 2001):

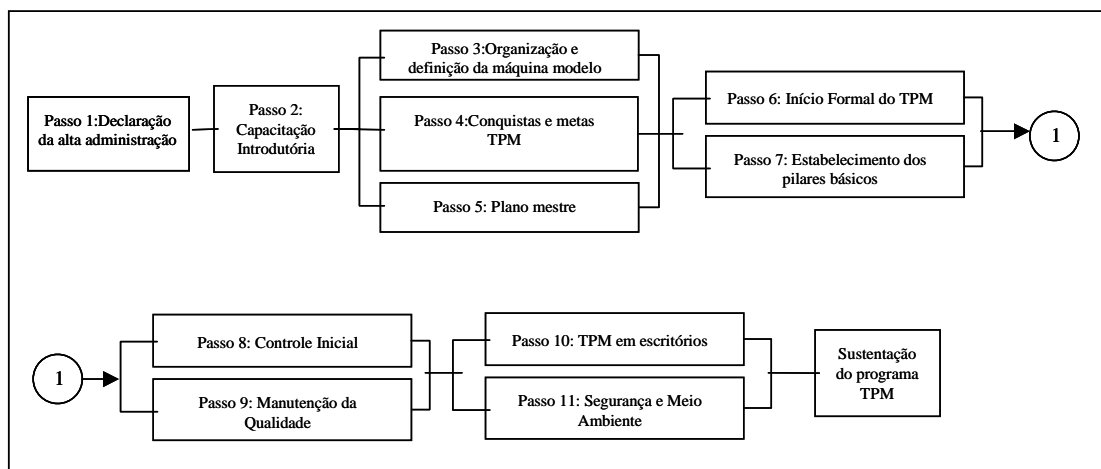


Figura 12 Fluxograma dos passos de implantação do programa TPM

**Passo 1: Declaração da alta administração da decisão da implantação do TPM**

Todos os funcionários devem compreender o porquê da introdução do programa TPM na empresa e estarem cientes: (i) da necessidade de implantação do programa e (ii) das metas que deverão ser atingidas. A alta administração deve anunciar a decisão de adoção do TPM em uma reunião interna, onde a participação dos diretores é indispensável. A etapa de preparação inicia-se com esse anúncio formal (BOHORIS *et al.*, 1995).

**Passo 2: Campanha para divulgação e treinamento do TPM**

Antes de colocar em prática o programa TPM, deve-se compreender o conceito, a filosofia e os objetivos almejados com a adoção do programa. É fundamental que os funcionários diretivos da empresa sejam os primeiros a se capacitarem, para que entendam e acompanhem a implantação.

O treinamento inicial deve ser elaborado e dirigido aos diversos níveis da empresa, conduzindo o programa de treinamento de forma clara, adaptando-o aos diferentes níveis hierárquicos (SHIROSE, 1992).

**Passo 3: Estruturação do gerenciamento do TPM**

O passo 3 consiste da criação de uma estrutura de organização e promoção do programa TPM. Esta estrutura deve ser formada por pessoas de dedicação permanente e plena. Entre as tarefas da estrutura tem-se: coordenar a implantação do programa, administrar temas de melhorias específicas, e auxiliar a gestão da manutenção autônoma e as melhorias individuais (SUZUKI, 1993).

É importante criar uma estrutura de pequenos grupos onde os mesmos possuam interligação horizontal e vertical na hierarquia da organização. Os líderes dos grupos sempre fazem parte do grupo do nível adjacente. Este sistema é eficaz para desdobrar as políticas e objetivos da alta administração para toda a organização.

Nesta etapa é definido o equipamento e/ou máquina modelo. Este processo é importante para a re-aplicação horizontal do programa, uma vez que ele servirá de modelo para todos os outros equipamentos na implantação do programa. A escolha do equipamento modelo varia de empresa para empresa. Itens como perdas, gargalo de

produção e altos índices de refugos são características que devem ser levadas em conta na escolha.

#### **Passo 4: Estabelecer políticas e objetivos básicos**

A quarta etapa para implantação do TPM refere-se ao estabelecimento das políticas básicas e a indicação dos objetivos a serem alcançados. Para tanto, o programa TPM deve estar evidente no planejamento estratégico da organização, evidenciando sua função no desenvolvimento da empresa.

#### **Passo 5: Plano mestre TPM**

O programa TPM necessita de um plano de implementação onde devem estar incluídas todas as fases, desde a preparação até a sua consolidação. O objetivo é estabelecer um cronograma de prazos para o cumprimento das etapas, bem como verificar o cumprimento de metas parciais. A organização de promoção do TPM tem como função criar e acompanhar as atividades neste plano mestre.

A fase de introdução do TPM é realizada somente após o plano mestre ter sido aprovado pela alta administração da empresa. A importância de uma boa preparação na fase inicial começará a ser evidenciada a partir do passo 6 (SUZUKI, 1993).

#### **Passo 6: Início do programa TPM**

Este passo consiste em uma reunião ou um evento onde são convidados a participar todos os funcionários, clientes e fornecedores. Nesta reunião, deve-se novamente expor o conceito, a filosofia e os objetivos do programa TPM. A alta administração deve reafirmar o compromisso com a implantação do TPM, destacando as políticas e metas a serem alcançadas.

Durante a fase de implantação, são realizadas as atividades selecionadas para alcançar os objetivos do plano mestre. A seguir são descritos os passos de 7 a 11, fundamentais para cumprimento do plano mestre (SUZUKI, 1993).

#### **Passo 7: Estabelecimento dos pilares básicos**

Os 4 pilares básicos para implantação do passo 7 são: manutenção autônoma, manutenção planejada, melhorias individuais e capacitação e treinamento.

Estes pilares são fundamentais para a melhoria imediata das condições dos equipamentos e do nível de conhecimento dos operários e técnicos (BOHORIS *et al.*, 1995).

O pilar de melhoria individual tem o objetivo de implantar uma sistemática de melhoria para combater as 6 grandes perdas. Ela é realizada através da promoção de atividades de equipe em pequenos grupos, que são realizadas no próprio local de trabalho (SHIROSE, 1995).

A manutenção autônoma tem a meta de restabelecer as condições básicas do equipamento, evitando a deterioração acelerada do mesmo. São atividades desenvolvidas com base em padrões de limpeza, inspeção e lubrificação do equipamento. O operário, ao estar devidamente capacitado, torna-se capaz de detectar, através de inspeções autônomas, possíveis anomalias (XENOS, 1998).

A manutenção planejada deve ser implantada com o objetivo de trabalhar em três formas de manutenção: manutenção corretiva, manutenção planejada e manutenção preditiva. A finalidade da implantação da manutenção programada é a prevenção das falhas, utilizando a meta de zero-avarías para o equipamento (NAKAJIMA, 1989).

O pilar de capacitação e treinamento tem a finalidade de prover a melhora do nível de conhecimento dos envolvidos com o programa TPM. Neste pilar, deve-se desenvolver um programa de treinamento específico para cada nível de atividade (SUZUKI, 1995).

### **Passo 8: Controle inicial de novos equipamentos e produtos**

A finalidade das atividades neste passo é reduzir as perdas em processos ou produtos novos. Para tanto, é necessário desenvolver produtos que sejam fáceis de manufacturar e equipamentos que sejam fáceis de operar e manter. Para alcançar tal finalidade, deve-se utilizar conceitos de prevenção da manutenção (PM) em todas as fases de desenvolvimento do produto ou processo (SUZUKI, 1993).

### **Passo 9: Manutenção da qualidade**

Neste passo, deve-se aplicar o pilar de manutenção da qualidade, que consiste em fabricar com qualidade desde a primeira vez, evitando os defeitos através dos processos e equipamentos (YOSHITA *et al.*, 1990).

O equipamento é um meio para produzir o produto. Portanto, ao aplicar o enfoque da qualidade nos equipamentos, deve-se identificar quais características do equipamento afetam a qualidade do produto. Para cumprimento das condições da qualidade do equipamento, o pilar de manutenção autônoma deverá ter restaurado as condições básicas de operação do mesmo.

#### **Passo 10: TPM nos departamentos administrativos**

Os departamentos administrativos e de apoio representam um papel importante no suporte da produção. A qualidade da informação que são de responsabilidade destes departamentos, tem um grande efeito sobre as atividades de produção (SUZUKI, 1995).

Este passo tem como objetivo estabelecer o pilar do TPM nos departamentos administrativos, melhorando a organização e cultura do trabalho. Conseqüentemente, promove-se o apoio da produção na redução das perdas incorridas pelo departamento administrativo.

#### **Passo 11: Gestão da Segurança e Meio-Ambiente**

A segurança e prevenção de efeitos adversos sobre o meio-ambiente são temas importantes nas indústrias. Os estudos de operação combinados com a formação de prevenir acidentes e a análise de falhas são meio eficazes de tratar estes assuntos. A segurança é promovida através das atividades TPM.

O passo 11 inicia com as atividades do pilar de Segurança e Meio Ambiente, implantando um sistema visando à promoção de condições de segurança, higiene e ambiente de trabalho.

O último passo é a fase de consolidação do programa TPM, que se inicia após a implantação do programa de segurança e meio-ambiente e termina com a melhoria das metas e objetivos (SHINOTSUKA, 2001).

#### **Passo 12: Sustentar a implantação do TPM**

Este passo estabelece uma aplicação plena do TPM e a elevação dos respectivos níveis de metas e objetivos, proporcionando a melhoria contínua e desafio de metas cada vez maiores (SHIROSE, 1992).

Existem várias alternativas para manter os níveis alcançados no TPM. Por exemplo, pode-se criar fortes grupos TPM em cada nível e prover uma equipe de promoção do programa que ajude a integrar o TPM no trabalho diário. O procedimento passo a passo sistemático, recomendado para as atividades TPM, é eficaz na conquista de resultados. Também é importante o enfoque da melhoria contínua mediante atividades de pequenos grupos de trabalhos. Também o enfoque da meta Zero-Avarias tem o objetivo de elevar o programa TPM a um desenvolvimento contínuo, sempre buscando a melhoria.



## 4 IMPLANTAÇÃO DO TPM NA EMPRESA BETA

Este capítulo apresenta um relato da atividade da empresa onde foi desenvolvido o estudo de caso, assim como seu projeto de implantação do TPM (Manutenção Produtiva Total). O nome da empresa, os nomes citados, bem como números apresentados foram alterados por motivos de sigilo empresarial. Os indicadores alterados foram: (produtividade líquida, eficiência global de produção, número de avarias/mês e desperdício).

A indústria gráfica é uma atividade caracterizada pela sua diversidade de atuações. Para cada segmento em especial existe uma área de atuação. Como por exemplo, podemos citar: (i) impressão editorial; (ii) impressão de embalagens; (iii) impressão de rótulos formulários; (iv) impressão de artigos de papelaria; (v) impressão comercial; entre outros. O Quadro 14 representa o faturamento individual por categoria destes setores no Brasil.

**Quadro 14 Faturamento por segmento industrial**

FATURAMENTO GRÁFICO POR SEGMENTO EMPRESARIAL (bilhões)							
SEGMENTO EMPRESARIAL		2001		2002		Δ% 02/01	Part. % 2002
		US\$ <sup>1</sup>	R\$	US\$ <sup>2</sup>	R\$		
EDITORIAL	(a)	1,38	3,25	1,15	3,35	3,1	26
EMBALAGENS	(b)	0,96	2,25	0,84	2,43	8,0	19
FORMULÁRIOS		0,79	1,86	0,66	1,96	5,4	15
PROMOCIONAL		0,66	1,58	0,53	1,53	(1,9)	12
ART. PAPELARIA	(c)	0,44	1,02	0,41	1,19	16,7	9
IMP. COMERCIAIS	(d)	0,32	0,75	0,25	0,77	2,7	6
PRÉ-IMPRESSÃO		0,23	0,54	0,17	0,49	(9,3)	4
DIVERSOS	(e)	0,50	1,18	0,41	1,20	1,7	9
<b>TOTAL</b>		<b>5,28</b>	<b>12,41</b>	<b>4,42</b>	<b>12,92</b>	<b>4,1</b>	<b>100</b>

(a) IMPRESSÃO DE LIVROS, REVISTAS E FASCÍCULOS (não inclui jornais).

(b) SEMI-RÍGIDAS DE CARTÃO, SACOLAS, RÓTULOS E ENVOLTÓRIOS.

(c) AGENDAS, CARTÕES DE MENSAGEM, CADERNOS, ENVELOPES, ETIQUETAS, GUIAS FISCAIS, LIVROS CONTÁBEIS, PAPEL DE PRESENTE, FICHAS DE CONTROLE, ETC.

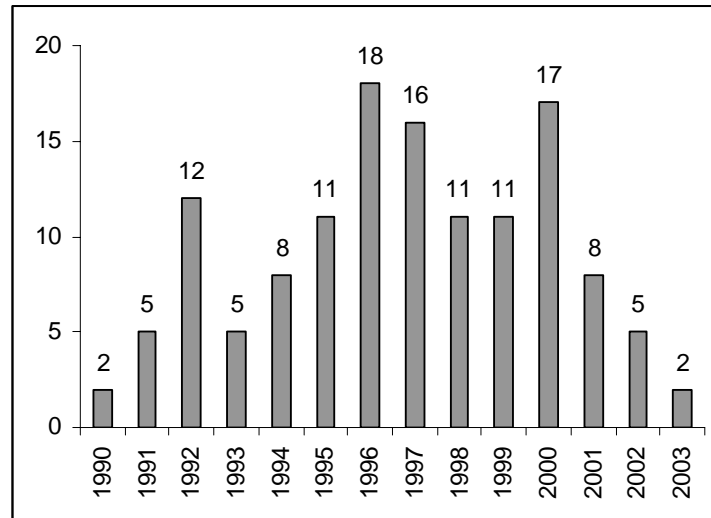
(d) CALENDÁRIOS, CONVITES E IMPRESSOS EM GERAL DE PEQUENOS FORMATOS E BAIXAS TIRAGENS (INCLUI GRÁFICAS RÁPIDAS), NOTAS FISCAIS, TIMBRADOS, TALONÁRIOS.

