

# *TPM – MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL*

Carlos Toshio Yamaguchi

São João Del Rei  
2005

Icap del-Rei  
Rua Herculano Veloso, 94 Matosinhos  
São João del-Rei - MG (32) 3372-5758  
icapdelrei@icapdelrei.com.br  
[www.icapdelrei.com.br](http://www.icapdelrei.com.br)

## SUMÁRIO

Índice de figuras .....	3
Índice de quadros.....	3
Resumo .....	5
Abstract.....	6
1 Introdução.....	7
2 Manutenção autônoma (MA) .....	11
3 Objetivos do TPM .....	14
4 Características do TPM .....	18
5 O TPM como índice de qualidade e produtividade.....	18
6 O TPM e a QS-9000 .....	19
7 Metodologia de implantação TPM .....	20
8 Etapas para a implantação do TPM .....	21
1ª etapa - Manifestação da Alta Administração Sobre a Decisão de Introduzir o TPM.....	23
2ª etapa - Campanha de Divulgação e Treinamento para Introdução do TPM. ....	23
3ª etapa - Estrutura para Implantação do TPM.....	24
4ª etapa - Estabelecimento de Diretrizes Básicas e Metas para o TPM. ....	24
5ª etapa - Elaboração do Plano Diretor para Implantação do TPM.....	25
6ª etapa - Início do Programa de TPM. ....	26
7ª etapa - Melhoria Individualizada nos Equipamentos para Maior Rendimento Operacional.....	27
8ª etapa - Estruturação para a Manutenção Espontânea. ....	28
9ª etapa - Estruturação da Manutenção Programada pelo Departamento de Manutenção. ....	29
10ª etapa - Treinamento para Melhoria do Nível de Capacitação da Operação e da Manutenção. ....	29
11ª etapa - Estruturação do Controle da Fase Inicial de Operação dos Equipamentos. ....	30
12ª etapa - Execução Total do TPM e Elevação do Nível Geral.....	30
9 A manutenção produtiva total – Considerações críticas gerais .....	30
Conclusão .....	36
Referências bibliográficas	

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA 1 – TPM 1º geração - Manutenção apoiada em cinco pilares.....	9
FIGURA 2 - Itens inseridos em indicadores de desempenho na aplicação do TPM.....	10
FIGURA 3 - Resultados da Manutenção Produtiva Total.....	11
FIGURA 4 – As quatro etapas de um operador.....	14
FIGURA 5 - Estrutura das Perdas no Equipamento/Instalação.....	16
FIGURA 6 – Iceberg representando causas invisíveis gerando uma falha visível.....	17
FIGURA 7 - Os 8 pilares de sustentação do desenvolvimento do TPM.....	21

## **ÍNDICE DE QUADROS**

QUADRO 1 – Pesquisa realizada pela Price Waterhouse - comparação do TPM com outros índices.....	18
QUADRO 2 - As 12 Etapas do Programa de Desenvolvimento do TPM.....	22

## LISTA DE SIGLAS

*TPM - Total productive maintenance*

*PM - Productive maintenance*

*CM - Corrective maintenance*

*JIPE Japan Institute of Plant Engineers*

*MP - Manutenção preventiva.*

*MA – Manutenção autônoma*

*JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance.*

*CCQ - Círculo de controle de qualidade*

*ZD - zero defeito*

*JK - Jishu Kanri (controle autônomo).*

*LCC (Life Cycle Cost)*

*MPT - Manutenção produtiva total*

*TQC - Total quality of control*

*TQM - Total quality of maintenance*

*IROG - Índice de Rendimento Operacional Global*

*ITO - Índice de Tempo Operacional*

*IPO - Índice de Performance Operacional*

*IAP - Índice de Aprovação de Produtos*

*IAP - Índice de Aprovação de Produtos*

*CCRs - Recursos com Capacidade Restrita*

## **RESUMO**

### **MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL**

O ambiente competitivo atual exige das empresas uma busca constante de melhoria em todos os aspectos. As empresas industriais, em particular, necessitam garantir que a manufatura tenha um desempenho acima dos concorrentes, aperfeiçoando seus métodos de lidar com o homem, com a máquina e com os demais recursos. A manutenção produtiva total é uma técnica de manutenção, com objetivo de maximizar a vida útil do equipamento pelo acompanhamento direto do operador dela que é a pessoa mais apta para avaliar as condições do equipamento (uma vez é ele que a opera). Para que a manutenção produtiva total seja eficaz, não só é necessário o envolvimento dos operadores, mas também o envolvimento de toda a alta gerência para que o programa seja bem sucedido. Sendo principal foco da TPM a quebra zero, são necessários treinamentos para os operadores para eles desenvolverem habilidades e usar a criatividade que eles possuem para a solução de problemas, ou melhoria do equipamento e que seja criado o sentimento que aquele equipamento pertence eles e que eles devam cuidar muito bem deles.

## **ABSTRACT**

### **TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE**

Once the current competitive atmosphere demands a constant search of improvement from the companies in all of the aspects. The industrial companies, in matter, need to guarantee that the manufacture has acting above the contestants, improving their methods of working with the man, with the machine and with the other resources. The total productive maintenance is a maintenance technique, in the tries to maximize the useful life of the equipment through the direct attendance of his operator, which is the most suitable person to evaluate the conditions of the equipment (once it is him who operates it). So that the total productive maintenance is effective, it is necessary not only the involvement of the operators, but the involvement of all from the high management for the program to be well happened. Being then the main focus of TPM the break zero, they are necessary trainings for the operators for them to develop abilities and use the creativity that they possess for the solution of problems, or improvement of the equipment and that it is created the feeling that that equipment belongs them and that should take care of him.

# MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

## 1 INTRODUÇÃO

A manutenção produtiva total, designada abreviadamente por TPM, É o conjunto de atividades onde mantém o compromisso voltado para o resultado. Sua excelência está em atingir a máxima eficiência do sistema de produção, maximizar o ciclo total de vida útil dos equipamentos aproveitando todos os recursos existentes buscando perda zero. É o conceito mais moderno de manutenção. A TPM exige a participação de todos os elementos da cadeia operativa, desde o operador do equipamento, passando pelos elementos da manutenção e pelas chefias intermédias, até aos níveis superiores de gestão.

A partir de 1951 (o que antecedia era manutenção pós quebra), desenvolveu-se a Preventive Maintenance - PM (manutenção preventiva) definida como um acompanhamento das condições físicas dos equipamentos, além de como um tipo de “medicina preventiva” aplicada aos equipamentos. Do mesmo modo que a expectativa da vida humana foi ampliada graças aos processos da medicina preventiva, a vida útil dos equipamentos industriais também pode ser prolongada através da aplicação de medidas preventivas. A manutenção preventiva visa evitar as interrupções de operações das funções desempenhadas por equipamentos ou dos componentes; perda da função definida do equipamento, falhas e ausência de funcionamento definitiva dos mesmos.

Em 1957, a mentalidade de se prevenir a quebras e falhas foi ainda mais desenvolvida surgindo a Corrective Maintenance – CM (manutenção por melhoria), é um sistema no qual o conceito de prevenção de defeitos em equipamentos foi ampliado, no sentido de se aplicar os mesmos aperfeiçoamentos de modo tanto a eliminar as ocorrências de defeitos quanto melhorar a capacidade de manutenção. A realização de melhorias para se evitar as quebras e falhas propicia um aumento na confiabilidade e facilita a manutenção (aumento da mantenebilidade).

A facilidade com que se pode realizar uma intenção de manutenção, probabilidade de um item avariado voltar ao seu estado operativo em um período de tempo dado traduz a manutenibilidade onde, a manutenção se realiza em condições determinadas e com meios e procedimentos estabelecidos.

A partir de 1960 a grande preocupação estava voltada aos novos projetos surgindo a Maintenance Prevention – MP (prevenção contra manutenção). Os projetos eram elaborados com a preocupação idealizada a não dar manutenção e assumia a união dos esforços para aproximar desse ideal, sendo também conhecida por maintenance free,

A partir de 1969, a Nippondenso, pertencente ao grupo Toyota, sediada no Japão introduziu o TPM, através da evolução da PM (Manutenção Produtiva), o qual pregava a PM com participação total e era chamada de “Total PM”. Esta evolução culminou na obtenção do “PM Award”, prêmio concedido pelo JIPE (Japan Institute of Plant Engineers) em 1971. Devido a excepcional desempenho obtido pela empresa, o TPM foi desde então desenvolvido e promovido pelo JIPE e posteriormente pela JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance).

