



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

IMPLANTAÇÃO DO MODELO TPM EM UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO
POR**

MARCELO ALMEIDA LEITÃO

Professor Orientador: Cristiano Alexandre Virgínio Cavalcante

RECIFE, JUNHO / 2009



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**IMPLANTAÇÃO DO MODELO TPM EM UMA INDÚSTRIA DE
ALIMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
na Universidade Federal de Pernambuco –
UFPE – como requisito parcial para obtenção
do Grau em Engenharia de Produção.

RECIFE, JUNHO / 2009

L533i

Leitão, Marcelo Almeida.

Implantação do modelo TPM em uma indústria de alimentos / Marcelo Almeida Leitão. - Recife: O Autor, 2009.

v,38 f. ; il., figs., tabs.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Curso de Engenharia da Produção, 2009.

Inclui Referências Bibliográficas.

1. Engenharia de Produção. 2. Modelo TPM – Indústria de Alimentos. 3. Modelo TPM - Análise. 4. Manutenção Autônoma. I. Título.

658.5 CDD (22. ed.)

UFPEBCTG/2009-122

RESUMO

Seguindo a tendência de toda a economia mundial, o mercado das indústrias de alimentos encontra-se numa fase movida pela alta competitividade entre as empresas do setor. Por isso, cada vez mais está se investindo em modelos de gestão, visando a redução dos custos atrelados a produção. É nesse cenário que se verifica o grande aumento na quantidade de empresas que adotam o modelo TPM (*Total Productive Maintenance*). O TPM surgiu no Japão e ao longo dos anos vem trazendo bons resultados para as empresas que adotam esse sistema de gestão. Mas, como todos os modelos, também existem falhas e oportunidades de melhorias no TPM. O presente trabalho realizará uma análise crítica da implantação do TPM através de um estudo de caso numa indústria de Alimentos.

Palavras-chave: *Total Productive Maintenance*, Gestão da Manutenção, Implantação, Manutenção Autônoma e Manutenção Planejada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo geral.....	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
1.2 Justificativa e relevância	2
1.3 Metodologia	3
1.4 Estrutura do trabalho	3
2. TPM E GESTÃO DA MANUTENÇÃO	5
2.1 Origens e conceito do TPM	5
2.2 Objetivos do TPM.....	6
2.3 TPM e os 5S's	6
2.4 Os pilares do TPM	7
2.4.1 Pilar Manutenção Autônoma (MA)	8
2.4.2 Pilar Educação e Treinamento	11
2.4.3 Pilar Manutenção Planejada (MP)	13
2.4.4 Pilar Melhoria específica	14
2.4.5 Pilar de Saúde Segurança e Meio Ambiente	15
2.4.6 Pilar de Administração e Escritório	16
2.4.7 Pilar de Manutenção da Qualidade	16
2.4.8 Pilar de Controle Inicial	17
2.5 Implantação do TPM.....	18
2.6 Dificuldades na Implantação e falhas do TPM	19
2.6.1 Gestão da Manutenção	21
3. ESTUDO DE CASO	24
3.1 Descrição da Empresa.....	24
3.2 O TPM na empresa	24
3.3 Implantação do Pilar de Manutenção Autônoma.....	25
3.3.1 Resultados obtidos	25
3.3.2 Dificuldades encontradas e análise crítica	28
3.4 Implantação do Pilar de Manutenção Planejada	30
3.4.1 Resultados obtidos	30
3.4.2 Dificuldades encontradas e análise crítica	32
4. CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Pilares do TPM	8
Figura 2.2 – Passos para implantação da Manutenção Autônoma.....	9
Figura 2.3 – Etiquetas	10
Figura 2.4 –Exemplo de LPP	10
Figura 2.5 – Matriz de habilidades.....	12
Figura 2.6 –Tipos de manutenção	13
Figura 3.1 –Reprocesso nas embaladoras	26
Figura 3.2 –Varredura na moldadora	27
Figura 3.3 –Percentual de reuniões realizadas	29
Figura 3.4 –Número de quebras acima de 30min	31
Figura 3.5 - Indisponibilidade da moldadora	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Duração das paradas programadas	33
Tabela 3.2 – Gastos anuais com manutenção	34

1. INTRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção (STP) surgiu no Japão por volta de 1945 com o intuito de reerguer a indústria automobilística japonesa que estava bastante enfraquecida após o fim da Segunda Guerra Mundial. O STP visa reduzir ao máximo as perdas durante o processo produtivo, diminuindo os custos e possibilitando que as indústrias se tornassem competitivas novamente.

Segundo Ghinato (1996, p. 54) “As perdas são operações ou movimentos completamente desnecessários que geram custos e não agregam valor e, portanto, devem ser imediatamente eliminados, tais como esperas, transporte de material para locais intermediários, estocagem de material em processo, etc.”

Um dos pilares de sustentação do STP é o modelo de Manutenção Produtiva Total (TPM – *Total Productive Maintenance*). O TPM objetiva alcançar uma performance máxima dos meios de produção, eliminando a variabilidade no processo, causada por quebras não planejadas. Isso é alcançado através do envolvimento de todos os funcionários na busca de aprimoramentos na manutenção (SLACK *et al.*, 2002).

Relacionando as atividades de manutenção com a produção, Ghinato (1996, p.145) define TPM “como uma abordagem de parceria entre a produção e a manutenção, para a melhoria contínua da qualidade do produto, eficiência da operação e garantia da capacidade e segurança”. Como os processos estão cada vez mais automatizados, os resultados globais da produção estão dependendo bastante da performance das máquinas presentes no processo produtivo.

Para garantir esses bons resultados, o TPM prega a “perseguição” de cinco grandes metas: melhorar a eficácia dos equipamentos; realizar manutenção autônoma; planejar a manutenção; treinar todo o pessoal em habilidades relevantes de manutenção e conseguir gerir os equipamentos logo no início (SLACK *et al.*, 2002).

O atingimento dessas metas depende de como o modelo é implementado e se as diretrizes do mesmo estão sendo cumpridas. Para facilitar essa implementação, o TPM foi dividido em oito pilares: Pilar Manutenção da Qualidade; Pilar Melhoria Específica; Pilar Segurança, Saúde e Meio-ambiente; Pilar Manutenção Planejada; Pilar *Office*; Pilar Controle Inicial; Pilar Educação e Treinamento e Pilar Manutenção Autônoma (SHIROSE, 2000).

Como o cenário atual é ainda mais dinâmico e competitivo, a prática do TPM vem se tornando uma ferramenta bastante comum na maioria das grandes indústrias. Prevenir e corrigir as possíveis falhas no sistema produtivo é um requisito essencial para se garantir a satisfação de clientes cada vez mais exigentes, tanto com a agilidade da entrega, quanto com a qualidade dos produtos.

Além do TPM, há vários outros modelos e práticas ligadas à gestão da Manutenção, tais como: Manutenção Centrada na Confiabilidade, Dimensionamento de Sobressalentes, Políticas de substituição, etc. Muitas vezes esses modelos são esquecidos ou deixados de lado pelas empresas que adotam o TPM, pois elas acabam considerando o método japonês como sendo o mais completo e acreditando que ele sozinho garanta os resultados desejados pela empresa.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Realizar uma análise crítica da implantação do TPM nas linhas de produção de uma indústria de alimentos.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar uma revisão bibliográfica sobre TPM e Gestão da Manutenção;
- Realizar o estudo de caso;
- Realizar uma análise crítica, mostrando os benefícios da implantação do TPM e propondo melhorias, mostrando oportunidades que existem nas outras áreas da Gestão da Manutenção que não são abordadas pelo TPM.

1.2 Justificativa e relevância

Desde o seu surgimento, o TPM vem despertando o interesse, tanto de organizações que buscam implantá-lo em suas linhas, quanto de estudos que buscam mostrar os seus resultados e explicar melhor o funcionamento do método. Os números mostram a razão desse interesse. Empresas que implantam TPM demonstram em média uma redução de 30% nos custos de produção e 90% de redução nas quebras de equipamentos, além de um aumento de 50% na produtividade (SHIROSE, 2000).

A empresa estudada é líder no segmento de biscoitos e massas em 3 estados do Nordeste e ocupa a sexta posição no ranking nacional do segmento. Por ser uma empresa nova e que rapidamente atingiu esse patamar, é grande a responsabilidade da empresa e a cobrança com relação à qualidade dos seus produtos, já que a marca ainda não conta com a total confiança dos consumidores mais conservadores.

Dentro desse contexto, um dos meios utilizados pela empresa para aumentar a sua competitividade foi a implantação do modelo TPM em suas linhas e produção, visando aumentar a

flexibilidade da produção, diminuir o risco de acidentes, aumentar a qualidade dos produtos, diminuir o *lead time*, etc.

Portanto, é importante analisar esse processo de implantação e verificar se o mesmo está seguindo corretamente todas as etapas da metodologia TPM, além de mostrar as oportunidades de se obter melhores resultados através de estudos e aplicações práticas de outros modelos na área de Gestão da Manutenção.

1.3 Metodologia

A primeira etapa do trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica dos conceitos mais importantes que envolvem o TPM e a Engenharia de Manutenção. Serão apresentadas as origens do modelo, quais seus pilares de sustentação, as etapas da implantação e os métodos associados a cada uma delas.

Com relação à sua finalidade, a pesquisa será do tipo aplicada, pois trata-se de um estudo de caso envolvendo uma indústria de alimentos. Será abordada de maneira qualitativa, já que será realizada uma análise crítica do processo de implantação do TPM, observando se a metodologia implantada segue corretamente os padrões do modelo e propondo melhorias a esse processo.

Os dados necessários para análise serão obtidos através de uma pesquisa documental nos arquivos da empresa estudada, além de observação direta.

De posse dos resultados obtidos e conhecendo a metodologia TPM e as demais áreas da Gestão da Manutenção, será feita uma análise crítica desse processo de implantação.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho está desenvolvido em uma estrutura de 4 capítulos. No primeiro está contida a introdução, com destaque para a justificativa e relevância do tema, os objetivos gerais e específicos do estudo e a metodologia aplicada ao longo do trabalho.

No segundo capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica sobre o TPM e temas ligados a Gestão da Manutenção, destacando a metodologia de implantação do modelo e algumas áreas da Manutenção que não são abordadas no método japonês.

No terceiro capítulo é apresentado o estudo de caso realizado em uma indústria de alimentos. No início do capítulo são mostradas as características da empresa e posteriormente serão analisadas as atividades de implantação do TPM, destacando as atividades dos pilares de Manutenção Autônoma e Manutenção Planejada.

No quarto capítulo são mostradas as principais conclusões do estudo de caso e sugestões para trabalhos futuros.

2. TPM E GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Nesse capítulo, são apresentados diversos aspectos que envolvem o TPM, tais como: origens, vantagens, objetivos, pilares e os métodos de implantação. Além disso, também são abordadas nesse capítulo algumas áreas relacionadas à Gestão da Manutenção e sua relação com o TPM.

2.1 Origens e conceito do TPM

A História da manutenção mostra que em pouco mais de 100 anos, ela evoluiu de sua condição inicial de "socorro" para permitir a continuidade da produção após uma quebra, para uma necessidade de produção, ou seja, uma ferramenta que confere confiabilidade a um processo produtivo (ASSIS, 1997 *apud* KMITA, 2003). Em um curto espaço de tempo, o socorro se torna Manutenção Corretiva, que evolui para a manutenção Preventiva, em seguida para uma Manutenção Preditiva, até a criação do TPM. Essa evolução rápida se intensificou a partir da década de 1950, período pós-guerra e consequentemente época difícil para as empresas. Devido ao alto custo associado a essa política de socorro, a manutenção passou a ter caráter preventivo, atuando de maneira planejada, visando diminuir os custos e melhorar o rendimento dos equipamentos.

