

N. CLASS. M 658.202
CUTTER T2821
ANO/EDIÇÃO 2015

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS
ENGENHARIA MECÂNICA
RODRIGO SARTO TEMPESTA

A IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

Varginha
2015

Grupo Educacional UNIS

RODRIGO SARTO TEMPESTA

A IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Esp. Rullyan Marques Vieira.

**Varginha
2015**

RODRIGO SARTO TEMPESTA

A IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Mecânica pela Bancada Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof. Esp. Rullyan Marques Vieira

Prof.

Prof.

Obs.:

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, Aquele que ilumina o meu caminho, oferece proteção e me dá forças para buscar um mundo melhor. Dedico também a minha família e namorada, que sempre me apoiaram nesta caminhada, e a todos os professores e amigos que contribuíram de forma direta e indireta para esta formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estes cinco anos de aprendizado e experiência adquirida ao lado dos professores do Centro Universitário do Sul de Minas, aos meus amigos de classe por toda a amizade e sinergia criada neste período. Agradeço também ao meu amigo Altamiro Caldonazzo, pela grande ajuda no desenvolvimento deste trabalho. Vocês serão sempre lembrados.

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito e nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.”

RESUMO

Este trabalho apresentará uma pesquisa bibliográfica e estudos de caso a respeito da ferramenta da manutenção industrial conhecida como Manutenção Produtiva Total, o TPM. Primeiramente, será abordado um breve estudo sobre a manutenção industrial, qual a sua definição atual, sua origem e evolução, suas ramificações, objetivos e principais indicadores trabalhados dentro de uma empresa. Posteriormente, o trabalho se aprofundará na ferramenta da manutenção de grande importância e sucesso no mundo atual, o TPM. Será estudada sua definição, origem e evolução, objetivos e resultados. Também será trabalhada suas bases, conhecida como Os Oito Pilares do TPM, além de suas etapas para implementação. Por ser uma ferramenta não muito trabalhada no Brasil, as empresas ainda possuem uma mística a respeito do tema, portanto o último capítulo deste trabalho trará resultados de empresas que adotam a metodologia e quais os benefícios foram obtidos de sua correta implementação. O TPM pode trazer grandes resultados para a empresa e deve ser visto com olhares especiais.

Palavras-chave: Manutenção Industrial. TPM. Manutenção Produtiva Total.

ABSTRACT

This study will demonstrate a bibliographic research and cases study about an industrial maintenance tool known by Total Productive Maintenance, the TPM. Firstly, it will approach a small study about industrial maintenance, which the actual definition is, origin and evolution, its ramifications, goals and leading indicators worked on a company. After, the study will deepen inside a maintenance tool which has a great importance and success in the world today, the TPM. We will be studying its definition, origin and evolution, goals and results. It will also be shown its bases, named as The Eight Pillars of TPM, besides of his steps of implementation. By being a not usual worked tool in Brazil, the companies still have a mystical about the subject, that's why the last chapter of this study will bring the results of companies that work with this methodology and what are the benefits achieved from its right implementation. The TPM can brings great results to the company and should be seen with special looks.

Key Words: *Industrial Maintenance. TPM. Total Productive Maintenance.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Custo por faturamento	14
Figura 2 - Custo anual da manutenção com base no PIB	15
Figura 3 - Indisponibilidade devido a manutenção	15
Figura 4 - Indicadores de Disponibilidade	16
Figura 5 - Pilares do TPM	22
Figura 6 - Produtividade GPM cp	29
Figura 7 - Produtividade GPM sp.....	30
Figura 8 - Média anual de perdas por manutenção.....	31
Figura 9 - Vista externa da Sala de Compressores	37
Figura 10 – Iluminação e alarmes sonoros	38
Figura 11 - Manômetro sinalizando a pressão de trabalho/Fita térmica/Estoque de sobressalentes	39
Figura 12 – Sinalização do Fluxo de Ar.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção
- ENESEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção
- GPM – Golpes por minuto
- GPM cp – Golpes por Minuto com perdas
- GPM sp – Golpes por Minuto sem perdas
- IPT – Índice de Perdas Técnicas
- IROG – Índice de Rendimento Operacional Global
- JIPE - *Japan Institute of Plant Engineers*
- JIPM - *Japan Institute of Plant Maintenance*
- MTBF - *Mean Time between Failures*
- MTTR - *Mean Time to Repair*
- OEE - Eficiência Global do Equipamento
- OPE - Eficiência Global da Produção
- PM - *Productive Maintenance*/Manutenção Produtiva
- PPM – Partes por Milhão
- TMEF - Tempo Médio entre Falhas
- TMPR - Tempo Médio para Reparo
- TPM - *Total Productive Maintenance*/Manutenção Produtiva Total
- UBQ – União Brasileira de Qualidade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MANUTENÇÃO.....	12
2.1 História	12
2.2 Tipos de Manutenção	13
2.3 Objetivos da manutenção.....	14
2.4 Custos da manutenção	14
2.5 Indicadores da Manutenção	15
3 O TPM	17
3.1 Origem do TPM.....	17
3.2 Gerações do TPM	18
3.3 Objetivos do TPM.....	19
3.4 Perdas do sistema produtivo relacionadas ao TPM	19
3.4.1 As seis grandes perdas dos equipamentos	19
3.4.2 As sete grandes perdas da produção	20
3.5 Resultados do TPM	20
4 OS OITO PILARES DO TPM	22
5 ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO TPM	24
5.1 Primeira etapa – Declaração da Diretoria na iniciativa de implementar o TPM.....	24
5.2 Segunda etapa – Treinamento introdutório do TPM.....	24
5.3 Terceira etapa – Criação da estrutura de Coordenação.....	24
5.4 Quarta etapa – Determinação das diretrizes, indicadores e metas.....	25
5.5 Quinta etapa – Preparação do plano diretor de implementação do TPM	25
5.6 Sexta etapa – Início do TPM.....	25
5.7 Sétima etapa – Melhoria do desempenho no processo produtivo	26
5.8 Oitava etapa – Estabelecimento do sistema de preservação da segurança e meio ambiente	26
5.9 Nona etapa – Estabelecimento do sistema de manutenção da qualidade.....	27
5.10 Décima etapa – Estabelecimento do sistema de melhoria da eficiência dos setores administrativos	27
5.11 Décima primeira etapa – Estabelecimento do sistema de gestão da fase inicial de equipamentos e novos produtos	27
5.12 Décima segunda etapa – Consolidação do TPM.....	27
6 EMPRESAS QUE IMPLEMENTARAM O TPM E RESULTADOS OBTIDOS	28
6.1 Volkswagen do Brasil em Taubaté.....	28
6.2 Intral S.A Industrial de Materiais Elétricos	31
6.3 V&M do Brasil.....	313
6.4 Empresa de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, com nome não citado.....	35
6.5 Início de um projeto piloto em uma fábrica de Varginha, Minas Gerais	35
7 CONCLUSÃO.....	351
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

No mundo atual, para garantir a continuidade do trabalho e alcançar sucesso, as empresas necessitam de flexibilidade, qualidade nos serviços e, principalmente, lucro. A globalização criou enorme competitividade. A sobrevivência no mercado pelas companhias depende de sua velocidade de resposta em frente às rápidas e profundas mudanças nas expectativas do cliente e demandas. Os processos produtivos estão cada vez mais enxutos e eficientes, as máquinas não podem parar.

Outro fator fundamental para a sobrevivência de uma empresa é o grau de comprometimento de seus integrantes. Do funcionário de mais simples cargo aos de maiores destaque, todos necessitam de um bom tratamento e motivação, isto propicia um alto comprometimento, um impacto inovador que gera a mudança na mentalidade das pessoas e no ambiente de trabalho, um desejo de todos na busca dos resultados e na solução de problemas, a fim de reformular a estrutura e gerar lucros cada vez maiores.

Frente a essas exigências do mercado moderno, surgiu, na década de 70, a ferramenta que é conhecida no Brasil como Manutenção Produtiva Total ou na língua inglesa conhecida como *Total Productive Maintenance*, de onde vem a sigla TPM. Para Osada (1993) as atividades da Manutenção Produtiva Total estão focadas ao resultado, buscando maximizar a vida útil do equipamento e eficiência do sistema de produção, além de se aproveitar os recursos existentes para buscar a perda zero.

Segundo Nakajima (1989) a manutenção produtiva é realizada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos. Assim, a interação entre todos os níveis da hierarquia motiva os trabalhadores a buscarem o melhor para a empresa.

Este trabalho tem como base estudar o que é a manutenção industrial, dando ênfase ao conceito do TPM. O objetivo é apresentar os conceitos fundamentais desta ferramenta e quais seus benefícios, quando implantada de forma correta. Serão mostrados exemplos onde a implementação do programa de TPM eliminou desperdícios; reduziu os custos, interrupções e paradas de produção por quebras ou intervenções; e expandiu a eficiência das máquinas e interação dos funcionários com o local.

2 MANUTENÇÃO

De acordo com a NBR 5462/1994 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994), a manutenção está intimamente ligada a junção de todas as ações administrativas e técnicas, incluindo as de supervisão, com o propósito de manter ou recolocar o item em um estado no qual possa desempenhar sua função requerida.

Já, na BS 3811/1993 (BRITISH STANDARDS INSTITUTE, 1993), a manutenção é definida como a combinação de toda ação para manter um item ou restaurá-lo, de acordo com o padrão aceitável.

Para Kardec e Nascif (1998), a manutenção tem como dever, garantir a disponibilidade da função de um equipamento e/ou instalação para satisfazer um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com segurança e preço adequado.

2.1 História

Grande parte dos conceitos relacionados a indústria foram modificados ao longo dos anos e para o conceito da manutenção não foi diferente. Assis (1997) diz que em poucos anos a manutenção deixa de ser uma condição de socorro que garante a produção, para se tornar uma condição de necessidade de produção, onde deve garantir confiabilidade em todo processo produtivo.

De acordo com Moubray (1997), é possível dividir a história da manutenção, basicamente, em três períodos distintos.

O primeiro período vem pré-Segunda Guerra Mundial e as máquinas eram reparadas somente depois da falha ou para uma manutenção emergencial.

O segundo período é compreendido desde a Segunda Guerra até os anos 60. Busca-se maior confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos. O período é marcado pelo início da manutenção preventiva.