A meta do TPM consiste então em aumentar a eficiência da planta e do equipamento. Para tanto o TPM utiliza-se a manutenção autônoma, onde os próprios operários desenvolvem rotinas de inspeção, lubrificação e limpeza. Padrões de limpeza e lubrificação são utilizados em um desenvolvimento na capacidade de operador em encontrar e resolver anomalias.

Na implantação do TPM, deve-se ter a devida atenção quanto aos preparativos e à criação das condições necessárias para sua implantação, pois preparação inadequada, metodologia incorreta ou falta de participação da alta gerência têm sido apontadas como causas de insucesso na sua implementação (Mirshawka & Olmedo, 1994).

Segundo o JIPM (2000), o TPM se apresenta em três fases: A primeira na qual foi iniciado no Japão, onde tinha seu foco na produção caracterizado pelo ideal de quebra zero e possuía cinco pilares (Figura 1). A segunda em 1989, na qual foi um aprimoramento da anterior, conhecida como TPM 2ª geração traduzia a visão aplicada para toda a empresa sustentada em oito pilares e trazia o compromisso de chegar à perda zero. E a terceira, conhecida como 3ª geração do TPM em 1997, que propunha satisfação global adicionada no rendimento à redução de custos, também desenvolvida em oito pilares. A mentalidade e a metodologia da manutenção do sistema de produção foi estabelecida inicialmente nos EUA que foi gradativamente sendo aprimorada no Japão.

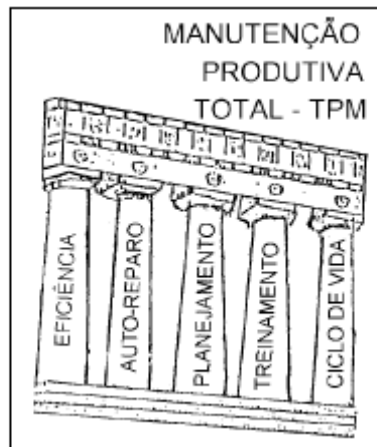


FIGURA 1 – TPM 1º geração - Manutenção apoiada em cinco pilares

Com a utilização da técnica do TPM é possível a eliminação das perdas decorrentes de má qualidade ou não conformidade, tanto do produto, processo ou equipamento, quanto do nível de atendimento.

A sua vantagem sobre os demais conceitos é que, com o TPM, é possível obter os indicadores de desempenho de produtividade, performance e qualidade atuais, e compará-los a um referencial de excelência (benchmarking).

Na figura 2, pode-se observar os itens inseridos em cada um dos indicadores de desempenho levantados através da aplicação da Manutenção Produtiva Total.

# TPM

## Indicadores para Benchmark

### **P** (Produção)

1. Produtividade da mão de obra
2. Produtividade do equipamentos
3. Produtividade com valor agregado
4. Rendimento da produção
5. Índice de operação da planta
6. Otimização de mão de obra

### **C** (Custo)

1. Redução de horas de manutenção
2. Redução de custos com manutenção
3. Redução de custos com Itens de Insumos
4. Economia de energia (ar comp., água, vapor, e outros)

### **S** (Segurança, Higiêne e Meio Ambiente)

1. Redução de paradas por acidente
2. Redução do número de acidentes
3. Eliminação de poluição e poluentes (óleo, materiais sintéticos, e outro)
4. Otimização no atendimento as exigências de proteção ambiental

### **Q** (Qualidade)

1. Redução de defeitos no processo
2. Redução de reclamações de clientes
3. Redução no índice de rejeição (defeitos)
4. Redução de contramedidas para eliminação de defeitos de qualidade
5. Redução de retrabalho/reaproveitamento

### **D** (Entrega / Pontualidade)

1. Redução de atrasos na entrega
2. Redução de inventários Insumos e produtos
3. Redução no índice de movimentação
4. Redução no estoque de peças de reposição

### **M** (Moral, Capacidade, Motivação, Comprometimento)

1. Aumento de sugestões de melhorias
2. Melhoria na frequência em grupos autônomos
3. Aumento de Lição Ponto-a-Ponto (LPP)
4. Incremento de anomalias detectadas

FIGURA 2 - Itens inseridos em indicadores de desempenho na aplicação do TPM

A existência destes valores e o conhecimento dos resultados da empresa permitirão aos gestores, através da aplicação do ciclo “PDCA”, maximizar a disponibilidade do equipamento para a produção e a capacidade produtiva das instalações das ações necessárias para obter-los, ao menor custo possível.

Na figura 3, uma representação esquemática, para melhor visualização.



FIGURA 3 - Resultados da Manutenção Produtiva Total

## 2 MANUTENÇÃO AUTÔNOMA (MA)

Com a evolução da tecnologia já no pós-guerra, foram instalados novos equipamentos e intensas inovações foram sendo executadas, onde os processos passaram a ser de alta precisão e complexidade. O crescimento da estrutura empresarial conduziu o departamento de operação a dedicar-se somente à produção, não restando alternativa ao departamento de manutenção, senão de se responsabilizar por quase todas as funções de manutenção. Porém, à medida que se passava para uma era de baixo crescimento, começavam a ser exigidas cada vez mais a competitividade da empresa e a redução de custos. Com isto, foi aprofundado o reconhecimento de que um dos pontos decisivos era a busca até o limite da utilização eficiente dos equipamentos já existentes atribuindo à produção algumas funções de manutenção. Por essa razão a manutenção autônoma que tem como núcleo à atividade de prevenção de deterioração, tem incrementado a sua necessidade como função básica da atividade de manutenção.

A atividade de pequenos grupos é uma característica peculiar no Japão, tais como atividades de círculo de controle de qualidade (CCQ), atividades dos grupos ZD (zero defeito) e as atividades JK (Jishu Kanri - controle autônomo). Estas passaram a ser amplamente difundida, consolidando-se a idéia de que "cada um executa e controla o seu trabalho" e levando essa mentalidade adiante, definiu-se que "cada um cuida de seu próprio equipamento". Em outras palavras surge a proposta da Manutenção Autônoma, (**JISHU-HOZEN**). A tradução pode parecer equivocada, mas trata-se de atividades de manutenção iniciada pela gerência e executadas em pequenos grupos.

Manutenção Autônoma também traduz como um processo de capacitação dos operadores, com o propósito de torná-los aptos a promover no seu ambiente de trabalho mudanças que garantam altos níveis de produtividade, sendo assim a manutenção autônoma significa mudar o conceito de "eu fabrico, você conserta" para "do meu equipamento cuidado eu".

A Manutenção Autônoma é desenvolvida nas habilidades dos operadores em sete passos.

- **1° passo** Limpeza inicial.
- **2° passo** Eliminação de fontes de sujeira e locais de difícil acesso.
- **3° passo** Elaboração de normas provisórias de limpeza, inspeção e lubrificação.
- **4° passo** Inspeção geral.
- **5° passo** Inspeção autônoma.
- **6° passo** Padronização.
- **7° passo** Gerenciamento autônomo.

O ato de limpar, checar, lubrificar e reapertar porcas e parafusos de forma rotineira, impede o desenvolvimento das falhas nos equipamentos. Estes esforços atribuídos aos operadores posicionam o pessoal de manutenção os mantenedores a concentrarem nas atividades mais sofisticadas. Para viabilizar o lema "do meu equipamento cuidado eu" são necessárias além da capacidade de fabricar produtos, quatro habilidades para se realizar a manutenção dos equipamentos.

#### – **Capacidade para descobrir anormalidades**

Possuir visão acurada para distinguir as anormalidades que não significa simplesmente "o equipamento quebrou" ou "surgiram peças defeituosas", considerar

verdadeira capacidade de reconhecimento das anormalidades do sistema de causas, "parece que vi quebrar", "parece que vão surgir peças defeituosas", etc.

De acordo com CAMPOS (1999) anomalias, "São quebras de equipamentos, qualquer tipo de manutenção corretiva, defeitos em produto, refugos, retrabalhos, insumos fora de especificação, reclamações de clientes, vazamentos de quaisquer naturezas, paradas de produção por qualquer motivo, atrasos nas compras erro em faturas, erro de previsão de vendas, etc. Em outras palavras: são todos os eventos que fogem do normal".