Esse cenário de necessidade de evolução no período pós-guerra foi ainda mais forte no Japão, pois o país se encontrava devastado e precisando minimizar os custos envolvidos no processo produtivo para voltar a ser competitivo novamente. Foi nesse contexto que surgiu o STP. O TPM surgiu no Japão por volta dos anos 70 e foi criado e desenvolvido dentro das concepções do STP com a filosofia de eliminar os desperdícios, envolver todos os funcionários e aprimorar continuamente as técnicas e pessoas envolvidas (ASSIS, 1997 *apud* KMITA, 2007). Teve origem por meio da empresa *Nipponndenso*, um dos principais fornecedores japoneses de componentes elétricos para a *Toyota Car Company*.

TPM é uma campanha que abrange a empresa inteira, com a participação de todo o corpo de empregados, para conseguir a utilização máxima do equipamento existente, utilizando a filosofia do gerenciamento orientado para o equipamento (TAKAHASHI; OSADA, 1993).

A TPM também pode ser considerada como um método de gestão que identifica e elimina as perdas existentes no processo produtivo, maximiza a utilização do ativo industrial e garante a geração dos produtos de alta qualidade a custos competitivos (SILVA, 2007).

Além disso, desenvolve conhecimentos capazes de reeducar as pessoas para ações de prevenção e de melhoria contínua, garantindo o aumento da confiabilidade dos equipamentos e da capacidade dos processos, sem investimentos adicionais (IMAL, 2000 *apud* SILVA, 2007).

Já segundo Bertaglia (2002, *apud* Silva 2007), TPM é um programa interno fundamental para a melhoria contínua, por meio do incremento da utilização de equipamentos e conscientização das atividades dos operadores. Tal programa auxilia a empresa a maximizar a eficiência da produção.

A TPM, portanto, é considerada como um avanço das técnicas e procedimentos tradicionais da manutenção corretiva, preventiva e preditiva.

2.2 Objetivos do TPM

O objetivo global do TPM é a melhoria da estrutura da empresa em termos materiais, relacionados a máquinas, equipamentos, ferramentas, matéria-prima, produtos, etc, e em termos humanos, tais como aprimoramento das capacitações pessoais envolvendo conhecimento, habilidades e atitudes (TAKAHASHI; OSADA 1993).

Os principais objetivos do TPM são (SALTORATO; CINTRA, 1999):

- Buscar a maximização do rendimento operacional das máquinas e equipamentos;
- Estabelecer um sistema total de manutenção que engloba todo o ciclo de vida útil da máquina e do equipamento;
- Consolidar um sistema que congrega a participação de todos, desde os da alta direção até os mais operacionais;
- Aumentar o nível de confiabilidade e minimizar os custos;
- Aumentar a motivação na forma de trabalho em grupo, através da condução de atividades voluntárias.

Como se pode notar, são metas bastante arrojadas e que abrangem todas as áreas da empresa. Portanto, para se chegar a esse resultado tão significativo, é necessário um extenso caminho, que será abordado nos tópicos a seguir.

2.3 TPM e os 5S's

A base para a implantação do TPM é a incorporação da cultura dos 5S's na empresa. Segundo Takahashi e Osada (1993, p. 123) os 5S's são:

- *Seiri* (organização): consiste em distinguir o necessário do desnecessário e eliminar os desnecessários.
- *Seiton* (arrumação): determinar o *layout* e a arrumação para que todos os itens possam ser encontrados imediatamente quando necessários.
- *Seiso* (limpeza): eliminar sujeira, poeira e materiais estranhos; manter o ambiente limpo;
- *Seiketsu* (limpeza pessoal): manter o ambiente limpo para conservar a saúde e evitar a poluição
- *Shitsuke* (disciplina): treinar as pessoas para implementar decisões.

A prática desses 5 sentidos é bastante comum na sociedade japonesa, pois desde a infância os japoneses aprendem o significado desses conceitos e como eles podem utilizá-los na sua rotina. É natural se associar essa disciplina ao sucesso das empresas orientais. De acordo com Ouchi (1986), o segredo do sucesso japonês não é a tecnologia, mas um modo especial de administrar as pessoas, um estilo que se baseia em uma sólida filosofia empresarial, uma cultura de empresa distinta, desenvolvimento a longo prazo e decisão consensual. Como os japoneses já se mostram preparados para seguir essa filosofia desde cedo, acaba ocorrendo uma menor rotação de empregados e um maior compromisso com o emprego, gerando assim uma maior produtividade.

A partir do momento que os funcionários da empresa compreendem e praticam esses 5S's em suas atividades de rotina, a organização está preparada para adotar o TPM.

2.4 Os pilares do TPM

Para atingir os objetivos citados acima, após a implantação da cultura dos 5S na empresa, existem oito tipos de atividades que devem ser implementadas, designadas como “os 8 pilares de sustentação do TPM” (LOSS PREVENTION, 2005). Essas atividades são listadas abaixo e representadas na figura 2.1:

1. Manutenção Autônoma
2. Manutenção Planejada
3. Educação e Treinamento
4. Melhorias individuais, específicas ou focadas
5. Segurança, higiene e meio ambiente
6. Administração e escritório
7. Manutenção da qualidade
8. Controle inicial

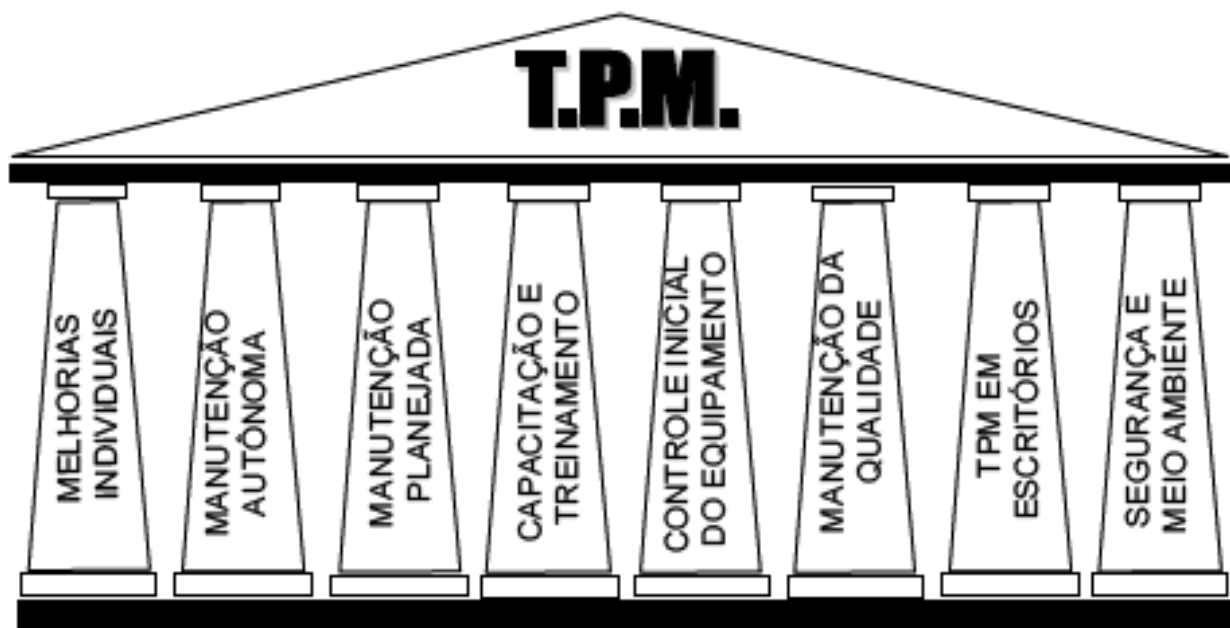


Figura 2.1 – Pilares do TPM

Fonte: Loss Prevention (2005)

2.4.1 Pilar Manutenção Autônoma (MA)

A Manutenção Autônoma como um dos pilares do TPM, restaura as condições do equipamento, focando inicialmente nos equipamentos mais importantes (críticos) e posteriormente toda a fábrica. Para implantar a Manutenção Autônoma, pontos importantes devem ser considerados (SUZUKI, 1995):

- Profundidade
- Capacitação dos operadores
- Continuidade das atividades
- Apoio incondicional da Manutenção Planejada

O pilar de MA tem foco no homem de operação e muda sua concepção sobre rotina de trabalho, capacitando-o e habilitando-o para a administração autônoma de seu equipamento. Para isso, é necessário que o operador tenha o domínio do equipamento, conseguindo assim tanto prever sinais de defeitos/falhas quanto tomar as ações necessárias para evitar que esses sinais se desenvolvam e se transformem em problemas graves (LEANWAY CONSULTING, 2008).

Com essa finalidade, o operador executa atividades como limpeza, inspeção, lubrificação, reaperto, pequenos reparos, aumentando a eficácia da produção e impedindo a deterioração acelerada do equipamento.

Os operadores de cada equipamento onde há a Manutenção Autônoma formam um grupo de MA. Cada grupo é responsável por desempenhar as atividades relacionadas à ferramenta em cada máquina, e possui um quadro de atividades e um quadro de etiquetas próximo ao seu local de trabalho. O quadro de atividades apresenta as responsabilidades, planos, análises, indicadores e planejamento do grupo. Já o quadro de etiquetas consiste em uma forma de comunicação com a manutenção do equipamento e registro de identificação de anomalias no equipamento. Depois de detectadas, as anomalias são programadas e resolvidas, o que contribui para uma maior produtividade da máquina e diminuição do número de emergências (LOSS PREVENTION, 2005).

A figura 2.2 mostra os 7 passos para a implantação da Manutenção Autônoma.

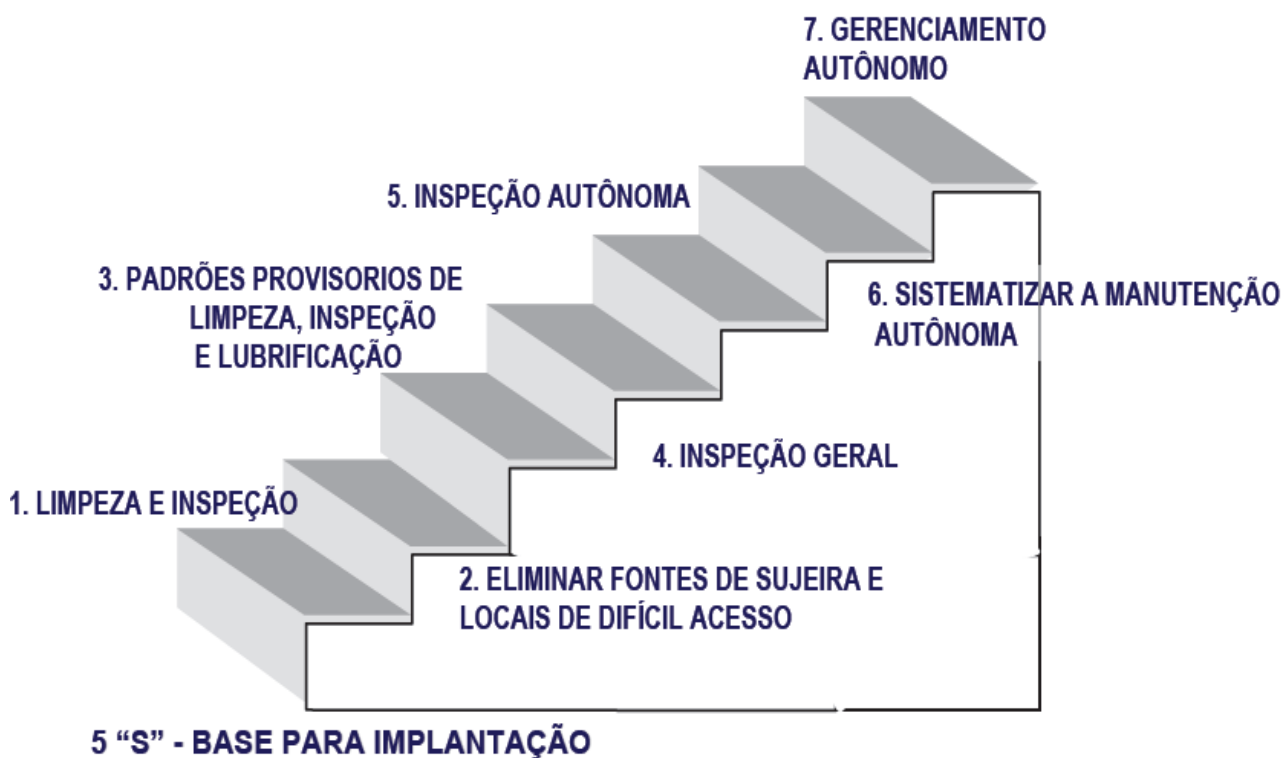


Figura 2.2 – Passos para implantação da Manutenção Autônoma

Fonte: Loss Prevention (2005)

A Manutenção Autônoma apresenta 4 ferramentas básicas para seu sucesso de implantação: as etiquetas, o quadro de atividades, a lição ponto-a-ponto e as reuniões.