Já o terceiro período surge em meados da década de 70 e está em ação até os dias atuais. Existe uma alta preocupação com a disponibilidade e confiabilidade dos processos. Busca-se a maximização da vida útil e produção de equipamentos que preservem o meio-ambiente, além de uma maior segurança ao operador, maior qualidade do produto e custos controlados. O período é também marcado pelo uso de computadores cada vez potentes, *softwares* de intervenções, além do surgimento dos grupos de trabalho multidisciplinares.

2.2 Tipos de Manutenção

Na atualidade podem ser citadas, basicamente, seis tipos de manutenção:

A Manutenção Corretiva Não Planejada é a atuação em falhas que já ocorreram ou desempenhos menores que os esperados. O planejamento e preparação dos componentes e serviços não são realizados (WILLIANS, 1994 apud CASTELLA, 2001).

A Manutenção Corretiva Planejada segue um acompanhamento preditivo que gerencia a existência de uma anormalidade ou a falha do equipamento. A correção está em cargo de uma decisão gerencial. A opção de seguir uma manutenção corretiva planejada vem ligada aos aspectos da garantia do ferramental, sobressalentes e segurança devido ao melhor planejamento dos serviços e recursos necessários (PINTO; XAVIER, 2001 apud MUASSAB, 2002).

Para Patton Junior (1983) na Manutenção Preventiva existe um trabalho sistemático que busca evitar as falhas procurando sua prevenção e garantindo um controle contínuo sobre o equipamento, seguindo um plano de ação preventiva previamente elaborado, baseado em intervalos de tempo já definidos. Pode-se determinar qual o tempo provável em que terá a falha, mas não se pode determinar com exatidão quando irá ocorrer.

A Manutenção Preditiva, para Moubrey (1997), trabalha com o equipamento em funcionamento e com o acompanhamento dos principais parâmetros, gerando a previsibilidade de sua deterioração. Por meio de dados e informações coletadas ao longo do tempo, por uma instrumentação específica defini-se um estado futuro, acompanhando e analisando quais as tendências de variáveis da máquina. Esses dados são medidos como análise de vibrações, ensaios ultrassom, análise físico-química dos óleos, temperatura e termografia.

A Manutenção Detectiva é a busca por falhas dentro de sistemas de proteção. Estas falhas estão geralmente ocultas ou de difícil percepção para os manutentores ou operadores (PINTO, 2001 apud CASTELLA, 2001).

Por fim, a Engenharia de Manutenção é o estudo das causas raízes dos problemas e melhoria dos padrões, para que se deixe de ficar corrigindo e convivendo constantemente com problemas crônicos. A organização que utilizar a manutenção corretiva, incorporando à preventiva e preditiva estará realizando a Engenharia de Manutenção (ARAÚJO e SANTOS, 2008).

2.3 Objetivos da manutenção

Slack et al. (2002) classifica os seguintes objetivos da Manutenção:

- a) Redução de custos: utilizando-se da manutenção preventiva e/ou preditiva pode-se reduzir falhas, impactando em menos ações corretivas;
- b) Maior vida útil dos equipamentos;
- c) Maior qualidade de produtos: um equipamento em sua condição ideal de funcionamento garante a qualidade dos produtos;
- d) Maior confiabilidade dos equipamentos: equipamentos em suas condições ideais geram maior segurança ao operador, maior disponibilidade e velocidade de produção;
- e) Melhor ambiente de trabalho: trabalhar em um setor limpo, organizado e em boas condições de operação gera confiança, segurança e motivação;
- f) Instalações da produção com maior valorização: instalações bem mantidas têm maior valor de mercado;
- g) Maior poder de investimento: a redução de custos gerada por um programa de TPM garante o aumento de investimentos nos setores fabris.

2.4 Custos da manutenção

Existe uma grande preocupação gerencial em reduzir o custo de manutenção. Segundo dados do Documento Nacional da ABRAMAN (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO, 2013), em pesquisa realizada, o custo total da manutenção por faturamento bruto de uma empresa, gira em torno de 4,69% .

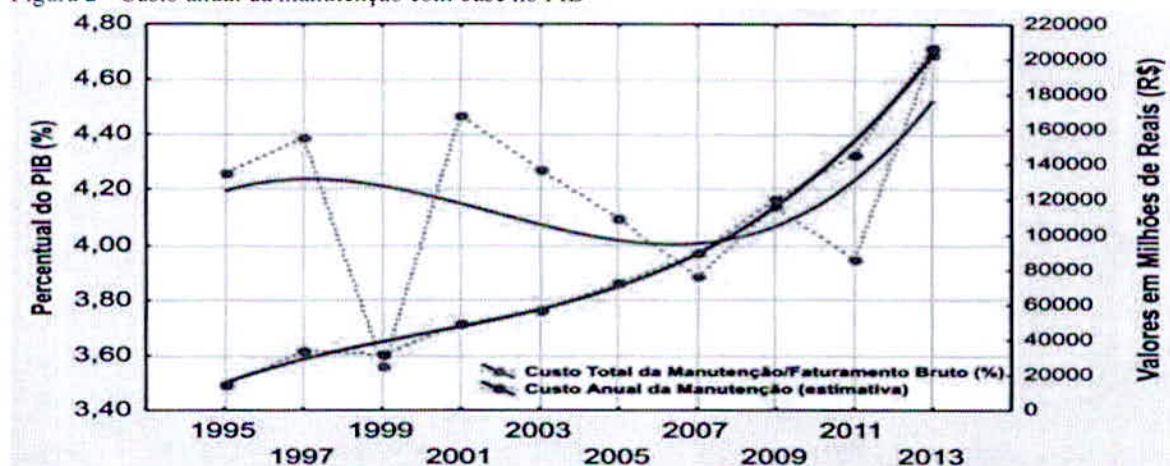
Figura 1 - Custo por faturamento

Ano	Custo Total da Manutenção / Faturamento Bruto
2013	4,69 %
2011	3,95 %
2009	4,14 %
2007	3,89 %

Fonte: ABRAMAN, 2013.

Uma manutenção mal conduzida pode levar à perda de faturamento e lucro da organização.

Figura 2 - Custo anual da manutenção com base no PIB



Fonte: ABRAMAN, 2013.

Utilizando os 4,69% listado na figura 1, se uma empresa fatura R\$ 10.000.000,00 brutos em um ano, os custos que ela tem com a manutenção, podem chegar até R\$ 469.000,00

2.5 Indicadores da Manutenção

Para Zen (2008), os principais indicadores trabalhados da manutenção são:

- a) Hora Parada ou Hora Indisponível: tempo de comunicação da indisponibilidade da máquina ou equipamento até a sua liberação para funcionamento;

Figura 3 - Indisponibilidade devido a manutenção



Fonte: ABRAMAN, 2013.

De acordo com a ABRAMAN em pesquisa realizada em 2013, as empresas brasileiras possuem em média um fator de indisponibilidade de 6,15%.

- b) Hora de espera: tempo entre a sinalização da indisponibilidade do equipamento até o início do atendimento pelo manutentor;
- c) Hora de impedimento: tempo gasto com ações que não dependem diretamente da ação dos manutentores, ou seja, é necessária ações de outras equipes, tais como engenharia, compras, laboratórios e projetos;
- d) Disponibilidade: representa a probabilidade de que, em um dado momento, um equipamento estará apto para uso;

Figura 4 - Indicadores de Disponibilidade

Indicadores de Disponibilidade (%)									
Tipo	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013
Disponibilidade Operacional	85,82	89,30	91,36	89,48	88,20	90,82	90,27	91,30	89,29
Indisponibilidade devido a Manutenção	4,74	5,63	5,15	5,82	5,80	5,30	5,43	5,44	6,15

Fonte: ABRAMAN, 2013.

Os indicadores de disponibilidade podem ser os seguintes:

- e) Custo de manutenção: representa a soma dos fatores como custos de intervenção de manutenção (por exemplo, sobressalentes, recursos materiais e mão de obra), custos próprios da equipe de manutenção (como administração, treinamentos e outros, os custos de perdas de produção), e o custo da perda de oportunidade pela falta do produto se houver demanda;
- f) TMEF - Tempo médio entre falhas/MTBF (*Mean Time Between Failure*): tempo médio entre a ocorrência de uma falha e outra;
- g) TMPR - Tempo médio para reparo/MTTR (*Mean Time To Repair*): tempo em que a equipe de manutenção demanda para reparar e disponibilizar a máquina para funcionamento;
- h) Confiabilidade: probabilidade de que um equipamento ou máquina funcione de forma correta durante um determinado período ou de estar em condições de trabalho após um determinado período de funcionamento (TAVARES, 1999);
- i) Manutenibilidade ou Manutenibilidade: probabilidade de se, novamente, colocar em um estado operacional um item avariado em um período de tempo predefinido.

3 O TPM

A Manutenção Produtiva Total (TPM) pode ser explicada como um sistema de gestão para administração das operações de manutenção em indústria, em que há uma íntima relação entre pessoas e equipamentos. Para Osada (1993) as atividades da Manutenção Produtiva Total, estão focadas ao resultado, buscando maximizar a vida útil do equipamento e eficiência do sistema de produção, além de se aproveitar os recursos existentes para buscar a perda zero.

De acordo com Xavier (2006) a metodologia do TPM pode atuar como uma gestão de performance, atuar nos mais variados setores dentro de uma empresa e, na maioria das vezes, contará com a participação de todos os funcionários.

“Pode-se, também, definir o TPM como uma sequência de metodologias destinadas a assegurar que cada máquina seja sempre capaz de realizar suas tarefas fundamentais para que a produção jamais seja interrompida, através da integração de pessoas, processos e equipamentos” (UNILEVER, 2001, pag. 08).

Para Netto (2008), o TPM pode ser definido como:

Uma filosofia e uma coleção de práticas e técnicas desenvolvidas na indústria japonesa e destinados a maximizar a capacidade dos equipamentos e processos, não se destinando somente para a manutenção dos equipamentos, mas também para todos os aspectos relacionados à sua instalação e operação e sua essência reside na motivação e no enriquecimento pessoal das pessoas que trabalham dentro de uma companhia. (UBQ, 2008 apud NETTO, 2008, pag.33)

Percebe-se que, o TPM está intimamente ligado ao desenvolvimento da manutenção e do profissional.

3.1 Origem do TPM

Para Yamaguchi (2005), no período pós a Segunda Grande Guerra Mundial, os Estados Unidos decidiram dar apoio técnico e financeiro ao Japão, país destruído pelos horrores da batalha e das bombas atômicas, que dizimou milhares de japoneses. Com o apoio dos americanos Edward Deming, Joseph Juran e outros, as companhias japonesas, iniciaram uma pesada mobilização para a conscientizar a população dos benefícios da qualidade. A metodologia da manutenção dentro do sistema produtivo foi inicialmente estabelecida nos Estados Unidos, porém foi, gradativamente, aprimorada no Japão.

