

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Processo de Implementação da Manutenção Produtiva Total
em uma metal mecânica**

Diego Bianchi Magalhães

TCC-31-2006

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Processo de Implementação da Manutenção Produtiva Total
em uma metal mecânica**

Diego Bianchi Magalhães

TCC-EP-2006

Trabalho de Conclusão de Curso da Engenharia de
Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade
Estadual de Maringá.

Orientador: *Prof.: Carlos Pizo*

**Maringá - Paraná
2006**

Diego Bianchi Magalhães

**Processo de Implementação da Manutenção Produtiva Total em uma metal
mecânica**

Este exemplar corresponde à redação final da monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador: Carlos Antonio Pizo
Departamento de Informática, CTC

Prof. Márcia Marcondes Altimari Samed
Departamento de Informática, CTC

Maringá, Outubro de 2006

RESUMO

Face as grandes mudanças e o reconhecimento de sua importância, a manutenção vem se tornando um diferencial para as empresas que desejam permanecer competitivas, com baixos custos e com uma elevada capacidade produtiva. A qualidade também observou diferentes abordagens ao longo do tempo, sendo até hoje fator chave de sucesso para as empresas. A gestão da qualidade passou a ser uma questão de sobrevivência no mundo empresarial. O sistema TPM – *Total Productive Maintenance*, que traduzido resulta em Manutenção Produtiva Total, auxilia como um método de gestão que identifica e elimina as perdas existentes no processo produtivo, maximizando a utilização do ativo industrial e garantindo a qualidade de produtos a custos competitivos. Sem contar o desenvolvimento de conhecimentos capazes de reeducar as pessoas para ações de prevenção e de melhoria contínua. O objetivo deste trabalho é acompanhar e analisar a implantação do sistema TPM na indústria metal-mecânica FLAUS Indústria e Comércio de Peças, no período de março a outubro de 2006. O trabalho limita-se a etapa de planejamento, implantação e avaliação dos resultados, destacando pontos essenciais a serem considerados tanto para implantação como para continuidade do TPM.

Palavras Chaves: Manutenção Produtiva; Prevenção; TPM; implantação.

Lista de Ilustrações

Figura 3.1 – Mudança dos paradigmas da Manutenção	10
Figura 6.1 – Foto da empresa FLAUS	29
Figura 6.2 – Catálogo de peças	29
Figura 6.3 – Estrutura organizacional da empresa	30
Figura 6.4 – Seqüência de processo produtivo	32
Figura 6.5 – Ficha técnica do produto	32
Figura 6.6 – Patim do Freio	33
Figura 6.7 – Fluxograma de consumo de materiais para a fabricação do Patim de Freio (modelo)	33
Figura 6.8 – Fluxograma do processo de fabricação do Patim de Freio (Roteiro)	34
Figura 6.9 – Levantamento e Classificação das Verificações	39
Figura 6.10 – Cartaz 01	40
Figura 6.11 – Cartaz 02	40
Figura 6.12 – Cartaz 03	40
Figura 6.13 – Relação de itens para serem verificados	40
Figura 6.14 – Ficha de controle de manutenção diária / semanal / mensal	42
Figura 6.15 – Ficha de Manutenção	44
Figura 6.16 – Fechamento Trimestral da TPM	45
Figura 6.17 – Demonstrativo dos gastos com manutenção terceirizada	46
Figura 6.18 – Demonstrativo dos gastos com manutenção	46
Figura 6.19 – Demonstrativos dos tipos de manutenções realizadas	46

Lista de Tabelas

Tabela 3.1 – Relação % entre custo de manutenção e faturamento das empresas no Brasil ..	07
Tabela 3.2 – Evolução da Manutenção	09
Tabela 3.3 – Formas de atuação da Manutenção das empresas no Brasil	10
Tabela 6.1 – Seleção de equipamentos críticos	36
Tabela 6.2 – Cronograma de implantação do TPM	37
Tabela 6.3 – Metas e Objetivos da TPM	39

Lista de Quadros

Quadro 2.1 – Classificação das Avarias	04
--	----

Índice

RESUMO	IV
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	V
LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE QUADROS	VI
1. INTRODUÇÃO	01
1.1. Objetivos	02
1.1.1. Objetivo geral	02
1.1.2. Objetivos específicos	02
1.2. Estrutura do Trabalho	03
2. FALHAS DE EQUIPAMENTOS	04
2.1. Definição de Falhas	04
2.2. Causas da Falha	05
3. INTRODUÇÃO À MANUTENÇÃO	06
3.1. Definição de Manutenção	08
3.2. Evolução da Manutenção	09
3.3. Tipos de Manutenção	10
3.3.1. Manutenção centralizada e descentralizada	11
3.3.2. Manutenção corretiva	12
3.3.3. Manutenção preventiva	13
3.3.4. Manutenção preditiva	14
4. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL	18
4.1 Definições	19
4.2. Objetivos da TPM	20
4.3. As Seis Grandes Perdas	20
4.4. Cinco Pilares Básicos	21
4.5. Implementação da TPM	22
5. INDICADORES DE DESEMPENHO	24
5.1. Rendimento Operacional Global (ROG)	24

6. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	27
6.1. Histórico da Empresa	27
6.2. Organização Estrutural da Empresa	30
6.3. Processo Produtivo	31
6.4. Metodologia	34
6.5. Atividades Preliminares	35
6.6. Implantação da TPM	37
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	49

1. INTRODUÇÃO

A sobrevivência das organizações em um mundo globalizado tem forçado as empresas a programarem novas metodologias de gestão na busca da redução de seus custos de produção, visando o aumento da competitividade. Produzir apenas não basta, é preciso competir com qualidade, preço e prazo de entrega.

Diante desta realidade as indústrias devem ter como objetivo a melhoria contínua de seus produtos e serviços para atingir um diferencial esperado, proporcionando sobrevivência e atendendo o papel social em garantir empregos para a comunidade na qual a mesma está inserida.

Segundo Takahashi e Osada (1993): “TPM é um conjunto de atividades de gerenciamento voltada para o equipamento, visando atingir a sua utilização máxima. Para tanto, promovem a integração de todos os funcionários”.

A Manutenção Produtiva Total é um conceito de trabalho que quebra o paradigma que durante décadas imperou nas indústrias: um operador de máquinas e equipamentos somente opera máquinas e equipamentos.

A partir da implantação dos conceitos da TPM, o operador de máquinas e equipamentos também se torna capacitado a executar manutenções mecânicas e elétricas, sendo capaz de perceber alterações no equipamento antes que se quebre, minimizando o tempo de parada de máquinas para manutenções corretivas, aumentando o tempo produtivo das mesmas.

O perfil do empregado muda durante a aplicação da TPM, pois este passa a ser mais especializado. Outro conceito importante é a visão da necessidade do trabalho em equipe, envolvendo a participação de todos, desde a alta direção até os elementos operacionais para a consolidação das ações de melhoria contínua.

Os benefícios da implantação dos conceitos da TPM são claramente visíveis: o tempo de parada de equipamentos por quebra diminui, o custo associado a estas paradas também

diminuem, aumentando, por conseguinte, a capacidade produtiva da fábrica e a possibilidade de aumento da receita e das margens dos produtos manufaturados.

Em virtude dos fatos mencionados, este trabalho de conclusão de curso tem por finalidade a implantação do sistema de Manutenção Produtiva Total na metal-mecânica FLAUS Indústria e Comércio de Peças, com tentativa de garantir eficiência global de suas instalações, gerar um programa de manutenção para aperfeiçoar o ciclo de vida dos equipamentos, envolver todos, desde a alta direção até os colaboradores operacionais, incentivar o princípio de trabalho em equipe para consolidar ações de prevenção e melhoria contínua.

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo geral a implantação e análise do sistema TPM como ferramenta de Gerência de Produção na empresa de metal-mecânica FLAUS Indústria e Comércio de Peças.

1.1.2. Objetivos específicos

A partir do objetivo geral pode-se enunciar os seguintes objetivos específicos para o trabalho:

- Pesquisar referências bibliográficas sobre o assunto TPM;
- Descrever a aplicação do sistema TPM ao ambiente da indústria metal-mecânica FLAUS;
- Avaliar os benefícios que o TPM possa trazer a empresa e identificar os potenciais ganhos com a eliminação das perdas no processo;

- Avaliar a mudança de cultura através de treinamentos, conscientização e capacitação da empresa como um todo.

1.2. Estrutura do Trabalho

Os capítulos deste trabalho foram assim dispostos:

O Capítulo 1 é formado pela introdução e pelos objetivo geral e específico;

No Capítulo 2 encontra-se um breve resumo sobre falhas, com definições e causas;

O Capítulo 3 é uma breve introdução sobre manutenção, indicando a evolução, definição e tipos;

No Capítulo 4 inicia-se um enfoque maior sobre a ferramenta de gestão TPM, listando definições, objetivos e os passos para a implantação do sistema;

O Capítulo 5 dedica-se a um relato sobre indicadores de desempenho e a sua importância para o sucesso da TPM;

No Capítulo 6 inicia-se o estudo de caso de implantação da TPM em uma indústria metal mecânica, onde encontra-se um breve histórico da empresa, o processo produtivo, a metodologia utilizada e os passos que foram seguidos para o sucesso da implantação;

No Capítulo 7 estão listadas todas as conclusões sobre a implantação da TPM;

O Capítulo 8 é formado pela referência bibliográfica que foi utilizada para a elaboração do presente trabalho.

2. FALHAS DE EQUIPAMENTOS

2.1. Definição de Falhas

A falha de um equipamento é a situação na qual este se torna incapaz, total ou parcialmente, de desempenhar uma ou mais funções para qual foi projetado e construído (XENOS, 1998).

As interrupções da função do equipamento também podem ser definidas como mau funcionamento ou avarias e classificadas por Takahashi e Osada (1993) como mostra o Quadro 2.1.

Quadro2.1: Classificação das avarias

Classificação das Avarias	
Avarias Abruptas (AA):	fatais (AAF): mais de três horas de duração
	de longa duração (AAL): mais de uma hora
	gerais (AAG): de cinco a dez minutos
	menores (AAM): menos de cinco minutos
Avarias por deterioração:	por deterioração funcional (ADF)
	por deterioração da qualidade (ADQ)

Fonte: Takahashi e Osada, 1993.

A classificação de avarias por deterioração (inicialmente não levam à parada, mas ao longo do tempo comprometem a função do equipamento) equivale ao conceito de falha potencial ou anomalia, no qual se considera que muitas das falhas não acontecem abruptamente. Pelo contrário elas se desenvolvem ao longo do tempo e apresentam dois períodos distintos: o período entre a condição normal até o primeiro sinal da falha e um segundo período que vai do surgimento do primeiro sinal até a perda total ou parcial da função do equipamento. Um exemplo desse conceito é o surgimento de uma trinca em um equipamento qualquer que inicialmente não afete seu funcionamento, mas que irá se propagar com o uso, levando a perda total ou parcial da função do referido equipamento (XENOS, 1998).

O entendimento dos conceitos de avarias abruptas ou por deterioração e do conceito de falha potencial ou anomalia é de grande importância no auxílio da definição das ações para detecção, correção e prevenção das avarias.

2.2. Causas das Falhas

As causas das falhas são diversas e podem se apresentar isolada ou simultaneamente. Essas causas podem ser agrupadas em três grandes categorias (XENOS, 1998):

- falta de resistência: proveniente de uma deficiência de projeto, especificação inadequada do material, deficiência na fabricação ou montagem;
- uso inadequado: exposição do equipamento a esforços e condições de uso acima da resistência especificada em projeto;
- manutenção inadequada: inadequação ou ausência de ações de manutenção para evitar a deterioração.

Com base nessas três categorias pode-se dizer que uma falha acontece porque o esforço aplicado ao equipamento ultrapassa sua resistência.

Resumindo, as falhas acontecem geralmente por fatores tais como: erros de fabricação, de montagem, de operação ou de manutenção, lubrificação ou refrigeração inadequada, sujeira, objetos estranhos, folgas, vazamentos, deformações, trincas, condições ambientais desfavoráveis, vibração, oscilação de pressão, de temperatura e de tensão, torque incorreto, oxidação, corrosão, obstrução de dutos e também por colisões, (XENOS, 1998).

3. INTRODUÇÃO À MANUTENÇÃO

Serão citadas algumas formas de como se via a Manutenção e em alguns casos ainda se vê, e como se deve vê-la nos dias de hoje.

