

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ESTUDO E ADAPTAÇÃO DOS CONCEITOS DA TPM –**  
**MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL – COMO METODOLOGIA**  
**PARA INTEGRAR MANUTENÇÃO E PRODUÇÃO**

**MARCELO RISSATTO DE OLIVEIRA**

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS ROBERTO CAMELLO LIMA

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2003

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ESTUDO E ADAPTAÇÃO DOS CONCEITOS DA TPM –  
MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL – COMO METODOLOGIA  
PARA INTEGRAR MANUTENÇÃO E PRODUÇÃO**

**MARCELO RISSATTO DE OLIVEIRA**

**ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS ROBERTO CAMELLO LIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

**SANTA BÁRBARA D'OESTE**

**2003**

**ESTUDO E ADAPTAÇÃO DOS CONCEITOS DA TPM –  
MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL – COMO METODOLOGIA  
PARA INTEGRAR MANUTENÇÃO E PRODUÇÃO**

**MARCELO RISSATTO DE OLIVEIRA**

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, em 02 de setembro de 2003,  
pela Banca Examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dr. Carlos Roberto Camello Lima (Orientador)  
PPGEP / FEAU – UNIMEP

Prof. Dr. José Antonio Arantes Salles  
PPGEP / FEAU – UNIMEP

Prof. Dr. Eugênio José Zoqui  
FEM – UNICAMP

Dedico este trabalho primeiramente ao meu melhor amigo, quem me deu o Dom da vida, paciência, sabedoria e perseverança para escrever essa dissertação. Aquele a quem eu adoro e é infinitamente misericordioso para comigo... **DEUS**, a Ele toda honra e toda glória.

Dedico também a uma pessoa especial em minha vida, quem me deu apoio, incentivo, compreensão nos momentos de dificuldades e principalmente amor. Esta a quem eu amo com todas as minhas forças... minha querida esposa **RUTH**.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus pela sabedoria, pela saúde e pelo equilíbrio emocional.

À minha querida esposa Ruth Bianquezi Ramos de Oliveira, pelo apoio, pela paciência, pelo incentivo, pelo carinho, pela compreensão, pelo companheirismo e por ter suportado os momentos de ausência.

À minha filha Karina Ramos de Oliveira, pelo carinho e pelos momentos de felicidades.

A meus pais Etevaldo e Sônia pela minha formação intelectual e religiosa.

A UNIMEP pelos recursos oferecidos para que esta pesquisa pudesse ser realizada.

Ao professor Dr. Carlos Roberto Camello Lima pela orientação, compreensão e incentivo dispensado ao desenvolvimento deste trabalho.

À Tetra Pak, em especial ao colega Celso Carneiro pelo apoio, pela colaboração direta no fornecimento de informações e a todos os outros colegas de trabalho que colaboraram direta ou indiretamente no desenvolvimento do trabalho em ambiente fabril.

Bendito seja o Senhor,  
que de dia em dia nos carrega de benefícios;

Salmos de Davi 68: 19

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>X</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>XII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XIII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. OBJETIVO DO TRABALHO .....	2
1.2. METODOLOGIA .....	3
1.2.1.FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	3
1.2.2.PERGUNTAS DE PESQUISA .....	3
1.2.3.DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	4
1.2.4.UNIVERSO DA PESQUISA.....	5
1.2.5.TIPOS DE DADOS UTILIZADOS .....	5
1.2.6.ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS.....	5
1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	6
<b>2. MANUTENÇÃO INDUSTRIAL .....</b>	<b>7</b>
2.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA MANUTENÇÃO .....	7
2.2. A FUNÇÃO DE MANUTENÇÃO E SUAS FORMAS .....	12
2.2.1.MANUTENÇÃO CORRETIVA.....	12
2.2.2.MANUTENÇÃO PREVENTIVA .....	12
<b>3. TPM - MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL .....</b>	<b>14</b>
3.1. O 5S COMO BASE DE SUSTENTAÇÃO PARA A TPM. ....	16
3.2. OS OITO PILARES DA TPM - MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....	18
3.2.1.PILAR CONTROLE INICIAL .....	18
3.2.2.PILAR MANUTENÇÃO AUTÔNOMA – <i>JISHU HOZEN</i> .....	19
3.2.3.PILAR MANUTENÇÃO PLANEJADA .....	21
3.2.4.PILAR MELHORAMENTO FOCADO – <i>KOBETSU KAIZEN</i> .....	22
3.2.5.PILAR MANUTENÇÃO DA QUALIDADE – <i>HINSHITSU HOZEN</i> .....	22
3.2.6.PILAR EDUCAÇÃO E TREINAMENTO .....	23
3.2.7.PILAR SEGURANÇA E MEIO AMBIENTE.....	25
3.2.8.PILAR <i>TPM OFFICE</i> .....	26
3.3. ANÁLISE DE FALHAS .....	27
3.3.1.FERRAMENTAS PARA ANÁLISE DE FALHAS E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS .....	28
3.3.2.ESTRATIFICAÇÃO.....	28
3.3.3.ANÁLISE 5W E 1H. ....	29
3.3.4.ANÁLISE DE CAUSA E EFEITO – DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	30
3.3.5.ANÁLISE 5 PORQUÊS .....	31
3.3.6.CICLO PDCA .....	32
3.3.7.CICLO SDCA.....	33
3.3.8.MASP - MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS .....	34
3.3.9.FMEA – ANÁLISE DOS MODOS E EFEITOS DE FALHA.....	36
3.3.10.RCFA – ANÁLISE DA CAUSA RAIZ DA FALHA.....	36

3.3.11.MATRIZ SCS – SINTOMA CAUSA E SOLUÇÃO .....	37
3.4. SELEÇÃO DA ÁREA PILOTO .....	38
<b>4. MCM - MANUTENÇÃO DE CLASSE MUNDIAL .....</b>	<b>40</b>
4.1. OBJETIVOS DA MCM. ....	41
4.2. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA MCM.....	43
4.3. ESTRATÉGIA DA MANUTENÇÃO.....	44
4.4. MUDANDO A MANUTENÇÃO CONVENCIONAL PARA MCM.....	46
4.5. INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO.....	47
4.5.1.OS PRINCIPAIS INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO .....	48
4.5.2.TMEF- TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS.....	48
4.5.3.TMPR – TEMPO MÉDIO PARA REPARO.....	48
4.5.4.DISPONIBILIDADE.....	49
4.5.5.INDICADOR DE EFICIÊNCIA OPERACIONAL GLOBAL .....	50
<b>5. MANUTENÇÃO INTEGRADA À PRODUÇÃO .....</b>	<b>51</b>
5.1. OPERÁRIO MULTIFUNCIONAL.....	53
5.2. O FATOR TREINAMENTO .....	54
5.3. O FATOR MOTIVAÇÃO.....	55
5.4. GANHOS PREVISTOS COM A MANUTENÇÃO INTEGRADA .....	60
<b>6. ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>61</b>
6.1. SELEÇÃO DA FÁBRICA DE CANUDOS COMO ÁREA PILOTO .....	61
6.2. PROGRAMA DE 5S.....	63
6.3. PROGRAMA DE TREINAMENTO .....	65
6.4. O PAPEL DO PILAR MANUTENÇÃO PLANEJADA.....	67
6.5. INTEGRAÇÃO DA MANUTENÇÃO E PRODUÇÃO.....	70
6.6. REUNIÃO DEPARTAMENTAL .....	71
6.7. VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS.....	72
<b>7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>76</b>
7.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	77
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXOS. ....</b>	<b>85</b>

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<i>4M</i>	<i>Material, Mão de Obra, Máquina, Método (Ishikawa).</i>
<i>5W1H</i>	<i>Who, What, Where, When, Which and How</i>
<i>CBM</i>	<i>Condition Based Maintenance</i>
<i>EEM</i>	<i>Early Equipment Management</i>
<i>FMEA</i>	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
<i>IDM</i>	<i>Indicadores de Desempenho da Manutenção</i>
<i>JIPM</i>	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
<i>JIT</i>	<i>Just-In-Time</i>
<i>MCM</i>	<i>Manutenção de Classe Mundial</i>
<i>MPT</i>	<i>Manutenção Produtiva Total</i>
<i>PCM</i>	<i>Planejamento e Controle da Manutenção</i>
<i>PDCA</i>	<i>Plan, Do, Check, Action</i>
<i>RCFA</i>	<i>Root Cause Failure Analysis</i>
<i>RCM</i>	<i>Reliability Centered Maintenance</i>
<i>SDCA</i>	<i>Standardization, Do, Check, Action</i>
<i>TBM</i>	<i>Time Based Maintenance</i>
<i>TPM</i>	<i>Total Productive Maintenance</i>
<i>TQC</i>	<i>Total Quality Control</i>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – POSICIONAMENTO DA MANUTENÇÃO ATÉ A DÉCADA DE 30 .....	8
FIGURA 2 – POSICIONAMENTO DA MANUTENÇÃO NAS DÉCADAS DE 30 E 40 .....	8
FIGURA 3 – DIVISÃO ORGANIZACIONAL DE MANUTENÇÃO.....	9
FIGURA 4 – POSIÇÃO DO PCM ASSESSORANDO A SUPERVISÃO GERAL DE PRODUÇÃO .....	11
FIGURA 5 – O PDCA PARA ATINGIR METAS DE MELHORIAS .....	33
FIGURA 6 – SDCA: O PDCA PARA ATINGIR METAS PADRÃO .....	34
FIGURA 7 – PRINCIPAIS PASSOS DO MASP .....	35
FIGURA 8 – MATRIZ SCS – SINTOMA CAUSA E SOLUÇÃO .....	38
FIGURA 9 – CÁLCULO DO TMPR E TMEF .....	49
FIGURA 10 – INDICADOR DE EFICIÊNCIA OPERACIONAL GLOBAL .....	50
FIGURA 11 – A PIRÂMIDE DAS NECESSIDADES DE MASLOW .....	56
FIGURA 12 – A TEORIA DOS DOIS FATORES DE HERZBERG .....	58
FIGURA 13 – A TEORIA DA EXPECTATIVA DE VROOM.....	59
FIGURA 14 – INDICADORES DE PERFORMANCE NO INÍCIO DO PROJETO .....	62
FIGURA 15 – AUDITORIA DA EVOLUÇÃO DOS 5S.....	63
FIGURA 16 – PROGRAMA 5S DA ÁREA .....	64
FIGURA 17 – PLANO MACRO DE TREINAMENTO .....	65
FIGURA 18 – BANCADA DE TREINAMENTO .....	67
FIGURA 19 – LIÇÃO DE UM PONTO .....	69
FIGURA 20 – EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS (OEE - OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) .....	72
FIGURA 21 – OEE - EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS - 2001.....	73
FIGURA 22 – OEE - EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS - 2002.....	74

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – PRINCIPAIS PASSOS DA RCFA .....	37
--	----

OLIVEIRA, Marcelo Rissatto de. ***Estudo e Adaptação dos conceitos da TPM – Manutenção Produtiva Total – como Metodologia para Integrar Manutenção e Produção.*** 2003. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d’Oeste.

## RESUMO

O presente trabalho apresenta uma proposta cujo objetivo é aumentar os resultados de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos através do trabalho estratégico da manutenção autônoma. A forma de trabalho apresentada requer melhor harmonização entre as atividades de manutenção e operação, levando os operadores a incorporar as atividades de manutenção nas rotinas de produção, melhorando o envolvimento entre manutenção e operação, sendo que os operadores passarão a executar todo o trabalho de manutenção e conservação das máquinas além das atividades convencionais de limpeza, inspeção, pequenos reparos e lubrificação. Como apoio para essa proposta de trabalho, serão enfatizados a importância do trabalho em equipe e o comprometimento com os objetivos a serem alcançados, além da importância do desenvolvimento de novas habilidades e qualificação técnica, tanto dos operadores, quanto dos manutentores. Vale salientar que essa proposta de trabalho não elimina o trabalho do time de manutenção, ou seja, este passará a executar atividades focadas em aumentar a confiabilidade dos equipamentos. Em suma, a manutenção autônoma estará trabalhando para melhorar os resultados ligados à disponibilidade e a manutenção técnica estará trabalhando para melhorar a confiabilidade do equipamento. Para o desenvolvimento desse trabalho, servindo como base referencial teórica e de aplicação, foram utilizadas as seguintes metodologias: TPM – Manutenção Produtiva Total e 5S.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manutenção Autônoma, Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenção Produtiva Total, 5S.

OLIVEIRA, Marcelo Rissatto de. ***Estudo e Adaptação dos conceitos da TPM – Manutenção Produtiva Total – como Metodologia para Integrar Manutenção e Produção.*** 2003. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d’Oeste.

### **ABSTRACT**

*This work presents a proposal whose objective is to increase the results of equipment availability and reliability through the strategic work of the autonomous maintenance. The integration of maintenance work and manufacture work has the objective of improving the harmonization between maintenance and manufacture activities, leading the operators to incorporate maintenance activities in the production routines and further improving the involvement between maintenance and operation. The operators will start to execute all the maintenance and conservation of machines work beyond the conventional activities of cleanness, inspection, short repairs and lubrication. To support this work suggestion, it will be given more emphasis on the importance of teamwork and expected objectives engaging as well as the importance of improving new skills and technical qualification of operators and maintenance technicians. It is significant to emphasize that such suggestions do not exclude maintenance work but only it will be converted in Reliability Engineering work. Summarizing, operators will improve the results of availability and maintenance technicians will improve equipment reliability. TPM – Total Productive Maintenance and 5S methodologies will be used to develop this work.*

**KEYWORDS:** *Autonomous Maintenance, Reliability, Availability, Total Productive Maintenance, 5S.*

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento da competitividade e o aumento da exigência de qualidade dos produtos e serviços têm forçado as organizações a implementar novas metodologias de gestão, na busca da redução dos custos de produção e melhor qualidade do produto final, visando o aumento da competitividade. Estes resultados somente serão alcançados por intermédio da mudança de postura de toda a organização.

Com essa visão, as organizações requerem de cada colaborador o engajamento com os objetivos pré-definidos, exigindo que todos estejam abertos às mudanças que possam surgir na busca da melhoria contínua. Em se tratando de mudanças, surge à necessidade de colaboradores preparados, ou seja, colaboradores multifuncionais aptos a exercer várias funções dentro da organização, prontos para um novo cenário pós-mudança.

A atual competitividade de mercado exige que a situação atual seja conhecida, que se tenha definição clara de onde se quer chegar, para depois traçar um plano de ação e, ao colocá-lo em prática, é necessário monitorar sua evolução para identificar as oportunidades de melhoramento.

Independentemente do segmento das organizações, a competitividade esta cada vez mais intensa e os clientes mais exigentes. A disponibilidade de equipamento, a flexibilidade de produção, a velocidade de entrega dos produtos e a qualidade destes garante a competitividade de mercado e quando se buscam estes resultados, é comum a utilização de várias metodologias de gestão, como TQC – *Total Quality Control*, JIT – *Just-in-time* e TPM – *Total Productive Maintenance*.

Sendo a TPM – *Total Productive Maintenance* (MPT – Manutenção Produtiva Total) uma metodologia que envolve todo o ciclo de vida útil da máquina e exige a participação de todos os níveis hierárquicos da empresa, desde a alta gerência, até os colaboradores do chão de fábrica e manutenção, a utilização

desta como embasamento para este trabalho é pelo fato desta ter como objetivo a maximização da eficiência operacional das máquinas e dos equipamentos através de ferramentas especiais de controle e gestão de resultados.

Desta forma, a TPM estará sendo aplicada no intuito de explorar o lado multifuncional do operador de máquinas. Considerando que quem possui maior conhecimento do equipamento é o próprio operador, espera-se que, com a capacitação adequada destes, seja possível torná-los autônomos a fim de contribuir para a manutenção ideal dos equipamentos e, por consequência, aumentar a vida útil dos equipamentos, aumentar a confiabilidade, aumentar a disponibilidade, aumentar a Eficiência Global do Equipamento (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*) e reduzir o custo de manutenção. Através da integração entre manutenção e produção, é possível contar com um time de produção competitivo, apto a desenvolver as atividades de manutenção nos equipamentos com qualidade técnica, confiança e segurança. Em contrapartida, o time de manutenção terá disponibilidade para desenvolver atividades focadas em garantir a confiabilidade dos equipamentos.

### **1.1. OBJETIVO DO TRABALHO**

O objetivo principal deste trabalho é verificar como a metodologia TPM contribui para o desenvolvimento e capacitação dos operadores, a fim de atingir os mesmos níveis de conhecimento dos técnicos de manutenção, privilégio até então somente dos últimos.

Além disso, com este trabalho pretende-se verificar, na prática, como a aplicação da metodologia TPM consegue promover a integração da manutenção e produção e quebrar o paradigma de que somente o departamento de manutenção tem capacidade de desenvolver com qualidade as atividades de manutenção dos equipamentos.

## **1.2. METODOLOGIA**

Com o intuito de atender aos objetivos propostos neste estudo, e com base na fundamentação teórica, apresenta-se neste item a metodologia que tornou viável a investigação do problema de pesquisa.

### **1.2.1. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA**

A formulação do problema de pesquisa, apresentado neste trabalho, consiste na elaboração das perguntas de pesquisa e na utilização da metodologia da TPM – *Total Productive Maintenance*.

O problema de pesquisa é a dificuldade de verificar a viabilidade de integrar à rotina de produção atividades de manutenção, além das previstas na metodologia da TPM. Com esse objetivo, as perguntas são formuladas para atender a problemática exposta e, nesse sentido, busca promover um diagnóstico das indústrias brasileiras principalmente da fábrica de canudos da empresa Tetra Pak, visando identificar ações estratégicas que garantam o sucesso da organização.

### **1.2.2. PERGUNTAS DE PESQUISA**

As perguntas decorrentes da problemática e dos objetivos constantes deste estudo abrangeram: programas utilizados pelas empresas, estrutura da manutenção, formação técnica do time de manutenção, formação técnica do time de produção, envolvimento dos operadores com atividades de manutenção e o tipo de manutenção predominante na organização. Já os termos adotados foram definidos com base nas referências bibliográficas.

### **1.2.3. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA**

O método de investigação, que caracteriza esta pesquisa, é o Estudo de Caso. Segundo Cervo e Bervian (1983:57) este método possibilita estudar “um determinado grupo para examinar aspectos variados de sua vida”. Neste caso, o grupo é representado aqui pela fábrica de canudos da empresa Tetra Pak. A utilização deste método, justifica-se pelo interesse em analisar a influência da metodologia da TPM no desenvolvimento técnico dos operadores de máquinas, bem como a eficácia das estratégias adotadas por ela, com o intuito de lhe oferecer um modelo de trabalho que, caso mostre os resultados esperados, poderá ser utilizado por outras empresas, desde que devidamente adaptado.

No que se refere às perspectivas da pesquisa, pode-se dizer que se trata de uma pesquisa ação, na qual o pesquisador, observa, registra, analisa, correlaciona fatos ou fenômenos podendo manipulá-los de forma a direcionar o trabalho para o objetivo proposto. A pesquisa utilizada neste trabalho assume ainda outras formas: estudos exploratórios, estudos descritivos e pesquisa de opinião. A pesquisa exploratória foi realizada no início deste trabalho e buscou definir objetivos e buscar maiores informações sobre o assunto; por conseguinte, o estudo descritivo se constituiu da identificação das características e propriedades existentes no grupo pesquisado. Sendo assim, o estudo exploratório serviu de base para o descritivo. Finalmente, a pesquisa de opinião foi adotada como forma de procurar saber atitudes, pontos de vistas e aplicação a respeito do assunto em outras empresas.

Portanto, pode-se dizer que esta pesquisa é do tipo aplicada, uma vez que, nela o pesquisador é movido pela necessidade de contribuir para fins práticos, buscando soluções para problemas concretos. Segundo Gil (1989), neste tipo de pesquisa o pesquisador está menos voltado para o desenvolvimento de teorias de valor universal que para a aplicação imediata numa realidade circunstancial.

#### **1.2.4. UNIVERSO DA PESQUISA**

O universo desta pesquisa compreende as indústrias de produção seriada, mais especificamente a desse estudo caracteriza-se como sendo de pequeno porte (menos de 50 funcionários), pertence ao ramo industrial, se localiza em Monte Mor - S.P. e tem como amostra apenas uma organização deste gênero. Trata-se de um estudo de caso que usa como técnica a aplicação da metodologia da TPM, cujo requisito básico é a colaboração de todos os integrantes da organização, e a população desta pesquisa é composta pela totalidade dos funcionários da organização analisada.