(e) BARALHOS, CARTÕES MAGNÉTICOS, PAPEL FANTASIA, PUZZLES, ETC.

**FONTE: Pesquisa anual DECON /ABIGRAF 1 - US\$ = R\$ 2,36 2 - US\$ = R\$2,92**

O segmento gráfico representa aproximadamente 1% do produto interno bruto do país. O segmento de impressão rotativa, do qual faz parte a empresa em estudo, possui equipamentos de alta produtividade, atuando no segmento editorial. Nos últimos

anos os investimentos em equipamentos novos foram consideravelmente maiores. Observando-se o gráfico da Figura 13, verifica-se um grande investimento no setor após o ano de 1992, que coincide com a abertura econômica do país.



**Figura 13** Número de Máquinas Rotativas Instaladas – 1990/2003  
 Fonte: GIRO – Anuário/2003

O parque gráfico brasileiro possui atualmente 169 rotativas *offset*, das quais 131 foram instaladas após os anos 90. Estes investimentos em equipamentos novos trouxeram ao país tecnologia de ponta, com melhoria na qualidade dos produtos e aumento de produtividade e capacidade instalada (GIRO, 2003).

Apesar do investimento no setor, os equipamentos antigos continuaram em produção, sejam eles na própria empresa ou em outras (revenda). Isto ocasionou um alto dimensionamento da capacidade produtiva do setor, acirrando a concorrência entre as empresas. Este novo tipo de concorrência criou competitividade, acrescendo ganhos de qualidade, produtividade e redução nos custos nos produtos e processos.

A empresa BETA é uma multinacional de origem latino-americana, que atua no segmento gráfico há quase cem anos. Pertence a organização ALFA que atua em mais de 18 países, totalizando mais de 40 negócios distintos. No Brasil, atua há mais de 16 anos no mercado de impressão com máquinas impressoras rotativas *offset*.

As impressoras rotativas *offset* têm como características a impressão de materiais sob grande demanda (acima de 30.000 exemplares). São impressos comerciais coloridos, caracterizados como livros; revistas; catálogos; encartes promocionais; listas telefônicas, e outros.

As impressões sob demanda são possíveis devido à característica do processo em transformar bobinas de papel em cadernos impressos em sua frente e verso, e dobrá-los em linha. São utilizadas apenas 4 cores no processo, que são: Preto, Cyan, Magenta e Amarelo. As combinações entre estas quatro cores é que resultam em todas as outras cores possíveis de imprimir. A impressão de cada cor é realizada em linha, mas em unidades de impressão separadas. O ANEXO 1 apresenta um esquema de uma impressora rotativa.

Essas máquinas possuem como padrão à impressão em três tipos de dobras: catálogo, tablóide; e duplo paralelo. O formato catálogo é o que configura a grande maioria das revistas. O tablóide é caracterizado pelo maior tamanho que o catálogo; por exemplo, tablóides de supermercados. O duplo paralelo tem como característica o formato de bolso; por exemplo, pequenos livros e revistas em quadrinhos. Um dos maiores desafios da indústria gráfica rotativa a partir da década de 90 foi o de personalizar seus produtos. As grandes impressões cederam lugar a impressões com maior qualidade, tiragens menores (30.000 a 200.000 exemplares) e uma exigência maior com relação aos prazos de produção.

Esta mudança no perfil do consumidor proporcionou novos desafios para as gráficas rotativas, sendo necessário adequarem-se a estes novos tipos de exigências. Entretanto, a empresa BETA, trabalhou até o final do ano de 1997, com cliente e produto único, mantendo por um período maior a estabilidade que a produção em grande escala proporciona. Este único cliente, por sua vez, também possuía um produto monopolizado, o qual não se exigia grandes padrões de qualidade e produtividade.

A partir de 1997, a empresa detectou a necessidade de ingressar em novos mercados e atuar em outros ramos de atividade. Deparou-se com um desenvolvimento tecnológico e produtivo da concorrência. Realizou investimentos em equipamentos mais recentes e de impressão comercial. No final de 1999, a empresa iniciou a padronização de seus processos para obtenção da certificação ISO9002. Após a obtenção da certificação, a empresa conseguiu melhorar substancialmente seus produtos, obtendo novos clientes e reconhecimento nacional. Entretanto, a alta administração observou que a empresa BETA necessitava de mais desenvolvimento em seu parque fabril. Seus equipamentos, apesar de adquiridos recentemente, não eram novos e apresentavam muitas perdas de processo.

A sistemática de manutenção preventiva quase não existia, e a única atividade de manutenção rigorosamente executada era a lubrificação dos equipamentos. Esta falta de intervenção nos equipamentos proporcionava altos índices de falhas.

A presidência da empresa BETA observou o programa TPM implantado em um outro segmento de negócio da Organização. Este negócio, em meados de 1992, iniciou a implantação do programa TPM. Também possuía altos índices de refugos e defeitos da qualidade, tendo dificuldade de ingressar em mercados externos devido a custos de produção. Oito anos depois, as perdas deram lugar à produtividade e qualidade. Então, pode concluir-se que era um programa satisfatório, e que o mesmo era ideal para as necessidades atuais da empresa BETA.

Os principais desafios que levaram a empresa BETA a implementar o programa TPM foram: (i) meta de aumento da produtividade das impressoras em 100%; (ii) redução dos altos índices de manutenção corretiva – 80 horas/mês (14%); e (iii) redução dos altos índices de refugos (6,5 %).

Para relatar o processo de implantação do programa TPM na empresa BETA, serão seguidos os doze passos para implantação do programa, listados no capítulo 3. O relato terminará no passo 7, onde atualmente encontra-se a empresa em seu estágio de desenvolvimento no programa.

#### 4.1 DECLARAÇÃO DA ALTA ADMINISTRAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO TPM

A alta administração, através de uma reunião anual entre os presidentes de negócios e gerentes gerais de unidades, apresentou o programa TPM. Através de uma pequena palestra, demonstrou-se os índices, economias, melhorias e desenvolvimento profissional obtidos pelo negócio que iniciou a implantação do programa TPM.

Após a apresentação, o presidente da Organização ALFA manifestou oficialmente ao presidente da empresa BETA a necessidade de implantação do programa TPM. A partir desta data a alta administração da empresa BETA iniciou as atividades para implantação formal do programa TPM.

Através de uma carta apresentada pelo presidente do conselho da Organização ALFA, o presidente das empresas BETA visitou a unidade de negócios no Brasil, onde na reunião anual de planejamento estratégico apresentou o programa TPM.

Manifestou a necessidade da implantação do programa, bem como promover a melhoria geral do processo de produção da empresa BETA.

Através de seminários e reuniões formais, os gerentes e líderes da empresa BETA divulgaram o programa TPM a todos os funcionários. Foram apresentados o conceito existente sobre o programa, suas metas, objetivos e experiências bem sucedidas de empresas que já utilizam o programa.

#### 4.2 CAMPANHA PARA DIVULGAÇÃO E TREINAMENTO DO TPM

A capacitação inicial do programa TPM teve seu início formal quando a empresa BETA enviou o Gerente de Produção para um curso de líderes TPM. Este curso foi proporcionado pela Organização ALFA e conduzido pelo JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*).

Este treinamento inicial teve duração de 40 horas. Foram abordados todos os temas necessários para o gerenciamento da implantação e manutenção do programa TPM. O treinamento também é chamado de facilitador TPM, a partir do qual a pessoa fica capacitada a treinar outros colaboradores com relação ao programa. O Quadro 15 apresenta os temas abordados no treinamento do líder TPM.

**Quadro 15 Treinamento de líderes TPM**

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição, objetivos e princípios do TPM</li> <li>• Oito pilares do programa TPM</li> <li>• Metodologia de Implantação</li> <li>• Classificação das perdas</li> <li>• Ferramentas de trabalho (5S's, CAPDo, 5W's e 1H, e outros)</li> </ul> |
|--|

Após o treinamento inicial, o líder TPM, iniciou o planejamento das atividades relativas à implantação do programa. Para tanto, elaborou um programa de treinamento com base no nível hierárquico e nível de habilidades dos funcionários da empresa.

O treinamento foi dividido em três fases. A primeira fase iniciou-se com o treinamento dos gerentes e supervisores no conceito do TPM, os oito pilares e a metodologia de implantação do programa. O seminário teve duração de 40 horas. O Quadro 16 apresenta os conteúdos do treinamento para todas as fases.

A segunda fase é caracterizada como o treinamento inicial das equipes de produção e manutenção. Foram utilizadas atividades teóricas e práticas para treinamento dos funcionários.

Os treinamentos foram divididos em turmas de 8 pessoas, na qual possuíam a mesma função e ou função co-relata. O treinamento foi desenvolvido em um seminário de 24 horas para cada equipe.

**Quadro 16 Programa de treinamento**

Gerentes/ Supervisores/ Operadores/ Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodologia de implantação do programa TPM</li> <li>• Oito pilares do programa TPM</li> <li>• Solução de Conflitos</li> <li>• Análise de Perdas</li> <li>• Técnicas de 5'S</li> <li>• Controle Visual</li> <li>• Análise porquê</li> <li>• LUP (Lições de único ponto)</li> </ul>
---	--

A terceira e última fase foi o treinamento de todo o pessoal administrativo. Os conceitos do TPM também foram repassados aos funcionários administrativos e a ênfase foi dada às perdas administrativas e seus reflexos que estes setores possuem nos equipamentos.

#### 4.3 ESTRUTURAÇÃO DO GERENCIAMENTO DO TPM

Para que o programa TPM seja implantado de uma forma concisa é necessária uma administração exclusiva para tal. Assim a empresa BETA definiu que seria necessária uma pessoa exclusiva para administração do programa. O gerente de produção foi indicado como o líder de implantação do programa TPM, sendo a pessoa que recebeu o treinamento inicial.

Após receber o treinamento, o líder TPM criou o escritório de administração do TPM, onde foram incluídos o coordenador de produção e o coordenador de projetos especiais.

Com a criação do escritório de administração do programa TPM, foi necessário indicar responsabilidades para cada pilar de implantação do programa, com nomeação de uma pessoa para administrá-lo. O Quadro 17 traz os pilares e seus responsáveis.

Quadro 17 Os pilares do TPM e seus líderes

Pilar	Líder
Melhorias individuais	Coordenador de projetos especiais
Manutenção autônoma	Coordenador de produção
Manutenção planejada	Coordenador de manutenção
Capacitação e treinamento	Coordenador de RH
Controle inicial do equipamento	Coordenador de projetos especiais
Manutenção da qualidade	Coordenador da qualidade
TPM em escritórios	Supervisor administrativo
Segurança e meio ambiente	Técnico de segurança

Nesta fase também foram criados os grupos de discussão do desenvolvimento do programa TPM. Estes grupos são chamados de comitês de administração do programa TPM. A Figura 14 traz um esquema da divisão dos comitês de administração. Estes grupos possuem uma inter-relação, onde cada líder de nível participa do comitê de administração do nível superior adjacente. Os comitês têm a função de administrar e gerenciar o desenvolvimento do programa.

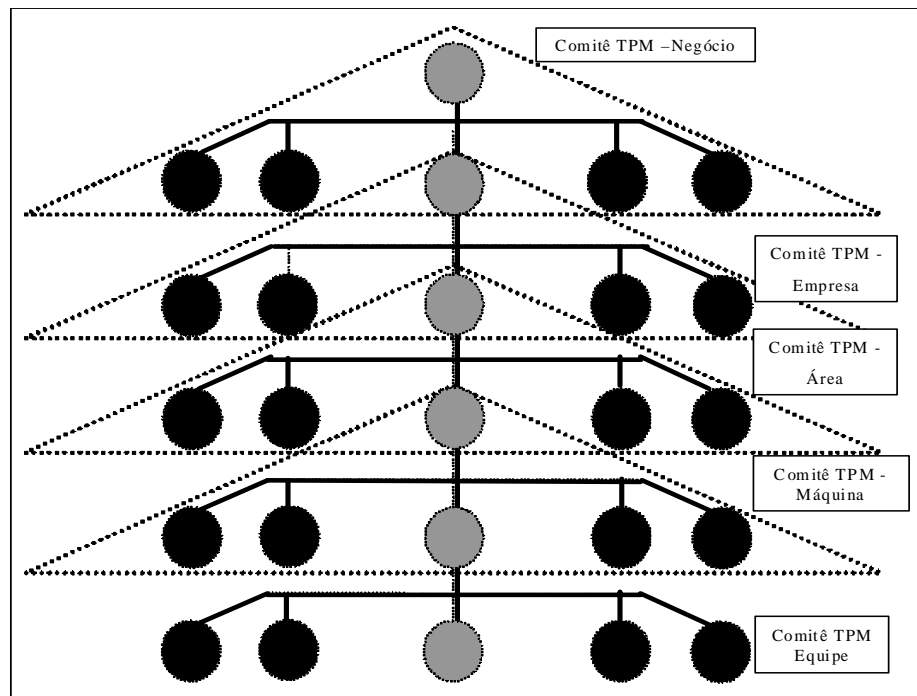


Figura 14 Divisão dos comitês de administração do programa TPM

O equipamento piloto também foi definido nesta fase. A empresa levou em consideração alguns indicadores para escolher o equipamento piloto. O equipamento

piloto escolhido foi uma impressora rotativa de 32 páginas. A escolha desta rotativa deu-se ao fato da mesma apresentar o maior índice de perdas da fábrica. Outro fator decisivo na escolha foi o alto índice de falhas apresentado pelo equipamento. O Quadro 18 apresenta os equipamentos e seus indicadores iniciais.