De mal necessário a uma parte integrante dos esforços estratégicos de produtividade das empresas. Da preocupação única com a disponibilidade do equipamento à priorização da efetividade do negócio por meio do gerenciamento dos custos e à priorização da integridade das pessoas e do meio ambiente. Do simples atendimento a Produção à peça fundamental na garantia do atendimento ao cliente por meio da melhoria da confiabilidade dos equipamentos e processos, segundo Xenos (1998). Essas são algumas formas de como se via a Manutenção e em alguns casos ainda se vê, e como se deve vê-la nos dias de hoje.

Ainda segundo Xenos (1998), algumas causas que levaram e segue levando muitas empresas à tentarem mudar seus paradigmas e a visão simplista sobre o papel da Manutenção:

- maiores exigências de qualidade e produtividade ditadas pelo mercado e por novas filosofias de gerenciamento da Manufatura e da Qualidade;
- crescente desenvolvimento de novas tecnologias, da automação e de complexidade dos equipamentos;
- maior competitividade entre as empresas;
- maior rigor na elaboração e aplicação de regulamentações sobre segurança dos trabalhadores e do meio ambiente

Outra característica que ajuda a demonstrar a importância estratégica da Manutenção para as empresas e que pode influenciar na mudança de posicionamento em relação à Manutenção, está ligada ao montante que esse setor da atividade empresarial movimenta no Brasil e no mundo. Segundo a Associação Brasileira de Manutenção, a ABRAMAN (2006), esse valor aproxima-se dos US\$ 35 bilhões por ano. Nos Estados Unidos, Japão e Alemanha os valores movimentados anualmente são respectivamente, US\$ 300, US\$175 e US\$ 130 bilhões. Essas cifras demonstram o potencial da Manutenção no que se refere à lucratividade das empresas (ABRAMAN, 2006),

Outro dado que reforça a importância e o impacto da Manutenção nas finanças das empresas é mostrado na Tabela 3.1 que aponta a relação entre os custos de manutenção e o faturamento anual das empresas no Brasil.

A média desses valores no período de 1995 a 2001 representa US\$ 28 bilhões e equivale a 4,2% do Produto Interno Bruto (PIB) médio brasileiro do mesmo período (ABRAMAN, 2001).

Tabela 3.1 – Relação % entre custo de manutenção e faturamento das empresas no Brasil

Ano	Custo total de Manutenção / Faturamento Bruto
2001	4,47%
1999	3,56%
1997	4,39%
1995	4,26%

Fonte: ABRAMAN, 2001.

Apesar da mudança de atitude com relação à Manutenção parecer tão lógica, lucrativa e necessária, ainda existem diversas empresas que não conseguiram efetuar essa mudança.

Segundo Xenos (1998), aspectos como recursos materiais e humanos escassos ou inadequados, deficiência ou ausência de uma cultura para análise e prevenção das constantes falhas dos equipamentos, procedimentos deficientes para registro e gerenciamento das atividades de manutenção, além da falta de padrões técnicos e de conduta, acabam contribuindo para que a Manutenção não tenha o reconhecimento de sua importância e um lugar de destaque na estratégia das empresas.

Somente o reconhecimento dessas causas e o empenho das lideranças em suprimi-las, irão permitir a mudança dos paradigmas e da situação em que se encontram as manutenções de muitas das empresas no Brasil (XENOS, 1998).

3.1. Definição de Manutenção

Nos dias atuais as empresas de classe mundial são aquelas que buscam a excelência nos serviços e produtos de sua competência. Para obter esta excelência, as empresas estão sempre atrás de inovações e procuram estar sempre atualizadas na aplicação de tecnologia no seu processo produtivo e, principalmente, na gestão do seu maior patrimônio, que são seus colaboradores internos e externos. Estas empresas ainda buscam, nos departamentos de manutenção, os resultados positivos de desempenho do seu sistema produtivo para garantir ganhos na produtividade e qualidade, simultaneamente a uma redução de custos de manutenção. Desta forma, a manutenção passa a ser considerada como uma função estratégica que agrega valor ao produto.

Segundo Abramam (2001), algumas definições levam as empresas a mudarem sua visão sobre o papel da manutenção, são estas: maiores exigências da qualidade e produtividade ditadas pelo mercado e por novas filosofias de gerenciamento da Manufatura e da Qualidade; crescente desenvolvimento de novas tecnologias, da automação e de complexidade dos equipamentos; maior competitividade entre as empresas e maior rigor na elaboração e aplicação de regulamentações sobre segurança dos trabalhadores e do meio ambiente.

Algumas definições podem ser apresentadas para o termo manutenção:

- “Ato ou efeito de manter”; (MICHAELIS, 2005)
- “Os cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de motores e máquinas”; (HOLANDA, 2005)
- “Forma pela qual as organizações tentam evitar falhas, cuidando de suas instalações físicas”; (SLACK et al., 1999)
- “Fazer tudo o que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, em um nível de desempenho exigido”; (XENOS, 1998)
- “Um conjunto de atividades com o objetivo de suprimir defeitos de qualidade produzidos pelas avarias e eliminar a necessidade de ajustes dos equipamentos”; (SHIROSE, 1994)

- “Garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender um processo de produção ou serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados”; (XENOS, 1998).

Com estas definições apresentadas pode-se dizer então que manutenção é o ato de estabelecer e gerenciar de forma contínua e sistemática as ações para eliminação de falhas já ocorridas e potenciais dos equipamentos, assegurando durante toda a vida útil, as características especificadas em projeto, além de garantir a saúde e segurança de seus usuários e a preservação do meio ambiente.

3.2. Evolução da Manutenção

Desde os primórdios da civilização a conservação de instrumentos e equipamentos é uma prática comum. Slack (1999) apresenta que efetivamente a função manutenção começou a emergir com o advento das primeiras máquinas têxteis a vapor no século XVI. Por outro lado, Xenos (1998) afirma que por volta do século XVII, com o surgimento dos relógios mecânicos na Europa Central, foi que apareceram os primeiros “técnicos em montagem e assistência”. A dinâmica daquela época era que aquele que projetava a máquina ou equipamento já realizava o treinamento para que as pessoas que operavam as máquinas realizassem também a manutenção, intervindo o fabricante somente nos casos de maior complexidade.

A evolução histórica da manutenção acompanha o próprio desenvolvimento industrial, embora a mesma tenha sido bastante impulsionada e organizada devido às necessidades do setor militar. Pode-se dividir a mesma em três gerações (Tabela 3.2), onde cada uma possui suas particularidades e características (ABRAMAN, 2001).

Tabela 3.2 – Evolução da Manutenção

Primeira Geração	Segunda Geração		Terceira Geração
Antes de 1940	1940	1970	Após 1970
<ul style="list-style-type: none"> • Conserto após a falha 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade crescente • Maior vida útil do equipamento 		<ul style="list-style-type: none"> • Maior disponibilidade e confiabilidade • Melhor custo benefício • Melhor qualidade dos produtos • Preservação do meio ambiente
<ul style="list-style-type: none"> • Conserto após 	<ul style="list-style-type: none"> • Computadores grandes e lentos 		<ul style="list-style-type: none"> • Monitoração por condição

falha	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas manuais de planejamento e controle de trabalho • Monitoração por tempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Projetos voltados para confiabilidade e manutenibilidade • Análise de riscos • Computadores pequenos e rápidos • Softwares potentes • Análise de modos e efeitos de falhas • Grupos de trabalhos multidisciplinares
-------	--	--

Fonte: ABRAMAN, 2001

Ao observar a Figura 3.1 percebe-se que o perfil e a postura do manutentor deve ser diferente, buscando uma forma pró-ativa para realização do seu trabalho. Para tanto, é necessário pensar a manutenção como ciência, extrapolando o tratamento puramente empírico.

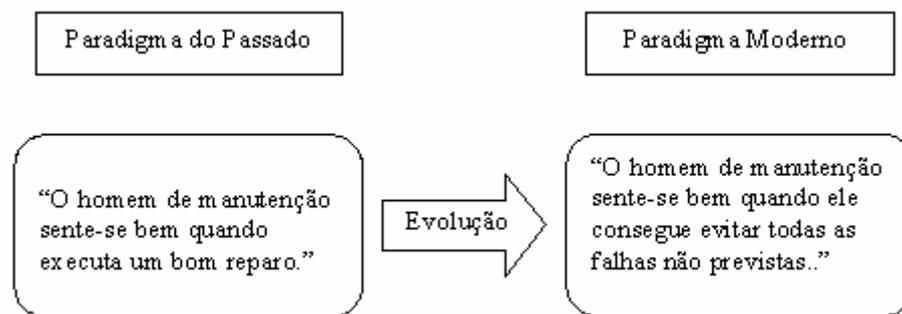


Figura 3.1 – Mudança dos paradigmas da Manutenção

3.3. Tipos de Manutenção

As manutenções podem ser divididas em centralizadas, descentralizadas (Tabela 3.3), corretivas, preventivas e preditivas, que serão explicadas a seguir.

Tabela 3.3 – Formas de atuação da Manutenção das empresas no Brasil

Forma de Atuação	%			
	1995	1997	1999	2001
Centralizada	46,20	42,50	40,52	36,62
Descentralizada	13,70	15,83	21,55	21,13

Mista	33,50	41,67	37,93	42,25
-------	-------	-------	-------	-------

Fonte: ABRAMAN, 2001

3.3.1. Manutenção centralizada e descentralizada

A manutenção pode ser dividida em: centralizada ou descentralizada. Na manutenção centralizada as operações são planejadas por um único departamento e as equipes de manutenção atendem todos os setores da Fábrica, sendo que as oficinas de manutenção também são centralizadas. Na manutenção descentralizada preconiza-se a divisão da Fábrica em áreas ou setores, sendo que cada uma das áreas fica a cargo de um grupo específico de manutenção. Ao adotar-se uma manutenção descentralizada há uma exigência de especialização por parte do pessoal de manutenção, principalmente para serviços de natureza diversificada. Estas duas definições representam situações limites. Na prática as Empresas adotam situações intermediárias entre a centralização e a descentralização. Porém, uma tendência moderna em termos de manutenção aponta para a descentralização de muitas atividades de manutenção, especialmente aquelas que podem ser realizadas por não especialistas.

Segundo Harmon e Peterson (1991) pode-se dizer, de forma geral que existem dois tipos de trabalho de manutenção: os da manutenção dos prédios e dos equipamentos a ela associados (ex. ar condicionado, usinas de força, etc...) e a manutenção dos equipamentos de produção. O primeiro tipo de manutenção deverá ser feita de forma centralizada. O segundo tipo de manutenção, relacionado aos equipamentos de Fábrica deverá, tanto quanto possível, ser realizado de forma descentralizada. Harmon e Peterson (1991) postulam que a manutenção das máquinas “deve ser descentralizada, de modo que cada Subfábrica (Minifábrica) tenha um ou mais técnicos de manutenção alocados a ela, cada um deles com sua própria bancada de trabalho numa área da Subfábrica (Minifábrica)”. O que restaria de manutenção centralizada deve envolver: i) máquinas para reparar os componentes dos equipamentos utilizadas para realizar a manutenção; ii) certos trabalhos de especialista que, em função do tempo de utilização e do grau de especialidade, não justificam economicamente a descentralização; iii) o Planejamento Agregado da Manutenção responsável pelo estabelecimento de uma Política Geral de Manutenção.

3.3.2. Manutenção corretiva

A lógica da gerência em manutenção corretiva é simples e direta: quando uma máquina quebra, conserte-a. Este método (“Se não está quebrada, não conserte”) de manutenção de maquinaria fabril tem representado uma grande parte das operações de manutenção da planta industrial, desde que a primeira fábrica foi construída. Uma planta industrial usando gerência por manutenção corretiva não gasta qualquer dinheiro com manutenção, até que uma máquina ou sistema falhe em operar (KARDEC, 2002).

A manutenção corretiva é uma técnica de gerência reativa que espera pela falha da máquina ou equipamento, antes que seja tomada qualquer ação de manutenção. Também é o método mais caro de gerência de manutenção (TAKAHASHI e OSADA, 1993).

Poucas plantas industriais usam uma filosofia verdadeira de gerência por manutenção corretiva. Em quase todos os casos, as plantas industriais realizam tarefas preventivas básicas, como lubrificação e ajustes da máquina, mesmo em um ambiente de manutenção corretiva. Entretanto, neste tipo de gerência, as máquinas e outros equipamentos da planta industrial não são revisados e não são feitos grandes reparos até que o equipamento falhe em sua operação.

Os maiores custos associados com este tipo de gerência de manutenção são: altos custos de estoques de peças sobressalentes, altos custos de trabalho extra, elevado tempo de paralisação da máquina e baixa disponibilidade de produção.