1º Etiquetas

A etiquetagem é um modo de se registrar fisicamente os pontos onde são encontradas anomalias e um meio organizado de eliminá-las. Quem detectar a anomalia deve descrever com clareza e exatidão os sintomas que esta anomalia apresenta. Quanto mais clara, precisa e completa for a informação, melhor para a eliminação da anomalia (LOSS PREVENTION, 2005). A figura 2.3 representa exemplos dessas etiquetas:

The figure shows two examples of TPM Anomaly Tags. The left tag is orange and the right tag is purple. Both tags have the following fields:

- TPM** (Logo)
- Etiqueta de Anomalias** (Header)
- Nº** (Number field)
- MANUTENÇÃO** (Section header)
- Operador** (Operator field)
- Etapas** (Steps: 1 2 3 4 5 6 7)
- Prioridade** (Priority: A B C)
- Anomalia Detectada** (Anomaly Detected)
- Equipamento** (Equipment field)
- Encontrada por:** (Found by field)
- Data** (Date field)
- Descrição da Anomalia** (Description of the anomaly field)

Figura 2.3 – Etiquetas

Fonte: Leanway Consulting (2008)

2º Lição Ponto-a-Ponto

A Lição Ponto-a-Ponto (LPP) é uma ferramenta usada para educar, treinar e capacitar as pessoas dentro do ambiente de trabalho. Sua característica principal é a maneira rápida, clara e objetiva, com a qual cada assunto é tratado, gerando com isso um ambiente propício ao crescimento contínuo das pessoas (LEANWAY CONSULTING, 2008). A figura 2.4 mostra uma LPP:

The figure shows an example of a Lesson Point-to-Point (LPP) card. The card has the following content:

- Dica de Manutenção** (Maintenance Tip)
- Limpeza de Painéis Elétricos** (Cleaning of Electrical Panels)
- Lembre-se:** (Remember:)
- Nunca utilize água para limpar painéis elétricos. Pode causar danos e risco de vida.
- Nunca desmonte ou monte partes elétricas, se você não for habilitado.
- Data:** 17/01/98
- Autor:** Sebastião Gonçalves

Figura 2.4 –Exemplo de LPP

Fonte: Leanway Consulting (2008)

3º Quadro de Atividades do Grupo

É a representação do trabalho dos Grupos Autônomos e o roteiro para as próximas etapas. As principais informações contidas no quadro são (LEANWAY CONSULTING, 2008):

- Foto dos integrantes
- Desenho do equipamento/processo
- N° de etiquetas colocadas/retiradas
- Indicadores

4º Reuniões

Essas reuniões são realizadas semanalmente e envolvem o grupo autônomo, facilitador e gestor da área. Vários pontos são discutidos, tais como (LEANWAY CONSULTING, 2008):

- LPP
- Indicadores
- Etiquetas
- Divisão de Atividades
- Próximas paradas

2.4.2 Pilar Educação e Treinamento

As instituições, de um modo geral, formam-se por um conjunto de pessoas ligadas umas às outras por objetivos organizacionais em comum, trabalhando caracterizadas pela mesma missão, do ponto de vista da organização. Para uma organização tornar-se competitiva e de qualidade, não basta investir em tecnologia e em equipamentos de última geração. O processo de definição de estratégias de mudanças passa, necessariamente, pelo fator informação e investimentos na qualificação de recursos humanos como elementos essenciais ao desenvolvimento e crescimento organizacional. Essa capacidade de aprendizagem em equipe, a força criadora e o raciocínio sistêmico marcam cada vez mais a condição competitiva e qualitativa para o desenvolvimento organizacional (LOSS PREVENTION, 2006).

Nesse contexto, o pilar de Educação e Treinamento tem papel fundamental na implantação dos demais pilares, uma vez que todas as atividades desenvolvidas pelos pilares do TPM dependem principalmente da capacitação das pessoas.

Como o TPM visa eliminar as perdas e muitas vezes essas perdas são frutos de uma capacitação deficiente, o pilar de Educação e Treinamento tem o objetivo de suprir essa carência, identificando a diferença entre a situação atual e condição ideal em termos de conhecimento e habilidades das pessoas, preenchendo essa lacuna com treinamento teórico/prático e mensurando a evolução dessa atividade (SUZUKI, 1995).

Para realizar essas tarefas, o pilar de Educação e Treinamento utiliza a matriz de habilidades. Essa matriz é uma ferramenta para controle das habilidades necessárias a um grupo de pessoas para desempenhar suas funções operacionais pré-definidas. A matriz de habilidades (figura 2.5) define os perfis de conhecimento e habilidades esperados para cada função e as respectivas ações corretivas, de maneira a atingir as metas do TPM (LEANWAY CONSULTING, 2008).

EXEMPLO DE MATRIZ DE HABILIDADES

HABILIDADES		FUNCIONÁRIOS				José Carlos Siqueira		Luiz Carlos Amaral		Antonio Francisco de Jesus		Flávio Rodrigues Albertini		Marcos Tadeu Gonçalves		Cláudio Viera de Souza		Marcelo Augusto Sanches	
						Nível Atual	Nível Esperado	Nível Atual	Nível Esperado	Nível Atual	Nível Esperado	Nível Atual	Nível Esperado	Nível Atual	Nível Esperado	Nível Atual	Nível Esperado	Nível Atual	Nível Esperado
Operacional	1 - Regulagem de Velocidade																		
	2 - Inspeção do Sistema de Refrigeração																		
	3 - Inspeção do Sistema de Ventosas																		
	4 - Inspeção dos Pinos Centralizadores																		
	5 - Inspeção e Limpeza dos Filtros																		
	6 - Sistemas Pneumáticos																		
	7 - Sistemas Hidráulicos																		
	8 - Lubrificação do Sistema de Transmissão																		
	9 - Troca dos Decantadores																		
	10 - Regulagem do Variador de Velocidade																		
Qualidade	11 - Procedimentos ISO 9000																		
	12 - Conhecimento dos Tipos de Defeitos																		
	13 - Avaliação dos Produtos																		
Segurança	14 - Conhecimento das Normas de Segurança																		
	15 - EPI's e áreas de utilização																		
	16 - Pontos de observação na Produção																		
T P M	17 - Conceitos Básicos TPM																		
	18 - Manutenção Autônoma - Etapa 1																		
	19 - Controles Visuais de etapa 1 MA																		

LEGENDA:

Nível 0 : Não Sabe (não foi ensinado)
 Nível 1 : Conhece a Teoria
 Nível 2 : Pratica com dificuldade e dispersão
 Nível 3 : Pratica com muita habilidade
 Nível 4 : Pratica com muita habilidade e ensina

Nível 0 Nível 1 Nível 2 Nível 3 Nível 4

Figura 2.5 – Matriz de habilidades

Fonte: Loss Prevention (2006)

2.4.3 Pilar Manutenção Planejada (MP)

O pilar de Manutenção Planejada tem como função manter os equipamentos e processos em condições ideais para atingir a maximização do rendimento operacional global. Conduzindo intervenções planejadas, e gerenciando a manutenção e, conseqüentemente, eliminando as paradas inesperadas (IM&C INTERNACIONAL, 2006).

Planejar e gerenciar a manutenção são atividades complexas e que envolvem vários tipos de intervenções. A figura 2.6 ilustra bem tudo que está envolvido no Pilar de MP:

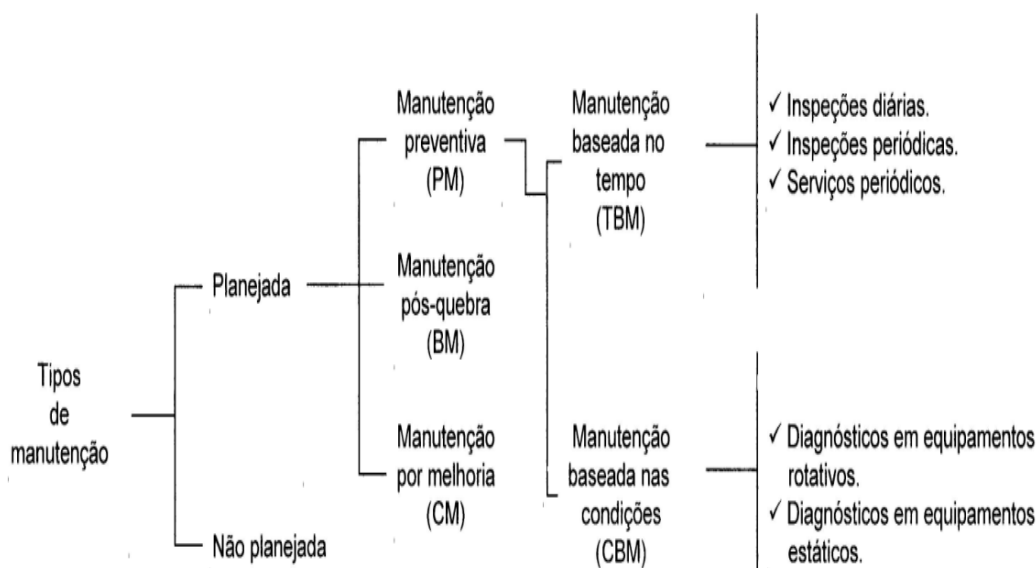


Figura 2.6 –Tipos de manutenção

Fonte: Loss Prevention (2005)

Definindo os tipos de manutenção presentes na figura acima (LOSS PREVENTION, 2005):

- Manutenção Baseada no Tempo (TBM – *Time-Based Maintenance*) – consiste em inspecionar, executar serviços, limpar os equipamentos e substituir peças periodicamente para evitar quebras inesperadas e problemas no processo.
- Manutenção Baseada nas Condições (CBM – *Condition-Based Maintenance*) – Esse tipo de manutenção torna necessário o desenvolvimento de tecnologias de diagnósticos e inspeção para prever a deterioração dos componentes dos equipamentos através da detecção dos sintomas de anormalidades.
- Manutenção Pós-Quebra (BM – *Breakdown Maintenance*) – Ao contrário dos sistemas anteriores, com esse sistema se espera que o equipamento quebre para repará-lo. Se utiliza esse sistema quando a quebra não afeta significativamente as operações ou a produção, nem tão pouco gera grandes perdas financeiras.