– **Capacidade de tratamento e recuperação**

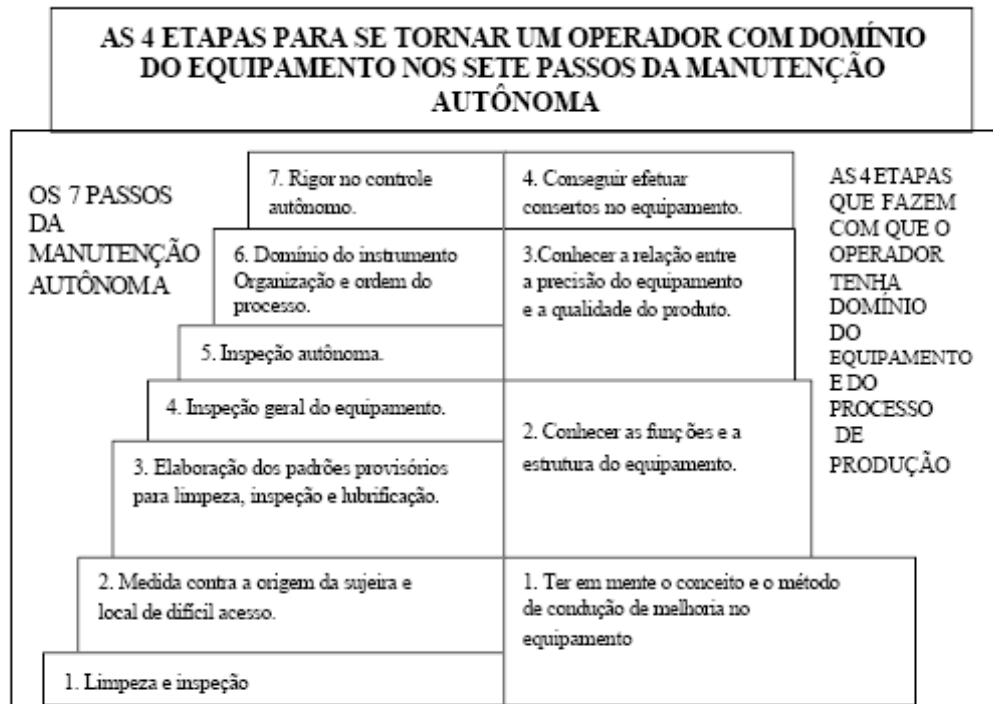
Conseguir executar com rapidez, as medidas corretas em relação às anormalidades. De acordo com o grau da anormalidade, é necessário tomar medidas mediante as avaliações precisas, relatando ao superior, à manutenção ou a outros departamentos.

– **Capacidade para estabelecer condições**

Saber definir quantitativamente os critérios de julgamento de uma situação normal ou anormal. Para isto os equipamentos devem estar definidos os níveis de trabalho no que se referem às pressões, temperatura e etc.

– **Capacidade de controle para manutenção da situação**

Cumprir rigorosamente as regras definidas. A prevenção antes da ocorrência da anomalia é que vai permitir a utilização segura do equipamento. Para tanto, é necessário cumprir as regras definidas, regras estas como: normas básicas de limpeza e lubrificação, normas básica de inspeção autônoma, etc. Por outro lado, quando as regras não podem ser cumpridas, deve-se examinar as razões pelas quais elas não são respeitadas, revisando-se os métodos de inspeção e promovendo melhorias no equipamento de forma a facilitar o cumprimento das regras.



Fonte: IMC internacional - JIPM (2000, p.IV-5)

FIGURA 4 – As quatro etapas de um operador

### 3 OBJETIVOS DO TPM

O TPM é um conceito gerencial que começa pela liberação da criatividade normalmente escondida e inexplorada em qualquer grupo de trabalhadores. Estes trabalhadores, freqüentemente atarefados em tarefas aparentemente repetitivas, têm muito a contribuir se, pelo menos, isto lhes for permitido. Seu objetivo é promover uma cultura onde os operadores sintam que eles "possuem" suas máquinas, aprendem muito mais sobre elas, e no processo se liberem de sua ocupação prática para se concentrar no diagnóstico do problema e projeto de aperfeiçoamento do equipamento. Desta forma, há um ganho direto.

Pode-se dizer que o objetivo do TPM é a "melhoria da estrutura empresarial mediante a melhoria da qualidade de pessoal e de equipamento". Melhoria da qualidade de pessoal significa a formação de pessoal adaptado à era da Automação Fabril. Em outras palavras, cada pessoa deve adquirir novas capacidades.

Mediante a melhoria da qualidade do pessoal realiza-se a melhoria da qualidade do equipamento. Na melhoria da qualidade do equipamento incluem-se os dois pontos seguintes:

- atingir a eficiência global mediante melhoria da qualidade dos equipamentos utilizados atualmente;
- elaborar o projeto **LCC** (Life Cycle Cost) de novos equipamentos e entrada imediata em produção.

Para atingir a eficiência global do equipamento, o TPM visa a eliminação das perdas, que a prejudicam. Tradicionalmente a identificação das perdas era realizada ao se analisar estatisticamente os resultados dos usos dos equipamentos, objetivando a determinação de um problema, só então investigar as causas. O método adotado pela TPM examina a produção de "inputs" como causa direta. Ele é mais pró-ativo do que reativo, uma vez que corrige as deficiências do equipamento, do operador e o conhecimento do administrador em relação ao equipamento. Deficiências de "input" (homem, máquina, materiais e métodos) são consideradas perdas, e o objetivo do TPM é a eliminação de todas as perdas que são:

1. Perdas por quebra.
2. Perdas por demora na troca de ferramentas e regulagem.
3. Perdas por operação em vazio (espera).
4. Perdas por redução da velocidade em relação ao padrão normal.
5. Perdas por defeitos de produção.
6. Perdas por queda de rendimento.

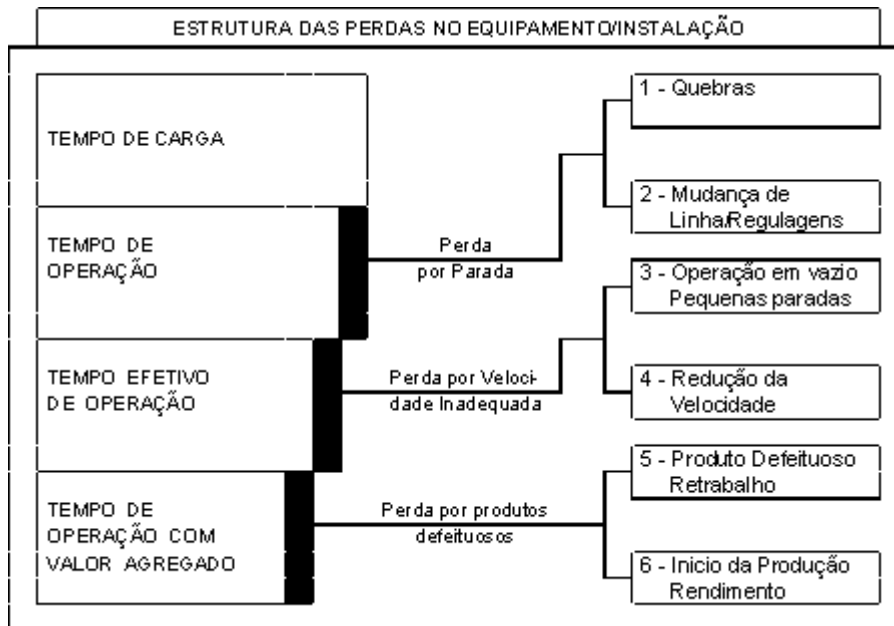


FIGURA 5 - Estrutura das Perdas no Equipamento/Instalação

As melhorias devem ser conseguidas por meio dos seguintes passos:

- a) Capacitar os operadores para conduzir a manutenção de forma voluntária.
- b) Capacitar os mantenedores a serem polivalentes.
- c) Capacitar os engenheiros a projetarem equipamentos que dispensem manutenção, isto é; o “ideal” da máquina descartável.
- d) Incentivar estudos e sugestões para modificação dos equipamentos existentes a fim de melhorar seu rendimento,

Aplicar o programa dos 8S:

1. Seiri = organização; implica eliminar o supérfluo.
2. Seiton = arrumação; implica identificar e colocar tudo em ordem.
3. Seiso = limpeza; implica limpar sempre e não sujar.
4. Seiketsu = padronização; implica manter a arrumação, limpeza e ordem em tudo.
5. Shitsuki = disciplina; implica a autodisciplina para fazer tudo espontaneamente.
6. Shido = treinar; implica a busca constante de capacitação pessoal.
7. Seison = eliminar as perdas.