Este método reativo de gerência força o departamento de manutenção a manter caros estoques de peças sobressalentes que incluem máquinas reservas ou, pelo menos, todos os principais componentes para todos os equipamentos críticos da fábrica. A alternativa é fundar-se em vendedores de equipamentos que possam oferecer entrega imediata de todas as peças sobressalentes requisitadas (KARDEC, 2002).

Para minimizar o impacto sobre a produção criada por falhas inesperadas das máquinas, o pessoal da manutenção deve estar apto a reagir imediatamente a todas as falhas da máquina. O resultado líquido deste tipo reativo de gerência de manutenção é maior custo de manutenção e

menor disponibilidade de maquinaria de processo. A análise dos custos da manutenção indica que um reparo realizado no modo corretivo- reativo terá em média um custo cerca de 3 vezes maior que quando o mesmo reparo for feito dentro de um modo programado ou preventivo. A programação do reparo garante a capacidade de minimizar o tempo de reparo e os custos associados de mão de obra. Ela também garante os meios de reduzir o impacto negativo de remessas expeditas e produção perdida (TAKAHASHI e OSADA, 1993).

3.3.3. Manutenção preventiva

Existem muitas definições de manutenção preventiva. Entretanto, todos os programas de gerência de manutenção preventiva são acionados por tempo. Em outras palavras, as tarefas de manutenção se baseiam em tempo gasto ou horas operacionais. A conhecida curva do tempo médio para falha (CTMF) ou da “banheira”, indica que uma máquina nova tem uma alta probabilidade de falha, devido a problemas de instalação, durante as primeiras semanas de operação. Após este período inicial, a probabilidade de falha é relativamente baixa por um período prolongado de tempo (KARDEC, 2002).

Após este período normal de vida da máquina, a probabilidade de falha aumenta abruptamente com o tempo transcorrido. Na gerência de manutenção preventiva, os reparos ou recondicionamentos da máquina são programados baseados na estatística CTMF.

A implementação da manutenção preventiva real varia bastante. Alguns programas são extremamente limitados e consistem de lubrificação e ajustes menores. Os programas mais abrangentes de manutenção preventiva programam reparos, lubrificação, ajustes, e recondicionamentos de máquinas para toda a maquinaria crítica na planta industrial. O denominador comum para todos estes programas de manutenção preventiva é o planejamento da manutenção x tempo.

Todos os programas de gerência de manutenção preventiva assumem que as máquinas degradarão com um quadro de tempo típico de sua classificação em particular. Por exemplo, uma bomba centrífuga, horizontal, de estágio simples normalmente rodará 18 meses antes que

tenha que ser revisada. Usando técnicas de gerência preventiva, a bomba seria removida de serviço e revisada após 17 meses de operação.

O problema com esta abordagem é que o modo de operação e variáveis específicas da planta industrial ou do sistema afetam diretamente a vida operacional normal da maquinaria. O tempo médio entre as falhas (TMF) não será o mesmo para uma bomba que esteja trabalhando com água e uma bombeando polpas abrasivas de minério. O resultado normal do uso da estatística TMF para programar a manutenção ou é um reparo desnecessário ou uma falha catastrófica. No exemplo, a bomba pode não precisar ser recondicionada após 17 meses. Portanto, a mão-de-obra e o material usado para fazer o reparo foram desperdiçados. O segundo cenário da manutenção preventiva é ainda mais caro. Se a bomba falhar antes dos 17 meses, somos forçados a consertar usando técnicas corretivas.

O velho adágio de que as máquinas se quebrarão na pior hora possível é uma parte muito real da manutenção de planta industriais. Normalmente, a quebra ocorrerá quando as demandas de produção forem as maiores. O pessoal de manutenção deve então reagir à falha inesperada. Neste modo de manutenção reativa, a máquina é desmontada e inspecionada para determinar os reparos específicos requeridos para retorná-la ao serviço. Se as peças de reparo não estiverem no estoque, elas devem ser encomendadas, a custos de mercado, e deve ser solicitado o envio expedito.

Mesmo quando as peças de reparo já estão no estoque da planta industrial, o tempo de mão-de-obra para reparo e o custo são muito maiores neste tipo de manutenção reativa. O pessoal de manutenção deve desmontar toda a máquina para localizar a fonte do problema ou problemas que forçaram a falha. Admitindo que eles identifiquem corretamente o problema, o tempo requerido para desmontar, reparar e remontar a máquina seria, pelo menos, maior do que teria sido requerido por um reparo planejado (KARDEC, 2002).

3.3.4. Manutenção preditiva

Assim como a manutenção preventiva, a manutenção preditiva tem muitas definições. Para os mecânicos, a manutenção preditiva monitora a vibração da maquinaria rotativa numa

tentativa de detectar problemas incipientes e evitar falha catastrófica. Para os eletricitistas, é o monitoramento das imagens infravermelhas de circuitos, de chaves elétricas, motores, e outros equipamentos elétricos para detectar problemas em desenvolvimento (KARDEC, 2002).

A premissa comum da manutenção preditiva é que o monitoramento regular da condição mecânica real, o rendimento operacional, e outros indicadores da condição operativa das máquinas e sistemas de processo fornecerão os dados necessários para assegurar o intervalo máximo entre os reparos. Ela também minimizaria o número e os custos de paradas não-programadas criadas por falhas da máquina (KARDEC, 2002).

A manutenção preditiva é muito mais. Trata-se de um meio de se melhorar a produtividade, a qualidade do produto, o lucro e a efetividade global da planta industrial de manufatura e de produção. A manutenção preditiva não é meramente monitoramento de vibração ou análise de óleo lubrificante ou de imagens térmicas ou qualquer das outras técnicas de teste não destrutivo que tem sido marcadas como ferramentas de manutenção preditiva. A manutenção preditiva é uma filosofia ou atitude que usa a condição operacional real do equipamento e sistemas da planta industrial para otimizar a operação total da planta industrial. Um programa abrangente de gerência de manutenção preditiva utiliza uma combinação das ferramentas mais efetivas em custo para obter a condição operativa real de sistemas críticos da planta industrial e, baseando-se nestes dados reais, todas as atividades de manutenção são programadas numa certa base “conforme necessário” (KARDEC, 2002).

A manutenção preditiva é um programa de manutenção preventiva acionado por condições. Ao invés de se fundar em estatística de vida média na planta industrial ou industrial (p.ex., tempo médio para falha) para programar atividades de manutenção, a manutenção preditiva usa monitoramento direto das condições mecânicas, rendimento do sistema e outros indicadores para determinar o tempo médio para falha real ou perda de rendimento para cada máquina e sistema na planta industrial. Na melhor das hipóteses, os métodos tradicionais acionados por tempo garantem uma guia para intervalos “normais” de vida da máquina.

Em programas preventivos ou corretivos, a decisão final sobre os programas de reparo ou de recondiçãoamento se baseia na intuição e experiência pessoal do gerente de manutenção. A adição de um programa de gerência preditiva abrangente pode fornecer dados sobre a

condição mecânica real de cada máquina e o rendimento operacional de cada sistema de processo. Estes dados habilitarão o gerente de manutenção a programar atividades de manutenção muito mais efetivamente em termos de custo (KARDEC, 2002).

Um programa de manutenção preditiva pode minimizar o número de quebras de todos os equipamentos mecânicos da planta industrial e assegurar que o equipamento reparado esteja em condições mecânicas aceitáveis. Ele pode identificar problemas da máquina antes que se tornem sérios já que a maioria dos problemas mecânicos podem ser minimizados se forem detectados e reparados com antecedência. Os modos normais de falha mecânica degradam-se em uma velocidade diretamente proporcional a sua severidade; portanto, quando um problema é detectado logo, normalmente pode-se evitar maiores reparos.

Existem cinco técnicas não-destrutivas que são usadas normalmente para gerência de manutenção preditiva: monitoramento de vibração (com espectros de corrente elétrica), monitoramento de parâmetro de processo, termografia, tribologia, e inspeção visual. Cada técnica tem um conjunto único de dados que assistirá o gerente de manutenção na determinação da necessidade real de manutenção.

A manutenção preditiva que utiliza análise da assinatura de vibração é predicada em dois fatos básicos: (1) todos os modos de falha comuns possuem componentes distintos de frequência de vibração que podem ser isolados e identificados, e (2) a amplitude de cada componente distinto de vibração permanecerá constante a menos que haja uma mudança na dinâmica operacional da máquina (KARDEC, 2002).

A manutenção preditiva que utiliza rendimento de processo, perda de calor, ou outras técnicas não-destrutivas, pode quantificar o rendimento operacional de equipamentos ou sistemas não-mecânicos da planta industrial. Estas técnicas, usadas em conjunto com a análise de vibração podem fornecer ao gerente de manutenção ou engenheiro da planta industrial informações fatuais que os habilitarão a obter confiabilidade ótima e disponibilidade a partir de sua planta.

Os programas de manutenção preditiva mais abrangentes usarão análise de vibração como ferramenta primária associada com espectros de corrente, que geralmente vem associadas num mesmo instrumento coletor de dados. Já que a maioria dos equipamentos normais da

planta industrial são mecânicos (acionados por motores elétricos), o monitoramento da vibração fornecerá a melhor ferramenta para coleta de rotina e identificação de problemas incipientes. Entretanto, somente a análise de vibração não fornecerá com alta confiabilidade os dados requeridos sobre equipamentos elétricos (deve-se usar também os espectros da corrente elétrica que alimenta o motor), áreas de perda de calor, condição do óleo lubrificante, ou outros parâmetros que devem ser incluídos em seu programa. Portanto, um programa de manutenção preditiva total da planta industrial deve incluir várias técnicas, cada uma projetada para oferecer informações específicas sobre equipamentos da planta industrial, para obter os benefícios que este tipo de gerência de manutenção pode oferecer.

As técnicas específicas dependerão do tipo de equipamento da planta, seu impacto sobre a produção e outros parâmetros chaves da operação da planta industrial e dos objetivos que se deseja que o programa de manutenção preditiva atinja (KARDEC, 2002).

4. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

A *Total Productive Maintenance*, TPM, foi desenvolvida no Japão e inicialmente visava à eficiência do sistema de manutenção, sendo que, com o aperfeiçoamento ao longo de 30 anos, se tornou um completo sistema de gestão Empresarial.

Segundo Suzuki (1992) o TPM surgiu e se desenvolveu inicialmente na indústria automobilística e rapidamente passou a formar parte da cultura corporativa de empresas tais como Toyota, Nissan e Mazda, e seus fornecedores e filiais. Foi introduzido posteriormente em outras indústrias como eletrodomésticos, microeletrônica, máquinas, ferramentas, plásticos, fotografia, etc.

A partir de 1989 a definição do TPM passou a incluir toda a companhia, não limitando-se mais a melhorar as atividades de produção. O foco das atividades tem mudado do equipamento para o sistema de produção como um todo, alterando-se o objetivo, de práticas de produção mais lucrativas para praticas organizacionais e de gestão mais produtiva (KARDEC, 2002).

Em busca de um sistema lucrativo das práticas corporativas e de negócios, o TPM vem sendo muito utilizado nas organizações. O número de fábricas que passaram a implantar essa metodologia e obtiveram prêmios de excelência de TPM tem crescido rapidamente. O TPM vem sendo estendido de forma ilimitada por toda parte do mundo, nas indústrias e nas empresas (KARDEC, 2002).

De uma maneira em geral as empresas que implantaram a metodologia têm obtidos excelentes resultados, tais como: aumento de 1,5 a 2 vezes na produtividade líquida e na eficácia global; redução de 30% nos custos; redução de 50% nos estoques; zero acidente de trabalho; aumento de 5 a 10 vezes no número de sugestões oriundas dos empregados. Outros resultados importantes são: a transformação do ambiente de trabalho e a elevação do nível de conhecimento e capacidade dos trabalhadores (IMAI, 1990).

Segundo Maggard & Rhyne (1992), o ponto crítico da TPM seria que o equipamento fosse cuidado permanentemente pelo seu próprio “dono”. O pressuposto é que, na medida em que os operadores passam a preocupar-se com a manutenção dos equipamentos e a atuar na execução de pequenas manutenções, não só reduzir-se o número de paradas de máquinas devido à problemas de manutenção como impede-se que estas paradas sejam abruptas, ou seja não programadas, na medida em que os operadores das máquinas têm capacidade de detectar os problemas nos estágios iniciais, portanto de forma preventiva, da aparição dos mesmos.