#### **1.2.5. TIPOS DE DADOS UTILIZADOS**

Os dados utilizados nesta pesquisa foram provenientes de documentos internos à empresa: planilhas de acompanhamento de produção e manutenção.

Cabe ressaltar, ainda, que houve uma interação muito grande entre o pesquisador e os pesquisados (nas reuniões, treinamentos, coleta de dados e entrevistas), com o objetivo de garantir o engajamento do pessoal e a exatidão dos dados fornecidos para o estudo de caso.

#### **1.2.6. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS**

Na análise e interpretação dos dados, foram utilizadas técnicas estatísticas simples, como os indicadores percentuais e as médias obtidos através dos questionários e da consulta a documentos organizacionais, possibilitando dessa forma a compreensão melhor das variáveis existentes e por conseguinte nas conclusões.

As análises e interpretações das informações, tiveram como base os princípios contidos na fundamentação teórica utilizada como base para o desenvolvimento deste.

### **1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

Este trabalho está estruturado basicamente em 8 capítulos, sendo que o capítulo 1 compreende a introdução, relevância do tema, os objetivos, a metodologia e a estrutura do trabalho.

No capítulo 2, é apresentada a manutenção industrial, abordando a evolução histórica da manutenção, sua importância e os tipos de manutenção utilizados.

O capítulo 3 enfatiza a TPM - Manutenção Produtiva Total, abordando a metodologia 5S, os pilares da TPM e análise de falhas.

No capítulo 4, é dada ênfase a MCM - Manutenção de Classe Mundial, abordando os conceitos de MCM, os objetivos da MCM, manutenção estratégica, estratégia da manutenção e melhores prática de manutenção.

No Capítulo 5, são discutidos os Indicadores de Desempenho da Manutenção mais usados pelas empresas industriais.

No capítulo 6, é apresentada a Manutenção Integrada à Produção, abordando o operário multifuncional e o ganho previsto com a manutenção integrada.

O Capítulo 7 é o clímax do trabalho, abordando o desenvolvimento da integração, partindo da seleção da área piloto, programa de treinamento, o trabalho da manutenção planejada, integração da manutenção e produção, até a verificação dos resultados.

Finalmente, o Capítulo 8 faz o fechamento do trabalho, apresentando as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

## **2. MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

### **2.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA MANUTENÇÃO**

Durante a segunda revolução industrial (1840/1895), surgiu a preocupação de estar mecanizando o trabalho através de aprimoramentos mecânicos e tecnológicos, resultando no aumento da produtividade e na redução de custos.

Na virada do século XIX, surgiram os primeiros reparos executados pelos próprios operadores devido à inexistência de uma equipe especializada em executar atividades de manutenção, por este motivo era necessário o envolvimento dos operários junto ao trabalho de reparo das máquinas. Essa estrutura, segundo Tavares (1996), permaneceu até meados de 1914.

Com o desfecho da Primeira Guerra Mundial, as fábricas foram obrigadas a reduzir a produção e desenvolver equipes especializadas em executar atividades de manutenção para que fosse possível fazer reparos no menor tempo possível, surgindo, então, um órgão subordinado à produção, cujo objetivo básico era o de provê-la com serviços de manutenção.

Neste período, surge então, segundo Tavares (1996) e Pinto; Xavier (1999), a Primeira Geração da Manutenção, onde predominava a manutenção corretiva.

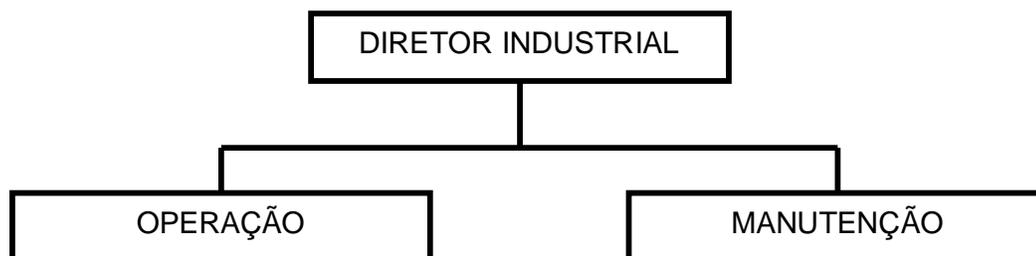
Sendo assim, houve uma mudança no organograma das empresas com a inclusão de um departamento responsável por manter os equipamentos funcionando, permanecendo assim, segundo Tavares (1996), até a década de 30, como apresentado na Figura 1.



*FIGURA 1 – POSICIONAMENTO DA MANUTENÇÃO ATÉ A DÉCADA DE 30*

*FONTE: TAVARES (1996)*

Após esse período, com o desenrolar da Segunda Guerra Mundial, surgiu à necessidade de aumentar a velocidade da produção e, também, a preocupação em evitar que falhas ocorressem, dando início à Segunda Geração da Manutenção, onde predomina as Manutenções Preventivas, reestruturando-se novamente, o organograma das empresas segundo Tavares (1996) e Pinto; Xavier (1999), como mostrado na Figura 2.

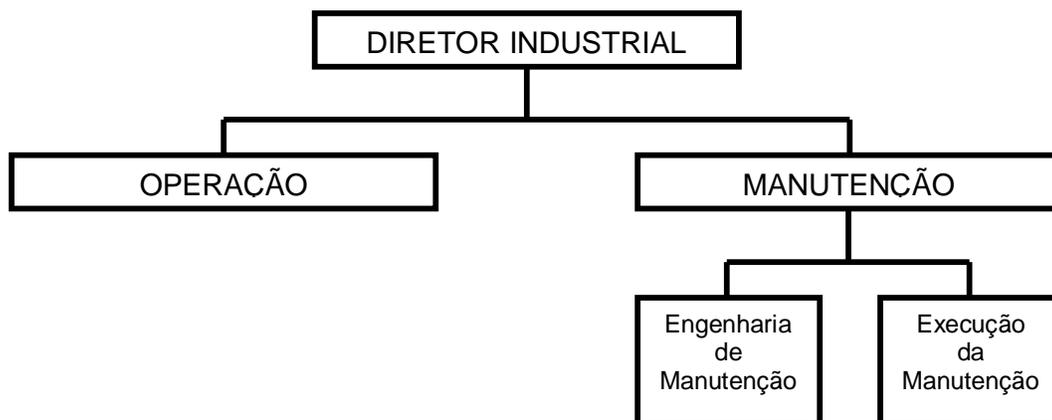


*FIGURA 2 – POSICIONAMENTO DA MANUTENÇÃO NAS DÉCADAS DE 30 E 40.*

*FONTE: TAVARES (1996)*

Na década de 50, período pós-guerra, os valores sócio-econômicos passam por grandes reformulações após as privações e dificuldades de consumo impostas pela Segunda Guerra Mundial (1939-1945).

Houve também, nesse mesmo período, a evolução da indústria, principalmente a eletrônica e a de aviação comercial. Esse desenvolvimento levou os gestores a se incomodarem com o tempo gasto para diagnosticar as falhas, que era maior que o tempo despendido na execução do reparo. Para atender essa necessidade, segundo Tavares (1996), foi necessário desenvolver uma equipe para trabalhar no planejamento e controle dos serviços, denominada Engenharia de Manutenção. Nesse período, houve novamente a reestruturação do organograma, como mostrada na Figura 3.



*FIGURA 3 – DIVISÃO ORGANIZACIONAL DE MANUTENÇÃO*

*FONTE: TAVARES (1996)*

Outro marco foi o surgimento da função de estratégia, na década de 60, que surge para ocupar o lugar dos antigos planejamentos, que visavam resultados de médio a longo prazos.

Já a partir de 1966, com o surgimento dos computadores e estando já a Engenharia de Manutenção implantada, surgiu a idéia de estar fazendo o controle da manutenção através destes. Com essa ferramenta a favor da manutenção, a engenharia de manutenção passa a definir critérios de falhas de forma a permitir uma previsão de quando a falha poderia estar acontecendo.

A Terceira Geração de Manutenção inicia-se na década de 70, justamente com o surgimento do Planejamento Estratégico como método estruturado para determinar as atividades futuras. Inicia-se, também, o uso de algumas ferramentas de gestão como por exemplo JIT - *Just-in-time*, TPM – *Total Productive Maintenance*, TQC – *Total Quality Control*, etc., reforçando o conceito de manutenção preditiva. Nessa geração, são enfatizados, ainda, os conceitos de confiabilidade e disponibilidade.

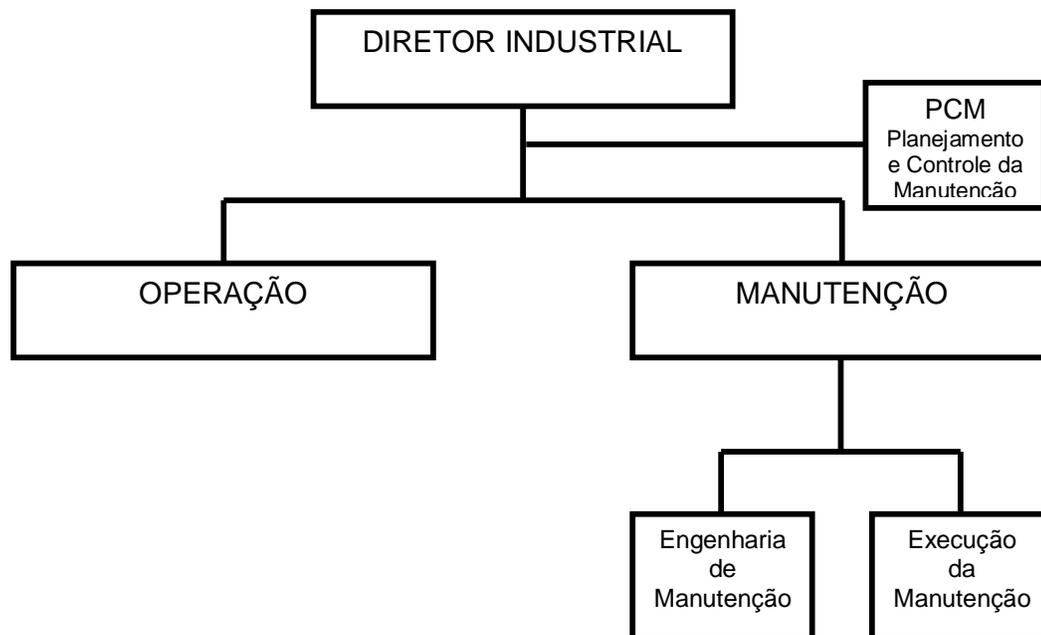
Surge, então, através do JIPM – *Japan Institute of Plant Maintenance*, nesta década, à metodologia do TPM – *Total Productive Maintenance*, com cinco objetivos básicos.

- Maximização da eficiência global dos equipamentos;
- Desenvolvimento de um sistema de manutenção produtiva que leve em consideração toda a vida útil do equipamento;
- Envolvimento de todos os departamentos na implantação da TPM;
- Envolvimento ativo de todos os funcionários, desde a alta gerência, até os trabalhadores de chão de fábrica;
- Tornar a TPM um movimento visando à motivação gerencial, através do desenvolvimento de atividades autônomas de melhorias por pequenos grupos.

Surge também, nesse mesmo período, o início do PCM – Planejamento e Controle da Manutenção, para trabalhar dentro da Engenharia de Manutenção,

com a responsabilidade de desenvolver, implementar e analisar os resultados dos SAM – Sistemas Automatizados de Manutenção.

Já na década de 80, o PCM – Planejamento e Controle da Manutenção passa a compor um órgão de assessoramento à supervisão geral de produção, uma vez que influencia também a área de operação e sua posição organizacional é alterada conforme a Figura 4.



*FIGURA 4 – POSIÇÃO DO PCM ASSESSORANDO A SUPERVISÃO GERAL DE PRODUÇÃO*

*FONTE: TAVARES (1996)*

A partir do final da década de 80, as empresas começam a valorizar as exigências dos clientes e, para atender as exigências de mercado, sentem a necessidade de reduzir os custos, garantir a qualidade e cumprir os prazos de entrega.

Dessa forma, a manutenção passa a ser um elemento importante no desempenho produtivo, visando o aumento da confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos.

## **2.2. A FUNÇÃO DE MANUTENÇÃO E SUAS FORMAS**

### **2.2.1. MANUTENÇÃO CORRETIVA**

As Manutenções Corretivas, conhecidas também como manutenção reativa, é aquela realizada após a ocorrência da falha, ou seja, realizada como uma reação à ação da falha.

Embora considerada o espinho da função manutenção pela grande maioria das empresas, tem sido um grande desafio a ser transposto por três motivos: negligência falta de capacitação técnica e manutenção incorreta.

Segundo Pinto; Xavier (1999) a manutenção corretiva caracteriza-se pela atuação da manutenção em fato já ocorrido, sem tempo para preparação do serviço, normalmente implicando em altos custos, pois a quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perda da qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção.

### **2.2.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

Segundo Baroncelli (1999) a Manutenção Preventiva se apresenta em dois modelos básicos sendo TBM (*Time Based Maintenance*) - Manutenção Baseada no Tempo e CBM (*Conditions Based Maintenance*) - Manutenção Baseada em Condições. Dentro da CBM, pode ser dividida em Manutenção Preditiva e Manutenção Inspectiva, mais conhecida como inspeção periódica. Não existe um consenso quanto a estes modelos.

A TBM é baseada na troca de componentes após atingir um tempo de vida útil pré-estabelecido, independentemente das condições deste.

Segundo Pinto; Xavier (1999) TBM é a atuação de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.

A CBM caracteriza o acompanhamento da vida útil do componente até surgir sinais de sua morte. Tal acompanhamento poderá ser feito através da análise de um espectro de vibração, análise ferrográfica de óleo, análise termográfica ou simplesmente utilizando os cinco sentidos dos operadores.

A definição dada por Pinto; Xavier (1999) para a CBM é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática.

### 3. TPM - MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

A TPM surgiu no Japão por volta de 1971, resultado do esforço de empresas japonesas em aprimorar as atividades de manutenção, iniciado na década de 1950, logo após a segunda guerra mundial.

É um processo que envolve todo o ciclo de vida útil da máquina e do equipamento exigindo a participação de todos os níveis hierárquicos da empresa, desde a alta gerência, até os colaboradores do chão de fábrica e manutenção. O trabalho em equipe é o elo de motivação.

Nagao (2002) enfatiza que a TPM não é privilégio da manutenção, é necessário realmente haver o envolvimento de toda organização.

O conceito “manutenção” para a TPM é conservar o nível máximo da produtividade, conservar o ritmo das melhorias, das mudanças e das transformações. A TPM segundo Cotrim (2002), visa à maximização da eficiência operacional das máquinas, eliminando as “seis grandes perdas:”.

- Perda por parada acidental devido à quebra;
- Perda durante a mudança de linha;
- Perda por parada temporária ou operação em vazio;
- Perda por queda de velocidade de produção;
- Perda por defeito ou retrabalho;
- Perda por defeito no reinício de produção.

É uma ferramenta de mudança do modo de encarar os problemas. À medida que as pessoas mudam, as instalações e os equipamentos, também mudam. O próprio desenvolvimento do 5S cria um ambiente favorável às mudanças.

Neste ponto de vista, Dunn (1996) considera a existência de seis alavancas de mudanças sendo: clientes, produtos e mercado, processos de negócios, pessoas e cultura, estrutura organizacional e tecnologia.

- “Clientes: poderão incluir diferenças no caminho da função de manutenção.”
- “Produtos e Mercado: com o foco refinado em clientes, pode ser acompanhado por mudanças no escopo e variedades no fornecimento de serviços de manutenção.”
- “Processos de negócios: é um intervalo entre o processo atual de manutenção e o caminho que será percorrido para operar no futuro para fornecer serviços de melhor qualidade para a organização.”
- Pessoas e Cultura: é o indicador diário concernente ao formato de negociação e a identificação da equipe no contexto manutenção.
- Organização: é uma provável existência de oportunidades de melhorias entre a estrutura organizacional e sua estrutura para o futuro.
- Tecnologia: esta poderá revelar as lacunas entre as informações tecnológicas atuais e que necessitam permanecerem competitivas no futuro, podendo resultar na escolha do Sistema Computadorizado de Administração da Manutenção.

As duas primeiras alavancas (Clientes, produtos e mercados), segundo Dunn (1996), são consideradas “Alavancas Estratégicas de Mudanças”, as outras alavancas são consideradas Alavancas Operacionais. É importante reconhecer qual área de negócio é suportada pela Manutenção.

A TPM é um processo de longo prazo direcionado no aumento da produtividade das unidades industriais, concentrando esforços na qualidade e redução dos custos de produção. A TPM combinada com várias outras iniciativas de negócios, incluindo a visão para o futuro, poderá ser o único caminho para preparar a organização para a competitividade.

Na visão de Azevedo (2001), a TPM não deve ser encarada como um método a mais de manutenção ou de operação, mas, sim, uma prática que visa

melhorar o consumo dos ativos industriais, isto é, destinada a otimizar para maximizar o retorno dos investimentos nos ativos. Salaria que além dos objetivos de melhoria da produção, a TPM trouxe à manutenção e à produção uma forte proposta de mudança cultural.

Antunes (2001) também faz algumas observações no que tange à interpretação do significado de Manutenção Produtiva Total, salientando que a manutenção autônoma é uma parte da TPM onde muitas tarefas de manutenção podem ser realizadas pelos operadores das máquinas. Como por exemplo, limpeza das máquinas, medidas contra as fontes de sujeira das máquinas, lubrificação das máquinas, procedimentos básicos de hidráulica, pneumática, eletricidade e eletrônica.

As tarefas como limpeza de máquina e lubrificação, podem ser assumidas pelos operadores de máquinas em curto prazo; outras tarefas exigem um treinamento amplo de médio e longo prazo, como por exemplo, ações de manutenção hidráulica e pneumática.

Segundo Labib (1999), a principal idéia da TPM é unificar permanentemente a manutenção e a produção, através de pequenos grupos, para troca de habilidades e emprego de ações específicas.

### **3.1. O 5S COMO BASE DE SUSTENTAÇÃO PARA A TPM.**

Segundo Ribeiro (1999), as literaturas clássicas que abordam o 5S, tratam o assunto como uma etapa do Pilar de Manutenção Autônoma da TPM. No Brasil e em empresas que têm sérios problemas de ordem comportamental e cultural, o 5S deve ser tratado como base para mudança de hábitos, atitudes e valores das pessoas, resultando numa preparação ambiental apropriada à implantação da TPM.

Segundo Oliveira; Lima (2002), o programa 5S é um conjunto de cinco atividades que criam nos funcionários uma cultura de autodisciplina em organização, padronização e limpeza. Prepara-os para a integração das atividades de manutenção com as de produção, melhorando o senso crítico de cada um, tornando-os sensíveis a não aceitar a desorganização e trabalhos mal feitos, alavancando o senso de propriedade sobre o equipamento.

Segundo Ribeiro (1999), os cinco sentidos são:

- *SEIRI*, senso de Utilização, Seleção, Descarte, Classificação e Organização: tem por objetivo reduzir ou até eliminar o desperdício e melhorar a utilização de espaços e materiais.
- *SEITON*, senso de Ordenação, Arrumação, Layout e Organização: tem por objetivo reduzir o tempo e os desgastes físicos e mentais no acessar aquilo que se deseja.
- *SEISO*, senso de Limpeza, Inspeção e Zelo: tem por objetivo melhorar a saúde e aumentar a vida útil dos equipamentos e instalações físicas, reduzindo a deterioração acelerada.
- *SEIKETSU*, senso de Asseio, Saúde, Higiene, Padronização e Sistematização: tem por objetivo manter as melhorias alcançadas pelos três primeiros sentidos, criando um círculo de melhoria contínua.
- *SHITSUKE*, senso de Disciplina, Autodisciplina, Autocontrole e Respeito: tem por objetivo alcançar a valorização do ser humano, desenvolver o espírito de equipe, a sinergia entre as pessoas, o amor, a cooperação, a honestidade, a humildade, a liberdade, o respeito, a responsabilidade, a simplicidade e a tolerância.

