

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Renato Lopes da Silva

**IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM: estudo em um
equipamento de uma indústria alimentícia de água mineral**

Taubaté – SP

2017

Renato Lopes da Silva

**IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM: estudo em um
equipamento de uma indústria alimentícia de água mineral**

Monografia apresentada para obtenção do Certificado de Especialização no Curso de MBA em Gerência de Projetos do Departamento Gestão e Negócios da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof^ª. M^ª. Vilma da Silva Santos

Taubaté – SP

2017

RENATO LOPES DA SILVA

IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM: estudo em um equipamento de uma indústria alimentícia de água mineral

Monografia apresentada para obtenção do Certificado de Especialização no Curso de MBA em Gerência de Projetos do Departamento Gestão e Negócios da Universidade de Taubaté.

Data: _____ / _____ / _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a M^a. Vilma da Silva Santos

Universidade de Taubaté

Assinatura: _____

Prof. M^o Francisco de Assis Coelho

Universidade de Taubaté

Assinatura: _____

Prof. Dra. Rose Lima de Moraes Campos

Universidade de Taubaté

Assinatura: _____

Prof. M^a Marlene Ferreira Santiago (suplente)

Universidade de Taubaté

Assinatura: _____

Aos meus pais, Luzia Silvana e Renê Antônio, por quem tenho muito amor e estima.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e posteriormente às santas Rita de Cássia e Terezinha pela sua infinita misericórdia, que nos deu paciência e sabedoria para que conseguíssemos alcançar o término deste estudo e a conclusão de uma nova etapa de vida.

À estimada Prof^ª. M^ª. Vilma da Silva Santos, pela valiosa orientação, confiança e especialmente pela paciência durante todo o período de construção deste trabalho.

À Universidade de Taubaté e a todos os professores do curso, que nos transmitiram seus conhecimentos específicos. Não apenas por isso, mas também pela lição de vida transmitida, para que possamos crescer pessoalmente e profissionalmente.

Aos nossos colegas de sala de aula, que sempre nos ajudaram e hoje fazem parte da história de nossas vidas.

Mantenha-se faminto por coisas novas, mantenha-se certo de sua ignorância. Continue ávido por aprender, continue ingênuo e humilde para procurar. Tenha fome de vida e sede de descobrir.

Steve Jobs

RESUMO

Ao longo dos anos as empresas funcionaram com o sistema de manutenção corretiva, com isso ocorriam desperdícios, retrabalho, perda de tempo e de esforço humano, além de prejuízos financeiros. A partir da análise desse problema passou-se a dar ênfase à manutenção preventiva. Com enfoque nesse tipo de manutenção foi desenvolvido o conceito de Manutenção Produtiva Total, conhecida pela sigla TPM (*Total Productive Maintenance*), que inclui programas de manutenção preventiva e preditiva. Com o tempo, o conceito TPM foi se aprimorando. Inicialmente estava focado nos equipamentos, posteriormente no sistema produtivo e na atualidade é uma estratégia adotada pelas empresas. Este estudo tem por objetivo apresentar as fases de implantação do projeto piloto da metodologia TPM em uma empresa de envase de água mineral situada na região da Serra da Mantiqueira, aqui denominada XPAG. A pesquisa caracteriza-se como bibliográfica, exploratória e estudo de caso documental. Conclui-se que a implantação da TPM evidenciou ganhos, como o aumento de disponibilidade do maquinário e diminuição do tempo de *setup* da rotuladora que passou de 104 para 24 minutos. A metodologia TPM auxiliou, portanto, na melhoria da qualidade dos produtos, redução do tempo de *setup* e principalmente aumento da eficiência fabril.

Palavras-chave: TPM (*Total Productive Maintenance*). Manutenção Produtiva Total. Manutenção corretiva. Manutenção preventiva.

ABSTRACT

Over the years the companies have operated with the corrective maintenance system, with which waste, rework, loss of time and human effort occurred, as well as financial losses. From the analysis of this problem, emphasis was placed on preventive maintenance. With a focus on this type of maintenance, the concept of Total Productive Maintenance (TPM) was developed, which includes preventive and predictive maintenance programs. Over time, the TPM concept has been improving. Initially it was focused on the equipment, later on in the productive system and at present it is a strategy adopted by the companies. This study aims to present the phases of implementation of the pilot project of the TPM methodology in a mineral water container company located in the Serra da Mantiqueira region, here called XPAG. The research is characterized as bibliographical, exploratory and documentary case study. It was concluded that TPM implantation evidenced gains, such as increased machine availability and shorter set-up time from 104 to 24 minutes. The TPM methodology helped, therefore, in the improvement of the quality of the products, reduction of the setup time and mainly increase of the factory efficiency.

