

## **Total Productive Maintenance: Benefícios para o aumento da confiabilidade dos equipamentos de uma indústria de cosméticos.**

**Rogério Carlos Tavares<sup>1</sup>, Eudir Scherrer Borges<sup>2</sup>, e Francisco Cristovão Lourenço de Melo<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Universidade de Taubaté/ Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Rua Visconde do Rio Branco, 210 – Centro - 12020-040 - Taubaté - SP – Brasil, [rogeriocarlostavares@bol.com.br](mailto:rogeriocarlostavares@bol.com.br)

<sup>2</sup> Universidade de Taubaté/ Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Rua Visconde do Rio Branco, 210 – Centro - 12020-040 - Taubaté - SP – Brasil, [eudivs@yahoo.com.br](mailto:eudivs@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Universidade de Taubaté/ Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Rua Visconde do Rio Branco, 210 – Centro - 12020-040 - Taubaté - SP – Brasil, [franciscomelo3752@gmail.com](mailto:franciscomelo3752@gmail.com)

**Resumo** - O Objetivo deste artigo é apresentar a aplicação da metodologia *Total Productive Maintenance* – *TPM* - no processo de separação, embalagem e entrega de produtos de uma indústria de cosméticos da grande São Paulo, considerando os seus efeitos e apresentar resultados comparativos dos indicadores chaves de desempenho antes e depois da implantação. Este estudo está baseado em uma revisão da literatura disponível sobre a metodologia e suas interações com os conceitos de administração de organizações. Como resultado da pesquisa, foi estabelecido um cotejamento entre as empresas baseadas no modelo mecânico, orgânico que implantaram a metodologia. As conclusões obtidas indicam que para o sucesso da implantação da metodologia além da necessidade de controles que levam a burocracia é importante a evolução das pessoas, onde conseguiram obter aumento da confiabilidade dos equipamentos através do conhecimento e envolvimento na melhoria dos processos.

**Palavras-chave:** *TPM*, Confiabilidade, Melhoria

**Área do Conhecimento:** Ciências Sociais Aplicadas

### **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 operacionais, visando o aumento da produtividade e competitividade. Produzir apenas não basta, é preciso competir com qualidade, preço e prazo de entrega.

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

Assim o novo estilo do mercado faz com que as indústrias cada vez mais se apeguem a tendências que registram a importância da aplicação da gestão do conhecimento, através da aquisição, geração e disseminação de novas técnicas de gestão.

Entre essas novas técnicas de gestão às quais as organizações são obrigadas a se adaptarem, destacam-se:

*ISO.9000*, *KANBAN*, *TQC*, *TPS*, *TPM* e outras, a qual será abordada a metodologia *TPM* – *Total Productive Maintenance*, que é definida como manutenção do sistema de produção com o

envolvimento de todos, inicialmente implantado apenas na área de manutenção industrial e estendido aos demais departamentos de uma organização devido aos resultados apresentados.

Segundo (Takahashi, Osada, 2006), *TPM* é um conjunto de atividades de gerenciamento voltado para o equipamento, visando atingir a sua máxima utilização promovendo a integração e o envolvimento de todos os funcionários. Dentro deste contexto, isto deve ocorrer desde a concepção da instalação do equipamento até o final da sua vida útil objetivando a busca incessante pela quebra zero, pela falha zero e pelo acidente zero, e assim proporcionar o aumento da meta global da empresa que é a produtividade, contrariando a recente era industrial onde a manutenção era vista apenas como um fator de custos e gastos, contudo atualmente paradas de máquinas durante a produção, pode significar grandes prejuízos, como má qualidade dos produtos, perdas de insumos no processo e principalmente atraso na entrega e insatisfação do cliente.

O presente trabalho descreve a utilização da metodologia *TPM* (*Total Productive Maintenance*) ou Manutenção Preventiva Total no processo de separação, embalagem e entrega de produtos de uma indústria de cosméticos da grande São Paulo, com início da preparação e implantação em julho de 2006.

