

# **UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e  
Secretariado**

## **FATORES DE COMPETITIVIDADE NA MANUFATURA O programa TPM para aumento da produtividade**

**Jorge Luís de Souza Querne**

Monografia apresentado ao Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e Secretariado da Universidade de Taubaté, como parte dos requisitos para obtenção da aprovação no curso de MBA em Gerência de Produção e Tecnologia.

Taubaté – SP

2001

# COMISSÃO JULGADORA

Data: \_\_\_\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

# **UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e  
Secretariado**

## **FATORES DE COMPETITIVIDADE NA MANUFATURA O programa TPM para aumento da produtividade**

**Jorge Luís de Souza Querne**

Monografia apresentado ao Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e Secretariado da Universidade de Taubaté, como parte dos requisitos para obtenção da aprovação no curso de MBA em Gerência de Produção e Tecnologia.

Taubaté – SP

2001

QUERNE, Jorge Luís de Souza. Fatores de competitividade na manufatura. O programa TPM para aumento da produtividade. Monografia (MBA em Gerência de Produção e Tecnologia) – Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e Secretariado. Universidade de Taubaté – Taubaté – SP – 2001

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre me orientaram e apoiaram para que eu me tornasse capaz na vida adulta de assumir compromissos e desenvolver toda a minha potencialidade quando do surgimento de desafios.

## **AGRADECIMENTOS**

A Prof. Francisco Cristóvão Lourenço de Melo, pela orientação recebida. Agradeço aos professores do MBA~Gerência de Produção e Tecnologia pelos conhecimentos transmitidos.

## SUMÁRIO

1.0	Introdução	1
1.1	Objetivo do Trabalho	2
2.0	Revisão da Literatura	3
3.0	Modelo para rápido aumento da produtividade	6
4.0	TPM	8
4.1	O que é o TPM	8
4.2	Razões para utilização do TPM	8
4.3	Histórico do TPM	9
4.4	Objetivos básicos do TPM	11
4.4.1	Perdas crônicas perdas específicas	12
4.5	Rendimento Operacional Global	13
4.6	Os oito pilares do TPM	15
4.6.1	Manutenção Preventiva	16
4.6.2	Melhorias individuais nos equipamentos	16
4.6.3	Controle Inicial – LCC	17
4.6.4	Educação e Treinamento	17
4.6.5	Manutenção da Qualidade	18
4.6.6	Eficiência das áreas Administrativas e Indiretas	18
4.6.7	Segurança, Higiene e Meio Ambiente	18
4.6.8	Manutenção Autônoma	19
5.0	Implantação do TPM	20
5.0.1	A Cultura Organizacional Brasileira	20

5.0.2	As quatro dimensões de Hofstede nas empresas brasileiras	20
5.1	As 12 etapas de implantação do TPM	22
6.0	Fase preparatória	23
6.1	Decisão de adoção pela alta administração	23
6.1.1	A administração da mudança no programa TPM	23
6.2	Campanha para esclarecimentos iniciais	24
6.2.1	Administrando as resistências	24
6.3	Estruturação do órgão encarregado da implantação	27
6.3.1	O responsável pela secretaria TPM como Gerente de Projetos	30
6.3.1.1	Planejador	30
6.3.1.2	Organizador	31
6.3.1.3	Administrador de pessoas	32
6.3.1.4	Administrador de interfaces	33
6.3.1.5	Administrador de Tecnologia	34
6.3.1.6	Implementador	34
6.4	Definição da diretriz para incorporação no planejamento à médio prazo	35
6.5	Elaboração do plano diretor	36
6.6	Implementação e Consolidação	38
6.6.1	Início das atividades do TPM	38
7.0	Estabelecer sistemas para implementar a eficiência da produção	38
7.1	Melhorias contínuas	39
7.1.1.	Análise PM	40
7.2	Estruturação da manutenção autônoma ou voluntária	42
7.3	Manutenção planejada	51



7.3.1	RCM	51
7.3.2	FMEA	53
7.3.3.	FTA	55
7.4	Educação e Treinamento	56
7.5	Manutenção da Qualidade	57
8.0	Controle Inicial	59
9.0	Estabelecer procedimentos para buscar ZERO - DEFEITO	60
10.0	Áreas Administrativas com TPM	61
11.0	Segurança, Higiene e Meio Ambiente	62
12.0	Estudo de caso	63
13.0	Conclusão	73

## ABSTRACT

This study shows that the Brazilian industrial organizations can introduce new programs to improve the productivity. It deals with the analysis of the TPM program. The managerial steps to apply the TPM were studied as soon as the Project Management, Training, specific activities, results and a real case study.

QUERNE, Jorge Luís de Souza. Fatores de competitividade na manufatura. Modelo para aumento de competitividade na Indústria Automotiva. xxf. Projeto de Monografia (MBA em Gerência de Produção e Tecnologia) – Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e Secretariado. Universidade de Taubaté – Taubaté – SP – 2001

## BIBLIOGRAFIA

- McKinsey, Produtividade no Brasil – A chave do desenvolvimento acelerado, Editora Campus, São Paulo, 2000.
- Slack, Niguel, Administração da Produção, Editora Atlas, São Paulo, 1997.
- Takahashi , Yoshikazu, Manutenção Produtiva Total, Editora IMAN, São Paulo, 1993.
- Ohno, Taiichi, O sistema toyota de produção – Além da produção em escala, Editora Bookman, São Paulo, 1997.
- Maximiano, Antonio César Amaru, Administração de projetos, Editora Atlas, São Paulo, 1997.
- Wood, Jr, Thomas, Mudança organizacional, Editora Atlas, São Paulo, 2000.
- Tavares, Lourival, Administração Moderna da Manutenção, Novo Pólo Publicações, Rio de Janeiro, 1999.
- Apostila do Curso FMEA/ FMECA, ABRAMAN , São Paulo , Fevereiro, 2000.
- Apostila do curso Gerenciamento da produtividade total, ABRAMAN, São Paulo, Abril de 1999.

## LISTAGEM DOS QUADROS

- Quadro 1- Produtividade da mão de obra por setor.
- Quadro 2- Impacto de melhorias na organização na produtividade
- Quadro 3- Rendimento operacional global.
- Quadro 4- Etapas da implantação do TPM.
- Quadro 5- Exemplo de análise PM
- Quadro 6- Seis passos para manutenção voluntária.
- Quadro 7- Seis subetapas inerentes à organização das tarefas para manutenção autônoma.
- Quadro 8- Programa de treinamento para implantação do TPM.
- Quadro 9- O desdobramento das 7 etapas para manutenção da qualidade.

## LISTAGEM DE FIGURAS

- Fig. 1 - Modelo geral de administração da produção.
- Fig. 2 - Modelo geral para rápido aumento da produtividade.
- Fig. 3- Submodelo para rápido aumento da produtividade.
- Fig. 4- Os oito pilares do TPM.
- Fig. 5- Modelo ação pesquisa.
- Fig. 6 - Pirâmide organizacional.
- Fig. 7 - Constituição dos grupos TPM.
- Fig. 8 - Matriz organizacional para implantação do TPM.
- Fig. 9 - Exemplo de diretrizes e objetivos traçados pela Tkai Rubben Co..
- Fig. 10- Passos para o aprendizado teórico e prático para a consolidação do programa de inspeção geral.
- Fig. 11- Equipe RCM.
- Fig. 12 - Raciocínio para manutenção da qualidade.

## **LISTA DE TABELAS**

Tab. 1 - Principais passos para RCFA..

## LISTA DE ABREVIATURAS

- EUA - Estados Unidos da América.
- TQM - Total Quality Manager.
- TPM - Total Productive Maintenance.
- DFMEA - Design Failure Mode Effect Analysis.
- GPD - Gestão pelas diretrizes.
- GRDD - Gestão da rotina do dia a dia.
- BM Breakdown Maintenance.
- CBM - Condition Based Maintenance.
- LCC - Life Cost Cycle.
- RCM - Reability Centreded Maintenance.
- FTA - Failure Tree Analysis.
- FMEA - Failure Mode Effect Analysis.
- RCFA - Route Cause Failure Analysis.
- MSAP - Método de Solução e Análise de Problemas.
- NPR - Número de Prioridade de Risco.

## **Resumo**

Este trabalho visa estudar profundamente o Programa TPM. O TPM visa o aumento da produtividade global de uma operação industrial através da maximização da utilização dos ativos. O programa ainda contribui para o desenvolvimento de lideranças internas na empresa além de promover o desenvolvimento de habilidades e técnicas junto aos operadores. Inicialmente o programa foi criado e implementado no Japão. Porém a facilidade da absorção do método e o entendimento das técnicas fizeram com que o TPM se tornasse uma ferramenta amplamente utilizada por várias corporações ao redor do mundo. Esperamos que este trabalho seja a contribuição para as diretrizes mínimas para implantação do programa e que possa ajudar a sociedade industrial brasileira em seu fortalecimento e aumento da competitividade.



## 1 – Introdução

Pesquisas mostram que o Brasil ainda possui baixa competitividade internacional. Isso em função de variáveis macroeconômicas e microeconômicas.

A abertura da economia no começo dos anos 90 marcou o início de um processo que vem criando bases para um novo padrão de crescimento, mais virtuoso e sustentável.

Os resultados mais imediatos na integração comercial já são conhecidos. A exposição das empresas à concorrência internacional obrigou-as a empreender vigorosos programas de modernização e especialização, viabilizando produtos com qualidade e preços mais competitivos.

Ultimamente, temos observado melhoras dos fatores macroeconômicos, e com isto, vislumbramos a possibilidade de o país crescer até 5% do seu PIB em 2002. Porém os fatores microeconômicos ainda têm que evoluir muito.

As margens de lucros da indústria no período de 1990 – 1998 caíram cerca de 24%, em média, puxadas por reduções de preços e de custos de cerca de 40% e 21%, respectivamente. A pressão da concorrência forçou também um amplo movimento de reestruturação setorial, com os recursos fluindo para setores onde o país é mais produtivo e possui mais recursos disponíveis e maiores condições de competir internacionalmente. Ao tratarmos dos aspectos microeconômicos, podemos avaliar a maximização dos lucros através do aumento da produtividade e redução dos custos ( Produtividade no Brasil; Instituto McKinsey,; 1999 ).

Conforme estudo da Consultoria McKinsey, com a crise da dívida externa ocorrida em 1980, o país não perdeu somente a década. Perdeu o ritmo. Porém o mesmo estudo indica que no atual momento o país possui todos os elementos para

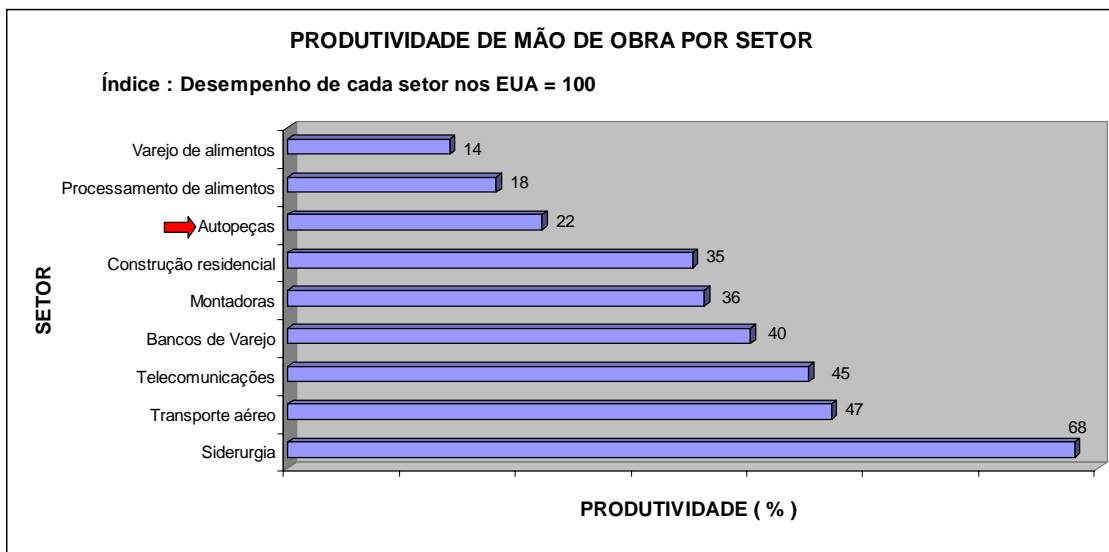
retomar o ritmo de crescimento da década de 70, porém a chave desta retomada terá que ser pelo aumento da Produtividade ( Produtividade no Brasil; Instituto McKinsey,; 1999 ).

### 1.1 – Objetivo do Trabalho

O aumento da produtividade nada mais é do que o melhor uso dos recursos de uma economia para que ela produza a custos cada vez menores. Usar melhor o que se tem é o ponto de partida para o crescimento da produção. Nas montadoras de carros, por exemplo, a produtividade poderia dobrar com medidas gerenciais para o melhor aproveitamento do espaço da fábrica, redução dos estoques em linhas de produção, controle mais rígido da qualidade e, claro, mais automação e investimentos em tecnologia. Conforme quadro 1 podemos observar a defasagem de vários setores com relação a produtividade, comparando-se com EUA.

Este trabalho tem como objetivo estudar dentro do ambiente industrial programas de melhorias da produtividade com baixo custo de implantação e rápidos resultados. O programa escolhido é o TPM, que visa maximizar a utilização dos ativos industriais com consequente no aumento da produtividade e redução dos custos.

Quadro 1 – Produtividade da mão de obra por setor



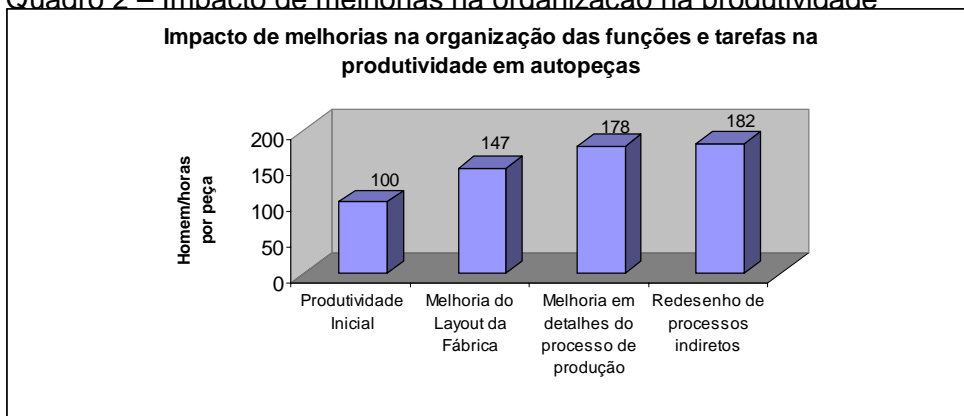
Fonte: Produtividade no Brasil. McKinsev. Ed. Campus

## 2.0 - . Revisão da Literatura

### 2.1 - A baixa produtividade

Conforme mencionado em pesquisa executada pela consultoria McKinsey sobre o caso de um grande fornecedor automotivo, de primeira linha, com estrutura familiar e ameaçada de falência, ilustra-se o potencial de melhoria. Esta empresa produz principalmente peças forjadas e estampadas. Com o risco de desaparecer, iniciou um programa de aumento de eficiência baseado exatamente na busca de melhorias na organização de funções e tarefas dentro da fábrica. Só a melhoria do *layout* da fábrica já aumentou sua produtividade em 47%; melhorias nos detalhes do processo de produção permitiram outro salto de 31%; o redesenho dos processos indiretos levaram a outro ganho de 4%. Resultado: ao fim de dois anos de iniciado o processo, o aumento da produtividade homens/horas por peça já havia sido de 82% e o processo continuou. A empresa passou a ser competitiva no mercado internacional, exportando 35% de sua produção.

Quadro 2 – Impacto de melhorias na organização na produtividade



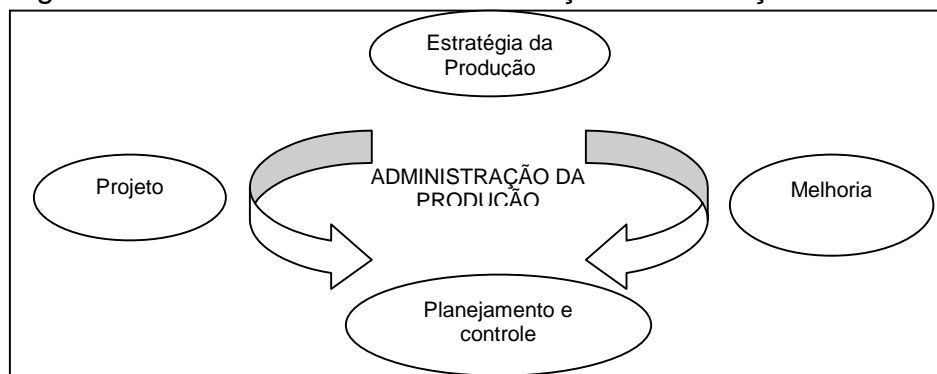
Fonte: Produtividade no Brasil, McKinsey, Ed. Campus

Dois outros entrevistados, presidente e vice-presidente de um importante fornecedor internacional de autopeças no Brasil, avaliam que o país está hoje, em termos de tecnologia e automação no setor de autopeças, como estavam os Estados Unidos há 15 anos. Mas os dois executivos lembram que se a comparação fosse feita em 1990, a lacuna seria muito maior.