Keywords: TPM (Total Productive Maintenance). Total productive maintenance. Corrective maintenance. Preventive maintenance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma do histórico da manutenção	20
Figura 2 - Tipos de manutenção	21
Figura 3 – Fluxograma da manutenção centralizada	22
Figura 4 – Fluxograma da manutenção descentralizada	23
Figura 5 – Evolução da manutenção	27
Figura 6 – Oito pilares da metodologia TPM	34
Figura 7 – Fluxograma da manutenção da Empresa XPAG	40
Figura 8 – Arranjo linear	41
Figura 9 – Princípio de funcionamento da rotuladora contiroll	42
Figura 10 - Rotuladora contiroll HS	43
Figura 11 – Organograma do projeto TPM	44
Figura 12 – Diagrama 1 (antes)	52
Figura 13 – Diagrama 1 (depois)	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Tempo de <i>setup</i>	48
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Atribuições da engenharia de manutenção	28
Quadro 2 – Resultado da premiação por país	31
Quadro 3 – Quantidade de empresas de um mesmo grupo	31
Quadro 4A – Carta de <i>Gantt</i> (antes)	50
Quadro 4B – Carta de <i>Gantt</i> (antes)	51
Quadro 5 – Carta de <i>Gantt</i> (depois)	52
Quadro 6 – Manutenção preventiva antes da implantação da TPM	54
Quadro 7A – Inspeção mensal após a implantação da TPM	55
Quadro 7B – Inspeção mensal após a implantação da TPM	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ferramentas da qualidade utilizadas pelas empresas brasileiras em % ..33	
Tabela 2 – Pareto do tempo de <i>setup</i> da linha X (mar/16)	47
Tabela 3 – Coletas de dados (em 2016)	49

LISTA DE SIGLAS

ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i> (Instituto Japonês de Manutenção de Planta)
LIL	Limpeza, Inspeção e Lubrificação
MCC	Manutenção Centrada na Confiabilidade
MP	Manutenção Preditiva
NBR	Norma Brasileira
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (Eficiência Geral de Equipamento)
PM	Prevenção da Manutenção
PET	Polietileno Tereftalato
PVC	Policloreto de Vinila
SE	<i>Setup</i> Externo
SI	<i>Setup</i> Interno
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i> (Troca Rápida de Ferramentas)
TPM	<i>Total Productive Management</i> (Manutenção Produtiva Total)

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE GRÁFICOS.....	10
LISTA DE QUADROS	11
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE SIGLAS	13
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Objetivo do estudo	16
1.2 Delimitação do estudo	16
1.3 Relevância do estudo	17
1.4 Metodologia do estudo	17
1.5 Organização do estudo	18
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	19
2.1 Histórico da manutenção	19
2.1.1 Tipos de manutenção	21
2.1.1.1 Manutenção corretiva.....	24
2.1.1.2 Manutenção preventiva	25
2.1.1.3 Manutenção preditiva.....	25
2.1.1.4 Manutenção detectiva	26
2.1.1.5 Engenharia de manutenção	27
2.2 Definições da metodologia TPM.....	28
2.2.1 Objetivos da TPM.....	30
2.2.2 TPM no mundo e no Brasil	30
2.3 Oito pilares da TPM	33
2.3.1 Pilar melhorias individuais	34
2.3.2 Pilar manutenção autônoma	34
2.3.3 Pilar manutenção planejada.....	35
2.3.4 Pilar educação e treinamento	35
2.3.5 Pilar controle inicial	35
2.3.6 Pilar manutenção da qualidade	36