**Quadro 18 Escolha do equipamento piloto**

<b>Impressora</b>	<b>No de Páginas</b>	<b>Desperdício (%)</b>	<b>No avarias/mês</b>	<b>EGP (%)</b>
Rotativa 1	16	7,8	15	38
Rotativa 2	16	7,3	17	44
Rotativa 3	32	8,2	21	28
Rotativa 4	16	6,9	10	39

#### 4.4 ESTABELECEMOS POLÍTICAS E OBJETIVOS BÁSICOS

Este pilar tem como função principal estabelecer objetivos e metas no desenvolvimento do programa TPM. Através de reuniões entre alta administração e liderança de fábrica, algumas metas e objetivos foram traçados, conforme apresentados no Quadro 19.

**Quadro 19 Metas e objetivos da empresa BETA**

<b>Objetivo</b>	<b>Meta</b>
1. Criar sistema de participação de todos (grupos de melhorias)	1. Eficiência de produção: 65% depois de implantado o programa no equipamento
2. Estabelecer um sistema que previna a reincidência de problemas	2. Perdas: Reduzir em 50% as perdas atualmente existentes
3. Implantar os 8 pilares do programa TPM	3. Melhorar o clima organizacional: acima de 80%

Segundo o Gerente de Produção, a elaboração das metas em parceria com os líderes de fábrica foi muito importante para o enaltecimento do programa, uma vez que as metas sendo elaboradas de comum acordo, facilitam à obtenção dos resultados. Outro ponto apontado pelo Gerente de Produção foi à união entre os colaboradores gerada durante o processo de confecção das metas e objetivos. Em todas as ocasiões, as propostas de metas foram realistas e possíveis de atingir.

Na Tabela 1 são apresentadas as metas para o equipamento piloto e o seu estado inicial (*benchmark*). Estas metas estão de acordo com a proposta da alta



administração, uma vez que está sendo proposta a redução de mais de 50% das perdas e um acréscimo de mais de 100% nas atividades de produção.

**Tabela 1. Situação inicial e metas do equipamento piloto**

<b>Ano</b>	<b>EGP (%)</b>	<b>Desperdício (%)</b>	<b>Clima Organizacional</b>	<b>No de Acidentes/ano</b>	<b>No de Reclamações/ano</b>
<b>BENCHMARK</b>					
<b>Início</b>	28	8,2	60	3	8
<b>METAS</b>					
<b>2001</b>	35	7,0	70	0	3
<b>2002</b>	45	6,0	75	0	2
<b>2003</b>	55	5,0	80	0	1
<b>2004</b>	65	4,0	85	0	0

#### 4.5 PLANO MESTRE TPM

O programa TPM necessita de um plano mestre de trabalho, ou seja, um cronograma de implantação. Este cronograma deve conter o desenvolvimento dos pilares ao longo do tempo. O cronograma inicial proposto pela empresa BETA teve duas revisões em suas datas. Estava previsto o início das atividades em janeiro de 2001, sendo esperado para julho de 2001 o início do programa, designado como *kick off* (passo 6 da implantação). Entretanto, o líder TPM não havia sido treinado, impossibilitando o início naquela data. O treinamento do líder veio a se concretizar em julho de 2001, sendo que o mesmo iniciou as atividades em agosto de 2001.

Entretanto, a empresa passou por uma série de mudanças na alta administração local, substituindo grande parte do corpo diretivo e gerencial. Esta mudança ocasionou um certo atraso na implantação do programa, prorrogando a data de início para janeiro de 2002. O cronograma final proposto pelo líder e aceito pela alta administração encontra-se no ANEXO 2.

Além do cronograma geral de implantação do programa, o coordenador do programa TPM estabeleceu um cronograma para o equipamento piloto. Este cronograma tem o objetivo de auxiliar os operadores e técnicos no desenvolvimento do programa TPM. A Figura 15 apresenta o cronograma do equipamento piloto.

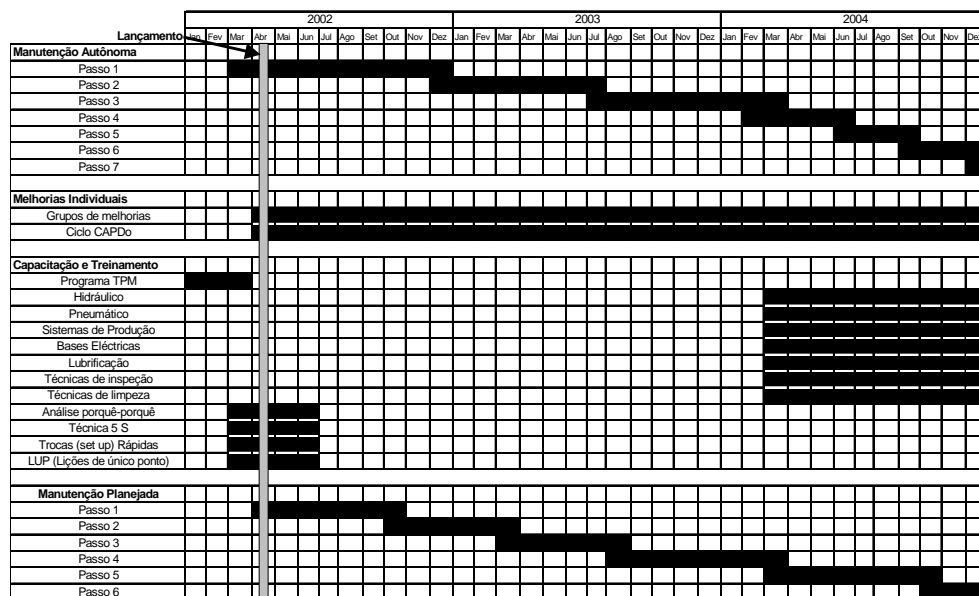


Figura 15 Cronograma de implantação do equipamento piloto

#### 4.6 INÍCIO DO PROGRAMA TPM (KICK OFF)

O marco do início formal do programa TPM foi uma reunião realizada nas dependências da empresa BETA com todos os colaboradores. Também participaram clientes e fornecedores. Nesta reunião foram apresentados o programa TPM, seus princípios e fundamentos. A alta administração reafirmou o compromisso de praticar diariamente o programa TPM. No final da apresentação, a equipe piloto deu uma demonstração de alguns resultados já obtidos com o início do programa.

A participação da alta administração no desenvolvimento das atividades do TPM deu-se de forma prática na empresa analisada. Frequentemente os diretores participavam de avaliações de desempenho das equipes de trabalho. Estas avaliações eram realizadas no local de trabalho do equipamento.

## 4.7 ESTABELECIMENTO DOS PILARES BÁSICOS

O líder do programa TPM salientou que um dos passos mais importantes é a aplicação dos pilares básicos do TPM. São observadas grandes mudanças, pois originalmente têm-se equipamentos sujos e processos desorganizados. Assim, qualquer ação de melhoria é facilmente observada.

Observa-se que os pilares estão detalhados separadamente, entretanto sua aplicação no equipamento piloto foi simultânea. A interação entre eles é de fundamental importância para o desenvolvimento do programa.

### 4.7.1 Melhorias Individuais

Este pilar proporcionou a sistematização das melhorias que podem ser providas ao processo e aos equipamentos. O Gerente de Produção ressalta que o pilar de melhoria individual não deve servir para realizar manutenções corretivas no equipamento. É importante diferenciar o que é melhoria e o que é correção.

O responsável pelo pilar foi o Coordenador de Projetos Especiais (CPE), que iniciou a gestão do pilar identificando o objetivo geral do mesmo, a saber: aumentar as eficiências globais dos equipamentos e processos, eliminando todas as perdas através de uma prática sistemática dos grupos de melhorias.

Para o ano de 2002 foram elaborados os seguintes objetivos específicos: *(i)* identificar e quantificar as perdas estabelecendo metas para 2002; *(ii)* incrementar o EGP (de 28% para 45%); *(iii)* diminuir o desperdício (de 8,2% para 6%); *(iv)* implementar 6 grupos de melhorias até setembro/2002; e *(v)* iniciar o plano de sugestões.

Através dos objetivos específicos, o CPE iniciou os trabalhos de planejamento e desenvolvimento do pilar de Melhorias Individuais. Este pilar foi desenvolvido em três fases.

A primeira fase consistiu na elaboração de uma sistemática de levantamento de perdas que indicasse as 16 grandes perdas. Entretanto, devido à alta incidência de problemas em cada uma das 16 perdas, foi necessário realizar uma subdivisão em perdas mais específicas. A Tabela 2 apresenta as 16 grandes perdas e suas perdas específicas correlatas.

**Tabela 2. 16 grandes perdas e suas perdas específicas**

1	Falhas	Falha Mecânica	31	Vel. Reduzida	Velocidade Reduzida
2		Falha Elétron-eletrônica	32	Defeitos e retrabalhos	Impressão suja ou Velatura
3		Falha Operacional	33		Sujeira ou marcas de carretos
4	Set Up	Acerto Inicial	34		Problema filmes Cliente
5		Acerto Subsequente	35		Manutenção Planejada
6	Troca de lâminas de cortes	Problema faca perfuradora (dobradeira)	36	Desligamento/ desacionamento	TPM
7		Problemas agulhas (dobradeira)	37		Refeitório
8		Sleeter	38		Testes
9		Troca da borracha de corte	39		Esperando chapas
10		Troca de facas de corte	40	Administrativas	Esperando aprovação
11		Troca de facas dobradoras	41		Esperando matéria-prima
12		Troca de facas perfuradoras	42		Esperando ordem de produção
13		Troca dos pizones	43	Movimento	N/A
14	Acionamento	Arranque início turno/ Limpeza fim de turno	44	Organização	N/A
15	Pequenas paradas / Operação ociosa (< 10 minutos)	Falha na troca de bobinas	45	Automatização	Problema de dobra (fora de guia)
16		Limpeza de blanquetas	46		Pega em movimento
17		Papel enroscado na dobradeira	47		Desregistro de cores
18		Problemas Stacker. (prensa)	48	Medição e Ajuste	Tonalidade das cores
19		Problemas Chill Rolls	49	Rendimento do material	Problemas tintas
20		Problemas das correias da dobradeiras	50		Problemas Papel
21		Problemas Forno	51	Desperdícios de energia	Queda ou falta energia
22		Problemas no Portabobinas	52		Troca de chapas quebradas
23		Ruptura de papel	53	Moldes e ferramentas.	Troca de chapas peladas
24		Ruptura de papel pelo pega	54		Troca de chapas pelo cliente
25	Troca carretos tiro arrastre	55	Troca de chapas por montagem		
26	Troca carretos tiro funil				
27	Troca de calços (blanquetas)				
28	Troca de escovas				
29	Troca ou ajuste de blanquetas				
30	Troca ou ajustes de rolos				

Esta sistemática de perdas foi elaborada com base nos refugos provenientes de impressão. Na equipe de impressão designou-se uma pessoa responsável por levantar as perdas do equipamento. Este processo é realizado em cada turno, onde se deve quantificar e registrar as perdas de matéria-prima e tempos em cada item específico. No ANEXO 3 está o formulário de anotações da equipe durante um turno de trabalho.

A segunda fase foi à elaboração da equipe de melhoria. O CPE organizou e coordenou a primeira equipe, a qual contou com as seguintes pessoas: (i) CPE (líder); (ii) técnico mecânico; (iii) técnico eletro-técnico; (iv) supervisor de impressão; e (v) operador.

Inicialmente o grupo realizou o levantamento de perdas do equipamento piloto. Estes dados necessitam ser tabulados por pelo menos 2 meses, pois um tempo pequeno de coleta pode resultar em uma amostra tendenciosa. A Tabela 3 apresenta a tabulação das perdas iniciais do equipamento piloto. Na empresa Beta, este programa de tabulação das perdas é chamado de minuto a minuto. As perdas estão expressas em horas e número de cadernos.