4.1. Definições

Segundo Imai (1990): TPM é um método de gestão que identifica e elimina as perdas existentes nos processos produtivos, maximiza a utilização do ativo industrial e garante a geração de produtos de alta qualidade e de custos competitivos. Além disso, desenvolve conhecimentos capazes de reeducar as pessoas para ações de prevenção e de melhoria contínua, garantindo o aumento na confiabilidade dos equipamentos e da capacidade dos processos, sem investimentos adicionais. Atua também na cadeia de suprimentos e na gestão de materiais, reduz o tempo de resposta, aumenta a satisfação do cliente e fortalece a posição da empresa no mercado.

A seguir algumas definições sobre Manutenção Produtiva Total:

“Esforço elevado na implementação de uma cultura corporativa que busca a melhoria da eficiência dos sistemas produtivos, por meio da prevenção de todos os tipos de perdas, atingindo assim o zero acidente, zero defeito e zero falhas durante todo o ciclo de vida dos equipamentos, cobrindo todos os departamentos da incluindo Produção, Desenvolvimento, Marketing e Administração, requerendo o completo envolvimento desde a alta administração até a frente de operação com as atividades de pequenos grupos”.(Maggard & Rhyne 1992)

“Falha zero ou quebra zero das máquinas ao lado do zero defeito nos produtos e perda zero no processo” (NAKAJIMA, 1989).

“Campanha que abrange a empresa inteira, com a participação de todo o corpo de empregados, para conseguir a utilização máxima dos equipamentos, utilizando a filosofia do gerenciamento orientado para o equipamento” (TAKAHASHI e OSADA, 1993).

“Processo de maximização da performance dos equipamentos, disponibilidade e qualidade, com o total envolvimento dos operadores de produção, técnicos, engenheiros, supervisores e gerentes” (PEREZ, 1999).

4.2. Objetivos da TPM

Segundo Suzuki (1992), a aplicação da metodologia TPM como sistema de gerenciamento dos processos de operação e manutenção visa:

- Constituir uma empresa organizacional que maximize a eficiência do sistema de produção, por meio da melhoria da qualidade dos equipamentos e da capacitação dos colaboradores;
- Criar no próprio local de trabalho, mecanismos para prevenir e eliminar diversas perdas, buscando alcançar metas como: zero de acidentes, zero de quebra falha, tendo como objetivo o aumento do ciclo de vida útil dos equipamentos e instalações;
- Ter a participação de todos os colaboradores na implantação, desenvolvimento e manutenção do método;
- Atingir perda zero por meio de atividades desenvolvidas por equipes de trabalho.

Segundo Mirshawka e Olmedo (1994), os cinco principais objetivos são: garantir a eficiência global das instalações, implementar um programa de manutenção para otimizar o ciclo de vida dos equipamentos, requerer o apoio dos demais setores envolvidos no plano de elevação da capacidade instalada, solicitar dados e informações de todos os funcionários da empresa, e incentivar o princípio do trabalho em equipe para consolidar ações de melhoria contínua.

4.3. As Seis Grandes Perdas

Segundo Nakajima (1988), existem seis grandes perdas responsáveis pela redução do rendimento operacional global dos equipamentos. Estas são:

1. Perda por parada acidental: As perdas por parada acidental podem ser divididas em dois tipos, sendo classificada como perda total de capacidade quando a máquina quebra e não opera mais; e perda parcial de capacidade quando o desgaste da máquina começa a reduzir as condições originais do equipamento.

2. Perda por parada durante a mudança da linha (setup): Essa perda aparece sempre que há uma mudança de linha. São as perdas originadas quando um equipamento é utilizado para produzir vários produtos, e a cada mudança de produtos necessitar de regulagens e ajustes.
3. Perda por operação em vazio ou por pequenas paradas: São as paradas momentâneas resultantes de um problema qualquer que não constitui quebras. São as interrupções devido aos controles existentes na máquina e que bloqueiam seu funcionamento. Normalmente, com a intervenção do operador, basta dar reinício ao ciclo e o equipamento volta a operar normalmente.
4. Perda por quebra de velocidade: Essa perda se dá quando ocorre a queda de velocidade normal de trabalho ocasionada por problemas mecânicos, problemas relativos à qualidade ou a outros fatores que obrigam a produzir com redução de velocidade.
5. Perda por defeito no processo: Compreende todas as operações relativas a retrabalhos ou mesmo à eliminação de produtos defeituosos gerados durante o processo de fabricação.
6. Perda por defeito no início da produção: Esse tipo de perda é também denominado de perda para entrada em regime de produção. Pode ser considerada como o tempo gasto para que a produção inicie o processo normal e pode ser ocasionado pela instabilidade da própria operação, por ferramentas inadequadas, falta de manutenção, problemas de domínio técnico do operador ou falta de matéria prima.

4.4. Cinco Pilares Básicos

A estrutura que fundamenta a implantação, garantindo o sucesso e até mesmo a sobrevivência de um modelo de gestão voltado para a qualidade e produtividade, deve estar muito bem fundamentada. Os pilares da TPM devem ser desenvolvidos em equipes.

A estruturação da TPM deve estar em concordância com a estrutura hierárquica da empresa. A melhor maneira de se atingir as metas da TPM é conhecer, analisar e eliminar as grandes perdas que podem ocorrer na empresa. Acidentes de trabalho, fluxo inadequado de documentos e limpeza inadequada são alguns exemplos de perdas. Para evitá-las, o trabalho da TPM é dividido em cinco pilares básicos, identificados por Nakajima (1998):

1. Melhoria específica: ajuda a entender as maiores perdas de cada área ou equipamento e a implantar melhorias para reduzi-las. Segundo Suzuki (1992) “ Devemos investigar o nexos dos problemas que contribuem para um melhor nível de eficiência dos equipamentos.”
2. Manutenção autônoma: a manutenção voluntária deve ocorrer motivando o operador a cuidar da máquina realizando sua inspeção, lubrificação e limpeza, pois uma das funções mais importantes é detectar e tratar com prontidão as anomalias do equipamento, que é precisamente um objetivo de uma boa manutenção.
3. Manutenção planejada: tem como objetivo aumentar a eficiência do equipamento, buscando a quebra zero.
4. Controle inicial: objetiva garantir a melhor performance do equipamento adquirido através de uma abordagem sistemática de especificação, projeto de feedback ao projeto/fornecedores.
5. Educação e treinamento: todo trabalho de implantação exige mudanças. Muito treinamento e educação básica são fundamentais.

4.5. Implementação da TPM

Para que o TPM seja implementado com sucesso e alcance os resultados esperados, segundo KARDEC (2001), se faz necessário cumprir 12 etapas descritas abaixo:

- 1ª ETAPA. Comprometimento da alta direção. Esta decisão é muito importante para que o TPM se torne um elemento institucional da organização. É uma etapa simples mas decisiva para o TPM. Nesta etapa, também devem ser divulgadas a todos os funcionários, indicando as intenções e expectativas em relação ao método.
- 2ª ETAPA. Divulgação e treinamento inicial. Esta etapa é para que todos os gerentes, supervisores e facilitadores compreendam plenamente a metodologia, através de cursos e conferências. Os demais empregados deverão ser capacitados através de explicações de seus supervisores após terem sido treinados.
- 3ª ETAPA. Definição do órgão ou comitê responsável pela implementação. Serão criadas as equipes de coordenação geral, técnica de área e grupos de trabalho.
- 4ª ETAPA. Definição da política e metas. Nessa etapa é incorporado ao TPM dentro das diretrizes e planejamento de longo e médio prazo da empresa.
- 5ª ETAPA. Elaboração do plano diretor de implementação. Será elaborado um planejamento detalhado das etapas de implantação. Isto possibilita a verificação dos progressos obtidos e estabelece parâmetros atuais e compara com o desenvolvimento, mudando os esquemas se necessário.
- 6ª ETAPA. Outras atividades relacionadas com a introdução. Nesta etapa ocorre o lançamento do projeto empresarial. Há uma comunicação oficial da “partida” do TPM.
- 7ª ETAPA. Melhoria em máquinas e equipamentos. Para esta etapa é necessária a introdução de melhorias individualizadas nos equipamentos para incrementar o rendimento operacional global.
- 8ª ETAPA. Estruturação da manutenção autônoma. Nesta etapa é implementada a manutenção autônoma, que consiste em pequenas atividades de manutenção realizada pelo próprio operador. Ela é formada por sete passos que devem ser seguidos um de cada vez. Os passos são: limpeza inicial; descobrir as causas da sujeira; elaborar as normas e mapas de limpeza e lubrificação; treinamento para inspeção; inspeção autônoma e check list; padronização de controles e organização das atividades de manutenção; gestão autônoma e melhoria contínua.
- 9ª ETAPA. Estruturação do setor de manutenção e condução da manutenção. Nesta etapa, é analisado e estruturado o órgão de manutenção, também é estabelecido um sistema de manutenção baseado em estrutura de controle e intervenção.
- 10ª ETAPA. Desenvolvimento e capacitação de pessoal. Aqui é necessária a realização de um treinamento técnico “passo a passo”, para que todos possam aperfeiçoar o TPM. É importante para desenvolver as habilidades necessárias levantadas nas etapas anteriores.
- 11ª ETAPA. Estrutura para controle e gestão dos equipamentos numa fase inicial. Para a 11ª etapa há a implementação do projeto PM (prevenção e manutenção) e LCC (ciclo de custo de vida), com isto são possíveis estabelecer critérios de avaliação econômica e projetar e construir equipamentos e instalações que não quebrem.
- 12ª ETAPA. A obtenção de resultados que demonstrem o alcance e a manutenção da excelência em TPM é conseguida na 12ª etapa. É também nesta etapa que ocorre a consolidação do programa e será controlado algum desvio do TPM com a utilização do melhoramento contínuo.

5. INDICADORES DE DESEMPENHO

Devido à atual dinâmica do mercado brasileiro onde podemos notar que o preço final do produto está sendo determinado pelo consumidor, diversas empresas começaram a aplicar técnicas de administração que surgiram nos últimos tempos a fim de reduzir os custos e permitir que se mantenham competitivas.

Dentre estas técnicas, podemos citar a Manutenção Produtiva Total (TPM). A evolução atual do TPM está focada na Gestão da Performance Total, segundo o próprio “Japanese Institute of Plant Maintenance” (XENOS, 1998), onde poderíamos citar indicadores para medir este desempenho. O principal deles é a eficiência global da instalação, que pela nomenclatura de Mirshawka (1994), chama-se o rendimento operacional global. Este indicador permite visualizar a eficiência da linha e contribui na determinação do custo da não eficácia das instalações.

O desempenho global dos setores é medido através do acompanhamento da performance individual de cada linha e/ou célula pelo indicador rendimento operacional global.

5.1. Rendimento Operacional Global (ROG)

O Rendimento Operacional Global (ROG) é um indicador que surgiu para administrar as seis grandes perdas do TPM de uma instalação, as quais são: quebra de equipamento, ajuste e preparação de linha, operação a vazio e microfalhas, queda de velocidade, geração de produto defeituoso e, finalmente, entrada em regime de processo. Segundo Mirshawka (1993), o indicador ROG é calculado pela multiplicação de três fatores: a disponibilidade, o desempenho e o índice de qualidade. A disponibilidade será avaliada em função dos tempos de parada da instalação. O desempenho em função da instalação respeitar o tempo de ciclo teórico e, finalmente, o índice de qualidade é avaliado em função da instalação fabricar bem da primeira vez, sem retrabalhos, e principalmente, sem gerar sucatas. Podemos ainda considerar neste último, a perda que o processo leva para se estabilizar.

Antes de apresentar as equações, primeiramente, devemos definir os diferentes tempos envolvidos durante a produção para visualizarmos a disponibilidade segundo Mirshawka e Olmedo (1994).

- Tempo Requerido – é o período dentro do tempo total no qual a instalação será requisitada para cumprir com a sua função. Para uma indústria de manufatura, por exemplo, subtrai-se do tempo total o período de almoço e pausas;
- Tempo Efetivo de Disponibilidade – é a parte do tempo requerido onde a instalação está efetivamente capaz de cumprir com a sua função requisitada supondo que o fornecimento dos meios externos necessários para seu funcionamento esteja assegurado. Portanto, é o tempo onde não ocorrem paradas;
- Tempo de Indisponibilidade Própria- é o período de parada cuja causa pertence ao perímetro do meio de fabricação. A causa deste tipo de parada pode ser pane, troca ou regulagem do ferramental, do meio, do produto, problemas de qualidade, controle de qualidade, entre outros;
- Tempo de Indisponibilidade Exterior – é o tempo de parada cuja causa é externa ao meio de fabricação como falta de utilidades ou bloqueio da linha.