Cada empresa, dependendo do que produz, tem seu problema concentrado numa etapa do processo de produção. As que fazem componentes forjados e usinados acham que vão avançar otimizando o *layout* das fábricas, porque, assim, um trabalhador poderá operar mais de uma máquina; as empresas de estamparia apontaram a mudança de moldes e o gerenciamento de pedidos de lotes como áreas que permitem grande aumento de produtividade. Enfim, em cada produto, uma área a ser atacada; em todos eles, a mesma história da empresa que teve sucesso neste processo de melhoria de produtividade: muito pode ser feito exatamente atacando-se a área crítica conhecida por organização de funções e tarefas. Só com melhorias neste ponto, a empresa estudada foi capaz de quase dobrar a produtividade em dois anos.

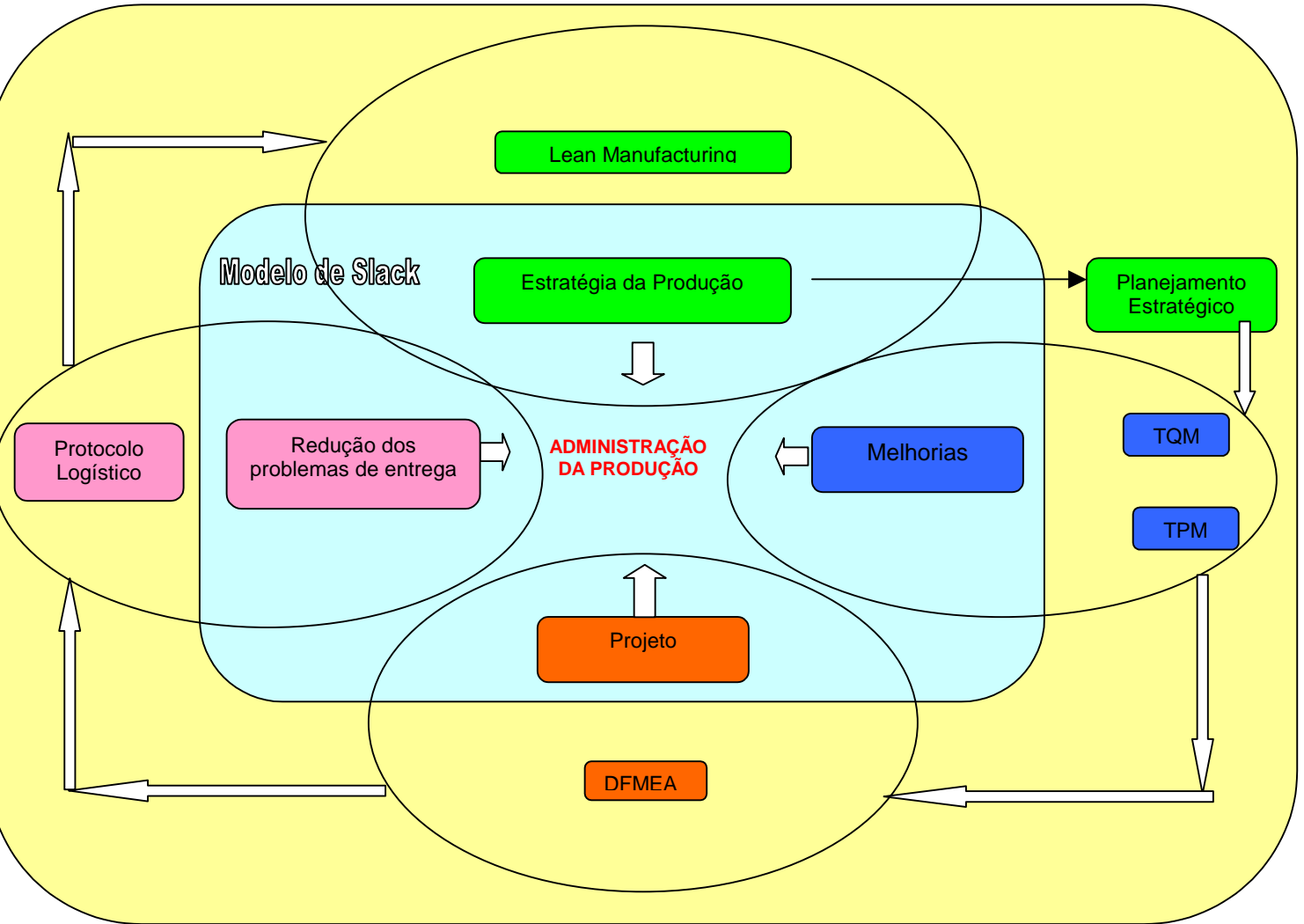
Este trabalho tem como base o modelo de administração da Produção de Slack, este modelo passa por sistemas de gestão na estratégia de produção, projetos de melhorias, análise dos projetos e melhoria de planejamento e controle.

Figura 1 – Modelo Geral de Administração da Produção



Fonte: Administração da Produção, Slack, Ed. Atlas

Fig.2 – Modelo para rápido aumento da produtividade



### **3.0 - Modelo para rápido aumento da Produtividade**

Premissas do modelo

Conforme Slack, a função produção é central para as organizações porque produz os bens e serviços que são a razão de sua existência. Parte do papel da produção na empresa é apoiar sua estratégia. Isto é, deve desenvolver seus recursos para que forneçam as condições necessárias para permitir que a organização atinja seus objetivos estratégicos. Para obter e manter vantagem competitiva, deve-se procurar sempre aumentar e melhorar a produtividade. Conforme gráfico 2, existe alguns pontos dentro do sistema produtivo que se focados imediatamente geram ganhos imediatos de produtividade. O desenvolvimento do modelo é baseado em 4 premissas:

- 1 – propiciar um rápido aumento de produtividade nos produtos de maior rentabilidade e ter um plano diretor para ações futuras para os produtos de baixa rentabilidade.
- 2 – estruturar a manufatura de forma a ter uma gestão de sua rotina
- 3 – ter produtos otimizados em seu conceito de forma à serem voltados para a maior simplicidade do processo de manufatura.
- 4 – estruturar a manufatura para a minimização das rupturas de fornecimento aos seus clientes
- 5 – Prover o processo de manufatura de práticas voltadas para obter um sistema enxuto

#### **3.1 - Submodelo para o rápido aumento da produtividade na indústria de autopeças**

O modelo apresentado na fig. 2 é dividido em um sub modelo de forma a dar uma seqüência lógica para a implantação total do modelo. Este submodelo é dividido da seguinte forma:

Planejamento Estratégico

Aumento da produtividade administrativa

Melhorias

Implantação do TQM

Implantação do TPM

Produto

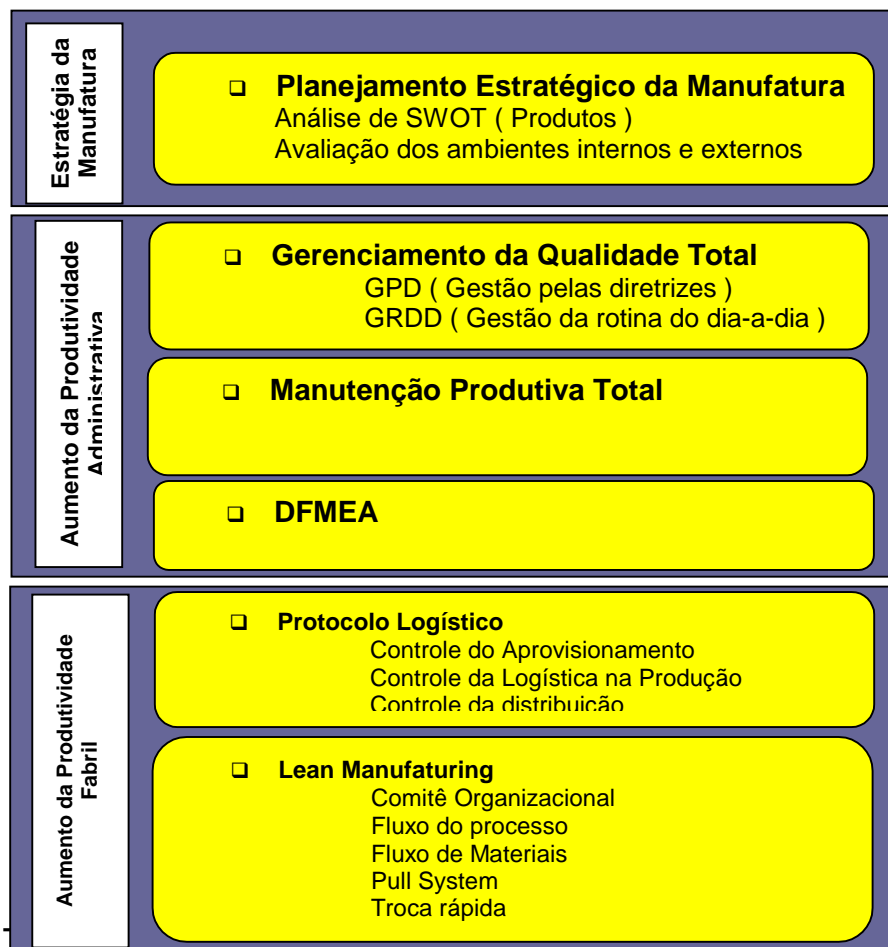
Aplicação de DFMEA

Aumento da produtividade fabril

Protocolo Logístico

Lean Manufacturing

Fig. 3 – Sub modelo para aumento da produtividade



4.0 - TPM

4.1 - O que é o TPM

Conforme Seiichi Nakajima “ TPM representa uma forma de revolução, pois conclama a integração total do homem x máquina x empresa, onde o trabalho de manutenção dos meios de produção passa a constituir a preocupação e a ação de todos” ( Introdução ao TPM; Seiichi Nakajima; 1986 ).

Para Yoshikazu Takahashi “ o TPM é uma campanha que abrange a empresa inteira, com a participação de todo o corpo de empregados para conseguir a utilização máxima do equipamento existente, utilizando a filosofia do gerenciamento orientado para o equipamento.

Porém hoje o TPM ganha um enfoque estratégico na Gestão das Operações Industriais, sendo uma das bases para a obtenção de vantagem competitiva na produção. Com a atual evolução do pensamento enxuto, criando-se um canal para ganhos em toda a cadeia produtiva e a necessidade de grande flexibilidade da produção, podemos afirmar que o TPM é um programa que promove os ganhos hoje necessários no atual cenário competitivo, pois ele é voltado para a otimização dos ativos, diminuição dos custos de produção, de retrabalho, aumento da disponibilidade operacional, aumento da capacidade de produção e confiabilidade de toda a organização promovendo o envolvimento de toda a organização para a total conscientização da necessidade constante da eliminação das perdas na operação.

#### **4.2 - Razões para utilização do TPM**

Conforme Shigeo Shingo existem dois tipos de operação: Aquelas que agregam valor e as que não agregam valor. As que não agregam valor podem ser consideradas perdas. Operações que agregam valor transformam realmente a matéria-prima, modificando a forma ou a qualidade. Quanto maior o valor agregado, maior a eficiência da operação.



Porém no chão de fábrica existe as atividades que não agregam valor, tais como causadas pela má manutenção de equipamentos, reparos e “retrabalhos”.

É exatamente para a eliminação destas perdas que o TPM é implementado.

Seeiichi Nakajima afirma que o TPM busca a conquista da quebra zero / falha zero das máquinas e equipamentos. Uma máquina sempre disponível e em perfeitas condições de uso propicia elevados rendimentos operacionais, diminuição dos custos de fabricação e redução do nível de estoques.

Conforme Seeiichi Nakajima , com a implantação do TPM, a performance operacional das máquinas em geral pode apresentar incrementos de 17 a 26%, com redução dos defeitos nos produtos a um nível de até 1/10 da anteriormente vigente. Isto proporciona um incremento da produtividade da mão de obra em até 1,5 vezes.

Conforme cita Celso de Azevedo ( ABRAMAN, N° 82 ), as empresas industriais se encontram atualmente com toda a sua atenção voltada para a melhoria de seu desempenho, resultados e rentabilidade. Com a aplicação do TPM, faz-se emergir oportunidades que vêm a melhorar os resultados do “ Business Corporate” , o que raramente hoje em dia é ignorado pelos atuais Diretores Industriais.

O TPM promove ainda o crescimento do Ser Humano, uma vez que seus princípios estão fundamentados no trabalho em equipe e no Empowerment ( Slack, Niguel, Administração da Produção, pg 639 ).

Portanto as razões que levam a implementação do TPM é que ele é hoje um programa que deve fazer parte de qualquer empresa que queira operar em um contexto “ World Class “ . O TPM hoje faz parte de uma estratégia de “ Business Corporate” que visa a maximização da performance operacional, eliminando parte das perdas operacionais, redução de produtos defeituosos no processo, redução dos custos de manutenção, crescimento da organização através do crescimento do Ser Humano, procurando sempre o aumento da lucratividade.

### **4.3 - Histórico do TPM**

No campo da manutenção das máquinas e equipamentos, os Estados Unidos foram os pioneiros da adoção da Manutenção Preventiva (MP), que gradativamente evoluiu para Manutenção do Sistema de Produção (MSP), incorporando a Prevenção de Manutenção (PM), além dos tópicos oriundos da engenharia da confiabilidade. O Japão assimilou todos estes conhecimentos, que se cristalizaram como TPM.

Os primeiros contatos das empresas japonesas com estas técnicas americanas ocorreram no início da década de 50, com apresentação e adoção da manutenção preventiva, que na década subsequente evoluiu para o sistema de manutenção da produção e que, na década de 70, se cristalizou na forma japonesa, ou seja, no TPM. Anteriormente o Japão também se preocupava unicamente com a manutenção corretiva das quebras, ou melhor, com o BM – Breakdown Maintenance, que se preocupa somente com as correções acontecendo a posteriori.

A evolução de manutenção no Japão se processou em quatro fases distintas, conforme assinalado na Tabela 4.

Baseados nos resultados da pesquisa conduzida nos anos de 1976 e 1979 pela JIPM junto a 124 empresas associadas, conclui-se que houve quatro estágios distintos na condução da manutenção no Japão, que foram:

Estágio 1 – Manutenção corretiva

Estágio 2 – Manutenção preventiva

Estágio 3 – Manutenção do sistema de produção

Estágio 4 – TPM

Neste período de três anos (1976-79), as empresas que declararam ter abraçado o TPM evoluíram de 10,6% para 22,8%, o que comprova a sua consolidação dentro do cenário industrial em vigor.

TPM engloba, também, as técnicas preconizadas pela Manutenção Preditiva (Predictive Maintenance), ou seja, o uso das ferramentas que possibilitam o diagnóstico preliminar das máquinas e equipamentos.

Isto significa que a manutenção do futuro não mais será em TBM – Time Based Maintenance -, ou seja, manutenção centrada no tempo de uso, para passar a ser conduzida em CBM – Condition Based Maintenance-, que é a manutenção baseada na performance e no desempenho. TBM está intimamente relacionado com a manutenção preventiva, enquanto que o CBM incorpora os conceitos de manutenção preditiva. Deverão cada vez mais ser desenvolvidas novas técnicas e instrumentos que possibilitem o perfeito diagnóstico das máquinas e equipamentos.

#### **4.4 - Objetivos Básicos do TPM**

Os objetivo básico do TPM é ter Zero Perdas. As perdas são os maiores fatores de improdutividade na gestão da manufatura. ( Site JIPM. [www.ijpm.org](http://www.ijpm.org).)

As grandes perdas são classificadas da seguinte forma :

Perdas por paradas

Perdas por ajustes e preparações

Perdas pro defeitos

Perdas por acidentes

Perdas por paradas curtas

Ao se zerar cada uma das perdas , o máximo do rendimento operacional global torna-se – a efetivo. ( Introdução ao TPM, Seiichi Nakajima, 1986 ). Seiichi Nakajima, cita ainda outra perda que influi diretamente no Rendimento Operacional Global,a “ Perda por queda da velocidade de trabalho “ .

#### **4.4.1 – Perdas Crônicas x Perdas Esporádicas**

Pode-se definir como perdas crônicas aquelas que ocorrem de forma permanente, normalmente de pequena intensidade e que em alguns casos não chegam a ser percebidas exceto quando se faz comparação com processos produtivos similares ( benchmark ).

São perdas provocadas por deficiências no projeto do equipamento ou montagem de seus componentes ou instalação, ou localização ou de alimentação de matéria prima ou de deficiências de outros elementos ( tensão, alimentação, temperatura, pressão, etc. ) ou de manutenção ou de operação.

Normalmente para eliminar perdas esse tipo de perda é necessário romper os paradigmas de operação e manutenção.

As perdas esporádicas são aquelas que ocorrem eventualmente, normalmente de grande envergadura ( em tempo e efeito ), fáceis de medir e analisar, criando condições diferentes da normal e de causas desconhecidas

As perdas crônicas podem se apresentar sob forma conhecida ou sob forma desconhecida.

As de causa desconhecida são provenientes de falta de investigação ( pela operação e engenharia ); ou pela soma de pequenos valores ( variação de velocidade, preparação ajuntas, partidas, etc. )

As de causas desconhecidas são provenientes da ação corretora ineficiente ou ação superficial e sem seguimento ou tratamento do efeito sem análise e eliminação da causa ou avaliação inadequada da magnitude e do custo x benefício em corrigir o problema.

