UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

THIAGO DE MENDONÇA BÁRBARA DOS REIS

TPM (GERECIAMENTO PRODUTIVO TOTAL) – PILARES PRODUTIVOS: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO SETOR METALÚRGICO

JUIZ DE FORA
2014

THIAGO DE MANDONÇA BARBARA DOS REIS

TPM (GERECIAMENTO PRODUTIVO TOTAL) – PILARES PRODUTIVOS: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO SETOR METALÚRGICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: D.Sc., Roberta Resende Zagha

Co-Orientador: M.Sc., Mariana Paes da Fonseca Maia

JUIZ DE FORA

2014

THIAGO DE MENDONÇA BÁRBARA DOS REIS

TPM (GERECIAMENTO PRODUTIVO TOTAL) – PILARES PRODUTIVOS: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO SETOR METALÚRGICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 09 de dezembro de 2014.

BANCA EXAMINADORA

_____

Titulação, Nome (Orientador)

Instituição

_____

Titulação, Nome (Co-Orientador)

Instituição

_____

Coordenador de Manutenção, Helder Frank de Souza

Votorantim Metais Zinco – Unidade Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pelas bênçãos a mim concedidas durante todo o trajeto acadêmico e profissional.

À minha mãe, Dalva Bárbara de Mendonça dos Reis, pela fortaleza e inspiração de seguir sempre em frente independente das dificuldades.

À minha esposa, Mariana Amorim Silva Takayama, pela paciência e dedicação ao longo de minha formação.

As orientadoras Roberta Resende e Mariana Fonseca pelo direcionamento e disponibilidade e por acreditarem em minha capacidade.

Aos orientadores da qualificação: Márcio, Luiz Henrique e Tone Takayama.

Ao companheiro de empresa Helder Frank pelo exemplo de liderança e gerenciamento de atividades.

Aos meus grandes mentores Ricardo Santoro e Alessandro Imai Matsuko por toda crença e aposta em meus resultados.

O meu muito obrigado a cada um de vocês não somente pelos ensinamentos, mas também por todo carinho à mim dedicado.

RESUMO

O trabalho procura identificar nos pilares produtivos que compõem o TPM - melhoria específica; manutenção autônoma; manutenção planejada e educação e treinamento, melhorias no ambiente produtivo que levem ao aumento natural da produtividade. A metodologia apresentada no desenvolvimento do trabalho é uma revisão bibliográfica do assunto para identificar os conceitos gerais, um estudo teórico para descrever as etapas do processo e por fim apresentação dos resultados do estudo com um enfoque estratégico vividos em uma empresa de grande porte do setor metalúrgico.

Palavras-chave: produtividade, competitividade e TPM.

ABSTRACT

The work seeks to identify the productive pillars that make up the TPM - specific improvement; autonomous maintenance; planned maintenance and education and training, improvements in the production environment leading to natural increase productivity. The methodology presented in the development of the study is a literature review of the subject to identify the general concepts, a theoretical study to describe the process steps and finally presentation of the study results with a strategic focus lived in a large company in the metallurgical sector .

Keywords: productivity, competitiveness and TPM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução dos tipos de sistema de manutenção 15
Figura 2 - Grupos sobrepostos 20
Figura 3 - Políticas e diretrizes TPM 22
Figura 4 - Estabelecimento do plano diretor. 24
Figura 5 - Relação entre as grandes perdas e o rendimento Global da Planta (Processo contínuo). 42
Figura 6 - Organograma do Grupo Votorantim. 46
Figura 7 - Fluxograma Fundição da Votorantim Metais - Juiz de Fora. 49
Figura 8 - Lingoteira de Zamac. 52
Figura 9 - Grupos sobrepostos projeto piloto. 53
Figura 10 - Políticas e diretrizes projeto piloto. 54
Figura 11 - Plano Diretor projeto piloto. 55
Figura 12 - Gráfico de produção de ligas. 57
Figura 13 - Painel de gestão TPM. 58
Figura 14 - Padrão provisório de manutenção autônoma. 59
Figura 15 - Quadro de inspeção operador proprietário. 60
Figura 16 - Iceberg de quebras e falhas. 61
Figura 17 - Gráfico de resolução de etiquetas. 61
Figura 18 - Gráfico de etiquetas abertas. 62
Figura 19 - Lição de Um Ponto (LUP). 66
Figura 20 - Ata de reunião de gestão. 67
Figura 21 - Cronograma de inspeções. 68
Figura 22 - Relatório de implementação do TPM nas áreas. 68
Figura 23 - Comparativo antes x depois projeto piloto. 70
Figura 24 - Comunicação - divulgação do TPM nas áreas. 72
Figura 25 - Gestão de tarefas operador proprietário. 73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação antigo TPM x novo TPM. 16
Quadro 2 - Fases da Implantação do TPM. 18
Quadro 3 - Indicadores de desempenho. 23
Quadro 4 - Indicadores de desempenho projeto piloto..... 55
Quadro 5 - Plano de treinamento avançado..... 65
Quadro 6 - Resultados qualitativos. 69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados quantitativos projeto piloto 71

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 12
1.2 JUSTIFICATIVA 12
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 13
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 13
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 13
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 14

2. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM) 15

2.1 TPM COMO GERENCIAMENTO PRODUTIVO TOTAL 16
2.1.1 ETAPA 1: DECISÃO DA ALTA ADMINISTRAÇÃO. 19
2.1.2 ETAPA 2: TREINAMENTO INICIAL. 19
2.1.3 ETAPA 3: ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO TPM. 19
2.1.4 ETAPA 4: DIRETRIZES ESTRATÉGICAS (PONTOS-CHAVES). 20
2.1.5 ETAPA 5: PLANO DIRETOR. 23
2.1.6 ETAPA 6: PARTIDA DO TPM. 24
2.1.7 ETAPA 7 A 11: IMPLANTAÇÃO 24
OBJETIVO DOS PILARES 25
PILARES BÁSICOS 25
2.1.8 ETAPA 12: APRIMORAMENTO 40
2.1.9 PILARES COMPLEMENTARES (ETAPAS DE 8 A 11): 41

3. ESTUDO DE CASO – VOTORANTIM METAIS UNIDADE JUIZ DE FORA 43

3.1 O SEGUIMENTO METALÚRGICO 43
3.2 O GRUPO VOTORANTIM 45
3.3 VOTORANTIM METAIS 46
3.3.1 VOTORANTIM METAIS – UNIDADE JUIZ DE FORA 48
3.3.2 O SETOR FUNDIÇÃO 48
3.4 APLICAÇÃO DO TPM NO SETOR DE FUNDIÇÃO DE UMA EMPRESA METALÚRGICA 51
3.4.1 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL 53

3.4.2 ESTABELECIMENTO DAS DIRETRIZES 53
3.4.3 PLANO DIRETOR 55
3.4.4 PARTIDA DO TPM 56
3.4.5 ESTRUTURAÇÃO DOS PILARES PARA CONFIABILIDADE DO SISTEMA PRODUTIVO 56
3.5 RESULTADOS ALCANÇADOS 69
3.5.1 RESULTADOS QUALITATIVOS 69
3.5.2 RESULTADOS QUANTITATIVOS 70
3.5.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 71

4. CONCLUSÕES 74

REFERÊNCIAS 76

ANEXO A – TERMO DE AUTENTICIDADE 77

ANEXO B – DECLARAÇÃO DA EMPRESA 78

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Antes da revolução industrial, os produtos eram confeccionados de forma artesanal, a produção era pequena assim como a organização do processo produtivo. Desde o início do desenvolvimento industrial, acelerado pela revolução industrial, muita coisa mudou. Evoluções tecnológicas, produção em larga escala, organização do trabalho, automatização da produção, preocupação com a qualidade dos produtos, enfim uma série de mudanças que culminaram com o desenvolvimento da indústria até os dias atuais.

Paralelamente a esta evolução acirrou-se a competição entre empresas, o que as obrigou a aumentar sua competitividade. Esta competitividade pode ser buscada de diversas formas, seja na qualidade do produto, seja no prazo de entrega, seja no preço do produto ou na assistência pós-vendas que a empresa oferece.

O ambiente interno é fundamental neste contesto de melhorias e desempenho de uma organização, tais como redução de custos de produção e manutenção, aumento da qualidade, melhorias no atendimento e velocidade de forma a moldar uma estratégia de sustentação e crescimento a médio e longo prazo, e por isso a avaliação dos pilares produtivos da metodologia TPM – Melhoria Específica; Manutenção Autônoma; Manutenção Planejada e Educação e Treinamento, foram escolhidos como objeto de estudo deste trabalho.

1.2 JUSTIFICATIVA

O trabalho se justifica por abordar um tema de grande interesse para engenharia como um todo, que é o TPM. O Gerenciamento Produtivo Total, aplicando o conceito na perspectiva dos benefícios trazidos pela mudança de comportamento das equipes operacionais para com os equipamentos incorreu devido à atuação do autor em duas indústrias, uma indústria gráfica e outra metalúrgica, ambas de grande porte, no auxílio à implantação do método e melhorias na estruturação de seus negócios no âmbito interno trazendo resultados significativos do que tange a disponibilidade operacional. Existem ainda poucos estudos deste tema sendo abordados com esta perspectiva, que têm como seu maior benefício a capacitação da mão-de-obra em pequenos reparos bem conhecimento dos sintomas de possibilidades de

falhas em seu momento embrionário, já que estão tão próximos aos equipamentos em seu dia a dia.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

Este estudo aborda um tema de grande foco no ambiente industrial na atualidade, TPM como gerenciamento produtivo total. Por meio deste estudo é possível identificar qual a importância dos pilares produtivos do TPM, melhoria específica, manutenção autônoma, manutenção planejada e educação e treinamento, no que tange a mudança de comportamento da equipe operacional e de manutenção para com os equipamentos industriais.

O presente trabalho também aborda a síntese sobre o Grupo Votorantim e a unidade de negócio Votorantim Metais de Juiz de Fora na qual está alocada a unidade de gerenciamento básica de Fundição, por esta ser o pano de fundo para o desenvolvimento da presente pesquisa-ação que se passa no período de 2007 a 2009.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O principal objetivo deste trabalho é identificar como a mudança de comportamento em relação à produtividade, em nível operacional e de manutenção, pode trazer um aumento da produtividade considerando um mesmo nível de capacidade produtiva e a melhoria das condições de trabalho no equipamento aplicado.

Para sustentar este objetivo principal, torna-se necessário: verificação bibliográfica sobre o estado da arte em TPM bem como o estudo prático através dos resultados obtidos por meio da implantação da metodologia na indústria conforme será apresentado.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, quanto aos fins foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o assunto a fim de se conhecer o estado da arte da metodologia TPM.

Quanto aos meios, através de uma abordagem qualitativa, foi realizado um estudo de caso em um ambiente industrial de forma a provar como o TPM pode influenciar na melhoria do desempenho produtivo através da mudança de comportamento operacional e de

manutenção para com o equipamento em seus quatro pilares produtivos: melhoria específica, manutenção autônoma, manutenção planejada e educação e treinamento.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho é composto por quatro capítulos que tratam tanto aspectos conceituais quanto experimentais.

No capítulo 1, foi apresentada a oportunidade que consiste em trabalhar o ambiente operacional de forma a mudar a concepção de cuidado com o equipamento trabalhando com os quatro pilares principais da metodologia TPM.

No capítulo 2, foi apresentado o estado da arte em uma revisão literária referente ao TPM, desde sua formação até as distribuições de seus doze passos de implantação. Foram tratados os doze passos, porém o principal foco são os pilares produtivos.

O capítulo 3 apresenta o método empregado em uma indústria de grande porte do setor metalúrgico em uma de suas subáreas produtivas de forma a apresentar a prática do que foi abordado no estudo do estado da arte sobre o tema.

Ainda no capítulo 3 são apresentados os resultados obtidos na pesquisa de campo da aplicação da metodologia TPM, a partir da qual foram definidas as variáveis e atributos a serem estudados.

O capítulo 4 apresenta as conclusões deste estudo realizado.

2. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

Segundo Shirose (1992), o conceito de Manutenção Preventiva foi introduzido no Japão em 1951, através de consultores provenientes dos Estados Unidos. Até então as indústrias japonesas praticavam somente a manutenção pós-quebra (breakdown maintenance).

Posteriormente alguns novos conceitos acabaram por ser introduzidos, tais como os de Manutenção Preventiva, entendida como restaurações realizadas de forma preventiva, e o de Prevenção da Manutenção, com o sentido de desenvolver esforços nas fases de projeto e instalação dos equipamentos, visando futuras facilidades de manutenção. A Figura 1 representa graficamente o processo evolutivo da manutenção.

Figura 1 - Evolução dos tipos de sistema de manutenção
Fonte: LOSS PREVENTION. O facilitador & o TPM, 2010, p. I-3.

O TPM nasceu na empresa Niponndenso Co. Ltd.a, hoje Denso Corporation, provedora do setor de autopeças pertencente ao Grupo Toyota. Essa empresa recebeu importante prêmio de excelência PM em 1971, e seus profissionais agregando técnicas como o Kaizen, o just-in-time, além de outras técnicas da qualidade típicas da cultura japonesa, como as atividades de pequenos grupos, acabaram por formatar junto com a JIPM – Japan Institute of Plant Maintenance, a metodologia ou programa mundialmente conhecido como TPM® – Total Productive Maintenance. O TPM® é uma marca registrada do JIPM (Japan

Institute of Plant Maintenance), o Instituto que, através de diversos autores, desenvolveu os conceitos e a metodologia do TPM, sendo que neste trabalho é reconhecida esta propriedade sempre que mencionada a sigla TPM. Ainda de acordo com Shirose (1992), "o TPM é a resposta japonesa ao estilo americano de Manutenção Preventiva". Através do JIPM o TPM evoluiu e se disseminou pelo mundo, e hoje se reconhece como sendo um modelo orientado para cobrir todos os aspectos do negócio, visando melhorar a produtividade total de uma organização.

2.1 TPM COMO GERENCIAMENTO PRODUTIVO TOTAL

A sigla TPM, Manutenção Produtiva Total, traduzida do inglês Total Productive Maintenence, foi criada para expressar as atividades de todos os funcionários na manutenção da produção. Entretanto o TPM se aplica por toda a empresa inclusive nos departamentos administrativos, sendo que o "M" assume o papel de "Management" (gerenciamento)

O Quadro 01 faz um comparativo entre o conceito antigo e novo conceito de TPM com o foco no gerenciamento produtivo.

Quadro 1 - Comparação antigo TPM x novo TPM.

ANTIGO TPM	NOVO TPM
• Maximizar a eficiência do equipamento.	• Construir uma estrutura empresarial que visa construir a máxima eficiência de produção.
• Desenvolver um sistema de manutenção produtiva para a vida útil do equipamento.	• Estruturar no próprio local de trabalho mecanismos que previnam perdas, reduzindo a zero – defeitos falhas e acidentes.
• Envolver os departamentos que planejam, projetam, utilizam ou mantenham os equipamentos na implantação do TPM.	• Envolver todos os departamentos, começando pelos departamentos de produção e manutenção, agregando os departamentos ligados ao suporte da operação e se estendendo aos setores de desenvolvimento, vendas, administração, custos e outros.
• Participar todos os funcionários desde a alta direção até os operacionais.	• Contar com o comprometimento de todos, desde a alta administração ate os operacionais.
• Promover o TPM motivando atividades de pequenos grupos autônomos.	• Atingir a perda zero por meio de atividades sobrepostas de pequenos grupos.

Fonte: LOSS PREVENTION (2010)

De acordo com Suzuki (1995), o JIPM redefiniu em 1989 o TPM, com os seguintes componentes estratégicos:

a) Criar uma organização corporativa que maximize a eficácia dos sistemas de produção;

b) Proporcionar gestão da planta com uma organização que evite todo e qualquer tipo de perda (assegurando zero acidentes, zero defeitos e zero quebras) durante a vida do sistema de produção;

c) Envolver todos os departamentos na implantação do TPM, incluindo desenvolvimento, vendas e administração;

d) Envolver a todos, desde a alta direção aos operários da planta, no mesmo projeto;

e) Orientar decididamente as ações para o "zero perdas", apoiando-se nas atividades de pequenos grupos.

Assim, uma empresa ao decidir implantar o TPM pode buscar os seguintes objetivos:

a) Objetivos estratégicos;

b) Objetivos operacionais;

c) Objetivos organizacionais.

Diante da importância desses objetivos, eles serão detalhados em sequência.

a) Objetivos estratégicos:

O TPM auxilia na construção de capacidades competitivas em função de sua contribuição para a melhoria da eficiência dos sistemas produtivos, flexibilidade e capacidade de resposta, redução de custos e retenção do conhecimento industrial.

b) Objetivos operacionais:

O TPM tem como propósito que os equipamentos operem sem quebras, eliminar todos os tipos de perda, melhorar a confiabilidade dos equipamentos e utilizar toda a capacidade industrial instalada.

c) Objetivos organizacionais:

O TPM busca fortalecer o trabalho em equipe, aumentar o moral e a motivação do trabalhador, criando condições para proporcionar um ambiente de trabalho criativo, produtivo, seguro e saudável.

A metodologia TPM é aplicada em 4 fases distribuídas em 12 etapas, isso para garantir a consistência e continuidade do programa.

Para suportar sua implantação, o TPM organiza-se em 8 pilares e cada pilar é composto por um grupo de pessoas capacitadas sobre a metodologia com função específica no programa.

O Quadro 2 mostra as fases para a implantação do TPM

Quadro 2 - Fases da Implantação do TPM.

FASES	ETAPAS	ELEMENTOS BÁSICOS
PREPARAÇÃO	1. Decisão da alta administração	- Comprometimento da alta administração
	2. Treinamento inicial	- Cursos e palestras para todos os níveis hierárquicos
	3. Estrutura organizacional do TPM	- Formação de comitês e subcomitês (pilares)
	4. Estabelecer diretrizes	- Objetivos, indicadores e metas
	5. Plano diretor	- Planejamento para a implantação
INTRODUÇÃO	6. Partida do TPM	- Comunicação formal das diretrizes para todos funcionários (Podendo convidar as empresas filiadas, fornecedores e clientes)
IMPLEMENTAÇÃO	7. Estruturação dos pilares para confiabilidade do sistema produtivo	- Busca da máxima eficiência produtiva dos equipamentos já existentes
	7-1. Melhoria Específica	- Eliminar as grandes perdas por meio de pequenos grupos multifuncionais
	7-2. Manutenção Autônoma	- Aumento da capacitação técnica do operador
	7-3. Manutenção Planejada	- Quebra/falha zero - Restauração e confiabilidade
	7-4. Educação e treinamento	- Elevar os níveis de conhecimento - Mudanças culturais - Reeducação
	8. Controle inicial	- Minimização das ineficiências em novos produtos, processos e equipamentos
	9. Manutenção da qualidade	- Eliminar defeitos em produtos, defeito zero
	10. TPM nos departamentos administrativos	- Maximização da eficiência administrativa - Informações confiáveis
	11. Segurança, Higiene e meio ambiente	- Zero acidentes - Zero poluição
CONSOLIDAÇÃO	12. Aprimoramento	- Corrigir desvios

Fonte: LOSS PREVENTION (2010)

Em seguida será detalhada cada uma das etapas descritas no quadro acima, começando pela fase de implantação:

2.1.1 Etapa 1: Decisão da alta administração

A implantação do TPM, assim como todos os métodos que necessitam de mudança de comportamento da classe trabalhadora, deve ser de cima para baixo, sendo assim os dirigentes, ao implantar o TPM em sua organização, devem transmitir esta decisão bem como patrocinar as atividades necessárias.