8. Shikaro yaro = realizar coma determinação e união.

Aplicar as cinco medidas para obtenção da “quebra zero”:

1. Estruturação das condições básicas.
2. Obediência às condições de uso.
3. Regeneração do envelhecimento.
4. Sanar as falhas do projeto (terotecnologia).
5. Incrementar a capacitação técnica.

A idéia da “quebra zero” baseia-se no conceito de que a quebra é a falha visível. A falha visível é causada por uma coleção de falhas invisíveis como um iceberg ver figura 6.



FIGURA 6 – Iceberg representando causas invisíveis gerando uma falha visível

Logo, se os operadores e mantenedores estiveram conscientes de que devem evitar as falhas invisíveis, a quebra deixará de ocorrer. As falhas invisíveis normalmente deixam e ser detectadas por motivos físicos ou psicológicos.

#### 4 CARACTERÍSTICAS DO TPM

- Maximização da eficiência global das máquinas, através da eliminação das falhas, defeitos, desperdícios e obstáculos à produção.
- Participação e integração de todos os departamentos envolvidos, tais como o planejamento, a produção e a manutenção.
- Envolvimento e participação de todos, da direção de topo até aos operacionais.
- Colaboração através de atividades voluntárias desenvolvidas em pequenos grupos, para além da criação de um ambiente propício para a condução dessas atividades.
- Busca permanente de economias (proporcionar lucros).
- Deverá ser um sistema integrado.
- Manutenção espontânea executada pelo próprio operador.

#### 5 O TPM COMO ÍNDICE DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE

Para melhor destacar a importância do TPM na qualidade e produtividade, observe-se uma pesquisa da Price Waterhouse de São Paulo, realizada em 1000 empresas do país, no quadro 1, a seguir.

QUADRO 1 – Pesquisa realizada pela Price Waterhouse - comparação do TPM com outros índices

	<b>RP</b> %	<b>I</b> %	<b>NP</b> %	<b>RI</b> %	<b>NN</b> %	<b>NA</b> %
MRP II - Planejamento de recursos de manufaturados	25,2	10,4	21,7	3,5	24,3	14,9
Kanban - Sistema de acionamento da produção	26,4	9,9	16,5	2,5	28,1	16,6
Just-in-time junto ao fornecedor	24,0	14,4	36,8	4,0	15,2	5,6
Just-in-time junto ao cliente	19,6	10,7	31,2	5,4	20,5	12,6
Benchmarking	22,5	12,5	35,8	2,5	20,8	5,9
Desenvolvimento de fornecedores com qualidade assegurada	38,8	25,6	27,1	4,6	1,5	2,4
<b>Manutenção Produtiva Total (MPT)</b>	<b>12,1</b>	<b>24,1</b>	<b>41,4</b>	<b>1,7</b>	<b>17,2</b>	<b>3,5</b>

Sistema de Qualidade - ISO 9000	16,9	39,2	33,8	0,0	4,6	5,5
Desdobramento da função qualidade (QFD)	12,4	16,8	38,9	0,9	20,3	10,7
Programas de qualidade (TQM, TQS, TQC)	21,6	42,4	24,0	1,6	8,0	2,4
Controle estatístico do processo (CEP)	37,4	24,4	22,1	4,6	6,9	4,6
Células de produção	27,1	16,1	17,8	1,7	18,6	18,7
Células administrativas	15,3	11,7	27,9	0,0	27,9	17,2
Análise de valor	25,0	8,3	33,3	5,0	21,7	6,7
CAE, CAD, CAM - Engenharia/Desenho/Manufatura assistidos por computador	47,6	8,7	20,6	0,8	9,5	12,8
Automação industrial	38,1	12,7	22,2	0,0	15,1	11,9
Outros	18,2	9,1	9,1	9,1	27,3	27,3
<b>Total</b>	<b>25,2</b>	<b>17,5</b>	<b>27,1</b>	<b>2,8</b>	<b>16,9</b>	<b>10,5</b>
<b>RP</b> = Utiliza ou utilizou com resultados positivos; <b>I</b> = Em fase de implantação;						
<b>NP</b> = Não utiliza, mas tem planos de utilizar; <b>RI</b> = Utilizou com resultados insatisfatórios;						
<b>NN</b> = Não utiliza e não tem planos de utilizar; <b>NA</b> = Não se aplica à empresa.						

## 6 O TPM E A QS-9000

Os fornecedores de produtos e serviços para a indústria automobilística, atendendo as exigências de seus clientes e, visando a manutenção desta condição, estão sendo compelidos ao atendimento dos requisitos da QS-9000.

Numa análise mais apurada dos requisitos desta norma, observa-se que a utilização da metodologia TPM, de uma forma mais ampla e conceitual, aponta para a necessidade de controles, registros e acompanhamentos do processo de fabricação, que coincidem com aqueles preconizados pela QS-9000, o que poderá ainda vir a ser muito útil na viabilização de outras exigências da norma.

Nos pilares de sustentação do TPM, propostos na metodologia, apresentados a seguir, verifica-se, por exemplo, que tópicos como manutenção planejada, melhorias, educação e treinamento, segurança e meio ambiente, gerenciamento e manutenção para a qualidade, são itens que compõem os preceitos enunciados pela QS-9000.

Conforme o elemento 4.9 - Controle do Processo - da QS 9000 há que se observar o item que trata da manutenção preventiva. "Os fornecedores devem identificar os equipamentos chave do processo e providenciar recursos adequados para manutenção do equipamento/máquina, e desenvolver um sistema planejado de manutenção preventiva total que seja eficaz".

Desta forma, pode-se concluir que a aplicação do TPM só virá favorecer, beneficiar e garantir o cumprimento, com sucesso, as exigências do Sistema de Qualidade QS-9000, já que suas filosofias vem de encontro, uma à outra.

## **7 METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DO TPM**

No TPM, para a eliminação das 6 (seis) grandes perdas do equipamento, implementam-se as 8 (oito) atividades seguintes designadas como "8 pilares de sustentação do desenvolvimento do TPM" (figura 7), proposto pelo JIPM.

Na sua configuração inicial, o TPM contava com 5 (cinco) pilares ou atividades, estabelecidos como básicos para dar sustentação ao desenvolvimento da metodologia (ver figura 1).

Posteriormente foram incluídos mais 3 (três) atividades ou pilares, quais sejam: manutenção com vistas a melhoria da qualidade; gerenciamento; segurança, higiene e meio ambiente.

Ao todo, são eles:

- 1 - melhoria individual dos equipamentos para elevar a eficiência;
- 2 - elaboração de uma estrutura de manutenção autônoma do operador;
- 3 - elaboração de uma estrutura de manutenção planejada do departamento de manutenção;
- 4 - treinamento para a melhoria da habilidade do operador e do técnico de manutenção;
- 5 - elaboração de uma estrutura de controle inicial do equipamento;
- 6 - manutenção com vistas a melhoria da qualidade;
- 7 - gerenciamento;
- 8 - segurança, higiene e meio ambiente.

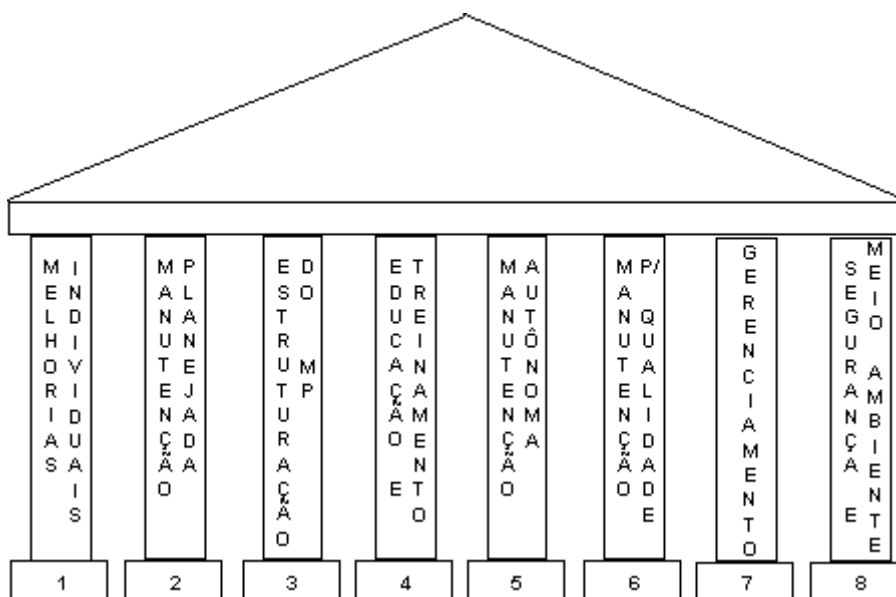


FIGURA 7 - Os 8 pilares de sustentação do desenvolvimento do TPM

## 8 ETAPAS PARA IMPLANTAÇÃO DO TPM

Conforme Tavares, a estimativa média de implementação do TPM é de 3 a 6 meses para a fase preparatória, e de 2 a 3 anos para início do estágio de consolidação, considerando que seja feita segundo as doze etapas sugeridas pela metodologia do JIPM.