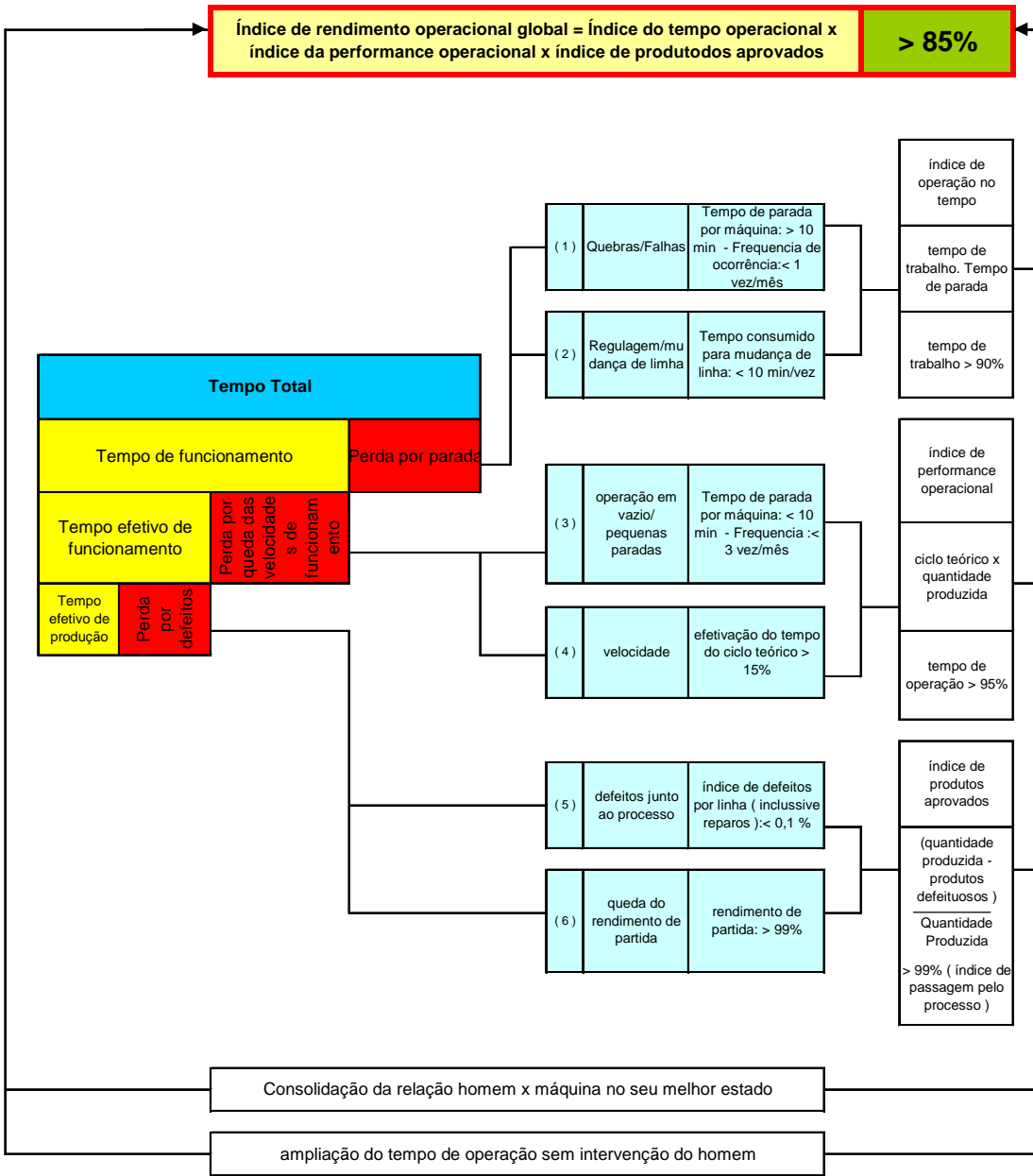
As perdas crônicas e esporádicas influem na redução da confiabilidade operacional do equipamento definida como “ Probabilidade de que um item realize

satisfatoriamente as funções requeridas, sob as condições especificadas e dentro de um período de tempo “ e como indicado acima podem ser originadas sob forma intrínseca, ou seja , durante o projeto, fabricação ou instalação ou sob forma operacional, quando são devidas a deficiências em sua operação ou em sua manutenção.

#### **4.5 - Rendimento Operacional Global**

Para Seiichi Nakajima, no cálculo do Rendimento Operacional Global deve-se incorporar tanto o índice do tempo operacional , como o da performance operacional e o dos produtos aprovados. O quadro 3 demonstra como deve ser calculado o índice do Rendimento Operacional Global.

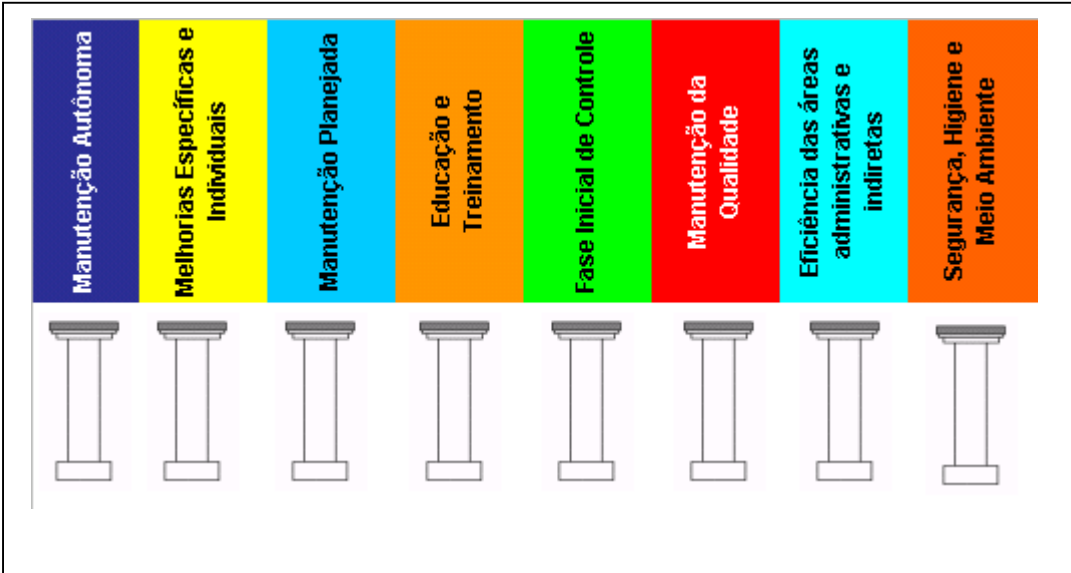
### Quadro 3 – Rendimento Operacional Global



Fonte: Introdução ao TPM, Seiichi Nakajima, IMC.

## 4.6 - Os oito pilares do TPM

Fig 4 – Os Oito pilares do TPM



Fonte: Tavares, Lourival, Administração Moderna da Produção, Novo Pólo Publicações.

**Pilar 1 – Manutenção Autônoma**

**Pilar 2 – Melhorias Específicas e Individuais**

**Pilar 3 – Manutenção Planejada**

**Pilar 4 – Educação e Treinamento**

**Pilar 5 – Fase Inicial de Controle**

**Pilar 6 – Manutenção da Qualidade**

**Pilar 7 – Eficiência das áreas Administrativas e Indiretas**

**Pilar 8 – Segurança, Higiene e Meio Ambiente**

Os Oito Pilares do TPM

#### **4.6.1 - Manutenção Preventiva**

Neste pilar busca-se estabelecer:

- Tipos de manutenção ( padronização das atividades de manutenção ), ou seja, estabelecer uma linguagem comum de comunicação para todos na empresa.
- Planejamento de manutenção, ou seja, estabelecer procedimentos adequados para todas as intervenções preventivas.
- Estabelecimento de critérios de planejamento da manutenção.
- Criação e utilização dos registros de manutenção, ou seja, coletar e armazenar o histórico das intervenções.
- Controle de sobressalentes, ou seja, estabelecer de forma concreta os sobressalentes específicos e não específicos associados a cada equipamento, assim como seu consumo e necessidade de estoque (mínimo e máximo) e o ponto de ressuprimento.
- Controle do orçamento de manutenção e de redução de custos, ou seja, estabelecer os relatórios adequados para controle de gastos e recursos aplicados em atividades programadas e não programadas.
- Manutenção preditiva e técnicas de diagnóstico de máquinas, ou seja, definir métodos e técnicas de acompanhamento de variáveis para obter o máximo do ciclo de vida dos equipamentos fundamentais no processo.

#### **4.6.2 - Melhorias individuais nos equipamentos**



- As condições ótimas operativas dos equipamentos
- Melhoria da eficácia, através da redução das seis grandes perdas.
- Eliminar as causas das perdas ocultas através da análise profunda do problema por pessoal especializado.
- Evitar as análises superficiais dos problemas, através da eliminação do “ eu creio que ...”

Estes objetivos são alcançados de acordo com a seguinte orientação:

- Seleção do sistema operacional ou equipamento e acompanhamento de sua operação.
- Estabelecimento de metas
- Esclarecimento dos pontos problemáticos no processo e / ou equipamento.
- Definição da melhoria através de estudos, avaliações e elaboração de procedimentos.
- Implementação de melhorias
- Verificação dos resultados.
- Padronização dos procedimentos.
- Extensão a outros equipamentos.

#### **4.6.3 - Controle Inicial - LCC**

- Avaliação da conveniência de adquirir máquinas mais caras, porém de melhor confiabilidade, manutenibilidade, operacionalidade e economia.
- Análise do histórico do equipamento para determinar melhorias que visem a eliminação de problemas futuros e, conseqüentemente, redução do custo do ciclo de vida ( LCC ).

#### **4.6.4 - Educação e Treinamento**

Neste pilar procura-se a capacitação dos operadores, mantenedores e engenheiros de produção ( operação e manutenção) de forma a possibilitar que alcancem as seguintes características.

- Operadores: Profissionais capazes de realizar atividades múltiplas .
- Engenheiros de Produção: Profissionais capazes de avaliar, revisar e projetar equipamentos com reduzida necessidade de intervenção e alta manutenibilidade.

#### **4.6.5 - Manutenção da Qualidade**

- Avaliação da interferência da condição operativa do equipamento na qualidade do produto ou serviço oferecido pela empresa.
- Definição de parâmetros que possam ser indicadores dessa interferência.
- Acompanhamento, através de gráficos, dos parâmetros e estabelecimento de metas baseadas na necessidade do processo.

#### **4.6.6 - Eficiência das áreas Administrativas e Indiretas**

- Os 5S nas áreas administrativas.
- O “ Just inTime” para áreas de compras e materiais ( inclusive dos escritórios )
- O “ Kamban “ para matéria prima, sobressalentes, ferramentas e material de uso dos escritórios.
- O quadro de Gestão Visual” dos estoques.
- As técnicas de otimização de reuniões.

#### **4.6.7 - Segurança, Higiene e Meio Ambiente.**

- Tratamento prevencionista do acidente. Estabelecimento das recomendações de segurança e adequação do sistema para que sejam implementados nas Ordens de Serviço.

- Aplicação do polígrafo de produtividade para avaliar a condição prevencionista do acidente.
- Avaliação do custo direto e indireto dos acidentes.
- Estabelecimento de ações para obter a meta zero de acidentes.

#### **4.6.8 - Manutenção Autônoma**

- Desenvolvimento da consciência “ minha máquina cuida eu” .
- Mudança das características inadequadas do local de trabalho.
- Implementação das sete fases
  - Limpeza inicial ( busca de defeitos )
  - Descobrir causas da sujeira
  - Melhorar áreas de difícil acesso
  - Padronizar atividades de manutenção autônoma
  - Capacitação para fazer inspeções
  - Inspeção autônoma

## **5.0 - Implantação do TPM**

Antes de analisar as etapas de implantação do TPM, é importante entender a cultura organizacional brasileira.

### **5.0.1 - A cultura organizacional brasileira**

Conforme Thomas Wood Jr, qualquer tentativa de compreender o universo cultural brasileiro, por estar vinculado ao contexto atual e histórico do país, deve-se considerar os seguintes aspectos.

- O sistema social brasileiro é dividido e equilibrado por entidades e instâncias peculiares – como o jeitinho – aqui criadas e que, ao mesmo tempo que tornam o convívio com paradoxos suportável também impede, ou dificulta, transformações mais profundas.
- A pluralidade é um dos aspectos mais essenciais da cultura brasileira e, portanto, do universo das organizações aqui presentes. Qualquer abordagem que não leve em conta as importantes diferenças e peculiaridades dentro deste universo pode cair em perigoso reducionismo.
- A ambiguidade e paradoxos marcam a sociedade e organizações. Como nação, não chegou-se a sofrer a influência homogeneizadora do racionalismo na profundidade que os europeus e norte-americanos sofreram. A história brasileira é marcada pela multiplicidade e amálgama de influências de diferentes fontes, num constante movimento geológico que se dá, simultaneamente, na superfície e nos níveis mais profundos, numa dinâmica de múltiplas interações.

### **5.0.2 - As quatro dimensões de Hofstede nas empresas brasileiras.**

Para melhor compreensão e padronização das diferenças culturais, Hofstede propõe um esquema que classifica as culturas em função de quatro dimensões:

- Distância do poder
- Precaução contra incertezas
- Individualismo versus coletivismo
- Masculinidade versus feminilidade

#### Distância do Poder

Em muitas organizações brasileiras parece haver uma acomodação o um status quo baseado em grandes diferenças sociais. Não raro, a possibilidade de ter de trabalhar com maior nível de responsabilidade e autonomia constitui-se um incômodo ou estorvo para o operário brasileiro

#### Precaução contra incertezas

Os estudos de Hofstede apontam que as características dos brasileiros são de uma alta prevenção à incerteza. No Brasil – um país onde as relações pessoais são extremamente valorizadas – a burocracia – um sistema fundado na impessoalidade – acaba assumindo as cores locais. O sistema é permeado por ambigüidades: de um lado, existe o conjunto de relações pessoais estruturais, sem as quais ninguém pode existir como ser humano completo; de outro, há um sistema legal moldado no direito individual e sustentado na ideologia burguesa.

#### Individualismo versus coletivismo

No Brasil, os processos decisórios são intrincados e coletivos, ainda que este coletivismo se dê entre membros de uma mesma classe e seja marcado por ambigüidades. Nossa noção de solidariedade é precária e parece envolver somente os muitos próximos. Não chegamos a concluir o caminho que leva à noção de cidadania e bem comum.

Portanto , sendo o TPM um programa que estará atuando profundamente na mudança de comportamento de todos os integrantes da empresa, em todas as fases de implantação deve –se estar atento para as peculiaridades da corporação brasileira, independentemente de ela ser totalmente nacional ou multinacional.

### 5.1 – As 12 etapas de implantação do TPM

Conforme Seiichi Nakajima, a implantação do programa TPM varia de empresa para empresa, somente a fase inicial de preparativos leva-se de três a seis meses, desde a fase da implantação e implementação que consome de dois a três anos. Segundo Seiichi, a implantação do TPM passa por 12 etapas.

Quadro 4 – Etapas da implantação do TPM

Fases	Etapas	Conteúdo
<b>Fase preparatória</b>	1- Decisão da adoção pela alta direção – anúncio oficial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Divulgação acerca do TPM por toda a organização</li> <li>▪ Uso de meios de comunicação disponível ( murais, jornais internos, etc. )</li> </ul>
	2 - Campanha para esclarecimentos iniciais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Seminários específicos dirigidos As hierarquias superiores.</li> <li>▪ Exibição de vídeos para os elementos operacionais.</li> </ul>
	3 - Estruturação do órgão encarregado da implantação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estruturação dos comitês para implementação.</li> </ul>
	4 - Definição da política básica e metas a serem alcançadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Escolha do alvo e definição das metas a serem alcançadas</li> </ul>
	5 - Elaboração de plano-diretor de implementação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Detalhamento do plano-diretor.</li> </ul>
<b>Fase inicial</b>	6 - Atividades relativas a introdução.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Convite a fornecedores, clientes e empresas afiliadas.</li> </ul>
<b>Fase de Implementação</b>	7 - Estabelecer sistemas para implementar a eficiência da produção.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Buscar máxima eficiência.</li> </ul>
	7.1 – Melhorias contínuas ( Kobetsu-Kaizen )	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Basear-se nas idéias dos grupos de trabalho para eliminar as grandes perdas.</li> </ul>
	7.2 – Manutenção Autônoma ( Jishu-Hozen )	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Passo a passo</li> </ul>
	7.3 – Manutenção Programada	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Manutenção corretiva, preventiva, preditiva.</li> </ul>
	7.4 – Trabalho dos operadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desenvolver habilidades dos operadores a partir de treinamento baseado na experiência de supervisores.</li> </ul>
	8 – Estabelecer sistema de controle inicial para produtos e equipamentos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projetar ( engenharia, gerência, toda a empresa ) produtos fáceis de fabricar e equipamentos fáceis de usar ( operar e manter ).</li> </ul>
	9 – Estabelecer procedimentos para buscar Zero-Defeito.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Buscar condições de eliminar produtos defeituosos através de uma manutenção apurada.</li> </ul>
10 – Estabelecer sistema para dinamizar trabalho administrativo ( apoio ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aumentar a eficiência dos escritórios diminuindo a burocracia e informatizando.</li> </ul>	
11- -Estabelecer sistemas para assegurar segurança e higiene no trabalho e meio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zero Acidente</li> <li>▪ Zero Poluição</li> </ul>	

## Fase de consolidação

12 - Consolidação do TPM e incremento do seu nível.

- Candidatura ao Prêmio PM.
- Definição de objetivos de maior porte.

Fonte: Introdução ao TPM, Seiichi Nakajima, IMC.

### 6.0 - Fase Preparatória

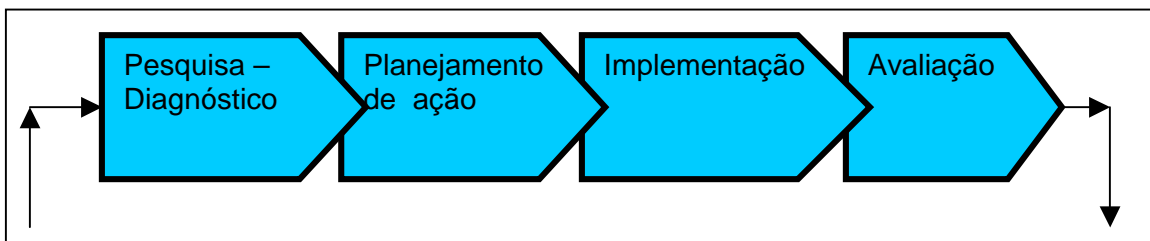
#### 6.1 - Decisão da adoção pela alta direção – anúncio oficial.