Takasan apud Ribeiro (2001), declara que o 5S é o grande começo. Deve ser o ponto de partida para todo o processo de Qualidade Total, oferecendo vantagem competitiva às empresas que o adotarem como primeiro passo rumo ao TPM.

Na visão de Takahashi; Osada (1993), as atividades do 5S é a base para todas as atividades da fábrica e o princípio das atividades espontâneas.

Fielding (2000), declara que o 5S transmite: organização, ordenação, pureza, limpeza e disciplina, os quais são os princípios básicos do gerenciamento operacional japonês.

### **3.2. OS OITO PILARES DA TPM - MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL**

Os oito pilares da TPM são a forma pela qual estarão sendo separadas as perdas por especialidades. Segundo Palmeira; Sena; Oliveira (2001), “as atividades destes pilares são realizadas interativamente com o objetivo de contribuir para atingir as metas previstas” em aumento da produtividade, melhoria da qualidade, redução dos custos, melhoria no atendimento, maior segurança e melhoria no moral.

#### **3.2.1. PILAR CONTROLE INICIAL**

Conhecido também como Pilar EEM – *Early Equipment Management* (Gestão Antecipada de Equipamento) tem como objetivo identificar os problemas gerados já na fase inicial de operação do equipamento.

O sistema de controle inicial divide o ciclo de vida do equipamento em várias fases, estabelece critérios de controle de forma a impedir que um projeto prossiga quando for detectado algum problema na fase de implantação.

O trabalho deste pilar se resume basicamente em: realizar uma análise da situação atual, estabelecer um sistema de gerenciamento inicial, aprimorar e desenvolver treinamentos em sistemas novos e efetivar o sistema gerencial da fase inicial.

Segundo (SOUZA, 2001, p.33), o Pilar Controle Inicial, tem por objetivo garantir o melhor desempenho do equipamento adquirido através de uma abordagem sistemática de especificação do projeto, através da troca de informações junto aos fornecedores.

### **3.2.2. PILAR MANUTENÇÃO AUTÔNOMA – *JISHU HOZEN***

Considerado como o principal pilar da TPM por muitos consultores e pela própria JIPM, o pilar de manutenção autônoma tem por objetivo desenvolver as habilidades dos operadores, de forma que os mesmos tenham domínio sobre os seus equipamentos.

A implementação da manutenção autônoma é realizada em sete etapas, sendo: limpeza inicial 5S e identificação das fontes de sujeira, eliminação das fontes de sujeira e locais de difícil acesso, desenvolvimento do plano provisório de limpeza, inspeção geral, inspeção autônoma, padronização e gestão autônoma.

A implantação da TPM em especial do programa de 5S e a Manutenção Autônoma, segundo Carvalho (2002), permitem alcançar a otimização do uso dos equipamentos e a implementação de um sistema abrangente de manutenção ao longo de toda sua vida útil.

Santos; Oliveira; Dias (2001) afirmam que os operadores estão perto dos equipamentos, portanto eles podem atuar como sensores, prevendo a grande maioria das falhas antes que elas ocorram.

É no pilar de Manutenção Autônoma que o senso de propriedade “da minha máquina cuido eu” estará sendo alicerçado.

Segundo Santos; Oliveira; Dias (2001), para implantar a manutenção autônoma, devem ser vencidas etapas como:

- Incentivar a limpeza dos equipamentos para os operadores descobrirem os pontos de falhas potenciais;
- Introduzir melhorias para facilitar a limpeza e lubrificação nos pontos de difícil acesso;
- Elaborar procedimentos de limpeza e de lubrificação;
- Promover treinamentos e educação para a execução das inspeções;
- Elaborar um programa de inspeções espontâneas e promover a sua execução.

Fielding (2000) declara que a introdução da manutenção autônoma reduz 80% das falhas dos equipamentos, aumenta o TMEF - Tempo Médio Entre Falhas, possibilitando, dessa forma, estabelecer os padrões de limpeza e lubrificação.

Mirshawka; Olmedo (1994) denominam a Manutenção Autônoma como Manutenção Participativa e enfatizam que o objetivo “não é eliminar qualquer serviço ou cargo de manutenção, e sim o de elevar o nível de atendimento de manutenção para o equipamento”. Enfatizam, ainda, que a formação de grupos autônomos, através da parceria entre produção e manutenção propicia a troca de experiências em busca de soluções para problemas, progredindo através das seguintes fases:

- Autodesenvolvimento
- Atividades de melhorias
- Soluções de problemas
- Autonomia

Segundo Cattini (1992) os operadores de máquinas devem estar comprometidos com o funcionamento das máquinas que operam envolvendo-se na manutenção preventiva e manutenção corretiva.

### **3.2.3. PILAR MANUTENÇÃO PLANEJADA**

Este pilar tem por objetivo desenvolver os técnicos em manutenção, de forma que os mesmos estejam aptos a desenvolver um sistema de manutenção mais efetivo, promover a integração entre manutenção e produção com o objetivo de eliminar as perdas relativas às quebras e falhas, retrabalhos de manutenção, falhas da manutenção, produtos com baixa qualidade e pequenas paradas para ajustes, resultantes da deficiência ou limitação do equipamento.

O foco deste pilar não é apenas evitar a quebra, mas, sim, manter a função dos equipamentos; somente com este foco é possível garantir a “falha zero”.

Outra função do pilar de manutenção planejada é dar suporte para a manutenção autônoma, de forma que possam, juntos, atingir os objetivos, ou seja, aumentar a vida útil dos equipamentos, melhorar a produtividade, garantir a disponibilidade e aumentar a confiabilidade dos equipamentos.

A implantação da Manutenção Planejada é realizada a partir da avaliação do equipamento e levantamento da situação atual. Tendo conhecimento da situação atual, o próximo passo é bloquear a deterioração acelerada e melhorar os pontos fracos do equipamento. O histórico dos equipamentos e informações relevantes a estes necessitam estar estruturadas e organizadas, de forma a facilitar o entendimento destes por todos os envolvidos; para isso é necessário desenvolver um sistema de informações da Manutenção Planejada. Somente após ter conhecimento da situação e evolução desta é possível estruturar a manutenção baseada no tempo (TBM) e estruturar a manutenção baseada em condições (CBM).

Por fim, a avaliação da Manutenção Planejada deverá ser realizada para verificar se a estratégia utilizada foi eficaz e identificar as oportunidades de melhoramento desta como um todo.

Segundo Fielding (2000), o objetivo da Manutenção Planejada é a redução das quebras com foco nos objetivos da companhia em aumentar a disponibilidade do equipamento e reduzir os custos de manutenção.

### **3.2.4. PILAR MELHORAMENTO FOCADO – *KOBETSU KAIZEN***

Melhoramento focado são atividades que se desenvolvem com a intervenção das diferentes áreas comprometidas com o processo produtivo, com o objetivo de maximizar a Eficiência Global dos equipamentos, processos e plantas. É conquistado através de um trabalho organizado nos equipamentos, empregando uma metodologia específica e concentrando a atenção em combater as perdas existentes no sistema produtivo, promovendo, assim, a melhoria da eficiência da produção.

Segundo Cotrim (2002), o Pilar de Melhoramento Focado aborda a eliminação das Seis Grandes Perdas e a Eficiência Global dos Equipamentos, mas não deve ser atacado separadamente, pois poderá gerar desperdícios.

O trabalho do Pilar de Melhoramento Focado segue, basicamente, a seguinte estrutura: partindo de uma seleção prévia do tema a ser abordado, é necessário criar a estrutura do projeto. Com base na avaliação da situação atual, são formulados os objetivos, diagnosticados os problemas e formulado um plano de ação. A implantação das melhorias dar-se-á a partir do plano de ação formulado e, após a avaliação dos resultados, é verificada a necessidade de se repetir às fases anteriores para o melhoramento proposto.

### **3.2.5. PILAR MANUTENÇÃO DA QUALIDADE – *HINSHITSU HOZEN***

A redução dos produtos defeituosos é resultado da evolução da Manutenção Autônoma e da Manutenção Planejada, conseguido através do restabelecimento das condições básicas e operacionais até um limite determinado.

Após este ponto, torna-se necessário o trabalho do pilar Manutenção da Qualidade, cujos principais objetivos são: dar continuidade à redução dos defeitos, estreitar o contato entre produção e cliente, de forma a reduzir as

reclamações advindas de produtos defeituosos, reduzir as perdas por retrabalho e expandir a capacidade do processo.

Segundo Ribeiro (1999), as origens dos defeitos podem ser classificados em: materiais, equipamentos, métodos e pessoas.

O trabalho do Pilar Manutenção da Qualidade, inicia-se, basicamente, com o levantamento da situação atual, pelo qual é possível identificar os pontos que necessitam ser restaurados às condições básicas e melhorados os padrões existentes.

Após uma análise criteriosa dos fatores de qualidade que contribuem para atingir o zero defeito, é necessário reduzir e eliminar as causas que impedem que este objetivo seja alcançado, definindo, dessa forma, as condições apropriadas para atingir o zero defeito.

Uma vez definidas as condições para atingir o zero defeito, é necessário avaliar se as condições realmente garantem que este objetivo permaneça; caso negativo, será necessário melhorar as condições padronizadas anteriormente.

### **3.2.6. PILAR EDUCAÇÃO E TREINAMENTO**

Treinamento, segundo Pinto; Xavier (1999) é uma questão de sobrevivência, ou seja, o treinamento é uma das principais alavancas de mudanças.

Na visão de Fielding (2000) uma companhia que implementa a TPM, necessita investir muito em treinamento de forma assegurar que os operadores e o pessoal de manutenção possam gerenciar corretamente seus equipamentos. Os operadores, necessitam de treinamentos em procedimentos de manutenção e melhoradas suas habilidades próprias.

O programa TPM impõe uma mudança cultural muito forte, que gera a necessidade de capacitar as pessoas para seus novos papéis. É através do

pilar Educação e Treinamento que as habilidades são identificadas e desenvolvidas. Segundo Cotrim (2002) o Pilar Educação e Treinamento têm por objetivo: aumentar as habilidades dos Operadores e Manutentores para atingir um grau elevado de confiança para executar seu trabalho, motivação, participação, orgulho profissional e, conseqüentemente, a maximização da Eficiência Global do Equipamento. Cada tipo de empresa requer um grau de habilidades diferentes para sua equipe; logo, é importante saber qual é a complexidade dos equipamentos e as habilidades dos operadores e manutentores antes de elaborar qualquer programa de treinamento.

Pinto; Xavier (1999) dão sua contribuição no sentido de reforçar a importância do trabalho em equipe, onde há troca de experiências, multiplicação de talentos e formação de times orientados na busca de soluções.

A evolução do desenvolvimento se divide em três aspectos básicos: conhecimento (eu sei), habilidade (eu sei fazer) e atitude (eu quero fazer). A habilidade é um estágio posterior ao conhecimento, ou seja, antes de desenvolver a habilidade, é necessário desenvolver o conhecimento.

Tajiri; Gotoh (1998) sugerem uma atenção especial quanto ao desenvolvimento técnico e habilidades dos empregados, e afirmam que poucas empresas possuem um programa para desenvolvimento de habilidades e um sistema de avaliação de habilidades onde, operadores e técnicos de manutenção aprendem como aplicar as técnicas de operação e manutenção.

Williamson (2001) afirma que os operadores não devem ser treinados apenas em operação de produção, mas, também, em procedimentos de manutenção, sendo responsabilidade dos técnicos de manutenção treiná-los em inspeção, ajuste, limpeza e em procedimentos de reparos.

Dessa forma, os operadores aprendem rapidamente como desenvolver melhorias no equipamento. Tudo isso consiste em treinamento elementar de TPM.

A ferramenta utilizada para multiplicar conhecimento além do trabalho corpo a corpo entre os colaboradores é conhecida como Lição de um Ponto sendo um documento que utiliza recursos visuais como desenhos, fotografias para registrar melhorias e transferir conhecimentos e são desenvolvidas dentro de três critérios básicos:

**Conhecimentos Básicos:** utilizadas para transferência de conhecimentos como: Funcionamento de máquinas, procedimentos corretos, instruções de segurança, etc..

**Soluções de Problemas:** Considera-se um problema, algo que tem influência no processo, como: redução de tempo, perdas, produtividade etc. Para se fazer uma lição de um ponto de Solução de Problemas, deve-se mostrar qual era o problema, qual a solução adotada e qual foi o resultado, e uma foto ou desenho de antes e depois do problema.

**Melhorias:** Utilizadas para mostrar melhorias feitas nos equipamentos, não necessariamente um problema, como: pintura, organização, etc. Deve-se mostrar qual a situação anterior, qual a melhoria adotada e qual o benefício gerado pela melhoria, junto com uma foto ou desenho de antes e depois da melhoria.

### **3.2.7. PILAR SEGURANÇA E MEIO AMBIENTE**

O foco do pilar Segurança e Meio Ambiente é garantir a confiabilidade do equipamento, prevenir erros humanos, garantir índice zero de acidentes, reduzir o absenteísmo e garantir que nenhuma agressão ao meio ambiente ocorra durante a execução de qualquer processo. Este objetivo é conseguido através do estabelecimento de um sistema de gestão que proporcione à empresa a oportunidade de atingir estes índices.

Considera-se a existência de quatro fatores que contribuem para a ocorrência de acidentes sendo: gerenciais, pessoais, mecânicos e ambientais. O sucesso deste pilar é conseguido com a gestão destes fatores.

*“Algumas estratégias são utilizadas para contribuir diretamente na busca de um local de trabalho seguro”* (RIBEIRO, 1999), sendo: desenvolvimento de rotinas de segurança, atividades para aumentar a confiabilidade dos equipamentos e execução de auditoria periódica de segurança.

O passo inicial para eliminar os acidentes é desenvolver equipamentos estáveis que não apresentem perigos, condições operacionais inadequadas e que não exponham os operadores a situações de risco.

### **3.2.8. PILAR TPM OFFICE**

O papel do TPM nas áreas administrativas tem por objetivo melhorar o fluxo das informações, deixando-as mais claras e menos burocráticas, de forma a fornecer informações de apoio às atividades de produção e outros departamentos.

Essa iniciativa tem como meta aumentar a produtividade individual e aumentar a confiabilidade em relação ao cliente seja ele interno ou externo.

Este trabalho, assim como a manutenção autônoma inicia-se com as atividades de 5S, através da limpeza inicial e identificação dos problemas. Uma vez identificados os problemas, será necessário aplicar melhoramentos nos pontos deficientes, possibilitando a definição de um padrão de limpeza e organização da área de trabalho. Uma vez atingindo esse nível de organização, o próprio grupo passa a gerenciar as atividades da área de trabalho.

Segundo Mendes (2001), os ganhos propostos com a implantação do TPM nos escritórios são: integração da equipe, ambiente de trabalho mais agradável, facilidade da manutenção da limpeza e organização, melhor controle dos materiais, padronização dos escritórios, redução de materiais de uso comum e redução do tempo de acesso aos documentos arquivados.

### 3.3. ANÁLISE DE FALHAS

O conceito de falha, definido pela NBR 5462-1994 é: o término da capacidade de um item desempenhar a função. É a redução total ou parcial da capacidade de uma peça, componente ou máquina de desempenhar a sua função durante um período de tempo, quando o item deverá ser reparado ou substituído.

Outra definição é dada por (TAVARES, 1996): *“falha é a ocorrência nos itens, impedindo seu funcionamento”*.

O equipamento deverá estar funcionando perfeitamente, caso contrário, mesmo em situações em que o equipamento esteja funcionando com baixa velocidade, afetando a qualidade do produto final ou literalmente quebrado, deverá ser considerada falha nos equipamentos. Baseado nisso, pode-se dizer que existem basicamente duas situações para um equipamento: funcionando perfeitamente ou falhando.

*“Se estamos colecionando dados sobre falhas, é porque não as estamos prevenindo”* (MOUBRAY 1996).

As informações sobre falhas críticas, segundo Resnikoff (1978) apud Moubray (1996), é, em princípio inaceitável e evidencia a ineficácia do plano de manutenção. Falhas críticas, em alguns casos, são potenciais e estão vinculadas à perda de vida do equipamento, porém nenhum valor relacionado à perda de vida é aceitável para qualquer organização.

Dunn (1998) classifica as falhas em: ocultas, segurança, meio ambiente, operacional e não operacional. Ocultas são aquelas que ocorrem em condições normais, porém invisíveis; aquelas, que quando ocorrem podem causar a morte de uma pessoa ou acidente ao meio ambiente classifica-se como de segurança ou meio ambiente. Quando a ocorrência de falha resultar na redução da capacidade operacional é classificada como falha operacional; já aquelas que quando ocorrem impactam diretamente no custo de reparo e, possivelmente,

causam algum defeito secundário em outro equipamento são classificadas como falhas não operacionais.

### **3.3.1. FERRAMENTAS PARA ANÁLISE DE FALHAS E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

O sucesso do trabalho da manutenção dar-se-á com a utilização de ferramentas que auxiliem na investigação minuciosa das ocorrências. Na maioria das vezes, a investigação parte do histórico das ocorrências do equipamento; por isso, é importante manter um histórico confiável destas. Segundo (XENOS, 1998):

*“No que se diz respeito às falhas, um dos trabalhos mais importantes está na identificação das suas causas fundamentais. Para aprender com as falhas e tomar contramedidas adequadas e suficientes para evitar sua reincidência, é necessário conhecer todos os fatores que levaram ou possam levar à sua ocorrência”.*

As ferramentas de análise de quebras auxiliam justamente na organização destas informações, gerando, dessa forma, um plano de ação que, quando aplicado, garanta que essa ocorrência jamais irá acontecer novamente, sem ser prevista.

São utilizadas não somente na investigação de falhas, mas em toda planta, pois são ferramentas apresentadas por Deming (1990) e, normalmente aplicadas em ambientes que aplicam o programa TQC (*Total Quality Control*).

### **3.3.2. ESTRATIFICAÇÃO**

Segundo Brassard (1995) a estratificação é uma técnica utilizada para analisar dados e pesquisar oportunidades de melhoria. Ela ajuda na análise dos casos cujos dados mascaram os fatos reais.

Quando se necessita identificar as maiores vozes responsáveis por um determinado tipo de falha, utiliza-se por exemplo um Gráfico de Pareto que se detecta as vozes responsáveis pela falha. Dessa forma, será possível focar o trabalho e reduzir sensivelmente a recorrência através de contramedidas resultantes de uma análise minuciosa das causas.

O Gráfico de Pareto é um gráfico no formato de barras verticais, que permite determinar quais problemas resolver e qual a prioridade; geralmente ao se atuar nas barras mais altas do gráfico ao invés de embarçar nas barras menores, conseguem-se então melhores resultados.

### **3.3.3. ANÁLISE 5W E 1H.**

O 5W e 1H, tem por objetivo investigar a correlação entre as variáveis envolvidas no equipamento sendo:

- *WHO* (Quem) verifica as variações entre as pessoas envolvidas na atividade, identificando as diferenças entre turnos de trabalho, tempo de experiência dos operadores através da identificação entre os novos operários e os operários temporários.
- *WHAT* (O que) verifica as variações relacionadas aos materiais de produção, identificando a diferenças entre materiais ou lotes.
- *WHERE* (Onde) verifica as variações relacionadas às máquinas ou componentes, identificando possíveis ocorrências desta falha em máquinas semelhantes ou componentes.
- *WHEN* (Quando) verifica as variações das ocorrências ao longo do tempo, período, clima, momento da produção (início, final, setup etc.).

- *WHICH* (Qual) verifica as tendências relacionadas ao tempo, ou seja, é possível checar se o problema aumenta ou diminui com o decorrer do tempo.
- *HOW* (Como) verifica em que circunstâncias ocorrem o problema.

Segundo May (1999) o uso do 5W1H não é novo, mas, sim, bastante antigo. O mais antigo registro que se encontra nesse sentido está no Tratado sobre Oratória, escrito por Marcus Fabius Quintilianus entre os anos 30 e 100 d.C; esse tratado se refere às obras discursivas, à crítica literária e ensinamentos morais. Quintilianus observava que, para se obter a compreensão do público sobre qualquer tema, era necessária a utilização do hexágono de perguntas (e respostas) contido em seu tratado.