O quadro 2 mostra as fases e suas respectivas etapas para a implementação da metodologia.

QUADRO 2 - As 12 Etapas do Programa de Desenvolvimento do TPM.

FASES	ETAPAS	PONTOS PRINCIPAIS
Preparação para a Introdução.	1. Manifestação da alta direção sobre a decisão de introduzir o TPM	Essa Manifestação deve acontecer num encontro interno da empresa sobre TPM, e deve ser publicada num boletim interno da empresa.
	2. Campanha de divulgação e treinamento para introdução do TPM.	Executivos: Realizam estudos em grupo, conforme os cargos que ocupam.  Funcionários em geral: passam por seções orientadas por projeção de "slides" ou outros recursos.
	3. Estrutura para implantação do TPM.	Comissão ou grupos de estudo por especialidade.  Secretaria.
	4. Estabelecimento de diretrizes básicas e metas para o TPM.	Benchmark e metas: previsão dos resultados.
	5. Elaboração do plano diretor para implantação do TPM.	Desde os preparativos para introdução até os detalhes da implantação.
Início da Introdução	6. Início do programa de TPM.	Convites: - Clientes;  - Empresas Relacionadas;  - Empresas Colaboradoras.
Implementação	7. Aperfeiçoamento individualizado nos equipamentos para melhorar rendimento operacional.	Seleção de um equipamento modelo: organização de uma equipe de projetos.
	8. Estruturação da manutenção por iniciativa própria.	Método de evolução passo a passo, diagnóstico e aprovação.
	9. Estruturação da manutenção programada pelo departamento de manutenção.	Manutenção periódica, manutenção preditiva, controle de construções, peças sobressalentes, ferramentas e desenhos.
	10. Treinamento para melhora do nível de capacitação da operação e da manutenção.	Treinamento concentrado dos líderes: treinamento das outras pessoas envolvidas.
	11. Estruturação do controle da fase inicial de operação dos equipamentos.	Projeto MP: controle de flutuação na fase inicial: LCC
Consolidação	12. Execução total do TPM e elevação do nível geral.	Recebimento do prêmio PM: busca de maior desafio através de objetivos cada vez mais ambiciosos.

## **8.1 1ª etapa - Manifestação da Alta Administração Sobre a Decisão de Introduzir o TPM**

A decisão da alta direção de adotar o TPM deverá ser divulgada para todos os funcionários, pois todos deverão se preparar psicologicamente para colaborar na consecução das expectativas e metas a serem atingidas com o programa em questão.

Em reunião de diretoria ou com as gerências a alta direção deverá declarar sua decisão pela introdução do TPM.

A organização de eventos, como seminários e encontros sobre TPM, direcionados para todos os executivos e o pessoal de chefia da empresa deve ser levada a efeito, e nestas oportunidades, se deve afirmar novamente a decisão de introduzir o TPM. A publicação desta declaração deve ser feita nos boletins internos da empresa.

É recomendável que o TPM seja desenvolvido a nível da empresa como um todo, contudo, quando se tratar de uma empresa de grande porte, e que possua muitas divisões em vários locais, deve-se selecionar algumas divisões ou localidades como modelos, e efetuar nestes a introdução piloto do TPM. A partir dos resultados obtidos nestas áreas-piloto pode-se passar a difundir o TPM por toda a empresa.

## **8.2 2ª etapa - Campanha de Divulgação e Treinamento para Introdução do TPM.**

O TPM é um movimento para o aperfeiçoamento da empresa através do aprimoramento das pessoas e dos equipamentos. Assim, à medida que se faz treinamento para a introdução do TPM em todos os níveis hierárquicos, consegue-se maior compreensão sobre o assunto por todos, que, além disso, passarão a utilizar uma linguagem comum, aumentando sua vontade para enfrentar o desafio proposto pelo TPM.

Recomenda-se que a mídia a ser utilizada na campanha interna seja através de "posters" e "slogans".

O simples fato de o executivo principal ter decidido colocar em prática o TPM não é suficiente para que o programa se desenvolva por si só. Tal desenvolvimento será possível somente após a realização de treinamentos adequados.

Nesta etapa, não apenas o setor de produção, mas todos os demais setores, como pesquisa e desenvolvimento, projetos, área técnica de produção, vendas, compras,

contabilidade, pessoal, administração e outros, deverão também receber treinamento introdutório, o qual nada mais é que um esclarecimento e conscientização sobre o TPM.

### **8.3 3ª etapa - Estrutura para Implantação do TPM.**

O objetivo desta etapa é criar uma estrutura matricial para promover o TPM, que junte a estrutura horizontal formada por comissões e equipes de projetos com a estrutura formal, hierárquica e vertical. Além disso, deve-se gerenciar participativamente através de pequenos grupos multifuncionais.

Ao se desenvolver o programa de TPM em nível da empresa como um todo se deve constituir uma comissão de TPM de toda a empresa, que se preocupará em promover a implantação do programa de forma global.

Igualmente, será necessário estabelecer uma comissão de promoção do TPM em cada divisão ou filial. Sugere-se criar uma secretaria administrativa de promoção do TPM e designar uma pessoa dedicada, que será responsável pelo programa.

Dependendo da necessidade, pode-se estabelecer, ainda, grupos de estudo ou equipes de projetos visando melhorias individualizadas nas áreas de divulgação, treinamento, manutenção espontânea, manutenção programada e controle dos equipamentos na fase inicial, entre outras.

Deve-se, também, criar e desenvolver, dentro da estrutura formal, pequenos grupos voltados para o TPM, que terão como líderes os responsáveis de primeira linha da empresa.

O sucesso ou insucesso do programa de TPM dependerá enormemente de quem for escolhido para presidente da comissão de implantação de TPM.

Os executivos deverão comparecer assiduamente às reuniões da comissão e liderá-las de forma positiva e efetiva.

### **8.4 4ª etapa - Estabelecimento de Diretrizes Básicas e Metas para o TPM.**

O TPM deve ser parte integrante das diretrizes básicas da administração da empresa, bem como dos seus planos de médio e longo prazo. Além disso, as metas do TPM devem fazer parte das metas anuais da empresa e sua promoção deve ser feita de acordo com as diretrizes e metas da empresa.

É importante definir claramente a postura que se deseja para cada nível hierárquico, decorridos 3 a 5 anos após a introdução do TPM. Deve-se também estabelecer metas para a incorporação dos conceitos e das principais sugestões para execução, obtendo o consenso de toda a empresa sobre estas questões.

Deve-se fazer uma previsão do tempo necessário para alcançar um nível que permita à empresa concorrer ao prêmio PM (Prevenção da Manutenção), assim como definir os objetivos a serem alcançados nessa época (tais como metas relativas à redução de quebras, aumento do rendimento geral dos equipamentos, etc.) Para isso, é necessário efetuar um levantamento criterioso de cada item da meta, dos índices atualmente verificados, e monitorá-los.

Recomenda-se fazer comparações entre a situação atual e o objetivo visado, ou seja, quando se atingir o nível de concorrer ao prêmio PM, fazendo uma previsão dos resultados e alocando recursos adequados para tal execução.

Ao se introduzir o TPM deve-se buscar, sem dúvida, a conquista do prêmio PM. Entretanto, o prêmio no mínimo deve ser um meio para melhorar os resultados, mas não um fim, pois o que realmente importa é a realização de melhorias.

Como meta para o TPM alcançar um nível que permita o recebimento do prêmio PM, devem-se propor metas ambiciosas, como a redução do índice de defeitos de 10 para 1, ou a elevação da produtividade em 50 %. Além disso, é importante a criação de um "slogan" que eleve o moral de todos os funcionários e seja facilmente compreendido. Inclusive por pessoas de fora da empresa.