A partir de 1969, a Nippondenso, pertencente ao Grupo Toyota, sediada no Japão, introduziu o TPM, através da evolução da PM (Manutenção Produtiva), porém com participação de todos, assim chamada de *Total PM*. Essa transformação se fez na obtenção do prêmio concedido pelo JIPE (*Japan Institute of Plant Engineers*), o *PM Award*, em 1971. Devido ao excelente rendimento alcançado pela empresa, a Manutenção Produtiva Total foi desde então desenvolvido e promovido pelo JIPE e posteriormente pela JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) (MOREIRA, 2003).

3.2 Gerações do TPM

Segundo Moraes (2004), desde seu surgimento, a TPM pode ser dividida em quatro gerações. No início, a primeira geração, as ações eram tomadas pelos departamentos diretos ligados ao equipamento. Quando voltadas para a maximização da eficiência global dos equipamentos, as ações estavam focadas apenas nas perdas por falhas.

Quando o foco deixa de ser apenas nas perdas por falhas e passa a ser pela extinção das seis grandes perdas do equipamento, surgem os primeiros passos da segunda geração, a partir da década de 80. As seis grandes perdas podem ser divididas em perda por quebra ou falha, por velocidade reduzida, por preparação e ajuste, por defeitos no processo, por pequenas paradas e operação em vazio e perda no início da produção.

Surge no fim da década de 80 a terceira geração do TPM, cujo foco não é mais ligado somente ao equipamento e passa, também, a ser o sistema de produção.

A última evolução, para Moraes (2004), vem quando o foco está nas 20 grandes perdas da indústria, divididas em perdas de compras, distribuição, processos e inventários. A chamada quarta geração vem a partir de 1999 até os dias atuais, ela envolve a participação de toda a organização na eliminação de custos e perdas produtivas e maximização da eficiência.

Quadro 1 - Gerações do TPM

	1ª geração (1970)	2ª geração (1980)	3ª geração (1990)	4ª geração (2000)
Estratégia	Eficiência dos equipamentos		Produção e TPM	Gestão e TPM
Foco	Equipamento		Sistema de Produção	Sistema Geral da Companhia
Perdas	Perda por falha	Seis principais perdas nos equipamentos	Dezesseis perdas (equipamentos, fatores humanos e recusos)	Vinte perdas (compras, processos, distribuição, inventário)

Fonte: Adaptado Netto, 2008.

3.3 Objetivos do TPM

A meta do TPM é maximizar a confiabilidade e disponibilidade da máquina, associando um cuidado planejado entre operador e máquina e uma manutenção planejada. Também tem em seu objetivo contribuir para a redução das perdas na produção e diminuição do estoque de peças e equipamentos para máquinas responsáveis pela produção em si, segundo o *Japan Institute Plant of Maintenance* (JIPM, 2008).

De acordo com o JIPM, os objetivos principais do TPM são:

- a) Maximizar a eficiência do sistema de produção;
- b) Reduzir todos os tipos de perdas, com a meta de zero acidentes, defeitos e avarias em todo o sistema de produção;
- c) Participação dos mais variados setores da empresa na implementação do TPM, como administrativo, vendas, marketing e outros;
- d) Participação e envolvimento dos vários graus de funcionários, seja nível gerencial até o chão de fábrica, na implantação do programa TPM;
- e) Utilizar pequenos grupos de trabalhos, com o fim de realizar a melhoria contínua para obter a meta zero.

3.4 Perdas do sistema produtivo relacionadas ao TPM

Para Ohno (1997), perda ou desperdício é tudo que não agrega valor ao produto final. As perdas podem ser encontradas nas mais diversas formas dentro de uma cadeia produtiva, porém, para este estudo, serão abordadas as conhecidas seis perdas de equipamento elaborado pelo JIPM, além das sete perdas da produção de Ohno.

3.4.1 As seis grandes perdas dos equipamentos

As seis grandes perdas dos equipamentos, de acordo com a JIPM, são:

- a) Perda por parada devido à quebra/falha: originada da não manutenção ou desta feita incorretamente;
- b) Perda por mudança de linha e regulagens;
- c) Perda por operação em vazio e pequenas paradas: são paradas de máquina geradas por pequenas inatividades da produção;

- d) Perda por queda de velocidade: esta perda é minimizada através da atuação conjunta dos pilares Manutenção Autônoma e Manutenção Planejada, pilares do TPM;
- e) Perda por defeitos gerados no processo de produção: repetições de processos defeituosos e ao retrabalho;
- f) Perda no início da operação e por queda de rendimento: é a perda no período gasto para estabilização do processo demandando tempo e estudo.

3.4.2 As sete grandes perdas da produção

As perdas da produção classificadas por Ohno (1997) estão estruturadas em:

- a) Superprodução: considerada a principal, pois a partir desta, surgem todas as outras perdas;
- b) Espera: segundo Liker (2004) esta perda está no tempo em que nenhum processo é feito ou quando os processos não atuam de forma harmônica;
- c) Perda por transporte: para Shingo (1996) os procedimentos de transporte não aumentam o valor agregado, desperdiçam tempo e recursos;
- d) Perda por Processamento: são ocasionadas pela falta de eficiência do processo produtivo, de equipamentos ou máquinas de forma isolada;
- e) Perda de Estoque: para Liker (2004), os estoques são fenômenos não lucrativos sob forma de matéria prima, material em processo ou bens acabados, causando longos tempos de processamento, obsolescência, mercadorias danificadas, atrasos, custos de manutenção de estoque e de transportes;
- f) Perda por movimentos desnecessários: movimentações de qualquer origem que não agreguem valor ao produto final são consideradas perdas de movimentação;
- g) Perda por produtos defeituosos: itens com defeito, retrabalhos, reparos, substituições na produção e inspeções gerando perdas significativas com material, tempo e investimento.

3.5 Resultados do TPM

De acordo com a Advanced Consulting & Training (2011), empresa de consultoria especializada na implementação do TPM, são grandes os resultados possíveis para se alcançar com a correta implantação do TPM:

No TPM, os resultados são medidos dentro de seis dimensões: Produção, Qualidade, Custo, Entrega, Segurança e Moral. Deve haver um equilíbrio entre essas seis dimensões. De nada adianta ter a melhor produção se os custos forem maiores que o de seus concorrentes. Da mesma forma, sua empresa não existirá se tiver o menor custo e a melhor qualidade e não conseguir atender as necessidades de prazo de entrega de seus clientes. (ADVANCED CONSULTING & TRAINING, 2011, f.5)

Ainda, para a Advanced Consulting & Training os números que a correta implementação do TPM podem atingir giram em torno de:

Quando ligados a Produção, podem elevar a produtividade em 200% e a eficiência da máquina, OEE, em 200%; além de reduzir em até 95% as falhas de processo.

Quando relacionados a Qualidade a ferramenta do TPM pode reduzir em até 90% dos defeitos e 80% das reclamações dos clientes.

Ligadas à Entrega, pode-se reduzir até 50% do estoque de materiais; 60% do estoque de produtos em processo e 90% do *lead time* de produção.

No quesito Segurança & Ambiente, é possível eliminar os acidentes com afastamento, acidentes ambientais e eliminação da poluição.

Os custos de transformação podem ser reduzidos em até 30% e os custos de manutenção em até 45%.

Além de você melhorar o número de Sugestões por Melhoria, os chamados Kaizen, e reduzir o absenteísmo.

4 OS OITO PILARES DO TPM

Segundo Kraus (1994), dentro da ferramenta TPM existem oito importantes pilares que constituem de sua base:

Figura 5 - Pilares do TPM



Fonte: Advanced Consulting & Training, 2011.

- a) Educação e Treinamento: reduzir as perdas geradas por erros humanos através do treinamento, capacitação e controle dos operadores, mantenedores e lideranças da Manutenção Produtiva Total;
- b) Manutenção Autônoma: a manutenção básica de um equipamento é feita pelo seu próprio operador, evitando o desgaste acentuado e o alto nível de produtividade através de uma

operação correta e inspeção diária. Conscientizar o operador sobre a importância dele e de sua máquina no processo produtivo é a principal meta deste pilar;

- c) **Manutenção Planejada:** planejamento da manutenção em seu nível macro. A responsabilidade deste pilar está no setor da manutenção e seus mantenedores. Objetiva o aumento da eficiência global dos equipamentos (OEE), com aumento da disponibilidade operacional;
- d) **Melhoria Específica:** gerenciamento das informações de funcionamento dos equipamentos. Processos estatísticos que propõem a otimização e visam eliminar perdas. Focar em inovações;
- e) **Segurança, Saúde e Meio Ambiente:** objetiva o nível zero de acidentes, a melhoria na ergonomia fabril e a redução máxima de qualquer forma de poluição. Se torna importante ao ponto que torna obrigatória, através das leis e de requisitos ambientais e de segurança do trabalho, a prevenção de acidentes;
- f) **Manutenção da Qualidade:** através do eficiente reparo das máquinas de produção a TPM tem como meta “zero defeito” de produtos, eliminando refugos e evitando o retrabalho;
- g) **Controle Inicial:** gestão unificada na manutenção de novos equipamentos. A manutenção de equipamentos pode apresentar deficiências por falta de informações referentes ao histórico de funcionamento;
- h) **Gestão Administrativa (TPM Office):** Uso da metodologia na redução de perdas administrativas, em todos os setores de uma empresa, com otimização, qualidade, confiabilidade e rapidez.

5 ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO TPM

De acordo com a Advanced Consulting & Training, a JIPM sugere que o TPM deve ser implementado em 12 etapas:

5.1 Primeira etapa – Declaração da Diretoria na iniciativa de implementar o TPM

Os resultados alcançados dentro de uma empresa pelo TPM dependem muito da determinação da alta administração. A ferramenta irá mudar o escopo e forma de trabalhar de seus envolvidos, em alguns casos até mesmo a estrutura administrativa da empresa, por isso é de grande importância que todos estejam psicologicamente preparados.

Quando se tem uma alta gerência que busca o conhecimento e busca conhecer o que se implanta, dá total suporte participativo e financeiro, além de também cobrar os resultados, tem-se a certeza que o TPM será implementado com sucesso (ADVANCED CONSULTING & TRAINING, 2011).