#### **3.3.4. ANÁLISE DE CAUSA E EFEITO – DIAGRAMA DE ISHIKAWA**

Quando é identificado algum problema, é necessário buscar as causas que produzem uma situação anormal. Os problemas de falha em equipamentos podem estar relacionados a múltiplos fatores e podem contribuir com resultado positivo ou negativo.

O Diagrama de Causa e Efeito é um instrumento eficaz para analisar as diferentes causas que ocasionam um problema. Sua vantagem consiste em poder visualizar as diferentes causas e efeitos que podem estar presentes em um problema.

Um Diagrama de Causa e Efeito facilita o diagnóstico do equipamento sobre as possíveis causas que geram um determinado problema.

Segundo (BRASSARD, 1995) *“o Diagrama de Causa e Efeito é desenhado para ilustrar claramente as várias causas que afetam um processo, por classificação e relação das causas. Para cada efeito, existem, seguramente,*

*inúmeras categorias de causas. As causas principais podem ser agrupadas sob quatro categorias conhecidas como os 4M: Máquina, Mão de obra, Método e Material. Nas áreas administrativas, talvez seja, apropriado usar os 4P: Política, Procedimento, Pessoal e Planta”.*

Os 4M, tem por objetivo definir as causas de uma determinada falha através da análise das quatro principais variáveis do processo produtivo, possibilitando identificar:

- Quais condições da máquina contribuem para que a falha ocorra;
- Os treinamentos necessários para que a mão de obra possa evitar que a falha ocorra.
- Quais variações do material (matéria prima ou produto em processo) poderão gerar a falha;
- A necessidade de criar métodos, instruções de trabalho ou padrões de ajuste.

Ao definir as causas, é necessário colocar, primeiramente, as causas prováveis (reais ocorridas), depois colocar as causas potenciais (possíveis). Para uma boa análise, deve se evitar ser genérico, buscando ser mais específico, procurando identificar a partir de que ponto a falha ocorre para garantir que toda vez que se tenha à causa surja o efeito. Uma causa de Método só deverá ser considerada, se a questão for falta de padrão.

### **3.3.5. ANÁLISE 5 PORQUÊS**

A análise 5 Porquês, segundo Svensson (2000), é um método que repete a questão “porquê” cinco vezes, o qual pode ajudar a descobrir a raiz do problema e corrigi-lo. Perguntando e respondendo cinco vezes, é possível chegar à causa real do problema, o qual freqüentemente estão escondidos

entre muitos sintomas óbvios. É aplicada partindo de uma análise Causa e Efeito ou problema ocorrido.

Para uma boa análise, é necessário assegurar que as definições de causas, trazidas da análise de Causa e Efeito, sejam específicas e não genéricas.

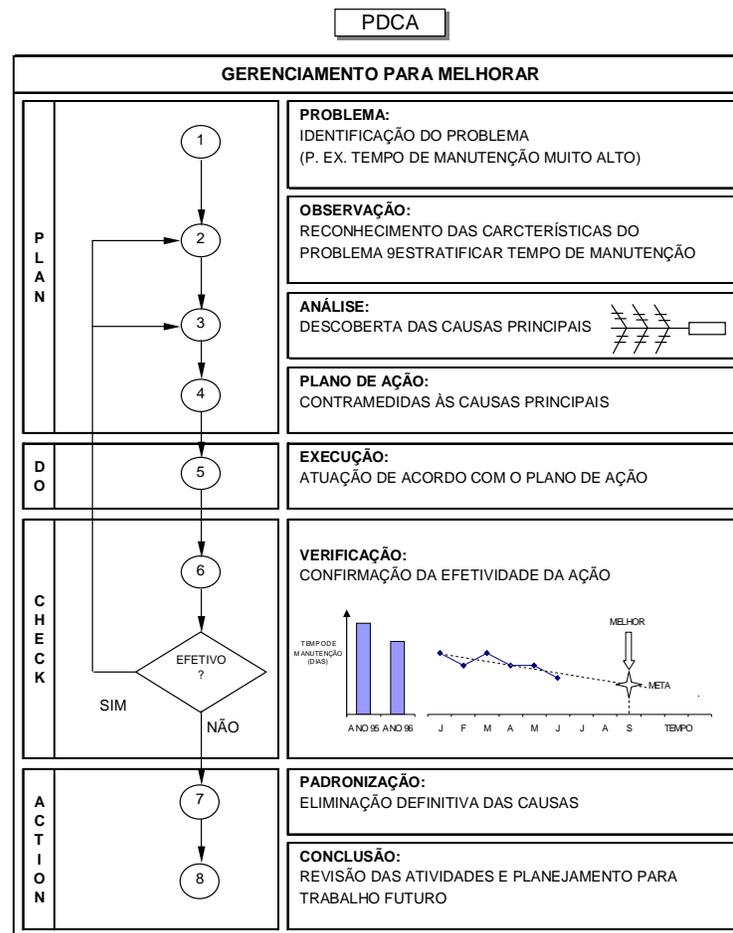
Antes de iniciar a análise 5 porquês, deve-se coletar o maior número de informações possíveis, tais como: em qual máquina ocorreu o problema? Em qual parte da máquina? Com quem ocorreu? Qual tipo de matéria-prima usada? Ocorreu alguma mudança no processo?

Outras informações, como amostra do defeito, fluxograma do processo, foto do local, desenho, diagrama de funcionamento, amostra da matéria-prima, também ajudam na análise.

A utilização deste método na manutenção tem mostrado resultados positivos no tocante aos indicadores da manutenção.

### **3.3.6. CICLO PDCA**

Segundo Nascimento (2001), o ciclo PDCA – *Plan, Do, Check, Action* (Planejar, Realizar, Verificar, Agir), mostrado na Figura 5, representa o caminho a ser seguido para que as metas estabelecidas possam ser atingidas. O sentido em girar o ciclo é fazer com que cada etapa seja realizada em seqüência e de uma maneira contínua. Xenos (1998) afirma que o método universal para atingir metas é o PDCA.



**FIGURA 5 – O PDCA PARA ATINGIR METAS DE MELHORIAS**

*FONTE: XENOX (1998)*

### 3.3.7. Ciclo SDCA

O ciclo SDCA – *Standard, Do, Check, Action* (Padronizar, Realizar, Verificar, Agir), segundo Nascimento (2001), estabelece as metas padrão. Às metas para manter consistem de uma faixa aceitável de valores para um item de controle considerado, representando, por exemplo, o MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) de um equipamento. Durante o processo de padronização, poderão surgir pontos que necessitarão ser melhorados, nestes casos cabe novamente aplicar o ciclo PDCA para corrigi-los. É por esse motivo que

Nascimento (2001) enfatiza que os ciclos PDCA e SDCA devem girar simultaneamente. A Figura 6 mostra o ciclo SDCA.

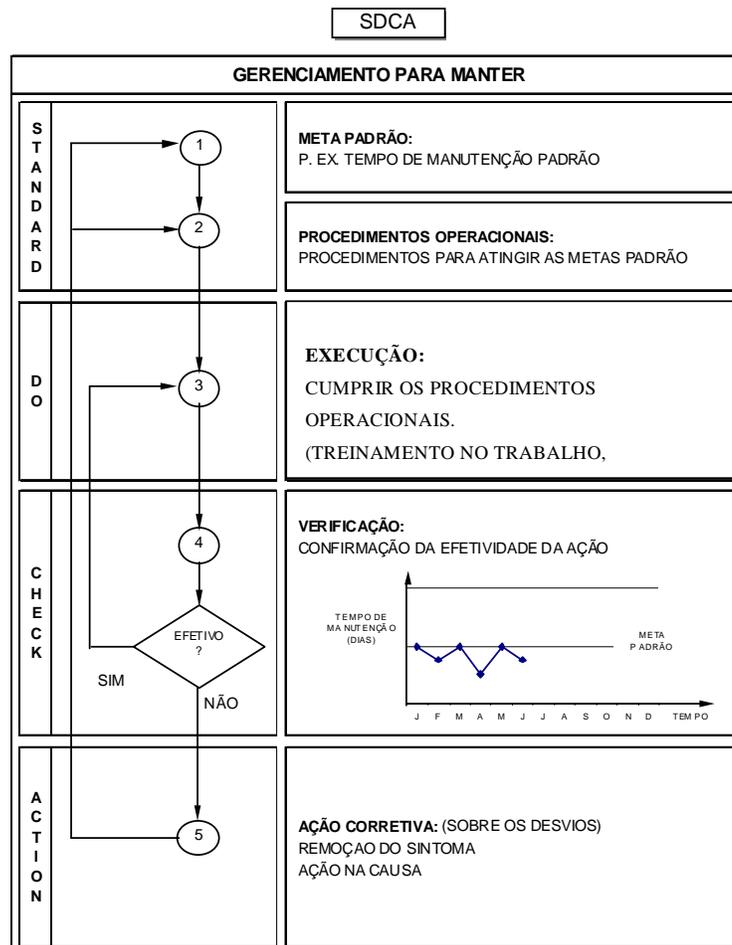


FIGURA 6 – SDCA: O PDCA PARA ATINGIR METAS PADRÃO

FORTE: XENOS (1998)

### 3.3.8. MASP - MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

O MASP, cujos principais passos são mostrados na Figura 7, é uma ferramenta que integra de maneira sistematizada todas as ferramentas da qualidade, tornando um eficiente e eficaz método científico na investigação da causa raiz de um determinado problema, por ser estruturado dentro de uma filosofia de trabalho que se utiliza evidências objetivas.

PDCA	Fluxo	Fase	Objetivo
P	1 ↓	Identificação do Problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância
	2 ↓	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista
	3 ↓	Análise	Descobrir as causas fundamentais
	4 ↓	Plano de Ação	Conceber um plano para bloquear as Causas fundamentais
D	5 ↓	Ação	Bloquear as causas fundamentais
C	6 ↓	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo
	N ← S ↓	Bloqueio foi efetivo	
A	7 ↓	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema
	8 ↓	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

FIGURA 7 – PRINCIPAIS PASSOS DO MASP

FONTE: PINTO; XAVIER (1999).

No MASP – Método de Análise e Solução de Problemas, Donati (1997) afirma que ferramentas estatísticas são utilizadas nas etapas de identificação dos problemas, análise, verificação e padronização.

Segundo Pinto; Xavier (1999) a experiência de aplicação do MASP, mostrou que o método será tanto mais consistente quanto melhor for o histórico de Manutenção.

Outro ponto abordado é a questão da formação do grupo MASP que deverá ser multidisciplinar, enfatizando a importância quanto à participação dos técnicos de manutenção para resgatar as informações que não estão contempladas no

histórico de manutenção, mas que está em poder dessas pessoas, funcionando assim também como elemento motivador. O MASP encontra-se distribuído dentro do Ciclo PDCA em 8 passos básicos.

### **3.3.9. FMEA – ANÁLISE DOS MODOS E EFEITOS DE FALHA.**

Segundo Pinto; Xavier (1999) a FMEA “é uma abordagem que ajuda identificar e priorizar falhas potenciais em equipamentos, sistemas ou processos. É geralmente utilizada como um degrau para o estabelecimento do programa de análise das Causas Raízes da Falha – RCFA”.

Aplica-se FMEA em três níveis: projeto, processo e sistema.

Durante o projeto é aplicada para eliminar as causas de falha durante o projeto do equipamento que vai desde manutenibilidade até aspecto ligado à segurança, no processo focaliza como o equipamento é mantido e operado e no sistema aborda a identificação das falhas potenciais e gargalos no processo produtivo.

No trabalho da Manutenção aplica-se a FMEA de processos, pelo fato dos equipamentos estarem instalados e operando.

Para o desenvolvimento desse trabalho é sugerida pelos especialistas a formação de um time multidisciplinar composto por engenheiros, técnicos de manutenção e técnicos de operação.

### **3.3.10. RCFA – ANÁLISE DA CAUSA RAIZ DA FALHA.**

Este tipo de análise é recomendado à aplicação na solução de problemas crônicos sendo organizada em 4 passos principais:

Principais Passos	Passo	Responsável
Análise do Modo e Efeito de Falha – FMEA	1	Operação / Manutenção
Preservação da informação da Falha	2	Manutenção
Organização do Grupo de Análise	3	Gerência de Manutenção
Análise	4	Grupo de Análise
Relatar as Descobertas	4	
Fazer as Recomendações	4	
Acompanhar os Resultados	4	

*TABELA 1 – PRINCIPAIS PASSOS DA RCFA*

*FONTE: PINTO; XAVIER (1999).*

### **3.3.11. MATRIZ SCS – SINTOMA CAUSA E SOLUÇÃO**

Denominada por Baroncelli (1999) como “Matriz X”, esta ferramenta é aplicada após a utilização das ferramentas de análise de falhas para registro da correlação entre a falha ou defeito apresentado, as possíveis causas que resultaram nesta falha e as soluções propostas para cada causa apresentada.

A Matriz SCS tem por objetivo auxiliar o profissional no diagnóstico de uma falha ocorrida evidenciando as relações entre sintoma, causas e as soluções propostas como mostra a figura 8.

MATRIZ SCS – SINTOMA, CAUSA E SOLUÇÃO		Máquina: UMACHINES		Subconjunto: SISTEMA ELÉTRICO COM MOTOR CC		
SINTOMAS			SINTOMAS			
5				6		
4	Máquina pára e não sinaliza o motivo			7		
3	Máquina liga mas não funciona			8	Máquina desligando com frequência	
2	Máquina não permanece ligada			9	Máquina energizada mas não liga	
1	Desarme constante dos disjuntores			10	Velocidade da máquina variando	
CAUSAS			SOLUÇÃO			
1	Relé monitor de corrente desregulado	X	X	X	1	Regular relé
2	Escova do motor CC gasta	X	X	X	2	Trocar escovas
3	Sensores de ponto falhando	X	X	X	3	Trocar sensor danificado
4	Máquina fora de ponto	X	X	X	4	Ajustar ponto da máquina
5	Micro indicador de defeito falhando	X	X	X	5	Substituir micro danificado
6	Lâmpada indicadora de defeito falhando	X	X	X	6	Substituir lâmpada
7	Motor em curto	X		X	7	Substituir motor
8	Resistência em curto	X			8	Substituir resistência
9	Relé estado sólido em curto	X			9	Substituir relé estado sólido
10	Motor queimado	X	X		10	Substituir motor
11	Controlador de sensores A1 Falhando	X	X	X	11	Substituir controlador
12	Relé K2 falhando	X	X	X	12	Substituir relé
13	Relé monitor de corrente falhando	X	X	X	13	Substituir relé
14	Conversor com problemas no circuito de regulação	X		X	14	Repara conversor ou substituí-lo
15	Potenciometro de velocidade com mal contato		X	X	15	Substituir potenciômetro
16	Coletor das resistências em curto	X			16	Substituir coletor
17					17	
18					18	

FIGURA 8 – MATRIZ SCS – SINTOMA CAUSA E SOLUÇÃO

FONTE: FÁBRICA DE CANUDOS – TETRA PAK – MONTE MOR

### 3.4. SELEÇÃO DA ÁREA PILOTO

A definição da área piloto para implantação da TPM, segundo Nagao (2002), é definida dentro de 5 critérios a saber:

#### 1. Produtividade:

- Gargalo
- Importância p/ a fábrica
- Sem substituto
- Altamente especializada
- Facilidade p/ manutenção autônoma

## 2. Qualidade:

- Influência significativa na qualidade final
- Alta frequência de peças defeituosas ou retrabalhos
- Alto custo de perda por peça

## 3. Entrega:

- Processa grande variedade de produtos
- Influência o atraso de outros processos

## 4. Custo:

- Grande absorção de despesas
- Grandes perdas por queda de desempenho
- Alto custo de reparo em caso de quebra grave

## 5. Segurança:

- Crítica para a segurança do operador
- Efeito de falha / quebra sobre o meio ambiente

#### 4. MCM - MANUTENÇÃO DE CLASSE MUNDIAL

As funções da Manutenção, segundo Ferreira (1999) são:

”Os cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de motores e máquinas e as medidas necessárias para a conservação ou a permanência de alguma coisa ou de uma situação”.

O termo *World Class* (Classe Mundial), segundo Wireman (1990), surgiu entre os anos 1960 e 1970, definindo que uma empresa de Classe Mundial é reconhecida pela competitividade, conseguida pela qualidade superior dos produtos, pela tecnologia e diversificação no mercado, enfatizando que Níveis Classe Mundial envolvem: qualidade, atitude e automação.

Segundo Labib (1998) o nível classe mundial pode ser definido como o uso de ferramentas para permitir a uma companhia ter desempenho melhor tornando-a uma referência para análise.

Baseado nessas definições pode-se dizer que a MCM - Manutenção de Classe Mundial é aquela que mantém os índices de manutenção dentro dos padrões mundiais, alcançados através de um trabalho totalmente alinhado aos objetivos da organização, buscando constantemente garantir a competitividade da mesma.

Vaag (2000) afirma que, para alcançar os níveis de padrão mundial, é necessário adotar o uso de vários conceitos como JIT, TQC e TPM.

Para transformar a função convencional de manutenção em classe mundial, é necessário adotar uma postura de mudanças. Não basta sentir a necessidade de mudar, é necessário querer mudar e fazer de tudo para que isso aconteça.

#### **4.1. OBJETIVOS DA MCM.**

A MCM tem por objetivo preservar as funções dos ativos físicos, através de uma política de manutenção adequada, direcionada para reduzir ou eliminar as conseqüências das falhas, considerando que a função manutenção interfere diretamente em todos os aspectos de negócio, qualidade, segurança, meio ambiente, etc. e não somente na disponibilidade da planta e custos.

O objetivo da administração da manutenção, segundo Lewis (1998), está em garantir a confiabilidade dos equipamentos e da planta, sabendo que aplicando uma administração adequada as falhas não planejadas poderão ser evitadas.

A política de trabalho da MCM considera que a maioria das falhas ocorre independentemente da idade do equipamento, por isso, as decisões sobre a gestão das falhas de equipamentos devem ser realizadas a partir de um histórico de falhas. É nessa visão que se valoriza a manutenção baseada no acompanhamento da evolução da falha (Manutenção Preditiva), dando ênfase ao trabalho de inspeção, limpeza e lubrificação adequada.

Nesse enfoque, as empresas estão dedicando cada vez mais atenção à procura de novas técnicas para aumentar a confiabilidade, melhorando a manutenção dos equipamentos, reduzindo a ocorrência de máquinas trabalhando de forma inadequada ou com a qualidade do produto comprometida.

Hoje, dentro dos conceitos modernos, já se adota o princípio de “quebra zero”, isto é, não se admite a interrupção do processo produtivo em decorrência da parada de um equipamento. Com isso, a redução do número e do tempo de parada de máquina, deixa de ser uma preocupação exclusiva da manutenção e passa a ser de toda a organização. Segundo Ellis (1999), para transformar os padrões de manutenção em classe mundial, é necessário melhorar o controle da produção através da inclusão de novas variáveis e realizar a integração com a manufatura.

Consertos repetitivos não devem ser encarados como coisa normal. É necessário eliminar o problema já na primeira intervenção. Cada intervenção impacta no aumento do custo de manutenção, na redução da produtividade, na redução de disponibilidade e, principalmente, na perda de confiabilidade do equipamento.

O termo utilizado para definir as atividades da Manutenção de Classe Mundial, é Manutenção Proativa.

Segundo Fitch (2002), a manutenção proativa cria ações corretivas que objetivam eliminar as causas da falha raiz, não apenas sintomas. Seu objetivo central é aumentar a vida útil do equipamento, ao invés de fazer reparos quando em geral nada está quebrado, aceitar a falha como rotina e normal, substituindo a manutenção de falha de crise pela manutenção de falha programada.

O aumento da vida útil do equipamento é um dos principais objetivos da função manutenção, pois resulta no trabalho de contenção da deterioração acelerada dos ativos, através do trabalho de limpeza, conservação, monitoramento das condições, eliminação e fortalecimento dos pontos fracos, lubrificação e manutenção adequada. A prática isolada da Manutenção Preventiva, segundo Nakajima (1988), não é possível eliminar a ocorrência de quebras não programadas, porque o modo de falhas do equipamento muda à medida que aumenta o tempo de uso, ou seja, ao partir uma máquina, surge um elevado índice de falhas, conhecida também como mortalidade infantil, e após um período de estabilização no índice de falhas, pode ser observada uma curva ascendente no índice de falhas. No entanto, Nagao (2002) faz uma comparação entre os modos de falhas e afirma que 68% das falhas, ocorrem na maioria das vezes na partida de máquinas, quer seja num equipamento novo ou após o retorno de uma intervenção de manutenção preventiva.