## **8.5 5ª etapa - Elaboração do Plano Diretor para Implantação do TPM.**

Elaborar um plano de metas (Plano Diretor) que englobe desde os preparativos para a introdução do TPM, até a etapa de avaliação para o prêmio PM. Durante o desenvolvimento do Plano Diretor deve-se medir sua promoção tendo em mente o propósito de alcançar o nível esperado de avaliação, em base anual.

Inicialmente deve-se elaborar um cronograma contendo as 12 etapas previstas no programa de desenvolvimento do TPM, especialmente o proposto nos pilares básicos do TPM, e indicando claramente o que deve ser feito e até quando. O cronograma, estabelecido a nível da empresa como um todo ou de suas divisões ou filiais, é denominado Plano Diretor.

Baseando-se nesse Plano Diretor, cada departamento, seção ou unidade deverá elaborar o seu próprio cronograma.

Anualmente efetua-se a comparação entre o previsto e o real, fazendo-se uma avaliação do progresso conseguido e introduzindo correções de acordo com a necessidade.

Como o TPM visa o aprimoramento das pessoas e dos equipamentos, se não houver tempo suficiente não se alcançará a melhora desejada. A elaboração do Plano Diretor deve considerar um espaço de tempo suficiente para que surjam resultados.

Para o desenvolvimento de cada um dos pilares básicos deve-se elaborar um manual que possibilite a qualquer pessoa a compreensão do desenvolvimento do programa de TPM.

A comissão deve reunir-se mensalmente para verificar o progresso e avaliar a evolução do programa.

## **8.6 6ª etapa - Início do Programa de TPM.**

Encerrada a fase preparatória, terá início a implantação do programa. Trata-se, nesta etapa, de fazer frente ao desafio de "zerar" as seis grandes perdas dos equipamentos, procurando que cada funcionário da empresa compreenda as diretrizes da Diretoria, conseguindo assim elevar a motivação moral de todos para participar, desafiando as condições limites atuais, e atingir as metas visadas.

É preciso programar uma cerimônia para lançar o desafio de eliminar as seis grandes perdas, com garra e disposição, e conseguir o apoio de todos os funcionários às diretrizes emanadas da Diretoria.

A cerimônia deve ser um encontro de todos os funcionários, no qual:

- É reafirmada a decisão da Diretoria de implantar o TPM;
- O procedimento de promoção do TPM é explicado, bem como as diretrizes básicas do programa, suas metas, o Plano Diretor e outros aspectos;
- É feita, por um representante dos funcionários, uma declaração solene de aceitação do desafio de conquistar o prêmio PM;
- São recebidas manifestações de incentivo por parte de visitantes presentes ao evento;

Para esse encontro deverão ser convidados os clientes, empresas fornecedoras e empresas coligadas.

Até a data de início do programa propriamente dito, o treinamento visando à introdução ao TPM, para todos os funcionários da empresa, já deverá estar concluído.

### **8.7 7ª etapa - Melhoria Individualizada nos Equipamentos para Maior Rendimento Operacional.**

Selecionando-se um equipamento piloto e formando-se uma equipe de projeto, composta por pessoal da engenharia de processo e da manutenção, supervisores de linha de produção e operários, é possível efetuar as melhorias individualizadas destinadas a elevar o rendimento dos equipamentos e comprovar os efeitos positivos do TPM.

Como equipamento piloto, deve ser escolhido aquele que seja um gargalo de produção, ou onde estejam ocorrendo perdas crônicas nos últimos 3 meses, pois assim, após a introdução das melhorias pretendidas, será possível obter resultados altamente positivos.

Dentre os temas para melhoria, deve-se escolher qual das 6 grandes perdas (quebras, "setup" e ajustes, perdas devidas ao ferramental, operação em vazio e paradas momentâneas, redução da velocidade, defeitos no processo e início de produção, e queda no rendimento), é aquela que melhor atende à necessidade de redução de perdas.

Ao demonstrar melhorias individualizadas através de equipes de projeto com temas específicos, é possível demonstrar as reais habilidades do pessoal de engenharia de processo e de manutenção. Ao disseminar a melhoria individualizada lateralmente, cada líder de grupo poderá realizar as melhorias nos equipamentos do seu próprio local de trabalho, através de pequenos grupos.

Para as melhorias individuais é necessário utilizar todos os métodos relevantes, tais como a engenharia industrial, o controle de qualidade, engenharia de confiabilidade, ou outros. Para eliminar perdas crônicas em um equipamento pode-se utilizar uma das metodologias da engenharia de confiabilidade mais eficazes, que é o método de análise de PM - Prevenção da Manutenção.

Cada setor ou seção deve selecionar um único equipamento piloto, pois não se deve atuar sobre muitos ao mesmo tempo. É sempre recomendável que se inclua, como membro da equipe, alguma pessoa que domine o método de análise de PM.

## **8.8 8ª etapa - Estruturação para a Manutenção Espontânea.**

O objetivo desta etapa é fazer com que a atitude segundo a qual, cada pessoa se encarrega de cuidar efetivamente de seus próprios equipamentos, seja definida para todos os trabalhadores da empresa. Ou seja, a habilidade de executar uma manutenção espontânea deve ser adotada por cada operador.

Para o desenvolvimento da manutenção espontânea deve-se proporcionar treinamento a cada passo, executar as manutenções, e as chefias devem avaliar os resultados que, uma vez aprovados, permitirão prosseguir para o passo subsequente.

Na primeira etapa (limpeza inicial) deve-se, juntamente com a limpeza, identificar pontos onde haja defeitos e efetuar o reparo dos mesmos, ou seja, aprender que fazer a limpeza é efetuar a inspeção.

Na segunda etapa (medidas contra fontes geradoras de problemas e locais de difícil acesso), deve-se inicialmente providenciar ações contra fontes geradoras de problemas e proceder à melhoria do acesso a pontos normalmente difíceis. Com isso será possível reduzir o tempo gasto para efetuar a limpeza e a lubrificação.

Na terceira etapa (elaboração de normas para limpeza e lubrificação) as normas que serão seguidas devem ser elaboradas pelo próprio usuário.

Na quarta etapa (inspeção geral) faz-se o treinamento nas técnicas específicas de inspeção (por exemplo, os ajustes de parafusos e porcas). Executando-se a inspeção geral, pequenos defeitos nos equipamentos são detectados, procedendo-se em seguida ao efetivo reparo, até que os equipamentos atinjam o estado que deveriam ter.

Na quinta etapa (inspeção espontânea) efetua-se a inspeção espontânea com a finalidade de manter as condições de performance originalmente concebidas para o equipamento.

Na sexta etapa (arrumação e limpeza) definem-se as ações necessárias ao controle das estações de trabalho e sua manutenção.

Na sétima etapa (efetivação do autocontrole) as habilidades adquiridas nas etapas 1 a 6 serão utilizadas para dar continuidade à manutenção espontânea e às atividades de melhoria dos equipamentos.

As etapas 1 a 4 referem-se à parte fundamental do aprimoramento das pessoas e dos equipamentos. Ao realizá-las com paciência e perseverança certamente serão alcançados os resultados esperados.

Deve-se evitar pintar corredores e equipamentos sem que antes sejam eliminadas as sujeiras, ferrugens, lixo, vazamentos de óleo e outros.

### **8.9 9ª etapa - Estruturação da Manutenção Programada pelo Departamento de Manutenção.**

Nesta etapa a produção e a manutenção buscam complementar-se, com a adoção da manutenção autônoma ou voluntária pela produção, enquanto a área de manutenção se encarrega da condução do planejamento da manutenção.

O departamento de manutenção se desloca para uma nova modalidade de trabalho que é o da incorporação de melhorias. O planejamento da manutenção é a prática tradicional recomendada para a preservação de máquinas, equipamentos e instrumentos, através da preparação dos calendários de trabalho e a definição das normas e padrões para a sua condução, não se tratando, portanto, de algo inédito.

### **8.10 10ª etapa - Treinamento para Melhoria do Nível de Capacitação da Operação e da Manutenção.**

Desenvolver novas habilidades e conhecimentos, tanto para o pessoal de produção quanto para o de manutenção, é o que preconiza esta etapa.