2.3.7 Pilar administrativo	36
2.3.8 Pilar saúde, segurança e meio ambiente	37
2.4 Seis grandes perdas	37
3 IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM NA EMPRESA XPAG.....	39
3.1 Empresa XPAG	39
3.1.1 O setor da manutenção da empresa XPAG	40
3.1.2 Máquina rotuladora da linha de produção de envase	41
3.1.3 Implantação da metodologia TPM.....	43
3.1.4 Comitê de TPM.....	45
3.1.4.1 Manutenção autônoma	45
3.1.4.2 Redução do tempo de <i>setup</i> SMED	46
3.2 Principais resultados encontrados pela empresa XPAG	53
3.3 Principais dificuldades encontradas na implantação da TPM.....	57
4 CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

Com a atual situação econômica do país, as empresas estão adequando sua produção à demanda atual do mercado e as que não dispõem de um sistema de produção enxuta tendem a sofrer, dadas as manutenções corretivas emergenciais, perdas de produção, ineficiência do processo, quebra de máquinas e desperdício de tempo e dinheiro.

Nesse contexto, grande parte das empresas estão adotando a metodologia TPM (*Total Productive Management* ou Manutenção Produtiva Total) para obter a máxima eficiência dos equipamentos e promover a integração de todos os colaboradores, desde o nível mais alto - diretores e gerentes - ao mais baixo, operadores e colaboradores da manutenção (ALVES; OLIVEIRA, 2014).

A utilização dessa metodologia visa estimular a análise de melhorias e otimizar a manutenção das máquinas e equipamentos, adotando as manutenções preventiva e preditiva a fim de evitar a manutenção corretiva emergencial, que é, em sua maioria, onerosa para as empresas.

Desse modo, as empresas que adotaram a metodologia TPM passaram a fazer a manutenção autônoma, por parte dos operadores, otimizando o trabalho em geral obtendo a melhoria da eficiência fabril (ALVES; OLIVEIRA, 2014).

1.1 Objetivo do estudo

Apresentar as fases de implantação do projeto piloto da metodologia TPM em uma empresa de envase de água mineral, denominada neste estudo XPAG, situada na região da Serra da Mantiqueira.

1.2 Delimitação do estudo

A empresa em questão possui seis linhas de envase de água mineral. Para que a metodologia fosse implantada foi selecionada uma máquina rotuladora localizada na linha de envase X.

A rotuladora é a máquina responsável por colocar o rótulo da marca da empresa nas garrafas. Essa máquina foi escolhida dada a sua capacidade de

produção de cinco produtos diferentes e para que os colaboradores envolvidos no processo se familiarizassem com a metodologia. Posteriormente, a empresa pretende implantar a TPM nas demais máquinas que compõem a linha de produção.

Este estudo, portanto, delimita-se somente à implantação da TPM na rotuladora em questão.

1.3 Relevância do estudo

A implantação da metodologia TPM se justifica em razão da perda de produtividade e eficiência fabril, além das falhas de gestão em determinadas áreas. Com a implantação dessa metodologia na máquina rotuladora, localizada na linha de envase, a empresa pretende: diminuir os custos, migrando da manutenção corretiva para a preventiva; aumentar a eficiência dos equipamentos, reduzindo custos operacionais; e tornar a empresa mais competitiva no mercado.

A metodologia TPM, além de preocupar-se com a correção e prevenção de falhas, tem como objetivo principal eliminar as perdas geradas no fluxo de produção a partir da integração dos setores de manutenção e de operações, ou seja, é muito mais do que responsabilizar-se pela manutenção (MARTINS, 2005).

1.4 Metodologia do estudo

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, exploratória, com estudo de caso documental em uma indústria alimentícia de água mineral. Para a pesquisa bibliográfica foram utilizados artigos, livros e trabalhos que descrevem a metodologia TPM. Gil (2002, p. 41), destaca que a pesquisa exploratória “proporciona uma maior familiaridade com o problema, além de promover o aprimoramento de conceitos e a descoberta de novos fatos”.

Ainda de acordo com Gil (2002, p. 54), o estudo de caso é um “ estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, que tem como objetivo promover o conhecimento amplo e detalhado”.

1.5 Organização do estudo

O estudo está organizado em quatro seções. A primeira consiste na introdução, objetivo, delimitação, relevância, metodologia e sua organização. Já a segunda seção apresenta a revisão da literatura, que aborda a metodologia TPM. A terceira seção apresenta o processo de implantação dessa metodologia na empresa XPAG, bem como as dificuldades e benefícios da implantação. A quarta seção traz a conclusão do estudo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Histórico da manutenção

Segundo Holanda (2010, p. 415), a palavra manutenção significa “ato ou efeito de manter-se. As medidas necessárias para a conservação ou a permanência de alguma coisa ou de uma situação. Os cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de motores e máquinas”.

Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define na Norma NBR 5462 (1994, p. 6), a manutenção “como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

A evolução da manutenção, segundo Kardec e Nascif (2009, p. 1), pode ser dividida em três gerações, com início a partir da década de 1930. A primeira geração teve início antes da Segunda Guerra Mundial. A indústria era pouco mecanizada, seus equipamentos tinham concepção simples, mas em contrapartida eram superdimensionados.

Nesse período, a produtividade não era tratada como algo prioritário como nos dias atuais. Eram realizados apenas serviços de limpeza e lubrificação. A manutenção não era feita de forma planejada e sim de forma corretiva, ou seja, os serviços de manutenção eram realizados somente após a quebra do equipamento devido ao seu desgaste (KARDEC; NASCIF, 2009).

A segunda geração iniciou-se após a Segunda Guerra Mundial como consequência do aumento da demanda por produtos, decorrente do conflito. Nesse momento houve o aumento da mecanização das indústrias e da complexidade dos processos (KARDEC; NASCIF, 2009).

As indústrias começaram a tratar a produtividade de forma prioritária, identificando que a maior confiabilidade do equipamento iria aumentá-la. A partir desse ponto chegou-se à conclusão que as falhas e quebra de equipamentos deveriam ser evitadas, surgindo o conceito da manutenção preventiva. Esse conceito será abordado de forma mais abrangente posteriormente.

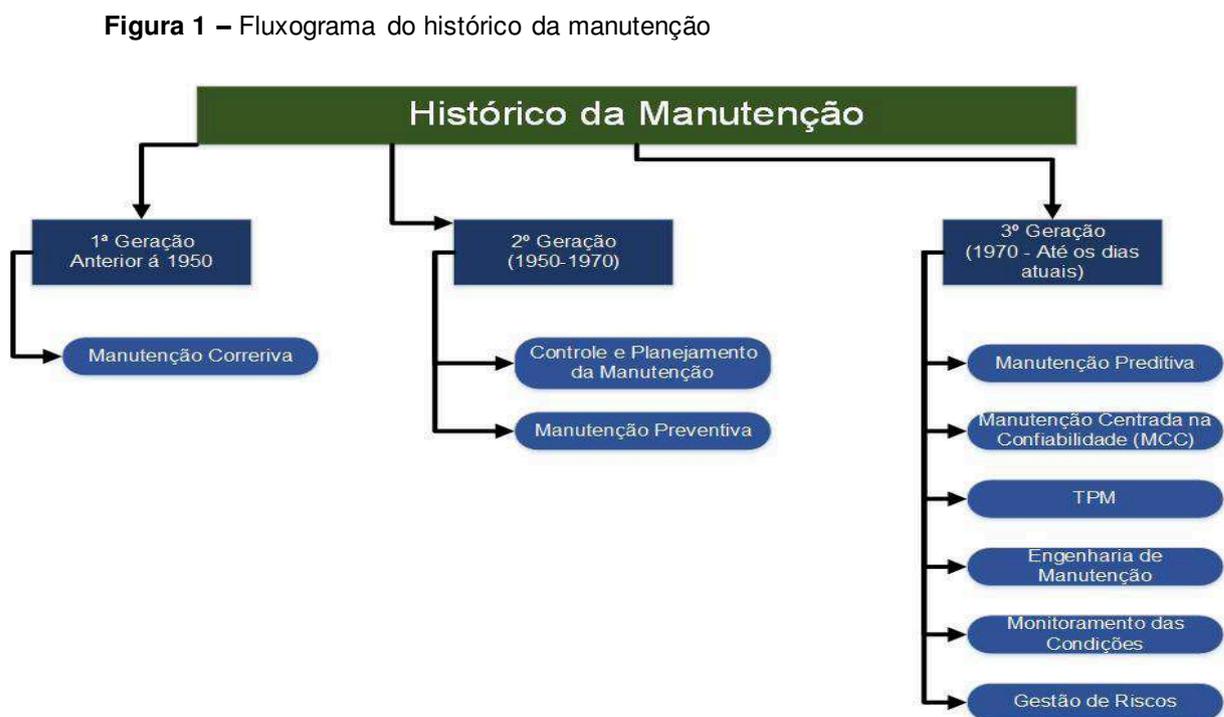
Segundo Moubray (1997, p. 2), “as manutenções preventivas começaram a ser realizadas em intervalos fixos de tempo”. Os custos com a manutenção começaram a se elevar se comparados com os custos operacionais. A partir desse ponto vista é necessário reduzir os custos, com controle e planejamento da manutenção.