A missão da MCM é garantir que a empresa atenda o mercado de forma mais competitiva, através de um trabalho estratégico e orientado para a melhoria

contínua dos resultados em disponibilidade, confiabilidade, qualidade, segurança, moral e custos.

Para isso, “é necessário dominar a situação; somente depois de controlar, analisar, diagnosticar e prever quais serão os próximos passos, para depois inovar, será possível atingir a Manutenção de Classe Mundial” (XAVIER, 2000).

É necessário buscar a superioridade, sair da igualdade, colocando-se entre os melhores do mundo; é necessário romper com os métodos e velocidade atual e buscar ultrapassar o índice de referência mundial em um tempo menor.

#### **4.2. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA MCM.**

É de suma importância para o gestor, entender o que é planejamento estratégico. Segundo Drucker (1977), planejamento estratégico não é uma caixa de mágicas nem um amontoado de técnicas, ele salienta que planejar não é quantificar, não é prever, não opera com decisões futuras, mas sim com o que há de futuro nas decisões presentes, não é uma tentativa de eliminar o risco, porém é fundamental que os riscos assumidos sejam o risco certo.

Planejamento, segundo Drucker (1977), é um processo contínuo, sistemático, organizado e capaz de prever o futuro, de maneira a tomar decisões que minimizem os riscos, enfatizando a existência de dois critérios indispensáveis para o bom funcionamento da organização: “eficácia e eficiência”.

Na visão de Fischmann; Almeida (1990) e Cunha (1998), o planejamento estratégico define qual é a missão da organização, o que a organização almeja ser, quais os objetivos, as metas e política. Segundo Fischmann; Almeida (1990):

“Planejamento estratégico é uma técnica administrativa que, através da análise do ambiente de uma organização, cria a consciência das suas

oportunidades e ameaças dos seus pontos fortes e fracos para o cumprimento da sua missão e, através desta consciência, estabelece o propósito de direção que a organização deverá seguir para aproveitar as oportunidades e evitar riscos”.

Oliveira (1993) conceitua planejamento estratégico como uma metodologia gerencial que permite estabelecer a direção a ser seguida pela empresa, visando maior grau de interação com o ambiente.

### **4.3. ESTRATÉGIA DA MANUTENÇÃO**

A definição da estratégia da manutenção é o trabalho mais importante e prioritário que a equipe de manutenção deverá realizar. Se não existir estratégia, o primeiro passo deverá ser a elaboração desta. O trabalho de manutenção não é reparar problemas aparentemente técnicos, mas impedir, primeiramente, que estes ocorram. Este nível de manutenção só será alcançado com uma estratégia bem elaborada.

A estratégia de manutenção é importante para alavancar e sustentar em longo prazo, os resultados alcançados em produtividade, disponibilidade dos equipamentos, confiabilidade e os índices de quebras igual ou próximo de zero.

Segundo Ellis (2002) na estratégia de manutenção é necessário definir de onde se partiu, onde está, para onde ir e como chegar lá. Por esta razão a mesma se desenvolve em quatro etapas; planejamento, controle da manutenção, integração de sistemas e acompanhamento dos indicadores de desempenho.

É durante o planejamento da estratégia de manutenção que ocorre a identificação das prioridades a serem trabalhadas pela equipe de manutenção de forma a garantir que os resultados pré-estabelecidos possam ser alcançados.

O controle é conseguido através da identificação de todas as variáveis operacionais, relevantes no ambiente de manutenção, bem como a avaliação das ações realizadas. Estas variáveis podem interferir no desempenho da estratégia da manutenção, alavancando-a ou até mesmo tornando-a ineficaz.

A integração de sistemas é conseguida através de um bom planejamento e controle e tem a finalidade de auxiliar na consistência da estratégia proposta.

O acompanhamento dos indicadores de desempenho revela a eficácia da estratégia aplicada, possibilitando a mudança da rota caso seja identificada alguma atividade que pode tornar a estratégia vulnerável.

Dentro da estratégia, o fator confiabilidade é significativo, pois revela o nível de proatividade do time. É necessário ter consciência de que não basta consertar, é necessário garantir que a quebra não se repita. A estratégia de manutenção deverá estar empenhada em garantir que não ocorram falhas inesperadas nos equipamentos e isso só é possível através de atividades básicas de manutenção como: inspeção periódica no equipamento, atividade esta que poderá ser feita pelo próprio operador, manutenção preventiva, manutenção preditiva, análise das falhas ocorridas para gerar ações corretivas que garantam que elas jamais ocorram novamente e o uso de ferramentas como:

- SDCA – Padronizar, Fazer, Verificar e Atuar;
- PDCA – Planejar, Fazer, Verificar, Atuar;
- RCM – Manutenção Centrada em Confiabilidade;
- FMEA – Análise do Modo e Efeitos de Falhas;
- RCFA – Análise da Causa Raiz da Falha;
- 5W1H – Quem, O que, Onde, Quando, Qual e Como;
- Diagrama de Ishikawa, etc.

Segundo Dunn (1996), quando se propõem idéias para soluções direcionadas à questão de manutenção, freqüentemente soluções novas e promissoras são descartadas, colocadas de lado ou nem sequer analisadas com a devida seriedade porque o time de mudanças imagina que as soluções estão limitadas ou porque o escopo estabelecido pelo time não é suficientemente abrangente.

#### **4.4. MUDANDO A MANUTENÇÃO CONVENCIONAL PARA MCM**

O uso da metodologia TPM, como ferramenta para alcançar os níveis de Classe Mundial pode trazer resultados positivos, pois funciona como um roteiro para a evolução do controle da função manutenção. Vaag (2000) aconselha que para utilizar a TPM como um veículo para implementar uma cultura de melhoria contínua, é importante partir da alta gerência e deverá se introduzida junto com o 5S (Limpeza e organização das máquinas e equipamentos) e enfatiza que as atividades de pequenos grupos são os elementos chave do processo TPM.

A mudança da manutenção convencional para a MCM, segundo Ellis (2002) pode ser comparada a dirigir um carro onde constantemente surge a necessidade de fazer ajustes na direção a ser tomada e na velocidade, de acordo com o terreno em que se trafega. Dirigindo na primeira marcha e velocidade baixa, é possível discutir, observar, comentar e examinar o cenário. Quando são utilizadas outras marchas e velocidades mais elevadas, são necessários recursos auxiliares que possibilitem a discussão, observação, comentários e exames da situação. Neste caso, o desvio da atenção, mesmo que seja mínimo, poderá resultar em acidente de percurso, levando muitas das vezes, à necessidade de recomeçar todo o processo.

Sendo assim, é necessário saber de onde se partiu, em que ponto está, para onde ir e como chegar lá, constituindo assim a estratégia a ser tomada pela manutenção.

Toda operação da manutenção deve ser planejada com antecedência e focada num mesmo objetivo. Cada membro da equipe deve ser perito em seu próprio trabalho, porém este poderá executar mais de um trabalho. Outra exigência para ocorrer à mudança é que todos os envolvidos sejam pró-ativos, agentes de mudança e aptos a instruir, Só assim será possível adicionar maior velocidade ao processo de mudança.

Outro comentário feito por Ellis (1999) é que os objetivos e padrões de classe mundial da manutenção só serão atingidos se houver investimentos nos sistemas de sustentação da manutenção, sendo estes: administração da manutenção, mão de obra, ferramentas, peças de reposição, planejamento, programação, controle, cultura, divulgação dos resultados, e orçamentos.

#### **4.5. INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO**

Os IDM - Indicadores de Desempenho da Manutenção são os meios que possibilitam acompanhar a evolução do trabalho de manutenção nos equipamentos e instalações.

Segundo Cabral (1998), os IDM são utilizados para efeitos comparativos, possibilitando que o técnico ou gestor possa encontrar as razões das diferenças, tirar conclusões e melhorar o que pode ser melhorado.

Evidentemente, é necessária a correta seleção destes para que retratem, de forma eficaz, o desempenho da manutenção, vinculando-a especialmente ao objetivo pré-determinado.

Segundo Gusmão (2001), os IDM, devem retratar três aspectos importantes, a saber: Confiabilidade Operacional, Custo da Manutenção e Capacidade Produtiva.

Já na visão de Cabral (1998), ao utilizar os IDM, é necessário avaliar se os mesmos são adequados para: ajudar a tomar decisões de gestão, fazer comparações da atividade em intervalos diferentes, avaliar os benefícios de

uma política de manutenção prepara orçamento de manutenção e ajudar a identificar problemas. Salaria que devem ser fáceis de calcular a partir de informações geradas no dia a dia.

#### **4.5.1. OS PRINCIPAIS INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO**

Muitos são os indicadores utilizados, porém nem todos retratam de forma eficaz a realidade do desempenho da manutenção. Aqui, foram selecionados alguns dos mais utilizados, sendo feitos comentários quanto a sua utilização .

#### **4.5.2. TMEF- TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS**

Segundo Cabral (1998), o TMEF tem limitações em termos de gestão, ou seja, não há sentido em utilizar este indicador onde não ocorrem falhas ou quando ocorre é apenas uma no período; mesmo ocorrendo duas falhas é um indicador pouco expressivo. Mas em casos de muitas falhas, é relevante. É também conhecido como MTBF (*Mean Time Between Failures*).

#### **4.5.3. TMPR – TEMPO MÉDIO PARA REPARO**

O **TMPR** também tem limitações quando se utiliza um único equipamento, enfatiza Cabral (1998), se não ocorrerem falhas ou reparos; logo, não há indicador, e existindo uma ou duas falhas torna-se pouco expressivo. Mas nos casos de múltiplos equipamentos, é bastante utilizado e relevante. É também conhecido como MTTR (*Mean Time to Repair*)

Na Figura 9, é mostrado como é realizado o cálculo do **TMEF** e **TMPR** apresentados

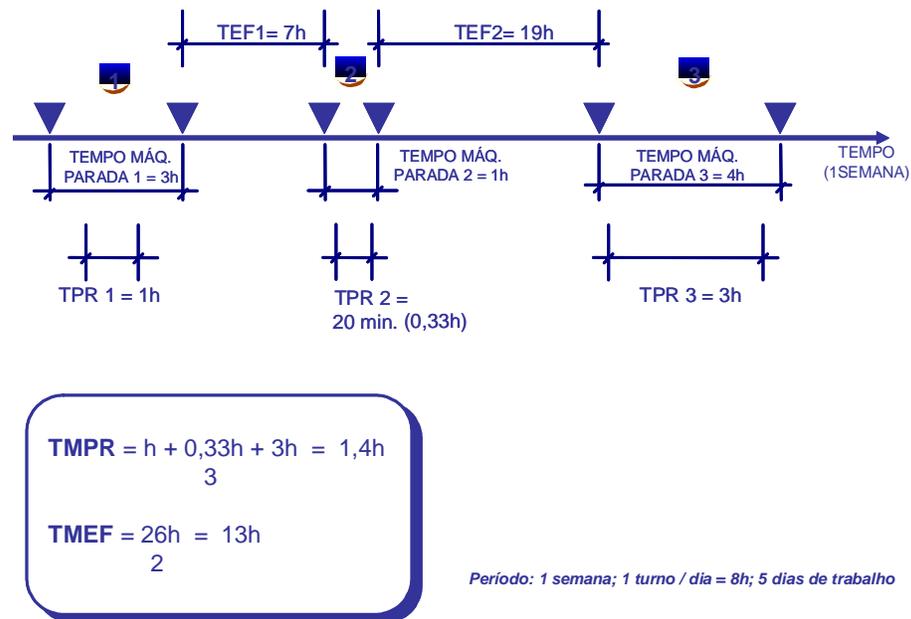


FIGURA 9 – CÁLCULO DO TMRP E TMEF

FONTE: BARONCELLI (1999)

#### 4.5.4. DISPONIBILIDADE

A Disponibilidade mede o percentual de tempo de máquina produzindo em relação ao tempo total. Pode-se adotar a base de tempo de calendário (24 horas/ dia) ou a base de horas de operação (disponibilidade operacional).

A expressão utilizada para calcular a disponibilidade é (TAVARES, 1996):

$$D = (\text{TP} / \text{TT}) * 100\%$$

Onde:

**TP** = Tempo produzindo

**TT** = Tempo Total do período

#### 4.5.5. INDICADOR DE EFICIÊNCIA OPERACIONAL GLOBAL

Este indicador é o principal indicador da eficiência produtiva do equipamento, pois demonstra o percentual de utilização deste onde são envolvidas todas as perdas ocorridas durante o período em que o equipamento estiver disponível para a produção.

É calculado pelo seguinte algoritmo:

$$\mu_1 = \frac{\text{TempoTotal} - \sum \text{TempoParadas}}{\text{TempoTotal}}$$

Onde:

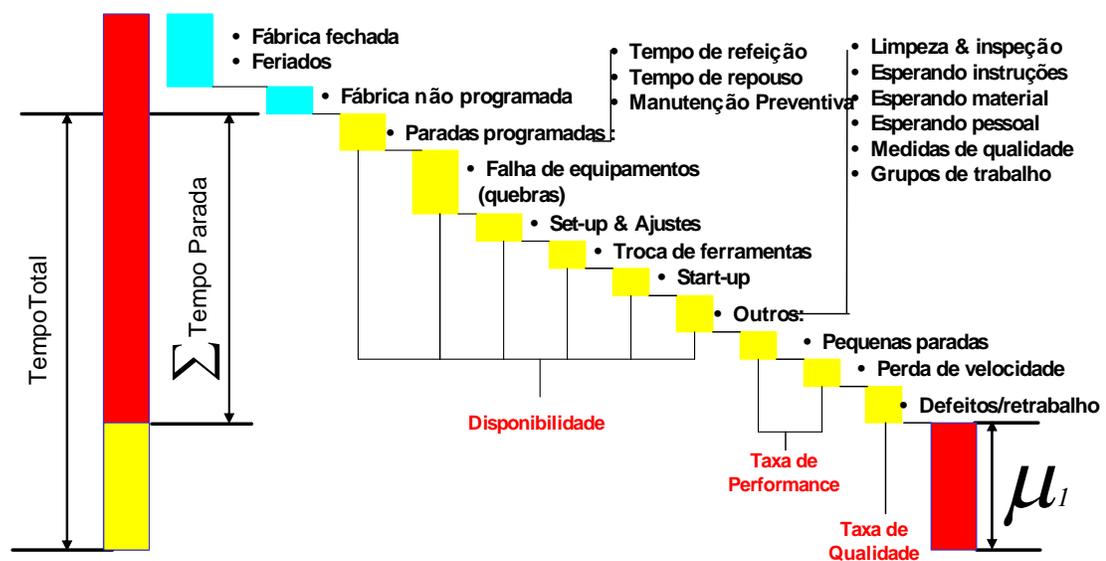


FIGURA 10 – INDICADOR DE EFICIÊNCIA OPERACIONAL GLOBAL

FONTE: BARONCELLI (1999)

## **5. MANUTENÇÃO INTEGRADA À PRODUÇÃO**

A preocupação em garantir melhores índices de produtividade, custo e qualidade vem exigindo das organizações uma reformulação nos conceitos antigos de especialização e habilidades da mão de obra.

Segundo Xavier (2000), as empresas buscam equipes enxutas, domínio tecnológico, multi-especialização e menor número de especialidades envolvidas.

Kelly (1980) cita que o enriquecimento dos trabalhos, na Suécia, foi conseguido com a inclusão de tarefas adicionais, integrando na produção atividades auxiliares, por exemplo, pequenas tarefas de manutenção, descentralizando a autoridade e a responsabilidade, de modo que o operário tivesse mais controle sobre suas próprias ações.

Realmente, o trabalho em equipe é mais produtivo e enriquecedor. A integração das atividades rotineiras de manutenção com os trabalhos de produção não só torna o conhecimento do operário mais amplo, como também estimula o empenho do pessoal de produção para com a fábrica. A habilidade do pessoal de manutenção é utilizada com maior frequência e maior eficiência em tarefas específicas.

Quando uma fábrica tem seus funcionários comprometidos com a produção, os operadores se incumbem de realizar além das atividades diárias de produção, intervenções corretivas de pequeno e médio porte, que surgem durante o processo produtivo.

Segundo Blann (1997), para a manutenção fornecer uma contribuição apropriada em produtividade e qualidade é necessário, primeiramente, reconhecer como parte integrante da estratégia de produção da planta. Para a manutenção desenvolver bem este trabalho, precisa contar com a colaboração de todos os outros departamentos. Entretanto, a manutenção não pode fazer

nada sozinha, é necessário realmente estar integrada com a produção e, conseqüentemente, com todos os departamentos da planta a fim de buscarem os mesmos objetivos.

Takahashi; Osada (1993) denominam esse envolvimento “manutenção e operação” de Manutenção Espontânea e comentam que a evolução desta ocorreu em quatro períodos:

1. Constituiu-se principalmente de manutenção corretiva, possuindo equipes totalmente desprovidas de senso de responsabilidade.

2. Com o aumento de equipamentos sofisticados e complexos, houve a necessidade de melhorar o nível de produtividade da fábrica culminado na separação do pessoal de manutenção e pessoal de produção.

3. Pelo fato da manutenção começar a tratar das questões técnicas e de engenharia, surgiu à necessidade de incorporar técnicas e *know-how* de Manutenção Planejada às suas técnicas de produção, começando a praticar tarefas por iniciativa própria, por exemplo, limpeza, lubrificação e inspeções diárias.

4. A produção começou a perceber que poderia alcançar melhores resultados se utilizassem o equipamento de forma eficaz, responsabilizando o departamento de manutenção em treinar as equipes de produção e estimular suas habilidades para que pudessem participar das atividades de manutenção com segurança.

A abordagem deste trabalho com relação à integração da manutenção e produção é semelhante à visão de Lion; Lima (1995) onde concluem que a eficiência produtiva de cada sistema homem-máquina depende, basicamente, de quanto o trabalho do homem está integrado ao trabalho da máquina.

Enfatizam, também, que a integração da manutenção à produção contribui para a identificação de anomalias no equipamento, desenvolvimento de plano de

ação e programação de serviços em tempo menor comparado a uma equipe de manutenção distanciada da produção.

### **5.1. OPERÁRIO MULTIFUNCIONAL**

A Multifuncionalidade ou Polivalência pode ser considerada como prática trivial da Manutenção Moderna, onde os operadores passam a dispensar maior atenção aos equipamentos monitorando-os através dos cinco sentidos: visão, tato, audição, olfato e paladar.

*Segundo Long (1997), "as pessoas ficam mais satisfeitas e entusiasmadas quando têm liberdade de usar suas aptidões. Quando os empregados assumem maior controle sobre seu ambiente de trabalho e começam a auto orientar seus esforços, há um aumento natural da confiança que por sua vez, leva a uma maior auto estima. O desenvolvimento desse controle individual cria uma sensação de propriedade e iniciativa à medida que a criatividade é estimulada e a inovação é reconhecida".*

A multifuncionalidade pode ser comparada ao mecânico de automóvel, onde o mesmo tem sob sua responsabilidade o abastecimento do veículo, o controle da direção do mesmo durante o percurso necessário, a manutenção preventiva (troca de óleo do motor, verificação dos freios, verificação da água da bateria, verificação da vida útil da correia dentada, etc.) e o reparo do veículo quando necessário.

No tocante à realidade industrial, a multifuncionalidade torna o operário semelhante ao mecânico de automóveis levando-o a assumir a responsabilidade de operar o equipamento, fazer o controle de qualidade do produto e realizar a manutenção no equipamento garantindo assim a disponibilidade do mesmo à produção requerida.

Benevides (1999) trata a multifuncionalidade como a operação de vários equipamentos por um único operador,;no tocante a isso, a multifuncionalidade aqui discutida envolve toda as atividades que contribuem para o alcance da produtividade esperada, independentemente se esta for operacional ou de manutenção no equipamento.

Este nível de multifuncionalidade só pode ser alcançado através da valorização das habilidades dos operários e investimento em um programa de treinamento e capacitação destes.