Tabela 3. Dados tabulados das perdas iniciais do equipamento piloto

			Tempo (h)	Cadernos	Perda Total
1	Falhas	Falha Mecânica	3,8 h	3.000	98.000
2		Falha Eléctro-electrónica	5,5 h	3.500	141.000
3		Falha Operacional	12,0 h	7.350	307.350
4	Preparativos e ajustes (set up)	Acerto Inicial	13,5 h	17.596	353.846
5		Acerto Subsequente	73,0 h	50.120	1.874.703
6	Troca de lâminas de cortes	Problema faca perfuradora (dobradeira)	0,0 h	-	-
7		Problemas agulhas (dobradeira)	2,0 h	1.691	51.691
8		Sleeter	0,0 h	-	-
9		Troca da borracha de corte	3,1 h	1.497	78.997
10		Troca de facas de corte	0,6 h	550	15.550
11		Troca de facas dobradoras	0,0 h	-	-
12		Troca de facas perfuradoras	0,0 h	-	-
13		Troca dos pizones	0,6 h	200	15.200
14	Arranque/Acionamento	Arranque início turno/ Limpeza fim de turno	18,1 h	23.500	476.000
15	Pequenas paradas/Operação ociosa (< 10 minutos)	Falha na troca de bobinas	0,0 h	-	-
16		Limpeza de blanquetas	5,7 h	13.600	156.100
17		Papel enroscado na dobradeira	9,9 h	28.391	275.891
18		Problemas Stackers. (prensa)	0,0 h	-	-
19		Problemas Chill Rolls	0,0 h	-	-
20		Problemas das correias da dobradeiras	0,7 h	690	18.190
21		Problemas Forno	0,0 h	-	-
22		Problemas no Portabobinas	0,0 h	-	-
23		Ruptura de papel	11,3 h	12.174	294.674
24		Ruptura de papel pelo pega	7,5 h	11.357	198.857
25		Troca carretos tiro arrastre	0,0 h	-	-
26		Troca carretos tiro funil	0,0 h	-	-
27		Troca de calços (blanquetas)	0,8 h	1.113	21.113
28		Troca de escovas	0,0 h	-	-
29	Troca ou ajuste de blanquetas	6,9 h	4.186	176.686	
30	Troca ou ajustes de rolos	4,0 h	4.700	104.700	
31	Velocidade Reduzida	Velocidade Reduzida	760,0 h	3.200	2.432.000
32	Defeitos e retrabalhos	Impressão suja ou Velatura	3,1 h	13.500	91.000
33		Sujeira ou marcas de carretos	0,0 h	-	-
34		Problema filmes Cliente	1,0 h	300	25.300
35	Desligamento/ desacionamento	Manutenção Planejada	19,0 h	-	475.000
36		TPM	21,0 h	-	525.000
37		Refeitório	35,0 h	6.300	881.300
38		Testes	1,0 h	5.280	30.280
39	Administrativas	Esperando chapas	6,9 h	3.850	176.350
40		Esperando aprovação	0,0 h	-	-
41		Esperando matéria-prima	3,1 h	3.500	81.000
42		Esperando ordem de produção	0,2 h	1.200	6.200
43	Movimento	N/A	0,0 h	-	-
44	Organização de linha	N/A	0,0 h	-	-
45	Automatização	Problema de dobra (fora de guia)	3,0 h	25.630	100.630
46		Pega em movimento	9,5 h	20.552	258.052
47		Desregistro de cores	2,8 h	18.170	88.170
48	Medição e Ajuste	Tonalidade das cores	1,0 h	1.550	26.550
49	Rendimento do material	Problemas tintas	0,0 h	-	-
50		Problemas Papel	2,3 h	2.300	59.800
51	Desperdícios de energia	Queda ou falta energia	0,8 h	350	20.350
52	Moldes e ferramentas.	Troca de chapas quebradas	1,0 h	3.003	28.003
53		Troca de chapas peladas	0,3 h	670	8.170
54		Troca de chapas pelo cliente	0,0 h	-	-
55		Troca de chapas por montagem	5,6 h	9.263	149.263

É importante salientar que o campo “perda total” na Tabela 3 foi calculado multiplicando as horas perdidas pela velocidade de desenho do equipamento, somando-se a perda física de cadernos resultante do item. Somente a velocidade reduzida foi calculada de forma diferenciada, multiplicando-se a quantidade de horas trabalhadas no período pela diferença entre a velocidade média líquida e a velocidade de desenho do equipamento.

O CPE relatou que também se fez necessário levantar as perdas totais do equipamento, ou seja, a relação entre as toneladas de papéis que o equipamento processou com a quantidade de toneladas produzidas aprovadas. Além deste indicador,

também foi calculada a eficiência global de produção (EGP). Estes levantamentos são necessários para que o grupo de melhoria conheça os ganhos nos projetos de melhorias. A Tabela 4 apresenta os índices iniciais do equipamento piloto.

**Tabela 4. Indicadores iniciais do equipamento piloto**

Máquina	Mês	EGP (%)	Processado (tons.)	Papel Bom (tons)	Desperdício (tons)	Desperdício (%)
Piloto	Total	28,0	2.374	2.195	179	8,15%
	1	24,0	535	501	34	6,79%
	2	30,0	512	475	37	7,79%
	3	27,0	498	455	43	9,45%
	4	29,0	391	362	29	8,01%
	5	30,0	438	402	36	8,96%

O cálculo do EGP foi baseado na proposta de Nakajima, onde perdas referentes a paradas programadas, manutenções e troca de turnos não são contabilizadas. O cálculo do EGP, inserindo estas perdas, é utilizado gerencialmente para apontar perdas resultantes de paradas programadas.

O grupo de melhoria utilizou as informações do programa minuto a minuto do equipamento piloto para definir qual seria a primeira atividade a realizar. Este programa traz um detalhamento da perda geral do equipamento, conforme observada na Tabela 4. Através da informação na Tabela 3, o grupo de melhoramento elaborou um Diagrama de Pareto para identificar qual seria o tema inicial de melhoria. A Figura 16 apresenta o diagrama com as perdas principais.

A terceira e última fase é a elaboração das melhorias individuais (ou como são mais bem conhecidas, as melhorias contínuas). O diagrama de Pareto é a ferramenta principal do grupo de melhoria para escolher um tema a trabalhar. Analisando a Figura 16, observa-se que o tema inicial escolhido pelo grupo de melhoramento foi a velocidade reduzida do equipamento. A seguir tem-se um relato da melhoria individual inicial.

O CPE afirma que a utilização do ciclo CAPDo é fundamental para gerenciar o desenvolvimento da melhoria. Observa-se que as 4 fases propostas pelo ciclo contemplam o desenvolvimento e solução da melhoria.

- **1ª fase: C (Check)**

Esta fase consiste no levantamento de perdas do equipamento e sua tabulação. Como mostrado anteriormente, na Figura 16, conclui-se que o tema inicial de melhoria seria a Velocidade Reduzida do equipamento.

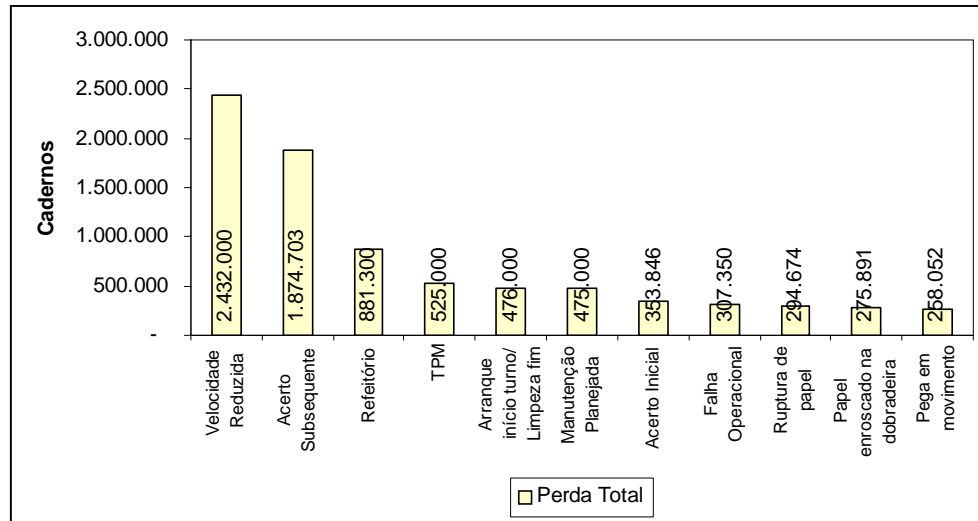


Figura 16 Diagrama de Pareto das Perdas

▪ **2ª fase: A (Analyze)**

Segundo o CPE esta fase é a mais importante do projeto de melhoria. Aqui é que são levantadas as causas do problema; um mau estudo pode ocasionar em uma melhoria pouco satisfatória.

Inicialmente utilizou-se a ferramenta 5W1H para estratificar o problema, conforme reportado no Quadro 20. Várias reuniões e encontros foram realizados com o objetivo de descobrir qual poderia ser a causa do problema da velocidade reduzida. O grupo de melhoria deparou-se com uma situação onde vários estudos foram necessários para resolução do problema. Inicialmente o grupo detectou que o caderno enroscava na dobradeira porque durante a fase de dobra a fita de papel que estava em curso sofria um deslocamento lateral após 21.800 i/h (impressões/hora). Este deslocamento fazia com que o caderno subisse fora das correias transportadoras, enroscando na 4ª dobra.

Como a velocidade da dobradeira era muito alta, a equipe não conseguiu detectar a causa do problema. Inicialmente o operador realizou regulagens nas facas de dobra e corte, bem como nas agulhas que impulsionam a fita de papel. Estas regulagens não foram suficientes para resolver a questão. Por se tratar de um equipamento proveniente de uma empresa filial, o CPE solicitou à matriz ajuda com relação à questão.

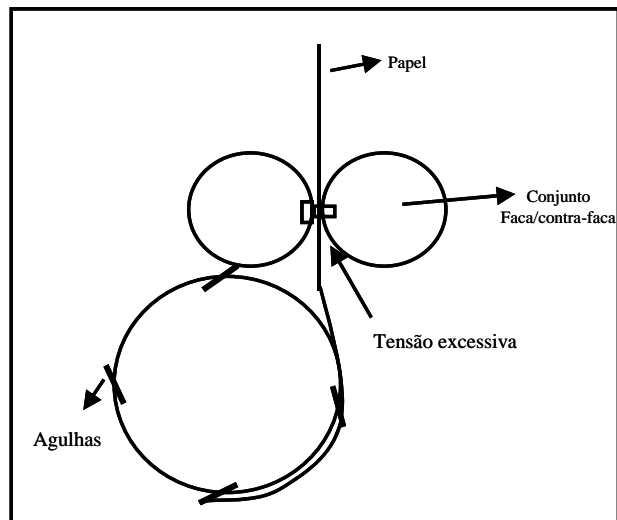
A matriz enviou um operador com experiência no equipamento. Foram realizadas novas regulagens na dobradeira, o problema foi amenizado, e o equipamento

passou a operar em velocidades de 22.800 a 23.000 i/h. Padronizaram-se as regulagens realizadas pelo operador.

**Quadro 20 Estratificação dos fenômenos**

O que	Velocidade reduzida
Quando	Durante operação do equipamento
Onde	O fenômeno ocorre na dobradeira
Quem	Não depende da habilidade do operador
Qual	Em todos os trabalhos
Como	Se a velocidade superar 21.800 i/h, o caderno enrosca na dobradeira parando o equipamento
Quanto	25 vezes em 2 meses

O grupo de melhoria decidiu que esta velocidade ainda era insatisfatória, uma vez que o equipamento tinha condições de operar em até 25.000 i/h sem prejudicar a qualidade ou gerar desperdício. Após muitos estudos, o grupo detectou que o suporte da faca de corte do papel não possuía os pizones móveis. Isto fazia com que, no momento do corte o conjunto mecânico, além de cortar, tensionasse a fita cortada de papel, ocasionando o desprendimento da mesma das agulhas. Este desprendimento é que ocasionava a velocidade reduzida. Na Figura 17 tem-se um esquema do suporte da faca de corte e agulhas.



**Figura 17** Esquema do tensionamento excessivo da fita de papel



Os pizones são borrachas de proteção que ficam dos lados da faca de corte. Esta peça tem a função de protegê-la com relação à contra-faca, para que não quebre. A Figura 18 apresenta uma foto da faca e os pizones.



Figura 18 Conjunto da Faca e Pizones

▪ **3 fase: P (Plan)**

Uma vez detectada a causa do problema de velocidade reduzida o CPE, junto com o grupo, definiu as ações a serem realizadas. Nesta fase, elaborou-se o planejamento das atividades; a Tabela 5 apresenta as atividades, responsáveis e prazos de execução.

Tabela 5. Plano de execução da melhoria

Ação	Responsável	Data de execução
Retirar e desenhar o suporte com os pizones móveis.	Técnico mecânico	21/03/2001
Construir os 2 suportes	CPE	15/04/2001
Instalar os suportes	Operador	20/04/2001
Realizar testes	Operador/ Supervisor de Impressão	25/04/2001
Registra melhoria e resultados no painel TPM	Operador/ CPE	30/04/2001

#### ▪ 4ª fase: *Do e resultados*

Nesta fase executa-se o que foi planejado anteriormente. Neste caso específico, os responsáveis cumpriram suas atividades nas datas previstas. Com relação aos resultados, após testes detectou-se que era possível produzir a taxas de 24.500 i/h, freqüentemente chegando à velocidade nominal de 25.000 i/h. Os ganhos registrados pela equipe foram: (i) acréscimo de 12,39% na velocidade de operação; e (ii) acréscimo do EGP de 28% para 33 %.

O grupo de melhoria na empresa Beta atua em perdas originadas no equipamento, bem como, sobre aquelas originadas em outros setores. Segundo o CPE, até o momento atual o equipamento piloto já passou por 17 grandes melhorias no equipamento. Atualmente, o programa TPM conta com 6 grupos de melhoria que já atuaram em mais de 50 melhorias significativas.

O Coordenador de Projetos Especiais trabalha desenvolvendo um programa de sugestões para os funcionários. Este programa tem o objetivo de reconhecer financeiramente o funcionário que sugerir algo que produza uma economia para a empresa. Além de reconhecimento financeiro, busca-se também o reconhecimento em meios de divulgação interna da companhia.