Segundo Suzuki (1995), todos os empregados devem compreender o porquê da introdução da metodologia TPM na empresa, bem como estar convencidos de sua necessidade e do seu valor estratégico, isso facilitará o apoio físico e organizacional necessário para solucionar os problemas que inevitavelmente surgirão ao longo da implantação, portanto a alta direção deve analisar cuidadosamente os pontos antes de anunciar a decisão de introduzir o TPM na empresa. Tal decisão de introduzir o TPM na empresa pode ser feita de variadas formas: reuniões internas; carta; apresentação; revistas de publicidade internas – enfim, qualquer instrumento de comunicação que tenha o potencial de difundir o ideal no ambiente empresarial.

2.1.2 Etapa 2: Treinamento inicial

O treinamento inicial deve ser disseminado adequadamente a cada nível da organização. Aos integrantes dos comitês, os principais responsáveis por esta disseminação, o mercado oferece cursos de gestores, capacitando com uma visão geral o gestor a planejar as etapas de implantação em sua organização, assim como o mercado oferece o treinamento específico de cada um dos pilares envolvidos na metodologia.

É muito comum, nesta fase de iniciação a contratação de consultorias para uma garantia de assertividade no planejamento. O treinamento de instrutor, pelo JIPM, é uma garantia de um bom consultor no momento da escolha destes, podendo ser avaliado no momento de decisão entre qual consultoria contratar.

2.1.3 Etapa 3: Estrutura organizacional do TPM

A estrutura de implantação não deve alterar a organização atual, o que não quer dizer que o método pode ser alterado em função da estrutura de trabalho, apenas os recursos devem ser utilizados de forma matricial entre a organização e o comitê de implantação do método.

Segundo Suzuki (1995), o TPM é promovido por meio de uma estrutura de pequenos grupos, interligando todos os níveis da organização, assim o líder de um determinado grupo faz parte de um outro pequeno grupo de nível imediatamente superior. Esse tipo de estrutura vem se mostrando eficaz no âmbito de permear as políticas e os objetivos da alta direção por toda organização. A figura 2 mostra a relação de sobreposição dos grupos.

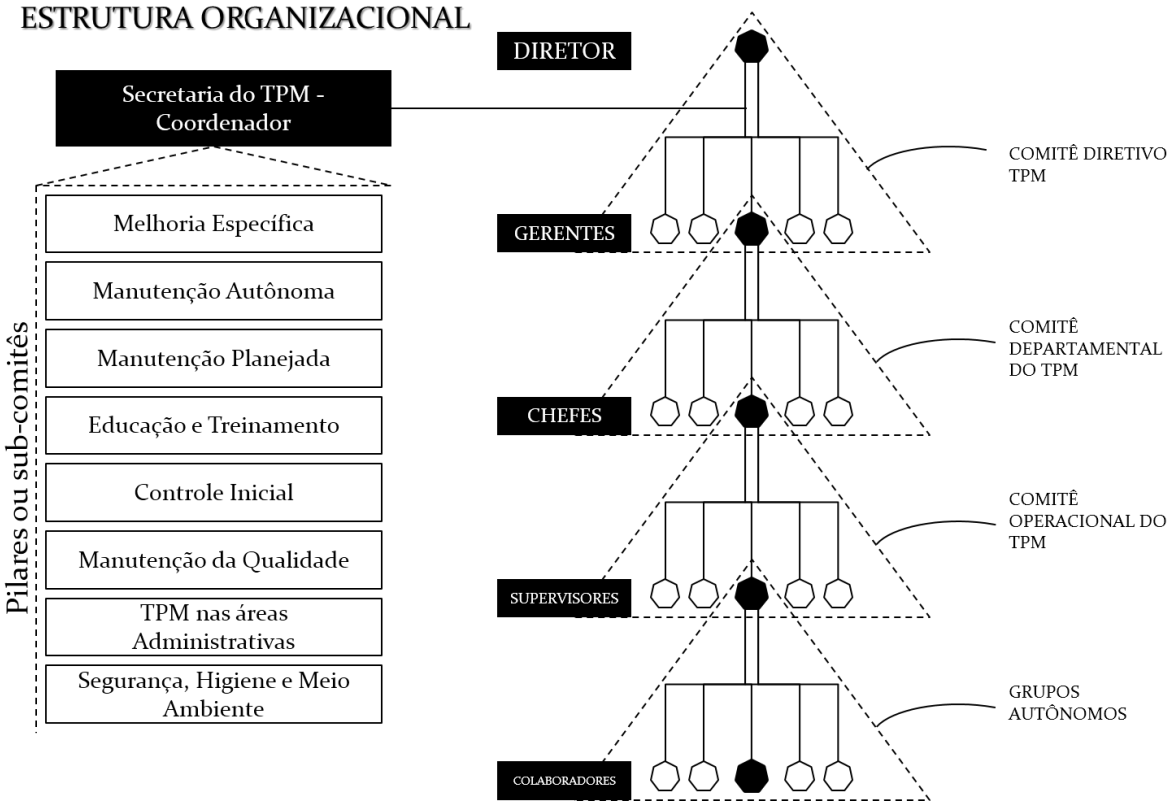


Figura 2 - Grupos sobrepostos.
Fonte: LOSS PREVENTION (2010)

Suzuki (1995), sugere que seja estabelecida uma oficina de promoção do TPM, formado por pessoas que estarão disponíveis permanentemente para ajudar nas atividades dos comitês e subcomitês, também serão responsáveis em criar o plano mestre de implantação, coordenar as atividades para atingir os resultados esperados e dentro dos prazos estabelecidos, dirigir campanhas sobre temas específicos, disseminar informações e organizar a publicidade.

2.1.4 Etapa 4: Diretrizes estratégicas (pontos-chave)

Segundo Palmeira (2002) para que o TPM, ao ser implantado em uma organização, atinja o seu objetivo principal de eliminar totalmente as perdas existentes, é necessário que

esta implantação esteja suportada por diretrizes estratégicas definidas. Com efeito, as diretrizes estratégicas para implantação do TPM em uma empresa devem estar alinhadas com os objetivos e metas desta empresa.

Para acompanhamento e verificação do progresso em relação às diretrizes e metas definidas, a metodologia TPM propõe um sistema de indicadores que analisa uma série de dimensões, com pequenas variações conforme os diversos autores. De acordo com Miyoshi (1995), o TPM não é algo paralelo a gestão econômica ou produtiva da empresa, portanto deve-se coordenar e revisar sistematicamente os objetivos do TPM alinhado com os objetivos globais da empresa.

Segundo Nakajima (1989), é de suma importância monitorar a implantação do TPM, pois se trata de uma modificação cultural e estrutural de longo prazo, aproximadamente três anos.

Miyoshi (1995) propõe ainda indicadores classificados em sete tipos: eficácia da planta; qualidade; economia; manutenção; saúde, segurança e meio-ambiente; treinamento e por fim, moral.

A figura 3 demonstra o alinhamento das diretrizes do TPM com as diretrizes estratégicas da organização.

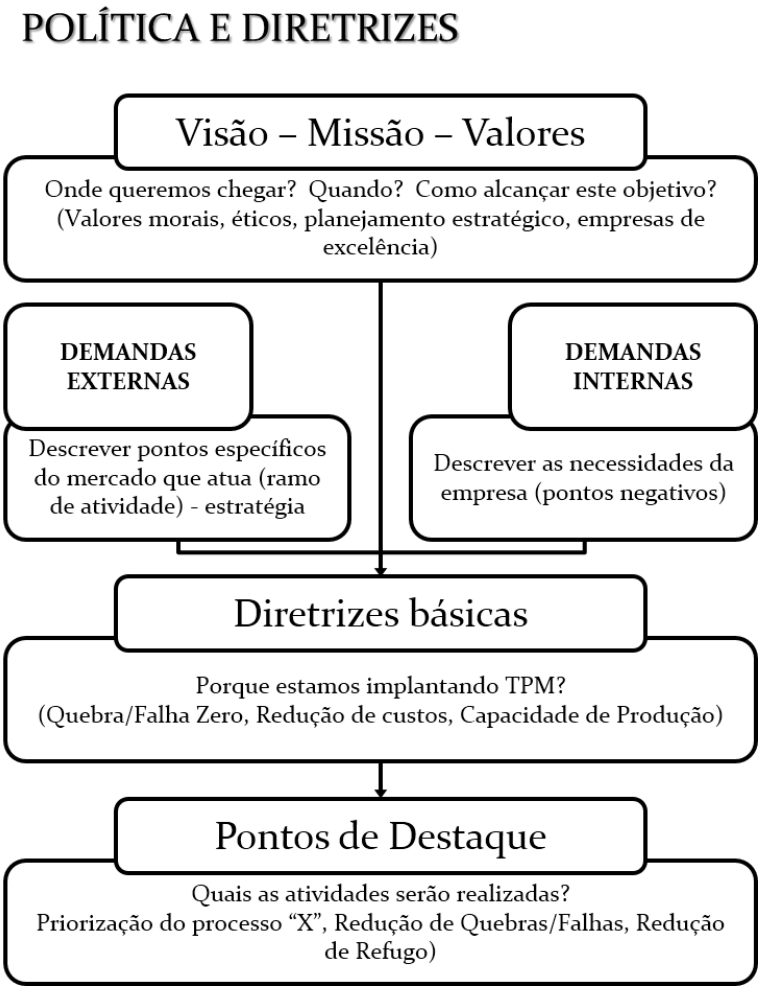


Figura 3 - Políticas e diretrizes TPM.
Fonte: LOSS PREVENTION (2010)

O Quadro 3 exemplifica alguns indicadores de desempenho e suas dimensões.

Quadro 3 - Indicadores de desempenho.

Indicadores de desempenho					
Exemplo	**Unidade**	**BM**	**1° Ano**	**2° Ano**	**3° Ano**
P: Rendimento global do equipamento, Produtividade					
Q: Reclamação de clientes, Índice de rejeição					
C: Custo de manufatura, Custo de manutenção					
D: Estoque de produção, Atraso nas entregas					
S: Acidentes de trabalho, Acidentes ambientais					
M: Lições de um ponto, Melhorias realizadas					

P- Produtividade, Q- Qualidade, C- Custo, D- *Delivery* (Prazos/estoques), S- Segurança, M-Moral

Fonte: LOSS PREVENTION (2010)

2.1.5 Etapa 5: Plano diretor

Ao optar pela implantação da metodologia, cada empresa deve decidir sobre as formas mais eficientes de reduzir as desvantagens entre a situação de partida e os objetivos do TPM, bem como seu tempo até a consolidação. Definidas as atividades que serão executadas para atingir os objetivos, a equipe que coordena a implantação deve estabelecer um plano mestre de implantação, incluindo as atividades de todos os pilares e demais atividades particularmente importantes para a empresa. Conforme esquematizado na figura 4.

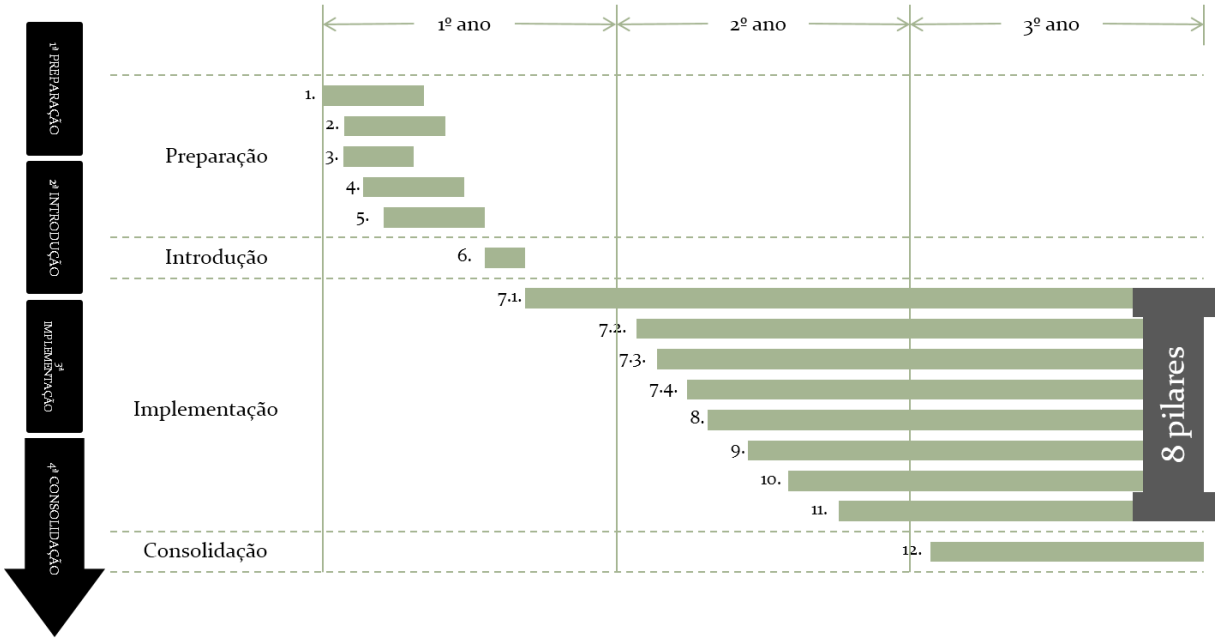


Figura 4 - Estabelecimento do plano diretor.
Fonte: LOSS PREVENTION (2010)

2.1.6 Etapa 6: Partida do TPM

Segundo Suzuki (1994), uma vez aprovado o plano mestre, o TPM pode ser lançado, trata-se de um evento onde são convidados todos os funcionários, representantes de outras filiais e eventualmente clientes e fornecedores. Nesse evento é reafirmada a decisão de implantar o TPM e é apresentado o plano mestre desenvolvido na fase de preparação, é muito importante que seja criada uma atmosfera que eleve a moral e inspire a dedicação de todos no processo.

2.1.7 Etapa 7 a 11: Implantação

Durante a fase de implantação, são realizadas as atividades para atingir os objetivos do plano mestre. Esta deve estar organizada em ordem e prazo para ajustar as etapas 7 a 11 às características particulares de cada empresa. Cada pilar do TPM tem a representação de suas atividades.

No desenvolvimento deste trabalho será descrito o objetivo de cada pilar individualmente.

Objetivo dos pilares

Nakajima (1989) cita que existem alguns princípios básicos que toda empresa deve observar ao implantar a metodologia TPM. Entre eles, o que chamou de pilares de sustentação do TPM. Estes pilares são, em última análise, ferramentas de combate as perdas e cada um desses pilares estão focados em atividades determinadas e bastante caracterizadas para construir um sistema produtivo organizado e eficaz.

Suzuki (1995) ressalta que empresas devem selecionar e praticar atividades que acreditem ser eficientes para alcançar os objetivos do TPM, e mesmo que empresas diferentes possam selecionar atividades ou pilares diferentes, os mais comuns são os oito, classificados em pilares básicos e complementares.

Abaixo descreveremos estes pilares básicos e seus principais objetivos.

Pilares básicos

Manutenção Autônoma: capacitar os operadores para fazer a distinção entre normalidade e anormalidade, tomar providências rápidas e corretas contra as anormalidades e manter sob controle as condições ideais.

Manutenção Planejada: aumentar a confiabilidade, manutenabilidade e eficiência global do equipamento; atingir a “quebra zero” bem como aumentar a eficiência e eficácia dos equipamentos e dos custos.

Melhorias Específicas: aumentar a eficiência global do equipamento e desenvolver melhorias para eliminar as perdas no processo produtivo.

Educação e Treinamento: Elevar o nível de habilidade dos operadores, técnicos e liderança; incrementar pró-atividade do pessoal.

Pilar 7.1 - Melhoria Específica

Conforme Suzuki (1994), como todas atividades praticadas para revitalizar as organizações, o objetivo do TPM é melhorar os resultados corporativos e criar ambientes de trabalho agradáveis e produtivos. Uma característica importante do TPM é seu efeito potencial sobre o limiar da rentabilidade. Porem quando se escuta dizer “fazer benefícios através do TPM”, algumas pessoas concluem que é um modo fácil de ganhar dinheiro para a empresa. Esta atitude passiva, não pode trazer bons resultados. Somente adotando uma atitude

proativa e investindo tempo e dinheiro necessários para fazer rentável um programa de TPM, a empresa perceberá benefícios tais como aumentar sua produtividade em 1,5 a 10 vezes o valor investido.

A melhoria específica inclui todas as atividades que maximizam a eficácia global dos equipamentos, processos e plantas através de uma intolerante eliminação de perdas e da melhoria de rendimentos.

Gestores de empresas normalmente questionam a diferença entre melhoria específica e as atividades de melhoria contínua diária que já praticam. Desde que a empresa esteja fazendo todas as melhorias possíveis durante sua rotina de trabalho e estas sejam praticadas através de atividades de pequenos grupos, a melhoria específica é desnecessária. Porém, melhorias do dia-a-dia, na pratica não marcham conforme o desejável. As pessoas se queixam de suas ocupações rotineiras, das dificuldades das melhorias, ou que não fora atribuído o investimento necessário. Como resultado, problemas difíceis permanecem sem solução e continuam as perdas e desperdícios, tornando ainda mais remotas as possibilidades de melhora. O processo de Melhoria específica se coloca em prática sistematicamente. De forma procedimentada a melhoria específica torna-se extremamente eficaz rompendo os ciclos viciosos que impedem sua implantação de forma eficiente nos locais de trabalho.

Dessa forma, a melhoria específica se distingue da melhoria contínua diária generalizada. Em contrapartida deve-se ter o cuidado para não desestimular pequenos grupos de melhoria que trabalham no nível das oficinas e chão de fábrica, pois traria um efeito negativo e prejudicial ao programa TPM. É de extrema importância e vital o estímulo ao aspecto de melhoria do programa de manutenção autônoma, aproveitando cuidadosamente cada uma das ideias, pois este tipo de atividade contamina a organização com grande energia e entusiasmo.

De acordo com Suzuki (1994), a preparação física e mental é essencial antes de iniciar qualquer projeto de melhoria especifica. Os grupos de melhoria específica devem de preparar da seguinte forma:

- Compreender plenamente a filosofia de melhoria específica;
- Compreender plenamente o significado das perdas e importância de focar a melhoria da eficiência global;
- Entender bem o processo de produção, incluindo seus princípios teóricos básicos;

- Reunir dados sobre falhas, problemas e perdas, e apurar gráficos de sua evolução no tempo;
- Classificar as condições básicas necessárias para assegurar o apropriado funcionamento do equipamento e definir claramente os fatores que prejudicam seu estado ótimo;
- Dominar as técnicas necessárias para analisar e reduzir as falhas e perdas;
- Observar cuidadosamente os locais de trabalho para descobrir o que realmente acontece e as oportunidades de melhorias.