Logo, cabe a manutenção planejada definir dentre os diversos tipos de manutenção qual, quando e em que parte dos equipamentos deve ser utilizado cada um deles.

Segundo o mesmo autor, a outra função primordial do Pilar de MP é a de fornecer o apoio necessário para o perfeito funcionamento do Pilar de MA. Esse suporte se inicia no momento na escolha de qual máquina será colocada em manutenção autônoma e continua durante as atividades do grupo autônomo.

Com relação a escolha da máquina, ela se dá através de uma análise da criticidade dos equipamentos. Segundo Suzuki (1995), essa análise leva em conta:

- Segurança: efeito da falha do equipamento quanto à existência de riscos para pessoas, meio-ambiente, e a integridade da planta industrial.
- Confiabilidade: efeito da falha do equipamento sobre a continuidade e a confiabilidade operacional.
- Qualidade: efeito da falha do equipamento sobre a qualidade dos produtos.
- Frequência: número de falhas por período de utilização.
- Custo: custos envolvidos na correção das falhas.

Depois de se fazer essa análise, os equipamentos são classificados em 3 tipos: A (criticidade alta), B (criticidade média) e C (criticidade baixa).

Durante as atividades do grupo autônomo, cabe ao Pilar de MP garantir o tratamento das anomalias apontadas nas etiquetas e executar as atividades previstas no plano de ação. Outra função importante é a de capacitar os operadores a realizar tarefas que antes eram executadas apenas pelos mantenedores (SUZUKI, 1995).

2.4.4 Pilar Melhoria específica

Melhoria específica é um dos pilares de sustentação mais importantes do TPM, pois inclui todas as atividades que maximizam a efetividade global do equipamento, processos e da planta como um todo, através da eliminação efetiva e sistemática das perdas identificadas na empresa (LOSS PREVENTION, 2006).

Essas melhorias podem ocorrer nas diversas áreas da empresa. Podemos citar como exemplo de melhorias:

- Eliminação de riscos de acidentes
- Prevenção de defeitos de qualidade
- Aumento da confiabilidade e manutenibilidade

- Facilitação da limpeza, inspeção ou lubrificação de um equipamento
- Diminuição de custos
- Aumento da produtividade

De acordo com Leanway Consulting (2008), a melhoria específica é seguida, muitas vezes, através da ferramenta MASP, Métodos de Análise e Solução de Problemas. Estes métodos são um conjunto de técnicas utilizadas nos processos de gerenciamento de problemas, tomadas de decisões e melhoria contínua, onde para cada situação, aplica-se uma metodologia que é mais apropriada para identificação das causas e soluções dos problemas. Alguns exemplos dessas técnicas utilizadas são: AS - Análise de Situações, AP - Análise de Problema, AF - Análise de Falha, Diagrama de Causa e Efeito ou *Ishikawa*, *Brainstorming*, AD - Análise de Decisão, APP - Análise de Problemas Potenciais, PDCA - *Plan, Do, Check, Action* (Planejar, Fazer, Verificar, Agir).

2.4.5 Pilar de Saúde Segurança e Meio Ambiente

O pilar de Segurança, Saúde (ou Higiene) e Meio Ambiente tem como objetivo a garantia de um ambiente de trabalho seguro, oferecendo boas condições aos seus funcionários e ao meio-ambiente em que está inserido ou que possa ser influenciado pela empresa. Ou seja, este pilar garante o estabelecimento de um sistema de gestão que motive as equipes a perseguirem a meta de Acidente Zero, Doença Ocupacional Zero e Danos Ambientais Zero (SHIROSE, 2000).

Esse objetivo é perseguido através da realização de boas práticas de operação, execução de atividades ergonômicas, transformação do local de trabalho, cuidados com as instalações, preservação do meio ambiente, inspeção de pré-uso, tratamento de acidente, aplicação de controle e bloqueio de energias perigosas e observação de tarefas e atividades críticas.

Podem-se resumir os passos de implantação do pilar nas seguintes etapas (LEANWAY CONSULTING, 2008):

- 1 - Identificação de Perigos, Impactos e Riscos;
- 2 - Eliminação de Perigos, Impactos e Riscos;
- 3 - Estabelecimento do sistema de controle de Impactos e Riscos;
- 4 - Treinamento em Segurança, Saúde e Meio-ambiente;
- 5 - Inspeções de Segurança;
- 6 - Padronização;
- 7 - Gestão Autônoma.

Este pilar vem se tornando cada dia mais importante, devido à crise de recursos naturais vivenciada atualmente. Sua essencialidade torna-se, então, evidente, devendo ser empregado como

base para que a organização esteja dentro das normas e leis de segurança e saúde ambiental e do trabalhador, contribuindo para a construção de uma sociedade consciente ambientalmente e garantindo um desenvolvimento sustentável.

2.4.6 Pilar de Administração e Escritório

Este pilar tem como principal objetivo identificar e eliminar perdas administrativas. Tipicamente, reduz o tempo e aumenta a qualidade/precisão das informações.

A idéia de tornar também enxutos os processos administrativos vem sendo aceita por empresas no Brasil e no mundo. Porém, a migração destes conceitos da área fabril para o escritório não é tão simples. É mais fácil identificar os desperdícios quando são envolvidos matérias primas e processos de transformação física ou química. Na área administrativa, a maior parte das atividades diz respeito à geração de informações, o que torna difícil a identificação dos desperdícios, pois visualizar o processamento de algo intangível como a informação é bem mais complicado (SUZUKI, 1995).

2.4.7 Pilar de Manutenção da Qualidade

O pilar de manutenção da qualidade tem como principais objetivos garantir zero defeito de qualidade, mantendo condições ideais de materiais, equipamentos, métodos e pessoas. Ele apóia e implementa a idéia de que qualidade deve estar em todos os ambientes e nas tarefas de todas as pessoas, independentemente do tipo de tarefa a ser realizada. O controle da qualidade pode e deve ser implantado como uma ferramenta para otimizar todos os processos, visando melhorar a eficiência máxima operacional (LOSS PREVENTION, 2006).

A redução dos defeitos ocorre naturalmente, como reflexo das melhorias feitas nos equipamentos, à medida que este vai tendo suas condições básicas e operacionais estabelecidas, chegando em um determinado limite, logo após o estabelecimento das condições básicas e operacionais dos equipamentos. A partir desse momento, o desenvolvimento das atividades do pilar manutenção da qualidade se torna necessário para dar continuidade à redução dos defeitos.

O pilar envolve atividades como a Definição de Parâmetros de qualidade, determinação de linhas de referência, desenvolvimento da matriz da qualidade e análise de tendências.

A implantação do pilar envolve as seguintes etapas:

1ª Etapa: Levantamento da Situação Atual da Qualidade

2ª Etapa: Restauração da Deterioração

3ª etapa: Análise da Causas

4ª etapa: Eliminação da Causas

5ª etapa: Estabelecimento das Condições Livres de Defeitos

6ª etapa: Controle das Condições Livres de Defeitos

7ª etapa: Melhoria das Condições Livres de Defeitos

2.4.8 Pilar de Controle Inicial

Também denominado *Pilar de Gerenciamento Preventivo* e *Pilar Controle do ciclo de vida* por algumas empresas, este pilar tem como objetivo identificar e reduzir as perdas existentes nos processos de investimentos em novos equipamentos e no desenvolvimento de novos produtos (CARRIJO; TOLEDO, 2006).

Do ponto de vista dos investimentos em novos equipamentos, o pilar apresenta como principais objetivos:

- Determinação do grau de importância do equipamento;
- Elaboração do manual do mantenedor;
- Elaboração do inventário de tarefas críticas, ou seja, aquelas que possuem impacto maior na vida útil do equipamento. Os critérios para determinação destas tarefas são os mesmos utilizados para o equipamento em si;
- Elaboração dos procedimentos de rotina de manutenção, determinados a partir do inventário de tarefas críticas;
- Montagem de todo o plano de manutenção preventiva e das rotas de inspeção planejadas, tanto da operação quanto da manutenção.

O Pilar de Controle Inicial busca uma abordagem que considere o equipamento como sendo um sistema homem máquina, embutindo em uma condição ambiental e condição de produção. A idéia básica é conceber equipamentos capazes de garantir as características de confiabilidade, qualidade, segurança, como também a economia de recursos.

A utilização dos conceitos do Pilar de Controle Inicial do TPM se caracteriza, então, como uma ferramenta interessante para a busca de melhoria nestes processos. Garantir novos equipamentos já alinhados com a filosofia do TPM e que apresentem desde o momento da sua instalação até o início da sua atividade as melhorias já realizadas nas outras máquinas que estão em TPM, traz diversos benefícios e a diminuição da necessidade da realização dessas melhorias no futuro.

2.5 Implantação do TPM

A implantação do sistema TPM deve envolver todos os funcionários da empresa e pode ser dividida em quatro principais fases: preparação, introdução, implementação e consolidação. As definições para essas fases são mostradas a seguir e estão de acordo com Loss Prevention (2005).

Na fase de preparação para implantação, existem as seguintes etapas:

- Decisão para introduzir o TPM junto à alta gerência – Nesta etapa, a diretoria deve declarar a implantação do programa. A alta administração deverá apresentar uma proposta do sistema e os efeitos provocados por ele à presidência, convencendo-a de que esta é uma medida benéfica para organização. É importante ressaltar que o comunicado da implantação do TPM deve sempre ser feita pela direção superior e jamais por subordinados. Devem ser realizadas, então, conferências e seminários sobre o TPM com o intuito de difundir o TPM internamente à empresa.
- Lançar programa educacional para introduzir o TPM – Esta etapa tem o objetivo de fazer com que todos compreendam o TPM, ou seja, deve-se utilizar uma linguagem comum a todos. Também podem ser realizadas conferências, seminários e apresentações.
- Criar organizações internas para promover o TPM – Deve-se estabelecer a estrutura de promoção do TPM e um modelo piloto. Em geral, esta etapa inclui a formação de comitês especiais e times de trabalho.
- Estabelecer políticas e metas básicas voltadas ao TPM – Através da análise da situação atual, definem-se metas e previsões de resultados.
- Criar um plano piloto para desenvolver o TPM – Desenvolver um plano detalhado, (desde o estágio introdutório até a avaliação) de implementação.

A fase seguinte será, então, a introdução do TPM. É importante informar todos os funcionários sobre a data de início do TPM. No lançamento, deve-se convidar, além das pessoas internas, os clientes, subcontratados e terceirizados.

Seguindo para a fase de implementação, passa-se pelas seguintes etapas:

- Melhoria da efetividade de cada componente de equipamento - Estabelecer sistemas para aperfeiçoamento da eficiência produtiva, selecionando equipamentos modelo e montando o time de projeto.
- Desenvolver programa autônomo de manutenção – Nesta etapa, deve-se construir um perfil necessário, além de definir procedimentos para certificação dos funcionários.
- Desenvolver um plano de manutenção genérico – Devem-se determinar manutenções periódicas preventivas e preditivas.

- Conduzir treinamento para melhorar a habilidade de operação e manutenção – Nesta etapa, procura-se treinar os líderes para que possam compartilhar informações e conhecimentos.
- Desenvolver plano de manutenção detalhado para o equipamento – Realiza-se o planejamento da manutenção preventiva.

A última fase da implantação do TPM refere-se, então, à consolidação do TPM. A principal atividade dessa fase é o refinamento do TPM, estabelecendo sempre maiores desafios ao programa.

Podemos identificar alguns cuidados especiais e diretrizes estratégicas que as organizações devem ter durante o processo de implantação do TPM. Entre elas:

- Gerir a planta evitando todo o tipo de perdas, ou seja, visando atingir a meta de zero acidentes, defeitos e falhas;
- Envolver todos os departamentos durante a implantação do TPM, incluindo as áreas mais afastadas como vendas, marketing, logística, recursos humanos, etc;
- Envolver todos, desde a alta administração até os operários da fábrica;
- Orientar as ações em busca da eliminação de perdas, através do trabalho de pequenos grupos.