Segundo Serra (2002), na *Kraton Polymers* do Brasil, a integração entre manutenção e produção iniciou-se com a escolha daqueles que tinham desejo e formação para trabalhar como operador "multifuncional" em mecânica, eletricidade e instrumentação. Depois, foi definido um plano para que cada operador passasse dois períodos de três meses ininterruptos na manutenção, em treinamento.

## **5.2. O FATOR TREINAMENTO**

Assim como na Manutenção Autônoma, o fator treinamento é a alavanca para o desenvolvimento da multifuncionalidade, somente investindo em treinamento e capacitação dos operários é possível torná-los multifuncional e prepará-los para acompanharem as mudanças necessárias.

Segundo Maitland (2000), o treinamento tem um papel fundamental no desenvolvimento bem sucedido das pessoas e considera que a maioria das pessoas encara o treinamento como uma quebra de rotina, uma oportunidade para aprender algo novo, um motivo de orgulho e talvez até uma recompensa por terem realizado um bom trabalho.

No tocante a treinamentos, exigem-se alguns cuidados para que o mesmo possa realmente atingir o objetivo proposto.

Mirshawka; Olmedo (1994) e Serra (2002) sugerem que os treinamentos deverão contemplar a princípio uma parte teórica e a parte prática deverá ser conseguida durante o trabalho dos manutentores em conjunto com os operadores.

Carvalho (2000) enfatiza que os operadores deverão ter formação polivalente, assim como estarem capacitados para a execução de manutenção autônoma, trabalho em equipe, controle estatístico, capacidade de processo, confiabilidade e manutenibilidade.

Segundo Katila (2000), os operadores necessitam trabalhar em conjunto com o pessoal de manutenção discutindo problemas e soluções.

Sendo assim, os treinamentos dos operadores deverão ser semelhantes aos treinamentos destinados aos técnicos de manutenção, fornecendo-lhes condições de perceber alguma anomalia ao fazer uma inspeção, capacidade de identificar um ajuste incorreto, notar um ponto com lubrificação deficiente, etc., minimizando assim a possibilidade de ocorrência de quebras.

Assim como afirmam Pinto; Xavier (1999) que treinamento é uma questão de sobrevivência para as organizações, pode-se também dizer que é uma questão de sobrevivência para a multifuncionalidade.

### **5.3. O FATOR MOTIVAÇÃO**

Scheler apud Leonardo (2002), considera que o homem é um ser cuja própria essência é ainda uma decisão aberta – o que ele quer ser e o que ele quer se tornar, acrescenta ainda que uma das mais penosas frustrações é a sensação de uma vida não realizada, com dispersão de tempo.

Fromm apud Conde (2002) considera que o homem tem de aceitar a responsabilidade por si só e o fato de que só empregando suas forças é que

poderá dar um significado à sua vida, enfatiza que é necessário dar à própria vida pela expansão de suas forças, vivendo produtivamente e que só com uma constante vigília, atividade e empenho podem evitar que falhem na única e grande missão que importa: o desenvolvimento total das forças, dentro das limitações impostas pela lei da existência.

O fator motivação pode ser definido como a alavanca que impulsiona o indivíduo a dar mais de si em busca da conquista de algum objetivo. Maitland (2000) define motivação como: “a força ou impulso que leva os indivíduos a agirem de uma forma específica,” e se apóia em três teorias: a pirâmide de necessidades de Maslow, a teoria dos dois fatores de Herzberg e a teoria da expectativa de Vroom. Leonardo (2002) também cita estas três teorias em seu artigo além de outras; no entanto, aqui será dada ênfase a apenas essas três já citadas.

Segundo Maitland (2000) e Leonardo (2002), o psicólogo Abraham Maslow, formulou uma teoria conhecida como *pirâmide das necessidades*, mostrada na Figura 11, onde demonstra uma seqüência de prioridades consideradas pelos indivíduos obedecendo a seguinte seqüência:

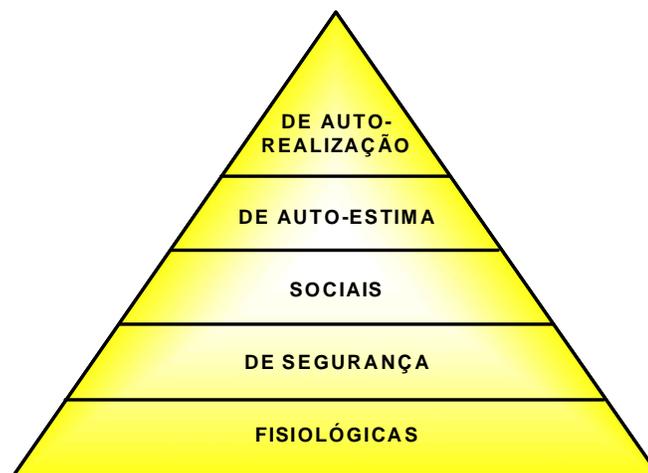


FIGURA 11 – A PIRÂMIDE DAS NECESSIDADES DE MASLOW

FONTE: MAITLAND (2000)

Necessidades fisiológicas, constituídas pelas necessidades de vitais do ser humano. Necessidades de segurança e estabilidade. Necessidades sociais, ou seja, aceitação de companheirismo, afeto e amor. Necessidade de auto-estima, ou seja, ser reconhecido por parte dos outros indivíduos, envolvendo auto-apreciação, auto-estima, autoconfiança. Necessidade de aprovação social e de respeito, de status, de prestígio e de consideração.

Segundo Maitland (2000), no ambiente industrial as necessidades fisiológicas seriam ligadas a salário e benefícios. As necessidades de segurança estariam vinculadas à segurança no trabalho, auxílio-doença e planos de previdência, períodos de folga suficientes, proteção contra injustiças e segurança física. As necessidades sociais, associadas a um senso de participação, amizade, e prestatividade a colegas de trabalho e superiores hierárquicos. As necessidades de auto-estima podem ser satisfeitas pelo reconhecimento e elogio por parte da liderança, juntamente com perspectivas de transferências de cargos e promoções.

A teoria dos dois fatores, apresentada por Maitland (2000) e Leonardo (2002), é desenvolvida por Frederick Herzberg, o qual considera dois grupos igualmente importantes de fatores relevantes à motivação de equipe: higiênicos, cuja ausência causa, segundo Leonardo (2002), mal estar, pois são fatores relacionados à organização e ao ambiente externo. Já Maitland (2000) afirma que fatores higiênicos, na verdade, não chegam a estimular, mas precisam ser pelo menos satisfatórios para não se tornarem à causa de desmotivação das pessoas. A teoria dos dois fatores é ilustrada na Figura 12.

<b>FATORES DE HIGIENE</b>	<b>MOTIVADORES</b>
<b>Condições de trabalho</b>	<b>O trabalho em si</b>
<b>Pagamento</b>	<b>Responsabilidade</b>
<b>Segurança no trabalho</b>	<b>Senso de realização</b>
<b>Relações no trabalho</b>	<b>Reconhecimento</b>
<b>Prática de supervisão e administração</b>	<b>Perspectiva de evolução</b>
<b>Política de administração</b>	

*FIGURA 12 – A TEORIA DOS DOIS FATORES DE HERZBERG*

*FONTE: MAITLAND (2000)*

Segundo Leonardo (2002), Victor Vroom, que criou a Teoria da Expectativa, afirma que a motivação depende de como a pessoa percebe três relações de causa e efeito: Esforço x Desempenho, onde o indivíduo acredita que com mais esforço pode melhorar o desempenho. Desempenho x Recompensa, onde o indivíduo acredita que uma determinada recompensa é fruto de seu desempenho. Recompensa x Meta Pessoal, onde o indivíduo se sente atraído pela recompensa oferecida pela empresa. Maitland (2000) trata essa relação como valência, ou seja, uma depende da outra. A teoria da Expectativa é esquematizada na Figura 13.

Baseado nessa teoria, Leonardo (2002) acredita que este é o motivo pelo qual muitos empregados se esforçam pouco, limitando-se a fazer o mínimo.

Segundo Maitland (2000), se um indivíduo acreditar poder realizar um desejo, mesmo que seja um desejo de altíssimo custo, o mesmo tomará as providências necessárias de modo a produzir o resultado exigido e a satisfação

de seu desejo. Se o desejo não for acessível, há então pouca probabilidade de essa pessoa trabalhar com mais afinco, ou seja, a pessoa não se sentirá motivada



FIGURA 13 – A TEORIA DA EXPECTATIVA DE VROOM

FONTE: MAITLAND (2000)

Mc Gregor apud Conde (2002) faz uma observação: “A menos que o próprio emprego seja satisfatório, a menos que se criem oportunidades na situação de trabalho que permitam fazer dele próprio uma diversão, jamais lograremos conseguir que o pessoal dirija voluntariamente seus esforços em prol dos objetivos organizacionais.”

#### **5.4. GANHOS PREVISTOS COM A MANUTENÇÃO INTEGRADA**

Segundo Aderaldo (2002), Serra (2002) e Souza (2002), os ganhos previstos com a integração da manutenção na produção, são:

- Aumento do tempo operativo;
- Redução do Tempo de Máquina Parada;
- Aumento da Eficiência Global do Equipamento;
- Redução do número de paradas não programadas;
- Maior envolvimento com problemas operacionais, que, na maioria das vezes é dificultado justamente pelo falta de conhecimento da operação e variáveis do processo;
- Melhora a qualidade da operação, pelo fato de transferir a responsabilidade de resultados dos equipamentos para o time de técnicos multifuncionais;
- Redução de perdas, devido à identificação imediata das anomalias;
- Aumenta a responsabilidade de executar melhoria, tornando a linha mais produtiva e promovendo a confiabilidade dos equipamentos;
- Redução do tempo de máquina parada, devido à espera de atendimento da manutenção;
- Aumento da disponibilidade do time de manutenção para desenvolvimento de atividades que proporcionam confiabilidade dos equipamentos, análise dos modos de falhas crônicas e redução dos custos de manutenção;
- Redução do TMPR e aumento do TMEF.

## **6. ESTUDO DE CASO**

O estudo de caso iniciou-se com a identificação dos ganhos que poderiam ser alcançados, citados anteriormente no capítulo 5.4.

Acreditando na possibilidade de se obter estes ganhos, foi definida a metodologia da Manutenção Autônoma, utilizada na TPM, como base de desenvolvimento deste, juntamente com um programa de 5S bem estruturado.

Foi definido, também, que o Pilar de Manutenção Planejada estaria dando suporte no que tange à preparação dos equipamentos, bem como o treinamento prático dos operadores.

O pilar de Manutenção da Qualidade cooperou com relação à administração de conflitos com relação à qualidade do produto final exigido pelos clientes.

A partir destas definições, deu-se continuidade ao trabalho, como demonstram os próximos passos.

### **6.1. SELEÇÃO DA FÁBRICA DE CANUDOS COMO ÁREA PILOTO**

A escolha da Fábrica de Canudos como área piloto foi baseada nos 5 critérios apresentados na metodologia TPM e no reconhecimento de algumas oportunidades de melhorias que esta fábrica apresentava sendo:

- Problemas com o atendimento da manutenção em situações de ocorrências de quebras.
- Necessidade de se realizar melhorias e modificações nos equipamentos instalados, de forma a atender as necessidades da produção.

- Elevado índice de perdas, devido à falha do produto, visto que não se aplica o retrabalho do produto neste setor.
- Baixa produtividade, devido às limitações e indisponibilidade dos equipamentos.
- Falta de motivação dos operadores e da coordenação, devido aos problemas existentes.

Outro ponto relevante é o fato de ter vários equipamentos semelhantes dentro do setor, facilitando a expansão horizontal das melhorias propostas tanto pelos técnicos de manutenção quanto pelos operadores.

A Figura 14 apresenta os indicadores que revelam a realidade da ocasião do início do estudo de caso.

<b>Índices Mensais</b>	<b>Média Ano 1999</b>
<b>Tempo de Máquina Parada</b>	<b>400h</b>
<b>Perda Mensal</b>	<b>6,8 milhões peças</b>
<b>(OEE) Eficiência Global Canudos “U”</b>	<b>65,7%</b>

*FIGURA 14 – INDICADORES DE PERFORMANCE NO INÍCIO DO PROJETO*

*FONTE: FÁBRICA DE CANUDOS – TETRA PAK - MONTE MOR*

## 6.2. PROGRAMA DE 5S

O programa de 5S iniciou-se com o treinamento dentro da metodologia sendo implantado em princípio os três primeiros sentidos: utilização, ordenação e limpeza.

Após ter sido colocado em prática estes três primeiros sentidos, foi possível verificar que o programa foi absorvido pelos funcionários da área através de auditorias periódicas. É importante salientar que, no início do programa, a área foi auditada diariamente; após perceber a evolução do programa, a auditoria passou a ser semanal, depois quinzenal e mensal.

A evolução do 5S pode ser vista na Figura 15 e a planilha de auditoria está apresentada no Anexo 5.

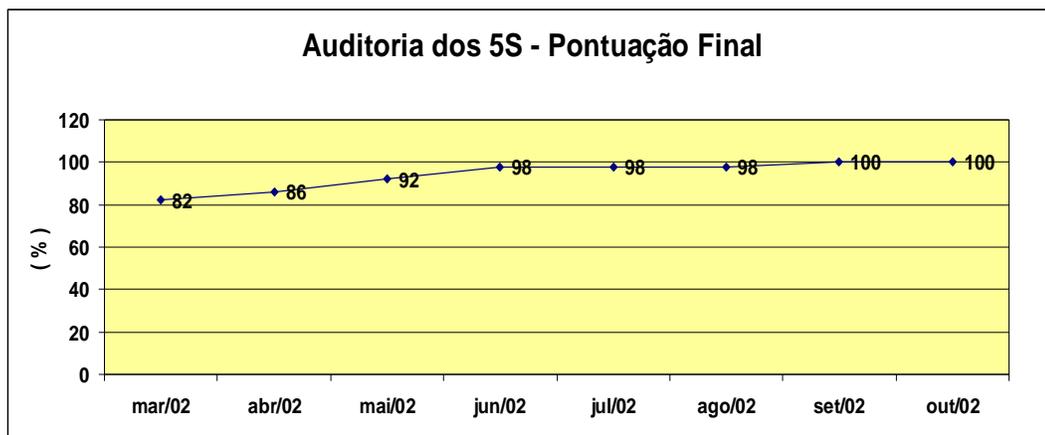


FIGURA 15 – AUDITORIA DA EVOLUÇÃO DOS 5S

FONTE: FÁBRICA DE CANUDOS – TETRA PAK - MONTE MOR

Uma vez alcançado o nível desejável de utilização, ordenação e limpeza, este nível passa a fazer parte do quarto sentido: padronização; o quinto sentido só foi atingido quando foi percebido que o espírito de disciplina e comprometimento da equipe de operadores havia sido alcançado.

A cobrança por parte da coordenação e dos operadores com relação à organização e limpeza tornou-se forte, sendo cobrado até mesmo durante a execução de atividades de manutenção e preparação de máquinas.

Tornou-se inadmissível deixar algo fora do lugar, deixar o local desorganizado ou sujo. A responsabilidade de manter o local organizado e limpo é de todos, desde a coordenação, até os operadores. Além de atingir o nível de limpeza e organização da área, mostrado na Figura 16, foi possível atingir 3 anos consecutivos sem a ocorrência de acidentes de trabalho.



*FIGURA 16 – PROGRAMA 5S DA ÁREA*

*FONTE: FÁBRICA DE CANUDOS – TETRA PAK - MONTE MOR*

### 6.3. PROGRAMA DE TREINAMENTO

A seguir, foi estruturado um forte programa de desenvolvimento periódico das habilidades dos operadores, esquematizado na Figura 17, onde foram investidos, inicialmente, 128 h/h por funcionário em treinamento teórico em mecânica básica, abordando desde desenho técnico, pneumática básica, até noções de ajustagem e usinagem.

No treinamento em eletricidade básica, foram investidas 40 h/h por funcionário, abordando princípios da eletrostática, circuito de corrente contínua, magnetismo e circuitos industriais.

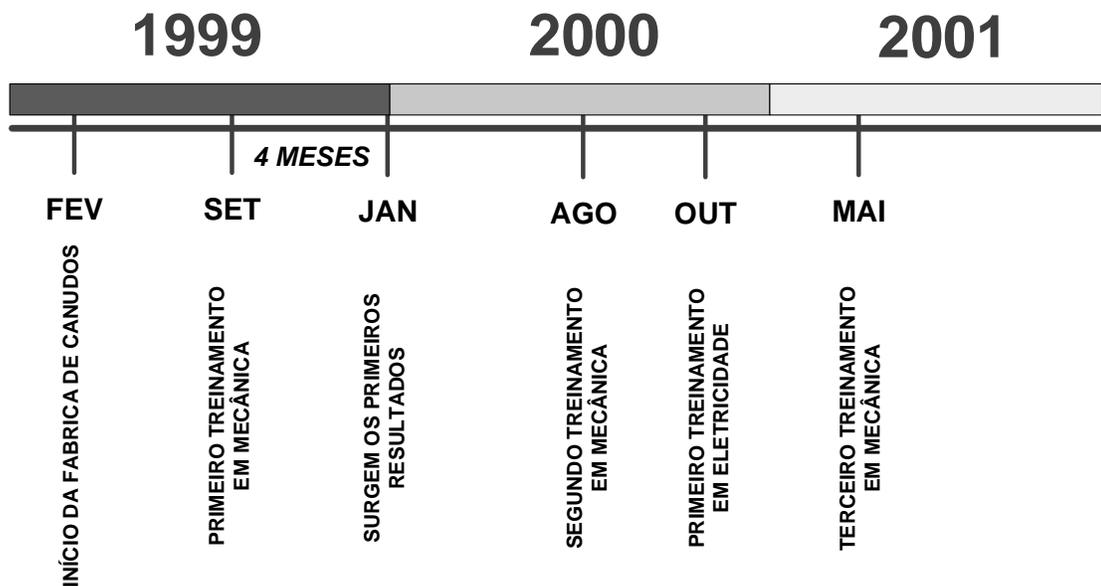


FIGURA 17 – PLANO MACRO DE TREINAMENTO

FONTE: FÁBRICA DE CANUDOS – TETRA PAK - MONTE MOR

Atendendo os requisitos apresentados no capítulo 5.2, onde se aborda que os treinamentos deverão ser teóricos e práticos, foi montada uma pequena oficina junto à área de produção, onde os operadores se revezam para fazer o treinamento prático a fim de fixar o que fora estudado em sala de aula.

Primeiramente, foram treinados os operadores líderes de turno, onde por um determinado período, que variou de três a quatro meses, dedicaram todo o tempo de trabalho executando atividades de manutenção e preparação dos equipamentos. Neste período, os operadores eram assistidos por um técnico de manutenção, que sanava as dúvidas que surgiam no decorrer das atividades.

Durante os treinamentos, foi observado que o espírito de organização e padronização foi incorporado nos operadores, resultando em várias sugestões de melhorias, das quais foram aplicadas praticamente 100%.

Com o objetivo de alavancar a autonomia dos operadores, foi desenvolvido pelos técnicos de manutenção material que possibilitasse a transferência de conhecimento aos operadores.

Na Figura 18, é apresentada a bancada onde foram realizados treinamentos práticos em eletricidade. Tanto a bancada, quanto o material utilizado neste treinamento, foram desenvolvidos pelos técnicos de manutenção. Parte do material utilizado nos treinamentos é apresentada, resumidamente, nos Anexos 1 a 4.

No ano de 2002, foram investidos 140 h/h por funcionário em treinamentos práticos, não considerando os treinamentos realizados durante a solução de problemas nas máquinas.



*FIGURA 18 – BANCADA DE TREINAMENTO*

*FONTE: FÁBRICA DE CANUDOS – TETRA PAK - MONTE MOR*

#### **6.4. O PAPEL DO PILAR MANUTENÇÃO PLANEJADA**

De acordo com a metodologia da TPM, um dos papéis do Pilar Manutenção Planejada, é dar suporte à manutenção autônoma. Dentro deste conceito, o trabalho da manutenção neste projeto, foi realmente este. A princípio, foram desenvolvidos trabalhos de restauração dos equipamentos e eliminados os pontos deficientes, em seguida foi realizado um levantamento dos pontos onde fosse possível tornar mais fácil o trabalho de manutenção, de forma que os próprios operadores pudessem realizá-lo.