A disponibilidade (Do) será a relação entre o tempo requerido subtraído dos tempos de indisponibilidade exterior (T_{Ie}) e própria (T_{Ip}) dividido pelo tempo requerido (TR).

Já o desempenho (De) da instalação será dada pela multiplicação de dois fatores: o Índice da Velocidade Operacional (IVo), o qual é a relação entre o tempo de ciclo teórico dividido pelo tempo de ciclo efetivo durante a produção, e o Índice de Operação Efetiva (IOe), que é a multiplicação da quantidade produzida pelo tempo de ciclo efetivo dividido pelo tempo efetivo de disponibilidade.

Finalmente o índice de qualidade (IQ) é a relação entre a quantidade de peças conformes produzidas dividido pela quantidade total de produção.

No caso de multiplicarmos Do, IVo, IOe e IQ, o resultado final do ROG será a quantidade de peças conforme vezes o tempo de ciclo teórico, dividido pelo tempo requerido.

Sabendo-se que tempo requerido dividido pelo tempo de ciclo teórico é a produção teórica, chegamos a equação final, onde o ROG será a relação entre a quantidade de peças conformes produzidas dividido pela produção teórica.

$$\text{ROG} = \text{Quantidade Conforme} / \text{Quantidade Teórica de Produção} \quad (1)$$

Devemos observar que na indústria de manufatura, se o ritmo médio do operário garantir o tempo de ciclo teórico, o desempenho De será de 100%, sendo o ROG determinado basicamente pelo índice de qualidade e a disponibilidade. Subtraídos do tempo requerido, o tempo de funcionamento encontrado é dividido pelo tempo de ciclo teórico que indicará qual seria a quantidade que poderia ter sido produzida. Este indicador permite acompanhar a regularidade da linha. Caso a quantidade produzida real seja menor, houve perda por baixo desempenho da mão-de-obra. Caso contrário, se a quantidade produzida for maior, indica que os operários trabalharam num ritmo elevado. Outra utilização deste indicador seria averiguar se um novo operário, à medida que aprende as operações, realmente aumenta o seu ritmo e, conseqüentemente, a sua produtividade.

6. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa Flaus Indústria e Comércio de Peças LTDA. é uma indústria metalúrgica, que atua no segmento de peças automotivas com foco nos veículos de médio porte movidos a diesel. Sua linha de produtos é constituída de 1600 itens, os quais são mantidos todos em estoque com o objetivo de enviar sempre para o cliente os produtos que constam nos pedidos.

A empresa tem uma equipe de vendas que é constituída por 40 representantes, com atuação em todo território nacional.

6.1. Histórico da Empresa

A empresa Flaus Indústria e Comércio de peças LTDA. nasceu de uma necessidade de mercado percebida pelo empresário Marcos Flausino Dias, que na época trabalhava em uma loja de autopeças como vendedor, onde os clientes, em muitos dos casos, não tinham a sua necessidade atendida por não ter fornecedor no mercado de determinadas peças que são de baixo giro.

A partir da percepção dessa demanda no mercado o Sr. Flausino encontrou um fornecedor para um dos itens procurados pelos clientes, mas o mesmo fornecia somente um dos componentes da peça, sendo o outro componente um pino de fixação, que passou a se fazer em uma tornearia, quando os clientes solicitavam a peça.

O Sr. Flausino, percebendo o volume das vendas e de que mesmo com essa alternativa ocorria a falta da peça para atender os clientes, devido ao fato de os fornecedores dos componentes nem sempre terem itens disponíveis em estoque, pois trabalhavam com estoques limitados dos produtos, sendo assim, o mesmo resolveu desenvolver novos fornecedores, e passou a manter estoques dos itens, revendendo o produto para a loja onde trabalhava e para as demais lojas de autopeças de Maringá.

Sua atividade como fornecedor de peças se deu no início de 1993. A empresa atuava de maneira informal nos fundos da casa do Sr. Flausino, sendo que o mesmo continuava suas atividades como vendedor na loja de autopeças. Depois de um determinado tempo contratou um representante para vender o item produzido na região oeste do Paraná, o qual na primeira viagem vendeu a quantidade de 600 peças, que demandaria um tempo de 30 dias para serem produzidas e entregues. Com o passar do tempo o volume de vendas foi aumentando e a quantidade de itens produzidos ficou mais diversificada, exigindo uma dedicação de tempo maior do empresário para o seu próprio negócio. Com isso o mesmo deixou de atuar como vendedor abrindo formalmente a sua empresa no ano de 1997, e também o que influenciou essa mudança na atuação foi a necessidade de emissão de notas fiscais para clientes que passaram a exigí-las pelo volume das compras efetuadas.

A empresa mesmo depois de sair da informalidade continuava suas atividades nos fundos da casa do Sr. Flausino, tendo como equipamentos para a produção dos itens um torno mecânico e uma prensa, sendo que grande parte da produção era terceirizada, sendo a montagem dos componentes realizados na empresa.

Com o aumento das vendas e da quantidade de itens produzidos, houve a necessidade de uma área específica para a empresa, o que ocorreu em 1998 com a aquisição de um terreno em Sarandi e a construção de um barracão com área construída de 500m².

A empresa continuou desenvolvendo novos itens e realizando investimentos em novas máquinas de melhor tecnologia para a fabricação dos seus produtos, ampliando desta forma a sua participação no mercado. Como consequência foi necessária a ampliação das instalações da empresa, o que ocorreu no ano de 2000 com a aquisição de um terreno com área de 2.000m² e a construção de um prédio industrial com área de 1600m², que é o atual local onde a empresa está instalada (Figura 6.1).



Figura 6.1: Foto da Empresa FLAUS

Do início da empresa até os dias de hoje a sua linha de produtos sofreu uma significativa evolução, constando em seu catálogo de produtos 1600 itens (Figura 6.2) que tem por objetivo atender as mais diversas necessidades do cliente na linha de veículos médios, com foco maior para veículos movidos a motor diesel, por serem utilizados por períodos maiores por quem compra.



Figura 6.2: Catálogo de peças

6.2. Organização Estrutural da Empresa

A empresa está organizada com os seguintes departamentos (Figura 6.3): administrativo, financeiro, comercial, desenvolvimento de produtos e produção, contando com 30 colaboradores para as mais diversas funções para o bom andamento das atividades da empresa e possui uma equipe de vendas formada por 40 representantes comerciais.

Para a fabricação dos itens a empresa conta hoje com tornos CNC, prensas excêntricas, máquina de oxicorte, cabine para pintura epóxi, furadeiras, máquinas de solda automatizadas e manuais, máquinas frezadoras e todos os ferramentais necessários para a produção de produtos com qualidade e dentro das especificações que o mercado exige.

A empresa mantém em estoque a maior parte dos itens presentes no catálogo de produtos, o que é uma estratégia para atuação junto ao mercado em relação aos concorrentes, sendo desta forma um diferencial da empresa. Mesmo sabendo dos gastos de se manter o estoque a empresa optou por este método devido aos itens serem de pequeno porte, muitas peças serem trabalhadas sob material fundido, dependendo de terceiros, e o estoque é mantido somente para os itens de maior giro no mercado.

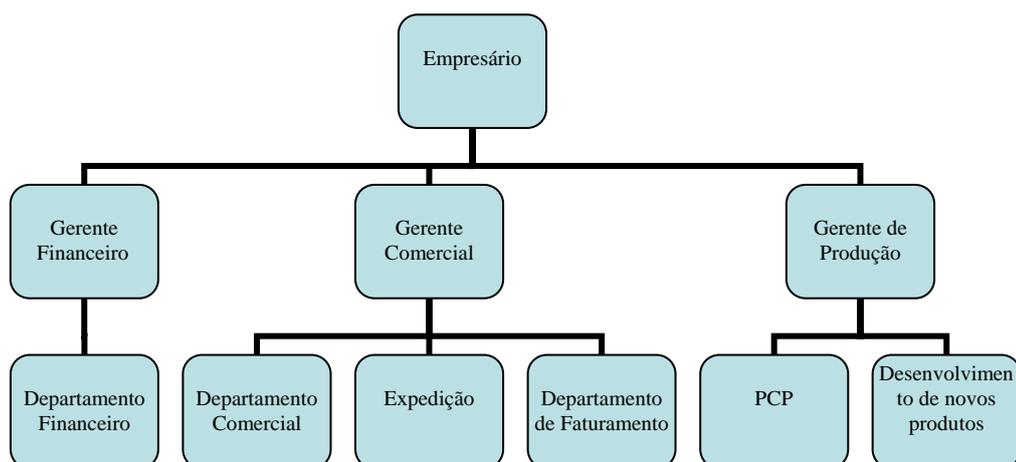


Figura 6.3: Estrutura organizacional da empresa

Basicamente, todas as decisões estão centradas na gerência administrativa e na gerência de produção que coordenam os setores de compras, vendas, CPD (Central de Processamento de Dados), financeiro, RH (Recursos Humanos), PCP (Planejamento e Controle da Produção) e produção. Apesar do modelo centralizado e hierarquizado, a empresa apresenta um estilo de gestão participativo, de forma que a participação com idéias e sugestões, a validade de opiniões e a reintegração e priorização do funcionário são aspectos fundamentais na filosofia de trabalho da empresa. A organização trabalha em duas linhas de pensamento, sendo uma voltada para o bem estar do funcionário e outra, não menos importante, direcionada a própria organização, ou seja, a empresa assume uma postura de administração como organização/empresa e ao mesmo tempo como direcionamento para o funcionário/pessoa.

6.3. Processo Produtivo

A Empresa trabalha atualmente com um mix de produtos em torno de 600 itens distribuídos entre peças de câmbio, diferencial, direção, acelerador, eixo, suspensão, embreagem, freio, motor e componentes. O processo de produção da empresa consiste basicamente em um processo por produto, sendo que cada produto a ser fabricado segue uma Ordem de Produção (O.P.) do setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP) da empresa. Consistindo um processo por produto, vale ressaltar que cada produto segue um roteiro predefinido e específico de atividades (Figura 6.4). É importante ressaltar também que cada produto fabricado pela empresa dispõe de uma ficha técnica onde são especificados todos os estágios, sequenciamento, operação, lead time de produção e setup das máquinas a serem utilizadas (Figura 6.5).



02000001555

PRODUTO :- 702139 ORIGEM :020 NUM. OP :- 1.555 **QTDE 960 PC**

SELO DO COMANDO IMP. 54/57

90 9500 10 - CHAPA 16 - 1,90x1200x2000 >R74 UNIDADES
3530001-01025 Kg

GUILHOTINA 2003
PP-> 20 / 0,01 > CORTAR EM FITACOM 81x1200

PRESA 45 T
PP-> 20 / PC-> 0,12 >> ESTAMPO
CURSO 180 PARACIMA /220 PARA BAIXO
PP-> 20 / PC-> 0,14 >> REPU/JO

	Cartão	Parcial
002 0000 51 GUILHOTINA GNN 2003		
	Cartão	Parcial
002 0001 01 PRESA GERMINADA 45 TONEL.		
	Cartão	Parcial
002 0002 01 PRESA GERMINADA 45 TONEL.		

Op. Externa :- Estágio :- 20 Seq.-: 30 OC.-:	Nota Fiscal
Descrição :- SERVIÇO DE ZINCAGEM	
Fornecedor :- S S ZINCAGEM LTDA	Peso/Volume
Utilizar tela de remessa de serviço para terceiros	

	Cartão	Parcial
002 0004 01 CONFERENCIA ESTOQUE ALMO		

Figura 6.4: Seqüência de processo produtivo

Produção - Roteiro (Fluxo do Processo)

Família: 050 NIVEL DE PRODUCAO 50 Alterar

Roteiro: 702675 Excluir

U.M.: PC Cancelar

Descrição: PATIM DO FREIO

Lote Técnico: 100,000 Versão Atual: Ligar Acessórios Automaticamente?