A terceira geração iniciou-se a partir da década de 1970, com a tendência da produção voltada cada vez mais para o sistema *just-in-time*. A preocupação com a paralização da produção se tornou mais evidente, pois com a utilização desse sistema as fábricas operam com os estoques reduzidos.

Como cita Moubray (1997, p. 5), quaisquer paradas na produção em razão de uma quebra, por exemplo, “ocasionariam impactos cada vez maiores, como o aumento de custo, queda na qualidade dos produtos e até mesmo a paralização total da fábrica”.

Conseqüentemente, com a terceira geração vieram os conceitos de Manutenção Preditiva; Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) ou RCM, do inglês; Metodologia da Manutenção Produtiva Total (TPM); e Engenharia de Manutenção, além do Monitoramento das Condições e da Gestão de Riscos.

A Figura 1 apresenta um fluxograma com a evolução da manutenção.



Fonte: Moubray (1997)

2.1.1 Tipos de manutenção

Segundo Kardec e Nascif (2009, p. 27) existem diferentes maneiras de classificar os tipos de manutenção, mas há seis tipos básicos, conforme a Figura 2: i) corretiva não planejada; ii) corretiva planejada; iii) preventiva; iv) preditiva; v) detectiva; e vi) engenharia de manutenção.



Fonte: adaptada de Kardec e Nascif (2009)

Moraes (2004) destaca outros quatro tipos de manutenção: i) de melhoria; ii) centrada na confiabilidade; iii) prevenção da manutenção; e iv) terotecnologia. Isso além das manutenções preventiva, preditiva e detectiva.

Viana (2002, p. 12), além das manutenções já citadas, acrescenta a “Manutenção Autônoma, um dos pilares da metodologia TPM”. Esse tipo de manutenção é tema deste estudo e será explorado posteriormente. Já os autores Possamai (2002) e Moraes (2004) abordam o tema de um modo mais gerencial, classificando a manutenção em centralizada e descentralizada.

Com a gestão centralizada, a operação e o planejamento do setor da manutenção industrial se concentra em um único local. As equipes de manutenção