#### **4.7.2 Manutenção Autônoma**

O pilar de manutenção autônoma é o marco principal do programa. Uma vez que ele transfere responsabilidades do setor de manutenção para o setor de produção. Este pilar será detalhado conforme os sete passos de implantação do programa sugeridos no item 2.4.2.

O Coordenador de Produção salienta que, para o início formal das atividades, foram realizados treinamentos com relação à lubrificação específica do equipamento, substituição de rolamentos, inspeções mecânicas, técnicas de limpeza e segurança. Os treinamentos foram realizados em sala de aula com duração de 8 horas.

Complementando a teoria, treinamentos no próprio equipamento foram realizados. Nesta atividade os operadores puderam realizar atividades de lubrificação, substituição de peças e limpeza dos equipamentos.

Para início das atividades foi necessária a elaboração do painel TPM. Este painel tem o objetivo de demonstrar todas as atividades realizadas pela equipe piloto. O

painel contém informações gerais sobre o equipamento, contendo a descrição das equipes, objetivos, metas e indicadores do equipamento. Também apresenta o desenvolvimento dos pilares de manutenção autônoma e melhorias individuais.

Segundo o Coordenador de produção, o grupo de trabalho realiza apresentações mensais do painel TPM. Tais apresentações são vistas e pontuadas por pessoas previamente indicadas. Estas pontuações ficam registradas na matriz de desempenho do equipamento. O ANEXO 4 apresenta um modelo de painel TPM.

Nas apresentações mensais, a equipe tem um tempo determinado para apresentar os avanços resultantes do trabalho do grupo.

Normalmente estas apresentações resumem-se a: (i) avanços do pilar de manutenção autônoma; (ii) projeto de melhoria individual (qual projeto, em que fase se encontra); (iii) resultados do equipamento; (iv) uma atividade de 5S; e (v) 3 melhorias representadas em lições de único ponto (LUP), sendo um tema obrigatoriamente relacionado a segurança do trabalho.

Além das atividades de melhorias no pilar de manutenção autônoma, a equipe desenvolveu práticas de trabalho para sistematizar a manutenção dos equipamentos. Abaixo segue o relato dos 3 passos de implantação da manutenção autônoma já desenvolvidos pelo equipamento piloto.

- **1º passo: limpar e inspecionar**

O início das atividades de manutenção autônoma deu-se através da parada total do equipamento. Na parada, que durou 5 dias, onde as equipes de produção e manutenção realizaram a limpeza inicial. A limpeza ficou caracterizada pela desmontagem de todas as partes móveis do equipamento para retirada de sujeira, pó e contaminações. Durante a limpeza, o operador e seus ajudantes realizaram inspeções mecânicas buscando e restaurando defeitos em potencial.

Durante as inspeções houve problemas que não foram resolvidos. Neste ponto, o operador registrava a anomalia na ficha TPM, exemplificada na Figura 19. As fichas são de duas cores: amarela, para anomalias que o operador deve resolver, e vermelha, para anomalias que são de responsabilidade da manutenção. Tais fichas são preenchidas em 2 vias; uma cópia deve ser fixada no local onde está a anomalia e a outra, serve como ordem de serviço.

**Figura 19** Fichas TPM (manutenção e operação)

Após o registro de todas as anomalias encontradas, as cópias das fichas amarelas e vermelhas são registradas em uma tabela de resumo das fichas TPM (Tabela 6). Este resumo é orientativo e serve como guia dos gestores para priorizar atividades a serem executadas na manutenção planejada.

**Tabela 6.** Resumo das fichas TPM

Equipamento: _____								
Nome do Grupo: _____								
TPM No	Data	Encontrado por	Ítem anormal	Localização	Qual é a causa	Tipo (O/ M)	Quem corrige	Data execução

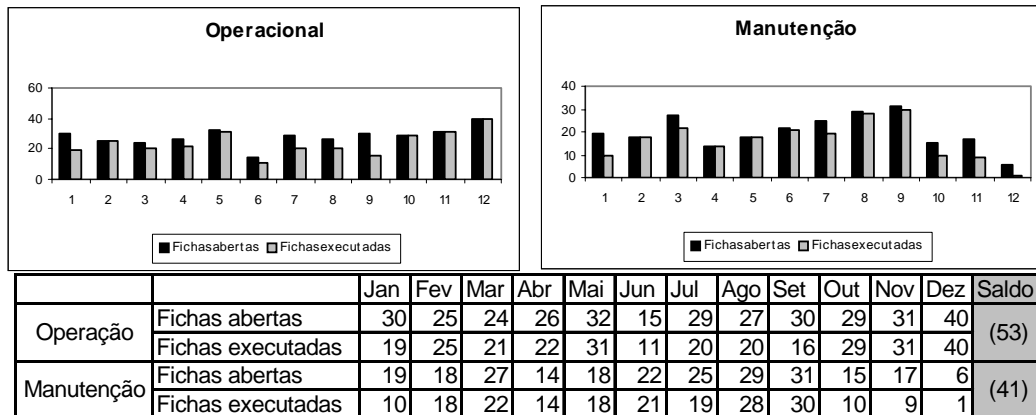
Para que os líderes de manutenção e produção possam monitorar a abertura e resolução das fichas TPM, um controle das fichas TPM foi elaborado. Este controle consistem em um gráfico de acompanhamento do número de fichas abertas e executadas (Figura 20). Tal informação também fica disponível no painel TPM do equipamento.

Segundo o Coordenador de produção, o controle das fichas TPM foi fundamental para desenvolvimento do programa. Ele observou que nesta etapa é fundamental que todos trabalhem em prol da restauração das condições originais do equipamento.

Outro item desenvolvido durante o passo 1 foi o aperto de parafusos. Durante a operação do equipamento, o mesmo apresenta vibrações que, na maioria das vezes, podem gradativamente ir soltando os parafusos do equipamento. Isto pode ocasionar falhas e/ou acidentes graves durante a operação. Esta atividade foi

desenvolvida dividindo o equipamento em 9 partes. Cada uma das partes teve o trabalho realizado pelos operadores com supervisão dos técnicos de manutenção.

**Figura 20 Controle das fichas TPM**



Como última atividade desenvolvida, a equipe iniciou os trabalhos de 5S. Para realizar este trabalho a equipe dividiu o local de trabalho em setores. O objetivo desta divisão em setores, segundo o operador, é de otimizar a implantação dos 5S. Ele relata que em tentativas anteriores de implantar os 5S em toda a área resultaram em trabalho desordenado, concluindo-se que as atividades não passaram de limpeza e organização.

A equipe desenvolveu inicialmente as atividades de 5S no painel de ferramentas, conforme documentado no Quadro 21. Atualmente a equipe piloto já desenvolveu mais de 24 atividades distintas de 5S.

**Quadro 21 Atividade de 5S inicial**

	5S's	Atividades desenvolvidas
1	Organização (Seiri)	A equipe de trabalho reuniu todas as ferramentas, moldes, guias e peças do equipamento. Distinguiu o necessário do desnecessário. Por fim fez um levantamento de custos dos itens desnecessários.
2	Ordenação (Seiton)	A equipe definiu que o painel de ferramentas deveriam ser 4: (i) painel geral; (ii) painel porta bobinas; (iii) painel dobradeira; e (iv) painel de peças, moldes e guias. Os itens com defeitos foram substituídos e os inexistentes foram adquiridos. Determinarm o <i>layout</i> e a ordenação dos itens nos painéis.
3	Limpeza (Seiso)	A equipe realizou limpeza e pintura dos painéis existentes (geral e porta-bobinas), e construiu os novos painéis (dobradeiras e peças). Foram elaborados os padrões de limpeza dos painéis.
4	Limpeza pessoal (Seiketsu)	A equipe consolidou os padrões de limpeza, mantendo o local de trabalho sempre arrumado, limpo e sem itens desnecessários.
5	Disciplina (Shitsuke)	Aqui foram realizados treinamentos com o objetivo de disciplina no dia a dia. A implantação de controles visuais para auxiliar na disciplina. Por último a equipe apresentou uma foto do antes e depois.

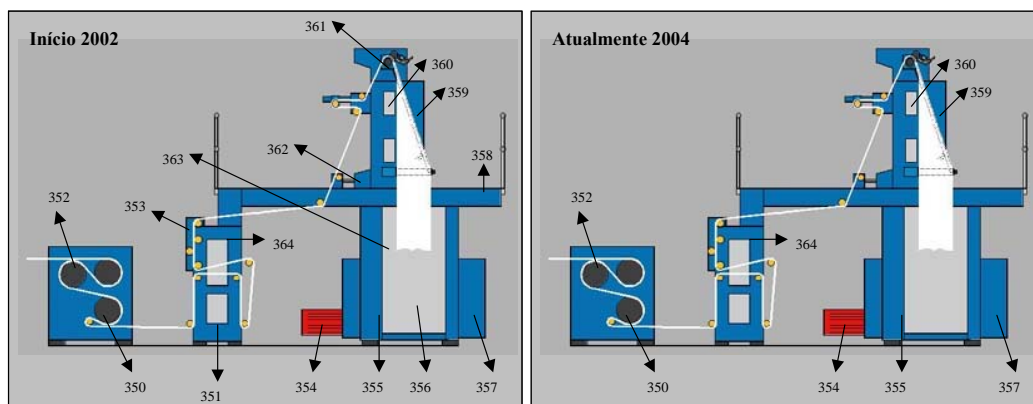
▪ **2 passo: Eliminar fontes de problemas e áreas inacessíveis**

O passo 2 da manutenção autônoma inicia com um desafio à equipe piloto. O coordenador de produção ressalta que este equipamento possui muitos problemas de vazamentos devido ao longo período de tempo em que as manutenções não foram realizadas de forma adequada.

Como atividade inicial, a equipe piloto realizou uma parada de 2 dias de trabalho para levantamento das áreas de vazamento e áreas de difícil acesso. Quanto aos vazamentos, a equipe iniciou uma verificação de todo o equipamento, eliminando os vazamentos possíveis e registrando nas fichas TPM (vermelha) os vazamentos de difícil solução. Essas atividades tiveram a supervisão de mecânicos.

Para facilitar a visualização dos locais em que os vazamentos persistiram, a equipe desenvolveu um desenho do equipamento indicando as áreas de vazamentos. A Figura 21 representa uma parte do equipamento, com os vazamentos encontrados no início do programa e a situação atual, demonstrando os casos de vazamentos já resolvidos. Os números representados na figura correspondem ao número da ficha TPM aberta para investigar o vazamento.

Com relação às áreas de difícil acesso, a equipe buscou identificar áreas onde é difícil limpar, lubrificar e inspecionar. Estas áreas devem ser eliminadas, segundo o operador, para facilitar as atividades diárias de manutenção autônoma. Inicialmente a equipe detectou 125 áreas de difícil acesso, sendo: (i) 70 áreas de inspeção; (ii) 30 áreas de lubrificação; e (iii) 25 áreas de limpeza.



**Figura 21 Mapeamento dos vazamentos da dobradeira (2002-2004)**

Para uma melhor administração das áreas de difícil acesso a equipe desenvolveu uma matriz de registro exclusiva para aquelas áreas. A Tabela 7 representa a matriz de registro de difícil acesso.

**Tabela 7. Registro das áreas de difícil acesso**

Registro das Áreas de Difícil Acesso			
Equipamento: _____		Nome do Grupo: _____	
Imagem			
	TPM No		Estado da Dificuldade
	Data		
	Encontrado por		
	Limpeza Lubrificação Inspeção		
	Dificuldade		
	TPM No		Estado da Dificuldade
	Data		
	Encontrado por		
	Limpeza Lubrificação Inspeção		
	Dificuldade		
	TPM No		Estado da Dificuldade
	Data		
	Encontrado por		
	Limpeza Lubrificação Inspeção		
	Dificuldade		

Atualmente, o número de locais de difícil acesso não ultrapassa 50, sendo que a equipe de manutenção autônoma reconhece os ganhos obtidos com as alterações. Anteriormente havia lugares em que o funcionário gastava quase 2/3 do tempo de manutenção acessando o local, e 1/3 do tempo para realizar a limpeza, lubrificação ou inspeção. A demora resultava, na maioria das vezes, em descumprimento da ação por parte dos Operários. Isto porque na rotina do dia a dia não são permitidas paradas longas para realização de inspeções, limpeza e lubrificação.

### **3º Passo: Padrões de limpeza, lubrificação e inspeção.**

No terceiro passo, o trabalho em conjunto entre a produção e a manutenção desenvolveu os padrões de limpeza, lubrificação e inspeção. Estes padrões possuem a meta de oferecer ao equipamento as condições básicas para prevenir a deterioração, estando também disponíveis no painel TPM. Os mesmos são revisados a cada ano com o objetivo de reavaliar se estão desempenhando o papel para o qual foram criados.

Os padrões trazem a imagem ou foto do local onde serão realizadas as inspeções, lubrificação e limpeza. Trata-se de um controle visual utilizado pelo programa que tem o objetivo de facilitar a localização do local onde será executada a manutenção autônoma. Além das imagens, os padrões indicam o método de execução, o tempo meta e o responsável pela realização das atividades. A Figura 22 representa um modelo do padrão utilizado pela equipe piloto. Este modelo utiliza como base o equipamento.

Padrão de Limpeza, Lubrificação e Inspeção												
Diagrama	No	Ítem	Critério	Método	Ferramenta	Tempo (min.)	Frequencia				Responsável	
							T	D	S	M		
		<i>Limpeza</i>										
	1	Unidade hidráulica	Limpo	Limpar	Pano	5		X				Operador I
	2	Motor principal	Limpo	Limpar	Pano	3			X			Operador II
	3											
		<i>Lubrificação</i>										
	12	Mancal	Lubrificado	Lubrificar	Lubrificador	1	X					Operador II
		<i>Inspeção</i>										
	6	Manômetro	<= 5 kgf	Visual		1	X					Operador II

Figura 22 Padrão limpeza, lubrificação e inspeção – modelo por equipamento.