O artigo irá abordar a sistemática de implantação de três dos oito pilares que sustentam a metodologia, que estão voltados principalmente para a confiabilidade dos equipamentos, quais sejam: Manutenção Preventiva ou Planejada, Educação e Treinamento e Manutenção Autônoma.

O Pilar de Manutenção Preventiva ou Manutenção Planejada se concentra na utilização de ativos e recursos da organização para mapear e prevenir as quebras antes que elas ocorram, objetivando o aumento da confiabilidade. O Pilar de Educação e Treinamento se concentra no desenvolvimento e treinamento das pessoas envolvidas na implantação da metodologia integrando as diversas áreas da organização. O Pilar de Manutenção Autônoma se concentra na realização das atividades conjuntas dos outros dois pilares, com a participação do pessoal operacional e de manutenção no aumento da confiabilidade dos equipamentos.

Para o levantamento de dados, foi realizada análise documental dos indicadores chaves de desempenho antes e depois da implantação combinada com estudo de caso na área de engenharia e produção da empresa pesquisada.

### Metodologia

Segundo Lakatos; Marconi (1993), para a escolha correta do tipo de pesquisa, é necessário ter conhecimento da proposição do problema, da formulação das hipóteses e da delimitação do universo ou da amostra, que está diretamente relacionada com o problema a ser estudado. No caso do projeto de pesquisa que estudará índices de produtividade e capacidade de produção antes da implantação da metodologia TPM e fará uma comparação com a possível melhora após a implantação, será necessária uma pesquisa Quantitativa. Os indicadores chaves de desempenho serão tratados quantitativamente com análise anterior e posterior à implantação dos pilares.

Quanto ao delineamento classifica-se como um estudo de caso. Segundo Gil (2002, apud Valadão, 2007) “[...] esse método é indicado para estudos em que se trabalha com um caso específico que se considera típico ou ideal para explicar certa situação, permite tratar um problema com maior profundidade e possibilita maior integração de dados [...]”.

### O TPM e os Pilares de Confiabilidade

Os princípios da metodologia TPM são fundamentados na idéia que a máquina não quebra, o homem é o responsável pela quebra

das máquinas. O engenheiro Ed Finnerty em *Player Piano*, de Kurt Vonnegut (LIKER; MEIER, 2008 p.15) comenta que “*se não fosse pelas pessoas, sempre presas às máquinas, a Terra seria o paraíso dos engenheiros*”. Referindo-se à questão que as pessoas apenas ligavam e desligavam as máquinas sem o menor envolvimento com o equipamento, lembrando da sua funcionalidade apenas no momento que a quebra ocorria. A partir do momento que as pessoas são treinadas e orientadas a cuidar e zelar pelas máquinas, participando em ações preventivas seguindo a metodologia TPM, ocorre o aumento da confiabilidade devido ao baixo índice de quebras, a esse conceito IMC (2008) denomina-o de que a máquina é do operador e deve ser cuidada por ele.

As pessoas precisam ser desenvolvidas e treinadas para acompanharem a evolução que as organizações estão experimentando em decorrência da globalização, que estabelece novos parâmetros e requisitos para os produtos, e pela pressão da concorrência, o que determina novos e contínuos padrões de competitividade dos produtos e dos processos produtivos. Não basta a empresas cumprirem os ritos mecânicos de ligar e desligar os equipamentos: é necessário ampliar o diálogo entre os operadores e a equipe de manutenção, quando da ocorrência de uma quebra de máquina. É preciso prover qualificação, estudo, formação tecnológica aos indivíduos para que estes acompanhem a evolução das organizações. (LIKER; MEIER, 2008 p.15).

Segundo Xenos (2004), uma forma objetiva de aumentar a produtividade das organizações é utilizar a técnica da manutenção autônoma, um dos pilares da metodologia TPM, a qual pressupõe um estreito relacionamento entre os departamentos de manutenção e operação, de modo que os operadores assumam parte das responsabilidades pelo bom funcionamento dos seus equipamentos.