2.6 Dificuldades na Implantação e falhas do TPM

Como já foi citado no início do capítulo, o TPM possui objetivos globais altamente arrojados e desafiadores. Porém, basta analisar com mais cautela para se concluir que alguns deles são objetivos inalcançáveis, por mais que se controle as variáveis presentes numa máquina, há fatores que sempre estarão sujeitos a falhas, como erros humanos ou fatores externos a empresa, como uma falta de energia, por exemplo. Por mais perfeito que seja o modelo de gestão, não há como garantir que determinados equipamentos possuam uma indisponibilidade ou perdas de qualidade iguais a zero. Portanto, trata-se de metas motivacionais e que estimulam o processo de melhoria contínua.

Conclui-se também, que um modelo que propõe objetivos tão desafiadores deve ser bastante completo. Mas, segundo a análise de vários autores, o TPM apresenta diversas falhas e lacunas que impossibilitam ou dificultam o atingimento dessa meta, dificultando o seu processo de implantação. A seguir, serão abordadas opiniões de alguns autores sobre essas dificuldades e falhas.

Abordando de uma maneira mais geral, Almeida e Souza (2001, p.108) enumeram as seguintes dificuldades na implantação do TPM:

- Não há o efetivo apoio da alta gerência e a implantação não segue o sentido “top-down”. Isso ocorre devido à necessidade de se mudar a cultura da empresa, algo bastante complicado principalmente em empresas mais antigas ou com uma postura conservadora.
- Não há a internalização efetiva da Manutenção Autônoma, o que pode associar ao pilar atividades de caráter mais estético do que técnico.
- Não se estrutura a sistemática para medir e acompanhar as perdas operacionais que comprometem o desempenho dos equipamentos, dificultando o gerenciamento de melhorias.
- Não existe um efetivo programa de Manutenção Planejada e a situação encontrada antes do TPM não muda muito durante a implantação.
- As práticas de aquisição dos novos sistemas e dos sobressalentes associados continuam sem alteração.
- Não há constância de objetivos, perde-se o seguimento do processo e ele “sai de moda”.

O sucesso do TPM está ligado ao modelo de gestão das pessoas, pois o foco da metodologia é o ser humano. Essa dependência do resultado das pessoas envolvidas é uma das causas para o fracasso de empresas que adotam o TPM, já que muitas vezes os operadores e mantenedores não estão de fato inseridos na filosofia TPM. Para uma empresa realmente evoluir através do TPM é necessária uma participação ativa de todos os envolvidos (RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006).

Outra causa de falha na implantação é uma situação inicial da empresa desfavorável. Caso a empresa não esteja numa situação estável em termos de negócios, não possua um programa de manutenção já instalado e bem definido ou não apresente um quadro com funcionários dedicados, o programa TPM tende a não atingir resultados satisfatórios. Para se analisar essa situação inicial e evitar possíveis dificuldades, deve-se realizar previamente um teste de viabilidade (PEREZ-LAFONT, 1997).

Analisando de um modo geral, a metodologia TPM lista quais etapas devem ser seguidas ao longo da implantação, mas não expõe de maneira clara e direta o modo como essas fases devem ser realizadas. Isso deixa margens para que aconteçam falhas ao longo da sua implantação por parte da gerência, já que a mesma não interpreta a metodologia de forma correta e consequentemente não tem condições de repassar as informações certas para os demais envolvidos (RODRIGUES, 2007).

Essa realidade fica clara quando analisamos os objetivos do pilar de MP. O pilar busca planejar a manutenção escolhendo entre os diversos tipos de políticas quais as mais rentáveis para a empresa. Porém, a metodologia TPM não esclarece de maneira alguma quando se deve usar cada tipo ou fornece algum tipo de método ou modelo que auxilie nessa tomada de decisão.

É nesse contexto que surgiram diversos estudos ligados à Gestão da Manutenção que conduzem ao resultado desejável de maximização do rendimento operacional global. Para ilustrar

melhor essa situação, serão mostrados a seguir alguns conceitos ligados a Gestão da Manutenção e como eles podem auxiliar no atingimento do principal objetivo do pilar de MP.

2.6.1 Gestão da Manutenção

A manutenção, por se tratar de uma área estratégica das organizações e responsável direta pela disponibilidade dos ativos, tem uma importância capital nos resultados da empresa. Esses resultados dependem diretamente da eficiência da Gestão da Manutenção da organização (XAVIER; DORIGO, 2006).

Como já foi citado no início do tópico sobre Manutenção Planejada, existem vários tipos e políticas de manutenção. O grande desafio da gestão da Manutenção é definir entre essas diversas opções quais serão as mais rentáveis para a empresa e quando se deve optar por cada tipo. Trata-se de uma tarefa muito complexa, pois cada tipo de manutenção possui peculiaridades, apresentando, portanto, pontos fracos e fortes.

Ao longo dos anos foram criados diversos modelos que auxiliam nessa difícil escolha. Esses modelos utilizam como base informações características de cada equipamento para otimizar o gerenciamento da manutenção do mesmo. Dentro desses conceitos ligados à Gestão da Manutenção, podemos citar com certo destaque (ALMEIDA; SOUZA, 2001):

- Disponibilidade: a disponibilidade $A(t)$ é definida como a probabilidade de que o sistema esteja disponível em dado instante de tempo t .
- Confiabilidade: a confiabilidade $R(t)$ é definida como a probabilidade de que um equipamento não deixará de operar em um dado intervalo de tempo t . Relacionados a esse conceito, estão a taxa de falhas (λ) e o MTBF (Tempo Médio entre Falhas).
- Manutenibilidade: a manutenibilidade $M(t)$ é definida como a probabilidade de que um dispositivo que tenha falhado seja restaurado para operação efetiva, dentro de um dado período de tempo e , quando a ação de manutenção é executada de acordo com procedimentos prescritos. Relacionado a esse conceito está o MTTR (Tempo Médio de Reparo).

Com base nesses conceitos e nas suas derivações, foram elaborados vários modelos. De maneira geral, modelos de otimização ligados à manutenção abrangem os seguintes aspectos (DEKKER, 1995):

- Descrição de um determinado sistema técnico, sua função e sua importância.

- Modelagem da deterioração do sistema ao longo do tempo e as possíveis consequências para o sistema.
- Descrição das informações disponíveis sobre o sistema e as ações acessíveis à gestão.
- Função objetivo e uma técnica de otimização que ajuda a encontrar a melhor solução para o problema.

Esses modelos são uma importante e eficiente ferramenta na busca pelas respostas que não são encontradas na metodologia TPM.

Nos sub-tópicos a seguir serão mostrados alguns exemplos para ilustrar como essa área pode auxiliar na tomada de decisões ligadas à manutenção.

Dimensionamento de Sobressalentes

O dimensionamento das peças de reposição da manutenção tem uma grande influência nos custos e consequentemente na lucratividade da empresa. Em caso de excesso de peças ou equipamentos, há um desperdício de dinheiro e espaço para armazenamento. Em caso de falta, existe o risco de uma extensão maior nas paradas não programadas. Por isso, surgiram vários métodos quantitativos e diferentes abordagens para determinar esse dimensionamento (ALMEIDA; SOUZA, 2001).

As principais abordagens são:

- Abordagem baseada no risco de quebra de estoque
- Abordagem baseada no risco de quebra de estoque com o uso de conhecimento a priori
- Abordagem segundo a restrição de custo
- Abordagem segundo uma função Multiatributo.

Essas abordagens utilizam alguns conceitos ligados à Gestão da Manutenção já listados acima, junto com outros conceitos como risco de quebra de estoque para dimensionar a quantidade de sobressalentes que a empresa deve possuir, de maneira que não falte peças quando necessário e que isso não aumente os custos associados a essa estocagem.

Políticas de substituição

O plano de substituição de peças e equipamentos visa prever o momento certo para se trocar uma peça antes de uma possível quebra ou falha do equipamento. Para isso, é necessário se avaliar os custos associados à substituição dessas peças. A substituição de um item só faz sentido quando o

custo de mantê-lo em funcionamento for elevado, o nível de confiabilidade for baixo ou o equipamento estiver obsoleto (CAVALCANTE, 2008).

Dentre as políticas de substituição, podemos citar dois modelos:

- Modelo de substituição por idade
- Modelo de substituição em bloco

O principal objetivo da política de substituição por idade é atingir certo nível de confiabilidade a um mínimo custo, através de sucessivas substituições que se antecedem às falhas, associando as dimensões de custo com o tempo. Portanto, deve-se buscar a periodicidade das substituições que minimize a relação do custo esperado por unidade de tempo de utilização. Já no modelo de substituição em bloco, todas as unidades são substituídas periodicamente por unidades novas e idênticas a antigas. A solução para o modelo de substituição em blocos também é encontrada através de métodos conceituais e modelos probabilísticos e tem como resultado o intervalo dos blocos de substituição que minimiza os custos (CAVALCANTE, 2008).

Custos envolvidos na manutenção

Como ocorre em todas as áreas das empresas, qualquer tipo de perda associadas à manutenção também gera um impacto financeiro. Todos os aspectos já citados anteriormente nesse tópico tem o mesmo objetivo final: reduzir os custos totais da produção.

Analisando essa importância do impacto financeiro das intervenções de manutenção, percebe-se uma nova lacuna no modelo TPM, pois o sistema não mostra como mensurar esses custos e como pode-se implantar uma política de redução dos mesmos.

Segundo Cavalcante (2005) é altamente recomendável transformar qualquer tipo de perda de produção proveniente de aplicações de determinadas políticas de manutenção em custos de fato. Essa mensuração é essencial, pois um bom modelo de auxílio a tomadas de decisão na manutenção deve sempre levar em conta os custos envolvidos. Isso vale para modelos que calculam intervalos de inspeção, dimensionamento de sobressalentes, políticas de substituição, etc.

3. ESTUDO DE CASO

Esse capítulo traz o resultado do estudo de caso realizado em uma indústria de alimentos. São apresentadas características da empresa, detalhes sobre a implantação do TPM na indústria e no fim uma análise crítica dessa implantação.

3.1 Descrição da Empresa

A empresa estudada foi fundada há 15 anos no Estado de Pernambuco e produz alimentos derivados do trigo (biscoitos e massas). Nas suas duas fábricas que funcionam em Jaboatão dos Guararapes são produzidos mais de 100 tipos de biscoitos e massas de diversos tamanhos e sabores. Possui atualmente cerca de 1900 funcionários. Tem como principais clientes os maiores grupos atacadistas e varejistas do Brasil, como Carrefour, Pão-de-açúcar, Bompreço, Makro, etc.

A empresa utiliza o sistema de UGB (Unidades Gerencias Básicas) para comandar as diversas linhas de produção da fábrica. Essas UGB's são administradas por um gerente que tem total autonomia para definir equipes de trabalho, gastos, demissões e contratações, etc. Em outras palavras, o gerente funciona como um presidente da sua UGB. A parte de produção é composta por supervisores, encarregados, operadores de máquinas e auxiliares de produção. Além disso, o gerente conta com um staff composto por Engenheiros, Analistas de processo e estagiários.

3.2 O TPM na empresa

O TPM na empresa se iniciou em outubro de 2005 com a contratação de uma consultoria especializada no STP para apresentar o modelo para os diretores e gerentes e posteriormente iniciar o processo de capacitação dos membros responsáveis pelo início da implantação do sistema de gestão na área industrial. Essa capacitação se deu através de cursos ministrados pelos consultores e também por meio de visitas sistemáticas a empresa.