Um outro modelo de padrão utilizado pela empresa BETA é o padrão baseado na frequência de realização da manutenção autônoma. Ele difere do padrão apresentado na Figura 22, pois em seus elementos visuais, além de indicar a localização, a figura representa também a periodicidade. A Figura 23 ilustra este padrão.

Nota-se que nos dois casos os elementos visuais são de grande utilidade para orientar o operador. A ausência desses elementos pode fazer com que os operários tenham dificuldade em interpretá-lo, fazendo com que o padrão possa ser substituído, comenta o Coordenador de produção.

Padrão de limpeza e inspeção					
#	Ítem	Método	Padrão	Frequência	Responsável
1	Vazamento de água nas tubulações e conexões	Visual/ tato	Sem vazamentos	Diariamente	Operador I
2	Inspeção de vazamentos nos anéis das bombas de vácuo	Visual	Sem vazamentos	Diariamente	Operador I
3	Medida da temperatura da água nos anéis das bombas	Visual	60 - 80 oC	Diariamente	Operador II
4	Limpeza do anel das bombas de vácuo	Pano, spray de limpeza, esponja	Limpo	Mensalmente	Operador II
5	Limpeza do piso ao redor da bomba de vácuo	Pano, spray de limpeza	Limpo	Mensalmente	Operador II

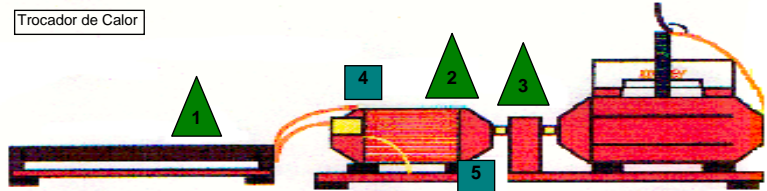
	<p>▲ Diário</p> <p>● Semanal</p> <p>■ Mensal</p>
--	--

Figura 23 Padrão de manutenção autônoma – modelo por frequência



Os padrões sofreram 4 revisões. Cada revisão teve o objetivo de padronizar as operações de manutenção autônoma. Tais revisões são comuns, pois no início muitas das atividades possuíam incongruências em seus tempos e ou métodos de execução. A partir da 4ª revisão, os operadores já realizavam a manutenção autônoma de forma concisa e seqüencial. Atualmente, os padrões continuam com a mesma configuração da 4ª revisão.

O último item do passo 3 é a remodelagem de todas as informações e marcas de segurança existentes no equipamento. Este item ainda está em desenvolvimento. Neste ponto a equipe piloto está solicitando a ajuda ao departamento de segurança. Além dos itens relativos a segurança do trabalho, a equipe também está atuando nos itens relativos ao meio ambiente.

#### **4.7.3 Manutenção Planejada**

O coordenador de manutenção iniciou as atividades reestruturando toda a sistemática de manutenção da empresa Beta. Anteriormente, o programa de manutenção contemplava somente a manutenção planejada e a manutenção corretiva. Os dois tipos de manutenção eram somente executados pelo setor de manutenção.

Atualmente a manutenção foi dividida em 3 atividades. A primeira, manutenção por avarias, é aquela destinada a socorrer os equipamentos quando os mesmos quebram e param de funcionar. O operador, quando detecta o problema no equipamento, deve abrir uma ordem de serviço (ficha TPM) emergencial e entregá-la ao setor de manutenção para que este realize a correção.

A segunda, manutenção corretiva, aborda falhas ou deterioramento da função dos equipamentos (os mesmo continuam a funcionar, entretanto tem seu desempenho prejudicado). O operador deve registrar o problema nas fichas TPM, seja ela de responsabilidade da manutenção ou operação, para que seja corrigida em uma parada programada.

A terceira atividade contempla as ações da manutenção planejada. Este item está subdividido em manutenção preventiva, manutenção preditiva, manutenção autônoma e inspeções. A periodicidade e o tempo de manutenção planejada foi realizado em comum acordo entre o coordenador de manutenção e o gerente de produção. A periodicidade para o equipamento piloto ficou definida como sendo a cada quinze dias. O tempo das atividades ficou definido como sendo de 10 horas na 1ª

quinzena e 8 horas na 2<sup>a</sup> quinzena do mês. A Tabela 8 apresenta a relação entre os três tipos de manutenção.

**Tabela 8. Inter-relação entre setores na manutenção**

<b>Tipo de manutenção</b>	<b>Manutenção</b>	<b>Operacional</b>	<b>Fornecedor Externo</b>
Manutenção por Avarias	X		X
Manutenção Corretiva	X		X
Manutenção planejada			
Manutenção preventiva	X	X	
Manutenção preditiva			X
Manutenção autônoma		X	
Inspeções	X	X	

O trabalho atual da manutenção planejada é o enfoque de Zero-Avarias. Para atingir tal meta, o departamento está implantando as 6 medidas básicas através das 4 fases propostas no item 2.4.3. Devido ao sistema anterior já possuir a sistemática de manutenção planejada, os passos 4 e 5 das 6 medidas básicas foram antecipados.

A equipe de trabalho iniciou as atividades tentando compreender o estado atual do equipamento (passo 1). Para compreender o estado atual do equipamento, a equipe de manutenção realizou um levantamento das falhas ocorridas no equipamento. Para apoiar os trabalhos, uma matriz de relação das partes do equipamento com as falhas foi elaborada (Tabela 9).

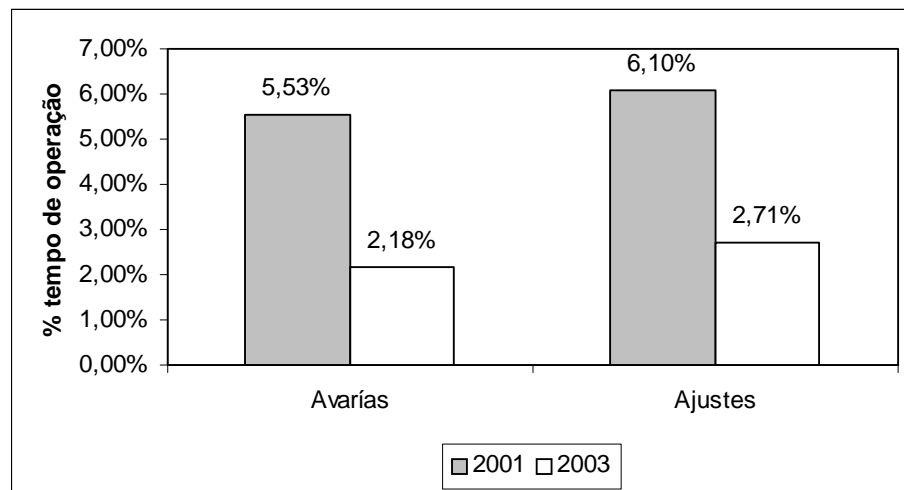
	Falhas mecânica	Falha elétrica	Falha operacional	Desgaste	Ruído	Superaquecimento	Vibração	Contaminação	Sujeira	Excentricidade	Faltando peças	Peças Soltas
Motor Principal		x				x			x			
Bombas de vácuos	x			x							x	x
Correias	x		x					x	x			
Bandas transportadoras				x								
Forno		x				x				x		
Trocadores de calor												
Unidades	x	x	x	x				x				
Dobradeira	x	x	x		x				x		x	x
Eixo principal					x							
Tunel de ar							x					
Portabobinas	x	x										x

**Tabela 9. Matriz de relação entre partes do equipamento e falhas**

Esta matriz beneficia os trabalhos de manutenção por indicar uma concentração de problemas em um determinado setor ou parte do equipamento. Neste caso, a equipe de manutenção destacou mais importância à dobradeira do equipamento piloto, uma vez que se observa uma concentração de problemas.

Os passos 2 e 3 estão sendo desenvolvidos simultaneamente. No passo 2, a equipe de manutenção trabalha atualmente tentando restaurar as condições básicas de operação do equipamento e eliminando as debilidades de desenho original. No passo 3, o coordenador de manutenção está desenvolvendo uma sistemática de administração da informação da manutenção.

O setor de manutenção apóia as atividades de manutenção autônoma. Atualmente o ganho obtido com a manutenção planejada pode ser observado na Figura 24. O coordenador de manutenção ressalta que os técnicos de manutenção tiveram que se adaptar ao novo estilo de trabalho, pois anteriormente os técnicos somente trabalhavam quando o equipamento quebrava. Atualmente, eles necessitam desenvolver trabalhos durante a operação e principalmente administrar as informações obtidas na manutenção autônoma.



**Figura 24** Porcentagem de tempo para avarias e ajustes

O coordenador de manutenção demonstra que o ganho com as atividades conjugadas de manutenção entre os setores de manutenção e produção resultou em redução de mais de 60% do tempo perdido para corrigir avarias ou realizar ajustes operacionais. Além disso, ressalta-se uma maior confiança por parte da gerencia de que o equipamento somente parará em momentos programados. Outro ponto a destacar,

segundo o coordenador, é que atualmente o pilar de manutenção planejada está trabalhando na administração das peças de reposição.

#### 4.7.4 Capacitação e Treinamento

As atividades do pilar de capacitação e treinamento iniciaram com o levantamento de capacidades e habilidades de cada funcionário. Este levantamento foi desenvolvido mediante uma lista de atividades, habilidades e conhecimentos que cada funcionário deve ter em seu setor. O ANEXO 5 apresenta a matriz de versatilidades da empresa BETA.

A matriz de versatilidade tem a função de relacionar as habilidades e conhecimentos e ou atividades que cada funcionário possui. Ela pontua o conhecimento e ou habilidade de cada funcionário para cada item de habilidade e ou conhecimento. Esta pontuação é qualitativa e tem 4 níveis, que são: (i) o funcionário está em treinamento; (ii) o funcionário pode executar as tarefas, entretanto necessita de supervisão; (iii) o funcionário está apto a executar as tarefas sem auxílio; e (iv) o funcionário está apto a executar e ensinar a tarefa.

O primeiro passo realizado no treinamento com os operadores foi o de transferir as principais habilidades de manutenção. Temas como lubrificação, inspeção, limpeza, restaurações mecânicas foram abordadas no treinamento. A Tabela 10 apresenta o plano de transferência das habilidades de manutenção para o pessoal de produção.

**Tabela 10. Plano de transferência das habilidades de manutenção**

<b>Manutenção Autônoma (MA)</b>	<b>Passos 1-3</b>	<b>Passo 4</b>	<b>Passo 5</b>
<b>Manutenção Planejada (apoio a MA)</b>	Técnicas de limpeza, lubrificação, ajustes e inspeções.	Substituições de partes consumíveis	Manutenção preventiva operacional
<b>Lubrificação</b>	Revisão dos métodos	Lubrificação avançada	
<b>Lacre</b>	Revisão de vazamentos	Substituir (reativo)	Substituir (proativo)
<b>Filtros</b>	Revisão	Substituir (reativo)	Substituir (proativo)
<b>Ajustes</b>	Monitoramento de dados e técnicas de ajustes	Controle	
<b>Setup</b>	Redução de tempo	Redução da variação do tempo	Preparativos

O plano de transferência das habilidades de manutenção foi desenvolvido com base em atividades que operador deve estar preparado para enfrentar no dia a dia de seu trabalho. Segundo o coordenador de manutenção, o treinamento proposto para os operadores ainda é muito superficial. Portanto, a equipe de gerência da empresa desenvolveu um plano de treinamento avançado, onde o operador passa a ter cada vez mais conceitos acerca de técnicas mecânicas e eletroeletrônicas. O Quadro 22 apresenta o programa de treinamento avançado que cada funcionário deve receber.

**Quadro 22 Programa de treinamento**

Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oito pilares do programa TPM</li> <li>• Análise PM</li> <li>• Métodos de Manut. Preditiva</li> <li>• Solução de Problemas Avançados</li> <li>• Economia de Movimento</li> <li>• FMEA</li> <li>• Prevenção de Manutenção</li> <li>• Fichas TPM</li> <li>• Técnicas de 5'S</li> <li>• Análise porquê-proquê</li> <li>• LUP (Lições de único ponto)</li> <li>• Técnicas de segurança</li> </ul>
Operadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oito pilares do programa TPM</li> <li>• Hidráulico</li> <li>• Pneumático</li> <li>• Sistemas de Produção</li> <li>• Bases Elétricas</li> <li>• Lubrificação</li> <li>• Técnicas de inspeção</li> <li>• Técnicas de limpeza</li> <li>• Análise porquê-proquê</li> <li>• Técnica 5 S</li> <li>• Trocas (<i>set up</i>) Rápidas</li> <li>• LUP (Lições de único ponto)</li> <li>• Técnicas de segurança</li> </ul>
Operários	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oito pilares do programa TPM</li> <li>• Técnicas de inspeção</li> <li>• Lubrificação</li> <li>• Análise porquê-proquê</li> <li>• Técnica 5 S</li> <li>• Trocas (<i>set up</i>) Rápidas</li> <li>• LUP (Lições de único ponto)</li> <li>• Técnicas de segurança</li> </ul>

Depois de realizada a transferência das habilidades de manutenção para os funcionários de produção, o coordenador de RH deu início às atividades de capacitação geral por níveis de habilidade (programa avançado de treinamento). Os treinamentos possuem atividades em sala de aula, entretanto, cerca de 2/3 do tempo é destinado ao treinamento no local de trabalho. Este treinamento proporciona maior aprendizado, uma vez que o instrutor pode utilizar elementos visuais bem realistas para treinar os funcionários. Outra ferramenta utilizada na capacitação dos funcionários é o treinamento por níveis, que é a transmissão do conhecimento para os líderes, que por sua vez treinam os demais operários e técnicos.