No início da industrialização, as fábricas eram menores e os equipamentos operacionais eram formados de poucos componentes complexos e eletrônicos, o que proporcionava uma fácil operação e manutenção simples, o que poderia ser realizada pelos próprios operadores. Com o aumento de consumo e avanço tecnológico, os equipamentos se tornaram complexos, rápidos e com uma extrema necessidade de ajustes e regulagens para atenderem aos consumidores no mundo todo. Para que os operadores continuem realizando esses reparos, faz se necessário o desenvolvimento e treinamento da equipe de operação.

Xenos (2004), afirma que o conhecimento e as habilidades das pessoas que lidam com a operação e manutenção dos equipamentos são

suas ferramentas mais importantes e que quanto mais complexos e automatizados se tornam os meios de produção, maiores serão os desafios para as pessoas responsáveis por operá-los e mantê-los.

A metodologia TPM é estruturada por pilares que preparam as pessoas e organizações para esse desenvolvimento necessário, no caso da confiabilidade e aumentos da produtividade (LIKER; MEIER, 2008) podemos destacar os pilares:

**Pilar Manutenção Autônoma:** responsável pela interação entre os departamentos de manutenção e operação;

**Pilar Manutenção Planejada:** responsável gerenciamento das atividades de manutenção, objetivando as manutenções antes que as falhas ocorram;

**Pilar Educação e Treinamento:** responsável pela identificação das necessidades de conhecimentos e aplicação de cursos e treinamentos para as áreas operacionais e de manutenção para a correta utilização dos recursos e ativos;

**Pilar Controle Inicial:** responsável pelos registros e históricos de falhas e melhorias dos equipamentos para serem informados e aplicados nas novas aquisições, evitando assim que novas falhas aconteçam ou acompanhem os novos equipamentos;

**Pilar Manutenção da Qualidade:** responsável pela interferência na qualidade dos produtos pelo departamento de manutenção e operação, ou seja, quanto os equipamentos e as pessoas são responsáveis pela qualidade dos produtos.

### A indústria de cosméticos e a aplicação do TPM

Entre os pilares de confiabilidade do TPM serão estudados os denominados de Manutenção Preventiva ou Planejados, Educação e Treinamento e Manutenção Autônoma. No início dos trabalhos em julho de 2006, a empresa acabará de passar por uma reestruturação global nos níveis hierárquicos e se preparava para uma reestruturação nos processos produtivos e a confiabilidade era uma prática pouco difundida na organização. Após uma criteriosa análise dos processos, foi possível observar que os equipamentos seriam prioridades no plano de reestruturação.

Na ocasião, não havia nenhum tipo de controle de quebras ou falhas, tempos e métodos, a cultura no momento seria de "quando quebrar" se para e conserta.

Iniciou um forte plano de preparação para a implantação dos três pilares de confiabilidade, primeiramente pelo pilar de manutenção

planejada, uma vez, que esse pilar dependia exclusivamente da área de engenharia para ser iniciado, assim as primeiras atividades foram:

- Reestruturação da equipe de engenharia, todos os funcionários foram entrevistados, treinados e avaliados para o comprometimento com a implantação da metodologia, alguns que não acreditavam ou não demonstraram interesse forma substituídos;

- Construção de almoxarifado central de peças de reposição, controlado com *software MRP* para melhor utilização do orçamento da área e disponibilidade de estoque que atendesse às necessidades;

- Segundo Hartmann (1992) é necessária à instalação de software de gerenciamento das atividades de manutenção, que possibilitou gerar indicadores de desempenho para a engenharia, como exemplo o MTBF, MTTR, OEE, etc.;

- Criado *Staff* para o desenvolvimento dos trabalhos de planejamento e controle da manutenção.

Após seis meses de preparação, em janeiro de 2007 iniciou-se as atividades do pilar de manutenção planejada nos principais equipamentos da organização, aqueles que em caso de quebra afetariam a produtividade impactando nos negócios da organização. No mesmo período o pilar de educação e treinamento começava a mapear e elaborar a matriz de treinamentos conforme necessidades operacionais e estratégicas para o desenvolvimento de pessoas e preparação para início do pilar de manutenção autônoma, o qual segundo HARTMANN (1992) é o pilar chave para o sucesso da metodologia. Após o início dos treinamentos e a cultura organizacional acreditando que o TPM facilitaria o dia a dia das pessoas no trabalho, em janeiro de 2008 o pilar de manutenção autônoma iniciou as atividades.