Qtde Base: 1,00000 Situação: Ativo

Dt. Alteração: 25/07/2006 Data Geração: 28/06/2006

Estágios do Roteiro													
Gravar	Estágio	Abrev. Estágio	Opção	Temp. Fixo (Dias)	Fil. Prod.	Tipo Pos.	Desc. Tipo. Pos.	Serviço	Fornecedor	Tipo Estágio	Célula	Movta Guias	Abreviatura F
<input checked="" type="checkbox"/>	50	PRODUC 050	1	0,00	1	1	Início - Fim			0	Interno (Fábrica)		

Seqüências do Estágio (Operações)													
Seq.	Opção	Operação	Aut. S/N	C. Recurso	Oper. Calc.	Temp. Fixo	Temp. Prop.	U.M. Tempo	Rec. Uni. Fab.	Tipo Pos.	Desc. Tipo Pos.	% Sobrepos.	% Eficiênc. Prod.
10	1	SOLPAT	N	SOLPATIN	N	40,0000	1,2000	Minutos	1,00	1	Início - Fim	0	100,00
20	1	PINCAB	N	PIN-CABI	N	20,0000	1,0000	Minutos	1,00	1	Início - Fim	0	100,00
30	1	PINEST	N	PIN-ESTU	N	40,0000	0,0000	Minutos	1,00	1	Início - Fim	0	100,00
40	1	ESTALM	N	CONESTMG	N	1,0000	0,0000	Minutos	1,00	1	Início - Fim	0	100,00

Figura 6.5: Ficha técnica do produto

Para caracterização do processo produtivo da Empresa será tomado como exemplo, o fluxo do processo de fabricação da peça 702675 (Figura 6.7 e 6.8) – Patim do Freio (Figura 6.6).



Figura 6.6: Patim do Freio

Segue-se o fluxograma de produção da peça Patim de Freio.

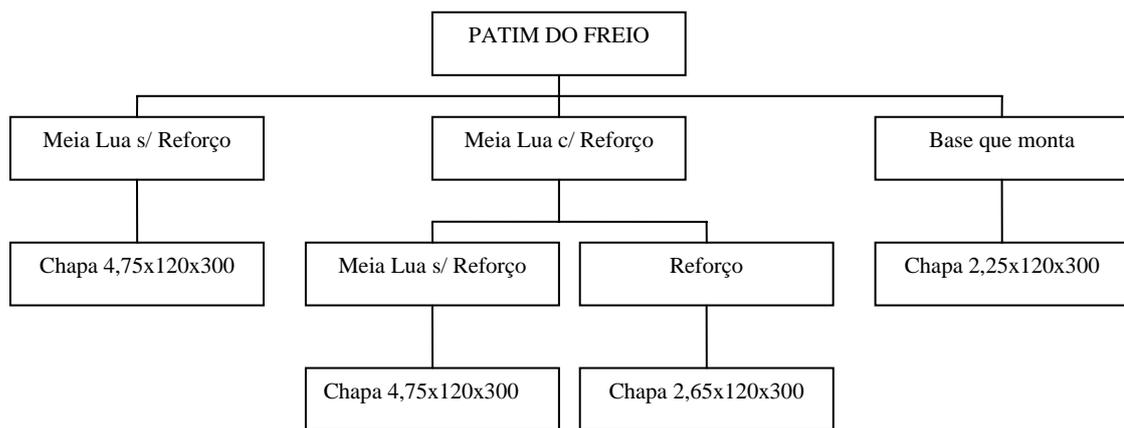


Figura 6.7: Fluxograma de consumo de materiais para a fabricação do Patim de Freio (modelo)

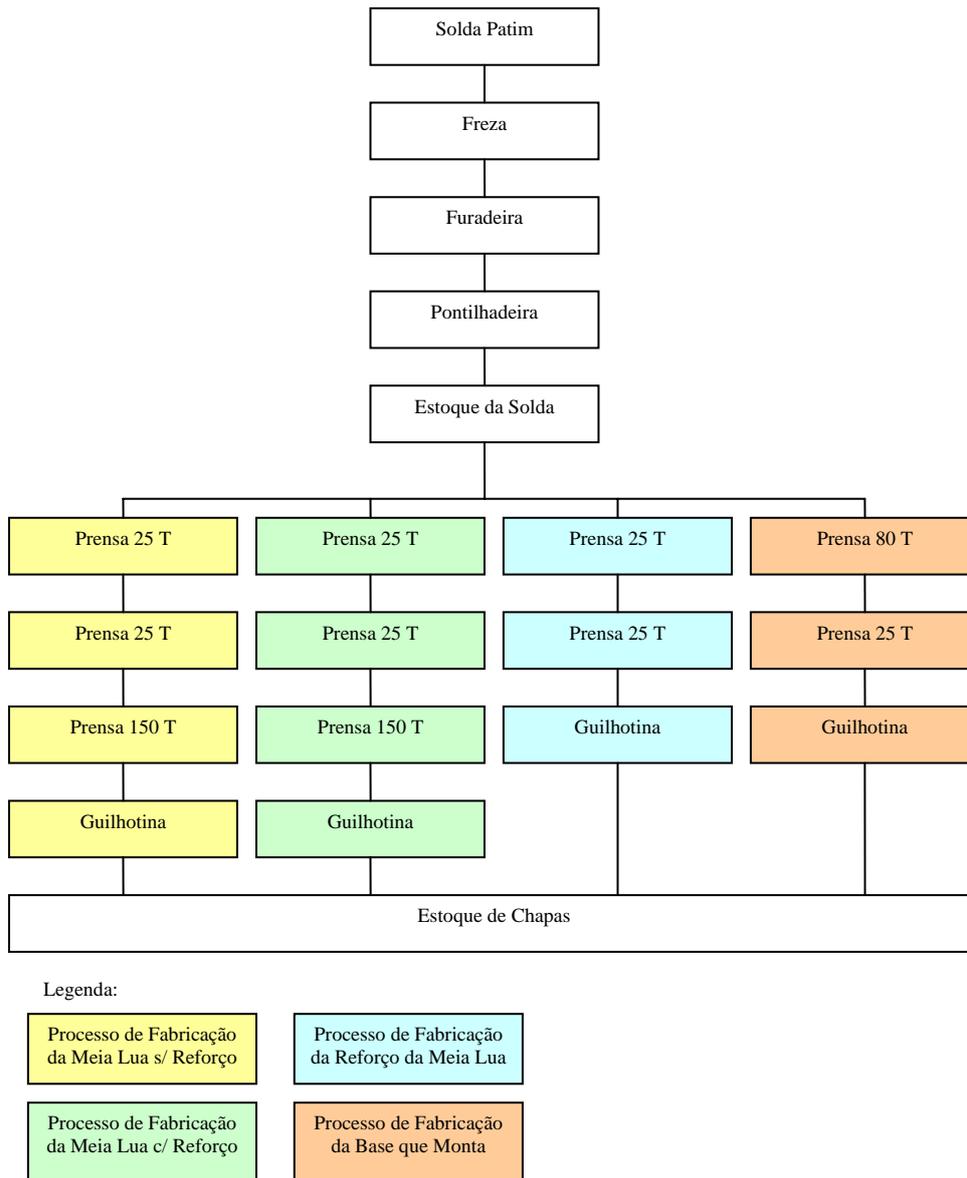


Figura 6.8: Fluxograma do processo de fabricação do Patim de Freio (Roteiro)

6.4. Metodologia

Pela característica do presente trabalho de conclusão de curso, o método utilizado foi um estudo de caso sobre a implantação da TPM no período de março a outubro de 2006, apresentando uma descrição de todas as etapas de implantação que foram feitas ao longo do período analisado.

Seguindo o referencial teórico apresentado anteriormente, será implantado o TPM nos moldes de Kardec (2002).

Um sistema de manutenção apropriada é fundamental para que uma organização possa atender os pedidos dentro do prazo estabelecido e ter responsabilidades em satisfazer seus clientes. Dentro deste contexto, a TPM na FLAUS comércio de peças automotivas optou por seguir os doze passos propostos por Nakajima (1998), pois seguindo estes passos tornam a implantação mais clara tendo em vista que os mesmos esclarecem a seqüência lógica do programa.

Após reuniões de análise crítica, para verificação do desempenho dos processos industriais, concluiu ser importante a promoção de ações de melhoria nos conceitos de manutenção. Pensando nisto, foi decidido avançar no critério técnico para padronização desse assunto, bem como eliminar e prevenir as perdas no processo produtivo. Com esse objetivo foi decidida a implantação do TPM.

O que motivou a implantação dessa metodologia de trabalho, é que ela funciona como uma ferramenta de transformação cultural, afinal, o que se espera com isso é a mudança comportamental das pessoas em relação ao trabalho que executam, e depois sim, essas pessoas mudarão os equipamentos e o desempenho da produção.

6.5. Atividades Preliminares

Os facilitadores das unidades incorporadas ao projeto tiveram que controlar e acompanhar os cronogramas de atividades, participar de reuniões dos comitês, facilitar a implantação de alterações nos processos, participar de treinamentos e esclarecimentos de dúvidas com relação a metodologia utilizada. A Direção também se dispôs a acompanhar o andamento do processo e aprovar os recursos, necessários para as melhorias. A divulgação foi feita para todos os colaboradores envolvidos através de reuniões e treinamentos.

Visando a implantação do programa foi elaborado um Plano Diretor. Após elaboração deste Plano, foram feitos um cronograma e um organograma macro, contemplando todas as etapas

do programa e suas devidas responsabilidades. Neste Plano Diretor estavam especificados todos os objetivos que a organização almejava alcançar com a implantação da TPM.

Equipamentos pilotos foram escolhidos de acordo com a frequência de quebra e a probabilidade de ocorrer parada na produção. Foram escolhidos os equipamentos mais críticos dentro da fábrica. Para a escolha destes equipamentos foram levados em considerações alguns fatores, observados na Tabela 6.1.

Tabela 6.1: Seleção de equipamentos críticos

Seleção de equipamentos críticos						
Setor	Equipamento	Qtde média quebras/mês	Tempo médio entre as quebras (meses)	Tempo médio gasto para manutenção (Min.)	Importância para a linha de Produção	Manutenção tem que ser terceirizada?
PRENSA	25 T	0,33	3	40	1	Não
	80 T	0,33	3	40	2	Não
	150 T	0,25	4	40	3	Não
USINAGEM CNC	GALAXY	0,25	4	500	2	Não
	INDEX	0,2	5	400	2	Não
	CENTRO DE USINAGEM	0,17	6	900	3	Sim
	G-240	0,17	6	900	2	Não
USINAGEM	FURADEIRAS	0,5	2	25	2	Não
	LAMINADORA	0,33	3	30	3	Não
	RETÍFICA	0,33	3	50	2	Sim

Importância	Peso
Pouca	1
Média	2
Muita	3

Com base nos dados levantados verificou-se que no setor de Usinagem CNC o centro de usinagem e o G-240, na Usinagem a retífica, são considerados equipamentos críticos. Os fatores que levaram o centro de usinagem a ser considerado um equipamento crítico foi a dificuldade para manutenção, necessitando de pessoal especializado para realizá-la sendo que estes estão localizados em outra cidade (Curitiba), gerando uma certa demora na manutenção. No caso do G-240 o fator que favoreceu a inclusão do equipamento entre os equipamentos críticos foi o alto tempo médio gasto com a manutenção (por se tratar de um equipamento novo na empresa). A retífica, no setor de Usinagem foi considerado equipamento crítico devido a sua manutenção ser de difícil realização, necessitando de serviços terceirizados. Outro fator é o tempo gasto para manutenção.

6.6. Implantação da TPM

Antes do início da implantação do sistema TPM foi elaborado um cronograma (Tabela 6.2) com as principais atividades a serem realizadas para que a implantação fosse um sucesso.

Tabela 6.2: Cronograma de implantação do TPM

Planejamento das atividades para Implantação da Manutenção Produtiva Total									
Atividades	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	
1) Declaração Oficial da decisão de implantação	Realizado								
2) Treinamento, educação e campanha para implantação	Realizado	Planejado							
3) Criação do comitê de implantação		Planejado							
4) Definição da diretriz e das metas		Planejado							
5) Elaboração do Plano Diretor		Planejado	Planejado						
6) Comunicação oficial da "Partida" do TPM			Planejado	Planejado					
7) Levantamento e incorporação das melhorias			Planejado	Planejado	Planejado				
8) Treinamento com os operadores (Conscientização)					Planejado	Planejado			
9) Estruturação do setor de Manutenção						Planejado	Planejado	Planejado	
10) Treinamento mais específico da TPM para o comitê						Planejado	Planejado	Planejado	
11) Elaboração da tabela para fechamento da TPM								Planejado	Planejado
12) Demonstração dos resultados									Planejado

Legenda	
Realizado	
Planejado	

As cinco primeiras etapas de implantação do TPM relacionam a preparação e adoção. É nesta fase que se criam-se condições propícias à execução de um planejamento adequado

Assim o primeiro estágio do programa de implementação da TPM é definido como a declaração oficial da sua adoção, onde a nova diretriz foi anunciada pela alta direção, pois, trata-se de algo novo dentro da organização. Nesta etapa a direção decidiu realmente implantar o sistema TPM e comunicou a sua decisão aos encarregados dos setores da empresa.