O treinamento avançado está sendo realizado mensalmente. Os primeiros a receberem o treinamento são os Operadores e Técnicos da manutenção. Em seqüência a eles, os próximos a serem treinados são os operários e ajudantes de produção. Cada treinamento tem o seu conteúdo específico destinado a cada nível de habilidade.

Uma ferramenta importante utilizada para treinamento, na equipe piloto, é a Lição de Um Ponto (LUP). Segundo o operador, esta é a melhor maneira de transmitir conhecimento. Estas LUP's também são utilizadas para demonstrar casos de melhorias no equipamento, bem como relatar algum problema ocorrido no equipamento. O ANEXO 6 apresenta uma LUP desenvolvida em um treinamento interno.

Atualmente o coordenador de RH iniciou o desenvolvimento de uma matriz temporal de treinamento. Esta matriz tem o objetivo de indicar quais treinamentos deve receber um funcionário desde que ele inicia as suas atividades na empresa. A matriz também tem o objetivo de indicar para os responsáveis de cada pilar quais são os treinamentos necessários a serem realizados com novos funcionários.

#### 4.8 PRINCIPAIS RESULTADOS

Os resultados de implantação do TPM na empresa Beta são detalhados através de resultados objetivos e subjetivos. Entretanto, devido ao programa estar em sua fase inicial de implantação, os resultados somente serão relativos à equipe piloto. Também é necessário relatar que mesmo a equipe piloto encontra-se em fase de implantação.

#### 4.8.1 Resultados Subjetivos

Os resultados subjetivos são aqueles não mensuráveis quantitativamente. O Quadro 23 apresenta os resultados subjetivos obtidos pela equipe piloto. Estes resultados subjetivos foram coletados e tabulados através de pesquisa interna. Pode-se observar que as atividades de manutenção autônoma estão sendo realizadas no equipamento. Através de treinamento, a equipe piloto ficou capacitada a realizar pequenos reparos. Atividades de operação e manutenção são realizadas de forma sistemática pelos operadores, diminuindo a probabilidade de erros na execução. Os operadores iniciaram um trabalho de desenvolvimento na qual pode-se observar um maior comprometimento com as condições básicas dos equipamentos.

**Quadro 23 Resultados subjetivos obtidos com o equipamento piloto**

<b>Melhoria</b>	<b>Início</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
Atividades de manutenção autônoma	Não	Sim	Sim
Conquista da auto-gestão plena	Não	Não	Não
Satisfação dos funcionários	Não	Sim	Sim
Satisfação dos clientes visitantes no equipamento piloto	Não	Não	Sim
Autoconfiança na obtenção de Zero Perdas mediante no “posso fazê-lo”	Não	Não	Sim
Organização do local de trabalho	Não	Sim	Sim
Melhoria da relação entre operadores e técnicos da manutenção	Não	Não	Não

As atividades de manutenção autônoma proporcionaram uma melhoria no local de trabalho. Pode-se observar uma melhor organização e limpeza do equipamento e sua área. Os operadores passaram a ter maior reconhecimento por suas atividades desenvolvidas. Os clientes e fornecedores podem verificar a melhoria do equipamento e dos operadores envolvidos no trabalho.

As atividades de melhoria individual proporcionaram a autoconfiança nos operadores em desenvolver atividades para a obtenção de Zero-Perdas. Sistemáticamente, as perdas do equipamento são eliminadas, seja somente pelas atividades de melhoria individual ou em conjunto com o 5S.

A manutenção autônoma melhorou a satisfação dos funcionários, pois atividades divididas definem claramente a responsabilidade da operação e da manutenção no equipamento. Os operadores e técnicos de manutenção trabalham em conjunto, dividindo atividades e metas. Entretanto, ainda não se pode observar uma melhoria na relação entre os mesmos.

O programa TPM proporciona aos técnicos da manutenção e aos operadores uma forma sistemática de desenvolver suas atividades. Atualmente, os dois setores possuem metas em conjunto, fazendo com que trabalhem em grupo. Outra ferramenta disponível aos envolvidos com o programa é a possibilidade de demonstrar as melhorias através do painel TPM. Este painel representa de forma concisa as atividades executadas, bem como os ganhos obtidos com os trabalhos desde o início da implantação.

#### 4.8.2 Resultados Objetivos

Os resultados objetivos são de natureza quantitativa, sendo apresentados no Quadro 24, para o equipamento piloto. Segundo o coordenador de produção, a equipe piloto conquistou bons resultados com a implantação do programa. Ele ressalta que a determinação e trabalho do grupo que auxiliaram na obtenção dos resultados.

**Quadro 24 Resultados objetivos obtidos no equipamento piloto**

<b>Melhorias</b>	<b>Início</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
Produtividade Líquida (impressões/hora)	13.200	16.700	20.200
Número de Avarias/mês	21	16	6
Eficiência global de produção	28	40	58
Desperdício	8,2%	6,9%	5,2%
Reclamações de clientes/ano	8	5	2
Número de acidentes	3	4	1
Sugestões de melhorias/mês	10	16	29
Clima Organizacional	60	72	86

Os bons resultados obtidos na produtividade líquida e na eficiência global de produção tiveram relação direta com a implantação do programa TPM. Entretanto, algumas ações realizadas pela empresa também influenciaram no atingimento de tais



índices. Antes da implantação do programa ISO 9000, a empresa não possuía índices de controle da produtividade dos equipamentos e dos operários. Não havia uma ferramenta eficaz para controlar a produção. Estes índices foram fundamentais para localizar e melhorar a produtividade particular de cada equipamento/operador. A nova diretoria reformulou o quadro comercial e, com uma política agressiva de vendas, incrementou e estabilizou a produção da empresa. A substituição de parte do quadro funcional também foi realizada. As combinações desses fatores proporcionaram a melhoria nos índices de produtividade.

Com a implantação de uma sistemática de manutenção preventiva e uma manutenção autônoma atuante, o decréscimo do número de avarias pôde ser observado. Os três grandes pilares (manutenção autônoma, manutenção planejada e melhorias individuais) foram diretamente responsáveis pela melhoria do índice de desperdício. Esses índices tampouco eram conhecidos antes da implantação da ISO9000. Com a implantação do programa de qualidade, o índice de desperdício também foi instituído. O setor comercial também demonstrou a necessidade de reduzir as perdas, uma vez que o papel representa até 70% do valor final de um produto.

O programa de qualidade da empresa e o TPM foram os responsáveis pela diminuição das queixas e reclamações dos clientes. Padrões de qualidade foram implantados e seguidos pelas equipes de trabalho. Os operadores se conscientizaram que a produtividade somente seria alcançada se os produtos produzidos possuísem qualidade.

Em sintonia com o que foi exposta na seção de resultados subjetivos, a melhoria na satisfação do funcionário também pode ser comprovada ao avaliarem-se os resultados objetivos. A melhoria de índices de número de acidentes, clima organizacional e sugestões é um indicativo direto de que os funcionários estão mais comprometidos e satisfeitos com o trabalho. O programa TPM proporcionou aos funcionários expressarem suas idéias sobre melhorias do local de trabalho e do equipamento. Ações de eliminação de situações de risco de acidentes no equipamento foram desenvolvidas e um melhor reconhecimento do operador como técnico do equipamento é observado.

## 5 CONCLUSÕES

A realização deste estudo permitiu a formulação de algumas conclusões a respeito da aplicação do programa TPM na empresa analisada. Também se observou a possibilidade da realização de desdobramentos do presente trabalho em trabalhos futuros.

O TPM, traduzido no Brasil como Manutenção Produtiva Total, é um programa que auxilia os gestores a organizar os processos e utilizar uma sistemática de eliminação de perdas dos equipamentos. O programa utiliza conceitos de melhoria contínua para restaurar o equipamento a suas condições originais.

O principal objetivo deste trabalho foi o de consolidar uma metodologia de implantação do programa TPM em indústrias de processo. No Capítulos 2 e 3, verifica-se a pesquisa bibliográfica sobre a metodologia de implantação do programa TPM. Através desse levantamento bibliográfico, verificaram-se os pontos coincidentes e complementares, proporcionando embasamento teórico, com o nível de detalhamento necessário para implantação do programa TPM.

Pode-se afirmar que todos os objetivos secundários estabelecidos foram alcançados, conforme descrito a seguir:

(i) A descrição da implantação do programa TPM em uma indústria do setor gráfico foi apresentada no Capítulo 4. O estudo de caso na empresa analisada mostrou a efetividade do programa TPM para atingir os objetivos propostos. Nele pode-se observar que o modelo proposto é aplicável no caso da indústria gráfica, especificamente no segmento de rotativas offset. Pode-se observar que a utilização dos 12 passos para implantação do programa apoiou a equipe de coordenação do programa a transformar a teoria em atividades práticas de implantação. O programa demonstrou que através da organização dos processos, elevação do nível de habilidades dos operadores e organização da manutenção do equipamento piloto, pode-se conquistar bons resultados no quesito produtividade do equipamento.

O sucesso na implantação de um programa que necessite da formação de grupos de trabalho, como a sistemática proposta para o TPM, depende do envolvimento

da alta gerência. Técnicas para solução de problemas são aplicadas para a obtenção de sucesso na implantação de uma sistemática do programa TPM.

(ii) No Capítulo 4 foi demonstrado e avaliado os resultados através dos indicadores TPM. Estes indicadores são utilizados para medir o desempenho dos equipamentos e processos. O 0 apresenta os indicadores na situação inicial do equipamento e durante os dois primeiros anos de implantação do programa. Pode-se observar melhorias nos indicadores demonstrados. Entretanto, os principais indicadores de melhoria do equipamento piloto são o EGP, desperdício e número de reclamações.

(iii) O Capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica acerca do programa TPM. O programa está detalhado em 8 pilares. Cada um dos pilares auxilia os gestores a desenvolverem sistemáticas de eliminação de perdas na cadeia produtiva. As particularidades do programa TPM na indústria gráfica pode ser observado no Capítulo 4

O estudo de caso na empresa analisada apresenta a implantação do programa TPM na equipe piloto. Através dos 12 passos detalhados no Capítulo 3, a equipe de projeto desenvolveu as atividades de trabalho. A administração antiga utilizada para manutenção do equipamento proporcionava altos índices de falhas e refugos. O local de trabalho, antes desorganizado, deu lugar à organização e o trabalho em equipe.

Durante a realização do estudo de caso descrito nesta dissertação, as 16 Grandes Perdas foram identificadas no processo analisado. É importante salientar que existem várias possibilidades de melhoria objetivando eliminar e/ou reduzir perdas, ou seja, constatou-se que existe muito trabalho a ser realizado em relação a perdas no processo produtivo da indústria analisada.

Através da utilização dos três principais pilares (manutenção autônoma, melhorias individuais e manutenção planejada) descritos no estudo de caso, foi possível comprovar o quanto ações simples, entretanto sincronizadas, podem contribuir para redução de perdas dentro da linha de produção. O procedimento utilizado para identificar as perdas do equipamento foi o de relacionar e quantificar a fabricação de produtos defeituosos. É importante registrar que, em alguns casos, a perda por fabricação de produtos defeituosos ocorria pelo fato de o operador não ter sido instruído corretamente.

Durante as fases de implantação pode-se observar que as equipes de trabalho do setor de produção e manutenção possuíam maior vínculo (isto é, maior cuidado) com o equipamento. Entretanto, ainda não se pode observar uma melhoria na relação de ambos os setores.

Através da implantação do programa TPM, o principal indicador de produtividade do equipamento, a Eficiência Global de Produção (EGP), teve seu valor duplicado em 2 anos de trabalho. Isto indica que o equipamento teve sua capacidade de produção aumentada, dispondo de maior possibilidade de faturamento. O desperdício de papel foi reduzido em 36,6% desde seu índice inicial, demonstrando que o programa é capaz promover o trabalho em equipe e, conseqüentemente, a conquista de metas. O número de reclamações dos clientes passou de 8 para 2 reclamações anuais, fato este observado devido a equipe piloto restaurar o equipamento as suas condições originais.

Finalmente, conclui-se que, através da utilização dos conceitos do TPM revisados e aplicados neste trabalho, resultados relevantes podem ser alcançados na indústria gráfica analisada. A decisão de implementar esses conceitos nas demais linhas de produção desta empresa, provavelmente não terá como restrição a dificuldade em compreendê-los, mas o empenho dispendido na sua aplicação.

Como sugestões para trabalhos futuros, pode-se citar:

- a) Ampliar o estudo de caso abordando a implantação e os resultados obtidos na implantação na empresa como um todo;
- b) Analisar a influência do *Lean Manufacturing* no programa TPM;
- c) Avaliar as implicações práticas e vantagens decorrentes da utilização de diferentes técnicas de solução de problemas, e sua implicação no programa TPM.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIGRAF. *A economia da indústria gráfica*. Disponível em [www.abigraf.org.br](http://www.abigraf.org.br). Acesso em 20/01/2004.

BOHORIS G.A.; VAMVALIS C.; TRACEY W.; IGNATIADOU K. TPM implementation in Land-Rover with the assistance of a CMMS. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. v. 1, n. 4, p. 3-16, 1995.