O TPM visa propiciar a cada um dos integrantes da organização, a realização profissional através da associação da sua força de vontade e capacidade cada vez mais aprimorada. Concomitante com a decisão da implantação, deve-se desenvolver e consolidar cada uma das etapas para a conquista da manutenção voluntária ou autônoma, associadas à aquisição de conhecimentos inéditos e desenvolvimento de novas habilidades, tanto para os da operação como da manutenção. Estas mudanças deverão ser incentivadas e não impostas. O primeiro estágio do programa de implementação do TPM é por isso, definido como o da declaração oficial da sua adoção. Toda nova diretriz deve ser anunciada pela alta direção, pois trata-se do direcionamento até então inédito para toda a organização.

##### 6.1.1 - A Administração da mudança no TPM

A implantação de um programa trata-se de uma mudança organizacional planejada. Por ser uma mudança planejada, procura-se mudar elementos que impedem uma maior eficácia organizacional. A mudança de cultura que irá impactar a organização deverá ser gerida por um modelo que suporte este processo. Segundo Megginson , a administração da mudança exige o uso de algum processo sistemático. Um desses métodos é o conceito e abordagem de administração chamado de desenvolvimento organizacional ( DO ). Um dos modelos que podem ser aplicados à gestão da mudança é o modelo de ação-pesquisa, conforme figura 5.

Fig. 5 – Modelo Ação Pesquisa



←  
Portanto, a alta direção ou Presidência da empresa deve estar atendo ao  
Fonte: Megginson, Administração, Conceitos e aplicações, .  
processo de mudança organizacional imposto pela implantação do TPM, e este  
monitoramento pode ser executado utilizando-se sistematicamente o modelo de DO de  
ação e pesquisa em todas as 12 etapas de implantação do TPM.

## **6.2 - Campanha para esclarecimentos iniciais.**

Nesta segunda etapa, tem-se o programa de conscientização e campanha para  
incorporação do TPM na empresa. A sua comunicação deverá ser praticamente  
coincidente com o do comunicado oficial. Nesta etapa deverão ser veiculados o conceito,  
a filosofia e os objetivos que serão almejados.

Por ser um programa de mudança de cultura organizacional, ele certamente  
sofrerá resistências por parte de pessoas da corporação, pois o ser humano naturalmente  
é resistente a mudanças. Conforme Seiichi Nakajima, algumas das seguintes reações  
podem surgir :

TPM transgride à definição funcional.

TPM impõem um novo trabalho À Produção.

TPM resulta numa sensação de perda da função produção.

TPM introduz um potencial de acidente ao permitir a manutenção das máquinas  
pela produção.

### **6.2.1 – Administrando as resistências**

Conforme Hollenbeck, sempre que os gerentes tentam acionar uma mudança,  
podem esperar resistência, porque as pessoas tendem a resistir àquilo que percebem  
como ameaça à maneira estabelecida de fazer as coisas. Quanto mais intensa a  
mudança, mais intensa tende a ser a resistência resultante.

Acionar mudança requer, por um lado, a identificação e superação de fontes de  
resistência e, por outro, o incentivo e fortalecimento das fontes de apoio.



Não existe maneira universal e infalível de superar os fatores de resistência identificados numa análise do campo de forças contrárias. Dentre muitas opções disponíveis, existem seis que são adotadas com mais freqüência :

Educação e comunicação – As informações sobre a necessidade e justificativas para uma eventual mudança podem ser disseminadas por meio de discussões individuais, reuniões de grupos e redação de memorandos ou relatórios. Esta abordagem é mais útil quando a mudança está sendo minada por falta de informação ou quando a informação disponível é inexata. Sua vantagem é que, uma vez convencidas pela educação, as pessoas geralmente ajudarão na implementação da mudança. Sua desvantagem básica é que pode demandar tempo demais se tiver de envolver muitas pessoas.

Participação e envolvimento – Aqueles que serão afetados por uma intervenção devem ser envolvidos na sua concepção e implementação. Os funcionários devem reunir-se como membros de comitês especiais ou forças-tarefas para participarem da decisão. Essa opção é eficaz quando as informações necessárias para a administração da mudança são disseminadas entre muitas pessoas e quando os funcionários que dispõem de considerável poder tendem a resistir. A mudança se não estiverem também envolvidos. Ela facilita a troca de informações entre as pessoas e gera compromisso entre os envolvidos, mas pode reduzir a velocidade do processo se os participantes projetarem uma mudança imprópria ou desviarem-se da tarefa em questão.

Facilitação e apoio – O treinamento necessário para o cargo e o apoio emocional devem ser garantidos por reuniões de instrução e sessões de aconselhamento para os funcionários a ser afetados pela mudança. Esse método é muito útil quando as pessoas estão resistindo à mudança devido a problemas de adaptação pessoal. Nenhum outro método funciona tão bem com problemas de ajustamento, mas pode consumir muito tempo e dinheiro e, ainda assim, fracassar.

Barganha e negociação – Funcionários resistentes devem ser influenciados por meio de barganha e propostas de compensação que lhes garantam incentivos para mudarem de opinião. Essa técnica às vezes é usada se um indivíduo ou grupo, dotado de poder para bloquear a mudança, tende a sofrer perda no caso de sua ocorrência. A negociação pode ser um modo relativamente fácil de evitar a resistência em tais situações, mas pode mostrar-se dispendiosa se alertar outros indivíduos e grupos para a possibilidade de poderem negociar ganhos extras para si mesmos.

Persuasão oculta – O uso de esforços camuflados de fornecimento de informações deve ser considerado numa base seletiva, no sentido de conseguir que as pessoas apoiem as mudanças desejadas. Essa abordagem às vezes é usada quando outras táticas não funcionam ou são muito dispendiosas. Pode ser um método rápido e barato de dissolver a resistência. No entanto, pode gerar problemas no futuro se as pessoas se sentirem tratadas injustamente, e pode parecer extremamente manipulador, mesmo se forem alcançados resultados satisfatórios.

Coerção explícita e implícita – O poder e as ameaças de conseqüências negativas podem ser empregados para mudar a opinião dos indivíduos resistentes. A coerção tende a ser usada quando a velocidade é essencial e quando aqueles que iniciam a mudança possuem considerável poder. Ela pode superar praticamente todo tipo de resistência. Sua desvantagem é que pode ser arriscada se deixar as pessoas iradas.

O programa de conscientização tem como objetivo esclarecer a implementação e neutralizar todos os fatores de resistência. Para a alta direção e pessoal operacional, recomenda-se o programa com dois dias de duração, enquanto que para técnicos convém entendê-lo por três dias, incluindo sessões de cálculos de rendimento e discussões dirigidas.

Para os supervisores e líderes de grupo, recomenda-se a adoção de recursos visuais, como vídeos relativos ao TPM e painéis de discussão com gerentes e chefes.

Para os operários, recomenda-se o sistema de informação em cascata, liderados pelos respectivos supervisores e líderes.

### **6.3 - Estruturação do órgão encarregado da implantação**

Nesta etapa, deverá ser criada a secretaria administrativa e o comitê para implementação. Este comitê deverá ser estruturado de forma matricial, com possibilidade de desdobramento tanto horizontal ( criação de comissões ), como vertical ( hierarquia formal ).

O TPM deverá ser abraçado por toda a organização. Isto significa que todos os setores envolvidos, conforme a Fig 6. No topo da pirâmide tem-se a direção da organização ou da fábrica, na parte central, a média gerência e, na base, os elementos operacionais. Delineia-se dois fluxos fundamentais, que são :

- De cima para baixo ( top to down ) : diretriz e administração para conquistas dos objetivos;
- De baixo para cima ( botton to up ) : participação dos elementos operacionais

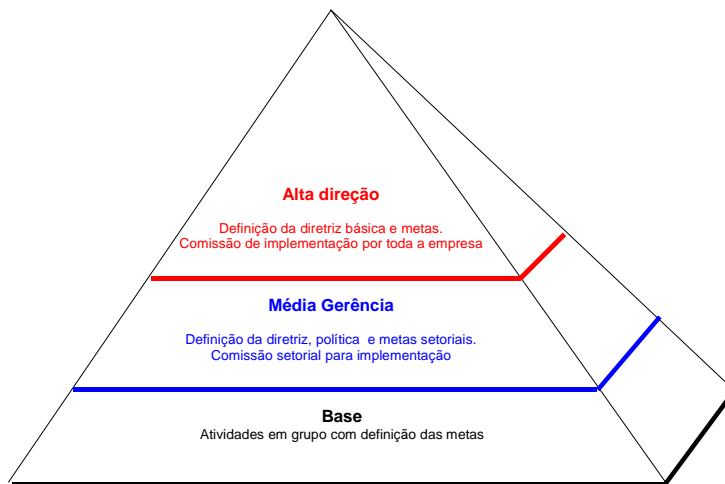
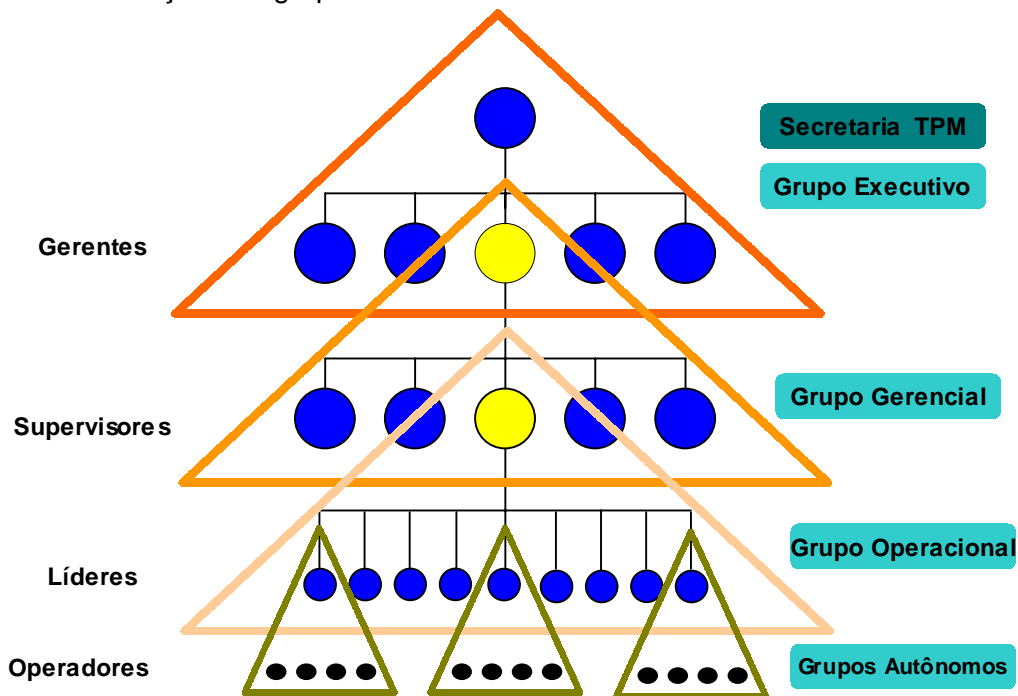


Fig. 6 – Pirâmide Organizacional  
 Fonte: Introdução ao TPM, Seiichi Nakajima, IMC.

Seiichi Nakajima sugere a criação de grupos sobrepostos, ou seja, os líderes constituirão um grupo sob o comando de um chefe, que por sua vez, estruturará o seu grupo sob a liderança de um gerente, e assim por diante ( Fig 7 ).

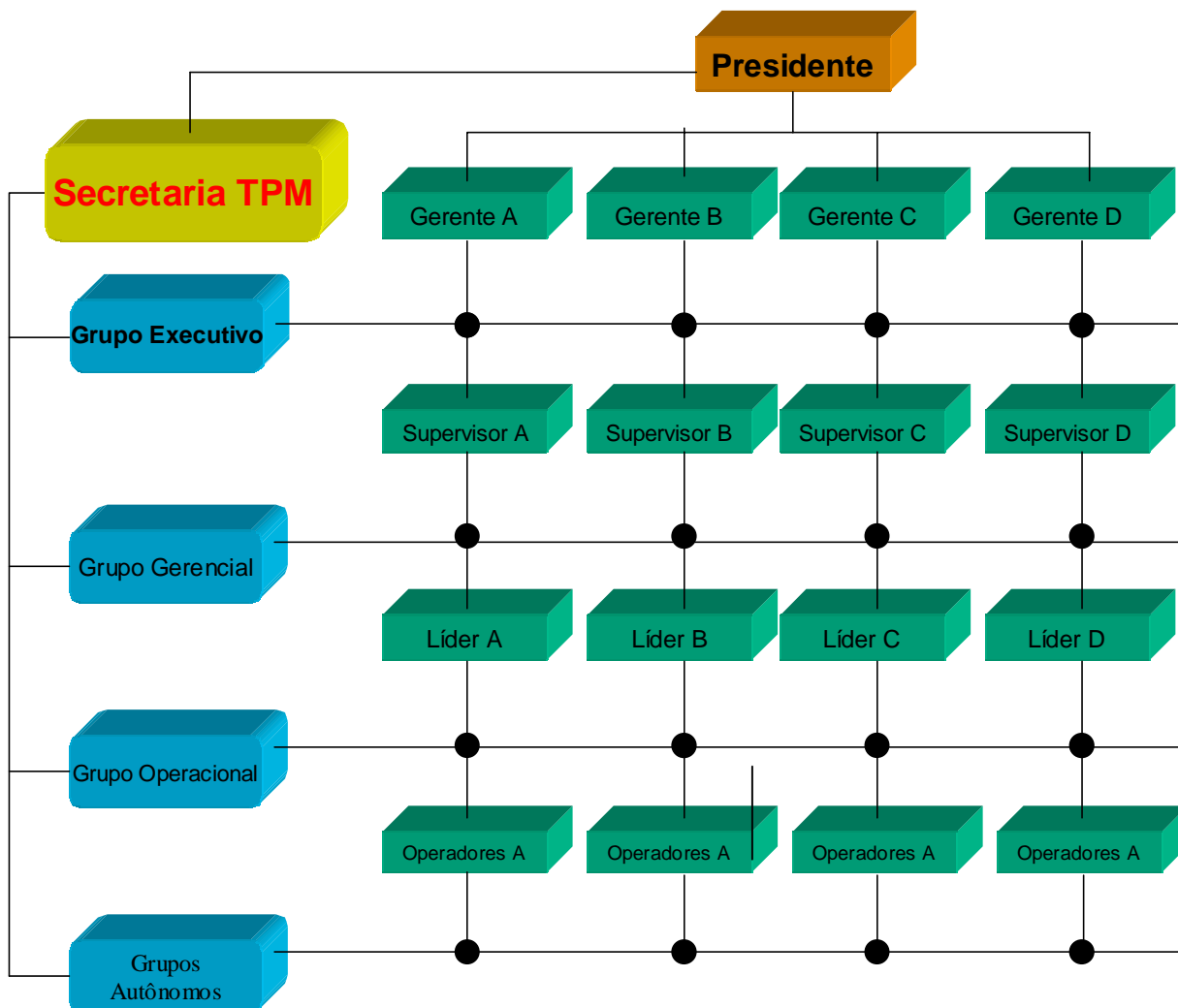
Fig. 7 – Constituição dos grupos TPM



Fonte: Introdução ao TPM, Seiichi Nakajima, IMC.

Com esta estrutura, procura-se promover, assim, a interligação, tanto horizontal como vertical, consolidando os elos de comunicação. Este modelo pode ser transposto para um forma de estrutura matricial, conforme a figura 8. De acordo com Maximiano (Administração de projetos pg134), a estrutura matricial multifuncional é indicada para projetos que exigem grandes equipes. A organização do projeto torna-se tão grande que precisa dividir-se em subequipes, cada uma com sua própria estrutura e um líder.

Fig. 8 – Matriz Organizacional para Implantação do TPM



Por utilizar uma estrutura matricial para sua implantação, quando da implantação do programa TPM, deve-se tomar cuidado pois segundo Megginson( Administração, conceitos e Aplicações ; pg 242), a abordagem matricial possui vantagens e desvantagens.

Vantagens – Uma das vantagens é permitir comunicação livre e coordenação de atividades entre os principais especialistas funcionais. Outra vantagem é a flexibilidade com que a organização responde rapidamente a mudanças. Essa resposta a mudanças é o resultado de um desejo profissional de responder a elas – não é uma resposta a um esforço de mudança ditado pela hierarquia.

Desvantagens – Uma das desvantagens se relaciona à falta de clareza e de coordenação nos papéis a serem desempenhados. Podem surgir conflitos quando as exigências de um grupo de projeto levem a decisões contrárias à filosofia da matriz. Outra possível causa de conflito é a designação de membros do grupo para mais de um projeto. Essas situações exigem “ um agente “ que intervêm para resolver os choques resultantes de conflito entre prioridades.

Este agente é o responsável pela secretaria TPM.

### **6.3.1 – O responsável pela secretaria TPM como Gerente de Projetos**

De acordo com Seiichi Nakajima, a secretaria encarregada da implantação do TPM constitui uma função vital pois, além de assessorar a alta direção, deverá promover a implementação do sistema por toda a organização. A secretaria deverá ser integrada por elementos de comprovada capacidade técnica e polivalência para administração de situações inclusive inesperadas e não previsíveis. Podemos considerar que o responsável pela secretaria TPM deverá ter o papel de um gerente de projetos. Maximiano (

Administração de Projetos; pg 136 ), define que um gerente de projetos tem a responsabilidade de assegurar a realização do projeto dentro dos padrões de desempenho da missão, prazo e custo, o que exige a administração de comunicações, recursos humanos, contratos, materiais e riscos. Os papéis mais importantes , com suas respectivas responsabilidades são listados a seguir.