A prática indica que é mais fácil e eficaz realizar as atividades de melhoria em etapas, documentando o progresso visualmente conforme procedimentos. Ainda segundo Suzuki (1994), este enfoque possui as seguintes vantagens:

- Cada um pode ver o que está acontecendo e pode ter um ativo interesse no programa de melhoria específica;
- Os planos para equipamentos e pessoas se desenvolvem separadamente, mas integrados com os objetivos macros para maximizar resultados;
- O pilar de melhoria específica pode supervisionar mais facilmente o progresso e controlar o programa;
- A organização de apresentações e auditorias ao terminar cada passo torna mais fácil consolidar o objetivo e gerar mais entusiasmo.

A melhoria específica está dividida em oito etapas consecutivas de avaliação e eliminação de perdas, indo desde a seleção do tema a consolidação de resultados, são elas:

Etapa 0 – Seleção do tema de melhoria:

1. Selecionar e registrar o tema;
2. Formar time de projeto;
3. Planejar as atividades.

Etapa 1 – Compreender a situação atual:

1. Identificar processos gargalos;
2. Medir falhas, defeitos e outras perdas;
3. Usar valores de referências para estabelecer objetivos.

Etapa 2 – Descobrir e eliminar anormalidades:

1. Identificar todas anormalidades;
2. Restaurar a deterioração e corrigir pequenas anormalidades;
3. Estabelecer as condições básicas dos equipamentos.

Etapa 3 – Analisar as causas

1. Estratificar e analisar as perdas;
2. Aplicar ferramentas de análise;
3. Empregar tecnologia específica, fabricar protótipos e conduzir experimentos.

Etapa 4 – Planejar melhorias:

1. Desenhar propostas de melhoria e preparar planos de ação;
2. Comparar a eficácia e custos das propostas alternativas e compilar orçamentos;
3. Considerar os riscos e possíveis desvantagens.

Etapa 5 – Implantar as melhorias:

1. Realizar o plano de melhorias (implantar);
2. Praticar a gestão antecipada (operações de teste e aceitação formal);
3. Facilitar as instruções para o equipamento melhorado, métodos de operação, etc.

Etapa 6 – Verificar resultados

1. Avaliar os resultados conforme evolui o projeto de melhoria;
2. Verificar se estão alcançando os objetivos;
3. Caso não alcance, começar de novo na etapa 3 (análise de causas);

Etapa 7 – Consolidar resultados

1. Definir padrões de controle para sustentar resultados;
2. Formular padrões de trabalho e manuais;
3. Retroalimentar informações de prevenção de manutenção.

Pilar 7.2 – Manutenção Autônoma

Para Suzuki (1994) o TPM melhora os resultados empresariais e cria ambientes de trabalho agradáveis e produtivos mudando o modo de pensar e trabalhar com os equipamentos de todos os funcionários. A manutenção autônoma (Manutenção realizada pelos departamentos de produção) é um dos pilares básicos mais importantes do TPM. Dois pontos chaves para desenvolver um programa eficaz de manutenção autônoma são a profundidade e a continuidade. Um fator adicional e decisivo é uma perfeita integração com outros pilares da TPM fundamentais: melhoria específica e educação e treinamento.

A missão do departamento de produção é produzir bons produtos tão rapidamente baratos quanto seja possível. Uma de suas funções mais importantes é detectar e tratar o mais rápido possível as anormalidades do equipamento, que é exatamente o objetivo de uma boa manutenção. A manutenção autônoma inclui qualquer função de manutenção que pretenda manter a planta operando de forma eficiente e estável, com a finalidade de atender os planos de produção. Um programa de manutenção autônoma tem como objetivos os seguintes:

- Evitar a deterioração do equipamento através de uma operação correta e inspeções diárias;
- Levar o equipamento ao seu estado ideal através da restauração e uma gestão apropriada;
- Estabelecer as condições básicas necessárias para ter um equipamento bem mantido permanentemente;
- Utilizar o equipamento como meio para ensinar novos modos de pensar e trabalhar;

Para Suzuki (1994) frequentemente ocorrem conflitos entre os departamentos de manutenção e produção. Quando a produção para devido a falhas do equipamento, a produção se queixa amargamente: “a manutenção não faz o seu trabalho”; “demora demais para reparar o equipamento”; ou “este equipamento é tão antigo, que não há que se surpreender caso quebre”. Assim mesmo, dizem que estão muito ocupados para fazer as vitais inspeções diárias.

Paralelamente, a manutenção critica a produção: “preparamos os padrões, mas não fazem as inspeções”; “não sabem como operar corretamente o equipamento”; ou, “não lubrificam suas máquinas”. A manutenção justifica suas próprias falhas dizendo que tem muitos reparos para fazer e que falta pessoal. Finalmente, “saca uma carta da manga”: “Gostaríamos de pôr em prática a manutenção por melhoria, mas não temos dinheiro para

isso”. Com estas atitudes de ambos os lados, não há como alcançar os objetivos de uma boa manutenção: detectar e tratar rapidamente as anomalias do equipamento.

A produção deve abandonar a mentalidade “eu opero e você repara”, e assumir a responsabilidade do equipamento e evitar a sua deterioração. Só, então, a manutenção pode aplicar apropriadamente as técnicas de manutenção especializada que assegurem uma manutenção eficaz. Por sua parte, a manutenção deve descartar a ideia de que seu trabalho é simplesmente fazer reparos. Em vez disso, deve concentrar-se em medir e restaurar a deterioração de modo que os operadores possam utilizar o equipamento com confiança e apoio. Devem integrar seus esforços até que cheguem a ser como duas caras de uma mesma moeda. Este é o único modo de criar um local de trabalho livre de falhas e dificuldades.

O departamento de produção deve concentrar-se na prevenção da deterioração construindo seu programa de manutenção autônoma ao redor das seguintes classes de atividades:

1 – Evitar a deterioração:

- Operação correta – evitar erros humanos;
- Ajustes corretos – evitar erros de processos (defeitos de qualidade);
- Estabelecimento das condições básicas do equipamento – limpeza, lubrificação e aperto de parafusos;
- Rápida percepção e detecção de anomalias – impedir falhas e acidentes;
- Registro de manutenção – retroalimentar informações para evitar repetições e criar projetos que evitem a manutenção.

2 – Medir a deterioração:

- Inspeção diária – rotas de inspeção e inspeção com o uso dos 5 sentidos durante o funcionamento do equipamento;
- Inspeção periódica – parte da inspeção geral durante a parada para manutenção preventiva.

3 – Prever e restaurar a deterioração:

- Pequenos serviços – medidas de emergência quando surgem as condições anormais e substituição de peças simples, etc.
- Aviso rápido e preciso de falhas e problemas;
- Assistência e reparos de falhas inesperadas.

Todas estas atividades são importantes no conceito de Suzuki (1994), mas é essencial estabelecer as condições básicas do equipamento (limpar, lubrificar e apertar parafusos) para evitar a deterioração acelerada. Junto com a inspeção diária feita com os cinco sentidos, é uma das responsabilidades mais básicas do departamento de produção.

A causa das maiorias das falhas é a deterioração do equipamento. Isto inclui a deterioração natural em função da vida útil do equipamento e a deterioração acelerada que se produz quando o equipamento funciona em um ambiente nocivo, criado artificialmente. A chave para evitar falhas é evitar a deterioração acelerada. O estabelecimento das condições básicas do equipamento implica em eliminar as causas da deterioração acelerada. Inclui a limpeza (remover todo pó e sujeira descobrindo e eliminando os defeitos ocultos), a lubrificação (evitar o desgaste e aquecimento mantendo limpos e repostos os lubrificantes) e o reaperto de parafusos (evitar as disfunções e danos apertando porcas e parafusos).

O que é preciso para compreender nisso é que as máquinas não quebram por si só – são as pessoas que as quebram por omissões ou atos voluntários –, portanto, nosso primeiro passo deve ser estabelecer as condições mínimas requeridas para manter o equipamento em funcionamento. Na continuação, nos esforçaremos para levar o equipamento em seu estado ideal, isto é, o nível ao qual foi projetado.

Quando falamos em limpeza, consiste em remover todo o pó, sujeira, graxa, óleo e outros contaminantes que se aderem ao equipamento e seus acessórios, com a finalidade de descobrir defeitos ocultos. É algo mais do que a simples limpeza por estética. São inumeráveis os efeitos nocivos derivados de uma má limpeza. Alguns problemas mais sérios dos efeitos nocivos da limpeza inadequada são:

- Falhas: a sujeira e materiais estranhos penetram nas partes giratórias e deslizantes, sistemas hidráulicos e pneumáticos, sistemas de controle elétrico, sensores etc., causando perdas de precisão, disfunções, obstruções, resistência por atrito, falhas elétricas etc.
- Defeitos de qualidade: os defeitos de qualidade são causados diretamente pela contaminação do produto com materiais estranhos, ou indiretamente por uma disfunção do equipamento.
- Deterioração acelerada: O acúmulo de pó e sujeira torna difícil encontrar e detectar fissuras, folgas excessivas, falta de lubrificação e outras anomalias causando a deterioração acelerada.

- Perdas de velocidade: o pó e a sujeira aumentam o desgaste e a resistência por atrito, causando perdas de velocidades tais como perdas de tempo por operações em vazio e baixo rendimento.

Existem alguns pontos chave na limpeza e, no TPM, ela é uma forma de inspeção. Sua finalidade não é meramente limpar, também é descobrir os defeitos ocultos ou anormalidades nas condições do equipamento. Os pontos chave para a limpeza são:

- Limpar o trabalho regularmente como parte do trabalho diário;
- Limpar profundamente – remover todas as camadas de sujeira e materiais aderidos acumulados durante anos;
- Abrir todas as tampas anteriormente ignoradas, proteções de segurança etc. para descobrir e remover cada ponto de pó de cada quina e canto;
- Limpar equipamentos auxiliares e acessórios da mesma maneira que no equipamento principal;
- Não encerrar a tarefa quando uma peça suja outra vez, imediatamente depois de ser limpa. Pelo contrário, observar cuidadosamente o tempo que leva para peça ficar suja novamente, qual a origem da sujeira e seu grau de severidade.

Não é fácil praticar o conceito de “limpeza e inspeção”. A habilidade para reconhecer e identificar anomalias só pode ser desenvolvida através de uma extensa e direta experiência. A chave para detectar pequenas anomalias nas condições dos equipamentos e outras anormalidades é formar um quadro mental da condição ideal do equipamento e pensar nele enquanto se limpa. Como sugestão para encontrar as falhas temos:

- Procurar defeitos visíveis e invisíveis, tais como folgas, pequenas ou leves vibrações e aquecimentos que se descobrem tocando;
- Procurar cuidadosamente polias e correias desgastadas, painéis de comando sujos, filtros obstruídos e outros problemas que provavelmente gerarão disfunções;
- Observar se o equipamento é fácil de limpar, lubrificar, inspecionar, operar e ajustar. Identificar obstáculos como tampas grandes, recipientes de lubrificação mal posicionados etc.;
- Assegurar que todos os instrumentos de medição estão operando corretamente e possuem claramente identificadas as faixas de trabalho ideais;

- Investigar também problemas ocultos tais como corrosão no interior do material de isolamento de tubulações, colunas e tanques, e as obstruções no interior de canaletas e ralos.

Para Suzuki (1994) a adoção de um procedimento de implantação passo a passo que cada um possa entender facilmente, permite que as atividades evoluam lentas, mas profundamente. O foco passo a passo delimita claramente as atividades de fase, facilitando a execução de auditorias regulares que aprovam os avanços feitos a cada passo, e dá aos operadores um sentimento de vitória conforme avança o programa. É preciso explicar claramente as intenções e objetivos de cada passo a respeito de equipamentos e pessoas, explicar a finalidade das atividades e colaborar com as diretrizes da Direção.

A manutenção autônoma se implanta em sete passos, começando pela limpeza inicial e prosseguindo até a plena autogestão. Com ela se pretende estabelecer as condições de processo ótimas aplicando repetidas interações do ciclo para a melhoria contínua (CAPD).

Os passos 1 a 3 dão prioridade a suprimir os elementos que causam a deterioração acelerada, prevenir e reverter a deterioração, e estabelecer e manter as condições básicas do equipamento. Paralelamente, os objetivos destes passos são conseguir que operadores de interessem e se responsabilizem pelos seus equipamentos e ajudá-los a mudar a imagem de meros apertadores de painéis e ajustadores de sensores. Nos passos 4 e 5, os líderes de grupo ensinam procedimentos de inspeção aos seus membros, e a inspeção geral será realizada desde equipamentos até processos internos. Os objetivos destes passos são reduzir as quebras e formar operadores que compreendam e dominem a fundo seus equipamentos e processos.

Os passos 6 e 7 estão focados para reforçar e elevar o nível de manutenção autônoma e atividades de melhoria, padronizando sistemas e métodos, e ampliando a esfera de ação desde os equipamentos e outras áreas tais como almoxarifados, estoques etc. O objetivo final destes passos é uma organização robusta e a cultura de que cada local de trabalho é capaz de se auto gerenciar.

Etapa 1 – Realizar a Limpeza inicial:

- Eliminar o pó e a sujeira do equipamento;
- Descobrir as irregularidades tais como as anomalias, fontes de contaminação, locais de difícil acesso e fontes de defeito de qualidade;

- Eliminar materiais desnecessários e raramente utilizados e simplificar os equipamentos;

Etapa 2 – Eliminar as fontes de contaminação e locais de difícil acesso:

- Reduzir o tempo dedicado a deixar em ordem o equipamento, eliminando fontes de pó e sujeira, evitando a dispersão e melhorando as partes que sejam difíceis de limpar, inspecionar, lubrificar, apertar ou manipular;

Etapa 3 – Elaborar padrões de limpeza, lubrificação e aperto de parafusos:

- Formular padrões de trabalho que ajudem a manter a limpeza, lubrificação e aperto de parafusos em níveis adequados;
- Melhorar a eficiência do trabalho de inspeção introduzindo controles visuais;

Etapa 4 – Realizar a inspeção geral do equipamento:

- Facilitar capacitação sobre técnicas de inspeção com base em manuais;
- Deixar em condições ótimas os componentes do equipamento mediante a inspeção geral;
- Modificar o equipamento para facilitar a inspeção e fazer uso extenso de controles visuais;

Etapa 5 – Realizar inspeção geral dos processos:

- Facilitar capacitação sobre os rendimentos dos processos, operações e ajustes, treinar sobre o tratamento de anomalias com a finalidade de melhorar a confiabilidade operacional e ter operadores competentes;
- Impedir a duplicidade ou omissões na inspeção periódica de cada equipamento, padrões de inspeção, limpeza e reposição do processo inteiro ou da área;

Etapa 6 – Manutenção autônoma sistemática:

- Implantar a manutenção da qualidade e de segurança estabelecendo procedimentos claros;
- Melhorar os procedimentos de preparação e reduzir o trabalho;

- Estabelecer um sistema de autogestão para melhorar o fluxo no lugar de trabalho, as peças de reposição, ferramentas, trabalhos em andamento, produtos finais, dados etc.

Etapa 7 – Prática plena da autogestão:

- Desenvolver atividades de melhoria e padronizá-las de acordo com os objetivos e políticas e reduzir os custos eliminando o desperdício nos locais de trabalho;
- Melhorar continuamente os equipamentos com registros precisos e analisando os dados sistematicamente;

Pilar 7.3 – Manutenção Planejada

Para Suzuki (1994) a Manutenção Planejada normalmente se estabelece para alcançar dois objetivos: manter o equipamento e o processo em condições ótimas e alcançar a eficácia e eficiência em custos. Em um programa de desenvolvimento de TPM, a manutenção planejada é uma atividade metodicamente estruturada para buscar estes objetivos.

No TPM, a manutenção planejada se baseia em dois pilares: na manutenção autônoma da produção e no departamento de manutenção especializada. Em um sistema de manutenção planejada, o pessoal de manutenção realiza os dois tipos de atividades:

- Atividades que melhoram o equipamento: apoio a manutenção autônoma, manutenção planejada em 6 passos, manutenção por melhoria, prevenção da manutenção, manutenção preditiva.
- Atividades que melhoram a tecnologia e habilidades de manutenção:
- Capacitação dos especialistas de manutenção, capacitação para reparo de equipamentos, capacitação de inspeções e medições, capacitação e técnicas de diagnóstico, novas tecnologias de manutenção.

Um programa de manutenção planejada eficiente combina racionalmente como seja possível, a manutenção baseada no tempo (TBM – Time-Based Maintenance), com a baseada em condições (CBM – Condition-Based Maintenace) e a manutenção pós-quebra planejada (BM – Breakdown Maintenance).

Manutenção baseada no tempo (TBM): A manutenção baseada no tempo consiste em inspecionar, limpar o equipamento e substituir peças periodicamente para evitar quebras inesperadas e problemas de processo. Em um conceito que deve fazer parte tanto da manutenção autônoma como da manutenção planejada.

Manutenção baseada nas condições (CBM): A manutenção baseada nas condições utiliza equipamentos de diagnóstico para supervisionar e diagnosticas as condições das máquinas, de forma contínua ou intermitente durante a operação e em inspeção de partida (verificando a condição do equipamento e comprovando sinais de alteração com técnicas de inspeção não-destrutivas). Como seu nome já diz, a manutenção baseada em condições se realiza em função das condições reais do equipamento ao invés de um determinado intervalo de tempo.

Manutenção pós-quebra planejada (BM): Ao contrário dos sistemas anteriores, com esse tipo de manutenção se espera que o equipamento quebre para repará-lo. Utiliza-se esse conceito quando a quebra não afeta significativamente a operação ou a produção ou não gera outras perdas que afetem os custos de manutenção.

Manutenção preventiva (PM): A manutenção preventiva combina os métodos TBM e CBM para manter o equipamento em funcionamento, controlando componentes, conjuntos, subconjuntos, acessórios, fixações etc. Se preocupa também em manter o rendimento dos materiais estruturais e de prevenir a corrosão, fadiga e outras formas de deterioração.

Manutenção por melhoria (CM): A manutenção por melhoria melhora o equipamento e seus componentes de modo que possa realizar tranquilamente a manutenção preventiva. Se o equipamento tem erros de projeto, deve ser melhorado.

A gestão de equipamentos assegura que o equipamento funcione e renda conforme de esperava durante toda sua vida, ou seja, desde seu projeto, fabricação, instalação e operação até sua desativação.

A vida útil do equipamento não fica claramente especificada na fase de projeto. Muitas vezes não fica determinada pela vida física do equipamento e sim pela depreciação financeira do processo que o equipamento contribui. A vida útil dos equipamentos de medição e controle pode também ser determinada pelo tempo em que ainda existam peças de reposição, uma vez que se deixa de fabricar certas peças.