CASES TPM. *Experiências (cases) brasileiras*. São Paulo: IMC, 1994.

CIGOLINI R.; TURCO F. TPM: a survey in Italy. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. v. 3, n. 4, p. 259-272, 1997.

DAL B.; TUGWLL P.; GREATBANKS R. Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement a practical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*. v. 20, n. 12, p. 1488-1502, 2000.

DUNDICS P. E. D. Reliability-Centered Maintenance Returns Benefits. *Quality*, v. 39, n. 2, p. 54-58, 2000.

DUNN R. L. Predictive Maintenance Technologies. *Plant Engineering*. v. 56, n. 6, p. 63-71, 2002.

EASTWOOD, M. A., Implementing Mass Customization. *Computer in Industries*. v. 30, p. 171-174, 1996.

EMILIANI M. L. Continuous personal improvement. *Journal of Workplace Learning*. v. 10, n. 1, p. 29-38, 1998.

GERAGHTY T. Beyond TPM. *Manufacturing Engineer*. p. 183-185, August, 1996.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 1991.

GIRO; *2o Anuário do Giro*. Grupo de Impressores com Rotativa Offset: São Paulo, 2003.

GUOJUN Z.; LUDO G.; LILIANE P. Object/objective-oriented maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance*. v. 8, n. 4, p. 306-318, 2002.

HARRISON A. Continuous improvement: the trade-off between self-management and discipline. *Integrated Manufacturing Systems*. p.180-187, November, 2000.

HUTCHINS D. Introducing TPM. *Manufacturing Engineer*. v. XX, p. 34-36, 1998.

IRELAND F.; DALE B.G. A study of total productive maintenance implementation. *Journal of Quality in Maintenance*. v. 7, n. 13, p. 183-191, 2001.

JEONG K.Y.; PHILLIPS D. T. Operational efficiency and effectiveness measurement. *International Journal of Operations & Production Management*. v. 21, n. 11, p. 1404-1416, 2001.

JIPM. *História do TPM e JIPM*. Disponível em <http://www.jipm.or.jp>. Acesso em:11/04/2003

KODALI R.; CHANDRA S. Analytical hierarchy process for justification of total productive maintenance. *Production Planning & Control*. v. 12, n. 7, p. 695-705, 2001.

LIZOTTE P. R. Using de Total Productive Manufacturing (TPM) model to drive to higher level of pollution prevention. *I.E.E.E*. v. 99, p 166-172, 1999.

LJUNGBERG, Õ. Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. *International Journal of Operations & Production Management*. v. 18, n. 5, p 495-507. 1998.

MCKONE K. E.; SCHROEDER R. G., CUA K. O. The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. *Journal of Operations Management*. v. 19, p. 39–58, 2001.

MOUBRAY, J.; *Reliability-centered maintenance*. New York, NY: Industria Press Inc., 1997.

NAKAJIMA, S. *Introduction to TPM*. Cambridge, MA: Productivity Press, 1988.

NAKAJIMA, S. TPM - a challenge to the improvement of productivity by small group activities. *Maintenance Management International*, n. 6, p. 73-83, 1986.

NAKAJIMA, S. *TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance*. Cambridge: Productivity Press, 1989.

PIRELLI. *Informações a respeito da implantação da TPM na Pirelli*. Disponível em: <http://www.pirelli.com.br>. Acesso em: 12/12/2002.

RIIS O. J.; LUXHOJ J. T.; THORSTEINSSON U. A situational maintenance model. *International Journal of Quality*. v. 14, n. 4, p. 349–366, 1997.

SHINOTSUKA S. *TPM Encyclopedia*. Material distribuído no curso pela JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance). Cali, CO, 2001.

SHIROSE K. *TPM Team Guide*. Portland, OR: Productivity, Inc. 1995.

SHIROSE K.; KIMURA Y.; NOKASU Y.; TANIGUCHI S.; TANAKA S.; YOSHIDA R.; MITOME Y. *Mantenimento Autônomo por Operários*. Madrid: TGP Hoshin, 1999.

SILVEIRA, G.; BORENSTEIN, D.; FOGLIATTO, F. S. – Mass Customization: Literature Review and Research Directions. *International Journal of Productions Economics*. v. 72, p. 1 – 13, 2001.

SUZUKI T. *TPM en industrias de proceso*. Madrid España: TGP HOSHIN, 1995.

SUZUKI, T. *TPM – Total Productive Maintenance..* São Paulo: JIPM & IMC, 1993.

SWANSON, L. Linking maintenance strategies to performance. *International Journal of Productions Economics*. v. 70, p. 237-234, 2001.

TAKAHASHI Y.; OSADA T.; *TPM/MPT Manutenção Produtiva Total*. São Paulo: Instituto IMAN, 1993.

TSANG, A. H.C. *Maintenance Performance Management in Capital Intensive Organizations*. Toronto, Canadá: Tesis of PhD in Mechanical & Industrial Engineering University of Toronto, 2000.

WIREMAN T. *Developing performance indicators in managing maintenance*. New York, NY: Industrial Press Inc., 1998.

XENOS H. G. *Gerenciando a Manutenção Produtiva*. Belo Horizonte: EDG, 1998.

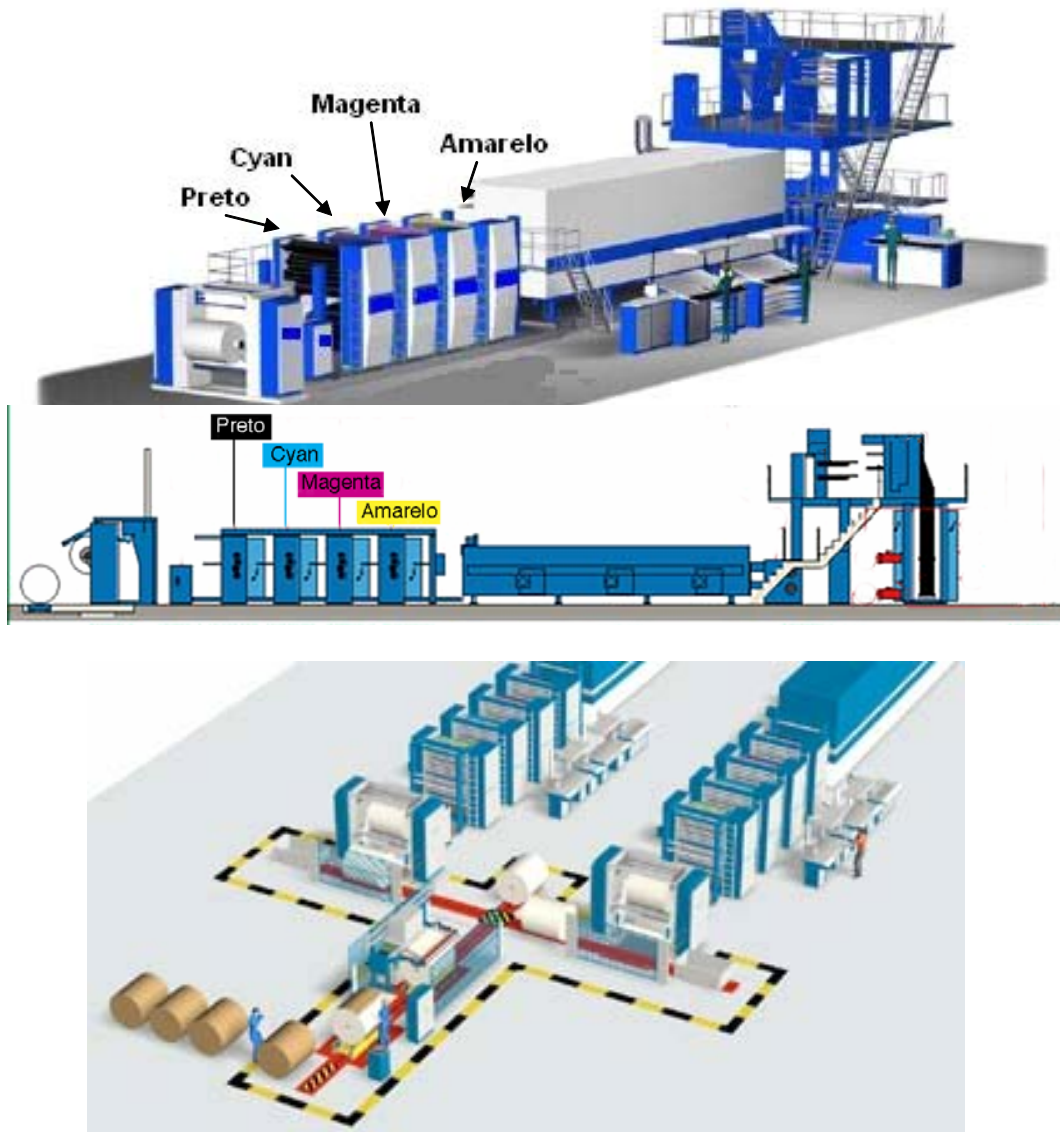
YAMASHITA, T. *TPM Instructor Course*. Tokyo: Japan Institute of Plant Maintenance, 1993.

YIN ROBERT K. *Estudo de Caso*. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YOSHIDA, K.; HONGO, E.; KIMURA, Y.; UENO, Y.; MITOME, Y.; KANEDA, S. and MORIMOTO, T. *Training for TPM. A Manufacturing Success Story*, edited by Naki - Fujikoshi Corporation, Cambridge: Productivity Press, 1990.



## ANEXOS

**ANEXO 1 FOTO DE UMA IMPRESSORA ROTATIVA**

## ANEXO 2 CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA TPM

	Ano 2002 Jan-Mar	Ano 2002 Abr-Jun	Ano 2002 Jul-Set	Ano 2002 Out-Dez	Ano 2003 Jan-Mar	Ano 2003 Abr-Jun	Ano 2003 Jul-Set	Ano 2003 Out-Dez	Ano 2004 Jan-Mar	Ano 2004 Abr-Jun	Ano 2004 Jul-Set	Ano 2004 Out-Dez	Ano 2005 Jan-Mar
Lançamento	Capacitação Introdutória												
	Capacitação Máquina Piloto												
	Equipe Piloto 1			Passo 1			Passo 2			Passo 3			
	Equipe 2			Passo 1			Passo 2			Passo 3			
	Equipe 3			Passo 1			Passo 2			Passo 3			
Manutenção Autônoma	Equipe 4			Passo 1			Passo 2			Passo 3			
	Identificar as perdas												
	Estabelecer Minuto a Minuto												
	Melhoria Individual												
Organizar dados de avarias mensais	Organizar dados de avarias mensais												
	Estabelecer Benchmarking e Metas												
	Monitoramento dos Dados TPM nas equipes piloto												
Manutenção Planejada	Desdobramento das falhas do equipamento piloto												
	Apoiar Manutenção Autônoma												
	Manutenção Preditiva												
	Restaurar a deterioração e corrigir as falhas												
Capacitação Treinamento	Capacitação Introdutória												
	Capacitação Equipes												
Controle Inicial	Capacitação LUP's, Etiquetas TPM, Segurança, 5S's, EGP, Minuto a Minuto, FMEA, Passo 1, 2 e 3												
	Escritório Eficiente												
Segurança e Meio Ambiente	Escritório Eficiente												
	Segurança e Meio Ambiente												



**ANEXO 4 QUADRO DE ATIVIDADES TPM**

## ANEXO 5 MATRIZ DE VERSATILIDADE

	<b>MATRIZ DE VERSATILIDADE</b>														LOCALIZAÇÃO:		DOC:	
															<b>Máquina 3</b>		ELABORADO POR:	
																		DATA:
																		REVISADO POR:
																		DATA:
Prensagem																		
Passagem de papel e acople																		
Alimentação de tinta																		
Troca de bobinas																		
Alimentação de solução de fonte																		
Troca de chapas																		
Ajuste de Dobra/guia																		
Ajuste de Tonalidade																		
Registro de Cores e Frente/Verso																		
Troca de Blanqueta																		
Troca de Dobra e Regulagem da dobradeira																		
Regulagem Rolos																		
Regulagem de Pressão																		
Densitômetro/Conductmetro																		
Manutenção Aulinoma																		
5 "S" - Housekeeping																		
Procedimentos ISO																		

	Em treinamento		Deve executar tarefas com auxílio		Apto a executar tarefas sem auxílio		Apto a executar e ensinar a tarefa
--	----------------	--	-----------------------------------	--	-------------------------------------	--	------------------------------------

## ANEXO 6 LIÇÃO DE UM PONTO

**TPM: LIÇÃO DE UM PONTO**

Aproximação da Lição de Um Ponto

**MOTOR-TINTA-TELECOLOR**

Proposta 27

Classificação:  Com Incentivo  Caixa de Melhoramento  Caixa de Problemas

**2ª PARTE (MOTOR DE TINTA)**

**PORQUÊ O AJUSTE DE TINTA NO PIND (HASTE) ZERO?**

R. Devido a grande quant. de motores danificados & a maioria não estão calibrados o zero do tinteiro com o zero da barra gráfica do telecolor. E outra a existência de motores que não funciona a proteção mecânica. Exemplo.

MOTOR QUE FUNCIONA A PROTEÇÃO MECÂNICA	MOTOR QUE NÃO FUNCIONA A PROTEÇÃO MECÂNICA	COMPONENTES DANIFICADOS
--	--	-------------------------

*Handwritten notes on the motor:*  
 HASTE ZERO  
 200g  
 100g

**16 GUARDE 3ª PARTE.**