#### **6.3.1.1 - Planejador**

Como planejador, a principal tarefa do gerente de projeto é assegurar a preparação do projeto, com garantias de qualidade técnica, recursos aprovados e consenso de todos os stakeholders relevantes. Ao começar o projeto o gerente de projetos deve ter uma idéia bem clara de como vai termina-lo e o que acontecerá no caminho. Suas responsabilidades neste papel são :

- Traçar estratégias eficazes para a realização dos projetos.
- Fazer projeções e estimativas de fatos, eventos e recursos.
- Analisar o contexto que o projeto será iniciado e realizado.
- Enxergar o projeto como sistema, desde sua concepção básica até, se for o caso, seu ciclo de vida.
- Coordenar e participar da elaboração de propostas, cronogramas, orçamentos, estruturas analíticas e outras ferramentas de planejamento.
- Iniciar o projeto de forma rápida e eficiente. Assegurar que a equipe entenda as exigências do cliente ( Alta direção ) em relação ao projeto. Promover a participação de pessoas relevantes no processo de definir objetivos, estratégias, orçamentos e cronogramas do projeto. Garantir o planejamento e controle realista do projeto.

#### **6.3.1.2 - Organizador**

Como organizador, o Gerente do Projeto deve prever e mobilizar os méis, especialmente as pessoas, para realizar o projeto. Nesse papel, o gerente está

trabalhando na montagem da estrutura organizacional do projeto. Algumas das principais responsabilidades desse papel são :

- Definir o perfil das aptidões necessárias para formar a equipe do projeto.
- Mobilizar pessoas que tenham as aptidões relevantes para o projeto.
- Negociar participações e obter, dos gerentes funcionais, o compromisso do envolvimento de homens-hora ou de pessoas específicas.
- Estruturar a equipe, dando-lhe um organização mediante a divisão de atribuições entre seus membros.
- Assegurar que cada um conheça não apenas suas próprias atribuições, como também as atribuições dos demais membros da equipe e de outras pessoas vinculadas ao projeto.
- Assegurar que todos os membros do projeto conheçam os objetivos e atividades do projeto.
- Avaliar e atender as necessidades de modificações na composição da equipe.

#### **6.3.1.3 - Administrador de pessoas**

Como administrador de pessoas, o gerente de projetos lida com competências, corações e mentes da equipe. Neste papel, ele é o diretor de equipe, que trabalha segundo a dimensão humanista e lida com as pessoas como pessoas e não como recursos do projeto. Suas principais responsabilidades nesse papel são:

- Transformar a equipe em um grupo de pessoas interessadas e empenhadas no sucesso do projeto, apresentando-lhes uma visão do desenvolvimento global do empreendimento e informações sobre seu andamento.



- Desenvolver uma atitude favorável, com relação ao projeto ( atitude de projeto ), em outras pessoas envolvidas no empreendimento, mas que não estejam diretamente sob sua autoridade formal.
- Lidar com as frustrações decorrentes de decisões sobre alocação e movimentação de pessoal, que levam em conta as necessidades e limitações da empresa antes que os interesses pessoais.
- Tomar e explicar decisões que afetam o território emocional dos integrantes da equipe, como promoções, escolhas de pessoas e outras.
- Administrar e orientar as carreiras de seu pessoal.
- Prestar orientação técnica e gerencial à equipe.
- Avaliar e encaminhar o entendimento das necessidades de treinamento da equipe.
- Detectar e resolver os conflitos técnicos e humanos ao longo do projeto.
- Promover a integração da equipe e o intercâmbio entre as diferentes equipes do projeto.
- Detectar, analisar e encaminhar as reivindicações da equipe.
- Avaliar as potencialidades e o desempenho efetivo dos membros da equipe.
- Enfrentar situações de administrar e compatibilizar comportamentos pessoais, excêntricos, harmonizar interesses de pessoas e grupos com a estratégia da organização, e reduzir os riscos da obsolescência profissional da equipe.

#### **6.3.1.4 - Administrador de interfaces**

Administrar interfaces e articular acordos são tarefas predominantes em qualquer ambiente de projetos, que são, em grande parte dos casos, soluções organizacionais e coletivas. A administração eficaz de interfaces é uma das maneiras de elevar a

probabilidade de êxito do projeto. Grande parte da qualidade do planejamento, organização e outras funções do projeto depende muito mais da articulação de acordos do que da sofisticação técnica.

- Articular a equipe do projeto com outras unidades da organização e estas entre si.
- Trazer para o projeto o ponto de vista de outras unidades e stakeholders.
- Responsabilizar-se pelos resultados do projeto, perante a administração superior e outras unidades.
- Assegurar que todos conheçam os objetivos e necessidades do projeto.
- Assegurar que a equipe entenda e atenda às necessidades e dificuldades das unidades funcionais envolvidas no projeto.
- Testar continuamente o consenso dentro da equipe e das unidades com as quais há interfaces.

#### **6.3.1.5 - Administrador de Tecnologia**

A administração da tecnologia envolve tarefas, responsabilidades e decisões do gerente de projeto dentro do domínio técnico do projeto. As mais importantes responsabilidades nessa área são:

- Manter abertos os canais da atualização técnica da equipe.
- Fornecer conhecimentos técnicos para a realização do projeto e a capacitação da equipe.
- Orientar as atividades dos integrantes da equipe.
- Conhecer a relação entre o resultado final desejado e as tecnologias necessárias para alcançá-lo.
- Especificar o resultado final em termos de desempenho desejado e solicitar as contribuições da equipe para fazer as definições dos detalhes técnicos.

- Familiarizar-se com as pessoas e suas capacidades como especialistas.
- Manter-se atualizado nas áreas tecnológicas relevantes para o projeto.
- Conhecer a linguagem técnica básica dos integrantes da equipe.

#### **6.3.1.6 - Implementador**

Como implementador, o gerente do projeto “ faz o projeto acontecer “ . Predominam aqui as funções e tarefas de executar e corrigir planos, cuidar do suprimento de recursos, fornecer informações, avaliar o desempenho, cobrar providências, etc. Neste papel, suas atividades são puramente administrativas, tais como:

- Redigir, negociar e defender propostas.
- Solicitar fundos e apoios para projetos.
- Redigir e apresentar relatórios.
- Controlar despesas e receitas.
- Preparar prestação de contas.
- Negociar participações de pessoas, complementações e remanejamentos de recursos e adiantamentos de prazos.

#### **6.4 - Definição da diretriz para incorporação no planejamento a médio prazo**

A quarta etapa para implementação do TPM refere-se à definição da diretriz básica e o estabelecimento das metas a serem conquistadas. Trata-se do primeiro trabalho de vulto a ser desenvolvido pela secretaria recém instituída.

Os objetivos deverão ser divididos. A meta a ser conquistada após três anos é demasiadamente ambígua e longínqua. Deve-se distribuí-la, tornando-a palpável e compreensível através da definição de estágios intermediários concretos.

Um objetivo deve ser concreto. Deverá ser composto de três parcelas: o que, de que modo e até quando. Uma meta difere de uma diretriz que é vaga, pois esta exprime a essência do pensamento que norteia a vida da organização. Tem-se, abaixo, um exemplo de uma diretriz.

*“O TPM na nossa organização constitui um meio para a conquista da Quebra Zero/Falha Zero das máquinas e equipamentos, propiciando defeito zero nos produtos e acidentes zero no trabalho. Significa a eliminação de todas as modalidades de perdas, o que propicia uma maior lucratividade para a organização e gera um ambiente salutar de trabalho para todos os nossos colaboradores.”*

A busca de Quebra Zero/Falha Zero das máquinas e equipamentos constitui uma temática sem fim, que será eternamente perseguida pelo homem. Por isso deve-se definir as metas claras, efetivas, não ambíguas, e conhecer a situação vigente pois, caso contrário, não saberá delinear o salto ou o progresso que se deseja conferir.

Por exemplo, se o número de quebras/paradas das máquinas totalizam 40 casos/mês e o índice de produtos com defeito for de 3%, pode-se estabelecer uma meta trienal, para atingir 4 casos/mês de quebra/parada máquina, e 0,3% de produtos defeituosos. Define-se assim um objetivo com o patamar equivalente a 1/10 da situação vigente.

Cada um dos setores envolvidos deverão buscar as variáveis que contribuem para este efeito indesejável e concentrar os esforços para elimina-las. Também uma meta concreta permite o cálculo econômico, onde se pode quantificar os benefícios e comparar as diversas alternativas de despesas.

Na Fig.9, tem-se um exemplo de diretriz e objetivos traçados pela Tokai Rubber Co.

Este plano geral deverá ser divulgado por toda a organização e desmembrado por cada setor, que definirá as parcelas anuais ou semestrais a serem conquistadas. Os trabalhos desenvolvidas pelos grupos também deverão ser consoantes tanto com o objetivo como com a política que foram traçadas.

## **6.5 - Elaboração do plano-diretor**

Na quinta etapa tem-se a elaboração do plano diretor, que é um trabalho também de vulto a ser desenvolvido pela secretaria encarregada da implementação. Este plano

deverá conter todos os principais eventos inerentes à condução do TPM, desde o anúncio oficial até a conquista do Prêmio PM.

O plano-diretor deverá ser periodicamente revisto para evitar os impasses e para recuperar as defasagens e os atrasos.

Fig. 9 Exemplo de diretriz e objetivos traçados pela Tokai Rubber Co.

Exigências Externas	Exigências Internas
1- Início de produção e lançamento de novos produtos em épocas apropriadas. 2- Flexibilidade para atender à variação da demanda. 3- Preço competitivo. 4- Eficiente garantia de qualidade. 5- Economia de Matéria Prima / Energia.	1 –Problemas de produção e de qualidade decorrentes das quebras de máquinas. 2 Balanceamento da carga incidente na produção e nas máquinas ( linhas ) 3 Eliminação dos pontos falhos decorrentes dos projetos de máquinas. 4 Desenvolvimento da consciência sobre a importância da gestão das máquinas. 5 Moral na área de trabalho.
	
<b>Diretriz Básica</b>	
<b>PROMOVER A REVOLUÇÃO MENTAL DE TODOS OS FUNCIONÁRIOS, ATRAVÉS DA PARTICIPAÇÃO NAS ATIVIDADES DE TPM, VISANDO ZERO DEFEITO E ACIDENTE ZERO, PARA INCREMENTO DA PRODUTIVIDADE E REDUÇÃO DOS CUSTOS</b>	
<b>Itens fundamentais</b>	

- Diminuição das quebras de máquinas e moldes
- Diminuição do tempo de espera e troca de ferramentas.
- Uso racional dos equipamentos.
- Economia de energia e de Matérias Primas
- Treinamento e educação
- 



### Metas

	Efetivo	Objetivo
1 – Quebra de máquinas	938 / mês	Menor que 50 / mês
2 - % quebras	1.03 / 100 horas	Menor que 0,2 / 100 hrs.
3 – Índice de severidade das quebras	1,59%	Menor que 0,4 %
4 – Tempo de parada mensal	5800 hrs. / mês	Menor que 2900 hrs. / mês
5 – Índice de operação	88.8 %	Maior que 95 %
6 – Incremento produtividade	113 %	Maior que 141 %
7 – Diminuição de defeitos	0,7 %	Menor que 0,35 %
8 – Economia de energia	100 %	Abaixo de 70 %
9 - Sugestões	2.1 sug. / pess. / ano	Maior que 10 sug.
10 - Acidentes	14,05 casos / milhão hrs.	Menor que 7 casos
11 - Segurança	0,8 dia / mil hrs.	Menor que 0,03 dia



**Candidatar-se ao Prêmio PM como referência para avaliação das atividades de TPM que foram implementadas**

Fonte: Introdução ao TPM, Seiichi Nakajima, IMC.

## 6.6 - Implementação e consolidação

### 6.6.1 - Início das atividades do TPM

A sexta etapa refere-se ao início propriamente dito das atividades, ou seja, a partida do TPM.

Inicia-se o combate às seis grandes formas de perdas ou de desperdícios. Cada um fará o uso das armas assimiladas através de novos conhecimentos técnicos e habilidades que foram desenvolvidas.

Nas etapas precedentes de preparação, o trabalho foi fundamentalmente dirigido pelos elementos de “staff”. A partir deste estágio tem-se o envolvimento do quadro operacional. Significa que não mais existirão expectadores, pois todos serão engajados na luta contra os desperdícios e perdas.

Conforme Seiichi Nakajima, de forma geral, este estágio é conduzido solenemente pelas empresas. Tem-se a apresentação oficial do plano-diretor e o juramento do representante dos funcionários para a conquista do Prêmio PM. Para o cerimonial são convidadas tanto as empresas colaboradoras como os fornecedores.

Esta formalidade convence a todos quanto à seriedade com que o programa é enfocado e a firme decisão da empresa em conduzi-lo. Isto repercutirá positivamente sobre o moral de todos os funcionários.

## **7.0 - Estabelecer sistemas para implementar a eficiência da produção.**

Na sétima etapa reafirma-se a incorporação de melhorias sobre cada uma das máquinas e equipamentos tendo como resultado a melhoria da qualidade e produtividade, com redução dos custos. É por isso que as pessoas afirmam: “TPM é lucrativo”.

As melhorias deverão ser inicialmente incorporadas no equipamento da área piloto, contando para tal com a colaboração de todos os elementos do “staff” técnico, de Manutenção e principalmente os da Produção.

## **7.1 – Melhorias contínuas**

O Kobetsu-Kaizen é o levantamento detalhado das necessidades de melhoria de um equipamento, efetuado por um grupo formado por engenheiros, gerentes de linha, mantenedores e operadores.

O grupo deve selecionar, como piloto, uma linha de equipamentos que está sujeita a algum “gargalo” gerador de perdas crônicas, na qual possa ser alcançada a perfeição através dos esforços contínuos, dentro de um prazo de três meses.

Podem ser utilizados cartões coloridos para identificar as áreas e/ou critérios em que serão feitas atuações para redução das perdas. Por exemplo, ações da operação – cor amarela, ações da manutenção – cor verde, ações da engenharia – cor vermelha.

Deverão ser estruturados os grupos de trabalho (atividades de pequenos grupos), de modo a incorporar todas as possíveis soluções, e provar para todos o que a empresa é capaz, e que a Quebra Zero/Falha Zero não constitui uma utopia. Convém que a área piloto seja escolhida em função da magnitude dos resultados e que seja propícia a um incremento da motivação.

Na área piloto, serão consumidos cerca de três meses para se eliminar todas as principais inconveniências. Existem diversos desperdícios ou perdas a serem atacadas, porém deve-se definir a seqüência das prioridades, em função dos benefícios que poderão ser colhidos. Não significa que a seqüência: paradas acidentais, mudança de linha, operação em vazio, pequenas paradas, queda da velocidade operacional, defeitos no processo ou defeitos ao início da operação devam ser respeitadas.

Poderão ser criados tantos grupos de trabalho quanto forem os temas abordados. Os resultados não tardarão em suão em surpreender mesmo os mais incrédulos. A própria equipe de engenharia, até então considerada como mero acessório, será reconhecida como de valia. Haverá transposição horizontal destes benefícios, e a febre de incorporação da melhoria tornar-se-á efetiva.

#### **7.1.1 - Análise PM**

Para a condução da análise para as melhorias poderão ser utilizadas as técnicas preconizadas pela Engenharia Industrial (IE – Industrial Engineering), as de CQ (Controle Total da Qualidade) entre outras. Destaca-se a Análise PM (PM – Phenomenon Mechanism – Mecanismo do fenômeno) que tem demonstrado o seu potencial e valia para a eliminação das seis grandes perdas.



A sistemática PM, criada por Kunio Shirose, se adequa principalmente para a extirpação das causas ocultas, pois associa os fenômenos físicos a mão-de-obra, máquina e matéria prima.

Para a condução da Análise PM, recomenda-se os seguintes passos:

a) Primeiro passo: Delineamento da conjuntura

A conjuntura deverá ser delineada com precisão, através da estratificação dos fatos, especificação dos componentes ou locais de origens, máquinas etc.

b) Segundo passo – Análise da fenomenologia sob o ponto de vista físico.

A análise da fenomenologia deverá ser conduzida sob o ponto de vista físico.

Todos os fatos deverão ser atrelados segundo causa x conseqüência.

c) Terceiro passo – definição do mecanismo condicionador

Após a definição da conjuntura física, buscar a explicação da fenomenologia segundo o mecanismo de ocorrência. Tem-se delimitadas as condições que provocam o fato.

d) Quarto passo – Busca da correlação entre máquina, matéria-prima e método de trabalho. Enumerar todos os possíveis fatores.

e) Quinto passo – Análise crítica do levantamento efetuado

Avaliar cada situação, método de determinação adotado, amplitude e abrangência do fenômeno e do monitoramento, itens em consideração etc.

f) Sexto passo – Afloramento das inconveniências

Aflorar em cada uma das situações, as inconveniências detectadas e o desvio existente em relação ao ideal. Enumerar todos os locais de imperfeição.

g) Sétimo passo – Elaboração do plano de melhoria

Superir as diversas melhorias cabíveis para cada ponto inconveniente.

No Quadro 5, tem-se um exemplo de análise PM para pequenas paradas (chokotei).