Não se trata do mesmo programa estabelecido na fase inicial, a segunda etapa, que se baseia na conscientização, mas sim, busca a obtenção dos conhecimentos suplementares e habilidades necessárias, através de aulas teóricas e práticas, desenvolvidas nos centros de treinamento das empresas, constituindo-se como parte integrante do programa de formação profissional, visando à boa performance no trabalho.

Portanto, nesta etapa, a empresa deve encarar este programa de educação e treinamento como um investimento, no qual não se deve economizar, visto que apresenta um retorno garantido.

### **8.11 11ª etapa - Estruturação do Controle da Fase Inicial de Operação dos Equipamentos.**

Esta é uma etapa designada aos órgãos de engenharia da empresa, tanto no que se refere aos processos, como no que se refere à determinação ou construção de máquinas, buscando o máximo rendimento operacional global.

É nesta fase, que os levantamentos das inconveniências, imperfeições e a incorporação de melhorias são efetivadas, mesmo nas máquinas novas, onde os conhecimentos adquiridos possibilitam o desenvolvimento de projetos onde estejam presentes os conceitos de PM - Prevenção da Manutenção, destinada a conquista de resultados de máquinas com Quebra Zero/Falha Zero.

A aquisição de uma nova máquina deve levar em conta também estes conceitos de PM, além dos fatores econômicos e financeiros, variáveis que, em função dos equipamentos atualmente disponíveis no mercado, nem sempre são atendidas satisfatoriamente.

### **8.12 12ª etapa - Execução Total do TPM e Elevação do Nível Geral.**

Esta é a etapa da consolidação do TPM onde se dá o incremento do nível geral da sua performance. Com a conquista desse marco a empresa estaria habilitada a inscrever-se ao Prêmio PM de Excelência em Manutenção, concedido pelo JIPM.

## **9 A MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL – CONSIDERAÇÕES CRÍTICAS GERAIS**

Algumas observações devem ser feitas no que tange à interpretação do significado da MPT. A seguir estão apresentadas visões progressivamente mais amplas do problema para chegar a uma visão, o mais abrangente possível, do que parece ser o real significado da TPM.

- A MPT pode ser visualizada como uma forma de reduzir os custos globais de manutenção. Na fábrica JIC, toda a manutenção é feita pelo Departamento de Manutenção. Sendo assim, o conjunto global de tarefas de manutenção, correspondente a certo número de horas globais, devem ser assumidas

completamente pelo setor de manutenção. Porém, muitas tarefas de manutenção podem ser realizadas pelos operadores das máquinas. Por exemplo: limpeza das máquinas, medidas contra as fontes de sujeira das máquinas, lubrificação das máquinas, procedimentos básicos de hidráulica, pneumática, elétrica e eletrônica. Algumas destas tarefas, por exemplo limpeza de máquinas e lubrificação, podem ser assumidas pelos operadores de máquina no curto-prazo. Outras tarefas exigem um treinamento amplo de médio e longo prazo, por exemplo, ações de manutenção hidráulica e pneumática. Na medida em que os operadores de máquina passam a assumir várias tarefas anteriormente realizadas pelo setor de manutenção, **mesmo que a carga de trabalho permaneça a mesma, reduzir-se-á a carga de trabalho global do departamento ou do setor de manutenção**. Conseqüentemente, o custo global de manutenção cairá, na medida em que a Força de Trabalho diretamente alocada na Manutenção será menor. De outra parte, o trabalho de manutenção poderá ser absorvido pelos trabalhadores ligados à produção, na medida em que o dimensionamento do padrão de trabalho seja feito levando em consideração as novas tarefas associadas à manutenção de seus equipamentos.

- O TPM tem um significado mais abrangente do que a simples transferência de certa quantidade de tarefas, anteriormente realizadas pela manutenção, para os operadores. Desta forma o ponto crítico da TPM seria que o equipamento fosse cuidado permanentemente pelo seu próprio 'dono'. O pressuposto é que, na medida em que os operadores passam a preocupar-se com a manutenção dos equipamentos e a atuar na execução de pequenas manutenções, não só reduz-se o número de paradas de máquinas devido à problemas de manutenção como impede-se que estas paradas sejam abruptas, ou seja não programadas, na medida em que os operadores das máquinas têm capacidade de detectar os problemas nos estágios iniciais, portanto de forma preventiva, da aparição dos mesmos.
- Uma visão mais abrangente relaciona-se com a questão de impedir a deterioração acelerada dos equipamentos. Esta visão relaciona-se com a Manutenção Preventiva, uma das bases da MPT. Faz se uma analogia entre a manutenção (da saúde) dos equipamentos e a manutenção da saúde das pessoas (medicina preventiva). O objetivo da medicina preventiva consiste em reduzir a incidência das doenças e aumentar, de forma considerável, o tempo de vida das pessoas. Na medicina preventiva, é dada ênfase na prevenção da doença para impedir que ela ocorra. Isto implica em uma dieta saudável e em manter as condições de higiene em padrões

aceitáveis. Em um outro estágio são feitas revisões periódicas, diagnóstico feito por especialistas, visando promover, o mais cedo possível, a detecção das eventuais doenças e o tratamento das mesmas. A intervenção do médico, ou seja, o tratamento em si da doença corresponde ao estágio final do processo. De forma análoga, a manutenção diária dos equipamentos (lubrificação, limpeza, ajuste nos parafusos, etc...) serve para prevenir os equipamentos das falhas potenciais. Da mesma forma que as pessoas são responsáveis pela sua saúde, as pessoas ligadas aos equipamentos devem ser responsáveis pela 'saúde' dos equipamentos. Os operadores devem ter responsabilidade direta pelos equipamentos que operam. O pessoal específico alocado na manutenção, por sua vez, é responsável por tarefas mais nobres que incluem: a inspeção periódica dos equipamentos (ou seja, fazer o *checkup* dos equipamentos) e os reparos preventivos, que correspondem à atuação dos médicos diretamente em doenças já detectadas no paciente. Desta forma, a Manutenção Preventiva corretamente executada **reduz o número de quebras**, ou seja, o número de doenças, contribuindo definitivamente para o incremento da vida útil dos equipamentos. O MPT é mais do que simplesmente a Manutenção Preventiva. Para compreender o significado mais abrangente da MPT é preciso analisar o ciclo de vida dos equipamentos como um todo.

- De acordo com os Princípios da Engenharia de Confiabilidade, as causas de falhas nos equipamentos mudam no tempo (Nakajima, 1989). Pode-se considerar três grandes períodos distintos. No primeiro período o equipamento é novo, ou seja, está sendo introduzido nas Fábricas. As taxas de falhas são altas, e vão sendo reduzidas até se estabilizarem no tempo. No segundo período, as taxas médias de falhas estabilizam no tempo, permanecendo constantes por um longo período de tempo. No período final, os equipamentos entram em uma fase de desgaste acelerado, ou seja, as taxas médias de falhas voltam a subir de forma acelerada. As falhas que ocorrem nestes três períodos de tempo têm causas diferenciadas. Na fase da introdução de novos equipamentos as causas das falhas relacionam-se com o projeto e os erros de fabricação. O importante nesta fase consiste em combater estas falhas no *start-up* da planta, o que deve ser feito com as pessoas relacionadas ao projeto e à fabricação dos equipamentos. Descobrir e melhorar os problemas de manutenção dos equipamentos nesta fase implica em melhorar o desempenho do mesmo ao longo de toda a vida útil. Na segunda fase as chances de falhas estão intimamente ligadas aos erros na operação dos equipamentos. As medidas para minimizar estes erros passam pela

necessidade de assegurar uma operação apropriada dos equipamentos. Na terceira fase, a do desgaste dos equipamentos, as falhas ocorrem devido ao limite natural de vida útil dos equipamentos. A vida útil dos equipamentos pode ser aumentada via: i) uma correta Manutenção Preventiva; ii) melhorias contínuas nas condições de manutenibilidade através de melhorias contínuas no projeto dos equipamentos. Assim, uma **visão abrangente da MPT** deve levar em conta **toda a vida útil do equipamento** e, portanto, depende da **cooperação de todos os departamentos**, mais especificamente dos **departamentos de projeto/planejamento, manutenção e operação (fabricação)**. Uma visualização ainda mais ampla da MPT consiste em adicionar ao conceito exposto acima, dois pontos importantes: i) uma relação de hierarquização no que tange aos Sistemas de Produção com Estoque-Zero; ii) uma visualização da MPT de um ponto-de-vista dos ciclos gerenciais de Rotina. Melhorias e Desenvolvimento de Produtos e Processos do TQC. Em seu primeiro sentido, a TPM é central para os Sistemas de Produção com Estoque-Zero/Sistema Toyota de Produção na medida em que, quanto menor for a quantidade de estoques existentes entre as máquinas, maior a necessidade de garantir a continuidade das máquinas para que o sistema alcance o desempenho econômico projetado. No segundo sentido uma interessante interpretação da MPT consiste em visualizá-la a partir de uma ótica análoga aos ciclos gerenciais do TQC/TQM, qual seja: i) os ciclos de rotina de manutenção devem ser dominados tecnologicamente pelos operadores de máquinas com o auxílio restrito de profissionais ligados diretamente à manutenção; ii) Com o ciclo de rotinas dominados na base do sistema, é poupado um tempo precioso pelos profissionais de manutenção que passam a ser responsáveis centrais pelas melhorias contínuas – ciclo de melhorias - nas máquinas e processos; iii) as chefias e os engenheiros de manutenção, dado que os ciclos de rotinas e melhorias estão dominados pelos níveis hierárquicos inferiores, ficam responsáveis pelo desenvolvimento de novos projetos de máquinas que facilitem a manutenção e pelo Planejamento Global da Manutenção.