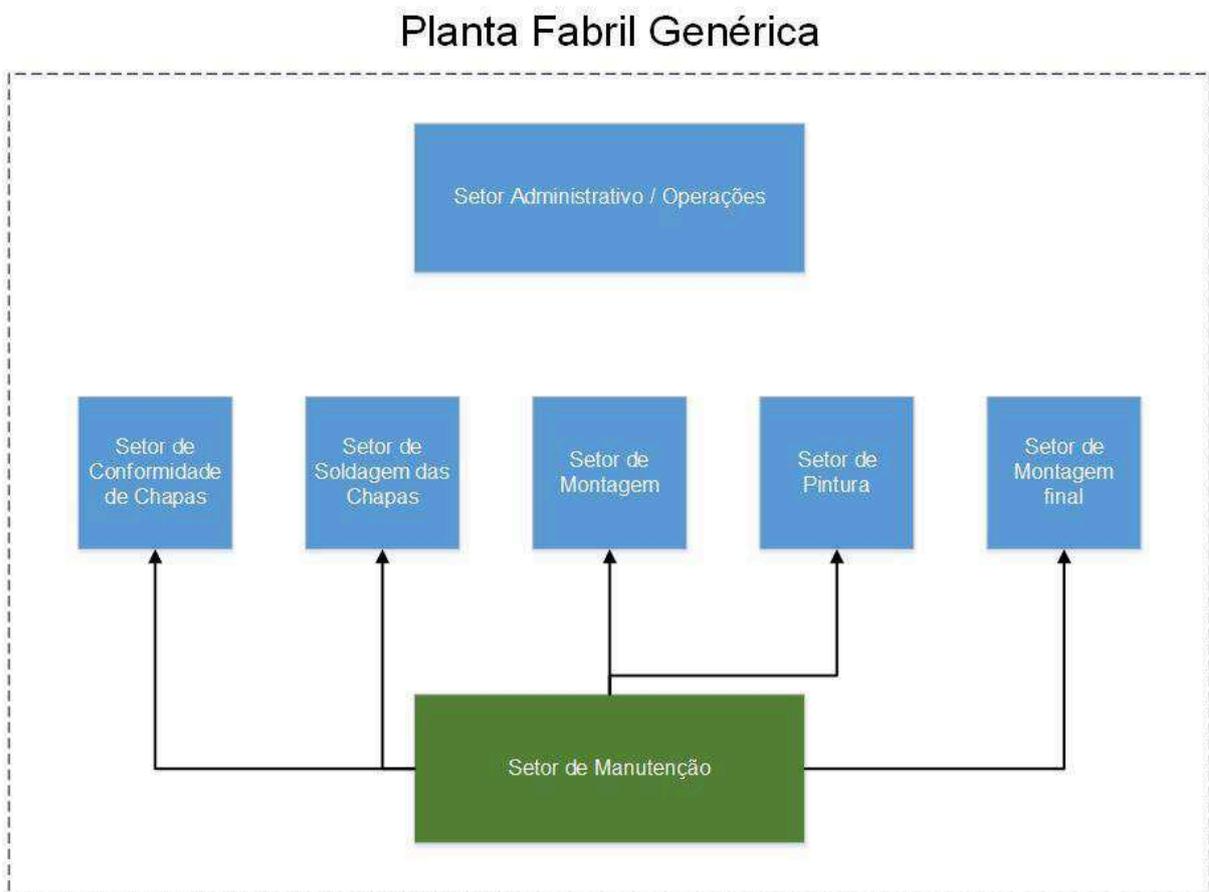
se deslocam até os vários setores da planta fabril que necessitam de sua mão de obra.

Para Moraes (2004),

a centralização dificulta o acompanhamento das tarefas, dada a necessidade de deslocamento dos supervisores até as várias frentes de trabalho. O treinamento e especialização também são dificultados devido a uma maior quantidade de equipamentos sob responsabilidade da equipe de manutenção. Maiores distâncias entre as áreas atendidas e o setor de manutenção também acarreta maiores custos e riscos, principalmente no que se refere ao transporte de materiais (MORAES, 2004, p. 26).

A Figura 3 apresenta o fluxograma de uma planta fabril genérica, utilizando a manutenção centralizada.

Figura 3 – Fluxograma da manutenção centralizada



Fonte: adaptada de Moraes (2004)