Todas falhas ocorridas são registradas num formulário denominado PSM – Pedido de Serviço de Manutenção e depois de analisadas utilizando as ferramentas de análise de quebras são na “Matriz SCS” apresentada no capítulo 3.3.11.

Além de ser utilizada como ferramenta para auxiliar os operadores a solucionarem as falhas do equipamento, é um meio pelo qual se dá a transferência de conhecimento entre os técnicos de manutenção e os operadores. Por se tratar de máquinas de pequeno porte, cuja estrutura mecânica é de certa forma delicada, alguns pontos de ajustes nos equipamentos são críticos necessitando de ajustes perfeitos para não comprometer além da qualidade do produto, a integridade do equipamento.

Com o objetivo de garantir um ajuste perfeito nestes pontos, foram desenvolvidos vários manuais no formato “Lição de um Ponto”, abordado anteriormente no capítulo 3.2.6, utilizados para instruir os operadores quanto aos pontos de ajustes.

Na Figura 19, é apresentado um exemplo que compõe estes manuais cujo objetivo é, justamente, garantir a padronização dos ajustes das máquinas de forma que, ao surgir alguma sugestão de melhoria, esta possa ser estendida para as outras máquinas similares dentro da fábrica. Através deste método, foi possível garantir a mesma produtividade em todas as máquinas similares.

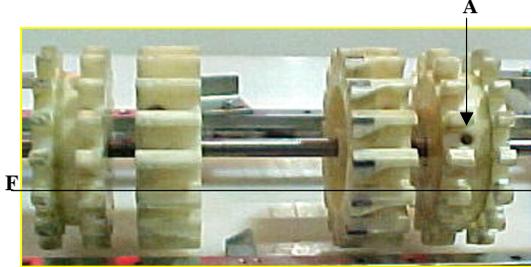
<b>Lição de um Ponto</b> 	<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento de Base <input type="checkbox"/> Solução de Problemas <input type="checkbox"/> Melhorias	<b>TEMA</b> <i>Ajuste do paralelismo das rodas</i>	Máquina	Can	Nº de Série
			Finalidade	D	Cadastro
			Fábrica	MM	<b>1739</b>
			Data de Emissão	14.05.02	
<b>Sugerida por:</b> Celso Idelburque		<b>Elaborada por:</b> Idelburque Soares			
<b>Objetivo:</b> Treinamento (U-Mac)					
<b>Descrição:</b>					
					
<b>Segurança:</b> efetuar ajuste com a máquina parada					
1º passo: - verificar com uma régua no ponto <b>F</b> , o paralelismo das rodas ,se alguma estiver fora ,ir para o passo seguinte					
2º passo: -soltar os parafusos <b>A</b> com uma chave allen T 3mm e ajustar as rodas					
<b>Ferramentas utilizadas:</b>					
					
← Chave allen em T					
					
← Régua					

FIGURA 19 – LIÇÃO DE UM PONTO

FONTE: FÁBRICA DE CANUDOS – TETRA PAK – MONTE MOR

## 6.5. INTEGRAÇÃO DA MANUTENÇÃO E PRODUÇÃO

A integração da manutenção e produção deu-se a partir do momento que os operadores foram treinados nas atividades específicas de manutenção, ou seja, na ocorrência de falhas ou paradas de máquinas devido a problemas de manutenção, era solicitada a presença de um técnico de manutenção, este por sua vez ao realizar as atividades de reparo do equipamento era acompanhado por um operador aprendiz como auxiliar nas atividades de reparo.

Juntos, diagnosticavam a falha, solucionavam-na e, após colocar o equipamento em funcionamento, realizavam a análise desta propondo ações corretivas definitivas com o objetivo de garantir que a falha não repetisse.

Após ter sido feita a análise da falha e propostas as ações, o operador, utilizando os princípios da “Lição de um Ponto” abordados no capítulo 3.2.6, elaborava a lição deste ponto para treinar os demais na atividade. Concluído o treinamento, a atividade de manutenção preventiva deste ponto passou a ser de responsabilidade dos próprios operadores.

As ocorrências, suas causas e soluções, são incluídas na “Matriz SCS”, apresentada anteriormente no capítulo 3.3.11. Esta ferramenta mostrou-se eficaz como auxílio na divulgação de solução de falhas nos equipamentos.

Passados cerca de seis meses, em algumas ocorrências de manutenção os próprios operadores tomavam a iniciativa de propor soluções para as falhas ocorridas.

A evolução do conhecimento foi tal que; passado dois anos neste ritmo já não se fez necessário à presença do técnico de manutenção para atividades básicas de manutenção.

Atualmente, a maior parte dos operadores já possui autonomia para desmontar um conjunto e montá-lo sem a necessidade da assistência de um técnico de manutenção.

Somente em caso de limitação de habilidade é solicitada a presença de um técnico de manutenção para orientá-los na execução da atividade.

Em caso de desenvolvimento de melhorias que necessitam de um parecer técnico que foge de suas habilidades, a pessoa do técnico de manutenção é solicitada para orientá-los na execução do projeto. Porém, em caso de melhorias simples que não envolvem cálculos e comprometimento estruturais, os mesmos desenvolvem-nas desde o croqui, fabricação da peça, até a montagem da peça na máquina.

#### **6.6. REUNIÃO DEPARTAMENTAL**

Mensalmente, é realizada uma reunião com todos os funcionários do setor, juntamente com a supervisão e o representante do departamento de manutenção.

Nestas reuniões, são discutidos todos os problemas de produção, desenvolvimento de plano de ação quanto às oportunidades de melhorias e sugestões levantadas pelos operadores.

Quanto aos problemas de produção, envolve desde limitações de equipamentos, até modificação de especificação de matéria-prima utilizada na produção.

Muitos problemas e necessidades de treinamento foram detectados nestas reuniões; a maioria das melhorias aplicadas em máquina saiu de planos de ações resultantes das reuniões.

Essa é uma grande oportunidade de elogiar as conquistas do time, revelando que a união e o esforço individual de cada um é o elo que mantém o sucesso de todo trabalho realizado.

## 6.7. VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS

Muito antes de se iniciar o estudo de caso, tempo de máquina parada para reparo ou pequenas paradas era exageradamente alto e correspondiam a cerca de 11% da produção mensal com um parque de apenas 05 máquinas.

Já nos primeiros meses após os treinamentos, foi possível verificar uma melhora significativa nos indicadores de produção.

Através do trabalho desenvolvido pelos operadores juntamente com os técnicos de manutenção foi possível reduzir significativamente este índice e, conseqüentemente resultou no aumento da produtividade apresentado na Figura 20.

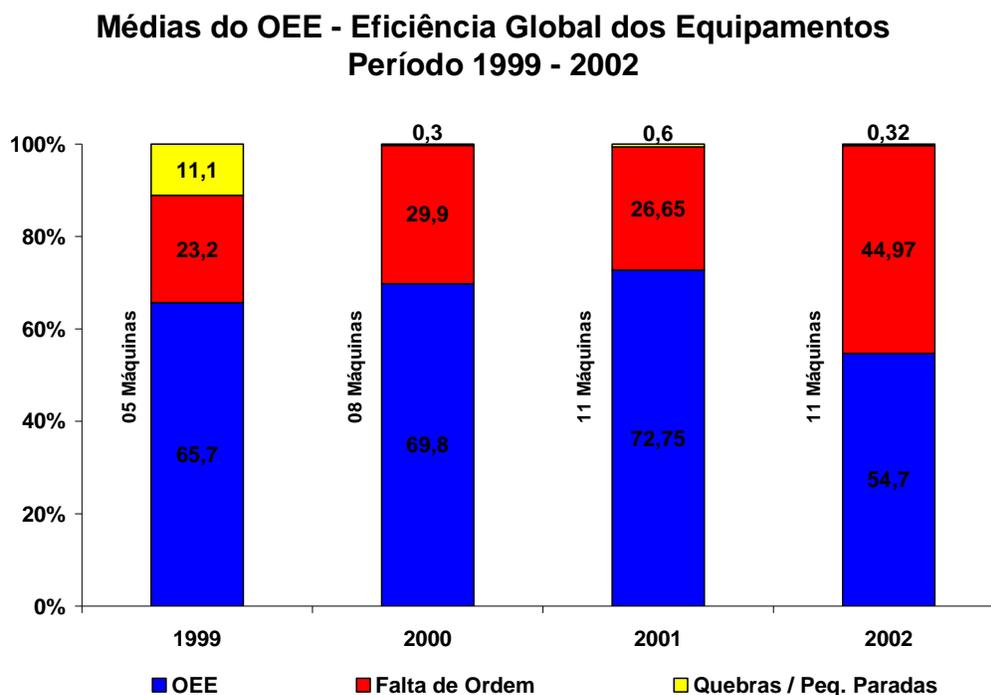


FIGURA 20 – EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS (OEE - OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS)

FONTE: FÁBRICA DE CANUDOS TETRA PAK – MONTE MOR

Como citado anteriormente, estes Índices foram o motivo pelo qual esta área fora escolhida como piloto para integrar as atividades de manutenção às de produção.

Já no início dos trabalhos, foi alcançada uma redução de 99,93% das perdas, correspondendo a valores bem próximos de 0%, como mostra a Figura 20. Neste período, mais precisamente no ano 2000, o parque de máquinas passou a ser composto por 08 máquinas e, em 2001, passou a contar com 11 máquinas.

O comportamento do OEE ao longo dos anos de 2001 e 2002 demonstra a estabilidade com relação ao tempo de máquina parada por quebra e pequenas paradas apresentados nas Figuras 21 e 22.

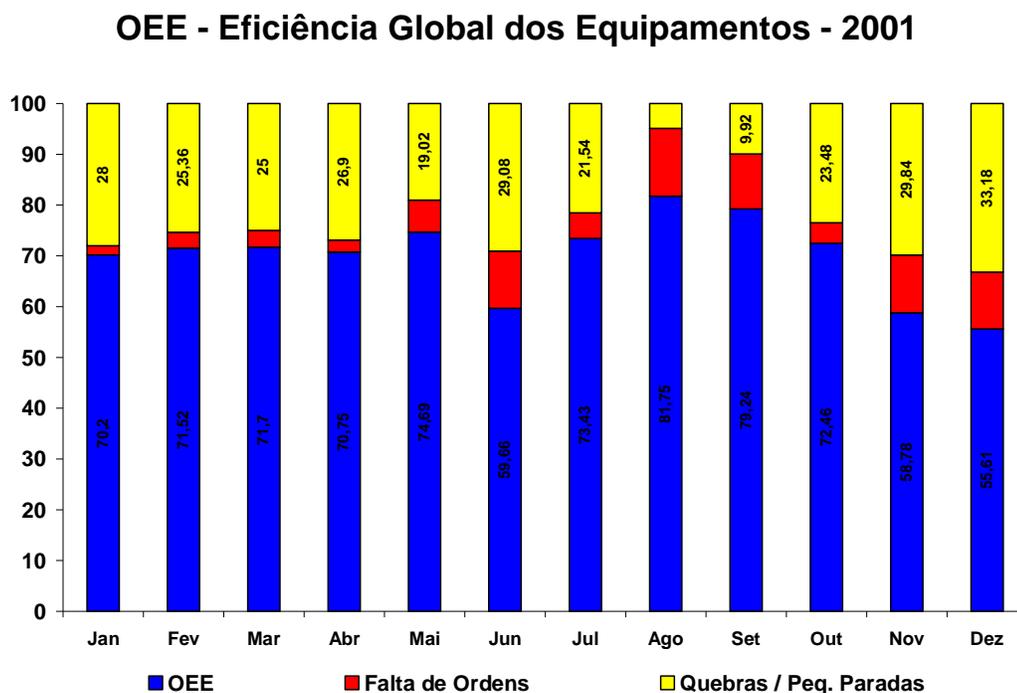


FIGURA 21 – OEE - EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS - 2001

FONTE: FÁBRICA DE CANUDOS TETRA PAK – MONTE MOR

## OEE - Eficiência Global dos Equipamentos - 2002

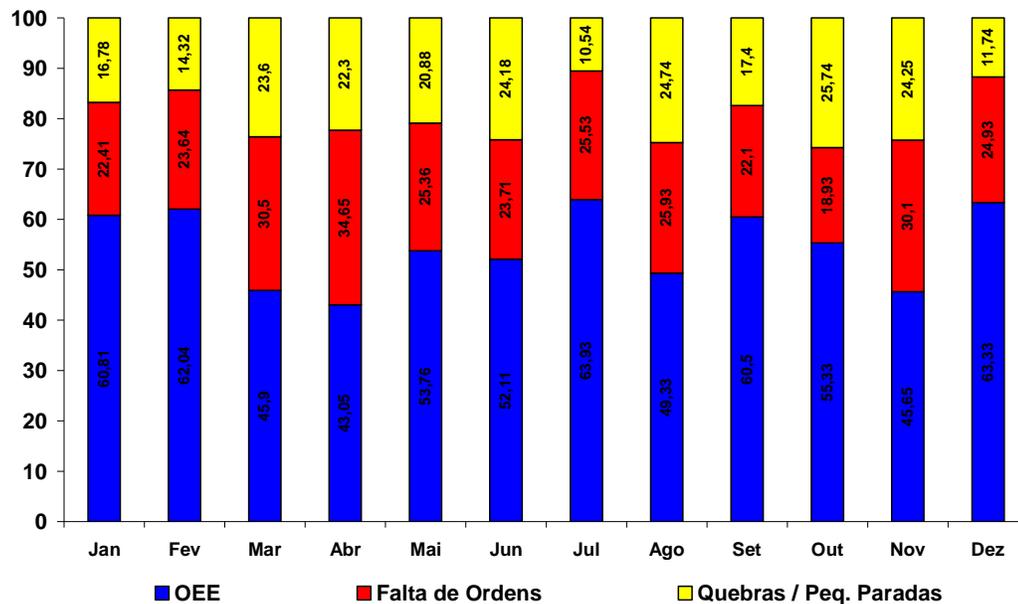


FIGURA 22 – OEE - EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS - 2002

FONTE: FÁBRICA DE CANUDOS TETRA PAK – MONTE MOR

Esta redução foi conseguida pelo fato de todas as melhorias desenvolvidas nas primeiras 05 máquinas terem sido estendidas às máquinas adquiridas posteriormente. Algumas melhorias foram enviadas para o fabricante e vieram incorporadas nas mesmas, reduzindo consideravelmente o trabalho de melhoramento dos equipamentos.

Outro fator, avaliado através de uma pesquisa pessoal, foi a motivação dos funcionários com relação ao envolvimento destes com nas atividades de manutenção.

É sabido que nem todas as pessoas têm aptidão para desenvolver atividades de manutenção, chegando a ponto de realizarem tais atividades devido aos procedimentos de trabalho exigidos pela área de produção.

Por esse motivo, nem todos os funcionários sentem-se motivados à realização de atividades relacionadas à manutenção de máquinas, preferindo estar mais envolvidos com as atividades de produção que, por sinal, realizam com muita eficiência.

Houve caso de funcionários terem sido realocados pelo fato de não aceitarem realizar atividades de manutenção. Infelizmente, este tipo de resistência ocorre principalmente no início do trabalho, por esse motivo é necessário durante os treinamentos conscientizar os envolvidos para estarem preparados às mudanças exigidas pelo processo.

Todos estes resultados foram conseguidos graças ao desenvolvimento técnico dos operadores. No início alguns já possuíam conhecimentos básicos, porém a maioria não tinha conhecimento técnico algum e atualmente não há nenhum operador sem conhecimento técnico.

O desenvolvimento técnico dos operadores contribuiu para incentivar a procura de envolvimento com atividades de manutenção pelos demais funcionários dos outros setores.

## **7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Em se tratando de treinamento e desenvolvimento das habilidades dos operadores, ficou claro que o método de treinamento proposto pela metodologia da TPM é eficaz, pois forçou o envolvimento dos operadores na solução de problemas de máquina, no desenvolvimento de melhorias e despertou a criatividade destes a propor solução para problemas de qualidade, produtividade e de limitações de equipamentos.

A reunião departamental mensal mostrou ser uma iniciativa que garante o engajamento do time em busca dos resultados propostos pelo setor, onde é possível identificar a necessidade individual de cada colaborador possibilitando a projeção de novos desafios ao time.

A presença de um técnico de manutenção, quando da necessidade de conhecimento técnico, garante que a qualidade de manutenção dispensada aos equipamentos seja melhorada constantemente; essa iniciativa é em cumprimento de uma das etapas do pilar de manutenção planejada da TPM, que classifica o técnico de manutenção como um elemento multiplicador. Desta forma, os operadores adquirem maior conhecimento e maior confiança na execução das atividades de manutenção, não deixando nada a desejar em comparação ao serviço prestado pelos técnicos especializados em manutenção.

Em suma, foi possível concluir que a utilização da TPM como metodologia para integrar manutenção e produção é eficaz, pois realmente possibilita a transferência de conhecimento e de experiência através de ferramentas específicas, alavancando o domínio sobre os equipamentos e, conseqüentemente, aumentando consideravelmente a disponibilidade, a confiabilidade e a produtividade.

### **7.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Este estudo de caso foi aplicado em uma indústria de produção seriada; não foram encontrados registros efetivos de integração da manutenção e produção em nenhum outro setor industrial, ficando aqui uma lacuna e a oportunidade para se aplicar a integração da manutenção e produção.

Também vale salientar que, embora outras indústrias de produção seriada utilizem esta prática, foi observada a necessidade de se reavaliar o nível de autonomia dada aos operadores a fim de alcançarem os resultados esperados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADERALDO, P. S. G. Pesquisa de metodologia para manutenção autônoma **[Mensagem pessoal]**. Mensagem recebida por < [mrissatto@yahoo.com.br](mailto:mrissatto@yahoo.com.br) > em 03 de janeiro 2002.

ANTUNES, JR., J. A. V. **Manutenção produtiva total: Uma análise crítica a partir de sua inserção no sistema Toyota de produção**. Automotivo. Disponível em: <<http://www.automotivo.com>>, Acesso em: 31 ago. 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: 1994**: Confiabilidade e Manutenibilidade: Rio de Janeiro, 1994.

AZEVEDO, C. **EAM – Enterprise asset management: Que oportunidade para se ter mais sucesso com a TPM**. Revista eletrônica Club de Manutenimento. Nº 7 Diciembre 2001, p. 13 – 15.

BENEVIDES, S. A. FILHO. **A Polivalência como ferramenta para a produtividade**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

BARONCELLI, C. F. **Process Kaizen Engineer Book**. SEMINÁRIO DE WORLD CLASS MANUFACTURING – TETRA PAK, Efeso Consulting, 1999.

BLANN, R. D. **Proactive Maintenance as a strategic business advantage**. GREATER CHICAGO PLANT MAINTENANCE SHOW AND CONFERENCE. Marshall Institute, Inc. 1997.

BRASSARD, M. **Qualidade ferramenta para uma melhoria contínua: The Memory Jogger**. São Paulo: Editora Qualitymark, 1995, 75 p.

CABRAL, J. P. S. **Organização e gestão da manutenção, dos conceitos à prática...**, Ledel, Lisboa: Edições técnicas, 1998, 350 p.

CARVALHO, L. T. **Manutenção e manufatura integrada.** Revista Manutenção. ABRAMAN, N° 80, Setembro / Outubro, 2000, p. 26 – 28.

CARVALHO, L., T. **Indústria automobilística, sistemas de manufatura e manutenção.** Revista Manutenção. ABRAMAN, n° 86, Março/ Maio 2002, p. 18.

CATTINI, O. **Derrubando os mitos da manutenção.** São Paulo: Editora STP, 1992. 123p.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica:** para uso dos estudantes universitários. São Paulo: McGraw Hill, 1983, p. 50 – 67.

CONDE, L. M. R. **A gênese do empreendedorismo: uma face do trabalho como auto-realização.** Revista Acadêmica da FACECA – Faculdade Cenequista de Varginha – MG. V. 1, N° 2, Janeiro / Junho 2002, p. 72 – 81.

COTRIM M. TPM - **Uma metodologia voltada à maximização do rendimento operacional global.** II FÓRUM DATASTREAM DE MANUTENÇÃO. São Paulo, 2002, **Anais.**

DEMING, W. E. **Qualidade: A revolução da administração.** Rio de Janeiro: Editora Marques – Saraiva, 1990. 363p.