O início das atividades no chão de fábrica ocorreu em outubro de 2006 com a entrada de duas máquinas-piloto em Manutenção Autônoma, uma na linha de massas e outra na linha de biscoitos recheados. Simultaneamente, iniciaram-se as atividades de quatro dos oito pilares de sustentação do TPM (Melhoria Específica, Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada e Educação e Treinamento). Os quatro pilares possuem membros ligados a coordenação do TPM da empresa, além de representantes das diversas UGB's.

Hoje, após quase 4 anos, a fábrica possui 21 equipamentos em manutenção autônoma que recebem o suporte de 9 grupos autônomos e 6 grupos de manutenção planejada. Com relação aos

pilares, no início de 2009 começaram as atividades dos pilares de Controle Visual e de Controle Inicial.

Na análise crítica serão abordadas as atividades apenas dos pilares de Manutenção Autônoma e Manutenção Planejada, devido à relação direta desses pilares com a operação e manutenção do equipamento e conseqüentemente com a Gestão da Manutenção.

3.3 Implantação do Pilar de Manutenção Autônoma

Nesse tópico são abordados o início das atividades do Pilar de Manutenção Autônoma, os resultados obtidos com a implantação do pilar e posteriormente serão mostradas as dificuldades encontradas que servirão como base da análise crítica.

3.3.1 Resultados obtidos

As atividades relacionadas ao pilar de Manutenção Autônoma se iniciaram na empresa após a escolha dos equipamentos que seriam as máquinas-piloto. O primeiro passo foi o treinamento de todos os envolvidos com o TPM (membros de pilares e dos grupos de manutenção autônoma e planejada). Esse treinamento foi realizado pela consultoria que assessora a empresa e até hoje acontece sempre que uma máquina vai entrar em TPM ou mudar de etapa. No treinamento de primeira etapa os principais tópicos abordados são:

- Conceitos e origem do TPM
- Pilares do TPM
- Definição dos 5S's
- Características de um grupo autônomo
- LPP's, etiquetas, reuniões e quadro de atividades
- Etapas da Manutenção Autônoma
- Objetivos da primeira etapa
- Parte prática em um equipamento da indústria

Como já foi citado anteriormente, a empresa possui atualmente 9 grupos autônomos que trabalham em 21 equipamentos espalhados por todas as UGB's da empresa. Como o processo de implantação do TPM já se iniciou há aproximadamente 4 anos, esses grupos estão em diferentes etapas (ou passos). O grupo como um todo e seus membros separadamente possuem metas de colocação de etiquetas e elaboração de LPP's.

Ao longo desses anos, várias melhorias foram implantadas nas máquinas que estão em TPM. Essas melhorias surgiram através da colocação e retirada de etiquetas ou através dos planos de ação tratados na reunião semanal. Durante os últimos 44 meses foram colocadas mais de 15000 etiquetas e mais de 450 LPP's foram elaboradas, que deram origem a mais de 2500 treinamentos. A consequência dessas melhorias é um melhor resultado dos indicadores do processo. Corrigindo as anomalias através das etiquetas é possível trazer a máquina novamente as suas condições básicas e consequentemente melhorar seus resultados.

Com relação à evolução dos indicadores ligados a qualidade, pode-se citar o exemplo do percentual de reprocesso nas máquinas embaladoras das linhas que produzem macarrão. Esse percentual mostra a quantidade de matéria-prima que apresenta alguma não-conformidade ao longo do processo e que é redirecionada para alguma etapa anterior, sendo assim reaproveitada. Essas máquinas foram umas das escolhidas para serem máquinas-piloto e, portanto, estão em TPM desde o final de 2006. O figura3.1 ilustra a evolução desse indicador:

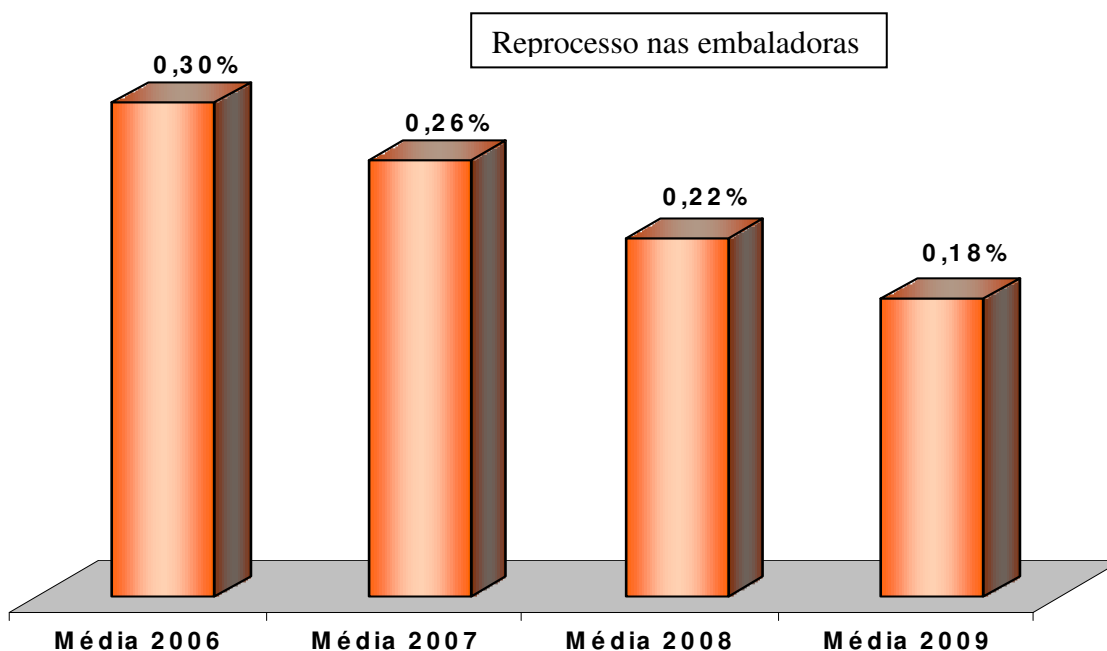


Figura 3.1 –Reprocesso nas embaladoras

Fonte: o autor (2009)

Essa diminuição do percentual de reprocesso, além de representar uma estabilidade maior para a produção e minimizar o índice de desvios de qualidade, também representou uma economia de cerca de R\$ 80.200,00 nesses quase 4 anos.

A figura 3.2 mostra a evolução da varredura (quantidade de massa que cai no chão ou sofre algum tipo de contaminação e consequentemente não volta para o processo) na Moldadora, que é uma máquina presente na fabricação dos biscoitos recheados:

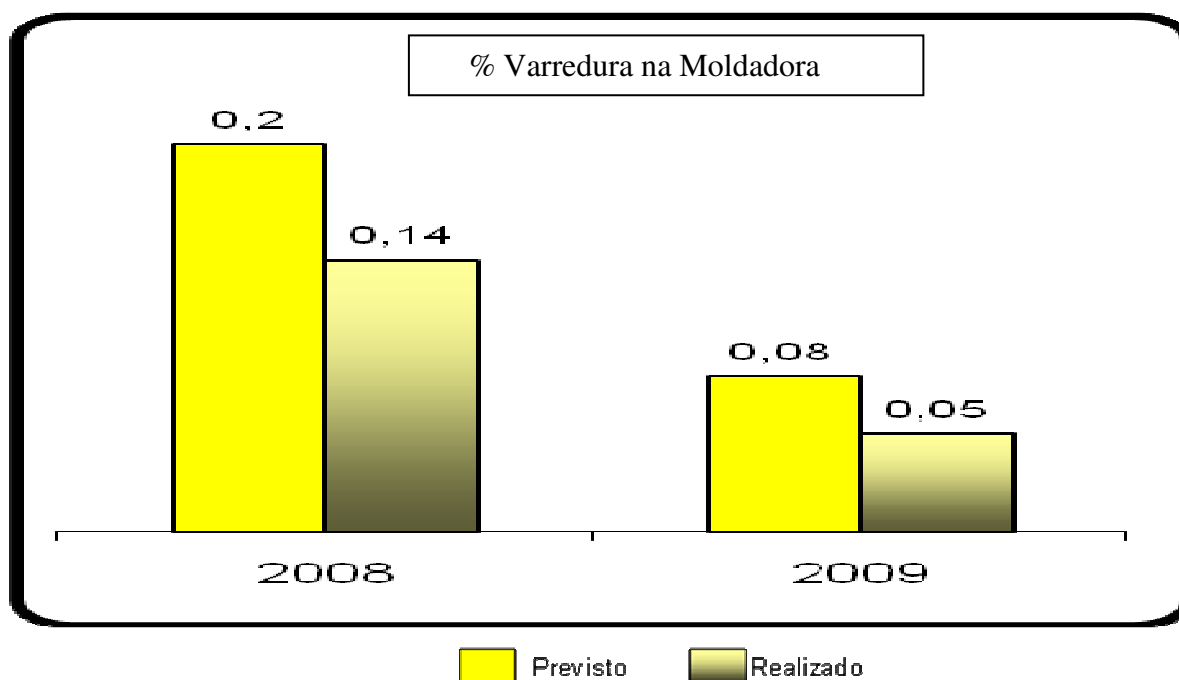


Figura 3.2 –Varredura na moldadora

Fonte: o autor (2009)

Esse resultado está bastante coerente com a situação atual do grupo autônomo que atua na Moldadora, pois o mesmo se encontra na segunda etapa de Manutenção Autônoma desde o início de 2009 e por isso está focando em reduzir as fontes de contaminação. Logo, a quantidade de massa que cai no equipamento e muitas vezes se dirige ao chão, está diminuindo devido às melhorias que visam acabar com essas fontes de contaminação. Em termos financeiros, essa diminuição do percentual de varredura representou para empresa uma economia de aproximadamente R\$ 26.000,00 nos últimos dois anos.

Outro indicador importantíssimo e que melhorou bastante desde o início do TPM na Vitarella foi o do número de acidentes. Nas máquinas que estão em TPM, a quantidade de acidentes diminuiu 88%. Essa diminuição também vem dessas melhorias, pois uma máquina em um mau estado de conservação oferece riscos maiores para os operadores e mantenedores.

Além disso, os outros pontos positivos mais relevantes trazidos pelo TPM foram:

- Maior integração entre a produção e a manutenção: com o TPM a relação entre manutenção se estreitou e ambos passaram a atuar mais como parceiros. Essa parceria possibilita um resultado melhor para os dois setores.

- Operadores com maior conhecimento da máquina: o início do TPM aumentou o interesse dos operadores em conhecer mais detalhadamente a máquina em que trabalham. Sempre que os mantenedores fazem alguma intervenção na máquina, os operadores procuram aprender um pouco sobre a atividade que está sendo desempenhada naquele momento e quais as possíveis causas para aquela falha, visando evitar a reincidência do problema.

3.3.2 Dificuldades encontradas e análise crítica

A primeira dificuldade encontrada e possível causa de diversos problemas que aparecem ao longo da implantação do TPM na empresa é a pouca carga horária dos treinamentos realizados, principalmente o de 1ª etapa de Manutenção Autônoma. O treinamento é dividido em duas etapas de 4 horas cada: uma teórica e outra prática. Trata-se de pouco tempo para se aprender um assunto tão abrangente e as dificuldades encontradas pelos trabalhadores no início do grupo mostram isso. Seria necessário um curso com uma duração maior e que possibilitasse um acompanhamento mais próximo, principalmente no início das atividades do grupo.