A manutenção planejada é muito importante para a vida do equipamento. Em longo prazo, pode inclusive determinar o êxito ou fracasso de uma linha inteira de produtos. Como

em outros setores industriais, os produtos mudam com o tempo, e as fábricas devem se readaptar continuamente de modo a produzir produtos que satisfaçam as necessidades. As mudanças dos materiais ou condições dos processos criam problemas inesperados em equipamentos que podem gerar uma redução da produção, menores rendimentos e até mesmo sérios acidentes. Portanto é essencial moldar a manutenção planejada das características de cada equipamento e processo.

Neste contexto, um aspecto importante da manutenção planejada é assegurar que as melhorias alcançadas com a manutenção por melhoria sejam incorporadas aos novos projetos. Para isso, se reúnem informações sobre manutenabilidade e as melhorias do projeto. Esta informação se classifica e arquiva para usar como dados MP (Prevenção da Manutenção).

As atividades das etapas dependerão dos níveis de manutenção dos equipamentos em cada fábrica. As fábricas com um sistema de manutenção débil e com quebras frequentes devem pôr em prática todos os passos, um a um. As fábricas que já possuem um sistema relativamente forte devem centrar-se nos passos focados para reduzir falhas e elevar o rendimento eliminando as deficiências de projeto e operação.

Passo 1 – Avaliar o equipamento e compreender a situação inicial:

1. Preparar ou atualizar o registro de equipamentos;
2. Avaliar os equipamentos: estabelecer critérios de avaliação, priorizar os equipamentos e selecionar equipamentos e componentes para manutenção preventiva;
3. Definir níveis de quebra;
4. Compreender a situação: MTBF, custo de manutenção, taxas de manutenção de quebras etc.;
5. Estabelecer objetivos da manutenção (Indicadores, métodos para medir resultados).

Passo 2 – Restaurar as deteriorações e corrigir as debilidades:

1. Estabelecer as condições básicas, restaurar a deterioração e eliminar condições que causam seu aceleramento (apoiar a manutenção autônoma);
2. Pôr em prática atividades de melhoria focada para corrigir debilidades e ampliar a vida útil;
3. Tomar medidas preventivas para impedir as ocorrências de quebras similares ou idênticas;

4. Introduzir melhorias para introduzir falhas no processo.

Passo 3 – Criar um sistema de gestão de informações:

1. Criar um sistema de gestão de dados de quebras;
2. Criar um sistema de gestão de manutenção de equipamentos (controle do histórico da máquina, planejamento da manutenção, planejamento de inspeções etc.);
3. Criar um sistema de gestão de orçamento de equipamentos;
4. Criar um sistema para controlar peças de reposição, manuais, dados técnicos etc.

Passo 4 – Criar um sistema de manutenção periódica:

1. Preparação da manutenção periódica (controle de atividades reservas, peças de reposição, instrumentos de medição, lubrificantes, panos, dados técnicos etc.);
2. Prepara fluxograma do sistema de manutenção periódica;
3. Selecionar equipamentos e sistemas a manter e elaborar um plano de manutenção;
4. Preparar ou atualizar padrões (padrões de materiais, de trabalho, de inspeção, de aceitação etc.);
5. Melhorar a eficiência de manutenção com a parada geral e reforçar o controle dos serviços terceirizados.

Passo 5 – Criar um sistema de manutenção preditiva:

1. Introduzir técnicas de diagnósticos de equipamentos (formar analisadores, comprar equipamentos de diagnósticos etc.);
2. Preparar fluxograma de manutenção preditiva;
3. Selecionar equipamentos e componentes para manutenção preditiva e ampliar gradativamente o sistema;
4. Desenvolver equipamentos e tecnologias de diagnóstico.

Passo 6 – Ampliar o sistema de manutenção planejada:

1. Avaliar o sistema de manutenção planejada;
2. Avaliar a melhora de confiabilidade: número de falhas e pequenas paradas, MTBF, frequência de falhas etc.;

3. Avaliar a melhora de manutenabilidade: taxa de manutenção periódica, taxa de manutenção preditiva, MTTR etc.;

4. Avaliar as reduções de custos: reduções em gastos de manutenção, melhora na distribuição de todos recursos para manutenção.

Pilar 7.4 – Educação e Treinamento

Suzuki (1994) afirma que as empresas evoluem desenvolvendo constantemente seus recursos humanos e assegurando que todos seus funcionários chegam a exercer seu pleno potencial. O último objetivo da TPM é criar ambientes corporativos capazes de responder positivamente ao clima mutante dos negócios, aos avanços tecnológicos, à sofisticação dos equipamentos e as inovações.

É essencial que neste entorno haja pessoas competentes que compreendam a fundo seu equipamento. Os operadores que estão mais próximos dos seus equipamentos devem ter vontade e serem capazes de cuidar dos seus materiais sozinhos. Para tanto, o pessoal de manutenção deve adquirir tecnologia e capacidades requeridas para atuar como “padrinhos” profissionais dos equipamentos. Similarmente, os engenheiros que projetam os equipamentos e os engenheiros de produção, devem adquirir domínio em tecnologia de equipamentos, técnicas de gestão e capacidades fundamentais para exercer suas próprias funções. Sem isso, os benefícios de um esforço com o TMP em grande escala permanecerão no mundo dos sonhos alcançando resultados apenas pontuais que não permanecerão.

Na prática, os departamentos de produção tendem a centrar-se exclusivamente na produção, ao mesmo tempo, os departamentos de manutenção caem em um mar de quebras. As empresas negligentes em relação a tecnologia da manutenção e que não promovem a formação de seu pessoal, vivem imersas em um círculo vicioso e não conseguem livrar-se de quebras, tempos ociosos, pequenas paradas ou defeitos de qualidade originados dos equipamentos. A essas perdas se associam as baixas taxas de operação, produtividade deficiente e as condições de trabalho inseguras. Contra isso os departamentos de engenharia e projetos de produtos lutam desesperadamente com o equipamento, mal adaptados às condições de trabalho, difícil de usar e manter e que regularmente quebra e produz material defeituoso. Tudo isso demonstra que a empresa possui um nível tecnológico baixo e que faltam capacidades e habilidades fundamentais em cada departamento.

O TPM tem como objetivo liberar as empresas deste círculo vicioso. Para esta superação, o TPM inclui em seu enfoque de implantação, estratégias e objetivos explícitos para elevar o nível técnico de cada indivíduo envolvido. De fato, todas a empresas ganhadoras do prêmio TPM estão enfrentando obstáculos do crescimento da tecnologia e da capacitação pessoal estabelecendo sistemas de formação e treinamento desenhados para maximizar o potencial de cada funcionário. Tais empresas dedicam um enorme esforço à formação de pessoal de manutenção e operação. A formação deve-se iniciar desde o primeiro dia de qualquer programa de TPM e ter em conta o ambiente, necessidades, aptidões, caráter e capacidades particulares da pessoa a ser treinada e à empresa.

No TPM, os dois conceitos básicos da formação são: o treinamento no local (OJT – On te Job Training) e autodesenvolvimento.

Fundamentalmente, a melhoria das destrezas dos indivíduos não só incide eficazmente na empresa, mas também aumenta a vitalidade das pessoas e seu orgulho pelo trabalho. Entretanto, a formação fora do ambiente de trabalho e as atividades de apoio são também importantes para assegurar uma boa educação.

Para alcançar bons resultados, diretores e supervisores devem dedicar-se a formar sua equipe. Devem investir uma boa parte de sua energia em desenvolvimento de pessoas e componentes de equipamentos. Esta é a estratégia para formação na TPM.

2.1.8 Etapa 12: Aprimoramento.

Segundo Suzuki 1994, no Japão a etapa 12 termina quando a empresa ganha o prêmio PM (Prêmio concedido pelo JIPM), porém as atividades TPM corporativas não terminam, a organização deve continuar firme na cultura de tornar os processos cada vez mais eficientes.

Ainda segundo Suzuki 1994, uma corporação cresce perseguindo os objetivos cada vez mais elevados. As empresas estão se esforçando em realizar planos estratégicos que garantam a sua sobrevivência e rentabilidade para os próximos anos e o TPM deve apoiar esse esforço.

2.1.9 Pilares complementares (etapas de 8 a 11):

Gerenciamento Antecipado: Reduzir o tempo de projeto e de star-up de equipamentos.

Manutenção da Qualidade: Buscar “zero defeito”.

Segurança, Higiene e Meio Ambiente: zero acidente, desenvolver um ambiente de trabalho saudável, seguro, agradável e buscar o “zero impacto ambiental”.

Sistema de Apoio: processar informações de maneira rápida, com qualidade e confiabilidade; otimizar os processos administrativos; reduzir as perdas administrativas.

Segundo Suzuki (1995), perda é qualquer desvio da situação atual com relação a condição ideal.

Ainda segundo Suzuki (1995), a eficácia de uma empresa depende da eficácia com que se utilizam os equipamentos, materiais, pessoas e métodos, portanto para melhorar a produção de uma indústria é vital examinar, identificar e eliminar as perdas associadas aos equipamentos, materiais, capacitação de pessoal e métodos, com isso será possível maximizar as saídas (produtividade, qualidade, custos, entregas, segurança, organização moral).

A eficácia ou efetividade do equipamento é uma medida de valor agregado à produção por meio de duas atividades:

Quantitativa: Aumentando a disponibilidade total do equipamento (Equipamento em perfeitas condições de uso) e/ou melhorando sua produtividade (se antes produzia 10, passa a produzir 20 no mesmo período), considerado como tempo de operação.

Qualitativo: Reduzindo o número de produtos defeituosos, estabilizando e melhorando a qualidade.

Segundo Suzuki, 1995, existem 8 grandes perdas que impedem uma empresa de processo contínuo (Ex. Estações de Tratamento de Água) alcançar sua eficácia, são elas:

Paradas programadas: Tempo gasto em manutenções programadas (Manutenções preventivas, inspeções).

Ajustes de produção: Tempo perdido quando as relações entre demanda e oferta exigem ajustes de produção.

Falha de processo: Tempo perdido em paradas devido a fatores externos, tais como mudança na propriedade química e física dos materiais processados, erro de operação material defeituoso, etc.

Falhas em equipamentos: Tempo perdido quando o equipamento perde suas funções específicas.

Perdas regular (normal) de produção: Perda da taxa padrão e tempo de partida, parada e ajustes de utilidades.

Perda irregular (anormal) de produção: Perda da taxa de produção quando a planta rende menos que o padrão devido a disfunções e anomalias.

Perda por defeito de qualidade: Produção de produtos não conforme perda física e produto recusado, perda financeira por baixo valor do produto.

Perda por reprocesso: Perda de reciclagem devido a devolução de material ao processo. Segundo Suzuki, (1995), a Eficiência Global do Equipamento –OEE é o produto entre o percentual de disponibilidade, desempenho e qualidade do equipamento. Esse conceito pode ser estendido para uma instalação (Conjunto de equipamentos que desempenham uma função) e também para planta como um todo – OEP. Outras 8 perdas também fazem parte do processo produtivo e estão relacionadas com:

Insumos: Rendimento de matéria-prima, desperdício de energia e baixa eficiência de ferramental.

Mão-de-obra: Falhas administrativas, perdas por movimentação, desorganização da produção, falta de sistemas automatizados, medições e ajustes excessivos.

A figura 5 mostra a relação das 8 grandes perdas com a Eficiência Global da Planta – OEP:

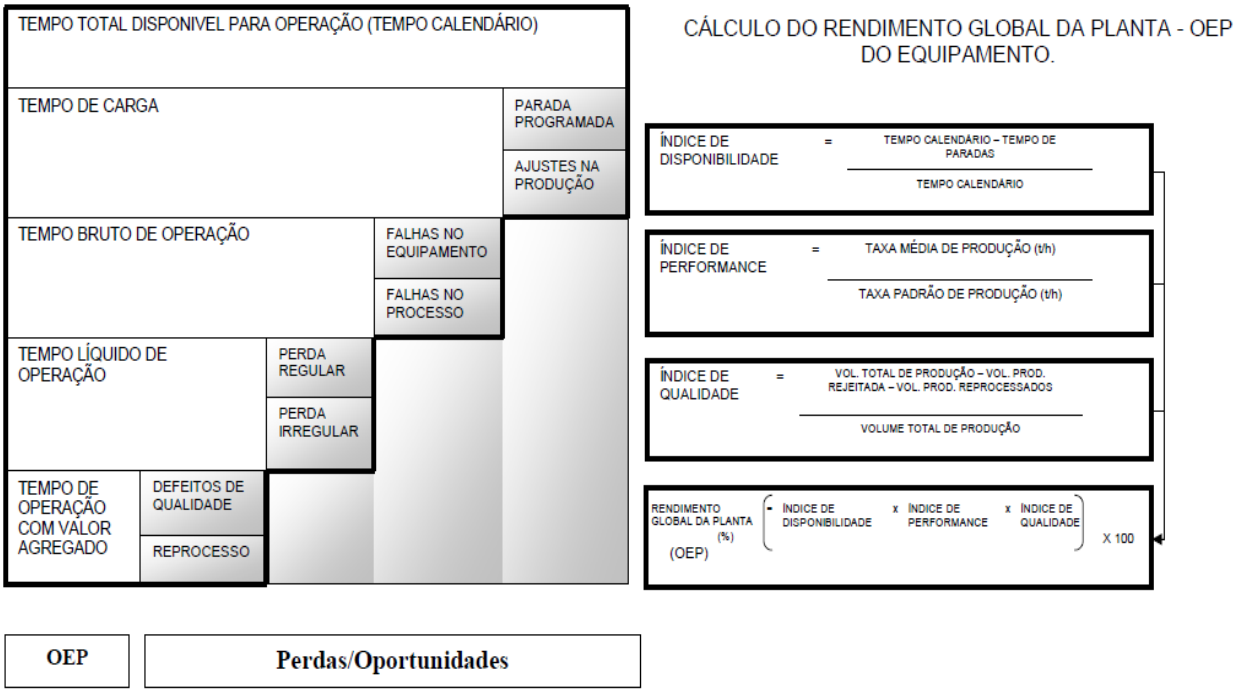


Figura 5 - Relação entre as grandes perdas e o rendimento Global da Planta (Processo contínuo).
Fonte: LOSS PREVENTION (2010)

3. ESTUDO DE CASO – Votorantim metais unidade juiz de fora

Para contextualizar a referida empresa a qual é o pano de fundo para o desenvolvimento desta pesquisa-ação, este capítulo está estruturado nas seguintes seções: a primeira seção apresenta uma breve prospecção sobre o segmento metalúrgico, a segunda seção discorre sobre o metal zinco e suas principais aplicações, a terceira seção apresenta uma breve história, evolução e estruturação do grupo ao qual a empresa foco do estudo pertence. Por fim, a quarta seção aborda a unidade de negócio à qual a empresa encontra-se inserida bem como o setor produtivo em que ocorreu a implantação dos pilares produtivos, com foco no pilar de manutenção autônoma.

O estudo apresentado está embasado na prática do projeto de estágio do dissertador desta monografia no período de 2007 a 2009, aplicando a metodologia do TPM, período este em que o mesmo foi o responsável pela gestão e implantação da metodologia TPM na Votorantim Metais na unidade de Juiz de Fora – MG.

3.1 O SEGUIMENTO METALÚRGICO

A metalurgia designa um conjunto de procedimentos e técnicas para extração, fabricação e tratamento de metais e suas ligas. Há mais de dez mil anos, o homem aproveitou os metais na fabricação de seus utensílios. Metais como o cobre, o chumbo, o bronze, o ferro, o ouro e a prata tiveram amplo uso na antiguidade.

Os primeiros altos-fornos apareceram no século XVII, mas na indústria metalúrgica seu uso se impulsionou com a revolução industrial.

Baseado em dados do ministério de minas e energia, através do anuário apresentado em 2014 com ano base 2013, o setor metalúrgico apresenta relevante expressão no cenário econômico brasileiro, como se pode inferir dos dados econômicos nacionais. O PIB setorial no ano foi de US$ 50 bilhões, com participação de 2,2% do PIB nacional e 8,3% do PIB industrial.

A participação da metalurgia no PIB industrial mereceu sempre um lugar de destaque, situando-se entre 6,5 e 9% e na economia brasileira sua contribuição oscilou em torno de 3% de 1970 a 2013. Seu papel na economia eleva-se substancialmente quando consideram as atividades econômicas sequenciais à metalurgia, consumidoras de seus produtos, como a indústria automobilística, a de bens de capital e a de construção civil, entre outras. Este

aspecto deve ser lembrado, especialmente, quando se considera o progresso de uma nação. Sem uma indústria de base forte, a estabilidade de setores terciários e de indústria com tecnologia de ponta fica mais vulnerável aos efeitos da economia mundial e os reflexos socioeconômicos que daí advém podem ser facilmente imaginados.

O consumo per capta de metais também é um indicador de desenvolvimento de um país. Nos países industrializados, apresenta níveis de consumo que se mostram de 4 a 6 vezes maiores. Nesses países, os níveis de consumo per capita tenderam a se estabilizar em diferentes faixas a partir de determinado patamar de PIB per capita.

O atendimento de demandas de infraestrutura e de um melhor conforto material para a população indica um grande potencial de consumo per capita interno, visto que na última comparação média mundial de consumo, o Brasil se posiciona em posição inferior para a maioria dos metais.

Ainda segundo dados do ministério de minas e energia, para efeito de comparação com o Brasil, o consumo per capita de aço (kg/habitante) nos EUA foi de 1900 (valor que é maior que o valor apresentado pelo Brasil hoje), 500-600 kg no período de 1940-1960 e oscilou entre 400 e 500 kg a partir dos anos 80 do século passado. A China, com metade do consumo brasileiro em 1970, ultrapassou o Brasil em 2000 e atingiu 286 kg em 2006. Ainda em 2006, pode-se citar a Índia, com 41 kg; Argentina, com 128; México, com 233; Alemanha, com 607 e Coréia do Sul, com 1053 kg/habitante.

Confirmando-se o prognóstico, haverá uma maior demanda interna por produtos metalúrgicos. A manutenção tanto da cotação internacional dos metais em patamares elevados como da demanda externa, liderada pela china, completam um quadro muito favorável para o setor. Altos investimentos privados em produções sustentáveis confirmam a expectativa positiva do setor mesmo perante as grandes oscilações do mercado base consumidor.

No contexto político profissional o crescimento do setor metalúrgico tem incentivado a oferta de empregos formais. Dados do DEESE (Departamento Intersindical de Estatística e Estudos) (2005) mostram que após um período de recessão, entre 1987 e 2003, onde o número de trabalhadores do setor metalúrgico apresentou uma redução de 52,1%, o setor mostra claros sinais de recuperação com o aumento real de cerca de 20% de 2003 a 2005.