DONATI, R. **Qualidade Total.** EEP – Escola de Engenharia de Piracicaba. Piracicaba: 1997, 43p.

DUNN, S. **A framework for achieving best practice in maintenance.** THE WEST AUSTRALIAN MAINTENANCE CONFERENCE. Plant Maintenance Resources Center. 30<sup>th</sup> October 1996.

DUNN, S. **Re-inventing the Maintenance Process.** THE QUEENS LAND MAINTENANCE CONFERENCE. Plant Maintenance Resources Center, May 1998.

ELLIS, H. **Principles of the transformation of the maintenance function to world class standards of performance.** Plant Maintenance Resources Center, 1999.

ELLIS, H. **World class maintenance strategy design techniques,** Plant Maintenance Resource Center, 2000.

FERREIRA, A., B., H. Novo Aurélio século XXI: **O dicionário da língua portuguesa.** 3<sup>o</sup> edição, Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1999.

FIELDING, R. A. P. **Total productive maintenance – TPM, Part 2: Develop autonomous maintenance by operators.** Granco Clark Worldwide. Volume 7, Issue 1, 2000.

FITCH, J., C. **Manutenção proativa pode economizar 10 vezes mais do que práticas de manutenção preditiva / preventiva convencionais.** Revista Elo. Ano 3, nº 9, Abril 2002.

GIL, L. A. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 2<sup>o</sup> edição, São Paulo: Atlas, 1989, p. 43 – 80.

GÓMES, C. A. **TPM: Complemento de la gestión de calidad total – Un camino para la mejora continua.** Disponível em: <<http://www.mantenimientomundial.com>>. Acesso em: 16 out. 2001.

GUSMÃO, C. A. **Índices de desempenho da manutenção: Um enfoque prático.** Revista Manutenção y Qualidade. número 37, ano 8, 2001.

KATILA, P. **Applying total productive maintenance – TPM principles in the flexible manufacturing systems.** Teknisk Rapport, Institutionen för Material – Och Produktionsteknik. Lulea Tekniska Univesitet. 2000:23, ISSN: 1402-1536, ISRN: LTU-TR—00/23—SE.

KELLY, A. **Administração da manutenção industrial.** Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Petróleo, 1980.

LABIB, A. N. **A framework for benchmarking appropriate productive maintenance**. Disponível em: <<http://www.emeraldi-library.com>>, Acesso em: 16 out. 2001.

LEONARDO, J. M. A. **A Guerra do sucesso pelos talentos humanos**. Revista Produção. V.12, Nº 2. São Paulo. 2002, p. 42.

LEWIS, J. **From reactive to proactive maintenance – New tools can help**. Plant Maintenance Resources Center, 1998.

LION, F. A.; LIMA, C. R. C. **Gerenciamento da manutenção integrada à gestão da produção**. Revista de Ciência & Tecnologia. Nº 7. Volume 4/1. Piracicaba – SP, 1995.

LONG, L. K. **Empowerment: administração de pessoas**. São Paulo: Nobel, 1997.

MAITLAND, I. **Como motivar pessoas**; tradução Pedro Marcelo Sá de Oliveira e Giorgio Cappelli. São Paulo: Editora Nobel, 2000.

MAY, P. R. **A implantação de modelos de gestão em uma empresa pública: O modelo de gestão participativa e o modelo de controle da qualidade total nas centrais elétricas de Santa Catarina – CELESC**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999.

MENDES, A. R. **MPT – Manutenção produtiva total na Magnetti Marelli – Da implementação à situação atual**. CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL. Instituto de Engenharia. São Paulo, 2001, Anais.

MIRSHAWKA, V., OLMEDO, N. L. **TPM a moda brasileira**, Makron Books, 1994, 329p.

MOUBARY, J. **Maintenance management – A new paradigm**. Maintenance & Asset Management Journal. Volume 11, number 1, January 1996.

NAGAO, S., K. **Curso de formação de coordenadores de MPT – Manutenção produtiva total.** ABRAMAN, São Paulo, 2002.

NAKAJIMA, S. **TPM – Introduction productive maintenance.** Productive Press. 1988, pg. 36.

NASCIMENTO, C. R. M. **Ferramentas da qualidade: Uma visão aplicada a laboratórios de ensaios químicos.** International Journal of Pharmaceutical Compounding. Edição Brasileira, Vol. 3, Nº 1 Janeiro / Fevereiro, 2001.

OLIVEIRA, M. R., LIMA, C., R., C. **Manutenção integrada: Uma estratégia competitiva.** VI ENCONTRO DE MESTRANDOS E II ENCONTRO DE DOUTORANDOS EM ENGENHARIA. Vol. II/ III, 2002, p.110, Anais.

PALMEIRA, J., N., SENA, R., M., OLIVEIRA, L., A., M. **Aplicação da metodologia TPM em empresa de transmissão de energia elétrica.** XVI SNPTEE – SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Campinas: 2001, Anais.

PINTO, A.K., XAVIER, J. N. **Manutenção função estratégica.** Editora Qualimark, 1999, 287 p.

RIBEIRO, H. **Curso de formação de facilitadores de TPM.** PDCA – Consultoria em Qualidade, São Paulo, 1999.

RIBEIRO, H. **5S Base para a implementação da MPT – Manutenção produtiva total.** CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL. Instituto de Engenharia. São Paulo: 2001, Anais.

SANTOS, C., M; OLIVEIRA, E., F., Jr.; DIAS, A. **Modelos de gestão envolvendo a produtividade total.** XVI SNPTEE – SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Campinas: 2001, Anais.

SERRA, N. L. J. V. Manutenção integrada na produção na Kraton Polymers do Brasil S. A. **[Mensagem pessoal]**. Mensagem recebida por < [mrissatto@yahoo.com.br](mailto:mrissatto@yahoo.com.br) > em 22 de maio de 2002.

SOUZA, J. C. **A manutenção produtiva total na indústria extrativa mineral: A metodologia TPM como suporte de mudanças**. Dissertação de Mestrado. PPGEP Universidade Federal de Santa Catarina: 2001, 137p.

SOUZA, E. D. Pesquisa de metodologia para manutenção autônoma **[Mensagem pessoal]**. Mensagem recebida por < [mrissatto@yahoo.com.br](mailto:mrissatto@yahoo.com.br) > em 08 de janeiro de 2002.

SVENSSON, G. **A framework for the analysis of vulnerability in supply chains**. IMRL 2000 - THIRD INTERNATIONAL MEETING FOR RESEARCH IN LOGISTICS. Trois – Rivières, 2000.

TAJIRI, M.; GOTOH, F. **Autonomous maintenance in seven steps**. Productivity the Education Company for the Knowledge, 1998.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM/ MPT Manutenção produtiva total**. São Paulo: Instituto IMAM, 1996, 322 p.

TAVARES, L., A., **Excelência na manutenção – Estratégia para organização e gerenciamento**. Casa da Qualidade. Salvador - BA, 1996, pg. 16 – 19.

VAAG, M. **The introduction of continuous improvement through total productive maintenance**. Sauer-Danfoss (Nordborg) A/S. Corporate Support. Internal report, 2000.

WILLIAMSON, R. M. **The Secret of total productive maintenance is in the details**. Strategic Work System. Inc., February 2001.

WIREMAN, T. World class maintenance management. **Industrial Press Inc.** New York, 1990, 171 p.

XAVIER, J. N. **Manutenção classe mundial.** Revista Eletrônica Club de Manutenimento. ano 1, número 3, 2000, p. 13 – 17.

XENOS, H., G., d'P. **Gerenciando a manutenção produtiva.** Belo Horizonte: Editora Desenvolvimento Gerencial. 1998, 302p.

**ANEXOS**

( 24 VCC )

**Seqüência Operacional**

Endereço	Liga	Desliga	Energiza

( 1 )

( 2 )

( 3 )

( 4 )

( ) Botão de emergência

( ) Contato NA – Micro Switch

( ) Contato NF

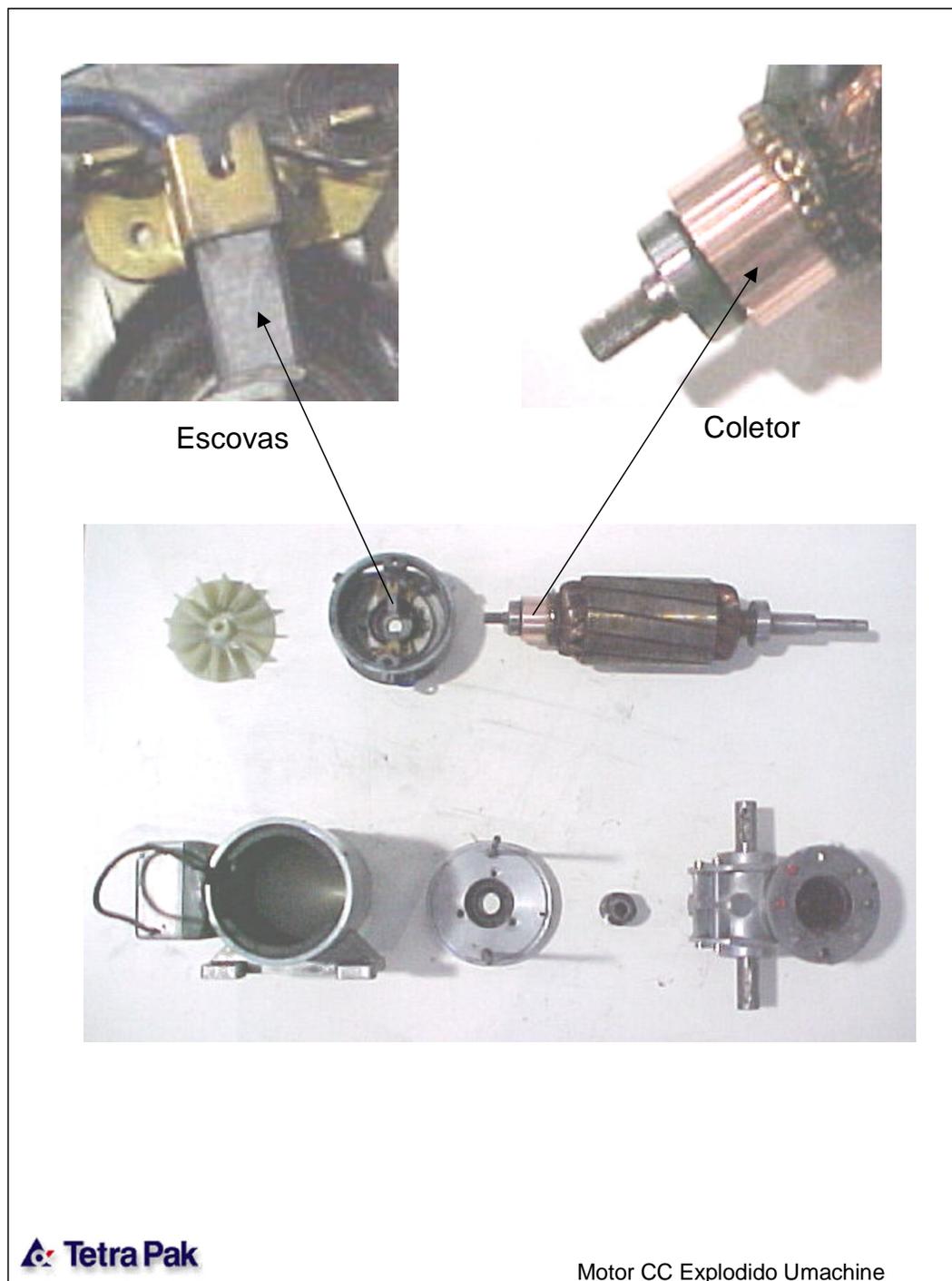
( ) Contato NA

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

NOME: \_\_\_\_\_

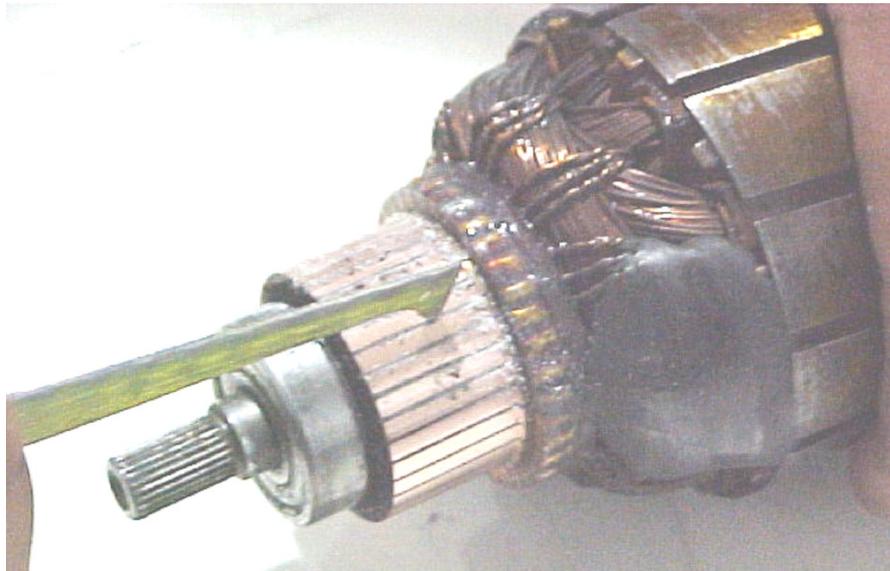
ANEXO 1 – EXEMPLO DE TREINAMENTO EM PRÁTICA DE ELETRICIDADE

FONTE: FÁBRICA DE CANUDOS TETRA PAK – MONTE MOR

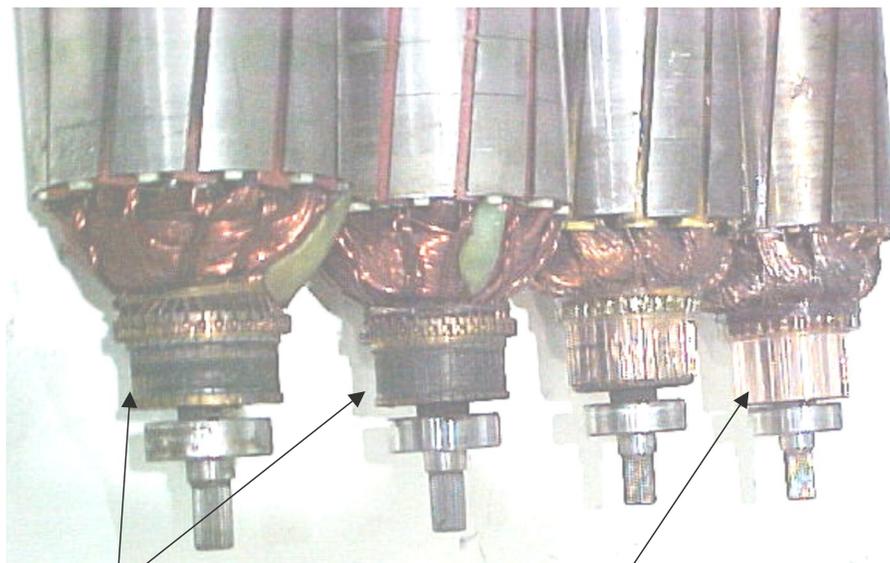


*ANEXO 2 – EXEMPLO DE TREINAMENTO EM PRÁTICA DE ELETRICIDADE*

*FONTE: FÁBRICA DE CANUDOS TETRA PAK – MONTE MOR*



Rebaixamento da isolação após retificar o coletor



Coletor com Rebaixo

Coletor normal

 **Tetra Pak**

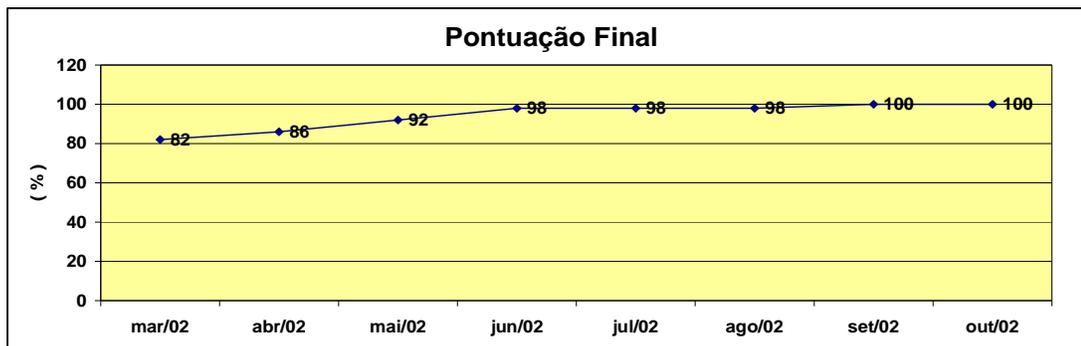
Coletores Motor CC Umachine

*ANEXO 3 - EXEMPLO DE TREINAMENTO EM PRÁTICA DE ELETRICIDADE*

*FONTE: FÁBRICA DE CANUDOS TETRA PAK – MONTE MOR*



	5S Avaliação Periódica ÁREA PRODUTIVA	ÁREA	Fábrica de canudos							
		RESP.	Celso Carneiro							
		Data	30/mar	30/abr	30/mai	30/jun	30/jul	30/ago	30/set	30/out
1º S Senso de Utilização	01. Descarte de objetos e materiais bons, porém desnecessários à área	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	02. Descarte de sucata	2	2	2	2	2	2	2	2	1
	03. Materiais similares sem necessidade.	2	1	2	2	2	2	2	2	2
	04. Condições básicas para descarte de materiais e procedimento adequado	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Sub total (nº pontos)</b>		<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>
<b>Utilização (%)</b>		<b>100</b>	<b>87,5</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>87,5</b>
2º S Senso de Ordenação	05. Lay-out adequado	3	2	1	2	3	3	3	3	3
	06. Definição de local e sinalização adequada para materiais, objetos e equipamentos	3	3	2	2	2	2	3	3	3
	07. Impacto visual da área em relação a organização	3	2	2	2	3	3	3	3	3
	08. Materiais objetos e equipamentos ordenados de acordo com a frequência de utilização	2	2	2	2	2	2	2	2	3
<b>Sub total (nº pontos)</b>		<b>11</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Ordenação (%)</b>		<b>100</b>	<b>81,8</b>	<b>63,64</b>	<b>72,7</b>	<b>90,9</b>	<b>90,9</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>109,1</b>
3º S Senso de Limpeza	09. Nível de limpeza de equipamentos, dispositivos e ferramentas	3	2	3	3	3	3	3	3	3
	10. Nível de limpeza do piso, teto, parede e móveis	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	11. Vazamentos de óleo	3	3	3	3	3	3	2	3	3
	12. Plano para eliminação das fontes de sujeira	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	13. Nível de conservação de equipamentos, dispositivos e ferramentas	3	2	3	3	3	3	3	3	3
	14. Nível de conservação de pisos, teto, paredes e móveis	3	2	2	3	3	3	3	3	3
	15. Plano para recuperação básica de equipamentos, dispositivos e ferramentas	3	1	3	3	3	3	3	3	3
	16. Plano para recuperação básica de pisos, tetos, paredes e móveis	3	2	1	2	3	3	3	3	3
17. Plano de limpeza	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
<b>Sub total (nº pontos)</b>		<b>27</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
<b>Limpeza (%)</b>		<b>100</b>	<b>77,8</b>	<b>88,89</b>	<b>96,3</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>96,3</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Participação dos funcionários da área	18. Nível de envolvimento e participação	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	19. (Teste) - Um dos operadores deve explicar os significados dos 5Ss (resumidamente)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Sub total (nº pontos)</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Participação do pessoal (%)</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>PONTUAÇÃO FINAL (nº pontos)</b>		<b>50</b>	<b>41</b>	<b>43</b>	<b>46</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<b>PONTUAÇÃO FINAL (%)</b>		<b>100</b>	<b>82,0</b>	<b>86,0</b>	<b>92,0</b>	<b>98,0</b>	<b>98,0</b>	<b>98,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>



**ANEXO 5 – PLANILHA DE AUDITORIAS DO 5S**

*FONTE: FÁBRICA DE CANUDOS TETRA PAK – MONTE MOR*