Outra barreira encontrada coincide com as freqüentes dificuldades mostradas no capítulo 2. Devido à presença de metas de colocação de etiquetas, muitas vezes são relatadas anomalias apenas para contar no histórico e elevar os indicadores do grupo. Isso acaba resultando em ações de caráter estético, em detrimento a real intenção de recuperar o equipamento. O ideal seria que os operadores compreendessem a importância da colocação das etiquetas e não a fizessem apenas visando o cumprimento de metas.

A revisão bibliográfica mostrou que os 5S's são a base para a implantação do TPM em uma empresa. O processo de implantação do TPM se iniciou sem que essa cultura existisse entre os operadores e mantenedores, pois o programa de 5S's da empresa envolvia apenas os cargos mais elevados da empresa. Já que essa disciplina não era encontrada na rotina dos trabalhadores, muitas dificuldades foram aparecendo desde o início e perduram até hoje.

A baixa maturidade dos operadores e mantenedores com relação ao cumprimento dos padrões internos da empresa, também é notada quando se avalia o cumprimento das “regras” do TPM. Por não assimilarem os ensinamentos obtidos nos cursos ou por não darem importância ao cumprimento do método, as atividades de rotina não são desenvolvidas, o que acaba comprometendo o resultado do grupo e aumentando o tempo que os grupos levam para passar de etapa.

Um exemplo dessa situação pode ser vista na figura 3.3, mostrada no 1º Seminário de TPM da empresa, realizado em abril de 2009. Nela, está contido o percentual de realização ou não das reuniões semanais.

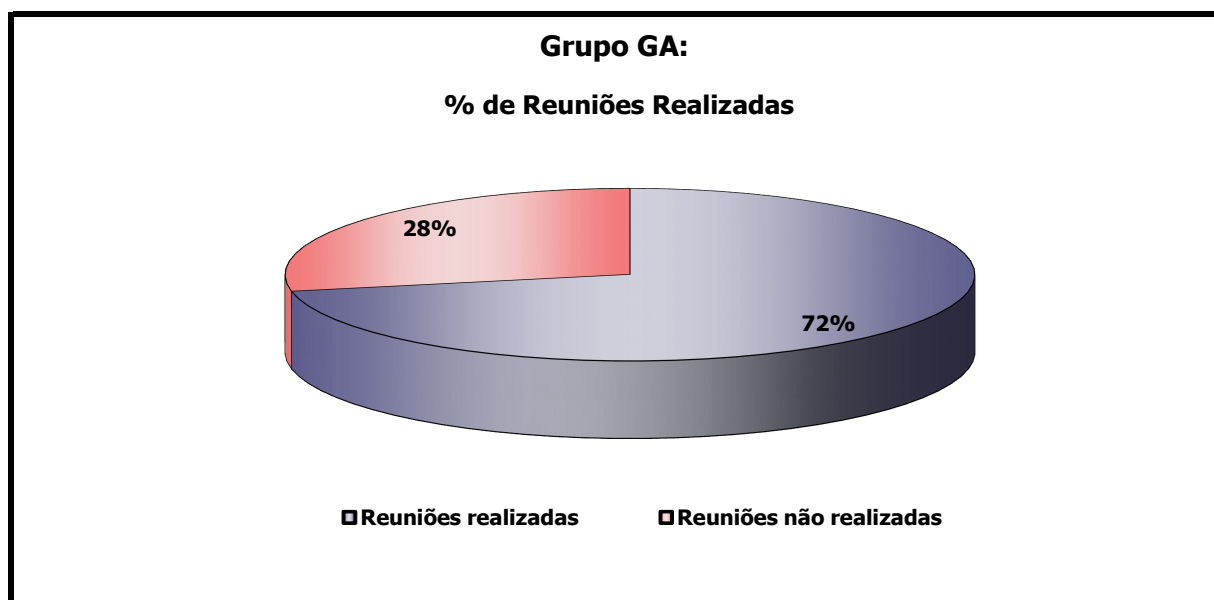


Figura 3.3 – Percentual de reuniões realizadas

Fonte: o autor (2009)

Como se pode ver, quase 30% das reuniões não foram realizadas e o motivo maior disso é a indisciplina dos membros dos grupos e dos demais envolvidos com o TPM.

O reflexo dessas dificuldades está na demora dos grupos em passar de etapa. Dos 9 grupos, apenas um está conseguindo passar de etapa no tempo previsto. Os demais esbarram na barreira já mencionada: baixa maturidade dos envolvidos, tanto na compreensão do método, quanto na dificuldade de cumprir os padrões e seguir uma rotina de trabalho.

Portanto, se pode concluir que algumas das dificuldades e possibilidades de falhas levantadas no capítulo 2, aconteceram e continuam ocorrendo na implantação da MA na empresa estudada, principalmente no que diz respeito às atitudes e envolvimento dos colaboradores. Essas falhas ao longo da implantação mostram os erros cometidos ainda no processo inicial, denominado por Perez-Lafont (1997) como teste de viabilidade. O TPM se iniciou na empresa sem que as bases sólidas necessárias para isso estivessem implantadas nas pessoas. Já que, segundo Rodrigues e Hatakeyama (2006) isso é fator fundamental para o sucesso do TPM, era de se esperar que resultados insatisfatórios ocorressem. Para o perfeito funcionamento do TPM é vital que todos compreendam e incorporem a filosofia do TPM e a pratiquem diariamente. Trata-se de um imenso desafio, principalmente para empresas de manufatura e que possuem um grande número de

funcionários. Exigir disciplina e cumprimento de normas e padrões ainda é tarefa das mais árduas em organizações desse tipo. Logo, é natural que, antes de se adotar um modelo tão exigente nesse aspecto como o TPM, se avalie bem a situação da empresa para saber se ela realmente está preparada para receber essa metodologia e tratá-la como prioridade.

O MA realmente trouxe bons resultados, tanto para a máquina quanto para os operadores. Porém, através das dificuldades apresentadas pelos grupos, fica evidente que, o TPM em si não garante a participação de todos, e sim depende dessa participação.

3.4 Implantação do Pilar de Manutenção Planejada

Nesse tópico serão abordados o início das atividades do Pilar de Manutenção Planejada, os resultados obtidos com a implantação do pilar e posteriormente serão mostradas as dificuldades encontradas que servirão como base da análise crítica.

3.4.1 Resultados obtidos

As atividades do Pilar de MP se iniciaram com a escolha de quais seriam as máquinas-piloto para implantação do TPM. Com base nos critérios mostrados no capítulo 2, foram selecionadas duas máquinas. Formaram-se então 2 grupos de MP que atuariam como suporte aos grupos autônomos relacionados a cada um dos equipamentos. Assim como na MA, os grupos de MP também passam por um treinamento de carga horária semelhante sempre que os grupos iniciam suas atividades ou mudam de etapa.

Na função de suporte aos grupos autônomos, os grupos de MP mostraram-se bastante eficazes ao longo dos anos, atuando forte no tratamento das anomalias apontadas nas etiquetas. Das cerca de 15 mil etiquetas colocadas pelos grupos autônomos, aproximadamente 91% foram resolvidas pelos grupos de MP. Essas melhorias refletem diferente nos resultados da máquina. Tratando as pequenas anomalias, evita-se a ocorrência de problemas mais graves. As figuras 3.4 e 3.5 mostram a evolução dos números ligados à indisponibilidade de duas máquinas.

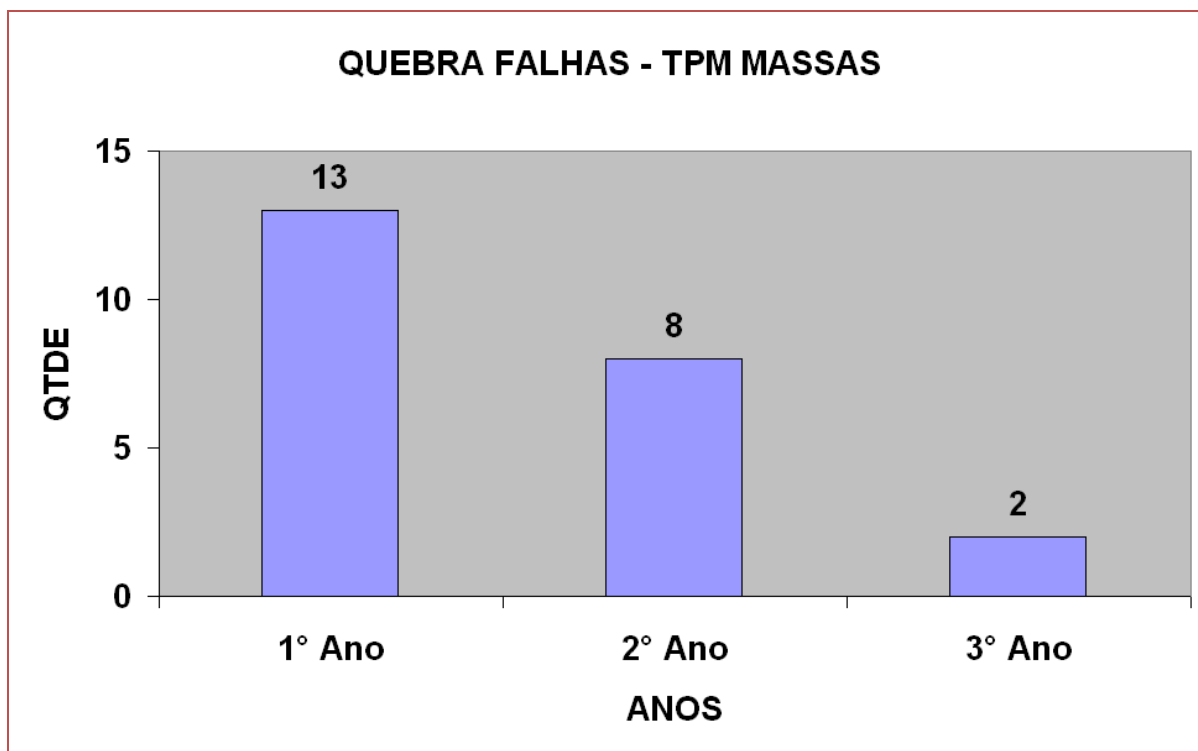


Figura 3.4 –Número de quebras acima de 30min

Fonte: o autor

A figura 3.4 mostra que o número de quebra ou falhas acima de 30 minutos vem diminuindo bastante ao longo dos últimos 3 anos na máquina que está em TPM na UGB de Massas.

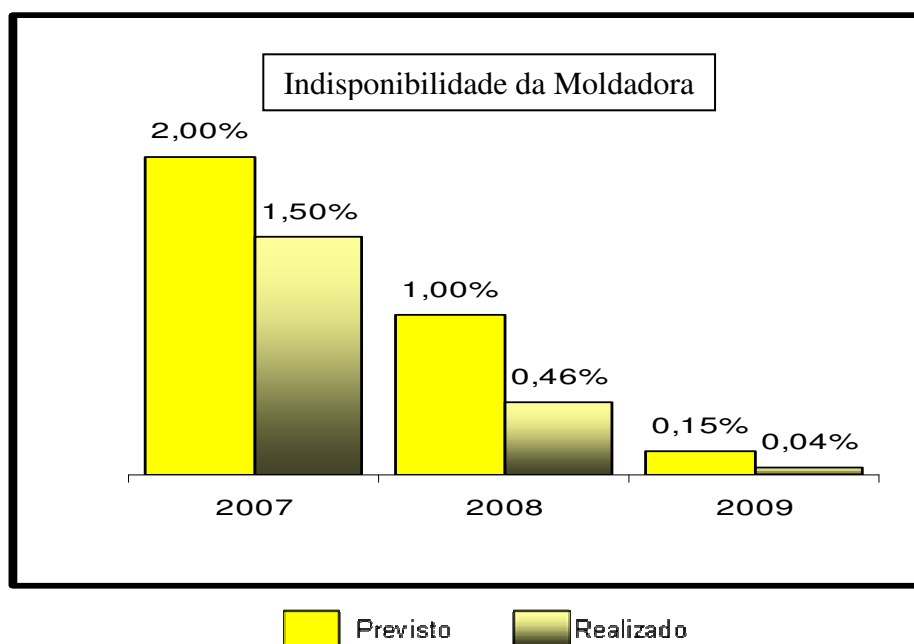


Figura 3.5 - Indisponibilidade da moldadora

Fonte: o autor

Já a figura 3.5, mostra que a indisponibilidade da Moldadora vem diminuindo bastante desde o início do TPM nessa máquina (junho de 2007).