3.2 O GRUPO VOTORANTIM

Nascido de uma fábrica de tecidos, fundada em 1918, na cidade paulista Votorantim, desde seu início o Grupo Votorantim procurou a diversificação de suas atividades mantendo-se em contínuo crescimento. O primeiro passo rumo à expansão ocorreu em 1935, com a aquisição da companhia Nitro Química, seguido pela inauguração, 20 anos depois, da Companha Brasileira de Alumínio (CBA), primeira indústria do setor a atuar no brasil.

Em continuidade à sua estratégia de crescer de forma consistente e diversificada, no final da década de 1980 o Grupo passou a investir em papel e celulose e, três anos depois, ingressou no setor financeiro, com a constituição do Banco Votorantim.

Para fazer frente ao contínuo crescimento de suas operações em diversas áreas, em 2001, criou a holding Votorantim Participações (VPar). Assim, deu o passo decisivo para a internacionalização de seus negócios, hoje em andamento em 16 países.

Organizados em três seguimentos – Industrial, Financeiro e Novos negócios – os negócios do Grupo Votorantim se caracterizam pela diversificação do portfólio ao mesmo tempo em que mantém um modelo de gestão unificado e compartilham a mesma Missão e Visão e os mesmos Valores. Esse conceito de grupo único, de unidade na diversidade, tem permitido diversificar, ampliar e internacionalizar as atividades, com criação de valor para todos os públicos com os quais se relaciona: clientes, empregados, fornecedores, parceiros, acionistas, governo e sociedade.

As operações industriais concentram-se em setores de base da economia, que demandam capital intensivo, alta escala de produção e tecnologia de ponta: cimento, mineração e metalurgia (alumínio, zinco e níquel), siderurgia, celulose e papel, suco concentrado de laranja e auto geração de energia.

No mercado financeiro, atua por meio da Votorantim Finanças, que reúne o conjunto de instituições que atuam integradamente ao mercado financeiro: Banco Votorantim (banco de negócios e de investimento), BV Financeira (financiamento e crédito ao consumidor), Votorantim Asset Management (gestão de recursos), BV Leasing (operações de leasing) e Votorantim CTVM (corretora de títulos e valores mobiliários).

Em novos negócios, investe em empresas e projetos de biotecnologia, tecnologia da informação e química.

Em 2009, esse conjunto de negócios levou o Grupo Votorantim a registrar receita líquida de R$ 28,6 bilhões. A geração de caixa (EBTIDA) alcançou R$ 5,5 bilhões e os

investimentos Capex foram de R$ 4,5 bilhões. Nos últimos cinco anos, os investimentos no imobilizado somam R$ 24,9 bilhões, um sinal claro de compromisso com o futuro.

Na figura 6 pode-se observar, com clareza, como se configura o organograma do Grupo Votorantim, onde a Unidade Metais está localizada, bem como as demais unidades que compõem o Grupo.

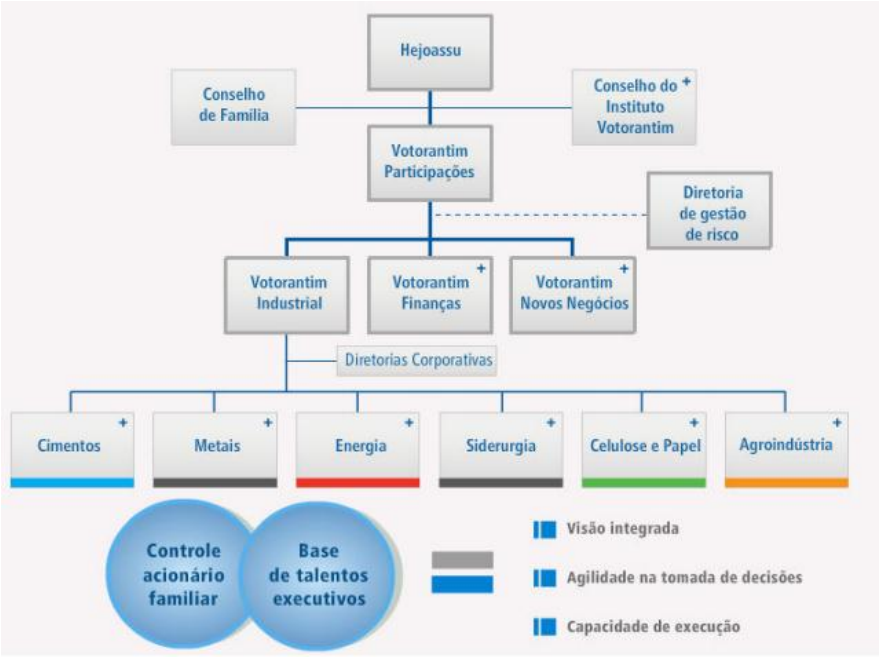


Figura 6 - Organograma do Grupo Votorantim.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

3.3 VOTORANTIM METAIS

A Votorantim Metais (VM) surgiu em 1996, a partir de uma reorganização do modelo de gestão do Grupo Votorantim, que agrupou as unidades de negócio de acordo com o foco de mercado.

Desde então, a VM passou a ser responsável pelo controle estratégico de três unidades de negócio: Aço, Níquel e Zinco. Em julho de 2008, a Unidade de Negócio Aço desvinculou-se da Votorantim Metais para ser gerenciada pela nova área de negócio do Grupo Votorantim, a Votorantim Siderurgia.

A Votorantim Metais é a maior produtora de zinco da América Latina e está entre as dez maiores produtoras mundiais. Em um mercado com forte concorrência, a competitividade da empresa é garantida por fatores como mineração própria, tecnologia de tratamento de

minérios, gestão eficiente de processos e investimentos permanentes na ampliação de sua capacidade de produção.

A atuação da Votorantim Metais no mercado de zinco teve início em 1956, com a formação da Companhia Mineira de Metais (CMM), em Três Marias, Minas Gerais.

A produção de zinco metálico em lingotes, que era de 10 mil toneladas/ano em 1970, passou para 90 mil toneladas/ano em 1993. Além disso, o desenvolvimento de know how próprio garantiu à unidade de Três Marias o pioneirismo na implantação do processo eletrolítico para a metalurgia de zinco no Brasil.

Em abril de 2002, a Votorantim Metais assumiu a Companhia Paraibuna de Metais. Com a operação, ampliou sua capacidade de produção de 170 mil toneladas/ano para 265 mil toneladas/ano e reforçou sua participação no mercado de zinco.

Em 2004, foi adquirida a Refinaria de Zink Cajamarquilla, no Peru, com capacidade de produção de 135 mil toneladas de zinco por ano. Construída pelo governo peruano em 1981, a refinaria foi privatizada e comprada por um consórcio formado pela Teck Cominco e pela Marubeni Corp. Os investimentos promovidos pelos novos controladores foram de melhoria na qualidade do produto, redução de custos e expansão da produção de zinco metálico – que passou de 90 mil toneladas/ano para 129 mil toneladas/ano. A empresa possui um dos menores custos de produção do mundo.

Um dos diferenciais de Cajamarquilla está em sua localização estratégica. Distante 25 km de Lima, capital do Peru, o acesso à empresa pode ser feito tanto por rodovia quanto por ferrovia, o que torna eficiente o embarque e desembarque de matéria-prima e produtos.

Em 2005, a Votorantim Metais ampliou sua participação no mercado peruano de zinco com a aquisição de 25% das ações da Companhia Minera Milpo, quarta maior mineradora do seguimento do país. A aquisição foi feita através da controladora da Votorantim no Peru, a Refinaria Cajamarquilla. A operação está alinhada à estratégia da VM de buscar fontes competitivas de suprimento para suas operações.

Outro destaque de 2006 foi a produção, na unidade de Cajamarquilla, da primeira barra de índio metálico. Subproduto do processo de fabricação de zinco, o índio metálico possui alto valor agregado e é utilizado, principalmente, pela indústria mundial de alta tecnologia como eletrodo condutor transparente nas telas de cristal líquido LCD dos televisores de tela plana e monitores de computadores.

3.3.1 VOTORANTIM METAIS – UNIDADE JUIZ DE FORA

Surgiu em abril de 2002, quando a Votorantim Metais assumiu a Companha Paraibuna de Metais, em Juiz de Fora, Minas Gerais. Com a operação, ampliou sua capacidade de produção de 170 mil toneladas/ano para 265 mil toneladas/ano e reforçou sua participação no mercado de zinco.

Modernas tecnologias de processamento do zinco são utilizadas na unidade de Juiz de Fora (MG), onde a matéria-prima é o concentrado sulfetado de zinco, extraído das minas de Morro Agudo (Paracatu – Minas Gerais) e outros países. O sulfetado de zinco passa por cinco etapas de processamento: ustulação do concentrado, lixiviação, purificação da solução, eletrólise e fundição.

Ainda em Juiz de Fora, com a sua primeira fase em operação, está alocada a primeira fábrica de Polimetálicos do Brasil, que para tornar a fábrica de zinco mais competitiva, já recupera o zinco presente em alguns resíduos industriais e metálicos.

3.3.2 O SETOR FUNDIÇÃO

O setor fundição, foco do estudo é o responsável por transformar o catodo de zinco em zinco líquido que, por sua vez, será transformado em:

- Lingotes SHG (placas de zinco com, no mínimo, 99,995% de pureza, conhecido como extrafino, conforme especificações no LME – London Metal Enchanged, visando assim atender as especificações de exportação);
- Lingotes de Zamac (ligas metálicas de zinco com alumínio, magnésio e cobre. Essas ligas são utilizadas na indústria, geralmente na fundição sob pressão);
- Óxido de Zinco e Grânulos (produtos derivados do zinco SHG e, portanto, possuem pureza de, no mínimo 99,995%);
- Pó de Zinco (produtos feitos a partir do zinco SHG ou de ligas de zinco, utilizados na produção de pilhas alcalinas).

A figura 7 apresenta, de forma esquemática, o fluxograma do setor de fundição da Votorantim Metais Zinco, unidade Juiz de Fora.

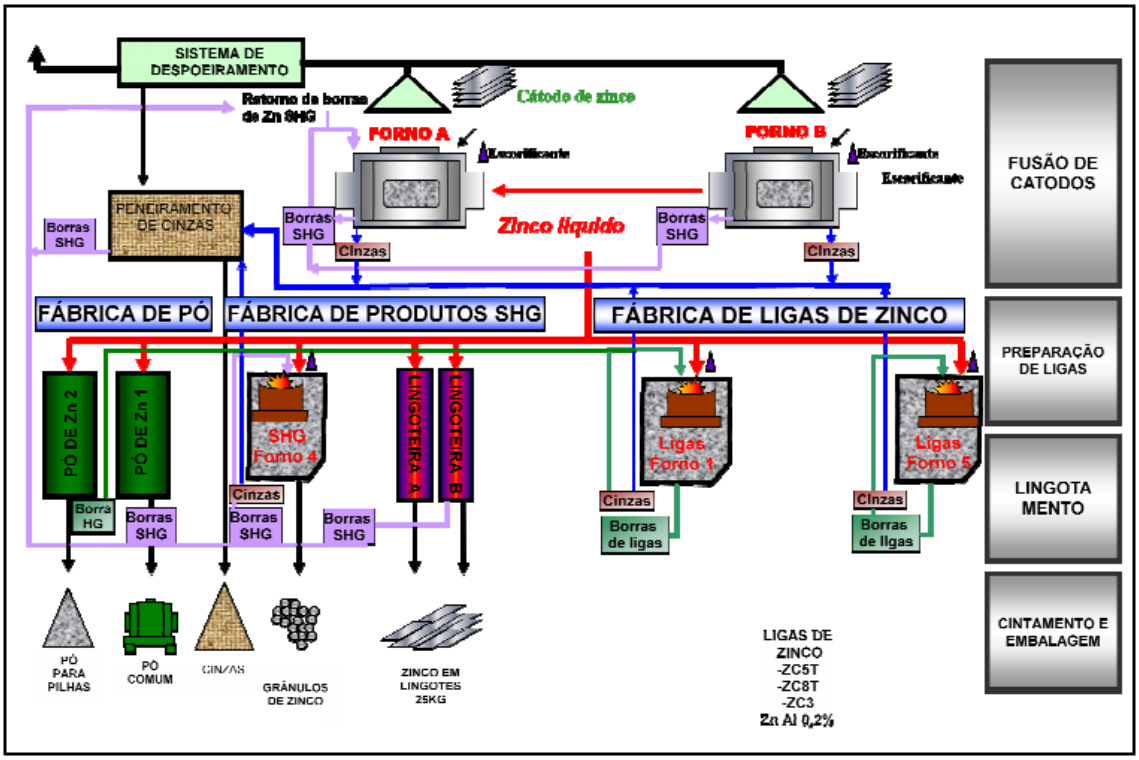


Figura 7 - Fluxograma Fundição da Votorantim Metais - Juiz de Fora.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

O setor de fundição da Votorantim Metais possui seis processos principais:

1- **Fusão de Catodos:**

Objetivo deste processo é a transformação dos catodos de zinco em zinco líquido para as etapas seguintes.

As placas catódicas produzidas na Eletrólise são transportadas para a áreas de Fundição por empilhadeiras e, após pesagem, são estocadas em área intermediária próxima às mesas de alimentação dos fornos de fusão A e B. Até este ponto, existe uma identificação nas pilhas de catodos de zinco (peso, origem e data). Para alimentar os fornos, as pilhas de catodos Zn transportadas da eletrólise são divididas em pacotes menores com auxílio de empilhadeira. Estas cargas são dispostas em fila sobre uma esteira para serem adicionadas aos fornos, juntamente com a adição de cloreto de amônio para facilitar a separação de impurezas (cinzas).

O zinco é fundido a uma temperatura de 419º Celsius, porém os fornos operam a uma temperatura entre 440 e 550 º C para garantir uma melhor fluidez do metal líquido em bombas, calhas e panelas de lingotamento.

Após a obtenção do metal que, em seguida, é bombeado para produção de outros produtos nas etapas seguintes.

2- **Produção de Lingotes de Zinco SHG:**

O objetivo desta etapa é conformar o metal líquido, proveniente do processo anterior, em lingotes de 25 kg. Estes lingotes são montados formando pacotes com 36 lingotes, totalizando um peso por pacote de 900 kg.

A produção de zinco SHG em lingotes ocorre pelo transporte do metal líquido por recalcado do forno por bomba, corre por calha até a panela que dosa o metal líquido em formas de uma das duas lingoteiras A ou B.

Os lotes de pacotes são liberados para vendas, mediante laudo de análise de amostras coletadas no forno para posterior emissão de certificado de qualidade do metal produzido.

3- **Produção de Ligas de Zinco:**

A finalidade da fábrica de ligas é produzir ligas de zinco conforme especificação de cada liga e conformar em lingotes de 5 kg.

Para produção das ligas são adicionados insumos (Al, Cu, MG conforme especificação de cada liga) no lastro dos fornos 1 e 5 para fusão, após o tempo de homogeneização são coletadas amostras para checagem por emissão Ótica, de especificação e correção se necessário, para produção de cada liga que são produzidas por bateladas.

O lingotamento é feito em lingoteira semiautomática para conformação da liga em lingotes de 5kg, que são montados e amarrados com 120 lingotes, posteriormente são pesados, envolvidos em plástico transparente e cintados com fita de aço.

4- **Produção de Grânulos de Zinco:**

Esta etapa prima por conformar o zinco em grãos, também conhecido como lágrimas. É um processo de produção contínuo onde o metal líquido é bombeado do forno 4 para a forma de gotejamento. O gotejamento do metal líquido se dá sobre água com temperatura controlada para solidificação do mesmo. Após solidificação o metal cai sobre a correia transportadora emersa em água abaixo da forma que transporta os grânulos para embalagem.

5- **Produção de Pó de Zinco Comum e Pó para Pilhas:**

A finalidade da fábrica de pó de zinco 1 é transformar o metal líquido em pó de zinco para consumo interno, enquanto a fábrica de pó de zinco 2 transforma o metal líquido com ligas (In, Al e Bi) em pó para fábricas de pilhas.

Trata-se de um processo de produção contínuo onde o metal líquido alimentado nos cadinhos das fábricas 1 e 2, é vazado por orifícios no fundo do cadinho formando um filete que é soprado por um tubo de ar comprimido ocorrendo neste instante a solidificação do metal na forma de pó que é projetado para dentro de uma câmara onde ocorre a sedimentação do pó.

Este pó é transportado por correias transportadoras e elevadores de canecos até o setor de peneiramento onde ocorre a classificação em peneiras vibratórias dos pós para posterior embalagem em containers.

6- **Processo de Peneiramento de Cinzas:**

A finalidade do peneiramento de cinzas é classificar os resíduos provenientes das limpezas dos fornos de fusão, onde os metálicos maiores retornam para os fornos de fusão, as cinzas são embaladas em bag´s para vendas e o prill "B" é destinado à produção de Óxido de zinco.

Os resíduos são impurezas (ZnSO4, MnO2, Oxidação do catodo de Zn) agregadas à porosidade do catodo de Zn que, durante o processo de fusão, separa retendo partes de zinco líquido em meio às cinzas que ficam sobrenadantes no banho metálico.

Estas cinzas são removidas quando em excesso, normalmente a cada troca de turno (8h) e são destinadas às caixas coletoras e, após resfriamento, passam por processo de separação em peneira vibratória. O material retido (borras) retorna para os fornos de fusão, o passante segue em correia transportadora para alimentar a peneira rotativa. O retido nesta malha (prill) é embalado em bag´s para fusão em fornos específicos para este fim, e o passante (cinzas) também é embalado em bag´s para vendas basicamente da indústria de fertilizantes. Durante o processo ocorre a formação de particulados, os quais são arrastados, por exaustão, até o filtro de mangas onde, então, são misturados às cinzas e destinados à venda.

3.4 APLICAÇÃO DO TPM NO SETOR DE FUNDIÇÃO DE UMA EMPRESA METALÚRGICA

Durante muito tempo a Cia. Paraibuna de Metais, antes de sua compra pelo grupo Votorantim, funcionava com o sistema de manutenção corretiva. Com isso, ocorriam desperdícios, retrabalhos, perda de tempo e de esforços humanos, além de prejuízos financeiros e baixa produtividade. A Votorantim Metais iniciou os estudos sobre TPM no ano de 2003 por decisão da Gerência Geral (cargo equivalente a Diretoria da Unidade) da época, definindo a primeira etapa da fase de Preparação da Metodologia TPM – 01.Decisão da alta administração.

Para a Coordenação dos trabalhos foi criado um comitê na unidade denominado Comitê de Manutenção Autônoma, subordinado a área de Sistema de Gestão da unidade.

Este comitê, formado por Supervisores e Engenheiros das áreas foi encarregado de pesquisar o assunto e contratar uma consultoria especializada para capacitar toda a equipe e conduzir um projeto piloto concluindo assim à segunda etapa da fase Preparação da Metodologia TPM – 02.Treinamento inicial.