5.2 Segunda etapa – Treinamento introdutório do TPM

“O desenvolvimento de novos conhecimentos é a base de qualquer processo de melhoria. O passo inicial deve ser a capacitação das pessoas que serão responsáveis pelos processos de planejamento e coordenação da implementação do TPM.” (ADVANCED CONSULTING & TRAINING, 2011, f.4).

Para Yamaguchi (2005), nesta segunda etapa, não somente o setor de produção, mas todos os outros setores, como de vendas, compras, pesquisa e desenvolvimento de projetos e todos os outros, devem receber um treinamento introdutório.

5.3 Terceira etapa – Criação da estrutura de Coordenação

Aqui se tem a definição do papel de cada nível hierárquico na implementação do TPM. Para a determinação da estratégia, tática e operacionalização do TPM, os envolvidos são diferenciados em três grupos.

O chamado Comitê Gestor, vem para definir toda a estratégia e é formado pela diretoria e gerência da companhia. Os sub-comitês são integrados pelos gerentes e supervisores, e estão a cargo de desenvolver e adequar esta metodologia dentro da filosofia da

empresa. Normalmente, se orienta a criar até oito sub-comitês, sendo cada um responsável pelo desenvolvimento de um pilar do TPM. Por fim, temos os times formados pelo operários e supervisores, são os chamados times operacionais, os que farão toda a parte prática da ferramenta (ADVANCED CONSULTING & TRAINING, 2011).

5.4 Quarta etapa – Determinação das diretrizes, indicadores e metas

É nesta etapa que a empresa deve definir os resultados, indicadores e metas que eles desejam seguir, buscar o norte para todas as atividades do TPM (ADVANCED CONSULTING & TRAINING, 2011).

Para definição das metas, é necessário um levantamento criterioso, verificação dos indicadores utilizados e monitoramento. Estas metas, tais como redução de quebras e aumento da eficiência global, devem fazer parte das metas anuais da empresa (YAMAGUCHI, 2005).

5.5 Quinta etapa – Preparação do plano diretor de implementação do TPM

Neste momento cria-se o Plano Diretor ou Plano Macro de implementação do TPM. É o período onde a empresa irá definir cronogramas, atividades que serão realizadas e recursos necessários para que as metas e objetivos sejam alcançados.

Esta etapa deve ser muito bem realizada, pois qualquer erro gerado no planejamento pode gerar grandes desvios da metodologia TPM, provocando um fenômeno conhecido como "*false start*", onde a companhia crê estar implementado o TPM, porém os esforços são muito maiores que os resultados alcançados. Este chamado fenômeno "*false start*" gera grande aversão dentro das empresas e atrapalham a disseminação do TPM nas demais companhias (ADVANCED CONSULTING & TRAINING, 2011).

5.6 Sexta etapa – Início do TPM

É o início. A cerimônia deve ser guiada pela alta direção, mostrando a todos o comprometimento com o TPM, apresentando o que foi planejado nas etapas anteriores e os quais as expectativas e objetivos futuros. Neste meio tempo é essencial o início de um processo piloto, sendo esta peça importante para apresentação dentro desta cerimônia,

antecipando os resultados esperados no TPM (ADVANCED CONSULTING & TRAINING, 2011).

5.7 Sétima etapa – Melhoria do desempenho no processo produtivo

Para o desenvolvimento deste passo, trabalha-se com quatro pilares. Estes pilares são considerados fundamentais na melhoria do processo produtivo.

No pilar da Manutenção Autônoma, desenvolvem-se os operários, objetivando que os mesmos se tornem aptos para estabelecer e manter as condições básicas e operacionais de seus equipamentos. O operário quando está capacitado é capaz de detectar possíveis anomalias.

Focando na redução das perdas, (quando reduzidas nas seis perdas de equipamentos, temos elevação da OEE, ou Eficiência Global dos Equipamentos; e quando reduzidas as demais, temos o aumento da OPE, que é a Eficiência Global da Produção) estará se trabalhando sobre o pilar Melhorias Específicas.

No pilar Manutenção Planejada, determina-se as práticas de manutenção mais adequada a cada equipamento. O objetivo da manutenção programada é a prevenção das falhas, utilizando a meta de zero avarias para cada equipamento.

No Pilar Educação & Treinamento, capacita-se os envolvidos no projeto pois adquirir novos conhecimentos e habilidades são a base de qualquer processo de melhoria (ADVANCED CONSULTING & TRAINING, 2011).

5.8 Oitava etapa – Estabelecimento do sistema de preservação da segurança e meio ambiente

A segurança é promovida através do TPM. Pode-se dizer que “[...] atua na segurança do trabalho e na utilização sustentável dos recursos ambientais, objetivando a criação de um ambiente de trabalho e processos produtivos isentos de acidentes que possam causar danos às pessoas ou ao meio ambiente.” (ADVANCED CONSULTING & TRAINING, 2011, f.8).

5.9 Nona etapa – Estabelecimento do sistema de manutenção da qualidade

Nesta etapa desenvolve-se o pilar da Manutenção da Qualidade, onde busca-se a eliminação completa das condições geradoras de defeitos (ADVANCED CONSULTING & TRAINING, 2011).

“É fabricar com qualidade desde o começo, evitando defeitos de equipamentos e processos. O equipamento é um meio para produzir o produto. Portanto, ao aplicar o enfoque da qualidade nos equipamentos, deve-se identificar quais características do equipamento afetam a qualidade do produto.” (YOSHITA et al., 1990 apud TONDATO, 2004, pag.71).

5.10 Décima etapa – Estabelecimento do sistema de melhoria da eficiência dos setores administrativos

Trabalha-se sob o pilar do TPM *Office*, com o intuito de desenvolver melhorias nos processos administrativos. A qualidade da informação vem destas áreas e possuem grande efeito sobre a produção. Através de processos administrativos enxutos, busca-se a redução de *lead time* da informação, redução de custos, e maior agilidade à empresa no processo de tomada de decisão (ADVANCED CONSULTING & TRAINING, 2011).

5.11 Décima primeira etapa – Estabelecimento do sistema de gestão da fase inicial de equipamentos e novos produtos

Nesta etapa tem como objetivo reduzir perdas de processos por produtos novos. É adequar os processos e equipamentos existentes na empresa. Deve-se desenvolver produtos que atendam ao cliente mas que sejam fáceis de produzir e máquinas que sejam fáceis de operar e reparar. E esta integração ocorre através do projeto *Maintenance Prevention*, ou Prevenção de Manutenção (ADVANCED CONSULTING & TRAINING, 2011).

5.12 Décima segunda etapa – Consolidação do TPM

Esta etapa é a consolidação do TPM. Neste momento deve-se garantir que tudo que foi implementado realmente seja seguido e desenvolver, cada vez mais, processos de melhoria contínua, buscando desafios e metas cada vez melhores para a empresa (ADVANCED CONSULTING & TRAINING, 2011).

6 EMPRESAS QUE IMPLEMENTARAM O TPM E RESULTADOS OBTIDOS

Por ser uma ferramenta não muito trabalhada no Brasil, algumas empresas ainda não possuem total confiança em sua utilização, portanto neste tópico, serão abordadas empresas que implantaram o TPM e quais os resultados obtidos, o contexto por trás da implementação.

6.1 Volkswagen do Brasil em Taubaté

O Estudo de Caso foi realizado por Evandro Luís de Mello Moreira¹, em 2003.

De acordo com Moreira (2003), a busca da empresa em alcançar o nível zero de perdas, quebras e acidentes, foi anunciado em Dezembro de 1998 a decisão de se adotar a política da Manutenção Produtiva Total na planta da Volkswagen em Taubaté.

O programa, que foi apresentado como um movimento para aperfeiçoamento da empresa e funcionários, escolheu, como início de implementação, o setor de estamparia, que tinha em seu processo produtivo quatro linhas de prensas pesadas e uma área com várias máquinas e equipamentos que não estavam em linha, todos destinados ao corte das platinas, matéria prima para ser estampada.

Os indicadores escolhidos pela empresa como fundamentais no estudo dos resultados do TPM foram:

- a) OEE (Operação Efetiva do Equipamento), que era expresso pela porcentagem do tempo utilizado para a produção de uma peça multiplicado pelo número de peças produzidas com qualidade, dividido pelo tempo disponível total.
- b) GPM (Golpes por Minuto), que expressava a produtividade da linha; o mesmo poderia ser estudado de duas formas: via GPM_{sp} que seria a produtividade desconsiderando as perdas por parada da linha de produção e via GPM_{cp}, que expressava a produtividade real com todas as perdas do processo.
- c) IPT (Índice de Perdas Técnicas), onde se somava todas as perdas de *set-up* (que são as troca de ferramentas), número de paradas por manutenção elétrica e mecânica, número de paradas por ferramentaria, ajustes de ferramentas (*try-out*) e perdas administrativas.

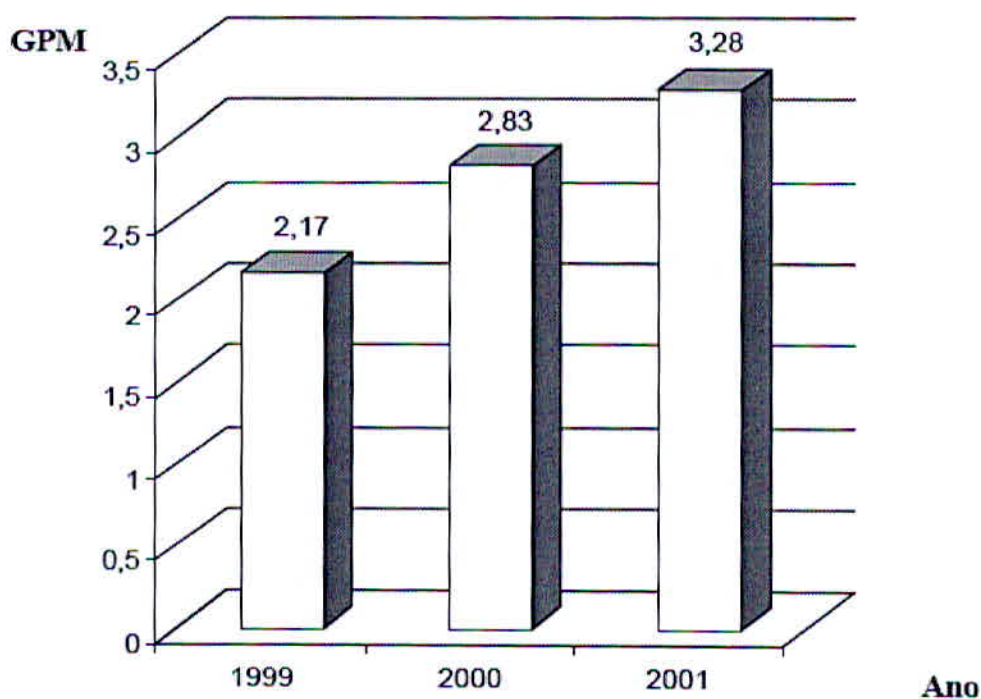
Um dos pontos positivos observados durante a implementação do TPM, especificamente no Pilar da Manutenção Autônoma, foi a percepção de que durante a limpeza