Para essa atividade a organização se mobilizou para comunicar todos os funcionários sobre a necessidade de implantação do TPM e quanto esperava o engajamento das pessoas, isso ocorreu através de um forte esquema de comunicação pela alta direção, reuniões bimestrais, teatros sobre o tema, panfletos e gibis para incentivar e esclarecer as pessoas sobre os benefícios da metodologia.

À medida que os três pilares evoluíam, as pessoas percebiam a melhora no ambiente de trabalhos devido à redução das quebras nos equipamentos, e cada vez mais ficava evidente para a organização que os pilares de confiabilidade do TPM se caracteriza como uma ferramenta importante para a busca de melhoria da confiabilidade dos equipamentos.

É importante ter o envolvimento de todos os funcionários no processo de implantação, principalmente do pessoal operacional. (HARTMANN, 1992 pg. 15) afirma: *“Total Productive Maintenance permanently improves the overall effectiveness of equipment, with the active involvement of operators.”*.

O modelo mecanicista quando implantado, teve forte atuação na padronização das atividades voltadas para o bem estar dos trabalhadores no intuito de melhorar a produtividade e o relacionamento empregado empregador. Com a criação do modelo de produção em massa, a repetição das atividades que gerava a monotonia aos funcionários as quais desmotivados não participavam para que as organizações evoluíssem (WOMACK; JONES; ROOS, 1990).

A partir do momento em que a produção enxuta proporcionou a oportunidade da participação efetiva de todos os funcionários no processo de melhoria e o próprio desenvolvimento pessoal, a indústria japonesa dominou o mercado do mundo todo pela qualidade e custos dos veículos (WOMACK; JONES; ROOS, 1990).

O modelo de produção enxuta evoluiu sobre o modelo de produção em massa em função da evolução, desenvolvimento e envolvimento das pessoas nos processos de melhoria das indústrias japonesas, as quais são acompanhadas desde então.

Na metodologia TPM, o pilar de educação e treinamento participa do processo como um organismo que direciona os demais pilares a uma evolução contínua em busca do desenvolvimento das pessoas.

## Resultados

A metodologia foi implantada há três anos com as atividades de algumas etapas dos três pilares de confiabilidade, essas etapas são definidas pelo manual do curso de formação de instrutores internacionais de TPM (IMC 2008), e podemos demonstrar através de alguns indicadores o quanto à confiabilidade e redução de custos de manutenção melhorou devido à aplicação da metodologia.

Devido à falta de um gerenciador das compras e atividades da manutenção, não era possível ter o controle dos gastos na compra de peças de reposição e o controle das atividades diárias dos funcionários da manutenção, assim as perdas do desempenho não eram computadas resultando em um atendimento exclusivamente voltado para a correção.

As figuras 1 demonstra a melhora considerável dos controles de gastos com o número de horas

extras realizadas pelo departamento, sendo possível após o pilar de manutenção planejada controlar as atividades e gastos com peças de reposição.

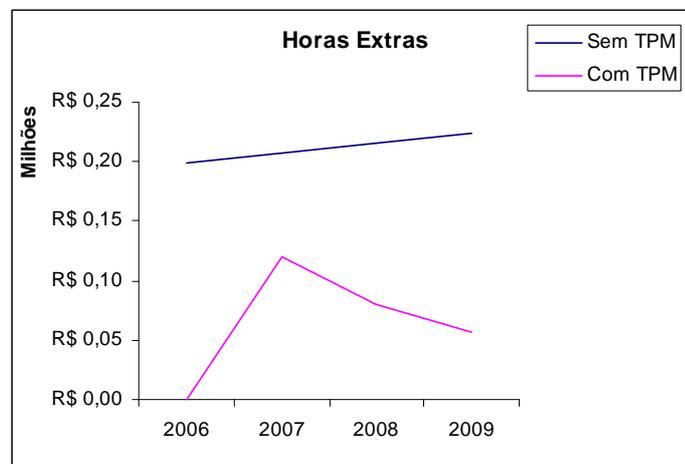


Figura 1 – Indicador número horas extras geradas pelas quebras dos equipamentos.

Antes do início da implantação dos pilares de confiabilidade, não havia histórico de registros, como por exemplo, indicadores de hora extra, gastos com peças de reposição, disponibilidade de equipamentos, MTTR, MTBF, OEE etc., os dados começaram a serem registrados a partir da implantação.

As figuras 2, 3, 4, 5 e 6 demonstram a melhora na disponibilidade, tempo de reparo dos equipamentos e principalmente a mudança de um trabalho 100% focado na correção antes da implantação e com os resultados atuais onde 52% é focado nas manutenções planejadas (Preventivas e Melhorias).

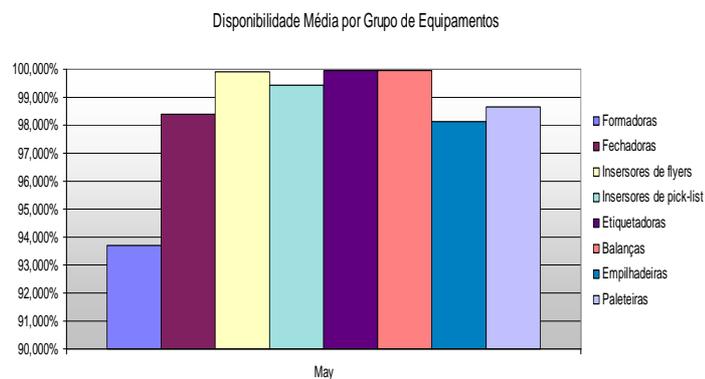


Figura 2 – Indicador de disponibilidade média dos equipamentos – Ano 2009

MTBF Médio por Grupo de Equipamentos

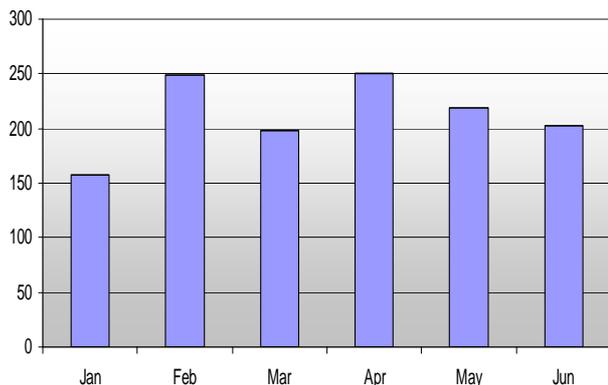


Figura 3 – Indicador do Tempo Médio Entre Falhas – Ano 2008

Percentual de Horas por Tipo de OS

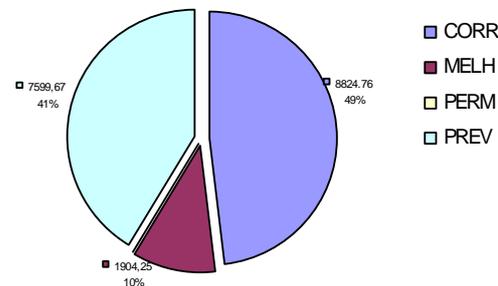


Figura 6 – Indicador percentagem de horas por tipo de manutenção – Ano 2009

MTBF Médio por Grupo de Equipamentos

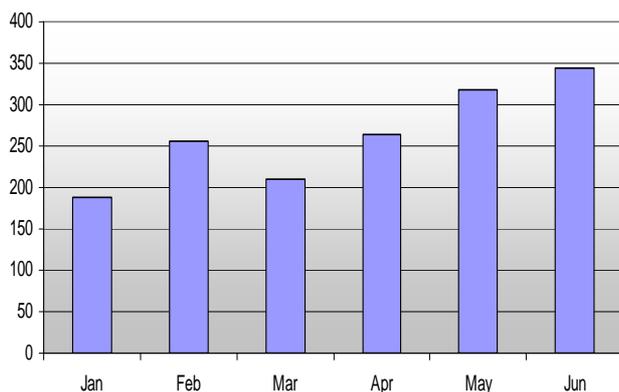


Figura 4 – Indicador do Tempo Médio Entre Falhas – Ano 2009

Percentual de Horas por Tipo de OS

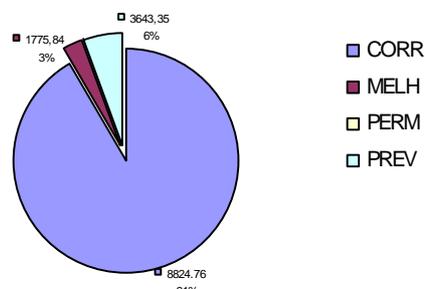


Figura 5 – Indicador percentagem de horas por tipo de manutenção – Ano 2008.

## Discussão

Para a apresentação dos resultados, ocorreu um estudo comparativo entre os resultados após a implantação do TPM focando o aumento de confiabilidade dos equipamentos, redução dos gastos de manutenção e conseqüente aumento da produtividade. O histórico anterior à implantação é inexistente, devido ao foco em uma manutenção 100% corretiva, ou seja, a equipe espera a quebra para atuação.

Observando os gráficos apresentados, fica evidente a melhora nos gastos, nos tempos de reparo e principalmente na mudança de cultura corretiva para planejada, comparada com a técnica usada por Taiichi Ohno que autorizava os operadores a pararem as linhas ao primeiro sinal de problemas para que fossem resolvidos e não voltassem a ocorrer.

## Conclusão

Concluindo, é importante observar que existe uma excelente oportunidade de se aprofundar e ampliar estes estudos de utilização dos conceitos dos Pilares de Confiabilidade do TPM, o de manutenção planejada, educação e treinamento e manutenção autônoma, junto às empresas brasileiras, de maneira que possam vir a ser subsídios cujo objetivo seja elevar a produtividade nos processos produtivos através do aumento da confiabilidade dos equipamentos e, com isso, promover a competitividade das organizações num mercado cada vez mais globalizado.

## Referências

CAMPOS, V.F. **Controle da Qualidade Total**. 4ª Edição. Minas Gerais: Bloch Editores, 1994.

HARTMANN, E. H, Successfully *Installing TPM in a Non-Japanese Plant*. USA: TPM Press, Inc. 1992

IMC INTERNACIONAL. **Curso Internacional IMC para formação de Instrutores de TPM<sup>2</sup>** (Total Performance Management). São Paulo: 2008

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. de A. **Metodologia do Trabalho Científico**. 6ª ed revista e ampliada. São Paulo: Atlas, 2001.

LIKER, J.K. **O Modelo Toyota**. Reimpressão 2008. São Paulo. Bookman, 2005

LIKER, J.K; MEIER, D. P. **O Talento Toyota**. São Paulo. Bookman, 2008

MOREIRA, D.A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 1993

MORGAN, G. **Imagens da Organização**. São Paulo: Atlas, 1996.

NAKAJIMA, S. (1989) - *La Maintenance Productive Totale (TPM)*. Traduzido por Yoko Sim, Christine Condominas e Alain Gómez. Afnor. Paris.

RICHARDSON, R.J. **Pesquisa Social – Métodos e Técnicas**. 2ª Edição. São Paulo: Atlas, 1989

RODRIGUES, FERNANDA DE SALES SILVA. **Avaliação de resultados pré e pós as ações de treinamento operacional**. Taubaté, 2007

SLACK, N; CHAMBERS, S; HARLAND, C; HARRISON, A; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 1999.

TAKAHASHI, Y; OSADA, T. TPM / MPT – **Manutenção Produtiva Total**. 3ª Edição. São Paulo: IMAM, 2006

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Minas Gerais: INDG Tecs: 2004

WOMACK, J.P; JONES, D.T; ROOS, D. **A Máquina que mudou o mundo**. 7ª Reimpressão. São Paulo: Campus, 1990.