A Lingoteira de Zamac, figura 8, através de uma avaliação de fluxo de valor, foi escolhida para ser a planta-piloto, em função de suas características operacionais e necessidade de estabilização do processo final da cadeia de transformação do zinco na unidade. Este equipamento apresentava baixa produtividade, alta taxa de refugo, alta quantidade de quebras, tempo de reparos longos e baixa disponibilidade.

Figura 8 - Lingoteira de Zamac.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

A consultoria contratada iniciou os trabalhos em 2004, com o fornecimento de treinamentos para os níveis de liderança de forma que pudessem ser replicados aos demais níveis hierárquicos de toda área piloto e posteriormente aos demais projetos inseridos no programa. Após os treinamentos, os líderes, que formaram a secretaria do TPM para a implantação no equipamento, orientados pela equipe de consultores, formaram os comitês e subcomitês dos pilares da metodologia, definindo os objetivos, indicadores e metas para o acompanhamento da evolução do trabalho.

3.4.1 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

De forma a simplificar a implantação da metodologia e a utilização dos recursos disponíveis, a estruturação organizacional foi adequada a realidade da área bem como seus pilares e subcomitês conforme se pode observar na figura 09.

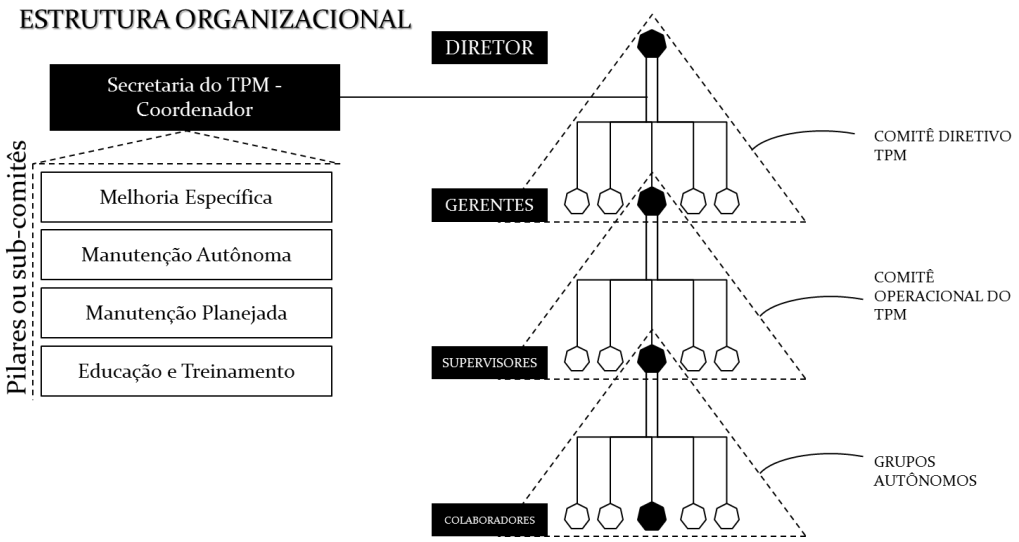


Figura 9 - Grupos sobrepostos projeto piloto.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

A Secretaria ou Coordenação do TPM, responsável pela continuidade de implantação da metodologia, ficou representada pelo Gerente da área de Sistema de Gestão e os pilares pelos líderes que fizeram o treinamento inicial, com cada um sendo responsável por um pilar. O Diretor ficou representado pelo gerente geral da fábrica, o comitê diretivo ficou representado pelo gerente da UGB Metalurgia, área do projeto piloto, o comitê operacional fez-se presente através do Supervisor da área escolhida e os grupos autônomos foram formados pelos operadores do equipamento em cada turno de operação.

3.4.2 ESTABELECIMENTO DAS DIRETRIZES

Os objetivos, indicadores e metas foram definidos conforme a figura 10.

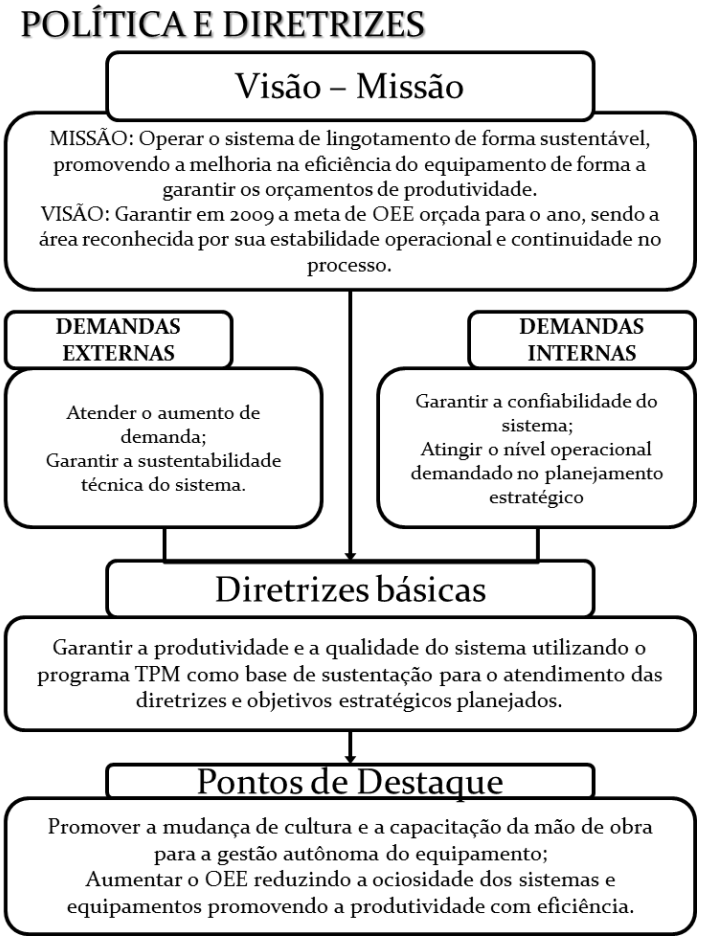


Figura 10 - Políticas e diretrizes projeto piloto.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

Para monitoramento foram definidos os indicadores do pilar de Manutenção Autônoma integrados ao Pilar de Manutenção Planejada (Gestão de etiquetas e relatos de quebra falha) bem como os indicadores do Pilar de Melhoria Específica (Produtividade e OEE) conforme apresentado no quadro 4.

Quadro 4 - Indicadores de desempenho projeto piloto.

Indicadores de Desempenho					
	Unidade	BM	2007	2008	2009
P: Rendimento global do equipamento	%	86	70	80	85
P: Produção de Ligas	média ton/ano	1250	1230	1280	1350
M: Atendimento de etiquetas	%	95	70	80	90
M: Atendimento e Resolução de Relatos de Q/F	%	95	70	80	90

Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

3.4.3 PLANO DIRETOR

Devido à interrupção da metodologia por conta da priorização de outros processos, o planejamento inicial para a implantação com o objetivo trienal (2005 – 2008) foi interrompido e reiniciado em 2007, completando o ciclo trienal 2007 – 2009.

O plano diretor apresentado na figura 11 retrata o cronograma de implantação das fases no período citado para o equipamento piloto. As etapas de 8 a 11, da fase implementação do plano diretor não foram implantadas por decisão estratégica da empresa.

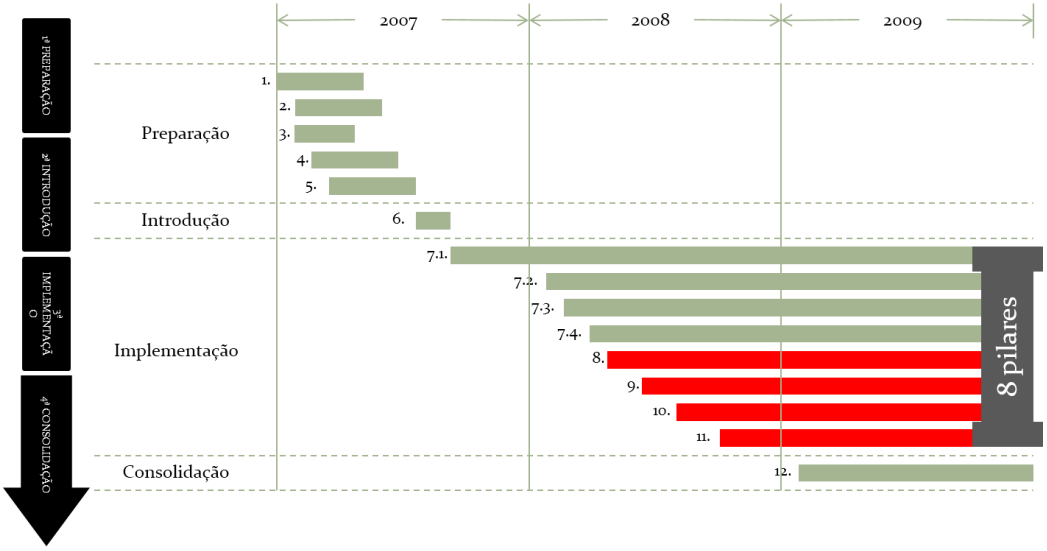


Figura 11 - Plano Diretor projeto piloto.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

3.4.4 PARTIDA DO TPM

Em 2007, novamente firmando seu compromisso com a metodologia, o Gerente Geral da unidade realizou a comunicação formal das diretrizes para todos os funcionários, bem como as empresas parceiras que atuavam no setor escolhido como piloto. De forma a motivar toda a unidade fabril a implantação da metodologia, o comunicado foi feito em um diálogo aberto matinal no qual participavam funcionários de todas as áreas da fábrica. Foram veiculadas as diretrizes em todos os meios de comunicação internos a unidade e aos parceiros terceirizados, fazendo assim o compromisso de todos para com a metodologia TPM.

3.4.5 ESTRUTURAÇÃO DOS PILARES PARA CONFIABILIDADE DO SISTEMA PRODUTIVO

A liderança do programa TPM, representada pelo Sistema de Gestão da unidade, por meio de decisão estratégica e redução nos custos iniciais de implementação optou pela implementação dos pilares básicos do programa. Inicialmente são observadas grandes mudanças, pois no start do programa TPM encontram-se equipamentos sujos e processos desorganizados. Assim, qualquer ação de melhoria é facilmente observada.

Observa-se também que os pilares são detalhados separadamente, entretanto sua aplicação no equipamento piloto foi simultânea. A interação entre os pilares é de fundamental importância para o desenvolvimento do programa.

a) Melhoria Específica

O Equipamento escolhido para a implantação da metodologia apresentava baixo rendimento, quebras constantes, baixa produtividade, impacto na demanda, alto volume de material não-conforme, elevado volume de materiais para refusão, baixa eficiência do equipamento e quantidade desordenada de setup’s.

No período a partir de 2007, foram definidos os objetivos específicos de identificação e quantificação de perdas e suas respectivas metas. Diminuições de desperdícios foram o foco do pilar ao longo de toda a implementação. Os indicadores deste pilar, OEE e Produção Média foram acompanhados durante todo o período de implantação no projeto piloto, bem como o histórico anterior para medidas comparativas.

Uma das grandes melhorias a se destacar foi a redução do processo de fusão no qual, para o período de 2003 a 2007, a produção era realizada em 3 fornos de ligas, com um número

de 20 funcionários, e com a implementação da metodologia, a partir de 2008, a produção foi direcionada para 2 fornos de ligas, com um número de 12 funcionários e ainda sim pode-se observar alguns ganhos tais como: redução no consumo de energia, otimização de processos de produção, automação do processo anterior devido a padronização de saídas, geração de novas oportunidades e remanejamento de pessoal e aumento de 30,10% da produção média do período de 2003 a 2007.

A figura 12 apresenta os resultados com 3 fornos de fundição e o resultado apresentado nos anos iniciais de implantação da metodologia com apenas 2 fornos de fundição.

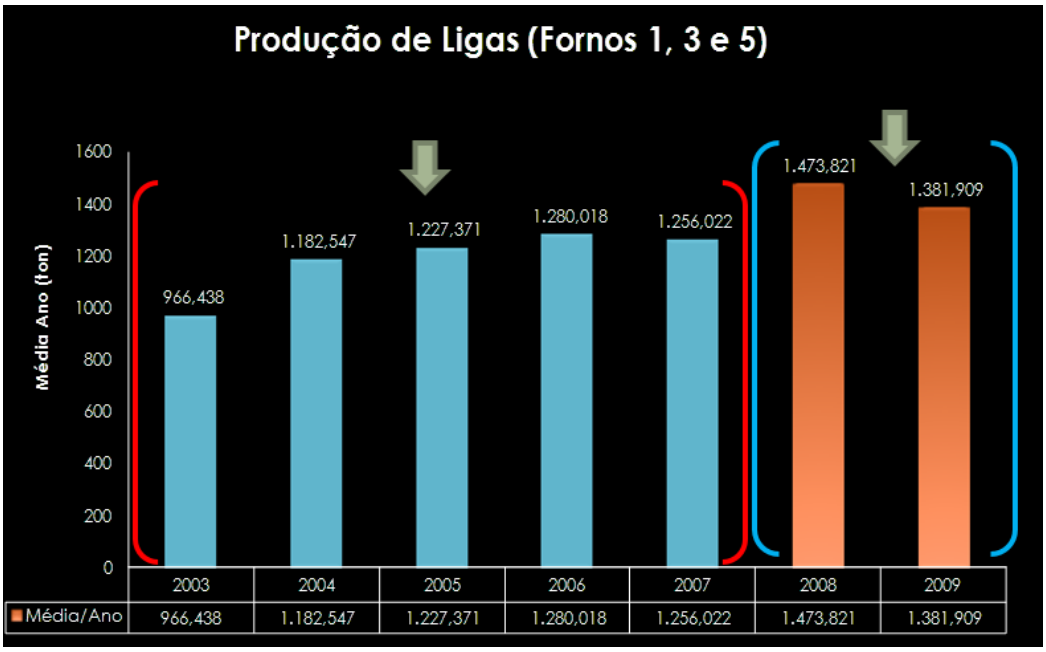


Figura 12 - Gráfico de produção de ligas.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

b) Manutenção Autônoma

Sendo o marco principal do programa TPM, o pilar de Manutenção Autônoma tem por objetivo principal o aumento da capacitação técnica dos operadores de forma a transferir as responsabilidades com o equipamento do setor de manutenção para o setor de produção.

Este pilar será detalhado conforme os sete passos de implementação do programa sugerido no capítulo anterior. Por decisão também da equipe de liderança e de forma a intensificar a importância da implantação do método e que este fosse de posse operacional, este pilar recebeu o nome de operador proprietário.

Passo 01 - Limpeza inicial

Como marco inicial deste programa e com o foco na detecção de pequenos defeitos no equipamento, foi realizada a grande limpeza inicial com a participação de supervisores, mantenedores e operadores do equipamento. Este exercício possibilitou aos envolvidos descobrir e identificar através de etiquetas as irregularidades do equipamento, tais como as anomalias, fontes de contaminação, locais de difícil acesso e fontes de defeito de qualidade. Todos os materiais desnecessários e raramente utilizados foram eliminados de forma a simplificar o equipamento.

Para início das atividades foi necessária a elaboração do painel de gestão TPM, figura 13. Este painel tem o objetivo de demonstrar todas as atividades realizadas pela equipe piloto. O painel contém informações gerais sobre o equipamento, contendo a descrição das equipes, objetivos, metas e indicadores do equipamento. Também apresenta o desenvolvimento dos pilares de manutenção autônoma e melhorias individuais.

Figura 13 - Painel de gestão TPM.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

Passo 02 - Eliminação de fontes de sujeira e locais de difícil acesso

Tentando reduzir o tempo dedicado a deixar em ordem o equipamento e após a identificação relatada no passo anterior, foram eliminadas as fontes de sujeira e pó que se dispersavam sobre o equipamento bem como os locais de difícil acesso, tanto para operação quanto manutenção do equipamento, melhorando as partes difíceis de limpar e inspecionar, lubrificar e manter.

Passos 03 e 04 - Elaboração de padrões de limpeza e lubrificação e realização de inspeção geral no equipamento

De forma a melhorar a eficiência do trabalho operacional de inspeção e lubrificação do equipamento piloto, foram elaborados padrões de trabalho para auxiliar na limpeza e ordem do equipamento. A figura 14 exemplifica o modelo de padrão criado para atender esta etapa de implementação do programa, em que o objetivo principal era a padronização dos pontos e métodos de limpeza e definição dos responsáveis.

Votorantim | Metais

Padrão Provisório de Manutenção Autônoma

EQUIPAMENTO: Circuito Neutro de Bombeamento (CNB) | UGB: Químicos | SEÇÃO: Lixiviação

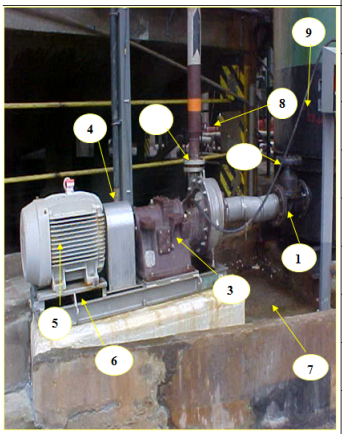
ILUSTRAÇÃO	Nº	ITEM/LOCAL	PADRÃO DE LIMPEZA	MÉTODO E/OU UTENSÍLIO	PROVIDÊNCIAS ANORMALIDADE	TEMPO	FREQUÊNCIA				RESPONSÁVEL
							T	D	S	M	
	1	Flanges	Limpos, sem presença de ustulado ou sulfato.	Limpar com o auxílio de pano, bucha, água e detergente	Utilizar espátula e marreta e/ou solicitar o hidrojato	3 min		X			Operador
	2	Válvulas	Limpas, sem presença de ustulado ou sulfato.	Limpar com o auxílio de pano, bucha, água e detergente	Utilizar espátula e marreta e/ou solicitar o hidrojato	3 min		X			Operador
	3	Corpo da Bomba	Limpo, sem presença de ustulado ou sulfato.	Limpar com o auxílio de pano, bucha, água e detergente	Utilizar espátula e marreta e/ou solicitar o hidrojato	3 min		X			Operador
	4	Proteção do Acoplamento	Limpo, sem presença de ustulado ou sulfato.	Limpar com o auxílio de pano, bucha, água e detergente	Utilizar espátula e marreta e/ou solicitar o hidrojato	3 min		X			Operador
	5	Motor Elétrico	Limpos, sem presença de ustulado ou sulfato.	Limpar com o auxílio de pano, bucha, água e detergente	Utilizar espátula e marreta e/ou solicitar o hidrojato	3 min		X			Operador
	6	Base do motor	Limpo, sem acúmulo de resíduos, ustulado ou solução.	Limpar com o auxílio de pá, enxada, rodo, água	Utilizar espátula e marreta e/ou solicitar o hidrojato	3 min		X			Operador
	7	Piso de conteção das bombas	Limpo, sem acúmulo de resíduos, ustulado ou solução.	Limpar com o auxílio de pá, enxada, rodo, água	Utilizar espátula e marreta e/ou solicitar o hidrojato	1 h		X			Operador
	8	Manômetros	Limpos, com o vidro totalmente transparente.	Limpar com o auxílio de pano, bucha, água e detergente	Abrir etiqueta	1 min		X			Operador
	9	Mangueira d'água de gaxeta	Limpa, possibilitando visualizar a água em seu interior.	Limpar com o auxílio de pano, bucha, água e detergente	Abrir etiqueta	1 min		X			Operador

Figura 14 - Padrão provisório de manutenção autônoma.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

Passo 05 - Realização de inspeção geral nos equipamentos e processos

Criados os padrões e desenvolvidas as habilidades técnicas iniciais dos operadores do equipamento piloto, fez-se necessária a capacitação sobre técnicas de inspeção com base em manuais dos equipamentos, rendimento dos processos, operações e ajustes, tratamento de anomalias, dentre outros. Este treinamento teve como objetivo a recuperação das condições básicas de operação de componentes mais específicos do equipamento mediante uma inspeção geral. Neste ponto iniciou-se o desenvolvimento autônomo do operador, pois através da elaboração de controles visuais todos os componentes críticos do equipamento passaram a ser monitorados pela operação. Assim todos foram capacitados de forma a impedir duplicidades e omissões nas inspeções periódicas.