¹ Moreira possui especialização pelo curso MBA – Gerência de Produção pela Universidade de Taubaté, em 2003.

inicial, realizada pelos operadores, os mesmo se preocupavam não mais somente com o aspecto visual da máquina, mas, agora, também com a limpeza técnica dos componentes, gerando e garantindo uma melhor conservação da máquina e de seus ativos. Com esta nova rotina de inspeção diária os operários foram observado e se acostumando com a segurança dos componentes e partes móveis, como os barramentos, os cilindros hidráulicos e pneumáticos, se tornando aptos a identificar anomalias em seus equipamentos de trabalho. Outro ponto de grande importância que garantiu o comprometimento e interesse foi a utilização do programa 5S. Também foram feitos trabalhos junto descobrir as causas raízes das peças refugadas e combater as perdas (MOREIRA, 2003).

Os resultados foram extraídos das médias dos anos de 1999, 2000 e 2001:

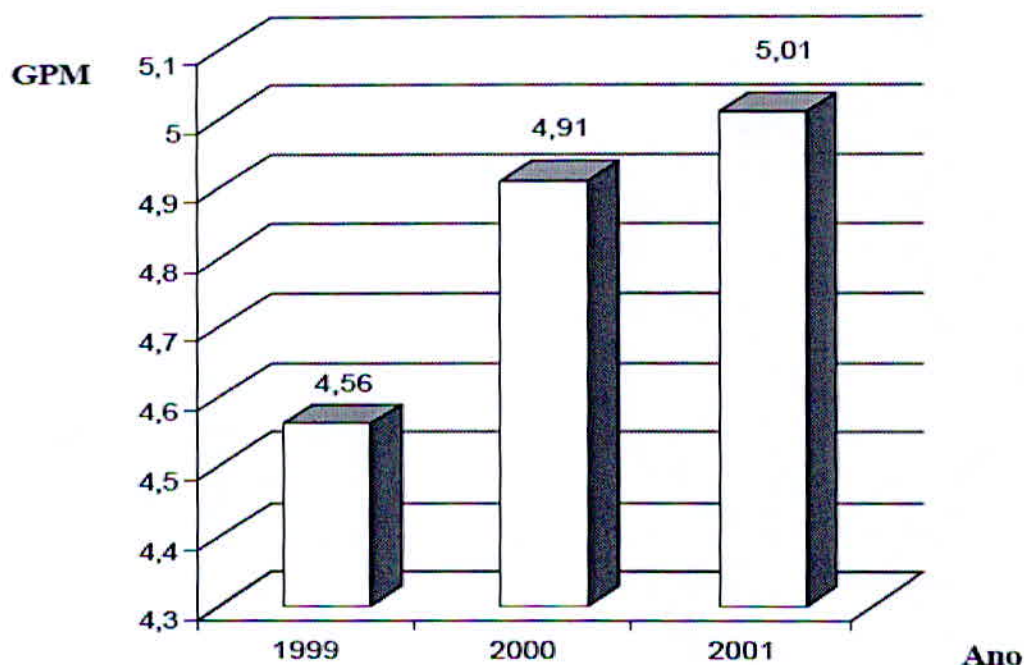
Figura 6 - Produtividade GPM cp



Fonte: Moreira, 2003.

Neste gráfico se evidencia o aumento no rendimento trazido pelo TPM na linha piloto apenas com o Pilar Manutenção Autônoma.

Figura 7 - Produtividade GPM sp



Fonte: Moreira, 2003.

A produtividade na figura anterior evidencia que em 1999 com o GPM em 4,56 a produtividade 273,6 peças por hora (4,56 golpes x 60 minutos); já em 2000 são de 294,6 peças por hora, enquanto o ano de 2001 atingiu 300,6 peças a cada hora de produção.

Agora, para verificação da eficiência das máquinas, o autor considera o percentual entre a produção realmente realizada e a produção padrão.

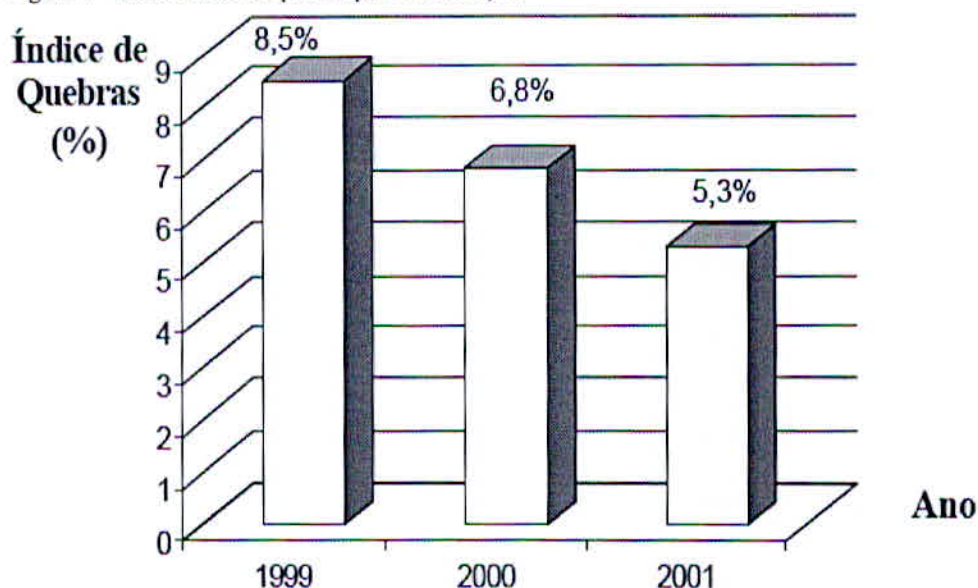
$$Eficiência = \frac{GPM_{cp}}{GPM_{sp}}$$

Assim, chega-se aos resultados:

- Eficiência em 1999 = $2,17/4,56 = 47\%$;
- Eficiência de 2000 = $2,83/4,91 = 57\%$;
- Eficiência de 2001 = $3,28/5,01 = 65\%$.

Agora, apresentando a média anual por perdas de manutenção, temos que:

Figura 8 - Média anual de perdas por manutenção



Fonte: Moreira, 2003.

Percabe-se que em 2 anos com a implementação do Pilar Manutenção Autônoma, houve um decréscimo de 3,2% no índice de quebra dos equipamentos.

A metodologia do TPM trouxe mudanças de comportamento e no ambiente de trabalho, o tornando mais atrativo para cada um de seus integrantes. Falando de resultados, a produtividade no período de três anos apresentou melhorias significativas. A eficiência da linha pilotada melhorou em 18%, e com o estudo e conhecimento das perdas encontrou-se o caminho para reduzi-las motivadas num trabalho em grupo dos colaboradores (MOREIRA, 2003).

6.2 Intral S.A Indústria de Materiais Elétricos

Estudo de Caso realizado por Carlos Fernando Geremia², em 2001.

A Intral S.A Indústria de Materiais Elétricos foi fundada em Caxias do Sul, em 1950. Em 2001, seu portfólio principal de vendas estavam os reatores para lâmpadas fluorescentes (eletromagnético), reatores para lâmpadas fluorescentes (eletrônicos), luminárias e reatores

² Geremia possui graduação em Engenharia de Operações – Mecânica de Máquinas pela Universidade de Caxias do Sul (1981) e mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2001). Atualmente é Gerente Industrial na empresa Intral Indústria de Materiais Elétricos SA.

para iluminação pública. A planta industrial contava com aproximadamente 330 máquinas e equipamentos.

O desejo de se implementar o TPM se deu força em Outubro de 2000 com uma visita de *benchmarking* na empresa Pirelli Cabos Elétricos, sediada em Cerquillo-SP e premiada pela JIPM com o TPM *Award*. Em Janeiro de 2001 houve várias reuniões na empresa para discussão do tema, quais os objetivos esperados e como atacar com a ferramenta (GEREMIA, 2001).

O trabalho foi iniciado no setor de estampagem de núcleos de aço silício, que era constituído por oito prensas mecânicas de alta velocidade e possuíam grande quantidade de vazamentos de óleos lubrificante, grande quantidade de pequenos defeitos, a produção de reatores dependiam do funcionamento adequado destas máquinas e as máquinas estavam muito desgastadas, causando péssimo impacto visual.

Tudo começou com o treinamento dos operadores, equipe de manutenção e engenheiros, responsáveis por estas máquinas, sobre os princípios do TPM e da Manutenção Autônoma, além de normas de segurança. Em seguida foram feitas as primeiras limpezas e lubrificações das máquinas, ajustes das Instruções Operacionais, análise de riscos na limpeza, pintura dos equipamentos, combate aos locais de difícil limpeza. Com o decorrer do programa e aprofundamento de sua implementação, os profissionais passavam por auditorias mensais a respeito das técnicas do TPM. A equipe de manutenção recebeu novos *softwares* para gestão.