Após a declaração da decisão em março de 2006, iniciou-se a Segunda etapa da TPM que tinha o objetivo de treinamento, educação e campanha para implantação.

Na segunda etapa da fase preparatória começa a filosofia e os objetivos a serem alcançados. Os colaboradores foram convidados por categorias funcionais para que ocorresse uma motivação dos mesmos. Para a realização destes treinamentos foram convidados gerentes, colaboradores e administradores de outras empresas que já tinham passado pela implantação da TPM para expor suas experiências e seus pontos de vista a respeito desta ferramenta de gestão. Este treinamento foi de fundamental importância para o sucesso da implantação da TPM, pois esta ferramenta necessita muito da participação e do comprometimento dos colaboradores.

Na terceira etapa de implantação da TPM foi criado o comitê para implementação com estrutura que englobou toda a hierarquia.

Nesta etapa foi sugerida a criação dos grupos, ou seja, os líderes constituíram um grupo sob o comando de um chefe. Foram criados dois grupos: o primeiro foi composto pelos encarregados dos setores de usinagem CNC, prensas, pintura, almoxarifado, liderados pelo encarregado de produção; do segundo grupo faziam parte os encarregados dos setores da usinagem geral, da ferramentaria, de desenho, liderados pelo encarregado do PCP. Promoveu-se, assim, uma ligação consolidando a comunicação. Assim facilitou a condução dos trabalhos em grupo e o desenvolvimento das atividades dos multiplicadores que foram criadas para resolução de problemas específicos.

A quarta etapa para implantação refere-se à definição da diretriz básica e o estabelecimento das metas a serem conquistadas. As metas devem ser claras, efetivas e conhecidas por todos. Para estabelecer as metas foi necessário definir a forma de calcular os indicadores e para isso foi realizado um trabalho de coleta de informações de fichas onde os próprios colaboradores preencheram para acompanhar o equipamento Figura 6.9.

LEVANTAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DAS VERIFICAÇÕES

Máquina: Prensa 150 T _____

Responsável pelo levantamento: _____

O QUE VERIFICAR	Frequência		
	diário	semanal	mensal
Travar sempre o parafuso do martelo	X		
Limpeza geral		X	
Limpeza parcial (recolher sobras de matéria-prima, limpar a mesa e laterais da prensa)	X		
Reapertar os parafusos do caneco		X	
Lubrificação a cada 400 golpes automáticos			
LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES:			

Figura 6.9: Levantamento e Classificação das Verificações

Na quinta etapa teve-se a elaboração do plano diretor (Tabela 6.3), que foi um trabalho desenvolvido pela Coordenação Corporativa do TPM com auxílio e participação indispensável da alta direção da empresa. O plano Diretor da fábrica contém os objetivos e o cronograma do projeto.

Tabela 6.3: Metas e Objetivos da TPM

Manutenção Produtiva Total - METAS E OBJETIVOS									
Metas e Objetivos	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	
1. Redução do número de Manutenções Corretivas									
2. Redução do gastos com Manutenção Terceirizadas									
3. Redução dos gastos com Manutenção realizadas por colaboradores									
4. Redução do tempo de parada das máquinas									
5. Aumento do conhecimento sobre manutenção dos colaboradores									
6. Aumento da Produtividade									

Legenda	
Objetivo Alcançado	

A sexta etapa refere-se a comunicação oficial da “partida” do TPM. A partir desta etapa, o TPM saiu dos escritórios e foi ao chão de fábrica, ou seja, iniciou-se a implantação e consolidação do programa. Iniciou-se o combate às seis grandes formas de perdas ou desperdícios. Foi fixado em lugares estratégicos da empresa cartazes com dizeres motivacionais (Figura 6.10,11,12) para que os colaboradores “entrassem” no clima da implantação.

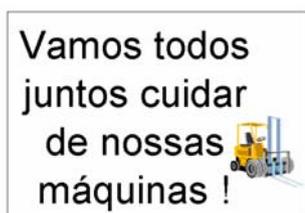


Figura 6.10: Cartaz 01

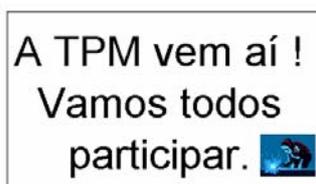


Figura 6.11: Cartaz 02

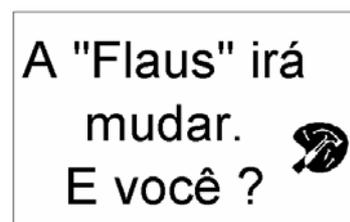


Figura 6.12: Cartaz 03

Na sétima etapa reafirmou-se a incorporação de melhorias sobre cada uma das máquinas e equipamentos, tendo como resultado a melhoria da qualidade e produtividade, com redução dos custos. As melhorias foram incorporadas nos equipamentos críticos.

Na indústria foi realizado um levantamento com todos os colaboradores envolvidos nos setores, das melhorias necessárias para os equipamentos críticos.

Na próxima etapa, a oitava, iniciou-se a conscientização do operador a cuidar da sua máquina. Todas as máquinas foram listadas de forma a analisar todos os equipamentos que compõem a sua periferia como motores, bombas, controladores de temperatura, pois nesta etapa o colaborador passou a conhecer melhor o seu equipamento. Foi fixado em cada máquina um roteiro de inspeção que marcava o que verificar, quem verificar e quando realizar a inspeção (Figura 6.13).

Manutenção Produtiva Total			
Máquina: Prensa 25 T Nº 1 (1.226.109)			
Responsável pela verificação: Silas			
O QUE VERIFICAR	Frequência		
	diário	semanal	mensal
A) Apertar os parafusos do anel graduado (eixo excêntrico)	X		
B) Apertar e travar o anel do martelo	X		
C) Lubrificar as guias do martelo	X		
D) Lubrificar o eixo excêntrico	X		
E) Lubrificar o volante			X
F) Limpar o volante		X	
G) Limpar parcial (recolher sobras de matéria prima, limpar mesa da prensa)	X		
H) Limpar geral (recolher sobras de matéria prima, limpar tampa traseira do volante, esvaziar caixa com sobra de matéria prima, limpar estrutura e lateral das prensa)		X	
Lubrificar itens C-D-E		X	

Figura 6.13: Relação de itens para serem verificados

Todas as peças do almoxarifado foram listadas, e fez-se um levantamento das peças necessárias para as máquinas. Este trabalho teve como objetivo realizar um inventário, estoques mínimos e estoques máximos.

O Histórico das máquinas foram organizados, armazenando as ordens de serviços realizados nos equipamentos.

Foi realizado junto com os operadores da máquina um check-List, onde o próprio operador possa atuar em determinados problemas. Este check-List é uma ficha com os itens a serem observados e um campo para que ao término da observação o colaborados possa colocar o seu nome e algumas observações, como solicitar alguma manutenção, comunicar a gerência algo que está acontecendo em sua máquina, etc. Cada máquina possui uma ficha de controle que são separadas em pastas por setores e ao final do mês trocadas por novas fichas de controle (Figura 6.14). As fichas recolhidas são armazenadas em um arquivo onde cada máquina possui uma pasta. Desta forma foi organizando um histórico de tudo o que aconteceu com a determinada máquina.

Manutenção Produtiva Total				
Máquina: Prensa 150 T				
Responsável pela verificação: Luiz Bezerra				
O QUE VERIFICAR	Frequência			
	diário	semanal	mensal	
Travar sempre o parafuso do martelo	X			
Limpar geral		X		
Limpar parcial (recolher sobras de matéria-prima, limpar a mesa e laterais da prensa)	X			
Reapertar os parafusos do caneco		X		
Lubrificar a cada 400 golpes automáticos				
Acompanhamento:				
Mês: Outubro / 2006				
	Data e visto			
O QUE VERIFICAR	6/out	13/out	20/out	27/out
Travar sempre o parafuso do martelo				
Limpar geral				
Limpar parcial (recolher sobras de matéria-prima, limpar a mesa e laterais da prensa)				
Reapertar os parafusos do caneco				
Lubrificar a cada 400 golpes automáticos				
Observações / necessidades levantadas				

Figura 6.14: Ficha de controle de manutenção diária / semanal / mensal

As coletas de informações foram fundamentais para a empresa monitorar os índices de aproveitamento dos ativos e avaliar os possíveis problemas. Após a coleta mês a mês são feitos comparativos para avaliar a evolução conforme as metas traçadas.

Houve grande dificuldade na criação de um levantamento de dados, bem como a tabulação dos dados e a transformação dos mesmos em dados úteis. A operacionalização também foi trabalhosa, pois foi necessário criar uniformidades nos procedimentos, havendo assim necessidades de decisões conjuntas, criando forças tarefas, envolvendo toda a equipe operacional e de manutenção.

Durante as reuniões realizadas com toda a equipe, inclusive a alta direção, foi possível obter depoimentos do tipo:

- Gerente de Produção: “Aqui na indústria a TPM trouxe uma facilidade em monitorar as metas de produtividade.”
- Encarregado de PCP: “Proporcionou um maior controle dos acontecimentos na produção. Conseguimos prever melhor o que vai acontecer.”
- Gerente Administrativo: “A partir da implantação é visível a mudança de cultura dos colaboradores, sem contar que o espírito de motivação e envolvimento de todos aumentou satisfatoriamente.”
- Operador da Máquina: “Antes deste programa, quando a máquina quebrava eu ficava esperando o pessoal da mecânica, que demorava muito. Agora, se acontece algum problema os mecânicos estão sempre ajudando e as vezes até eu mesmo resolvo o problema.”

A nona etapa foi marcada pela estruturação do setor de manutenção. A responsabilidade de fazer e controlar as manutenções ficou definida para o setor já existente da Ferramentaria. Esta decisão foi tomada de comum acordo entre a direção e o gerente de produção. É

importante ressaltar que somente as manutenções mais complexas foram realizadas por este setor, já que todos os operadores receberam treinamentos para atuar nas causas e prevenir prováveis manutenções no seu equipamento.

Para que houvesse um controle de todas as manutenções foi elaborada uma ficha para que fosse relacionado todo o serviço prestado e as peças que foram trocadas (Figura 6.15).

RELATÓRIO DE MANUTENÇÃO				
SETOR: _____		DATA: ___/___/___		
EQUIPAMENTO: _____		OPERADOR: _____		
PROBLEMA				
SOLUÇÃO / PEÇAS TROCADAS				
PEÇA				
	QTDE	VALOR UNI.	VALOR T.	OBS
INÍCIO DA PARADA		FIM DA PARADA		TOTAL HORAS
DATA: ___/___/___		DATA: ___/___/___		PARADAS: ___:___
HORA: ___:___		HORA: ___:___		
MANUTENÇÃO				
MANUTENÇÃO PREVENTIVA <input type="checkbox"/>		MANUTENÇÃO CORRETIVA <input type="checkbox"/>		
MANUTENÇÃO PREDITIVA <input type="checkbox"/>				
MANUTENÇÃO REALIZADA POR: _____				
ASS. ENC. SETOR			ASS. ENC. GERAL	

Figura 6.15: Ficha de Manutenção

Na etapa número dez foi desenvolvido um trabalho mais profundo de treinamento do grupo líder de implantação, para que este pudesse ter todo o conhecimento necessária para sanar todas as eventuais dúvidas que surgissem nos demais colaboradores durante o processo de implantação. Para este grupo foram fornecidos materiais, palestras e várias reuniões para que todos atingissem o mesmo nível de conhecimento.

A décima primeira etapa foi marcada pela elaboração de uma tabela para fazer o fechamento trimestral das manutenções realizadas na fábrica (Figura 6.16).

Acompanhamento da Manutenção Produtiva Total																					
Setor	Mês	jun/06					jul/06					ago/06					Total do trimestre				
		Máquina	MC	MPv	MPd	HP	R\$	MC	MPv	MPd	HP	R\$	MC	MPv	MPd	HP	R\$	MC	MPv	MPd	HP
Usinagem Geral	Esmeril Bromberg											1					0	1	0	0	-
	Serra vertical																0	0	0	0	-
	Retífica Cilíndrica						1		0,5		1		1,2				2	0	0	1,7	-
	Retífica Plana	1															1	0	0	0	-
	Torno Nardini																0	0	0	0	-
	Torno Diplomat 3001											1		1			1	0	0	1	-
	Furadeira (Brosol) 001/0472																0	0	0	0	-
	Furadeira (Leroy - somer) Nº 6403											1		0,1			1	0	0	0,1	-
	Furadeira (Leroy - somer) Nº 6508											1		0,33			1	0	0	0,33	-
	Furadeira (Leroy - somer) Nº 6444																0	0	0	0	-
Usinagem CNC	Centro de Usinagem - Fábio																0	0	0	0	-
	Torno Centur 35-D	1				386,96	1		3								2	0	0	3	386,96
	Torno Index	1															1	0	0	0	-
	Torno G - 240										1						1	0	0	0	-
	Torno TB																0	0	0	0	-

MC Manutenção Corretiva
Quantas vezes ocorreu manutenção corretiva no mês;

MPv Manutenção Preventiva
Quantas vezes ocorreu manutenção preventiva no mês;

MPd Manutenção Preditiva
Quantas vezes ocorreu manutenção preditiva no mês;

HP Horas paradas
Total de horas no mês, que a máquina ficou parada por causa de manutenção;

R\$ Custo apurado da manutenção
Total gasto em peças para realização da manutenção

Figura 6.16: Fechamento Trimestral da TPM

Com este fechamento é possível analisar o quanto foi gasto em cada mês com manutenção, o quanto foi gasto em cada tipo de manutenção, em qual máquina gastou-se mais para realizar os consertos necessários, etc.