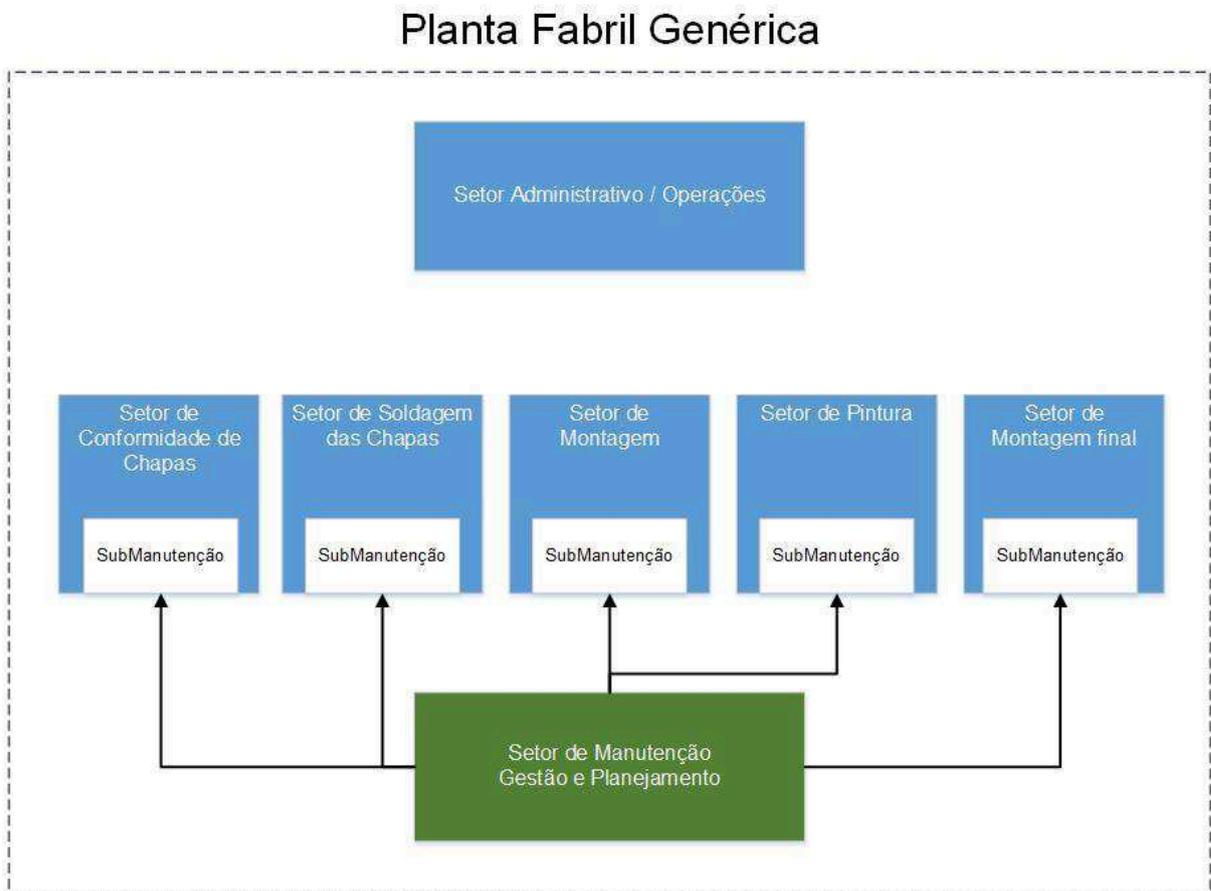
Conseqüentemente, na manutenção descentralizada o setor da manutenção é subdividido na forma de subsetores. São criadas 'minimanutenções' em cada setor da unidade e cada submanutenção é responsável por um determinado setor. A

gestão e o planejamento da manutenção como um todo ainda ocorrem de maneira centralizada.

Moraes (2004, p. 26) destaca, ainda, que na estrutura descentralizada “a principal vantagem é a maior integração entre os departamentos de Produção e Manutenção, o que facilita a implementação dos conceitos de Manutenção Produtiva Total”.

A Figura 4 apresenta o fluxograma de uma planta fabril genérica utilizando a manutenção descentralizada.

Figura 4 – Fluxograma da manutenção descentralizada



Fonte: adaptada de Moraes (2004)

Dentre os vários tipos de manutenção mencionados, o presente estudo aborda posteriormente e de forma mais abrangente os seguintes tipos de manutenção: corretiva, preventiva, preditiva, detectiva e, por fim, a engenharia de manutenção.

2.1.1.1 Manutenção corretiva

Segundo Branco Filho (2008, p. 35), a manutenção corretiva pode ser planejada ou não planejada. Quando os trabalhos de manutenção não podem ser adiados ou executados de forma planejada, seguindo a ideia “quebrou tem que arrumar”, essa manutenção recebe uma nova classificação denominada manutenção corretiva de emergência.

Para Viana (2002, p. 10), a manutenção corretiva “se caracteriza como uma intervenção não planejada”, de atuação imediata e necessária, podendo ocasionar consequências na produção, no meio ambiente e na segurança do trabalho.

Kardec e Nascif (2009, p. 38) “não classificam somente a manutenção de emergência como corretiva, mas qualquer manutenção realizada em um equipamento com defeito”, ou quando esse equipamento está operando abaixo da sua capacidade.

Como Branco Filho (2008, p. 35), Kardec e Nascif (2009, p. 11) apontam duas formas de manutenção corretiva: planejada e não planejada. Relatam, ainda, que “as empresas que trabalham em sua grande maioria com o sistema de manutenção corretiva não planejada, o setor de manutenção se torna ‘refém’ dos equipamentos”, prejudicando o desempenho e a competitividade da organização no seu mercado de atuação.