Para Carlos Fernando Geremia, as dificuldades encontrada na implementação do TPM foram: Rotatividade de Operadores, pois cada operador que é desligado da empresa, o novato precisa passar por todos os treinamentos novamente e pode prejudicar os resultados que vinham acontecendo; Dificuldades administrativas para resolver problemas que exijam interfaces organizacionais, quando algumas operações específicas da manutenção, como combate a limpeza de difíceis acessos, necessita de atividades de outros setores da empresa, esta sinergia nem sempre será rápida e feita de bom grado, as vezes podem gerar atritos; Dificuldades para integrar os operadores na coleta de dados para cálculo de IROG, (IROG na Intral diz respeito ao indicador de perdas relacionadas aos equipamentos), como o IROG para a Intral, ou qualquer que seja o Indicador analisado em outras empresas, para o autor, existe certa dificuldade de entendimento para os operadores que toda perda ou parada de máquina deve ser registrada, mesmo que seja em frações de segundos (GEREMIA, 2001)

Agora, falando de resultados, em onze meses de desenvolvimento do TPM, a Intral obteve:

- a) Eficiência Global dos Equipamentos medidos através do IROG (disponibilidade x Taxa de Performance x Taxa de Rendimento): em quatro meses percebeu-se que a disponibilidade das máquinas subiu de 0,69 para 0,83. O índice de performance das máquinas saiu de 0,81 para 0,76. O índice de qualidade subiu de 0,997 para 0,999. Assim o índice de IROG saltou de 0,552 para 0,634;
- b) Defeitos em processo (sucata em ppm): subiu de 0,997 para 0,999; ou seja, de 30 ppm caiu para 9 ppm de defeituosos;
- c) Redução no número de quebras das máquinas e ferramentas: redução de 45% na quebra de máquinas, 50% nas quebras de ferramentas;
- d) Aumento no número de sugestões de melhorias por funcionário;
- e) Número de problemas resolvidos: nas atividades de limpeza inicial, foram identificados e resolvidos 289 anomalias nas máquinas e equipamentos;
- f) Redução no tempo necessário para limpeza e lubrificação: redução de 35 minutos semanais para limpeza e lubrificação;
- g) Redução dos custos industriais de manufatura: em curto prazo, houve redução de 7.5%;
- h) Redução de onze funcionários no quadro de técnicos de manutenção;
- i) Redução de 2,3% no consumo de energia elétrica e 29 metros cúbicos de água por dia (representando 48% na quantidade de água gasta por dia);
- j) Redução de R\$ 9.000,00 mensais gastos nas câmara de pinturas.

Além de alguns resultados que não podem ser medidos por valores ou porcentagens, como a criação de um ambiente seguro, limpo e organizado; aumento na satisfação para o trabalho, devido a maior participação dos operadores nas atividades da empresa; formação de operadores multifuncionais; criação de um forte espírito de grupo, entre tantos outros benefícios listados pelo autor (GEREMIA, 2001).

6.3 V&M do Brasil

O Estudo de Caso foi apresentado por Wady Abrahão Cury Netto³, em 2008.

A V&M foi fundada em 1952 e se localiza na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. Do seu portfólio de produtos, podemos citar Tubos Estruturais, para a construção civil;

³ Netto possui Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Juiz de Fora e seus resultados foram baseados na UBG (União Brasileira da Qualidade – MG). Coletânea dos Estudos de Caso apresentado na 7ª Convenção Mineira de TPM / 4ª Convenção Brasileira de TPM. Belo Horizonte, 2007.

Revestidos, para condução em tubulações com proteção anti-corrosiva e mecânica; *Casing* para revestimentos em poços de petróleo; Cilindro de gás, para indústrias petroquímicas e gás natural veicular; entre outros.

O programa de TPM teve início na empresa em 2001, com a contratação de uma empresa especializada no tema. Esta consultoria fez estudos para verificar qual programa de TPM seria mais adequado ao ambiente da companhia. Primeiramente, o programa foi implementado em duas áreas piloto e contou com a coordenação de forma corporativa, ou seja, participação efetiva da alta direção. Os comitês do TPM foram estruturados a partir de um Comitê de Diretor da Manutenção, o qual representava a alta gerência; o Comitê da Superintendência, que representava os superintendentes, gerentes e facilitadores das áreas; por fim, o Comitê Central, representando os coordenadores e facilitadores.

A implantação ocorreu em 7 etapas: Limpeza Geral da Máquina, Eliminação das Fontes de Sujeira em Locais de difícil acesso, Levantamento dos pontos fracos, Inspeção Geral, Inspeção voluntária, Organização e Ordem, Consolidação da Manutenção Autônoma.

Em 2007, com apenas 3 passos do TPM implantados os resultados apresentados pela empresa, com a implementação da ferramenta foram:

- a) Redução do tempo de limpeza em 64,4%;
- b) Aumento da OEE em 54,9%;
- c) Redução do tempo de processo em 14,7%;
- d) Redução no número de paradas não programadas em 34,1%;
- e) Valorização da linha de pintura em R\$ 1.572.334,00;
- f) Redução nos custos da manutenção em 62,5%, representando R\$ 213.917,18.

No estudo de caso apresentado por Wady Netto, com todos estes benefícios a V&M do Brasil teve um ganho total de R\$ 1.786.924,25 em 6 anos. Conforme diz o autor em sua conclusão, pode-se perceber que a A V& M do Brasil faz uso do TPM como ferramenta de melhoria contínua, com seu foco maior voltado para a área de manutenção, em segundo plano buscando a melhora da produção. Pode-se dizer, também, que o TPM implementado por esta empresa, está em sua grande totalidade, voltado para o pilar da Manutenção Autônoma, acreditando que este é o principal elemento transformador, tanto que suas etapas de implementação não estão ligadas as 12 etapas consagradas, ela faz uso das sete etapas de implantação da Manutenção Autônoma como forma de implementar a TPM.

Outro aspecto importante visualizado na V&M é a utilização do TPM como valorização dos funcionários e colaboradores para com os resultados esperados os ganhos de produtividade apresentados (NETTO, 2008).

6.4 Empresa de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, com nome não citado

De acordo com Silvério Fonseca Kmita⁴, em artigo publicado pela ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção) no ano de 2003, houve a implementação do TPM em uma empresa localizada em Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. A empresa tinha como portfólio a fabricação de equipamentos de medição de energia elétrica. Sua capacidade produtiva mensal girava em torno de 60.000 equipamentos monofásicos e 9.000 trifásicos.

O TPM teve como início, a implementação no setor de fundição da empresa, considerado o gargalo de todo o processo produtivo, pois as máquinas injetoras apresentavam altos número de peças defeituosas. O TPM se iniciou primeiramente com criação de um ambiente propício para tal, tendo o desenvolvendo roteiros de ação, baseados nas intervenções corretivas anteriores; a montagem de equipes multifuncionais; levantamento de todos os dados e índices apresentados pela empresa. Houve um forte trabalho para melhorias das condições de serviço com o Pilar Manutenção Autônoma e a Ferramenta 5S. Também desenvolveu-se muito os funcionários com os treinamentos necessários, para que estejam cada vez mais aptos a operar e detectar anomalias.

O resultado final de tais ações vieram em poucos anos a capacidade produtiva mensal da empresa aumentou, passou de 60.000 equipamentos monofásicos para 61.500 e de 9.000 trifásicos para 13.200 unidades.. No estudo, foi observado que os setores de montagem e calibração, ganharam com a qualidade das peças produzidas.. Como consequência geral, toda cadeia produtiva ganhou, diminuindo o *lead time* dos produtos (KMITA, 2003).

6.5 Início de um projeto piloto em uma fábrica de Varginha, Minas Gerais.

Empresa multinacional situada em Varginha, Minas Gerais, desde 2001 dá seus primeiros passos na implementação da metodologia do TPM.

A empresa visa criar soluções econômicas e revolucionárias no setor de iluminação. Atua em qualquer ambiente externo e interno, fornecendo iluminação segura em carros, ruas, estádios, supermercados, entre outros para facilitar a visão das pessoas, está presente em

⁴ Kmita possui Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1999) e mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2003). Atualmente é Engenheiro Mecânico da Empresa John Deere Brasil, unidade RS. Atua como professor da Sociedade Educacional Três de Maio – SETREM.

projetos de embelezamento de arquiteturas e cidades, entre outros. Este segmento emprega aproximadamente 47.900 funcionários ao redor do mundo.

Os motivos que levaram a empresa a adotar esta ferramenta são todas as possibilidades apresentadas no decorrer deste trabalho em redução de custos, elevação da produtividade e eficiência das máquinas, além da maior motivação dos trabalhadores, graças a seu método de gestão diferenciado e aos treinamentos oferecidos. A ferramenta vem sendo desenvolvida em algumas máquinas críticas da linha de produção e os resultados obtidos ainda se mantêm em sigilo. Para a apresentação no trabalho a área escolhida para implementação do piloto foi a sala de compressores, o motivo principal estava no fato de que os compressores são equipamentos vitais para o funcionamento da empresa e devido ao seu baixo grau de falhas, a sala fica esquecida pelos manutentores ou operadores. Esta falta de acompanhamento mais próximo, deixando de lado a frequência de falhas do equipamento e pensando como um sistema fabril total, poderia deixar de se prever uma falha ou vazamento repentino, que não seria vista de modo rápido e que tenha ações eficientes para ajustes.

Como um dos pontos de destaque do TPM é o desenvolvimento dos funcionários através de treinamentos, capacitações e maior voz dentro do processo, outro ponto fundamental na escolha desta área foi a possibilidade de se colocar um estagiário trabalhando como o líder de manutenção, que teria toda a autonomia e suporte necessário para o desenvolvimento da ferramenta. Este é um importante aspecto a se observar no desenvolvimento do estagiário como futuro profissional, mesmo sendo um projeto teste em uma área inabitada, possui as mesmas cobranças e expectativas como qualquer outro processo que se está desenvolvendo.

Inicialmente, deve ser observado que a efetiva implementação do TPM não se consolidou totalmente por questões de cronograma. A limitação pode ser justificada à medida que se tratava de um trabalho de conclusão de curso, o qual possui prazos a serem respeitados e restringiu um maior avanço do trabalho. Pode-se acrescentar também que a própria literatura diz que o tempo de preparação do programa pode variar de três a seis a seis meses, e o tempo de consolidação dos resultados de dois a três anos.

A ferramenta teve total apoio da alta gerência e neste começo de implementação o objetivo principal para apresentação no trabalho estava no preparo do local, deixando o espaço adequado com as normas do 5S e segurança. Os resultados serão impactados visualmente e não medidos em números.

A sala é equipada com um Compressor GA-45 VSDF Modular, dois GA-30 e um GA-75.