Passos 06 e 07 - Manutenção autônoma sistemática e prática plena da autogestão

Nesta fase foram estabelecidos sistemas de autogestão para melhorar o fluxo no local de trabalho. A fim de melhorar a qualidade e a segurança na execução de atividades operacionais de manutenção foram feitos trabalhos relacionados a reposição de peças e ferramentas adequadas. Assim o equipamento pôde, continuamente ser melhorado ao longo da implementação do programa no equipamento piloto.

A figura 15 retrata o quadro de inspeções padronizado da equipe, agora com padrões extraídos de forma sistemática do sistema de gestão da manutenção de equipamentos da unidade.

Figura 15 - Quadro de inspeção operador proprietário.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

A figura 16 ilustra o trabalho realizado no equipamento e a importância da identificação de pequenas falhas de forma a prevenir a quebra ou interrupção da função do equipamento piloto.

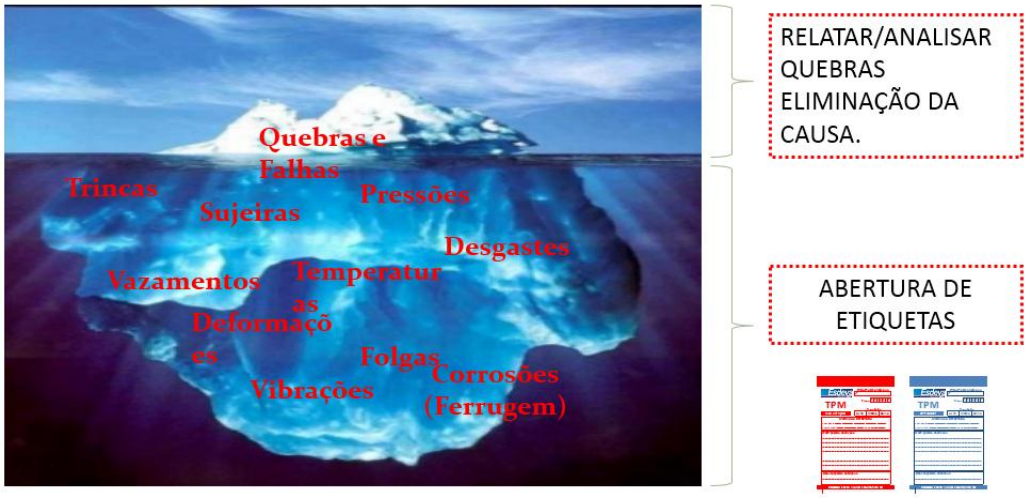
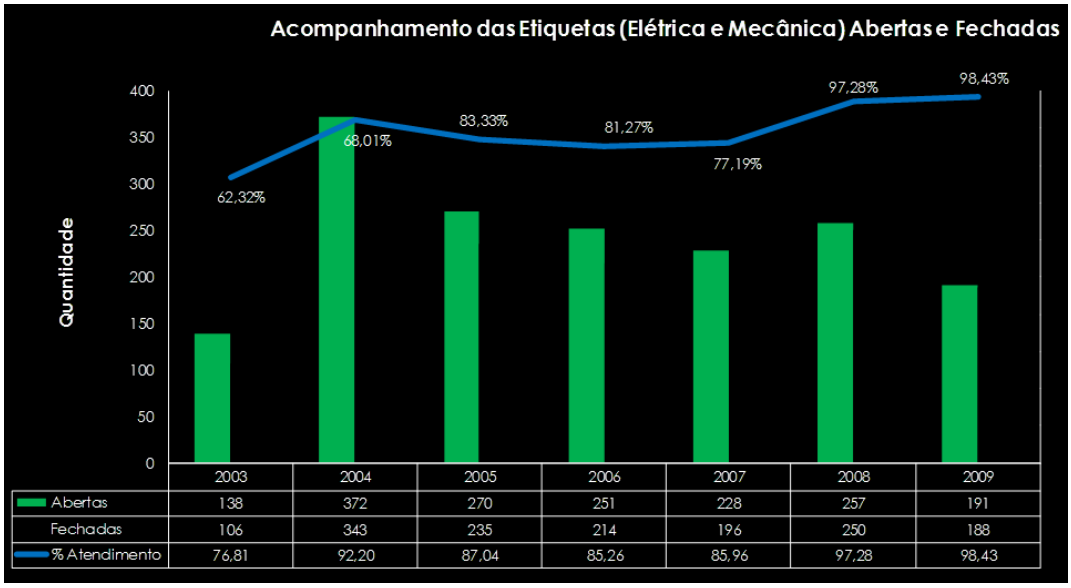


Figura 16 - Iceberg de quebras e falhas.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

Ao longo das fases de implantação do TPM no equipamento piloto foi monitorada a evolução e o cumprimento de abertura de etiquetas, tanto por parte da operação, quanto por parte da manutenção.

Nota-se na figura 17 duas grandes evoluções. A primeira está relacionada a queda no número de anomalias identificadas ao ano, e a segunda está atrelada ao percentual de resolução das anomalias identificadas.



	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Abertas	138	372	270	251	228	257	191
Fechadas	106	343	235	214	196	250	188
% Atendimento	76,81	92,20	87,04	85,26	85,96	97,28	98,43

Figura 17 - Gráfico de resolução de etiquetas.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

O monitoramento de etiquetas representado na figura 18, apresenta o terceiro ponto de evolução ao longo da implementação do programa em que observa-se um aumento do número de etiquetas azuis ao longo da implementação, etiqueta esta que representa o aumento das soluções de anomalias por parte da própria operação evidenciando assim a capacitação da equipe operacional no equipamento, pois com este conhecimento adquirido puderam absorver as manutenções que antes só podiam ser realizadas por mantenedores especializados.

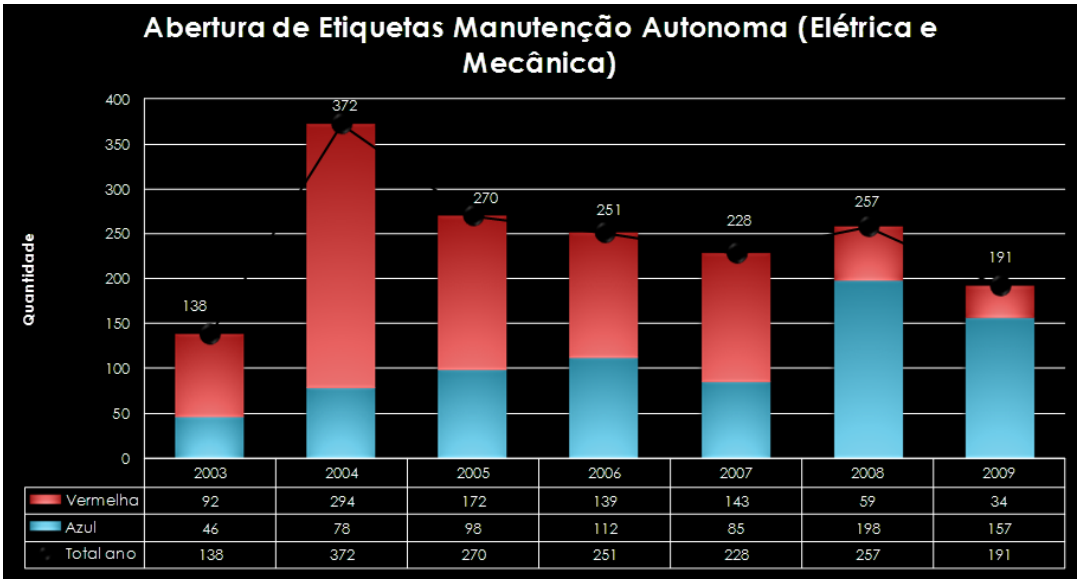


Figura 18 - Gráfico de etiquetas abertas.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

c) Manutenção planejada

As atividades de manutenção planejada se iniciaram através da reestruturação de toda a sistemática de manutenção. Desde o início da implementação o mantenedor passou a exercer um trabalho não somente de resolução de anormalidades, mas também de capacitação da equipe de operação. O programa de manutenção do equipamento piloto contemplava somente manutenções planejadas e corretivas antes do TPM no projeto piloto. Com a implantação do programa foram divididas em três atividades. A primeira, manutenção por avarias, é aquela destinada a socorrer os equipamentos quando os mesmos quebram e param de funcionar. O operador, quando detecta o problema no equipamento, deve abrir um relato de quebra-falha e investiga-lo conjunto a manutenção para que este realize as devidas correções.

A segunda, manutenção corretiva, aborda falha ou deterioramento da função do equipamento. O operador deve registrar o problema e relatar, seja o problema de operação ou

manutenção, para que seja corrigido em uma parada programada ou imediatamente caso tenha ocasionado a perda da função.

A terceira atividade contempla ações da manutenção planejada. Este item está subdividido em manutenção preventiva, manutenção preditiva, manutenção autônoma e inspeções.

Em parceria com a equipe de manutenção autônoma, com o desenvolvimento das atribuições dos operadores, os mantenedores da equipe de manutenção planejada puderam desenvolver-se em propostas mais estratégicas atuando em estudos de confiabilidade dos equipamentos.

Avaliação do equipamento e compreensão da situação atual

De suma importância para a continuidade do programa de Manutenção Autônoma neste passo foram estabelecidos os objetivos da manutenção, a compreensão e definição dos níveis de quebras baseado no histórico dos equipamentos bem como critérios de avaliação e priorização de componentes e equipamentos críticos ao processo produtivo.

Restauração das deteriorações e correção de debilidades

Durante a grande limpeza do passo inicial de manutenção autônoma, os mantenedores puderam identificar as deficiências de condições básicas bem como as deteriorações que potencialmente causariam o deterioramento do equipamento piloto. Em parceria e orientados pelos estudos do pilar de Melhoria especifica, o foco desta fase foram as contramedidas focadas na correção de debilidades e ampliação da vida útil dos equipamentos.

Sistema de gestão das informações

Combinado ao sistema de gestão da manutenção Votorantim (SGV-MAN), foram sistematizadas as gestões de dados de quebras e controle de histórico das máquinas e orçamentação, com a finalidade de sistematizar e controlar peças de reposição, manuais e dados técnicos do equipamento.

Sistematização de manutenção periódica

Sempre com o intuito do desenvolvimento de operadores autônomos, os mantenedores envolvidos no projeto piloto foram responsáveis pela preparação de toda a manutenção periódica (Controle de atividades reservas, peças de reposição, instrumentos de medição,

lubrificantes, dados técnicos etc.). Preparando e atualizando os padrões, a medida em que os operadores se desenvolviam, os mantenedores buscavam a sistematização de eficiência da manutenção, programando paradas gerais de manutenção em conjunto a operação e controlando os serviços que demandavam trabalhos terceirizados.

Sistema de manutenção preditiva

Devido a criticidade do equipamento e a especificidade de conhecimento de diagnósticos e equipamentos, para este passo decidiu-se estrategicamente pela contratação de uma empresa especializada, com pessoas fixas selecionando, desenvolvendo e diagnosticando através de tecnologia os pontos do equipamento piloto.

Ampliação do sistema de manutenção planejada

Também em conformidade com o sistema de gestão da manutenção, este pilar foi desenvolvido pela área de Planejamento Programação e Controle da Informação da Manutenção (PPCIM) e Confiabilidade.

d) Educação e Treinamento

As atividades do pilar educação e treinamento se iniciaram com o levantamento de capacidades e habilidades de cada funcionário. Este levantamento foi desenvolvido em parceria com a área de Desenvolvimento Humano Organizacional (DHO) mediante uma lista de atividades, habilidades e conhecimentos que cada funcionário deve ter no setor.

O primeiro passo realizado no treinamento com os operadores, além da capacitação na metodologia, foi o de transferir as principais habilidades de manutenção. Temas como lubrificação, inspeção, limpeza, restaurações mecânicas foram abordados no treinamento.

O plano de referência das habilidades de manutenção foi desenvolvido com base em atividades que o operador deve estar preparado para enfrentar no dia a dia de seu trabalho. Para sair da superficialidade na capacitação dos operadores foi desenvolvido um plano avançado de treinamento, onde o operador passa a ter cada vez mais conceitos acerca de técnicas mecânicas e eletroeletrônicas. O quadro 5 apresenta o plano de treinamento avançado que cada funcionário deve receber.

Técnicos	• Oito pilares do programa TPM • Análise PM • Métodos de Manut. Preditiva • Solução de Problemas Avançados • Economia de Movimento • FMEA • Prevenção de Manutenção • Fichas TPM • Técnicas de 5´S • Análise porquê-proquê • LUP (Lições de único ponto) • Técnicas de segurança
Operadores	• Oito pilares do programa TPM • Hidráulico • Pneumático • Sistemas de Produção • Bases Elétricas • Lubrificação • Técnicas de inspeção • Técnicas de limpeza • Análise porquê-porquê • Técnica 5 S • Trocas (*set up*) Rápidas • LUP (Lições de único ponto) • Técnicas de segurança
Operários	• Oito pilares do programa TPM • Técnicas de inspeção • Lubrificação • Análise porquê-porquê • Técnica 5 S • Trocas (set up) Rápidas • LUP (Lições de único ponto) • Técnicas de segurança

Quadro 5 - Plano de treinamento avançado.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

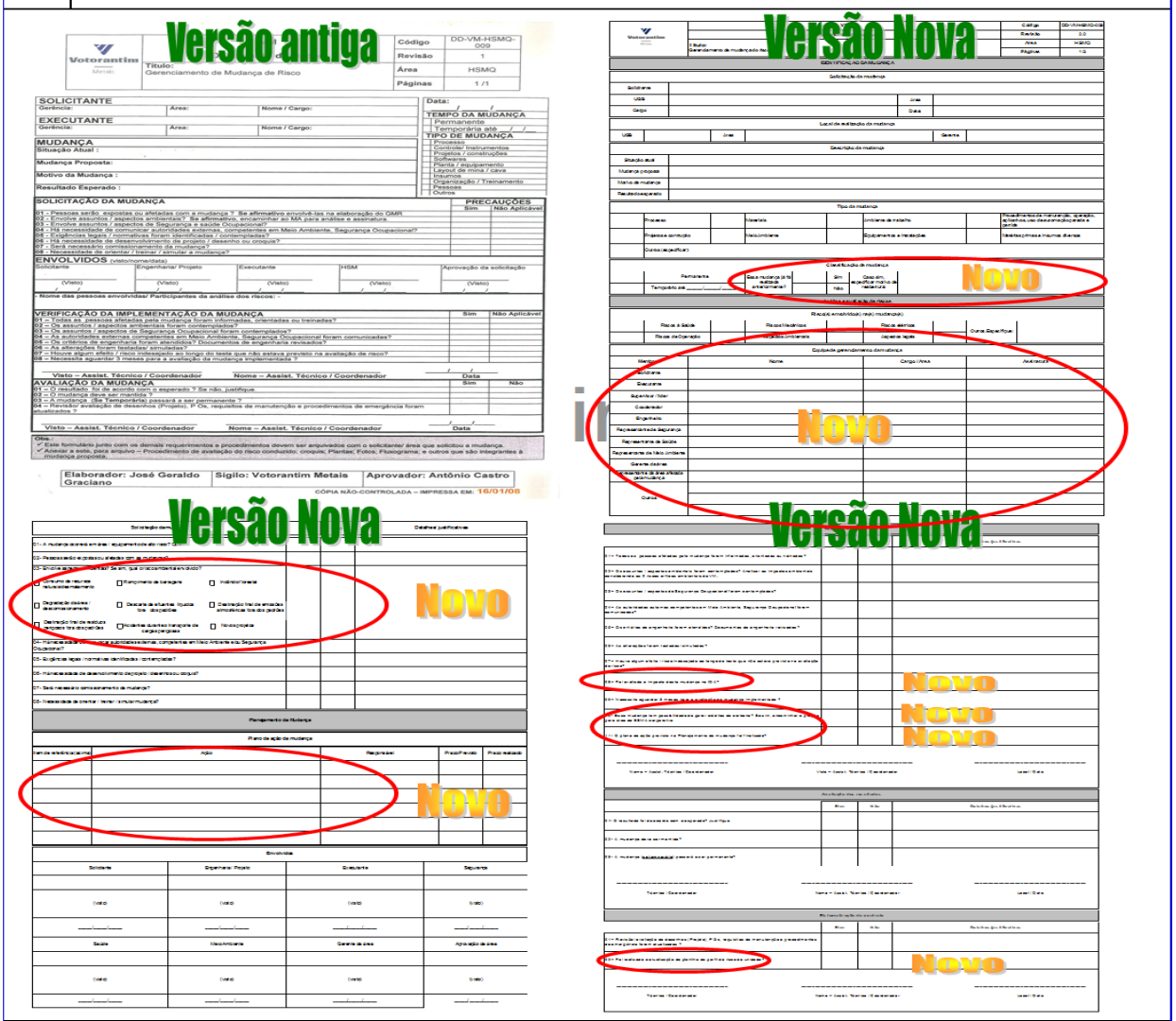
Depois de realizada a transferência de habilidades de manutenção para os funcionários da operação, deu-se início às atividades de capacitação geral por nível de habilidade. Os treinamentos foram realizados, parte em sala, parte no próprio ambiente de trabalho, proporcionando um maior aprendizado uma vez que os instrutores passam a utilizar de elementos visuais mais realistas para treinar os funcionários. Outra ferramenta utilizada na capacitação foi o treinamento por níveis, que é a transmissão do conhecimento para os líderes, que por sua vez treinam os demais operários e técnicos.

Uma ferramenta importante para a transmissão do conhecimento na equipe piloto foi a lição de um ponto (LUP), que também foram utilizadas para apresentar casos de melhorias nos equipamentos e relatar problemas ocorridos. Lições de Um Ponto são apredesntações sucintas em flip chart que abordam-se pontos específicos de treinamentos. Na figura 19 pode-se observar um modelo de LUP.