A décima segunda etapa, e última, foi onde ocorreu a demonstração dos resultados obtidos com a implantação da TPM. Notou-se que os gastos com manutenção terceirizada tiveram uma grande queda (Figura 6.17) devido ao investimento em treinamento realizado pela empresa em seus colaboradores com o objetivo de operarem os equipamentos de maneira mais adequada e a possibilidade de realizarem a maior parte das manutenções necessárias.

Foi atribuído a este treinamento e a maior participação do operador nas manutenções a mudança nas porcentagens dos tipos de manutenções realizadas (Figura 6.18), transferindo a maior quantidade de manutenção corretiva para a preventiva. É conveniente ressaltar que a manutenção preditiva não teve muito crescimento por necessitar de um investimento maior

para a sua realização (compra de material adequado, equipamentos, maior treinamento) não sendo necessário o investimento neste momento, conforme decisão da direção.

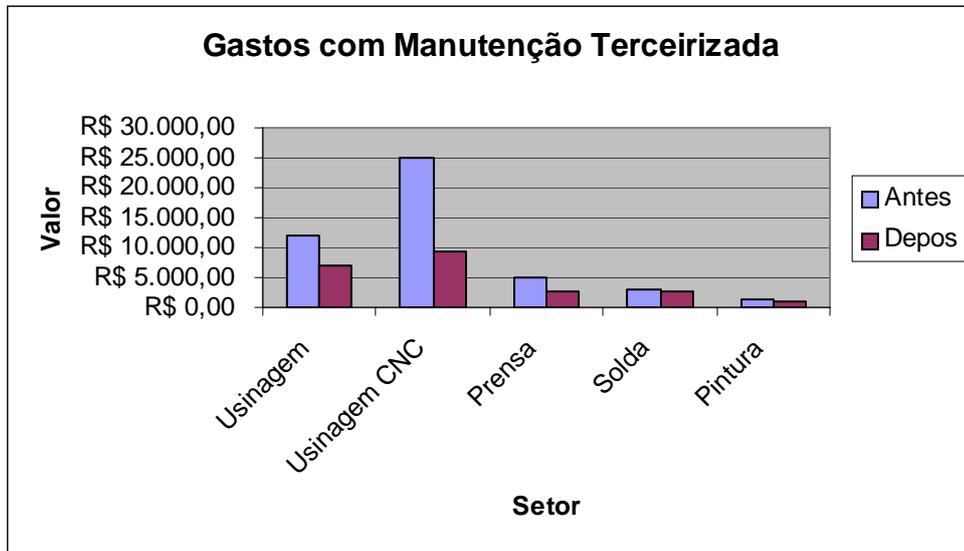


Figura 6.17 (a): Demonstrativo dos gastos com manutenção terceirizada

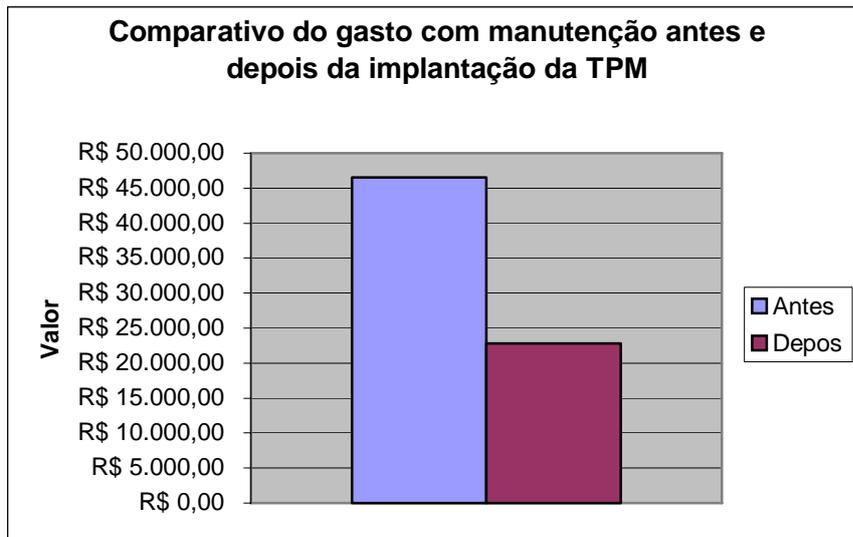


Figura 6.17 (b): Demonstrativo dos gastos com manutenção

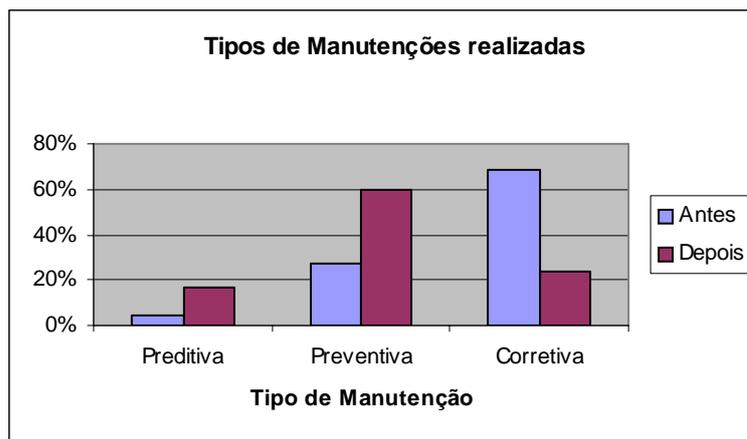


Figura 6.18: Demonstrativos dos tipos de manutenções realizadas

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da manutenção é muito importante no processo operacional, na segurança das pessoas e instalações e nos custos envolvidos no processo de uma fábrica. Também tendo em vista o atual ambiente de competitividade exigido pelo processo em curso de globalização da economia, o TPM apresenta-se como mais uma ferramenta indispensável para a sobrevivência das empresas.

Sabemos que a implantação da TPM é um processo de mudanças culturais e a adaptação da metodologia da TPM, com a inserção das técnicas propostas por esta pesquisa, permite que algumas etapas possam ser desenvolvidas com maior rapidez, melhor aproveitamento e maior facilidade de assimilação.

O objetivo é ter operadores envolvidos com o funcionamento da máquina para que ela tenha seu máximo de eficiência otimizando a produção e chegando a quebra zero. Para que isto se realize é fundamental o investimento em capacitação e treinamento contínuo. A metodologia do TPM exige um alto grau de empenho e de dedicação dos envolvidos na sua concretização.

Na etapa de levantamento das necessidades, onde foram verificados e identificados pontos críticos nos equipamentos que deveriam ser verificados diariamente, semanalmente ou mensalmente foi de fundamental importância a participação efetiva dos colaboradores operacionais, listando os pontos e informando o período e as atividades (lubrificação, limpeza interna, limpeza externa, engraxar....) para as verificações.

Durante o período de análise na indústria, foi possível constatar que os operadores se mostraram interessados e com grande expectativa para ver os resultados. Sendo que a principal dificuldade encontrada foi a mudança de hábito. Muitos colaboradores encontraram dificuldades para o preenchimento das fichas de controle elaboradas. Outros realizavam as manutenções necessárias mas não relacionavam corretamente o que haviam feito. Ainda haviam alguns que realizavam as manutenções, mas acabavam esquecendo de preencher os documentos obrigatórios para a perfeita elaboração do histórico do equipamento. Conclui-se então que, apesar dos treinamentos oferecidos, ainda existe a necessidade de maior qualificação e de mais treinamento pessoal. Cabe ressaltar a importância do apoio da Alta Direção para a implantação, pois envolve tempo e recursos materiais e humanos. Destaca-se também, que o comprometimento e a adesão dos gestores e multiplicadores representam um fator ponderável para a viabilização do TPM.

As coletas de informações foram fundamentais para a empresa monitorar os índices de aproveitamento dos ativos e avaliar os possíveis problemas. Após a coleta mês a mês são feitos comparativos para avaliar a evolução conforme as metas traçadas. Houve grande dificuldade na criação de um levantamento de dados, bem como a tabulação dos dados e a transformação dos mesmos em dados úteis. A operacionalização também foi trabalhosa, pois foi necessário criar uniformidades nos procedimentos, havendo assim necessidades de decisões conjuntas, criando forças tarefas, envolvendo toda a equipe operacional e de manutenção.

Um aspecto que deve ser observado é a identificação dos resultados obtidos com a implantação da TPM através do acompanhamento das paradas de máquinas. Houve um significativo aumento das paradas programadas (manutenção preventiva) e a diminuição das paradas não programadas (manutenção corretiva). A TPM melhorou muito a cultura da Indústria, proporcionou maior envolvimento entre manutenção e produção, conseguiu motivar os colaboradores e toda equipe esteve disposta a buscar o alcance das metas estabelecidas pela Alta Direção.

8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção. Disponível em: <http://www.abraman.org.br> acesso em: jun 2006;

HARMON, R. & PETERSON, L.D. *Reinventando a Fábrica - Conceitos Modernos de Produtividade Aplicados a Indústria*. Editora Campus, Rio de Janeiro, 1991;

HOLANDA, AURÉLIO BUARQUE DE; Novo Aurélio: Dicionário da Língua Portuguesa. Século XXI. Disponível em: <http://www.uol.com.br/aurelio> acesso em jul 2006;

IMAI, MASAÁKI. *Kaizen. A estratégia para o Sucesso Competitivo*. São Paulo: IMAI, 1990

JIPM; História do TPM e JIPM. Disponível em <http://www.jipm.org.jp> acesso em jul 2006

KARDEC, ALAN PINTO, 2001. *Manutenção: Gestão Estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymark;

KARDEC, Alan. *Gestão Estratégica e Manutenção autônoma*. Rio de Janeiro. ABRAMAN: 2002.

MAGGARD, B.M. & RHYNE, D.V. *Total Productive Maintenance: A Timely Integration of Production and Maintenance*. *Production and Inventory Management Journal*, Fourth Quarter, pp. 6-10, 1992;

MICHAELIS; *Moderno Dicionário da Língua Portuguesa*. Disponível em: <http://www.uol.com.br/michaelis> Acesso em maio 2006;

MIRSHIWKA, VITOR; OLMEDO, NAPOLEÃO LUPES; 1994. *TPM – A moda brasileira*. 3ª ed. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora;

NAKAJIMA, S. *Introduction to TPM - Total Productive Maintenance*. Cambridge, MA: Productivity Press, 1988.

PEREZ, WILSON MÁRIO; 1999 Seis sigma: compreendendo o conceito, as implicações e os desafios. Rio de Janeiro: Qualimark;

SHIROSE, K; 1994. TPM para mandos intermediários de fábrica. Madrid: Productivity Press;

SLACK, NIGEL; HARRISON, ALAN; CHAMBERS STUART; 1999. Administração da Produção. 2ª ed. São Paulo: Ed. Atlas;

SUZUKI, Tokutaro. *New Directions for TPM – Portland (OR – EUA)* Productivity Press, Inc. 1992;

TAKAHASHI, YOSHIKAZY; OSADA, TAKASHI; 1993. Manutenção produtiva total. São Paulo: Instituto Imam;

XENOS, G.H., 1998. Gerenciamento a manutenção produtiva. 2ª ed. Belo Horizonte: Dg editora;

Maringá,

À Coordenação de Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Engenharia de Produção
Departamento de Informática
Centro de Tecnologia
Universidade Estadual de Maringá

Encaminhamos, em anexo, a monografia intitulada “**Processo de Implementação da Manutenção Produtiva Total em uma metal mecânica**” para os encaminhamentos desta coordenação para avaliação pela banca.

Aluno: Diego Bianchi Magalhães

Orientador:

