DANIEL SALVATE DE OLIVEIRA

IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR DE HIGIENE PESSOAL, SAÚDE E BELEZA

Trabalho de Graduação apresentado
ao Conselho de Curso de Graduação
em Engenharia de Produção
Mecânica da Faculdade de
Engenharia do Campus de
Guaratinguetá, Universidade
Estadual Paulista, como parte dos
requisitos para obtenção do Diploma
de Graduação em Engenharia de
Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Fernando Branco da Costa

Guaratinguetá
2012

Oliveira, Daniel Salvatte de

O482i Implementação da metodologia TPM em uma indústria do setor de higiene pessoal, saúde e beleza / Daniel Salvatte de Oliveira – Guaratinguetá : [s.n], 2012.

44 f : il.

Bibliografia: f. 43-44

Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2012.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Fernando Branco Costa

1. Manutenção Produtiva Total I. Título

CDU 658.581

unesp
Universidade Estadual Paulista
Campus de Guaratinguetá
Faculdade de Engenharia

IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR DE HIGIENE PESSOAL, SAÚDE E BELEZA

Daniel Salvatte de Oliveira

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE **GRADUADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA**

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

Prof. Dr. Francisco Alexandre de Oliveira
Coordenador

Banca examinadora:

Prof. Dr. Antonio Fernando Branco da Costa
Orientador/UNESP-FEG

Prof. Dr. Marcela Aparecida Guerreiro Machado
UNESP-FEG

Prof. Dr. Messias Borges Silva
UNESP-FEG

Dezembro de 2012

DADOS CURRICULARES

DANIEL SALVATTE DE OLIVEIRA

NASCIMENTO	17.12.1987	PINDAMONHANGABA/SP

FILIAÇÃO	João Henrique Carbone de Oliveira Benedita Ilma Salvatte de Oliveira

2008/2012	Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista

Eu dedico este trabalho à minha mãe que sempre me deu todo o apoio necessário para eu me desenvolver em todos os aspectos de minha vida. Desde os momentos mais difíceis, onde ela teve de se redobrar para ser pai e mãe, até nos momentos de grandes decisões, onde seus conselhos foram preciosos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, o grande criador e também inspirador, dando força nos momentos mais difíceis. Agradeço a empresa onde realizei meu estágio, por todo o apoio de seus colaboradores ao meu trabalho e todo o aprendizado desenvolvido durante o ano, tanto na área de Melhoria de Processos quanto em Engenharia de Processos.

Gostaria de agradecer também a minha turma de Engenharia de Produção 2008, com quem passei os últimos cinco anos de minha vida. Foram anos de muita união, onde aprendi que a colaboração entre os colegas e amigos pode levar as pessoas ao sucesso muito mais rápido e com menos desgaste.

Gostaria de agradecer também o meu orientador do Trabalho de Graduação, Professor Dr. Antonio Fernando Branco da Costa, e a minha orientadora de Iniciação Científica, Professora Drª. Marcela Aparecido Guerreiro Machado, por toda a confiança depositada em mim e por todas as oportunidades de futuro que estão me oferecendo.

Por fim, gostaria de fazer um agradecimento especial à minha família e à minha namorada, por todos os momentos que passamos juntos e por toda a confiança demonstrada no meu potencial, o que me trouxe grande autoconfiança para desenvolver minhas atividades e realizá-las com sucesso.

“Se enxerguei mais longe, foi porque me apoiei nos ombros de gigantes”

Isaac Newton

OLIVEIRA, D.S. **Implementação da metodologia TPM em uma indústria do setor de higiene pessoal, saúde e beleza.** 2012. 44 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

RESUMO

Este trabalho apresenta um projeto de Pesquisa Ação em uma indústria de consumo do setor de higiene pessoal, saúde e beleza. Seguindo os passos de implementação do Pilar de Manutenção Autônoma da Metodologia TPM, sigla em inglês para Manutenção Produtiva Total, o presente trabalho tem como objetivo garantir o avanço de algumas máquinas de uma linha de produção da empresa para os passos seguintes de implementação da metodologia, demonstrando, assim, os resultados atingidos pelo TPM. Na empresa em questão, o TPM já fora implementado no passado, porém perdeu força com o passar dos anos e alguns de seus conceitos foram abandonados, gerando, então, uma queda de eficiência dos equipamentos, aumento das perdas nos processos e também das quebras de equipamentos e máquinas, além de perdas na qualidade dos produtos. Assim, surgiu a necessidade de recomeçar o processo de implementação desde o início, para seguir rigidamente todos os passos da metodologia, garantindo o aumento de eficiência dos equipamentos e processos. Através de treinamentos de capacitação e uma mudança na cultura da empresa, foi possível um trabalho conjunto entre a Operação e a Manutenção, a fim de aprimorar os conhecimentos dos operadores sobre suas máquinas. Foi desenvolvido, inicialmente, um programa de limpeza geral dos equipamentos para que fosse possível enxergar as anomalias do processo. Posteriormente, os operadores e mantenedores foram capacitados e treinados para detectar anomalias, possibilitando que os equipamentos chegassem às suas condições básicas de operação e, posteriormente, a construção de padrões provisórios de limpeza, lubrificação e inspeção dos equipamentos. Pela melhoria apresentada nos indicadores de OEE, perdas, quebras e indisponibilidade, comprovou-se a importância e os efeitos positivos da implementação do TPM na manufatura.

PALAVRAS-CHAVE: Manutenção Produtiva Total, Manufatura, Manutenção Autônoma

OLIVEIRA, D.S. **Implementation of TPM methodology in a industry of the sector of personal care, health and beauty.** 2012. 44 p. Graduation Work (Industrial Engineering) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

ABSTRACT

This work presents a project of Action Search in a consumption industry of the sector of personal care, health and beauty. Following the implementation steps of Autonomous Maintenance Pillar of TPM methodology, stands for Total Productive Maintenance, this work aims to ensure the advancement of some machines in a production line of the company to the next steps of the methodology implementation, demonstrating the results achieved by the TPM. In the company in question, the TPM has been implemented in the past but lost strength over the years and some of its concepts were abandoned, producing then a drop in the equipments efficiency, increased wastes and breaks in the processes, as well as loss in product quality. Then, the need arose to restart the implementation process from the beginning, to strictly follow all the steps of the methodology, ensuring increased efficiency of equipment and processes. Through training and a changing in the company culture, it was possible a joint effort between Operation and Maintenance in order to enhance the knowledge of the operators on their machines. Initially, it was developed a general cleanliness program of equipments so that it could be possible to find the anomalies in the process. Subsequently, operators and maintainers were trained to detect anomalies, enabling equipments to work under their basic conditions of operation and subsequently building provisional standards of equipment cleaning, lubrication and inspection. Through the improvement presented by some indicators such as OEE, wastes, bankruptcies and unavailability, it was proved the importance and the positive effects of TPM implementation in manufacturing.

KEYWORDS: Total Productive Maintenance, Manufacturing, Autonomous Maintenance

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os 8 pilares do TPM.....17

Figura 2 - As etapas de implementação da Manutenção Autônoma.....20

Figura 3 – Exemplo de etiqueta de identificação de anomalias.....27

Figura 4 – Escaninho da empresa para controlar fluxo de etiquetas.....28

Figura 5 – Adaptação de padrão provisório desenvolvido durante o trabalho.....30

Figura 6 – Estrutura para condução da pesquisa-ação.....31

Figura 7 – Evolução do OEE nas máquinas.....32

Figura 8 – Evolução dos índices de quebras nos equipamentos.....33

Figura 9 – Nível de indisponibilidade dos equipamentos.....35

Figura 10 – Evolução dos índices de perdas dos equipamentos.....36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Os resultados da implementação do TPM.....15
Quadro 2 - As 12 etapas de implementação do TPM.....16

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TPM – *Total Productive Maintenance*

PQCDSM – Produtividade, qualidade, custo, distribuição, segurança e moral

JIPM – *Japan Institute of Plant Maintenance*

EHS – *Environment, Health and Safety*

FDS – Fonte de Sujeira

LDA – Local de difícil acesso

OPL – *One Point Lesson*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14
1.1. Histórico do TPM 14
1.2. Objetivos do trabalho 15
1.2.1. Objetivo geral 15
1.2.2. Objetivos específicos 15
1.3. Justificativa 16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 17
2.1. Definições e características do TPM 17
2.2. Os resultados proporcionados pelo TPM 17
2.3. As 12 etapas de implementação do TPM 18
2.4. Os 8 pilares do TPM 20
2.5. O Pilar de Manutenção Autônoma 22
2.6. Eficiência Global do Equipamento (OEE) 23
2.6.1. Índice de Disponibilidade 24
2.6.2. Índice de Performance Operacional 24
2.6.3. Índice de qualidade de Produto 25
2.6.4. Cálculo do OEE 25
3. MÉTODO DE PESQUISA 26
4. A IMPLEMENTAÇÃO DO PILAR DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA 28
4.1. Descrição da empresa 28
4.2. Histórico do TPM na empresa 28
4.3. Etapas de implementação abordadas no trabalho 29
4.4. Limpeza Inicial 30
4.5. O processo de registro de anomalias 31
4.6. As lições de um só ponto (OPL's) 33
4.7. Elaboração de padrões provisórios 34
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 36
5.1. Evolução do OEE 36
5.2. Índices de quebras nos equipamentos 38
5.3. Índices de indisponibilidade 39
5.4. Redução de perdas na manufatura 40

5.5. Sugestões para o andamento futuro do projeto na empresa..... 41
6. CONCLUSÕES..... 42
6.1. Sugestões para trabalhos futuros 42
REFERÊNCIAS..... 43

1. INTRODUÇÃO

1.1. Histórico do TPM

Após a Segunda Guerra Mundial, os Estados Unidos despontaram como a grande potência econômica do mundo capitalista. Os produtos norte-americanos eram levados para todas as partes do mundo, dentro da política de influenciar o mundo com a cultura americana, reforçando a imagem de sucesso do capitalismo e evitando que os países migrassem para o bloco comunista liderado pela então União Soviética.

Segundo Nakajima (1989), este era o contexto do Japão, país imensamente castigado pelos efeitos da derrota na Segunda Grande Guerra Mundial. Com pouquíssimos recursos naturais e sistema de produção praticamente destruído, o Japão buscou alternativas para alcançar o desenvolvimento e recuperar sua economia. Para isso, contou com ajuda de recursos financeiros e humanos dos Estados Unidos, que precisavam reerguer a economia mundial. Grandes gurus da qualidade foram para o Japão nesse período implementar suas ideias, já que nos Estados Unidos não havia necessidade de aplicá-las, pois tudo ia muito bem. O Japão viu na qualidade de seus produtos a sua grande chance de conquistar mercados ao redor do mundo, mas somente isso não seria suficiente. Era preciso também utilizar seus recursos com a máxima eficiência, reduzindo ao máximo os desperdícios de produção, aproveitando o máximo de disponibilidade dos equipamentos, que deviam trabalhar no máximo de sua capacidade, eficiência e qualidade.

De acordo com Moraes (2004), neste contexto, novas filosofias de produção surgiram no Japão, principalmente na Toyota, que estipulou como meta alcançar a produção de veículos norte-americana em três anos. Tais filosofias mudaram o pensamento produtivo, pois o foco era o cliente, ou seja, a produção iria seguir a necessidade dos clientes de quantidade, qualidade, prazo de entrega, entre outros quesitos. Nascia a produção puxada, extremamente voltada para a redução de desperdícios, redução de custos, redução dos tempos de setup, aumento da disponibilidade dos equipamentos, redução dos números de quebras, aumento de eficiência, etc.

A partir destas novas ideias, cresce a necessidade das empresas de acompanhar esta evolução dos japoneses, pois senão sua sobrevivência estaria ameaçada. Assim, o *Total Productive Maintenance* (TPM), metodologia cujos princípios vêm das filosofias de produção

japonesas, ganha grande importância dentro das manufaturas. A mudança dos velhos paradigmas da manutenção, antes voltada à filosofia de consertar o que quebrou agora se volta para o aumento da disponibilidade dos equipamentos, e o correspondente aumento de produtividade. Além disso, os operadores devem ter o máximo conhecimento possível dos equipamentos que operam, a fim de preveni-los de falhas e garantir que operem dentro de suas condições básicas.

É raro encontrar um processo de manufatura em linha contínua que hoje em dia não trabalhe seguindo os princípios e etapas da metodologia TPM, uma vez que os resultados de sua utilização são significativos nos resultados dos processos, principalmente em relação à eficiência e qualidade dos processos (SHIROSE, 1994).

1.2. Objetivos do trabalho

1.2.1. Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho é a implementação dos passos 1, 2 e 3 do Pilar de Manutenção Autônoma da Metodologia TPM, ou seja, o trabalho estará completo no momento em que as máquinas passarem ao passo 4 da Manutenção Autônoma.

1.2.2. Objetivos específicos

Para garantir que o objetivo geral seja alcançado, foram definidos alguns objetivos específicos que determinarão as atividades que o trabalho deverá desenvolver. São eles:

- Implementação de um modelo 5S, dentro da etapa 1 de Limpeza Geral dos Equipamentos;
- Implementação de um programa de etiquetação de anomalias do processo, bem como do fluxo das etiquetas e definição de responsabilidades;

- Garantir a restauração das condições básicas dos equipamentos, ou seja, os equipamentos deverão ser restaurados de modo que operem nas mesmas condições de um novo, em relação à lubrificação, limpeza, ajustes e apertos;
- Prover treinamentos aos facilitadores de TPM, que serão responsáveis pela transmissão do conhecimento para todos os operadores de máquina e mantenedores.

1.3. Justificativa

O desenvolvimento deste trabalho é de extrema importância para a empresa, visto que a melhora nos indicadores de perdas, eficiência e disponibilidade proporcionada pela implementação do TPM é considerada imprescindível para sustentar o crescimento da empresa nos próximos anos, ajudando a manter os custos de produção em um nível aceitável para que seus produtos cheguem ao consumidor com um preço justo.

Outro ponto importante para justificar o desenvolvimento do trabalho é a oportunidade do aluno envolver-se em um projeto que proporcionará grande conhecimento dentro da engenharia de produção.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Definições e características do TPM

Diversas definições podem ser encontradas na literatura para o modelo de Manutenção Produtiva Total, mais conhecida na indústria pela sua sigla TPM (*Total Productive Maintenance*).

Segundo Takahashi (2000), de uma maneira geral, pode-se definir o TPM como sendo uma campanha envolvendo todos os setores da empresa, sendo que todos seus empregados devem estar orientados a alcançar a máxima eficiência dos equipamentos, a partir de uma cultura de gerenciamento orientada para o equipamento.

De acordo com Nakajima (1989), O TPM favorece o aumento do rendimento global dos equipamentos e instalações graças a uma organização baseada no respeito à criatividade humana e com participação total dos empregados da empresa.

Dessa maneira, segundo Suzuki (1987), uma vez que falhas podem ocorrer devido ao comportamento organizacional da empresa, é importante que todos os envolvidos com os equipamentos, direta ou indiretamente, entendam seus papéis e responsabilidades na eliminação de falhas.

O TPM, que inicialmente utilizava o conceito de otimização total dos ativos empresariais, através da prévia identificação e eliminação das perdas de todos os processos organizacionais, evoluiu para um conceito muito mais abrangente, sendo reconhecido como um sistema de gestão (Folador e Mattos, 2007).

2.2. Os resultados proporcionados pelo TPM

De acordo com Suzuki (1994), empresas que adotam o TPM invariavelmente alcançam resultados positivos, principalmente em relação à redução de perdas nos equipamentos, minimizando perdas de tempo através da diminuição das ocorrências de pequenas paradas. Além disso, proporciona diminuição dos defeitos de qualidade, aumento da produtividade, redução de custos, diminuição de inventários e eliminação de acidentes. Todos

esses resultados são tangíveis, podendo ser medidos e acompanhados através de métricas e índices de desempenho.

Porém, um dos mais importantes resultados do TPM é intangível, relacionado com o envolvimento dos funcionários, o aumento da capacitação e nível de treinamento de todos. Pode-se perceber esse envolvimento a partir do aumento do número de sugestões de melhorias que aparecem na empresa, na medida em que o TPM é desenvolvido.

Esses resultados podem ser divididos em seis grupos, representados pela sigla PQCDSM, mostrados no Quadro 1.

Quadro 1 - Os resultados da implementação do TPM

P Produtividade	▪ Aumento da produtividade de mão de obra de 1,4 a 1,5 vezes ▪ Aumento da produtividade em termos de valor agregado de 1,5 a 2 vezes ▪ Aumento do índice operacional dos equipamentos de 1,5 a 2 vezes
Q Qualidade	▪ Redução do índice de falha de processo para até 10% dos níveis anteriores de falha ▪ Redução do índice de refugo para até 3% dos níveis anteriores ▪ Redução do nível de reclamações de clientes para até 25% dos níveis anteriores
C Custo	▪ Redução de até 30% nos estoques de processo ▪ Redução de até 30% do consumo de energia ▪ Redução dos níveis de consumo de fluidos hidráulicos para até 20% dos níveis anteriores ▪ Redução de até 30% no custo total de fabricação
D Distribuição	▪ Redução de até 50% do estoque de produtos acabados em nº de dias ▪ Aumento de 2 vezes no giro de estoque (3 a 6 vezes ao mês)
S Segurança	▪ Zero absenteísmo por acidentes ▪ Zero ocorrência de contaminação do meio ambiente
M Moral	▪ Aumento de até 5 a 10 vezes no nº de sugetões ▪ Aumento de até 2 vezes no nº de reuniões de pequenos grupos

Fonte: adaptado de NAKAJIMA, 1989, p.7; NAKASATO, 1994, p.1.8 e SHIROSE, 1994, p.10-12

2.3. As 12 etapas de implementação do TPM

De acordo com Nakajima (1989), para que o TPM seja implementado com sucesso, alcançando os resultados esperados, são necessárias 12 etapas, descritas no Quadro 2.

Quadro 2 – As 12 etapas de implementação do TPM

Fases	Etapas	Conteúdo
Preparação	Anúncio formal sobre decisão de implementar o TPM	- Alta Direção utiliza todos os meios de comunicação existentes na empresa
	Educação introdutória e companha publicitária do TPM	- Treinamentos para grupos específicos de Gerentes - Apresentação do programa para outros funcionários
	Criação da organização que promoverá o TPM	- Comitê diretivo e sub-comitês especializados - Coordenação do TPM
	Estabelecimento de objetivos e política do TPM	- Estabelecimento das metas e efeitos
	Estabelecimento do plano diretor de implementação do TPM	- Detalhamento do plano Diretor
Introdução	Início das atividades de TPM	- Convite aos clientes, fornecedores e empresas afiliadas
Implantação	Instituir sistematização para buscar a máxima eficiência da produção	- Conduzir atividades de melhorias específicas - Estabelecimento de programa de manutenção autônoma - Implementar programa de manutenção planejada - Treinamentos de operação e manutenção
	Constituição de sistema de gestão antecipada	- Desenvolver produtos que equipamentos que sejam fáceis de usar
	Sistema de manutenção da qualidade	- Estabelecer, manter e controlar as condições de zero defeitos
	Construir sistema administrativo eficaz	- Aumento da eficiência da produção - Tornar mais eficientes as funções administrativas
	Sistema de gerenciamento de saúde, segurança e meio ambiente	- Assegurar ambientes seguros, sem acidentes e poluição
Consolidação	Manter a completa implementação do TPM	- Obter os resultados e buscar melhores metas - Concorrer ao Premio de excelência do JIPM

2.4. Os 8 pilares do TPM

O TPM tem como uma de suas metas o aumento da disponibilidade e eficiência dos equipamentos, através da redução ou eliminação das perdas do processo. Para isso, o TPM apresenta alguns Pilares de Sustentação, que suportam a busca por esses objetivos.

Inicialmente, Nakajima (1989) dividiu as atividades do TPM em 5 pilares, denominando-os Pilares Básicos de Sustentação do TPM. São eles:

- Melhorias individuais
- Manutenção Planejada
- Controle Inicial do Equipamento
- Educação e treinamento
- Manutenção Autônoma

Todos esses Pilares serão descritos adiante.

Com o passar dos anos, observou-se que as perdas dos equipamentos também eram provenientes de outros setores e processos da empresa. Dessa maneira, mais 3 pilares foram introduzidos, e o TPM passou a ter 8 Pilares Básicos de Sustentação, como mostrado na Figura 1 (SHINOTSUKA, 2001):

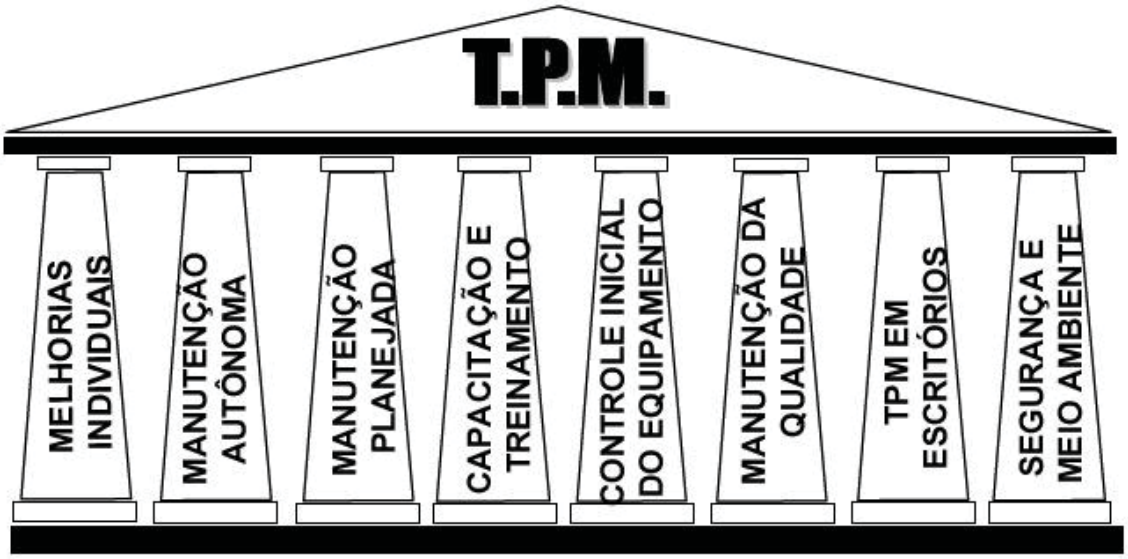

Figura 1: os 8 pilares do TPM

- Pilar de melhorias individuais ou específicas: Incluem as atividades que buscam maximizar a eficiência global do equipamento, através de projetos de melhorias incrementais, eliminando as perdas e aumentando o desempenho dos equipamentos e processos. (SUZUKI, 1994, NAKAJIMA, 1989, MORAES, 2004).
- Pilar de Manutenção Autônoma: através de treinamentos teóricos e práticos, os operadores, através de um espírito de trabalho em equipe, desenvolvem um processo de manutenção baseado em melhorias contínuas dos equipamentos e processos.
- Pilar de Manutenção Planejada: correspondem a um conjunto de ações de manutenção baseadas no tempo e nas condições dos equipamentos, visando o aumento da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, além de redução de custos com diminuição de ações de manutenção corretiva.
- Pilar de Capacitação e Treinamento: refere-se aos treinamentos aplicados para todos os funcionários, desde a introdução inicial dos conceitos de TPM, até treinamentos técnicos sobre liderança e autonomia das equipes.
- Pilar de Controle Inicial: Busca garantir que todo o histórico dos equipamentos e melhorias seja utilizado no projeto de novos equipamentos, para que estes tenham melhores índices de confiabilidade.
- Pilar de Manutenção da Qualidade: refere-se à interação da confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos com a qualidade dos produtos. O desempenho global do equipamento está ligado à capacidade do equipamento em produzir dentro dos padrões de qualidade exigidos.
- Pilar de TPM em escritórios: Busca utilizar rotinas administrativas que eliminem desperdícios, visto que estes acabam interferindo na eficiência dos equipamentos e processos produtivos.
- Pilar de segurança e meio ambiente: este pilar tem como objetivo reduzir os riscos de segurança e meio ambiente, eliminando os contextos perigosos causadores acidentes e fontes de poluição e contaminação.

2.5. O Pilar de Manutenção Autônoma

Um dos oito pilares do TPM, a Manutenção Autônoma consiste nas atividades que envolvem os operadores realizando a manutenção de seus próprios equipamentos, independentemente da interferência do setor de manutenção.

De acordo com Suzuki (1994), o departamento de produção deve assumir a propriedade de seus equipamentos, sendo responsável na prevenção da deterioração. Assim, o setor de manutenção poderá realizar as técnicas adequadas para garantir a manutenção eficaz dos equipamentos. Para isso, os dois setores, produção e manutenção, devem ter bem claros seus papéis e trabalharem em conjunto, removendo qualquer barreira através da compreensão e apoio mútuos. Esta é a melhor maneira de desenvolver-se um ambiente de trabalho livre de falhas, quebras e problemas.

Os principais objetivos de um programa de manutenção autônoma são (SUZUKI, 1994): *(i)* evitar a deterioração dos equipamentos através da operação correta e inspeções periódicas; *(ii)* garantir que o equipamento opere dentro de suas condições ideais, através da restauração de suas condições básicas; *(iii)* estabelecer condições básicas de manutenção.

A Manutenção Autônoma possui 7 passos para sua implementação nos equipamentos (ver Figura 2). Os passos 1, 2 e 3, foco deste trabalho, correspondem às atividades que visam estabelecer as condições básicas dos equipamentos em relação à deterioração, limpeza e operação. Para tanto, os operadores elaboram padrões de limpeza, lubrificação e inspeção periódicas, bem como os responsáveis por estas atividades. Nesse momento é importante, também, eliminar as fontes de sujeira e os locais de difícil acesso para limpeza e inspeção, criando condições para o avanço da Manutenção Autônoma em direção aos passos seguintes (SHIROSE *et al.,* 1994). A Figura 2 mostra todos os passos de implementação da Manutenção Autônoma e as principais atividades de cada um deles.

Passo	Nome	Atividades
1	Limpeza e inspeção	Eliminar toda a sujeira do equipamento, lubrificar e apertar parafusos. Encontrar e corrigir anomalias.
2	Eliminar fontes de sujeira e locais de difícil acesso	Eliminar fontes de sujeira, prevenindo sua dispersão e permitindo acesso para efetuar limpeza e lubrificação.
3	Elaborar padrões de limpeza e lubrificação	Definir padrões que assegurem a limpeza e lubrificação de maneira eficiente.
4	Inspeção Geral dos equipamentos	Treinar operadores para que sejam capazes de inspecionar o equipamento em busca de pequenas anomalias.
5	Inspeções Autônomas	Preparar *Check List* dos padrões para inspeções autônomas.
6	Padrões de gestão visual	Padronizar e gerenciar visualmente todos os processos de trabalho, como limpeza, fluxo de materiais, utilização de ferramentas, etc.
7	Gestão autônoma dos equipamentos	Fazer com que as atividades de melhoria façam parte da rotina de trabalho diário, promovendo a autogestão do equipamento.

Figura 2: as etapas de implementação da Manutenção Autônoma
Fonte: adaptado de Shirose *et al.,* 1994

Durante a implementação da Manutenção Autônoma, é necessário identificar e registrar as anomalias do processo, responsáveis pelas perdas que necessitam ser eliminadas. Geralmente, essas anomalias são registradas em fichas conhecidas como etiquetas de TPM. Nesta ficha, é feita a descrição da anomalia, bem como o setor responsável por tratá-la. Essas etiquetas devem ser consolidadas em quadros de resumo, para que possam ser discutidas nas reuniões rotineiras de TPM (SHINOTSUKA, 2001).

2.6. Eficiência Global do Equipamento (OEE)

O objetivo principal da implementação do TPM é o aumento da eficiência dos equipamentos e/ou processos de produção. Esse aumento se dá por meio da melhora de três fatores principais que são a disponibilidade do equipamento, a performance operacional e a qualidade dos produtos. A multiplicação percentual desses três fatores determina o Índice de

Eficiência Global do Equipamento, cuja sigla é o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) (MORAES, 2004).

2.6.1. Índice de Disponibilidade

Expressa a relação percentual entre o tempo que o equipamento efetivamente operou e o tempo total que estava programado para operar, conforme equação 1.

$$\text{Disp}(\%) = \frac{\text{Tempo total programado} - \text{paradas planejadas} - \text{paradas não planejadas}}{\text{Tempo total programado} - \text{paradas planejadas}} \times 100 \quad (1)$$

onde:

- Tempo total programado: tempo de operação programado para o equipamento, baseado na demanda de produção.
- Paradas planejadas: tempo de paradas programadas para descanso, almoço, reuniões, treinamentos e manutenção planejada.
- Paradas não planejadas: tempo desperdiçado com paradas imprevistas, como por exemplo, manutenção corretiva, quebras, ajustes durante a produção, entre outros.

2.6.2. Índice de Performance Operacional

É a relação entre o tempo real de ciclo do equipamento e o tempo de ciclo teórico definido pela Engenharia de Processos, conforme equação 2.

$$\text{Perf}(\%) = \frac{\text{Tempo teórico de ciclo x total de peças produzidas}}{\text{Tempo total programado} - \text{paradas planejadas} - \text{paradas não planejadas}} \times 100 \quad (2)$$

2.6.3. Índice de qualidade de Produto

Este índice expressa a capacidade do processo em produzir produtos sem defeitos logo na primeira vez. Relaciona percentualmente a quantidade de peças descartadas ou retrabalhadas com o total de peças produzidas, conforme equação 3.

$$\text{Qualidade}(\%) = \frac{\text{Total de peças produzidas} - (\text{Total de refugos} + \text{retrabalhos})}{\text{Total de peças produzidas}} \times 100 \qquad (3)$$

2.6.4. Cálculo do OEE

Por fim, o cálculo do OEE é feito multiplicando-se os três índices percentuais de disponibilidade, performance e qualidade, obtendo-se um valor percentual que representa um medidor de eficiência do equipamento.

Empresas que passam a adotar o OEE como indicador de eficiência dos seus equipamentos geralmente se deparam com valores entre 30% e 60% (SHIROSE, 1994; NAKAJIMA, 1989).

3. MÉTODO DE PESQUISA

O método utilizado para a elaboração deste trabalho foi pesquisa-ação. Segundo Thiollent (2007), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica realizada com estreita relação com uma ação, podendo ser a resolução de um problema coletivo.

Oquist (1978) acrescenta que na pesquisa-ação, o termo pesquisa se refere à produção de conhecimento e o termo ação se refere a uma modificação intencional de uma realidade ou situação. Dessa maneira, a pesquisa-ação é a produção de um conhecimento que irá orientar o desenvolvimento de um trabalho prático, ou seja, o conhecimento é produzido e disseminado enquanto que uma atividade é desenvolvida.

A estrutura da pesquisa-ação pode ser mostrada na Figura 6.

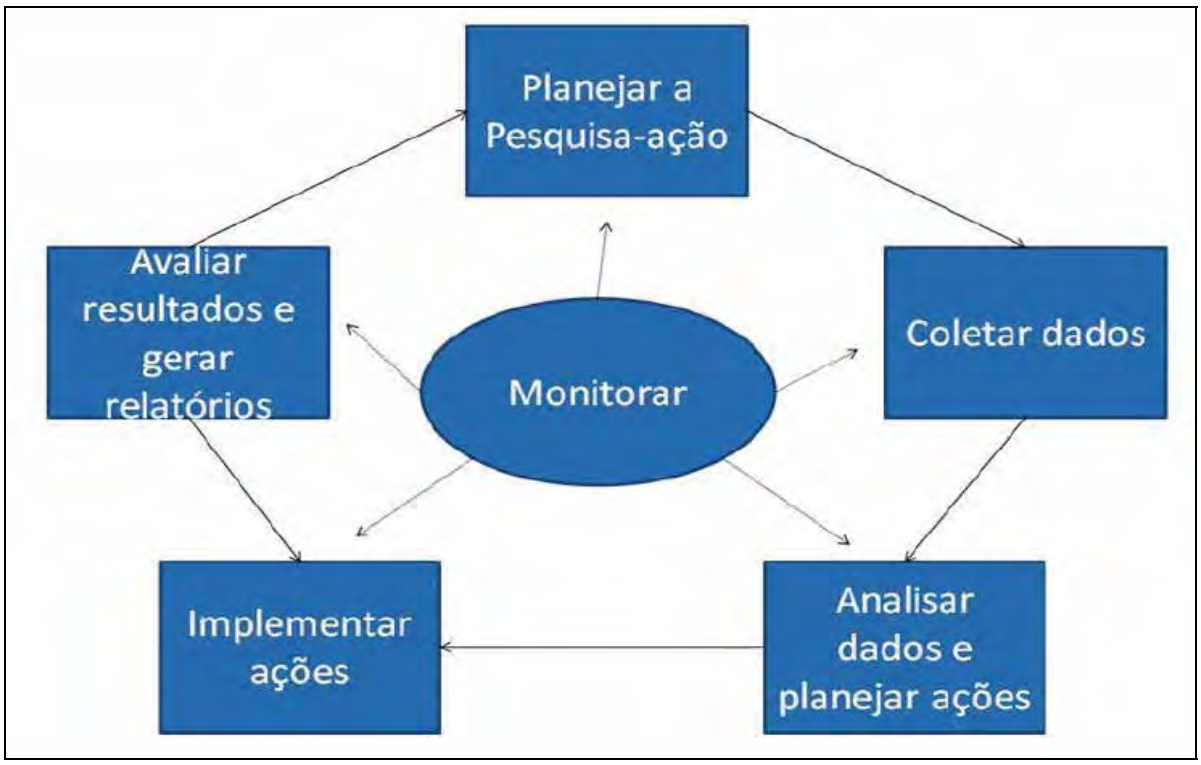

Figura 6 – Estrutura para condução da pesquisa-ação

Fonte: Adaptada de Coughlan e Coughlan (2002)

O desenvolvimento do trabalho seguiu o cronograma de implementação do TPM pela empresa. Assim, nessa etapa do processo apenas um grupo de máquinas passou pela implementação do TPM, enquanto que um outro grupo iniciará as atividades de TPM a partir de janeiro de 2013.

Aproveitando-se dessa situação, uma alternativa para comprovar os resultados obtidos com a implementação do TPM adotada neste trabalho foi fazer uma comparação entre os resultados anuais de alguns indicadores, como o OEE, das máquinas onde houve a implementação do TPM e daquelas onde a implementação se iniciará a partir de 2013.

Vale ressaltar que a empresa possui ferramentas validadas para o cálculo de indicadores como OEE, perdas, quebras e indisponibilidades, que serão utilizados neste trabalho. Todos os dados foram obtidos de relatórios oficiais ou quadros de gestão visuais localizados ao lado das máquinas.

4. A IMPLEMENTAÇÃO DO PILAR DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

4.1. Descrição da empresa

A empresa estudada neste trabalho é uma multinacional do ramo de higiene pessoal, saúde e beleza. Produz desde produtos de higiene íntima até fármacos de última geração. Sua planta industrial está instalada em São José dos campos, onde também possui um Centro de Pesquisas Tecnológicas que supre toda a América Latina com inovações em produtos para atender as necessidades do mercado regional.

O complexo industrial de São José dos Campos é o maior da empresa no mundo, com 11 fábricas, exportando produtos para diversos países da América Latina, Estados Unidos, Austrália, Nova Zelândia, entre outros.

A busca por melhorias em seus processos, com redução de custos e aumento da qualidade vem sendo perseguida incessantemente, sendo um dos focos da estratégia da alta diretoria para manter o parque industrial na cidade, vencendo a concorrência de outros países para a produção de novos produtos e garantindo a competitividade das fábricas da cidade.

Atualmente, existem cerca de 4.000 funcionários em São José dos Campos, sendo 3.000 diretos e o restante composto por terceiros ou temporários.

4.2. Histórico do TPM na empresa

Inicialmente, a metodologia TPM foi implementada na empresa no final da década de 1990 e início da década de 2000. Nesse período, após visita ao JIPM (*Japan Institute os Plant Management), toda* a estrutura foi criada, seguindo os passos da implementação do programa. O objetivo não era desenvolver todos os 12 passos, mas sim aqueles mais ligados à estratégia da empresa. Dessa maneira, somente cinco dos oito pilares do TPM foram desenvolvidos, sendo eles:

- Pilar de Melhoria Específica;
- Pilar de Manutenção Autônoma;

- Pilar de Manutenção Planejada;
- Pilar de Educação e Treinamento;
- Pilar de Segurança, Saúde e Meio Ambiente (EHS).

Esses pilares foram suficientes para atender às necessidades da empresa naquele momento, de aumento da eficiência e disponibilidade dos equipamentos. Foram atingidos níveis de eficiência considerados bons, os operadores receberam treinamento e capacitação, porém a última etapa do Pilar de Manutenção Autônoma, o nível de autocontrole, não foi atingida. Diversos motivos podem ser citados para explicar por que o TPM não chegou a ser implementado por completo, entre eles crises que congelaram investimentos e a chegada de outros programas globais que obrigaram a direção a tirar o foco exclusivo do TPM.

Com o passar dos anos, outros projetos entraram em cena, fazendo com que o andamento e a continuidade do TPM fossem comprometidos, e muito do conhecimento adquirido através dos anos foi perdido. Assim, no ano de 2011 viu-se a oportunidade de reimplementar o TPM nas fábricas a fim de atingir melhores níveis de eficiência, qualidade e disponibilidade, pois isso seria uma grande oportunidade de redução de custos e melhora da qualidade dos produtos da empresa no mercado.

Assim, em junho de 2011 foi relançado o programa de implementação do TPM nas fábricas, com uma nova secretaria de TPM, onde a alta direção participou ativamente e se mostrou bastante comprometida com o andamento do programa. Os pilares foram reorganizados e inicialmente foram definidos os mesmos 5 pilares do passado.

O foco deste trabalho está no pilar de Manutenção Autônoma, onde o objetivo é o avanço das máquinas para a etapa 4 entre as 7 deste Pilar. É importante ressaltar que todas as máquinas voltaram ao passo 1, porém avançarão direto para o passo 4, ou seja, os passos 1, 2 e 3 da Manutenção Autônoma foram agrupados, pois grande parte da estrutura do passado foi reaproveitada, não sendo necessária uma total reformulação dos procedimentos.

4.3. Etapas de implementação abordadas no trabalho

Como citado anteriormente, as etapas 1, 2 e 3 de implementação do Pilar de Manutenção Autônoma foram agrupados, pois parte da estrutura de implementação utilizada

no passado poderia ser reaproveitada, garantindo economia de tempo e recursos nesta fase dos trabalhos.

O objetivo principal desta etapa é garantir o avanço das máquinas para o passo 4. Vale ressaltar que o foco do TPM é a Manutenção Autônoma, ou seja, a autogestão da máquina pelo operador, que passa a ser dono de sua máquina, sendo responsável por mantê-la operando com qualidade e alta disponibilidade.

Para atingir a mudança de passo, o principal objetivo específico desta etapa é restaurar as condições básicas dos equipamentos, em relação à limpeza, lubrificação, ajustes e apertos. Sendo assim, o planejamento previu inicialmente a garantia da limpeza geral dos equipamentos e início dos trabalhos de detecção e eliminação das anomalias que estavam escondidas pela sujeira. Posteriormente, o foco do trabalho passa a ser a eliminação das fontes de sujeira presentes nos equipamentos, além dos locais de difícil acesso que impossibilitam os operadores e mantenedores a eliminá-las. Ferramentas foram aplicadas para registrar e gerenciar as detecções e correções destas anomalias.

Por fim, todo este trabalho conjunto da operação e manutenção para eliminar anomalias do processo gera um conjunto de aprendizagens e se faz necessária a criação de padrões provisórios de inspeções, lubrificações, ajustes, entre outros. Este padrão é provisório por que este trabalho deve continuar até o fim da implementação do programa sendo, então, continuamente aperfeiçoado.

Paralelamente a estas atividades, foram desenvolvidos os quadros de gestão, onde são expostas as metas, as situações das máquinas, as escalas de treinamentos, os registros de eficiência diária da máquina, entre outras informações.

4.4. Limpeza Inicial

O início do trabalho de Manutenção Autônoma na fábrica caracterizou-se por um trabalho de limpeza inicial. Nessa atividade, o objetivo é eliminar totalmente a poeira e sujeira, principalmente dos equipamentos. Durante essa etapa de limpeza, alguns defeitos aparecem e são eliminados. Aqueles que não puderam ser eliminados imediatamente foram registrados e encaminhados para os setores responsáveis. Além disso, foram removidos elementos desnecessários, ordenando todos os equipamentos e ferramentas em gabaritos.

Inicialmente, foi planejado e implementado um modelo 5S para traçar o plano de limpeza, estabelecendo as prioridades das partes dos equipamentos a serem limpos. Após a aplicação de treinamentos básicos aos operadores, todos os equipamentos desnecessários foram removidos a fim de providenciar espaço para as atividades de limpeza. Com a eliminação do acúmulo de sujeira, o trabalho passou para uma nova etapa, a busca de fontes de contaminação que sujam o equipamento logo após terem sido limpos.

Posteriormente, os operadores foram capacitados para identificar as fontes de sujeira (FDS) e locais de difícil acesso (LDA). Os locais de difícil acesso são pontos nos equipamentos onde o trabalho de limpeza não pode ser alcançado, sendo necessárias mudanças que facilitem o acesso do operador para que este possa realizar as rotinas de limpeza.

Como citado anteriormente, as etapas 1, 2 e 3 da Manutenção Autônoma foram agrupadas, pois grande parte da estrutura e organização montadas no passado foi reaproveitada nesta nova fase do TPM na empresa. Assim, as etapas de Limpeza Inicial e Eliminação Fontes de Sujeira e Locais de Difícil acesso foram executadas paralelamente. Ao terminarem os trabalhos de limpeza, os operadores já estavam capacitados para detectar e registrar as fontes de sujeira e locais de difícil acesso, através de ferramentas que serão explicadas adiante.

4.5. O processo de registro de anomalias

Como foi apresentada na revisão da literatura, a principal maneira de registrar as anomalias dos processos na Metodologia TPM é através de formulários de registros. Na empresa em questão, estes formulários são denominados etiquetas de TPM. Essas etiquetas podem ser preenchidas por qualquer pessoa que encontre uma anomalia no processo. Segundo a metodologia definida, todas as etiquetas são preenchidas em duas vias. A primeira via fica no local da anomalia, para gerar um impacto visual e não cair no esquecimento. A segunda via é colocada em um suporte localizado próximo às máquinas, onde o responsável por cada setor deve analisá-la e encaminhar para o departamento responsável por solucionar a anomalia.

Existem três tipos de etiquetas, diferenciadas pela cor. São elas:

- Etiqueta vermelha: esta etiqueta é destinada exclusivamente para anomalias que gerem riscos relacionados à segurança, saúde e meio ambiente. Após o preenchimento, o prazo para a solução e eliminação dos riscos é de 30 dias, invariavelmente. O setor responsável é o de Segurança, Saúde e Meio Ambiente (EHS), e caso seja ultrapassado o prazo, este atraso afetará os indicadores deste departamento.

- Etiqueta amarela: esta etiqueta é destinada para registro de anomalias que o próprio autor do preenchimento será responsável por eliminá-la. Geralmente é destinada para pequenos reparos, os quais os próprios operadores de máquinas já foram capacitados para resolver. Por exemplo, trocas de parafusos, pequenos vazamentos de óleo, folga em rolamentos, etc. O prazo para eliminar a anomalia será definido pelo autor do registro, podendo ser de 15, 30 ou 60 dias. Este prazo será revisto pela responsável pelo setor, podendo ser corrigido.

- Etiqueta azul: esta etiqueta é similar à amarela, porém nesse caso o responsável por eliminá-la será o departamento de manutenção, ou seja, o operador ainda não tem capacitação ou em alguns casos autorização para solucionar o problema. Geralmente são casos onde ocorrem problemas eletrônicos, troca de peças complexas ou de custos elevados, por exemplo.

O processo de etiquetação de anomalias começou a ser implementado nas máquinas onde está o foco deste trabalho em fevereiro de 2012, com participação direta do autor. Foram aplicados treinamentos de capacitação e criadas rotinas de trabalho que incentivaram os operados a registrar as anomalias. Essas rotinas eram constituídas de reuniões quinzenais, nos locais das máquinas, onde eram apresentados os resultados, tais como número de etiquetas abertas e fechadas, número de etiquetas atrasadas e dificuldades no processo. A Figura 3 mostra um exemplo de etiquetas de TPM e a Figura 4 mostra o escaninho da empresa onde são colocadas as etiquetas para seguirem o fluxo de cada uma.

Figura 3 – Exemplo de etiqueta de identificação de anomalias

Figura 4 – Escaninho da empresa para controlar fluxo de etiquetas

4.6. As lições de um só ponto (OPL's)

Outra ferramenta do TPM aplicada nas etapas 1, 2 e 3 da Manutenção Autônoma foi a Lição de Um Só Ponto. Essa ferramenta tem como objetivo registrar a maneira certa de

realizar um procedimento, por mais simples que ele seja, propagando o conhecimento entre todos os operadores de um determinado setor. O foco é que os operadores espalhem pela fábrica a maneira correta de operar os equipamentos, diminuindo os erros causadores de quebras e defeitos que podem prejudicar a qualidade final do produto.

Quando um operador detecta que um procedimento estava sendo feito de maneira incorreta, ou mesmo que existe uma maneira melhor de executá-lo, ele registra essa melhoria em um formulário, explicando como era antes e como passou a ser depois da sua proposta de melhoria. O ponto mais interessante desta ferramenta é que para finalizá-la, o operador precisa demonstrar sua ideia com um desenho à mão livre, ou seja, precisará fazer um esboço de toda a peça ou procedimento alterado. Como geralmente nem todos os operadores tem habilidades em desenho, acabam solicitando ajuda aos seus companheiros, transmitindo o conhecimento e estimulando o trabalho em equipe.

O grande desafio desta ferramenta é estimular os operadores a registrarem suas ideias em formulários do tipo OPL. Por isso, em todas as reuniões de TPM eram discutidas as dificuldades, geralmente falta de tempo, e os motivos pelos quais as melhorias deixavam de ser registradas. Esse trabalho rotineiro de conscientização deve ser contínuo, para que acabe se tornando uma atividade de rotina.

4.7. Elaboração de padrões provisórios

Nesta etapa, foram desenvolvidos trabalhos conjuntos entre os operadores e mantenedores, com o objetivo de definir os critérios para execução de inspeções, limpezas, lubrificação e também do controle visual. Esses critérios serão utilizados pelos operadores para executarem a manutenção básica dos equipamentos, fornecendo os pontos importantes de diagnóstico das anomalias.

Todo o histórico de etiquetas de anomalias e das lições de um só ponto foi considerado, e uma lista de padrões foi elaborada, considerando cada parte ou peça do equipamento, sua condição normal de operação e a metodologia de inspeção, bem como a ação a ser tomada em caso de anomalias.

Esta etapa é muito importante, visto que exige uma interação muito grande entre a manutenção e operadores. Esta lista de padrão elaborado ainda é provisória, pois será

incrementada com novos padrões, uma vez que os processos de detecção de anomalias e os estudos de como evitá-las continuam ininterruptamente.

A partir desta etapa, é esperado que os índices de quebras e perdas das máquinas caiam consideravelmente, proporcionando aumento da disponibilidade e eficiência, além da melhoria da qualidade dos produtos. A Figura 5 exemplifica alguns padrões provisórios definidos para alguns tipos de elementos de máquinas. O campo Manutenção Preventiva indica o intervalo de tempo entre as atividades de manutenção e limpeza geral do equipamento, onde há parada do equipamento. O Método de Detecção indica de qual maneira ou por meio de quais sentidos o operador irá detectar as anomalias.

Tipo de equipamento	Manutenção Preventiva	Possíveis Sinais de Anomalias	Método de detecção	Ação
Rolamentos	21 dias	Aumento de temperatura	Visual	Comunicar manutenção
		Ruído	Audição	Comunicar manutenção
		Vibração	Visual	Comunicar manutenção
Lacradora	14 dias	enrugamento	Visual	Regular barreira anti-estática
Encartuchadeira	8 dias	Ruído	Audição	Comunicar manutenção
		Pequenos enroscos	Visual	Aperto e lubrificação
Conjunto de engrenagens	21 dias	Ruído	Audição	Comunicar manutenção
		Vibração	Visual	Aperto

Figura 5 – Adaptação de padrão provisório desenvolvido durante o trabalho

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta etapa do trabalho irá descrever os resultados alcançados pela reimplementação do TPM até a etapa 3 do Pilar de Manutenção Autônoma. Como descrito anteriormente, o objetivo geral destas etapas era restaurar as condições básicas dos equipamentos, ou seja, livrá-los das anomalias que geravam quebras e paradas, afetando a disponibilidade e eficiência dos mesmos. Para isso, foi preciso capacitar os operadores de modo que estes conhecessem seus equipamentos e aprimorassem suas habilidades em detectar e eliminar as anomalias do processo.

O primeiro resultado da implementação dos passos 1, 2 e 3 da Manutenção Autônoma não é mensurável, mas de fácil percepção nos corredores das fábricas. Trata-se do ganho de conhecimento dos operadores. Embora não seja possível medir esse ganho de conhecimento, o próprio resultado de queda nos números de quebras e perdas mostra implicitamente que esse ganho existiu.

Além disso, é fácil notar nas reuniões de TPM feitas nas máquinas o quanto os operadores ganharam em conhecimento sobre os equipamentos, na medida em que as conversas ganhavam assuntos mais técnicos e as soluções passavam a se desenrolar em equipes. De uma maneira geral, pode-se afirmar que os operadores agora conversam entre si sobre o TPM, ou seja, o TPM agora já faz parte de suas rotinas de trabalho.

5.1. Evolução do OEE

Como o TPM já fora implementado no passado recente, poucas mudanças eram esperadas na evolução do OEE neste período. Dessa maneira, melhoras significativas nos níveis de OEE são esperadas a partir das etapas seguintes.

A evolução do OEE pode ser mais facilmente notada quando se comparam os níveis de eficiência global nas máquinas onde o TPM já está sendo implementado com as máquinas onde está programado para iniciar em janeiro de 2013, ou seja, nenhuma atividade específica de Manutenção Autônoma foi aplicada a essas máquinas até o momento.

A Figura 7 a seguir mostra a evolução anual dos níveis de OEE no conjunto de máquinas onde o TPM está sendo implementado e também no conjunto onde começará a ser implementado a partir de janeiro de 2013.

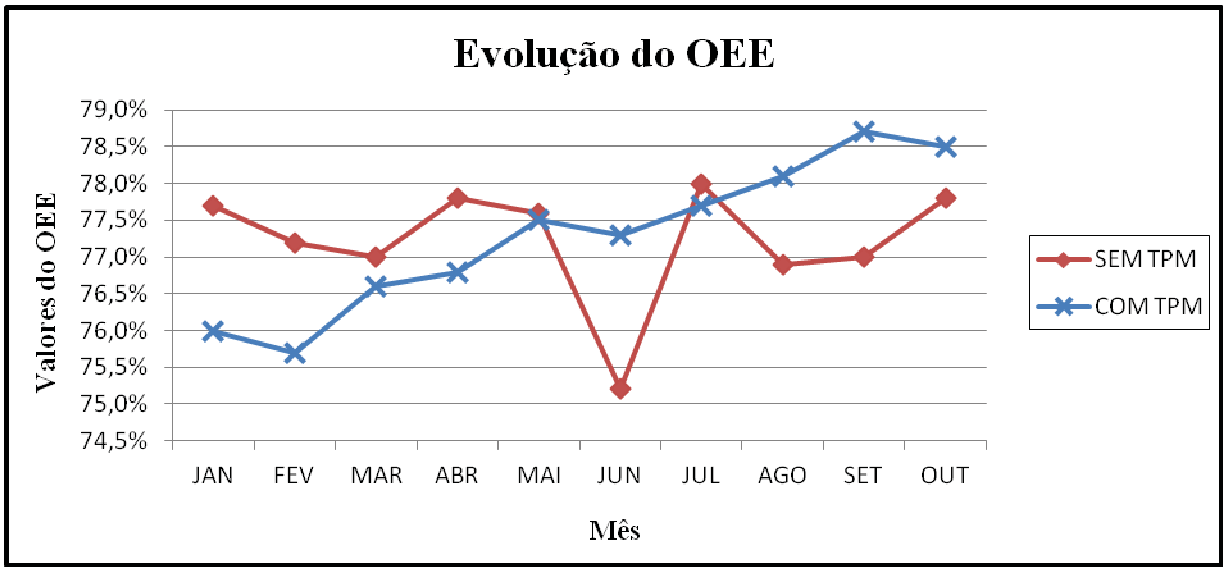

Figura 7 – Evolução do OEE nas máquinas

Na Figura, é possível notar grande diferença no comportamento das linhas. A linha denominada SEM TPM mostra a evolução anual do OEE nas máquinas onde não foi implementada nenhuma atividade de TPM. A linha denominada COM TPM mostra a evolução do OEE nas máquinas onde se desenvolveram os trabalhos de TPM ao longo do ano.

Nota-se que as máquinas onde foi implementado o TPM iniciaram com eficiência global inferior em relação às outras máquinas, porém mostraram uma tendência de crescimento ao longo do ano. As outras não apresentaram tendência alguma, oscilando imprevisivelmente.

Isso mostra que o TPM e as atividades de Manutenção Autônoma trouxeram resultados positivos para a eficiência dos equipamentos. Esse aumento foi possível graças à diminuição dos números de quebras e indisponibilidade das máquinas, o que será mostrado nas próximas seções do trabalho.

5.2. Índices de quebras nos equipamentos

Um indicador importante e que era esperado apresentar grande impacto com a implementação da Manutenção Autônoma até o passo 3 é o índice de quebras dos equipamentos.

A Figura 8 a seguir mostra a evolução do índice de quebras das máquinas onde o TPM está sendo implementado desde janeiro de 2012.

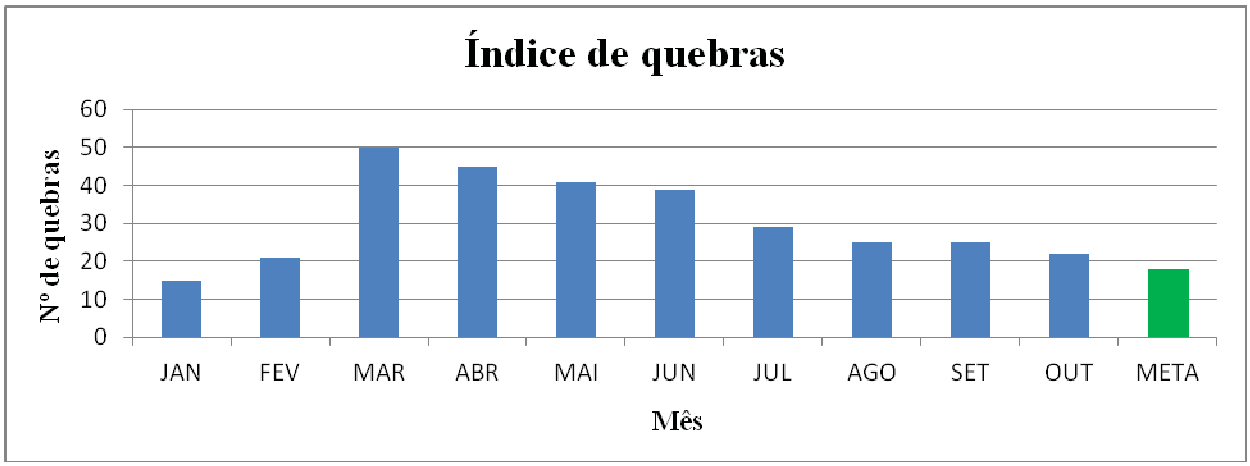

Figura 8 – Evolução dos índices de quebras nos equipamentos

Nota-se que nos meses de janeiro e fevereiro os níveis de quebras foram menores, mas isso se explica pelo baixo nível de atividade nos equipamentos nos primeiros meses do ano. A partir do mês de março, a fábrica passa operar na máxima capacidade e percebe-se um salto no número de quebras.

A partir de março, onde a fábrica passou a operar normalmente, nota-se uma queda contínua nos números de quebras dos equipamentos, mostrando claramente a existência de uma tendência de queda nos números de quebras, aproximando-se da meta para o ano de 2012.

Os trabalhos de limpeza e detecção de anomalias geram grande aprendizado aos operadores. Este aprendizado, somado ao apoio do Departamento de Manutenção, possibilita a elaboração de padrões provisórios de inspeção, limpeza e lubrificação. Estes padrões auxiliam os operadores a padronizar as atividades de manutenção rotineira e com que frequência elas devem ocorrer, minimizando os riscos de quebras e paradas nos equipamentos.

5.3. Índices de indisponibilidade

O aumento da disponibilidade dos equipamentos é uma das principais metas do TPM. O seu aumento provém da redução dos tempos de trocas de equipamentos e ferramentas, diminuição dos números de quebras e paradas, melhoras dos ajustes dos equipamentos, entre outros.

A Figura 9 apresenta os resultados anuais do nível de indisponibilidade dos equipamentos.

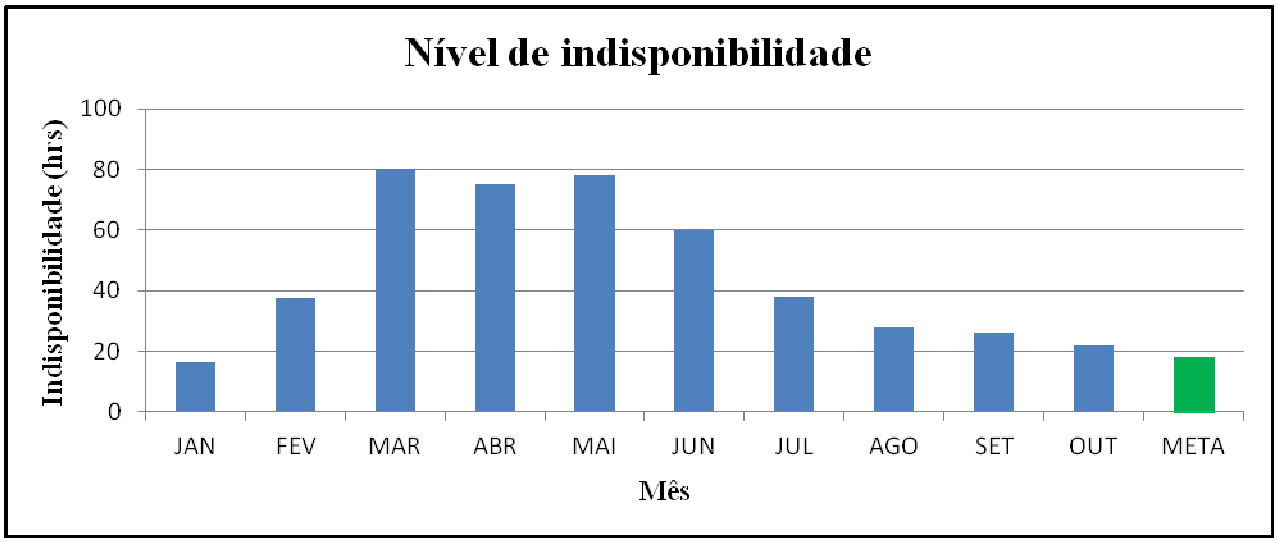

Figura 9 – nível de indisponibilidade dos equipamentos

Os resultados mostrados na figura ajudam a explicar os motivos do aumento do OEE mostrado anteriormente, uma vez que a disponibilidade é um dos fatores de cálculo do indicador.

Similar ao que aconteceu no gráfico de quebras, os meses de janeiro e fevereiro apresentam resultados mais baixos devido ao baixo nível de operação no início do ano. Assim, a partir de março, nota-se que os equipamentos apresentavam índices de indisponibilidade em torno de 80 horas ao mês. Esses valores foram caindo gradativamente até alcançarem índices próximos da meta anual, de 19,25 horas ao mês.

5.4. Redução de perdas na manufatura

O trabalho de implementação da Manutenção Autônoma, gerando, principalmente, o aumento do conhecimento dos operadores, também proporciona resultados nos índices de perdas da fábrica. O trabalho programado de manutenção, ajustes, inspeções e lubrificações promovem melhorias nos processos e redução de algumas das perdas dos equipamentos.

A Figura 10 mostra a evolução dos índices de perdas nos equipamentos no período de 2012. Esses valores representam a quantidade de produtos perdida nas paradas de máquina, matéria-prima de baixa qualidade, recusas de produto acabado pelo departamento de qualidade ou mesmo recusas na inspeção final feita na própria fábrica.

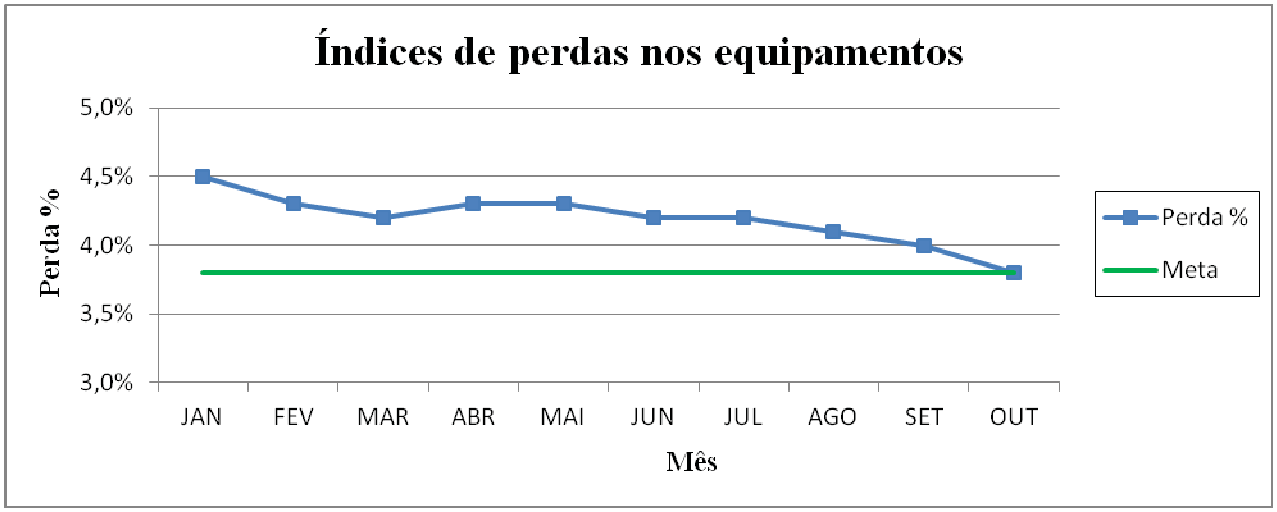

Figura 10 – Evolução dos índices de perdas dos equipamentos

Os índices de perdas não obedecem à mesma tendência dos indicadores anteriores, visto que é calculado proporcionalmente ao total produzido. Assim, um menor nível de produção nos meses de janeiro e fevereiro não significa menores índices de perdas de produtos.

O gráfico da figura também mostra uma tendência de queda nos valores de perdas dos equipamentos, refletindo, também, o trabalho de implementação do TPM, pois grande parte dessas perdas é gerada no momento de paradas nos equipamentos, pois existe uma quantidade descartada em cada parada, por segurança e garantia de qualidade.

5.5. Sugestões para o andamento futuro do projeto na empresa

Em relação ao futuro do TPM na empresa, um dos pontos notados pelo autor deste trabalho é a excessiva preocupação dos líderes da empresa com as grandes melhorias, pois estas trazem um retorno mais visível e impactante ao processo. Porém, as pequenas melhorias, que corrigiriam as pequenas anomalias que tomam constantemente o precioso tempo dos mantenedores, que poderia estar sendo aplicada em capacitação dos operadores, não são realizadas com frequência.

Estas pequenas melhorias, embora não sejam de grande significância se consideradas individualmente, formam um conjunto de melhorias que, a longo prazo, direcionaria a empresa para um processo de melhoria contínua. Devido ao fato dos resultados só aparecerem no longo prazo, a liderança preferiu, dentro de sua estratégia, priorizar as melhorias que trariam maior impacto em um prazo menor. Porém, na visão do autor, deveria haver maior atenção também para as pequenas melhorias que, além do que já foi citado, representam um custo de investimento muito menor para a empresa.

6. CONCLUSÕES

A partir da análise do andamento de todo o trabalho, podemos concluir que a implementação do Pilar de Manutenção Autônoma até a etapa 3 se deu com sucesso. Todos os indicadores medidos apresentaram resultados positivos.

Com a implementação do 5S e a consequente Limpeza Geral dos equipamentos, abriu-se a possibilidade de uma grande busca por anomalias que geravam quebras e paradas imprevistas nos equipamentos, diminuindo a eficiência e aumentando os custos de produção. Além disso, a melhora gradual nos indicadores mostrou que os treinamentos foram eficazes e os operadores ganharam grande conhecimento sobre a metodologia TPM, uma vez que os resultados dependem diretamente do seu trabalho.

A melhora dos indicadores comprova, também, que todo o trabalho conseguiu restaurar as condições básicas dos equipamentos, objetivo mais tangível da Manutenção Autônoma até o passo 3. Com isso, a empresa conseguiu atingir seu objetivo principal previsto no plano anual do TPM, que foi o avanço deste conjunto de máquinas para o passo 4.

Dessa maneira, a equipe garantiu credibilidade suficiente para dar continuidade nos trabalhos tanto das máquinas que seguirão para o passo 4, quanto daquelas que irão iniciar as atividades de TPM a partir de janeiro de 2013.

Quanto ao TPM, o trabalho comprovou que a aplicação desta metodologia traz bons resultados na redução de quebras e aumento da disponibilidade e eficiência dos equipamentos, sendo de grande validade o aprendizado que o aluno ganhou durante a implementação deste trabalho.

6.1. Sugestões para trabalhos futuros

Como sugestão para futuros trabalhos, uma ideia muito interessante seria seguir com a implementação dos próximos passos da Manutenção Autônoma, a fim de acompanhar a melhoria contínua nos indicadores de desempenho e eficiência apresentados neste trabalho, tais como OEE, perdas e indisponibilidade do equipamento.

REFERÊNCIAS

CARRIJO, J. R. S.; TOLEDO, J. C. **Benefícios da implementação do TPM (Total Productive Maintenance) no processo de desenvolvimento de produtos de uma indústria gráfica**. ENEGEP, 2006, Fortaleza – Ceará. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2006.

FOLADOR A. J; MATTOS, S. M. M. A. **Importância da Gestão de Perdas para fortalecer a competitividade e melhorar a produtividade das empresas (No Século XXI)**. Revista Capital Científico do Setor de Ciências Sociais Aplicadas. Vol. 5, nº1. Paraná, 2007.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MORAES, P. H. A. **MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: estudo de caso em uma empresa automobilística.** 2004. Dissertação (Mestrado em Gestão do Desenvolvimento Regional) – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989. 110p.

NEVES, P. T. **Manutenção Produtiva Total: estudo de caso na colheita mecanizada de cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

OQUIST, P. The philosophy of action science. **Journal of Managerial Psychology**, v.10, n. 6, p. 6-13, 2004.

ROYER R. **Manutenção Produtiva Total: implementação em uma empresa da Região Sul do Brasil**. XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, BA, 2009.

SHINOTSUKA S. **TPM Encyclopedia**. Material distribuído pela JIPM. Cali, CO, 2001.

SHIROSE, K. **TPM para mandos intermédios de fábrica**. Madrid: Productivity Press. 1994. 155p. ISBN 84-87022-11-1.

SPERANCETTA, A. **O impacto da implantação do TPM nos indicadores de manutenção.** Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

SUZAKI, K. **The new manufacturing challenge: empowering people for continuous improvement**. New York: The Free Press, 1993. 462p.

SUZUKI, T. **TPM in process industries.** New York: Productivity Press, 1994.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **Manutenção Produtiva Total**. 2ª ed. São Paulo: Instituto IMAN, 2000. 322p.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2007.