Votorantim | Metais	MA: LIÇÃO DE UM PONTO		
Tema	ENTENDO OS PASSAS DA MA	Número	
		Data de Preparação	
Preparado por:		Aprovado por	

Classificação

- [x] Conhecimento Básico
- [ ] Casos de Melhoria
- [ ] Casos Problemas
- [ ]



Resultados

Datas													
Instrutor													
Participantes													

Figura 19 - Lição de Um Ponto (LUP).
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

e) Gestão da implantação

Para monitoramento da evolução na implementação do programa e controle de rotinas, durante todo o programa piloto, bem como na implantação em outros equipamentos, utilizou-se de recursos de gestão da ferramenta.

Semanalmente eram feitas reuniões com as equipes de área, bem como os responsáveis de cada pilar na implementação do programa de forma que estes apresentassem a evolução de seus trabalhos e as necessidades de apoio da secretaria do TPM. Nestas reuniões eram discutidas as ações de cada uma das partes de forma a solucionar as necessidades semanais tanto da secretaria quanto dos pilares apresentados.

A figura 20 apresenta o modelo de ata da reunião utilizado no controle das ações.

Votorantim | Metais

ATA DE REUNIÃO

UNIDADE JUIZ DE FORA

Data: 24-ago-09 | Ata emitida por: Thiago dos Reis

Participantes: Thiago Reis, Paula Brandão, Paulo Fontes, Walace, Evandro (est. Fundição), Watson, Pedro Sávio, Luis Carlos, Edson Cabral.

SGV SISTEMA DE GESTÃO Votorantim

	Lider GE	Staff / Supervisão	Estagiário
Ustulação	1	0	0
Hidrometalurgia	0	1	0
Eletrólise	0	0	1
Fundição	0	1	1
PCP-Exp-Log	1	0	0
Processos	0	0	0

	Estagiário	Staff / Supervisão
Manutenção Ustulação	0	0
Manutenção metalurgia		0
Manutenção hidrometalurgia		0
Planejamento		1

	Assuntos Tratados:	Responsável	Ação ?
1	**Esclarecimentos dos planos de Lubrificação:** **Conforme solicitado em ultima ata:** Foram esclarecidas algumas dúvidas da equipe de liderança quanto aos planos de lubrificação e como a equipe de lubrificação e operação podem trabalhar em conjunto mara melhorar os resultados de seus equipamentos. Foi comentado que os planos são estraidos automáticamente do SAP e repassados a equipe de lubrificação "Silubrim", estas órdens são impressas semanalmente, frequencia na qual o plano é executado. Foi comentado também que alguns cuidados devem ser tomados no levantamento dos pontos de lubrificação e na determinação dos pontos de responsabilidade de lubrificação da operação. Conforme sugerido pelo Edson, a transição da responsabilidade de lubrificação dos equipamentos tem que ser consedida a equipe operacional aos poucos, porém sempre com a verificação da equipe "Silubrim", pois é de suma importancia que os equipamentos estejam lubrificados da forma e frequencia devida, e conforme for a evolução por parte da operação, serão mapeados outros pontos.	Edson Cabral	Sim
2	**Revisão das ações pendentes das atas anteriores:** Foram revisadas as ações pendentes das atas anteriores, conforme negociação, algumas foram reprogramadas e outras canceladas.	Thiago Reis	Não
3	**Calendário de apresentação das melhorias das áreas:** Conforme combinado na reunião anterior, para que as próximas reuniões aconteçam de forma mais dinâmica, foram definidas datas para que a equipe de liderança contribua para o crescimento de outras áreas mostrando as melhorias e melhores práticas executadas da metodologia que tem gerado nas UGB's. **Segue o cronograma definido:**	Thiago Reis	Não

Plano de Ação - Ações Geradas na Reunião Atual

O Que		Quem	Quando	Situação	Observação
Enviar a listagem dos equipamentos em MA que serão inclusos na avaliação de pontos de Lubrificação das UGB's para: edson.cabral@vmetais.com.br		Camilo Walace Elias Júlio Pedro Sávio Leandro Caldas	31-Aug-09	Em Andamento	

Figura 20 - Ata de reunião de gestão.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

Além disso, ainda semanalmente eram feitas auditorias de inspeção da implementação do programa em cada um dos projetos.

A figura 21 apresenta o check list de inspeção da evolução do programa.

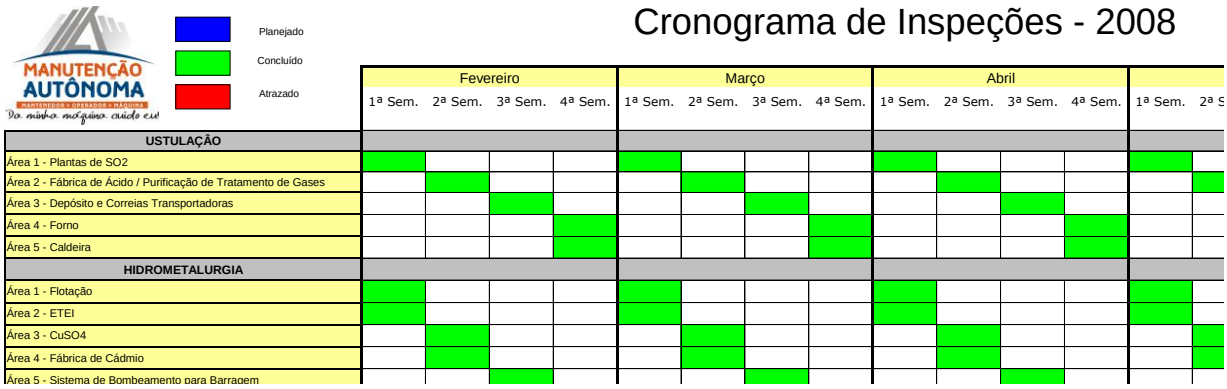


Figura 21 - Cronograma de inspeções.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

Após os check lists, eram feitos relatórios de acompanhamento por implementação de projeto para adequar a evolução dos passos e a continuidade do programa, também apresentados nas reuniões semanais de resultados.

Na figura 22 segue o modelo de relatório utilizado para apresentação nas reuniões.

Figura 22 - Relatório de implementação do TPM nas áreas.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

Com a implantação da metodologia, alguns pontos puderam ser destacados. Os ganhos se apresentaram em pontos como a melhoria no ambiente de trabalho, motivação e maior capacitação dos funcionários, produção em linha com as metas da empresa, eliminação de retrabalhos e perdas, ganhos produtivos, geração de novas oportunidades e um clima organizacional mais saudável.

3.5 RESULTADOS ALCANÇADOS

Os resultados da implantação do TPM na empresa são detalhados através de resultados quantitativos e qualitativos. Entretanto, devido a expansão do programa para demais áreas da unidade alguns resultados de cultura e mudança de comportamento serão relatados na empresa como um todo.

3.5.1 Resultados Qualitativos

Os resultados qualitativos são aqueles não mensuráveis quantitativamente. O quadro 6 apresenta os resultados subjetivos obtidos na equipe piloto.

Quadro 6 - Resultados qualitativos.

Melhoria	Início	2007	2008	2009
Atividades de manutenção autônoma	não	sim	sim	sim
Conquista da auto-gestão plena	não	não	não	sim
Satisfação dos funcionários	não	sim	sim	sim
Satisfação dos clientes visitantes no equipamento piloto	não	não	sim	sim
Autoconfiança na busca pela perda zero	não	não	sim	sim
Organização do local de trabalho	não	sim	sim	sim
Melhoria na relação entre operadores e técnicos de manutenção	não	não	não	sim

Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

Estes resultados foram avaliados através das ferrametas de gestão da implementação apresentada acima. Através de treinamentos a equipe piloto ficou capacitada a realizar pequenos reparos. Atividades de operação e manutenção passaram a ser realizadas de forma sistematizada pelos operadores, diminuindo as probabilidades de falhas no equipamento e mesmo durante sua operação. Os operadores iniciaram um trabalho de desenvolvimento no

qual pode-se observar um maior comprometimento com a as condições básicas do equipamento. Este resultado pode ser observado no comparativo antes e depois apresentado na figura 23.

Figura 23 - Comparativo antes x depois projeto piloto.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

Pode-se observar uma melhor organização e limpeza no equipamento e em toda a área de trabalho. Todos os envolvidos passaram a ter melhor conhecimento das atividades desenvolvidas. As atividades de melhoria individual incentivadas pela alta liderança da empresa proporcionaram a auto confiança dos operadores em busca da melhoria contínua e sistematicamente as perdas dos equipamentos vão sendo eliminadas.

A manutenção autônoma e o TPM incentivaram o trabalho conjunto mantenedor e operador definindo claramente suas responsabilidades fazendo com que estes compartilhem atividades e metas em busca dos melhores resultados.

3.5.2 Resultados Quantitativos

Os resultados quantitativos são de natureza mensurável. Alguns deste já foram apresentados durante o estudo de caso, mas a tabela abaixo resume os ganhos obtidos no equipamento piloto ao longo da implantação da metodologia.

Tabela 1 - Resultados quantitativos projeto piloto

Melhorias	Início	2007	2008	2009
Produtividade Média (ton/ano)	966,438	1256,022	1473,821	1381,909
OEE	56,34%	70,79%	85,79%	86,98%
Resolução de Etiquetas	76,81%	77,19%	97,27%	98,43%

Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

Os bons resultados obtidos na produtividade média e na eficiência global (OEE) tiveram relação direta com a implantação do TPM. Com a implantação de uma sistemática de manutenção preventiva e uma manutenção autônoma atuante, o decréscimo do número de avarias pode ser observado. Os três pilares, manutenção autônoma, manutenção planejada e melhoria específica, foram diretamente responsáveis pela redução dos índices de desperdícios.

Em sintonia com o que foi exposto na seção de resultados qualitativos, a melhoria da satisfação do funcionário também pode ser comprovada ao avaliarem-se os resultados objetivos. O Programa TPM proporcionou aos funcionários expressarem suas ideias sobre melhorias no local de trabalho e do equipamento. Ações de eliminação de situações de risco de acidentes no equipamento foram desenvolvidas e um melhor reconhecimento do operador como técnico do equipamento pode ser observado.

3.5.3 Discussão dos resultados

Ainda que o programa tenha sofrido algumas otimizações no desenvolvimento de novos equipamentos e sistemas na implantação do TPM na unidade, pode-se observar ainda na empresa uma cultura ao zelo pelo equipamento e o desenvolvimento autônomo dos operadores. A equipe de comunicação da empresa lança periódicos frequentes relacionados as melhorias implantadas em cada sistema como se pode observar na figura 24.

Figura 24 - Comunicação - divulgação do TPM nas áreas.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

E todo o sistema de manutenção autônoma passou a ser gerido de forma sistemática e controlada através do software de gestão da manutenção e seus relatórios passaram a ser emitidos semanalmente em reuniões de folow up conforme pode ser observado na figura 24.

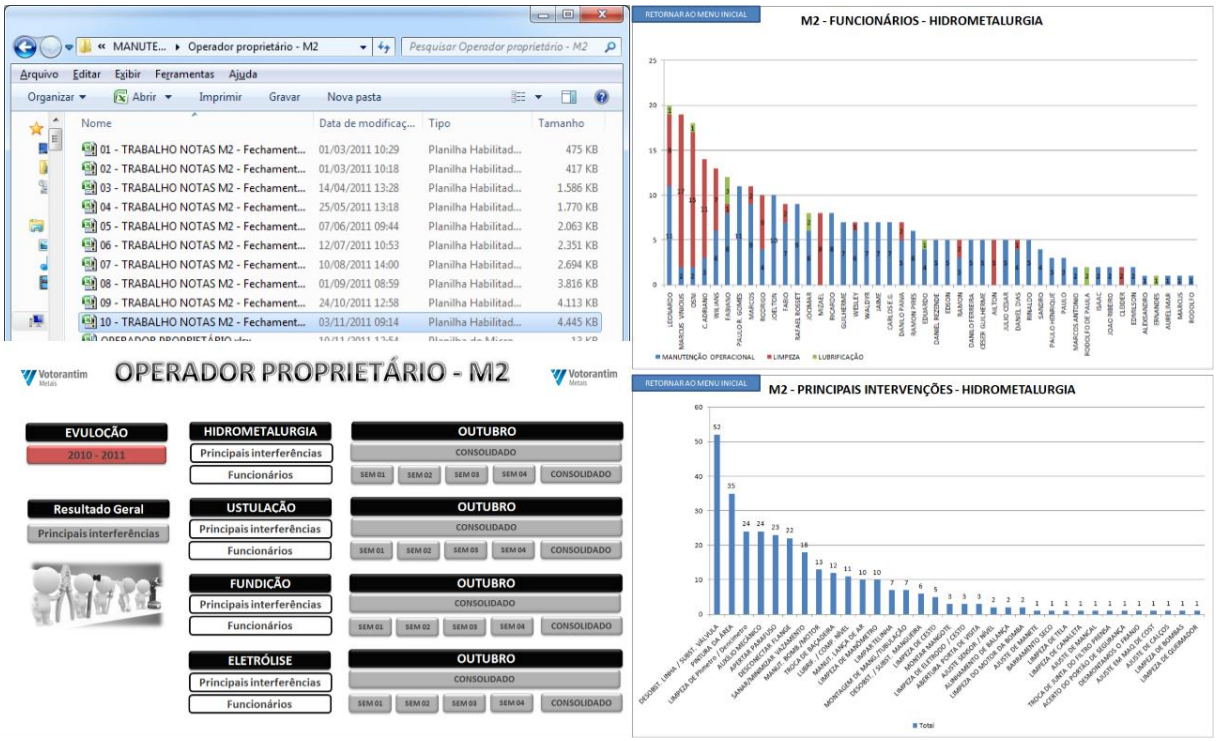


Figura 25 - Gestão de tarefas operador proprietário.
Fonte: GRUPO VOTORANTIM, 2014.

4. CONCLUSÕES

O principal objetivo deste trabalho foi consolidar uma metodologia de implantação do TPM com o foco na mudança de comportamento dos envolvidos com os sistemas e equipamentos industriais. No capítulo 2, verifica-se a pesquisa bibliográfica sobre a metodologia de implantação do programa TPM. Através deste levantamento bibliográfico, verificam-se os complementos necessários ao embasamento teórico, com o nível de detalhamento necessário ao início da implementação da metodologia TPM.

Pode-se afirmar que todos os objetivos secundários estabelecidos foram alcançados conforme descrito a seguir:

*(i)*A descrição da implantação do programa TPM em uma indústria do setor metalúrgico foi apresentada no capítulo 3. O estudo de caso na empresa analisada mostrou a efetividade do programa TPM para atingir os objetivos propostos. Nele pode-se observar que o modelo proposto é aplicável em indústrias metalúrgicas, específicamente no setor de fundição como em qualquer sistema produtivo ou administrativo. Pode-se observar que a utilização dos doze passos para a implementação do programa, mesmo que aplicados somente aos pilares produtivos, apoiou e tangeu a equipe de lideres a transformar a teoria em atividades práticas de implantação. O programa demonstrou que através da organização dos processos, elevação do nível de habilidade e conhecimento dos operadores e a organização do equipamento piloto, pôde-se conquistar bons resultados quanto a produtividade e eficiencia global do equipamento.

O sucesso na implantação de um programa que necessitam de grupos de trabalho, como propõe a sistemática do método TPM, dependem do envolvimento e supervisão da alta gerência, mesmo que esta esteja representada em seu âmbito local.

*(ii)*Ainda no capítulo 3 foram avaliados os resultados através dos indicadores definidos para o projeto piloto como mandatários. Estes indicadores são utilizados para medir o desempenho de equipamentos e processos conforme pôde-se observar. Todos os indicadores tiveram evolução com a impantação da metodologia TPM.

*(iii)*O capítulo 2 apresenta uma revisão do estado da arte acerca do programa TPM. Detalhado em 8 pilares, cada um destes auxilia os gestores no desenvolvimento de sistemáticas e eliminação de perdas durante toda a cadeia e processo produtivo.

Durante a reslisação do estudo descrito nesta dissertação, apenas as principais perdas foram identificadas e tratadas, é importante salientar que ainda existem várias possibilidades de

melhoria objetivando elimiar ou reduzir perdas no equipamento ou mesmo em seu processo produtivo e outras metodologias podem ser aplicadas para a identificação e tratamento das mesmas.

Através da utilização dos pilares produtivos (manutenção autônoma, manutenção planejada, melhoria específica e educação e treinamento) foi possivel comprovar o quanto ações simples, porém feitas de forma sincronizada, contribuem para a melhoria de todo o ambiente de trabalho.

Finalmente, conclui-se que, através da utilização dos conceitos de TPM revisados e aplicados neste trabalho, resultados relevantes podem ser alcançados no processo analisado. A decisão de implementar estes conceitos nas demais linhas de produção foi efetivada e os pilares da metodologia TPM puderam ser aplicados em outros setores não apresentados nesta dissertação, porém contaram com o mesmo dispêndio de empenho em sua aplicação.

REFERÊNCIAS

Anuário metalúrgico de 2014. Disponível em: http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/publicacoes/Anuarios/MME_-_Metalurgico_Anuario_Metalurgico_2014.pdf, (acesso em dezembro de 2014).

CASES TPM. **Experiências (cases) brasileiras**. São Paulo: IMC, 1994.

GERAGHTY T. **Beyond TPM. Manufacturing Engineer**. P. 183-185, 1996.

HUTCHINS D. **Introducing TPM.** ***Manufacturing Engineer***. v.XX, p. 33-34, 1998.

JIPM. ***História do TPM e JIPM***. Disponível em http://www.jipm.or.jp/en/index.html. (acesso em: dez/2014).

LOSS PREVENTION. **O facilitador & o TPM**. São Paulo: Consultoria Loss Prevention, 2010.

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

PORTAL TPM. Disponível em http://www.portaltpm.com.br/. (acesso em dez/2014).

SHIROSE, Kunio. **TPM New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries**. Tóquio: JIPM, 1996.

SHIROSE K. ***TPM Team Guide.*** **Portland**, OR: Productivity, Inc. 1995.

SUZUKI, Tokutaro. **TPM for Process Industries**. Portland: Productivity Press, 1994.

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

ANEXO A – TERMO DE AUTENTICIDADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 09 de DEZEMBRO de 2014.

THIAGO DE MENDONÇA BÁRBARA DOS REIS	200449039
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)	Matrícula
_____	075683056-78
ASSINATURA	CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena – detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.

ANEXO B – DECLARAÇÃO DA EMPRESA

Declaro para os devidos fins, que THIAGO DE MENDONÇA BÁRBARA DOS REIS funcionário da empresa VOTORANTIM METAIS ZINCO – UNIDADE JUIZ DE FORA possui autorização para divulgar o nome da empresa bem como dados não confidenciais na elaboração de seu trabalho de conclusão de curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Juiz de Fora, 09 de dezembro de 2014.

_____

Helder Franck de Souza