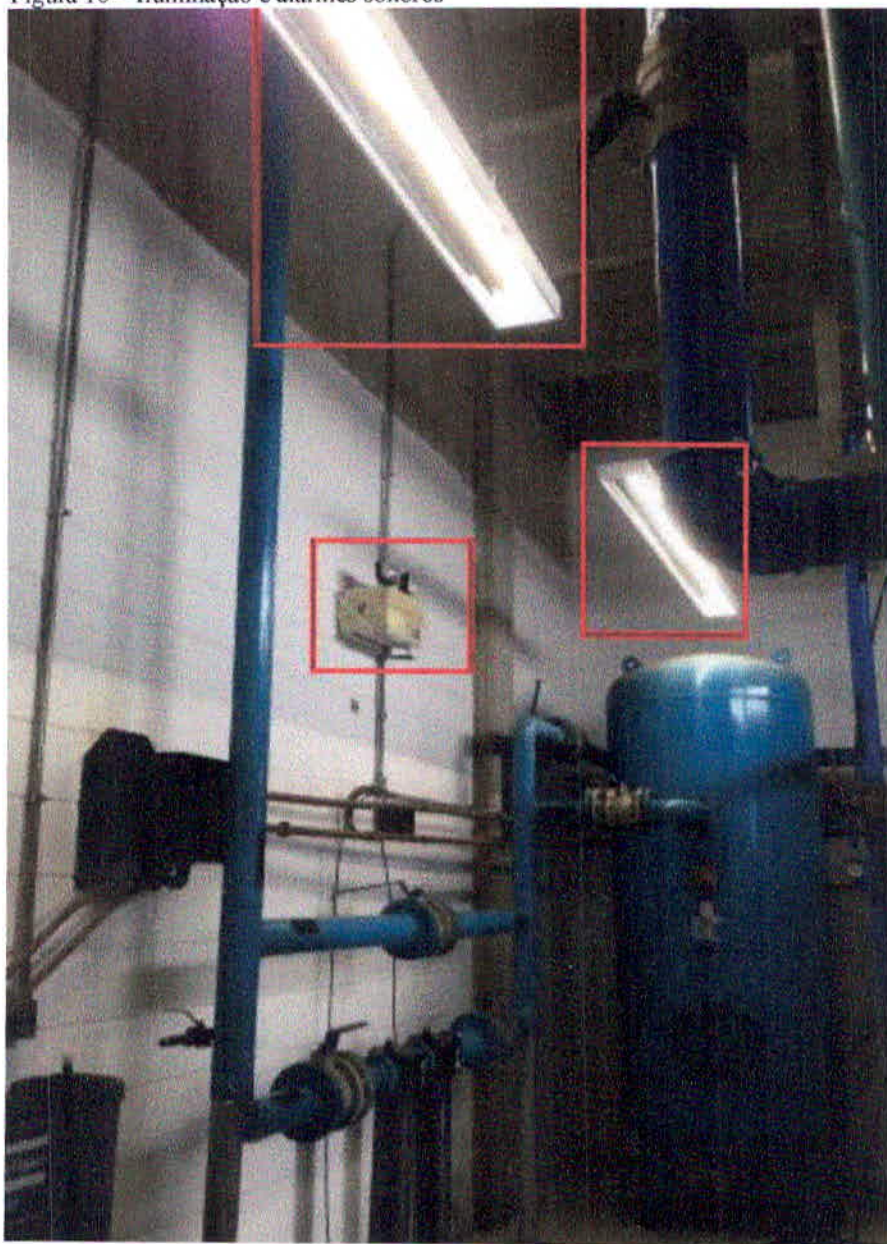
Figura 9 - Vista externa da Sala de Compressores



Fonte: Autor, 2015.

Nesta primeira imagem, pode-se observar alguns pontos importantes: a sala deve estar devidamente sinalizada com a placa acima da porta e na entrada temos uma chave reserva ao lado da porta, fixada na parede, para casos onde se precise atuar na sala, mas a mesma estiver trancada por algum motivo. Também na entrada pode-se ver um tapete de segurança, este simples tapete ajuda na limpeza dos sapatos ao entrar na sala e evitando a entrada de poeira, quando a porta estiver fechada. Observa-se que houve a separação de um espaço destinado aos veículos para empresas especializadas em manutenção de compressores ou outros veículos em que seus passageiros necessitem acessar o local.

Figura 10 – Iluminação e alarmes sonoros

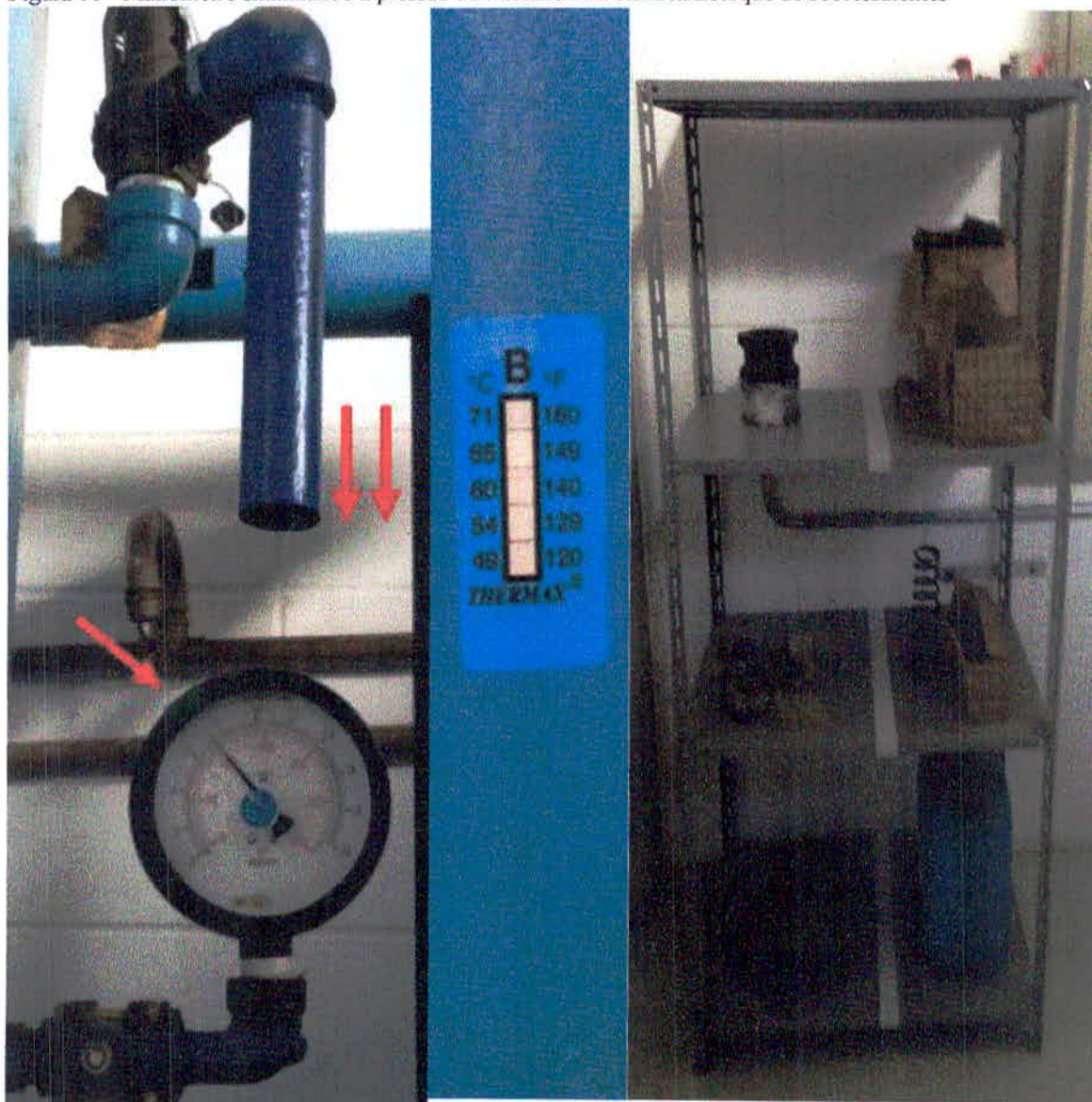


Fonte: Autor, 2015.

Já nesta imagem, visualiza-se o cuidado do com a iluminação, deixando o ambiente totalmente iluminado e propício para uma boa visualização de qualquer sujeira ou vazamentos que possam aparecer. Também foi inserido no local luzes de emergência e alarmes sonoros de aviso em qualquer situação crítica.

O chão foi totalmente trabalhado para que esteja plano e livre de imperfeições, foi pintado com tinta clara e anti-derrapante. O chão claro é propício para uma melhor análise visual de sujeiras e vazamentos de óleos.

Figura 11 - Manômetro sinalizando a pressão de trabalho/Fita térmica/Estoque de sobressalentes



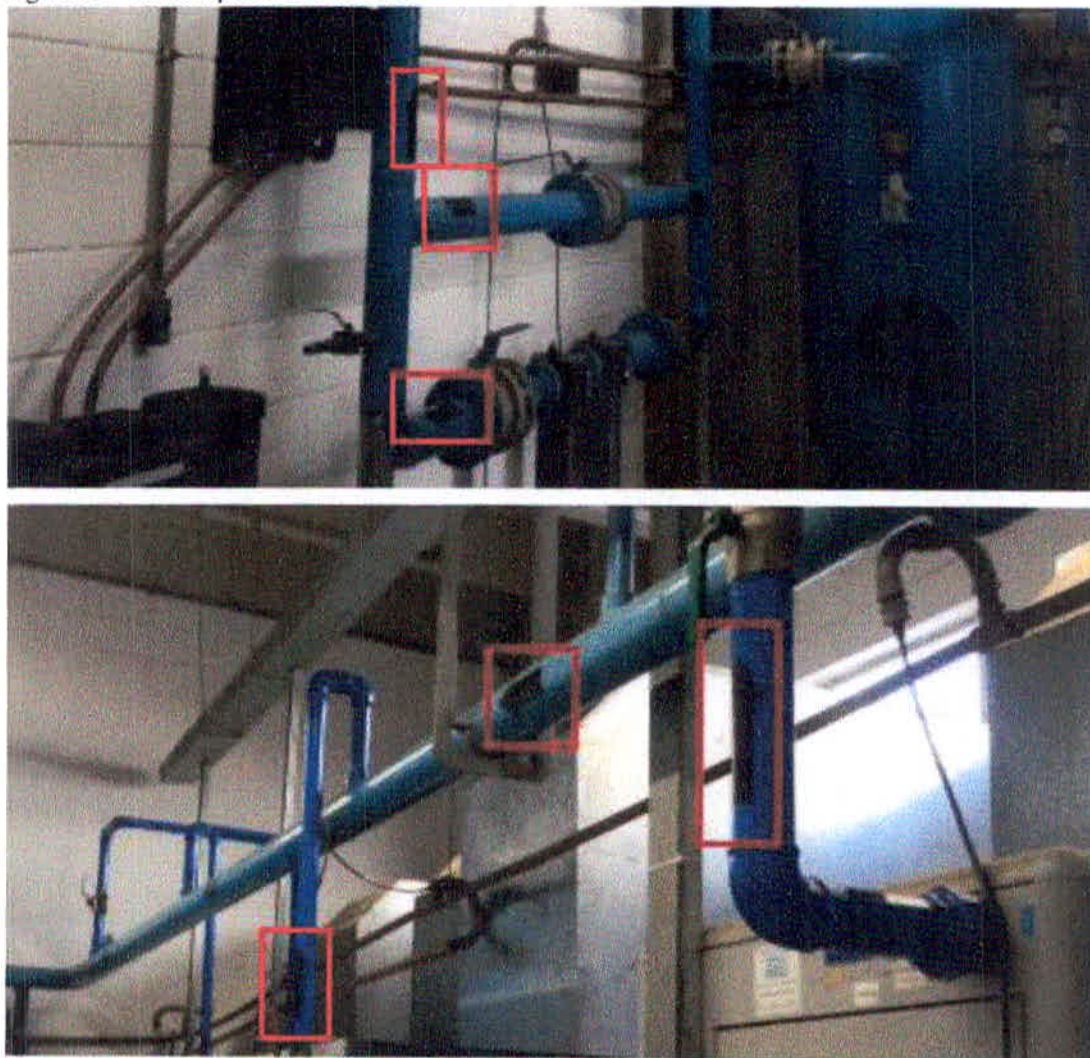
Fonte: Autor, 2015.

Manômetro com uma sinalização verde mostrando a pressão que o vaso deve trabalhar e válvula de escape apontada para baixo, onde, caso precise aliviar a pressão, o ar saia para baixo, sentido do chão, evitando contato com o operador e acidentes mais graves. Também instalado nos equipamentos existem fitas térmicas que irão sinalizar, na cor vermelha, se a temperatura se elevar mais que o normal.

Também fica evidente o estoque de sobressalentes, bem organizado e somente com o básico e de maior necessidade.

Outro ponto importante é a sinalização de todas as tubulações indicando o sentido do fluxo de ar. Com isto, todos que visitarem o local saberão com clareza o sentido do ar e, caso tenham de fazer alguma intervenção evitem qualquer descuido.

Figura 12 – Sinalização do Fluxo de Ar



Fonte: Autor, 2015.

A primeiro momento, os resultados de tais ações desenvolvidas pelo estagiário estão sendo extremamente benéficos. Os gastos até o momento com o desenvolvimento, limpeza, pintura e sinalização da sala foram mínimos, próximos a R\$ 300,00. Mas o verdadeiro resultado, que não há dinheiro que pague, é desenvolver e capacitar novos profissionais ao mercado de trabalho. O mesmo tem mostrado grande desenvolvimento profissional, encarando os desafios com cabeça erguida, soluções rápidas e eficientes, além de suportar a pressão da cobrança pelos resultados. Conforme dito no começo deste tópico, os resultados deste início de implementação não podem ser mensurados e medidos por indicadores, pois o principal objetivo não era reduzir as quebras ou perdas de máquinas, mas sim desenvolver o profissional e aumentar a interação da sala, que é considerada inabitada com o restante da fábrica.

7 CONCLUSÃO

O TPM vem se espalhando no Brasil desde os anos 90, no mundo já existe desde os anos 70. Ele vem assumindo importante papel dentro das empresas e não pode ser considerado mais um modismo, e sim uma evolução da manutenção que precisa ser perseguida por indústrias que desejam ter excelência no gerenciamento sobre o desempenho dos equipamentos, disponibilidade, produtividade, quebras e maior comprometimento dos seus funcionários.

Este trabalho teve como objetivo estudar a metodologia da Manutenção Produtiva Total, como surgiu e se desenvolveu até os dias atuais, quais são seus objetivos, bases e etapas para implantação. Seu norte está na eliminação de todas as perdas, desperdícios e quebras dentro de uma organização. Olhando para o funcionário, o TPM proporcionará crescimento e aperfeiçoamento profissional e gerará um ambiente de trabalho limpo, organizado e dando voz a cada um de seus integrantes.

Nos estudos de caso apresentados, juntamente com o realizado pelo autor, apesar da diferença de regiões e empresas que implantaram o TPM, apesar dos diferentes autores e indicadores estudados e trabalhados, pode-se perceber que os resultados buscados foram os mesmos, alguns atingidos com maior intensidade, outros com menores. Percebe-se também que um dos pontos positivos do programa é, quando implantado a Manutenção Autônoma, os operadores se preocupam cada vez mais com a manutenção, pois agora se consideram donos dos seus equipamentos, e possuem capacidade e autonomia para atuar em pequenas intervenções, como lubrificação e limpeza, e com o decorrer desta prática os mesmos desenvolvem sensibilidade necessária para detectar anomalias nos estágios iniciais, antecipando o problema e minimizando o número de paradas de máquinas devido a problemas de manutenção. Outro ponto importante da Manutenção Autônoma está na questão de se minimizar a deteriorização acelerada das máquinas. Também percebe-se que em todos os casos apresentados houve atenção especial no desenvolvimento e capacitação dos funcionários, dando aos mesmo maior conhecimento de seus maquinários.

Um dos pontos negativos destacados pelos autores é que o TPM, por levar até 6 meses para a preparação e os resultados podendo aparecer em até três anos, é fundamental que a equipe de trabalho seja mantida, pois qualquer crise e alteração pode atrapalhar o rendimento, pois o novo trabalhador terá de compreender toda a ferramenta e passar por todos os treinamentos que foram realizados.

Para que seja implementada de forma correta e segura, a empresa necessita ter solidez dentro das manutenções corretivas, preventivas e preditivas realizadas. No TPM, pegando os três principais pilares, que são a Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada e Melhorias Individuais, pode-se dizer que as ações, mesmo que simples mas realizadas em sincronia, podem ter alta eficiência na redução das perdas e aumento da produtividade.

REFERÊNCIAS

- ABRAMAN – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO. **Documento Nacional 2013**. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/Arquivos/403/403.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2015.
- ADVANCED CONSULTING & TRAINING. **O que é TPM ?** Disponível em: <<http://www.advanced-eng.com.br/sobretpm.htm>>. Acesso em: 10 set. 2015.
- ARAÚJO, Igor Mateus de; SANTOS, Crisluci Karina Souza. **Manutenção elétrica industrial**. Disponível em: <<http://www.dee.ufrn.br/~joao/apostila/cap03.htm>>. Acesso em: 10 out. 2015.
- ASSIS, R. **Manutenção centrada na confiabilidade – Economia das decisões**. Lisboa: Edições Técnicas, Lidel, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTE. **BS 3811: Glossary of terms used in Terotechnology**. 1993
- CASTELLA, Marco César. **Análise crítica da área de manutenção em uma empresa brasileira de geração de energia elétrica**. 2001. 152 f. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.
- GEREMIA, Carlos Fernando. **Desenvolvimento de programa de gestão voltado à manutenção das máquinas e equipamentos e ao melhoramento dos processos de manufatura fundamentado nos princípios básicos do Total Productive Maintenance (TPM)**. 2001. 211 f. Dissertação (especialização pelo curso de Mestrado – Qualidade e Desenvolvimento de Produto e Processo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. **Japan Institute of Plant Maintenance. JIPM**. Disponível em: <<http://www.advanced-eng.com.br/>>. Acesso em: 12 ago. 2015.
- JIPM. **Japan Institute of Plant Maintenance Solutions Company Limited. JIPM-S**. Disponível em: <<http://www.tpm.jipms.jp/>>. Acesso em: 20 mai. 2015.
- KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.
- KMITA, Silvério Fonseca. **Manutenção Produtiva Total (TPM): uma ferramenta para o aumento do índice de eficiência global da empresa**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 23., 2003, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2003.
- KRAUS, Karen Jones. **OEE for Operators**. New York: Shingo Prize, 1994.
- LIKER, J. K. **The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer**. S/L: McGraw Hill, 2004.

MORAES, Paulo Henrique de Almeida. **Manutenção produtiva total**: estudo de caso em uma empresa automobilística. 2004. 90 f. Dissertação (especialização pelo título de Mestre – Gestão e Desenvolvimento Regional do Departamento de Economia, Contabilidade e Administração) – Universidade de Taubaté, 2004.

MOREIRA, Evandro Luis de Mello. **Análise da implementação da Manutenção Produtiva Total na área de estamparia em uma empresa do setor automobilístico**. 2003. 54 f. Dissertação (especialização pelo curso MBA – Gerência de Produção) – Universidade de Taubaté, 2003.

MOUBRAY, John. **Reliability centred maintenance**. 2 ed. Oxford: Butter-worth Heinemann, 1997.

MUASSAB, José Roberto. **Gerenciamento da manutenção na indústria automobilística**. 2002. 98 f. Dissertação (especialização pelo curso MBA – Gerência de Produção) – Universidade de Taubaté, 2002.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

NETTO, Wady Abrahão Cury. **A importância e a aplicabilidade da Manutenção Produtiva Total (TPM) nas indústrias**. 2008. 63 f. Dissertação (graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção**: Além da produção em alta escala. Porto Alegre, 1997.

OSADA, T.Y. **TPM/MPT - Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAN, 1993.

PATTON, Jr, Joseph D. **Preventive Maintenance**. Instrument Society of America. Instrument Society of America, 1983.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

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

TAVARES, Lourival. **Administração moderna da manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Pólo Publicações, 1999.

THE JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. **Focused Equipment improvement for TPM Teams**. Portland: Productivity Press, 1997.

TONDATO, Rogério. **Manutenção Produtiva Total**: estudo de caso na indústria gráfica. 2004. 119 f. Dissertação (especialização pelo curso de mestrado – Gerência da Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

UNILEVER. **Encontro de coordenadores TPM São Paulo. Cases de empresas que aplicam TPM.** São Paulo, 2001.

XAVIER, Ricardo Almeida. **Gestão de Pessoas na Prática.** São Paulo: Gente, 2006.

YAMAGUCHI, Carlos Toshio. **TPM – Manutenção Produtiva Total.** São João Del Rei: ICAP Del-Rei, 2005.

ZEN, Milton Augusto Galvão. **Indicadores de manutenção.** Disponível em: <<http://www.mantenimentomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/indicadoresBR.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2015.

ZEN, Milton Augusto Galvão. **Fator humano na manutenção.** Editora: Qualitymark, 2008.