Quadro 5 – Exemplo de Análise PM

FÁBRICA	FENÔMENO	PONTO DE VISTA FÍSICO	CONDIÇÕES VIGENTES	RELAÇÃO ENTRE MÁQUINA/ MATÉRIA PRIMA/ FERRAMENTA
Unidade para extrusão de PVC rígido	Decomposição térmica	Calcinação parcial do material ao conferir uma sobrecarga térmica ou durante a preparação da parada	1 – Folga entre cilindro e rosca.	1.1 – Desgaste do cilindro 1.2 - Folga entre cilindro e rosca
			2 – Problema junto à rosca.	2.1–Excentricidade da rosca. 2.2 - Defeito na rosca. 2.3 – Defeito na rosca. 2.4 Sujeira na rosca. 2.5
			3 – Precisão na instalação dos componentes.	3-1 – Precisão de montagem.
			4 – Precisão de cada um dos componentes.	4.1 – Precisão dos componentes. 4.2 – Sujeira na superfície de contato.

Fonte: Tavares, Lourival, Administração Moderna da Produção, Novo Pólo Publicações.

## 7.2 - Estruturação da manutenção autônoma ou voluntária

Dentre os oito pilares de sustentação do TPM, a manutenção autônoma ou voluntária constitui o segundo elemento, que é reforçado com o oitavo estágio do programa para implementação.

As atividades de manutenção voluntária deverão ser iniciadas concomitantemente com a partida do TPM, onde o operador assumirá a paternidade sobre a máquina com que trabalha, dentro do enfoque. “Da minha máquina, cuido eu”. Trata-se de uma peculiaridade fundamentalmente oposta à delimitação formal das funções tão em voga no Ocidente, onde a Produção produz e a Manutenção mantém.

Esta visão e postura não se implantam num relance de olhos. Há necessidade de acoplar em cada um dos operadores, a habilidade e a capacitação para condução destas funções adicionais. Também esta filosofia deverá ser compartilhada por todos os integrantes da organização.

A manutenção voluntária se inicia com a inspeção e limpeza. Esta situação poderá já existir em algumas organizações, mas nem sempre são executadas a contento, pois trata-se de mera imposição.

Isto resulta nas folgas, vibrações, atritos, sujeiras, corrosões, enfim, tem-se todas as condições necessárias para a ocorrência de paradas acidentais ou repentinas.

Todos os livros de administração da produção recomendam a importância do 3S – “Seiri”, “Seiton” e “Seifu” (organização, ordem e limpeza) que deverá ser ampliado para 4S – “Seiketsu” (asseio) e entre os mais afixionados o 5S – “Shitsuke” (educação e aprendizado). Alguns chegam ao exagero em ampliar a seqüência com outras palavras que iniciam com o S. Hoje em dia, 5S constitui o mandamento usual das indústrias.

Denotam-se, porém que em muitos casos, os 5S são meras formalidades, tais como o de pintar faixas no piso ou colorir as máquinas e as tubulações, deixando as partes móveis das máquinas totalmente cobertas de pó, sujeiras e detritos. Pintar partes metálicas sem o tratamento adequado com anticorrosivos é uma temeridade, pois a tinta poderá esconder perigos em potencial.

Para evitar as aparências inócuas, TPM sugere a adoção da sistemática de verificação da conclusão e da sua adequação, após o anúncio do término de cada estágio ou etapa. Assim, se aprovado, o setor estará apto para avançar para mais um estágio, pois o treinamento e a assimilação foram apropriados.

Existem sete passos para a consolidação da manutenção voluntária ou autônoma. A sua conclusão significa o perfeito domínio dos fatores preconizados dentro do 5S. Não

se deve buscar a consolidação de todos os S num único ciclo. Convém que o domínio seja paulatino, pois assim o assentamento será mais consistente.

O quadro 6 ilustra os 7 passos para a consolidação da manutenção voluntária ou autônoma. Serão enumerados aqui somente os objetivos e os fatores que são considerados como relevantes.

Quadro 6 – Sete passos para manutenção voluntária

ETAPA	ATIVIDADE	CONTEÚDO
1	Limpeza inicial	Eliminação de todas as sujeiras, detritos e resíduos que afetam o ambiente onde a máquina se localiza; efetuar a lubrificação e o aperto das porcas e parafusos; detectar as anomalias e efetuar a sua regeneração.
2	Combate às inconveniências e os locais de difícil acesso	Bloquear a geração das sujeiras, detritos, cavacos e limalhas que contaminam o ambiente; incorporar melhorias, de modo a facilitar a limpeza e a lubrificação; buscar a diminuição do tempo para execução das limpezas.
3	Elaboração dos padrões de lubrificação e de limpeza	Elaboração do plano de ação para que a lubrificação e a limpeza possam ser executadas, de forma efetiva, num menor tempo possível; definir o trabalho diário e os periódicos.
4	Inspeção geral	Elaborar um manual de inspeção, e emprega-lo como material didático para aprendizado e prática; detectar as falhas existentes e incorporar melhorias ou proceder a regeneração.
5	Inspeção voluntária	Elaboração da folha de verificação para execução do autocontrole.
6	Organização e ordem	Elaborar a normatização das atividades junto à área de trabalho, facilitando sua administração e sistematização. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Padrão de limpeza e de lubrificação</li> <li>• Norma para fluxo de materiais junto à área de trabalho</li> <li>• Padronização dos registros e análise dos dados</li> <li>• Padronização para administração dos moldes e ferramentas</li> <li>• Outros</li> </ul>
7	Consolidação da manutenção voluntária	Conjugação das diretrizes da organização, meta e objetivos com as atividades de incorporação das melhorias.

Fonte: Tavares, Lourival, Administração Moderna da Produção, Novo Pólo Publicações.

a) Primeiro passo – Limpeza inicial

Através de limpeza, o operador passará a conhecer todos os detalhes inerentes e a intimidade da sua máquina. Despertará a curiosidade e, ao mesmo tempo, criará um certo laço afetivo. A limpeza fará com que as deficiências sejam externadas. Assim se detona a necessidade da incorporação de melhorias.

A educação e o domínio de novas técnicas promoverá a capacitação superior. Através da lubrificação, limpeza, aperto das porcas e parafusos tem-se a consolidação do aprendizado que é paulatino. É por isso que se afirma: “A limpeza é a alma da inspeção”.

b) Segundo passo – Eliminação dos locais de difícil acesso e combate aos causadores de problemas.

A melhor maneira de preservar a limpeza é a de não sujar. Os detritos, as limalhas, os cavacos, todos possuem uma origem claramente delimitada. Para evitar estas contaminações, os operadores obviamente passarão a aspirar à colocação de tampas, vedações contra vazamentos, enfim, meios que bloqueiam a propagação das causas. Uma vez eliminado os fatores geradores, o tempo consumido na limpeza também será menor. Por isso os locais de difícil acesso e as causas das inconveniências devem ser extirpados.

Uma melhoria do ambiente de trabalho assim conquistado terá um maior valor. A colaboração entre a Produção e a Manutenção torna-se efetiva.

c) Terceiro passo – Elaboração dos padrões de limpeza e de lubrificação

Baseado nas experiências acumuladas nos dois primeiros passos, os operadores deverão elaborar as normas e os padrões de referência para condução da limpeza e lubrificação.

Trata-se da definição das condições básicas da manutenção, as quais bloquearão a degeneração das máquinas e equipamentos. Constituirá, também, a norma básica de operação do próprio grupo.

A limpeza e a lubrificação, ao lado do aperto das porcas e parafusos, não deverão consumir um tempo excessivo. Os trabalhos deverão ser classificados nos de cunho diário, semanal e mensal. As tarefas diárias deverão ser concentradas no início ou término da jornada, perdurando no máximo por 10 min. Os de cunho semanal deverão consumir no máximo 30 min e os mensais, perdurar no máximo 60 min.

Se, na execução, a rotina demonstrar um desvio em relação à norma elaborada, tem-se aqui um possível tema para melhoria e reformulação da situação vigente.

Poderão, também, ser propostos: um mecanismo de lubrificação centralizado, mudança do ponto de alimentação do fluido, facilidade para verificação do nível de lubrificantes, enfim, buscar a incorporação de controles que sejam visualmente patentes. São temas que devem ser desenvolvidos pelos pequenos grupos.

#### d) Quarto passo – Inspeção geral

Os três primeiros estágios definem as condições básicas para implantação da prevenção da manutenção para evitar as degenerações. Neste quarto passo buscam-se os meios para a mensuração do nível de deterioração e os meios para a sua recuperação.

O ponto de partida serão os manuais elaborados pelo “staff “ técnico, pelo fabricante do equipamento ou pelos supervisores das áreas.

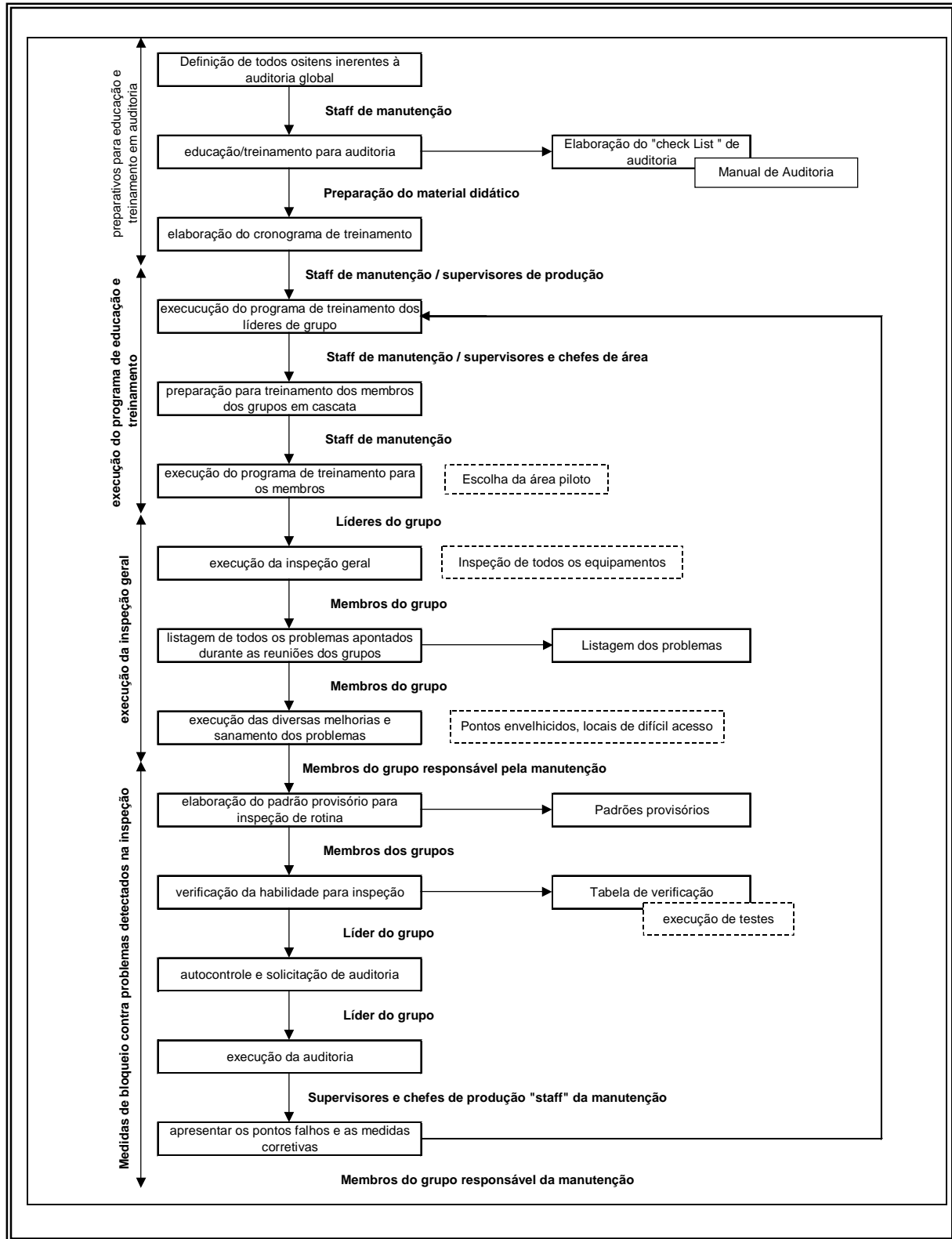
Para condução da inspeção geral, o líder do grupo participa de um curso preparatório sobre cada um dos itens que constitui o alvo da inspeção. O líder fará a retransmissão destes conhecimentos para os membros da sua equipe. Assim, todo o grupo terá elementos para a detecção e delimitação dos pontos de difícil acesso e causadores das inconveniências. Estes locais serão então combatidos com a ajuda do “staff ” técnico, chefias e equipe de manutenção.

Apresenta-se na Fig. 10 os passos para o aprendizado teórico e prático para a consolidação do programa de inspeção geral.

Este ciclo de aprendizado/avaliação deverá ser reiterado o número de vezes necessário, até a “capacidade para detectar as anomalias” esteja plenamente assentada em cada um dos operadores.



Fig. 10 - passos para o aprendizado teórico e prático para a consolidação do programa de inspeção geral



Fonte: Introdução ao TPM, Seiichi Nakajima, IMC.

Sem dúvida, este estágio consumirá um tempo apreciável. Não buscar alternativas que possibilitem a queima de etapas. Um aprendizado é sempre paulatino, porém tem um retorno assegurado.

Os três primeiros estágios não conferem resultados de monta, pois se trata da definição do alicerce básico. Se, após a conclusão desta etapa não se visualizar nenhum efeito significativo, provavelmente a situação é de mera aparência ou de fachada, sendo que algo está errado.

A conclusão do quarto passo usualmente propicia resultados, como a redução do número de paradas das máquinas para 1/5 da anteriormente vigente, ou do incremento do rendimento operacional global superior a 80%, e assim por diante-

Um dos pontos de verificação deverá ser o conteúdo do programa administrado. O nível inadequado de informação tira a motivação das pessoas e a sua vontade de realização.

#### e) Quinto passo – Inspeção Voluntária ou autônoma

O quinto passo é o conjunto dos quatro anteriores, ou seja, constitui uma reflexão da validade das medidas anteriormente preconizadas.

A inspeção voluntária busca a adequação do tempo consumido e a efetividade dos resultados. Trata-se da redefinição dos padrões e normas para condução de uma inspeção voluntária de forma eficaz.

#### f) Sexto passo – Organização e ordem

No sexto passo se propõe a verificação e a revisão do papel reservado ao operador, principalmente no tocante à organização e a ordem. A sua postura face às quebras, falhas, produtos defeituosos e perdas diversas deve ser discutida, para que possa evidenciar as suas carências e as possíveis necessidades para um aprimoramento.

No quadro 7, estão enumeradas as seis sub-etapas inerentes à organização.

Quadro 7 - Seis sub-etapas inerentes à organização das tarefas para manutenção autônoma

Etapa	Alvo	Conteúdo
1	Papel do operador	Reorganizar todos os trabalhos até então confinados ao operador, respeitando as normas definidas.
2	Armação	Organizar, administrar e coordenar a movimentação e armazenamento das matérias-primas, materiais em processamento, peças com defeito, efetivar o controle visual.
3	Ferramentas	Organizar e administrar os moldes e as ferramentas, introduzir a verificação dos ajustes necessários.
4	Dispositivos e instrumentos de medição.	Confirmar as funções, a precisão dos equipamentos de medição e a eficiência dos dispositivos Poka Yoke.
5	Precisão dos equipamentos	Verificar os parâmetros e precisões que afetam a qualidade, efetivar a normalização no âmbito da própria operação.
6	Operação e eliminação das anomalias	Confirmar a sistemática de operação, mudança de linha, condições de trabalho, promover o desenvolvimento das habilidades.

Fonte: Introdução ao TPM, Seiichi Nakajima, IMC.

g) Sétimo passo – Consolidação do autocontrole

O autocontrole nada mais é do que a cristalização de todas as variáveis. Ela se torna efetiva quando as pessoas adquirem uma autoconfiança. A área piloto foi executada pelas chefias e “staff”. Os outros setores serão aprimorados pelos próprios elementos das respectivas áreas. O mecanismo é único: consiste na eliminação das seis grandes perdas.

Após a consolidação destes estágios, deve-se desenvolver o autodiagnóstico ou a auditoria destas realizações. A equipe de auditoria é composta pelos gerentes e elementos de “staff”, que utilizará a oportunidade para propiciar conselhos para um maior aprimoramento do grupo.

### **7.3 - Manutenção Planejada**

Conforme Seiichi Nakajima, o nono estágio do programa de implantação do TPM também coincide com o terceiro pilar básico da sua sustentação, ou seja, a estruturação do Departamento de Manutenção para a condução da manutenção planejada.

Para Yoshikazu Takahashi, enquanto se tenta alcançar o objetivo básico de promover com sucesso o TPM, incluindo-se uma mentalidade voltada ao TPM no pessoal de fábrica, devemos investigar o nexos dos problemas que contribuem para um menor nível de eficiência do equipamento e tomarmos medidas necessárias. Os procedimentos para analisar e melhorar o nível de produtividade dos equipamentos enquadram-se em duas categorias: (1) investigação do equipamento do ponto de vista de melhorar seu nível de confiabilidade e (2) investigação das atividades, a fim de melhorar a eficiência da atividade de manutenção.

Para estas investigações, aplica-se análise de RCM, FMEA e FTA.

#### **7.3.1 - RCM**

Conforme Alan Kardec (Manutenção – Função Estratégica , Qualitymark Editora, 1ª Edição - 1998) O RCM é um processo utilizado para determinar os requisitos de manutenção de qualquer item físico no seu contexto operacional. A abordagem clássica da Manutenção Centrada na Confiabilidade inclui:

- a) Seleção do sistema
- b) Definição das Funções e Padrões de Desempenho
- c) Determinação das Falhas Funcionais e de Padrões de Desempenho.
- d) Análise dos Modos e Efeitos das Falhas.
- e) Histórico de Manutenção e Revisão da Documentação Técnica.

f) Determinação de ações de manutenção – política, tarefas, frequência.