Através de resultados como esses, pode-se dizer que o TPM tem melhorado de maneira considerável o desempenho das máquinas que estão em manutenção autônoma. As máquinas em MA recebem uma atenção especial nas paradas programadas, o que resulta num tratamento mais rápido das anomalias relatadas nas etiquetas.

3.4.2 Dificuldades encontradas e análise crítica

A primeira dificuldade encontrada pelo Pilar de MP foi na definição das máquinas que iriam entrar em manutenção autônoma. De acordo com os critérios estabelecidos pela consultoria (os mesmos apresentados no capítulo 2 desse trabalho), apenas os fornos das linhas de biscoitos apresentaram criticidade nível A. Isso ocorreu porque esses equipamentos oferecem sérios riscos à segurança, tanto das pessoas, como do meio-ambiente. Além disso, os fornos são os fatores limitantes da capacidade produtiva da linha (gargalo). Ou seja, para aumentar a performance máxima da linha, é necessário aumentar o desempenho do forno. Mas, como o forno é um equipamento muito grande (cerca de 40 metros), com muitos detalhes e com componentes de muito difícil acesso, a empresa escolheu outras máquinas para serem as máquinas-piloto, descumprindo então o que diz a metodologia e diminuindo a possibilidade de se obter um maior retorno financeiro. Isso faz com que as melhorias nos equipamentos em MA não altere significativamente o desempenho de toda a linha, visto que a performance do gargalo não mudou.

Porém, a maior dificuldade encontrada pelo Pilar de MP ocorre justamente devido a uma limitação do próprio modelo TPM. Em sua definição, o método TPM deixa bem claro que o Pilar de MP é responsável por coordenar o planejamento da manutenção levando em conta os diversos tipos existentes e escolhendo entre eles uma combinação que otimize os resultados das máquinas e minimize os custos envolvidos. Porém, o TPM não deixa explícito qual método deve-se seguir, quais modelos devem ser usados em cada situação, as vantagens e desvantagens de cada um, etc. A consultoria que presta serviço à empresa não evidencia quais devem ser as medidas adotadas, apenas afirma que se deve mudar as políticas de manutenção. Devido a isso, a política de manutenção planejada da empresa continua do jeito que estava antes da entrada do TPM. Essa é uma das dificuldades citadas no capítulo 2 e que pôde ser evidenciada na prática no estudo de caso realizado.

Para ilustrar a situação demonstrada acima através de números, a tabela 3.1 mostra a quantidade de paradas programadas da linha de produção de biscoitos Wafers antes e depois do TPM:

Tabela 3.1 – Duração das paradas programadas

Fonte: o autor (2009)

Duração das paradas	Antes do TPM	Depois do TPM
Paradas Semanais	Não havia	1 hora
Paradas Quinzenais	10 horas	10 horas
Paradas Trimestrais	26 horas	26 horas

A tabela mostra que, com a entrada do TPM, apenas aumentou a quantidade de paradas programadas da Linha, pois agora existe uma parada semanal de 1 hora para retirada de etiquetas. Com relação às paradas mais longas, nada mudou. Os intervalos entre as paradas ainda são os mesmos, a quantidade de peças em estoque e as atividades feitas durante essas paradas também não sofreram nenhuma alteração relevante. Para um bom funcionamento do Pilar de MP seria necessário que novas políticas de manutenção tivessem sido adotadas, tais como a inclusão de manutenção preditiva ou alguma mudança no dimensionamento de sobressalentes. A empresa deve, portanto, verificar entre os modelos existentes, quais se adequam a realidade financeira e quais podem ser aplicados na prática, levando em conta as limitações dos recursos disponíveis na organização. Para encontrar essa resposta, é necessário que se vá além do TPM e se faça um estudo profundo ou um investimento na contratação de empresas de consultoria especializadas em desenvolver modelos de políticas de manutenção que se adaptem as necessidades e particularidades de cada indústria.

Como essas políticas de manutenção não mudaram, o orçamento voltado para as atividades ligadas a manutenção também não sofreu nenhuma alteração relevante. A tabela 3.2 ilustra a média dos gastos previstos com manutenção nas linhas de biscoitos wafers antes e depois da entrada do TPM:

Tabela 3.2 – Gastos anuais com manutenção

Fonte: o autor (2009)

Antes do TPM	Depois do TPM
R\$ 669.780,00	R\$ 750.520,00

Analisando a tabela 3.2, notamos que houve um pequeno aumento nos gastos decorrente apenas do reajuste normal das peças e materiais. Trata-se então de mais uma demonstração de que as políticas de manutenção não mudaram.

Portanto, conclui-se que o bom resultado apresentado pelas máquinas que estão em MA aconteceu principalmente devido às anomalias que foram tratadas através das etiquetas e pelo foco que é dado nas máquinas em TPM durante as paradas programadas. O ideal seria que o TPM introduzisse uma mudança nas políticas de manutenção da empresa, fato que não está ocorrendo na empresa estudada, devido as limitações do próprio modelo que foram apresentadas no capítulo 2. Para atingir os objetivos desafiadores do TPM (alguns até inatingíveis) seria necessário que a metodologia passasse por uma reformulação onde fossem incluídos, de maneira mais clara, métodos ou modelos para se conseguir chegar nessas metas. Alguns desses métodos foram apresentados no capítulo 2 e auxiliariam bastante na execução das tarefas do pilar de MP.

4. CONCLUSÕES

O trabalho realizou uma análise crítica da implantação do TPM numa indústria de alimentos, mostrando as melhorias obtidas com a entrada da metodologia e as falhas que aconteceram ao longo desse processo.

O TPM é uma metodologia que tem objetivos extremamente desafiadores e muitas vezes inatingíveis. Por propor resultados tão impactantes, o TPM causa uma ilusão nas empresas que decidem adotar o modelo. Ao escolherem o TPM, essas organizações acreditam estar resolvendo todos os seus problemas, principalmente os ligados à manutenção. Por isso, deixam de observar as falhas e limitações do TPM.

Ao término do trabalho, pode-se concluir que a implantação do TPM trouxe vários benefícios para a empresa estudada. O tratamento das anomalias, a interação entre os operadores e mantenedores e o foco maior no desempenho das máquinas em MA, ocasionou uma grande evolução nos indicadores de processo.

Porém, também foi possível notar que o TPM possui diversas limitações. Várias dificuldades e fatores causadores de falhas levantados no capítulo 2 puderam ser comprovados através do estudo de caso.

Dentre essas dificuldades, destacam-se dois fatores principais:

1. Incorporação da filosofia TPM por parte de todos envolvidos.
2. Limitação da metodologia com relação a tomada de decisões na Gestão da Manutenção

Com relação ao primeiro fator, como o resultado do TPM depende bastante da participação e disciplina de todos os envolvidos, é importante que os colaboradores da empresa entendam a necessidade de pôr em prática o que diz a metodologia. Trata-se de uma tarefa difícil, pois só será desempenhada com sucesso se os trabalhadores já estiverem preparados para desempenhar as atividades do TPM. Essa preparação diz respeito principalmente a maturidade com relação a cumprimento de padrões e normas. Quando os colaboradores ainda estão imaturos nesse aspecto, como ocorreu na empresa estudada, muitas dificuldades surgem ao longo da implantação, o que atrasa sua evolução, limita o surgimento de melhores resultados e desmotiva os envolvidos.

Já no segundo fator, está uma das maiores limitações do TPM e, conseqüentemente, uma grande oportunidade de melhoria. Já que o TPM não apresenta um método para tomar decisões com relação a escolha das políticas de manutenção, as empresas que adotam o TPM tendem a não mudar as suas práticas de manutenção. Essa tendência foi abordada no capítulo 2 e pôde ser identificada na prática através do estudo de caso.

Portanto, para conseguir atingir metas tão desafiadoras quanto as estabelecidas pelo TPM, é necessário que as empresas que venham a adotar essa metodologia, compreendam suas limitações e certifique-se de que estão preparadas para incorporar um sistema que exige muito dos seus trabalhadores. Com essa visão mais ampla, será possível obter resultados melhores, sem correr o risco de estar perdendo oportunidades de melhorias por achar que o TPM por si só consiga mudar a realidade da empresa como um todo.

Como sugestão de trabalhos futuro, pode-se desenvolver um estudo sobre a introdução dos conceitos de modelos e métodos matemáticos no pilar de MP, visando suprir a lacuna deixada pelo TPM no gerenciamento das políticas de manutenção.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A; SOUZA, F. *Gestão da Manutenção* – na direção da competitividade. 1 ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2001.
- CARRIJO, J; TOLEDO, J. *Benefícios da implementação do TPM (Total Productive Maintenance) no processo de desenvolvimento de produtos de uma indústria gráfica. In: XXVI ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2006, Fortaleza.*
- CAVALCANTE, C. Modelagem de decisão multicritério no planejamento da manutenção abordando problemáticas de escolha e classificação, 2005. 136p. (Doutorado – Universidade Federal de Pernambuco)
- _____. *Engenharia de Manutenção* – minuta de apostila. Recife, 2008.
- GHINATO, P. *Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time*. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.
- IM&C INTERNACIONAL. *Curso de Manutenção Planejada – TPM*. 2008
- KMITA, S. *Manutenção Produtiva Total (TPM): uma ferramenta para o aumento do índice de eficiência global da empresa. In: XXIII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2003, Ouro Preto.*
- LEANWAY CONSULTING. *TPM – Total Productive Maintenance*. Porto Alegre, 2008.
- LOSS PREVENTION. *TPM – Manutenção Produtiva Total*. São Paulo, 2005
- _____. *TPM – Apostila do Facilitador*. São Paulo, 2006
- OUCHI, W; *Teoria Z: como as empresas podem enfrentar o desafio japonês*. São Paulo: Nobel, 1986
- PEREZ-LAFONT, J. *Instalation of a TPM program in a caribbean plant*. Computers ind. Engn, Great Britain, 133, 315-318, 1997
- RODRIGUES, E. TPM: uma avaliação de falhas e dificuldade na implementação. Recife, 2007 (Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação – Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

RODRIGUES, R; HATAKEYAMA, K. *Analysis of the fall of the TPM in companies*. Journal of Materials Processing Technology, 179, 276-279, 2006

SALTORATO, P; CINTRA, C. T. *Implantação de um programa de Manutenção Produtiva Total em uma indústria calçadista em Franca*. In: XIX ENEGEP- Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1999, Rio de Janeiro

SHIROSE, K. *TPM – Total Production Maintenance: new implementation program in fabrication and assembly industries*. Tóquio: JIPM, 2000.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JONHSTON, R. *Administração da Produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SILVA, G. *Notas de aula da disciplina Gestão da Produção 3 – Sistema Toyota de Produção*. Curso de Graduação em Engenharia de Produção. Departamento de Engenharia de Produção- Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2007.

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

XAVIER, J; DORIGO, L. *A importância da Gestão da Manutenção*, 2006. Disponível em: <http://www.icapdelrei.com.br/arquivos/Artigos/trabalho_20_CBM_nascif_dorigo.pdf>. Acesso em 15/05/2009