- A MPT possui um medidor de performance intitulado de Índice de Rendimento Operacional Global (IROG) do Equipamento. Este indicador relaciona-se diretamente com o conceito de Quebra-Zero dos equipamentos. A Quebra-Zero dos equipamentos é obtida via a eliminação das 6 grandes Perdas da TPM .A partir dessas perdas, pode-se calcular três índices independentes dessas perdas: o Índice de Tempo Operacional, o Índice de Performance Operacional e o Índice de Aprovação

de Produtos. O Índice de Tempo Operacional (ITO) é obtido da seguinte forma:  $(\text{Tempo Total} - \text{Tempo Parado}) / \text{Tempo Total}$ . O ITO representa uma análise das chamadas Perdas por parada. Ele atende às expectativas, a partir de uma ótica empírica quando for superior a 90% (Nakajima, 1988). O Índice de Performance Operacional (IPO) é obtido como segue:  $(\text{Ciclo teórico} \times \text{Quantidades Produzidas}) / \text{Tempo de Funcionamento}$ . O IPO representa a análise das Perdas por mudança de velocidade. Ele atende às expectativas quando for maior do que 95% (Nakajima, 1988). O Índice de Aprovação de Produtos (IAP) é calculado pela fórmula  $(\text{Peças Produzidas} - \text{Peças Defeituosas}) / \text{Peças Produzidas}$ . O IAP é considerado bom se for maior do que 99% (Nakajima, 1988). O IROG dos equipamentos é medido pela seguinte fórmula:  $\text{ITO} \times \text{IPO} \times \text{IAP}$ . O IROG é considerado suficiente quando atingir, no mínimo, aproximadamente 85%, ou seja, 0,90 (90% do ITO) multiplicado por 0,95 (95% do IPO) e por 0,99 (99% do IAP).

- Críticas sobre a adoção de um indicador “o Índice de Rendimento Operacional Global do Equipamento” são relevantes, pois, fica claro que a criação do indicador Índice de Rendimento Global Operacional do(s) Equipamento(s), muito embora seja calculado a partir do rendimento **individual de cada máquina**, tem uma preocupação ampla com o fluxo global de produção, ou seja, o fluxo de materiais no tempo e no espaço. Portanto, torna-se necessário observá-lo cuidadosamente tendo como referência a Função-Processo e os Indicadores Globais e Operacionais.
- **Focar** as melhorias nas restrições do sistema. Sendo assim, o indicador da MPT não deverá ser utilizado em todas as máquinas e sim nas máquinas críticas, ou seja, o(s) gargalo(s) e/ou os Recursos com Capacidade Restrita – CCRs. Desta forma, ações que melhoram o indicador local Rendimento Global do Equipamento terão como consequência a manutenção e/ou melhoria do Ganho e a redução das Despesas Operacionais e dos Inventários.
- **Analisar criticamente** o uso do indicador nas máquinas que restringem a produção. Por exemplo, reduzir os tempos de preparação contribui diretamente para aumentar o Rendimento Global do Equipamento. Porém, cabe uma questão: ao reduzir-se o tempo para uma dada preparação, deve-se continuar com o mesmo tamanho do lote, o que fará com que o Índice de Rendimento Operacional Global do Equipamento aumente, ou seguir a política global do STP de reduzir o tamanho dos lotes e aumentar a frequência de preparações realizadas, o que pode fazer com que o Índice de Rendimento Global do Equipamento possa, inclusive, permanecer o mesmo? A

resposta a esta pergunta envolve a necessidade de uma minuciosa investigação sistêmica sobre o Sistema Produtivo em questão e de suas relações com o mercado (Capacidade de Produção que é função do gargalo(s) X Demanda Global do Mercado). Por exemplo, se a Demanda Global do mercado for superior à Capacidade de Produção, os produtos forem pouco diferenciados e os prazos de entrega permissíveis forem grandes, é óbvio que, nos gargalos de produção, os ganhos de tempos na preparação serão utilizados para ganhar capacidade. Neste caso as frequências das trocas serão pouco alteradas, na medida em que se deseja 'utilizar as trocas ao máximo'. Desta forma, um aumento no Índice de Rendimento Operacional Global do Equipamento irá coincidir com o incremento do Ganho do sistema. Já no caso da Demanda Global do mercado ser inferior à Capacidade de Produção, os eventuais ganhos nos tempos de preparação deverão ser utilizados de forma completamente diferenciada. Neste caso, torna-se aconselhável reduzir o tamanho dos lotes e aumentar a frequência das mudanças no intuito de: i) reduzir os tempos de passagem para responder de forma mais rápida à demanda do mercado; ii) melhorar a qualidade dos produtos e iii) reduzir os Inventários de material em processo, matérias-primas e produtos acabados. Neste caso, seria incoerente manter a(s) frequência(s) de troca(s) para aumentar o Índice de Rendimento Operacional Global do Equipamento, ou seja, propor uma otimização local, na medida em que uma visualização do sistema como um todo aponta para a necessidade de utilizar as melhorias dos tempos de preparação para aumentar o número de trocas e reduzir os lotes de fabricação, possibilitando assim obter Ganhos futuros nos Sistemas de Produção e reduzir, no curto-prazo, os Inventários e as Despesas Operacionais. Portanto, de um ponto-de-vista do ótimo global dos Sistemas Produtivos, **o Rendimento Global do(s) Equipamento(s) deve ser sempre considerado um indicador local**, portanto, subordinado aos indicadores hierarquicamente superiores do Sistema Produtivo. Ou seja, um desdobramento dos Indicadores Globais e Operacionais propostos pela TOC deve levar em consideração uma utilização racional do indicador local Rendimento Global do(s) Equipamento(s).

## **CONCLUSÃO**

A metodologia TPM busca a melhor taxa de utilização dos equipamentos, a avaliação dos custos totais dos equipamentos em função do tempo e da incidência das intervenções no custo de seus ciclos de vida, a extensão de intervenções a outras áreas (particularmente a operação) e a participação de todas as áreas na busca de melhorias de produtividade, sendo assim envolve mudanças de comportamento e gera um ambiente mais atrativo para trabalhar onde cada integrante tem papel fundamental no corpo da Empresa. Esta metodologia é aplicável a qualquer processo produtivo, a qualquer tipo de organização.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CAMPOS, VICENTE FALCONI. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia.** Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998, 276p.

IM&C INTERNATIONAL, JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE  
Tokyo, Japão. Curso de Manutenção Planejada TPM – **Total Productive Maintenance.**  
São Paulo, 2000, 173p.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. L. **TPM à Moda Brasileira.** São Paulo. Makron Books, 1994.

MIRSHAWKA, VITOR E OLMEDO, NAPOLEÃO LUPES. **Manutenção - Combate aos Custos da Não-Eficácia - A Vez do Brasil.** São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1993.

NAKAJIMA, SEIICHI. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance.** São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

OLIVEIRA, SIDNEY TEYLOR DE. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade.** São Paulo: Editora Pioneira, 1995.

TAKHASHI, YOSHIKAZU. OSADA, TAKASHI. **TPM / MTP - Manutenção Produtiva Total.** São Paulo: IMAN, 1993.

NAKAZATO, KOICHI. **Manual de Implementação do TPM. JIPM** – Japan Institute of Plant Maintenance. 1999. 180p.