Para se enquadrar qualquer item no processo de RCM, recomenda-se a aplicação das sete perguntas abaixo:

#### AS SETE QUESTÕES BÁSICAS DA RCM

- 1 – Quais são as funções e padrões de desempenho do item no seu contexto operacional?
- 2 – De qual forma ele falha em cumprir suas funções?
- 3 – O que causa cada falha operacional?
- 4 - O que acontece quando ocorre cada falha ?
- 5 De que forma cada falha tem importância?
- 6 O que pode ser feito para prevenir cada falha ?
- 7 – O que deve ser feito , se não for encontrada uma tarefa preventiva apropriada ?

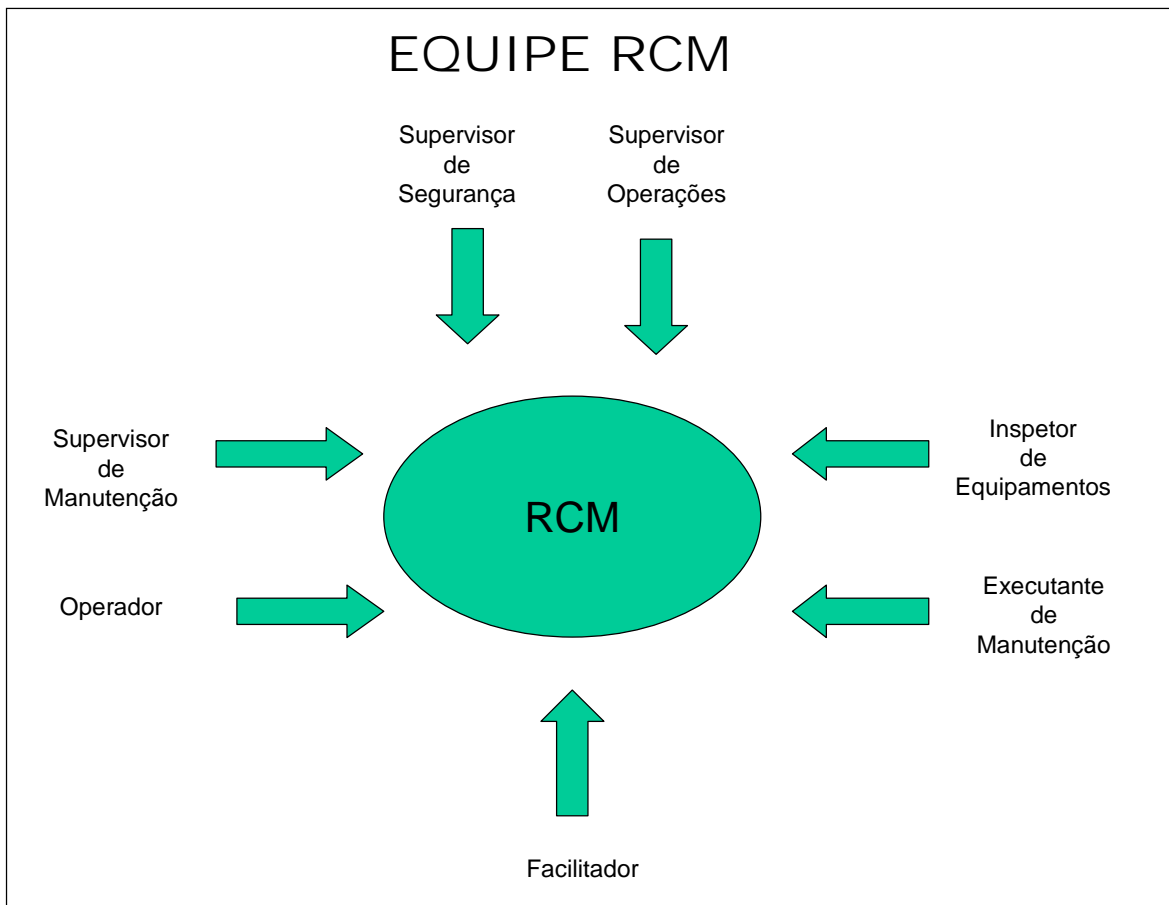
#### Equipe de RCM

As respostas às sete questões básicas da RCM deve ser dadas por uma equipe multidisciplinar. Deve-se contar com pessoas da Operação, Manutenção, Inspeção de Equipamentos e Segurança do Trabalho. Esta equipe é formada conforme a Fig 11.

Fundamentalmente este grupo possui as seguintes características funcionais:

- Grupo pequeno
- Habilidades complementares
- Propósito comum
- Conjunto de objetivos de performance, normalmente traduzidos por indicadores.
- Conjunto de princípios comuns a outros grupos da planta
- Responsabilidade mútua.

Fig. 11 – Equipe RCN



Fonte: Tavares, Lourival, Administração Moderna da Produção, Novo Pólo Publicações.

### 7.3.2 - FMEA

Ainda conforme Alan Kardec (Manutenção – Função Estratégica, Qualitymark Editora, 1ª Edição – 1998) o FMEA é um sistema lógico que hierarquiza as falhas potenciais e fornece as recomendações para ações preventivas. É um processo formal que utiliza especialistas dedicados a analisar as falhas e solucionar-las.

Especialistas indicam três níveis de FMEA: projeto, processo e sistema.

O pessoal envolvido no TPM está mais voltado para o FMEA de processo, pois nesta fase os equipamentos estão instalados e operando.

O FMEA é fundamentalmente a medida do risco de falha. Desse modo, quanto mais pessoas estiverem envolvidas na definição da taxa de risco, mais preciso será o resultado. Na determinação da taxa de falha de um componente particular de um equipamento, deve-se adotar a seguinte seqüência:

- a) Isolar e descrever o modo de falha potencial.
- b) Descrever o efeito potencial da falha.
- c) Determinar a freqüência e a gravidade da falha.
- d) Determinar o número da prioridade do risco (NPR).

#### ANÁLISE DAS CAUSAS RAIZES DE FALHA ( RCFA )

Esse tipo de análise de falha costumava ser reservado para equipamentos mais importantes ou críticos. Atualmente, pelo potencial de ganho que a método apresenta no TPM, recomenda-se seu uso mais generalizado, principalmente em problemas crônicos.

Os principais passos para o processo de Análise das Causas Raízes de Falha estão descritos na Tabela 1:

Tab 1 – Principais passos para RCFA

Principais Passos	Passo	Responsável
Análise do Modo de Falha - FMEA	1	Operação / Manutenção
Preservação da informação da Falha	2	Manutenção
Organização do grupo de análise	3	Gerência
Análise	4	Grupo de análise
Relatar as descobertas	4	
Fazer recomendações	4	
Acompanhar os resultados	4	

Fonte: Tavares, Lourival, Administração Moderna da Produção, Novo Pólo Publicações.

A análise de falhas já ocorridas apresenta um enorme potencial de ganho, e a utilização de ferramentas como FMEA, RCFA, porém outras ferramentas são utilizadas, como o MASP ( Método de Análise e Solução de Problemas ) e o FTA. A necessidade de analisar está ligada à existência de dados confiáveis, que sejam corretamente colhidos, classificados e inseridos nos sistemas.

### **7.3.3 - FTA**

O FTA, ou árvore de falha é baseado em uma ferramenta analítico chamada árvore lógica. Ela tem por objetivo mapear o caminho entre um modo de falha, ou evento topo, e as diversas causas que contribuíram para sua ocorrência. A identificação de um modo de falha sistêmico, com múltiplas causas, complexas e dependentes entre si, indica a necessidade do uso da FTA.

A árvore de falhas é uma reprodução lógica em forma de diagramas de todos os eventos falha, de sua combinação lógica e de sua relação no sistema considerado. É largamente utilizada para avaliar a confiabilidade e/ ou segurança de sistemas complexos. Em sistemas complexos é importantes analisar os possíveis mecanismos de falha e desenvolver análises probabilísticas para a taxa esperada de tais falhas.

Quando da construção de uma árvore de falhas, de um sistema complexo, é primordial que se entenda como o sistema funciona. Um diagrama de funções do sistema (fluxograma) é usado para este propósito, para decidir o modo pelo qual os sinais são transmitidos entre os componentes que fazem parte do sistema.

Somente depois que o funcionamento de um sistema está totalmente entendido é que o analista deverá partir para a construção da Árvore de Falhas. Naturalmente, para sistemas mais simples, os diagramas funcionais lógicos e um FMEA são desnecessários e a construção da Árvore de Falhas pode começar imediatamente.



## 7.4 - Educação e Treinamento

Utilizada por muitas empresas de maneira informal, o processo de transmissão de conhecimento no próprio local de trabalho demonstra-se eficaz e de alta performance. O receptor ao receber o conhecimento através de seu superior ou de seu colega de trabalho, tem a possibilidade de esclarecer dúvidas e colocar em prática imediatamente se for necessário.

O quadro 8 demonstra o programa de treinamento para implantação do TPM.

Quadro 8 - Programa de treinamento para implantação do TPM.

Educação por Hierarquia		EDUCAÇÃO E TREINAMENTO						
		Treinamento em Qualidade	Treinamento para Técnicos e Engenheiros	Treinamento de Habilidades	Treinamento de TPM	Treinamento de Segurança	Treinamento no local de trabalho	Autodesenvolvimento
Gerente de Departamento	Treinamento para a alta administração	Treinamento de CO para a alta administração						
Gerente de Seção	Treinamento para a alta administração Treinamento para a alta administração Treinamento para a alta administração	Treinamento de CO para a alta administração						
Função de Supervisão e de Planejamento	Treinamento para a alta administração Treinamento para a alta administração	Treinamento de CO para os supervisores	Treinamento em cursos específicos sobre: cursos de técnicas, curso de engenharia industrial, pneumática e outros.	Treinamento de uma maior variedade de equipamentos, manter e inspecionar as máquinas.	Treinamento de aplicação do TPM.	Treinamento de manutenção de equipamentos	Treinamento para líderes em Segurança do Trabalho	Treinamento em bibliografias externas
Função de orientador médio	Treinamento para a alta administração	Treinamento de CO para os supervisores	Treinamento em cursos específicos sobre: cursos de técnicas, curso de engenharia industrial, pneumática e outros.	Treinamento de uma maior variedade de equipamentos, manter e inspecionar as máquinas.	Treinamento de aplicação do TPM.	Treinamento de manutenção de equipamentos	Treinamento para líderes em Segurança do Trabalho	Treinamento em bibliografias externas
Função geral	Treinamento para a alta administração Treinamento para a alta administração	Treinamento inicial de CO	Treinamento de controle da qualidade estatístico / Curso de CEP	Treinamento em cursos para aumento das habilidades, como: Ocorrência de uma maior variedade de equipamentos, manter e inspecionar as máquinas.	Treinamento de aplicação do TPM.	Treinamento de manutenção de equipamentos	Treinamento para líderes em Segurança do Trabalho	Treinamento em bibliografias externas

Fonte: Apostila Curso – Implementação e Gerência de TPM, IMC

## 7.5 – Manutenção da Qualidade

Conforme Yoshifumi Kimura, Manutenção da Qualidade é a atividade que tem por finalidade manter a situação de 100% de bons produtos com base na manutenção da perfeita condição dos equipamentos. Sendo que para isso é necessário:

- Estabelecer as condições de “Zero Defeitos” de qualidade dos produtos.
- Efetuar a verificação e medição periódica dessas condições.
- Prevenir os defeitos de qualidade dos produtos mediante manutenção das condições dentro dos valores-padrão.
- Efetuar a predição da possibilidade de geração de defeitos de qualidade dos produtos, observando a evolução dos valores de medição.
- Tomar medidas com antecedência.

Para a aplicação da manutenção da qualidade, sugere-se um raciocínio básico com o objetivo de Má qualidade ZERO. Este raciocínio pode ser observado conforme Fig.12. O desenvolvimento da Manutenção da Qualidade passa por 7 etapas distintas:

- 1) Levantamento da situação atual
- 2) Restauração das inconveniências primárias
- 3) Análise das causas dos defeitos crônicos
- 4) Eliminação total das causas dos defeitos crônicos
- 5) Estabelecimento das condições para Zero Defeito
- 6) Controle das condições para Zero Defeito
- 7) Melhoria das condições para Zero Defeito

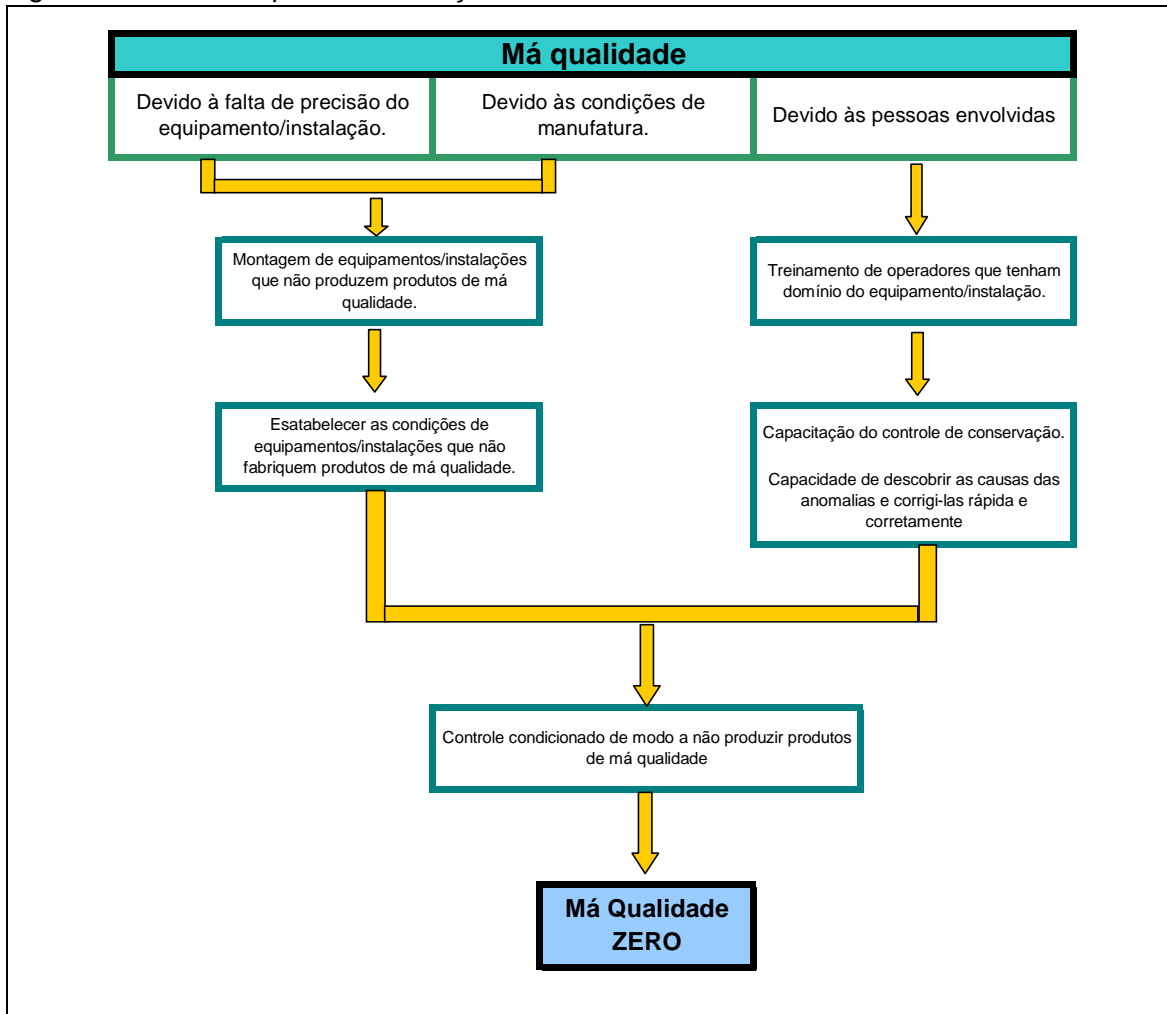
O desdobramento destas 7 etapas podem ser observadas conforme descrito no Quadro 9.

### Quadro 9 - O desdobramento das 7 etapas para Manutenção da qualidade

Etapa		Conteúdo	Cuidados a tomar
1	Levantamento da situação atual	<p>1 – Pesquisa da situação atual sobre qualidade</p> <p>2 – Verificação das regras estabelecidas atualmente.</p> <p>3 – Avaliação do “grau de cumprimento” das regras.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esclarecer as características da qualidade que devem ser mantidas, e ao mesmo tempo, efetuar o levantamento da ocorrência de defeitos de qualidade.</li> <li>• Esclarecer itens que devem ser cumpridos com base nos padrões, instruções e manuais de instrução.</li> <li>• Pesquisar in loco o grau de cumprimento das regras.</li> </ul>
2	Restauração	<p>1 – Restauração para o aspecto ideal.</p> <p>2 – Verificação do resultado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Executar a restauração (fazer voltar para o aspecto correto determinado para a situação atual) dos pontos incorretos detectados na pesquisa.</li> <li>• Decidir o avanço para a etapa 3 ou 6, após verificar o resultado da restauração.</li> </ul>
3	Análise das causas	<p>1 – Execução da análise das causas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Executar a análise PM, FMEA, planejamento de experimentos, etc, de acordo com os princípios e regras básicas de processamento.</li> </ul>
4	Eliminação total das causas	<p>1 – Pesquisa completa das causas.</p> <p>2 – Execução de restauração e melhoria das inconveniências.</p> <p>3 – Verificação do resultado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantar as inconveniências efetuando uma completa pesquisa in loco, com base no resultado da análise.</li> <li>• Executar a restauração e melhoria das inconveniências detectadas.</li> </ul>
5	Estabelecimento das condições	<p>1 – Organização da Matriz QM</p> <p>2 – Revisão da Matriz QM</p> <p>3 – Revisão dos padrões</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizar fatos que vieram a ser conhecidos na matriz QM.</li> <li>• Fazer conexão dos itens acrescentados e revisados com a revisão dos padrões.</li> <li>• Organizar fatos que vieram a ser conhecidos na matriz QM.</li> <li>• Fazer a conexão dos itens acrescentados e revisados com a revisão dos padrões e verificar o resultado da restauração.</li> <li>• Organizar fatos que vieram a ser conhecidos na matriz QM.</li> <li>• Fazer a conexão dos itens acrescentados e revisados com a revisão dos padrões.</li> </ul>
6	Controle das condições	<p>1 – Execução da inspeção baseada no padrão</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar as folhas de verificação da inspeção dos departamentos, reciclar sobre a importância da inspeção precisa.</li> <li>• Executar o controle de tendências do resultado da inspeção e possibilitar a tomada de medidas com antecedência.</li> </ul>
7	Melhoria das condições	<p>1 – Restrição dos itens de inspeção</p> <p>2 – Revisão da frequência de inspeção</p> <p>3 – Melhoria do método de inspeção</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A dificuldade de cumprimento se deve ao “número excessivo de itens”, “ frequência intensa” e “trabalho demorado”, portanto, desenvolver estudo nesta etapa no sentido contrário.</li> </ul>

Fonte: Apostila Curso – Implementação e Gerência de TPM, IMC

Fig. 12 – Raciocínio para Manutenção da Qualidade



Fonte: Apostila Curso – Implementação e Gerência de TPM, IMC

## 8.0 – Controle Inicial

O décimo primeiro estágio do programa de implementação é coincidente como quinto pilar de sustentação do TPM, ou seja, a estruturação para administração dos equipamentos desde a sua fase inicial de instalação e funcionamento.

Esta tarefa é reservada fundamentalmente aos elementos da Engenharia do Processo e Máquinas, com a participação intensiva do “staff” da manutenção.

Segundo Seiichi Nakajima, nesta etapa, trata-se de consolidar toda a sistemática para levantamento das inconveniências, imperfeições e incorporações de melhorias, efetivando-as mesmo nas novas máquinas, e através dos conhecimentos assim adquiridos, torna-se apto para elaborar os novos projetos onde vigore os conceitos de Prevenção da Manutenção, ou seja, concepção que resulte em máquinas com Quebra Zero/Zero Defeito.

### **9.0– Estabelecer procedimentos para buscar Zero-Defeito.**

Conforme Shigeo Shingo, falhas em máquinas exigem que estejamos comprometidos a detectar situações anormais, interrompendo as máquinas instantaneamente, assim que tais situações ocorram e prevenindo que anormalidades semelhantes venham a surgir novamente.

Segundo Yoshifumi Kimura, o departamento de manutenção deve obter o mais rapidamente possível as informações sobre as quebras de máquinas e, determinando sua verdadeira causa, realizar com o máximo de rigor o estudo de medidas permanentes, a execução de melhorias, o estudo da divisão do trabalho de manutenção, até a prevenção da recorrência mediante a revisão das normas. Nos registros sobre a manutenção, deve-se tomar os seguintes cuidados:

- 1) Deve-se observar cuidadosamente o fenômeno da quebra no próprio local e no próprio objeto.
- 2) Ao investigar as causas é necessário pesquisar e examinar sistematicamente a estrutura das causas. No caso de causas compostas, a análise PM constitui um instrumento eficaz.
- 3) Com relação aos pontos fracos da estrutura do equipamento, devem ser estudadas as idéias de melhorias (kaizen), visando ao aumento da confiabilidade, e estabelecidos os planos para prevenção da recorrência de problemas.

- 4) Controle do índice de eficácia das medidas contra as quebras.

## **10 - Áreas administrativas com TPM**

Conforme Yoshifumi Kimura, as atividades do TPM nos departamentos administrativos também devem ser desenvolvidas com base nos 3 pilares que são:

- 1) Melhoria específica nos serviços

Eliminar as perdas crônicas buscando maior eficácia dos trabalhos realizados atualmente, sob aspecto de funções e sistema, com base na visão e missão estabelecidas em cada departamento. São poucos os trabalhos que podem ser desenvolvidos isoladamente por cada departamento, muitos deles possuem estreitos relacionamentos com outros setores. Diante disso, é melhor promover as melhorias específicas de eliminação de perdas, selecionando trabalhos que têm relação com outros departamentos e que aparentemente geram melhores resultados. Formando, em seguida, “times de projeto” constituídos por staffs e gerentes dos setores envolvidos.

- 2) Atividades de Manutenção Autônoma nos serviços administrativos

O estabelecimento da estruturação para a manutenção autônoma que caracteriza o TPM é o ponto-chave das atividades inclusive nas áreas administrativas. A manutenção autônoma no escritório é imprescindível para processar os trabalhos sem problemas e com eficiência. Essas atividades de manutenção autônoma devem ser desenvolvidas sob dois aspectos: Funções Administrativas e Ambiente do Escritório. O primeiro aspecto tem por objetivo melhorar a qualidade dos serviços administrativos, aumentar a eficiência e obter uma organização administrativa de menor custo. Enquanto que com o segundo, procura-se melhorar e manter a alta eficiência dos serviços administrativos com a eliminação total do stress em relação às instalações de escritório e seu ambiente e remoção do stress psicológico e físico das pessoas.

- 3) Educação e Treinamento

É necessário estabelecer e implantar a estrutura de treinamento por função e nível hierárquico, determinar conhecimentos e tipo de aprendizagem das habilidades necessárias, e composição do conteúdo programático.

## **11 - Segurança, Higiene e Meio Ambiente**

Segundo Yoshifumi Kimura, existem quatro atividades básicas para a implantação deste pilar, são elas:

1) Atividades de Segurança do Trabalho

Atividade de predição de risco.

Revisão dos padrões operacionais.

2) Segurança dos Equipamentos

Campanha de prevenção dos acidentes provocados pelos equipamentos

3) Segurança do Meio Ambiente

Campanha de prevenção da poluição e embelezamento dos locais de segurança.

4) Preocupação com a Saúde e Segurança no Trânsito

Campanha de preocupação com a Saúde e Prevenção de acidentes na viagem de ida e volta ao serviço.

Dentro da implantação do Pilar segurança, Higiene e Meio Ambiente, existem hoje modernas ferramentas de Gestão que auxiliam e asseguram a total implantação deste pilar. Estas ferramentas são o Sistema de Gestão Ambiental baseado na norma ISSO 14000 e o Sistema de Gestão de Segurança e Saúde ocupacional OHSAS 18001.

## **13.0 - Estudo de Caso**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA TPM PARA OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO**

Trabalho apresentado no 16º Congresso Brasileiro de Manutenção.

Autores: Mário de Andrade Magenta

Isaias Ferro Filho

## **A EMPRESA**

A Copene é uma indústria Petroquímica de capital privado, fundada em 1972 com início de operação em 1978. É a maior da América Latina, produtora de petroquímicos básicos e utilidades com 90% de sua produção destinada ao mercado interno. Tem 1140 empregados próprios e esta localizada no Pólo Petroquímico de Camaçari a 50 km de Salvador.

## **METODOLOGIA DE TRABALHO**

Aplicada metodologia do TPM (Gestão Total da Produtividade) visando a eliminação de perdas. Através de 8 pilares construídos em etapas, a metodologia esta fundamentada em capacitação de pessoas, mudança de cultura, rigor nas atividades, sistemáticas bem definidas, evidencias, realização de auditorias e reconhecimentos de trabalho em grupo

Nos diversos pilares os grupos são formados por operadores, técnicos de produção, técnicos de inspeção mantenedores e engenheiros, com o apoio da secretaria do TPM para a padronização, conceitual da metodologia, organização da forma de trabalho e eventos de divulgação interna e externa.



Cada pilar possui uma subcomissão formada gerentes, gestores e facilitadores. Que se reúnem sistematicamente para definir as diretrizes, metas e planos de ação com visão de 1 , 2 e 5 anos, e acompanhamento da evolução das atividades.

#### **GA-4101A~ Porque aplicar a metodologia do TPM neste equipamento?**

A bomba GA-4101 A é uma das bombas do sistema de óleo de quench da planta da UP-2. Em condições normais operam continuamente 3 bombas, circulando 600 t/h de óleo de quench pelo sistema, tendo as funções fundamentais para o processo,

- Aproveitamento energético, através da geração de vapor de 120kg/cm<sup>2</sup> nos fornos de Pirólise;
- Resfriamento do gás de carga efluentes dos TLE's ajustando a temperatura adequada para alimentação da Torre de gasolina;
- Manter a viscosidade do óleo de quench na faixa especificada.

São bombas centrífugas com capacidade individual de bombeamento de 2000t/h em um inventário de 800t a uma pressão de 15kg/ cm<sup>2</sup>.

Suas dimensões são: 8m de comprimento x 3m de largura x 6m de altura.

Devido a formação de coque na fase de craqueamento de nafta nos fornos de pirólise, estas bombas obstruem o filtro de sucção em intervalos aproximados de 1 mês, sendo necessária a sua retirada para limpeza.

Este processo de limpeza compreendido por retirada, drenagem, limpeza do filtro, inventário e retorno consumia 30 horas de trabalho entre 4 caldeireiros e 2 operadores. A atmosfera era impregnada de gasolina de pirólise enriquecida com benzeno, tornando necessário o uso contínuo de máscaras panorâmicas.

Essa circulação do óleo com resíduos de coque gera também alta corrosão da carcaça. Este coque aliado a cavitação, provocava constantes vazamentos do selo com custos de manutenção elevados.

Essas constantes obstruções do equipamento geravam uma indisponibilidade devido tempo elevado de liberação, limpeza e retorno, que culminavam em situações de redução de carga nos fornos de pirólise.

## **DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO**

### **GRUPO DE TRABALHO**

O trabalho desenvolvido neste equipamento foi realizado pelo grupo de Manutenção Autônoma “Excelência” do Ativo de Pirólise. Este grupo é composto por 6 operadores, 4 Mantenedores de mecânica, elétrica, instrumentação e calderaria, 1 Técnico de Processo, 1 Supervisor de Manutenção e 1 Engenheiro de Processo.

Os trabalhos foram iniciados em 18/08/1994 com o lançamento do equipamento. Hoje encontra-se na 6ª etapa das sete previstas na Manutenção Autônoma, caracterizada pelo conhecimento básico do funcionamento do equipamento e do processo envolvido, necessário para atuar na prevenção de falhas.

### **SITUAÇÃO ANTERIOR**

O tempo de indisponibilidade deste equipamento era de 360 h/ano/bomba, considerado elevado pelo grupo, em consequência de problemas e dificuldades das seguintes atividades:

- Procedimento de liberação e retorno complexo envolvendo 38 itens.

- Obrigatoriedade de 2 operadores nas manobras de liberação e retorno,
- Dobras de turno da manutenção.
- Inventário muito alto do equipamento.
- Dificuldades para colocação e retirada, proximidade entre os flanges e o equipamento.
- Dificuldade de acesso aos flanges a serem raqueados devido a altura.
- Necessidade do uso de máscara facial devido a emissões ambientais de hidrocarbonetos.
- Redução da continuidade operacional.

## **METAS**

A principal meta passou a ser a redução do tempo total de indisponibilidade de 30h para 8h por parada de equipamento.

## **CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Criado pelo grupo um cronograma de atividades pois a princípio não se tinha a idéia do que poderia ser feito. Os procedimentos e as atividades até então existentes, eram aplicados a muitos anos desde a partida da antiga planta de Pirólise em 1978. Após discussões as etapas de trabalho ficariam assim definidas:

## **ANÁLISE DAS CAUSAS**

Foram adotados os métodos de espinha de peixe, 5 porquês e brain storm durante as reuniões mensais que o grupo efetuava.

Durante as reuniões, o grupo detectou a necessidade de se estratificar e analisar cada uma das etapas do processo de limpeza do filtro visando a detecção dos pontos de perda em cada uma delas. Esse trabalho foi fundamental para a identificação destes pontos e para a elaboração de um plano de ação visando a implantação de melhorias.

## **ESTRATIFICAÇÃO DAS ETAPAS DE TRABALHO**

### **1 – LIBERAÇÃO**

Parada da bomba

Fechamento das válvulas

Desenergização do motor

Drenagem do óleo de quench

Enchimento com gasolina

Imersão em gasolina

Drenagem da gasolina

Enchimento com gasolina

Imersão em gasolina

Drenagem da gasolina

Purga com N2

Liberação

## 2 – LIMPEZA DO FILTRO:

Montagem de andaimes

Isolamento do sistema com raquetes

Abertura

Aeração

Limpeza

Fechamento

Retirada das raquetes

Embalagem e destinação dos resíduos

Retirada dos andaimes

## 3 – LIBERAÇÃO

Teste de estanqueidade

Purga com N2

Enchimento com óleo de quench

Check de partida

Partida

## **PLANO DE AÇÃO E IMPLANTAÇÃO DAS MELHORIAS**

Após a estratificação das etapas de trabalho, análise das causas e o questionamento de seus objetivos, o grupo, através de reuniões sistemáticas criou um plano de ação onde relacionou cada uma dessas etapas, as ações e seus objetivos.

Essas ações demandaram a implantação de melhorias sendo a maioria de pequeno porte, com foco em facilidades de operação e acesso, segurança e meio ambiente.

Foram ao todo definidas 70 melhorias sendo as mais significativas;

- Instalação de um bloqueio manual próximo a descarga da bomba
- Relocação da válvula de retenção para próximo da descarga da bomba
- Substituição do fluido de limpeza de gasolina por LCO
- Montagem de uma plataforma móvel
- Instalação de duplo bloqueio com dreno nas linhas de menor diâmetro
- Instalação no lugar de raquetes
- Relocação de flanges
- Relocação de linhas em pontos de difícil acesso
- Relocação dos pontos de purga
- Revisão dos procedimentos de operação na retirada e retorno do equipamento
- Revisão dos procedimentos da manutenção na retirada, limpeza e retorno do equipamento
- Mudança da posição de instrumentos
- Instalação de facilidades de acesso para manobras de operação, liberação e retorno do equipamento

- Implantação de controles visuais

## **RESULTADOS**

- O tempo total de manutenção caiu de 30h para 8 horas
- A indisponibilidade reduziu de 360h/ano/bomba para 96h/ano/bomba

## **EFEITOS**

Vários outros resultados foram obtidos direta ou indiretamente com a implantação das melhorias definidas e com as rotinas sistemáticas de inspeção, detecção e solução de inconveniências. Entre elas:

- Redução do número e hh de operadores envolvidos
- Redução do custo de pessoal
- Eliminação de dobras de turno
- Redução dos itens de procedimento de 38 para 19
- Eliminação do uso de máscara panorâmica nas manobras
- Eliminação do contato do homem com o Benzeno
- Redução das emanações ambientais

- Melhoria significativa no aspecto geral dos equipamentos devido maior disponibilidade de pessoal para retirada de inconveniências conforme comparações antes/depois com melhorias em destaque a seguir:

## **PADRONIZAÇÃO**

- Elaborado plano de treinamento sobre as melhorias implantadas e sobre as mudanças nos procedimentos.
- Utilizadas Lições de Um Ponto no treinamento das melhorias implantadas e de conhecimentos básicos e ministrados nos horários de turno no formato On the Job.
- Elaborado plano para replicação das melhorias em todas as outras bombas o que gerou uma redução no tempo total da indisponibilidade de 1800h/ano para 470h/ano.
- Emitidos “Feed-back” para a engenharia, visando garantir que os ganhos obtidos serão incorporados aos novos projetos.
- Elaborado roteiro de inspeção considerando as melhorias implantadas e definição dos pontos de inspeção.
- Implementado controle visual nos equipamentos para facilitar e sistematizar a inspeção.

## **APRENDIZADO**



- A importância de aplicar uma metodologia para análise das causas e elaboração de um plano de ação para eliminar as inconveniências identificadas.
- Ganho obtido com a constituição de um grupo multidisciplinar, grupo de TPM, para tornar conta do equipamento e identificar as oportunidades de melhoria.

## **PLANOS FUTUROS**

- Reduzir o número de itens do procedimento de limpeza do filtro
- Avançar com a metodologia para grupos de equipamentos.
- Capacitar o grupo para identificar com mais rigor as inconveniências ambientais e de segurança.
- Implantar inspeção integrado de área.

## **14.0 - CONCLUSÃO**

O aumento da produtividade é fundamental para a elevação da competitividade das industrial brasileiras. Este aumento pode se dar pela atualização tecnológica do nosso parque industrial e pela adoção das atuais práticas de gestão industrial exercidas pelos países desenvolvidos.

O TPM sinaliza como uma das atuais técnicas de redução de custo e valorização dos ativos. O que foi observado durante o estudo, é que com um baixo custo de implementação, tem-se resultados expressivos como redução do tempo de parada e aumento de disponibilidade de até 26%.

Outro ponto importante à ser destacado, é o grau de envolvimento que se é exigido da alta direção. Este envolvimento é fundamental para que as principais lideranças se sintam sensibilizadas para o avanço do programa.

Baseado neste fatos, concluo que o TPM deve ser implementado nas indústrias Brasileiras para que se torne uma fonte de melhorias contínuas, aprimoramento dos recursos humanos e desenvolvimento das lideranças.