Já Xenos (1998, p. 23) aborda o tema levando em conta os fatores econômicos e apresenta o questionamento “se seria mais viável consertar o equipamento após a falha ou tomar ações preventivas evitando-as”.

Para responder a esse questionamento Xenos (1998) relata que do ponto de vista de custo a manutenção corretiva se torna vantajosa, porém, em caso de falha do equipamento ela deve ser realizada de maneira ágil, pois se a ação corretiva levar um tempo excessivamente longo para ser concluída a interrupção pode ocasionar grande prejuízo para a empresa.

O autor conclui que em caso de a empresa optar pela utilização da manutenção corretiva é necessário que sejam identificadas as causas raízes dos problemas já ocorridos com o objetivo de evitar a reincidência.

2.1.1.2 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva é realizada de forma planejada. O equipamento pode estar apresentando alguma falha, porém essa falha não prejudica o seu funcionamento ou o fluxo produtivo.

Branco Filho (2008, p. 35) destaca que esse tipo de manutenção “pode ser realizado levando em consideração aspectos financeiros e operacionais” ou, ainda, pode ser realizado de modo sistêmico, em que são considerados os tempos decorridos, visto que esses tempos podem ser horas de funcionamento e ciclos de máquina, entre outros.

Os autores Kardec e Nascif (2009, p. 42) descrevem a manutenção preventiva como “a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo”. Afirmam, ainda, que esse tipo de manutenção, ao contrário da corretiva, tem como objetivo evitar falhas nos equipamentos, buscando a prevenção.

Nas menções de Xenos (1998), com a adoção da manutenção preventiva os índices de falha nos equipamentos diminuem, a disponibilidade dos equipamentos aumenta e, conseqüentemente, as paradas indesejadas nas linhas de produção são evitadas.

Além disso, o autor cita que a manutenção preventiva envolve a substituição de peças, reforma dos equipamentos, inspeção e lubrificação. Quando a manutenção preventiva é realizada de forma periódica torna-se uma das principais atividades da manutenção.

Conforme descrevem Cária e Perlato (2014), para haver um sistema de manutenção preventiva sólido é necessário que a equipe de manutenção seja experiente e que conheça bem os equipamentos, para que sejam reduzidos os defeitos.

2.1.1.3 Manutenção preditiva

Kardec e Nascif (2009, p. 44) definem esse tipo de manutenção como “o acompanhamento de forma sistêmica dos parâmetros ou condição de desempenho dos equipamentos”.

Viana (2002, p. 12) defende e complementa que essa manutenção “é realizada de forma a acompanhar e monitorar as condições dos equipamentos e peças, de modo a evitar a falhas ou o desmonte para a inspeção”. Com esse acompanhamento é possível utilizar a peça ou equipamento até o final da sua vida útil sem prejudicar o processo produtivo.

Branco Filho (2008, p. 35) destaca, por sua vez, que a manutenção preditiva, realizada por monitoramento e acompanhamento dos parâmetros do equipamento, verifica as suas condições de funcionamento e degradação. As técnicas preditivas mais utilizadas pelas indústrias são: ensaio por ultrassom; análise de vibrações mecânicas; análise de óleos lubrificantes; e termografia.

Para Kardec e Nascif (2009, p. 46), “este tipo de manutenção é o que menos impacta no andamento da produção”. Para que a empresa realize esse tipo de manutenção é necessário que a equipe esteja bem treinada, para que posteriormente possam interpretar os dados e gráficos coletados nas medições realizadas nos equipamentos.

Dessa forma, geram-se ações corretivas e assertivas caso alguma anormalidade seja encontrada, prevenindo quebra e paradas indesejadas nos equipamentos.

2.1.1.4 Manutenção detectiva

Segundo Kardec e Nascif (2009, p. 47) “este tipo de manutenção começou a ser mencionada na literatura a partir da década de 90” e é definido como a atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.

A manutenção detectiva é realizada em equipamentos e dispositivos de proteção e sinalização para verificar a integridade e o correto funcionamento do sistema de segurança, esteja ele em processo ou não.

Um exemplo de dispositivo é o relé de sobrecarga que têm como objetivo proteger um motor elétrico contra queima em caso de sobrecarga no seu eixo. Para se manter a confiabilidade dos processos industriais, a detecção de falhas ocultas se torna algo imprescindível (KARDEC; NASCIF, 2009).

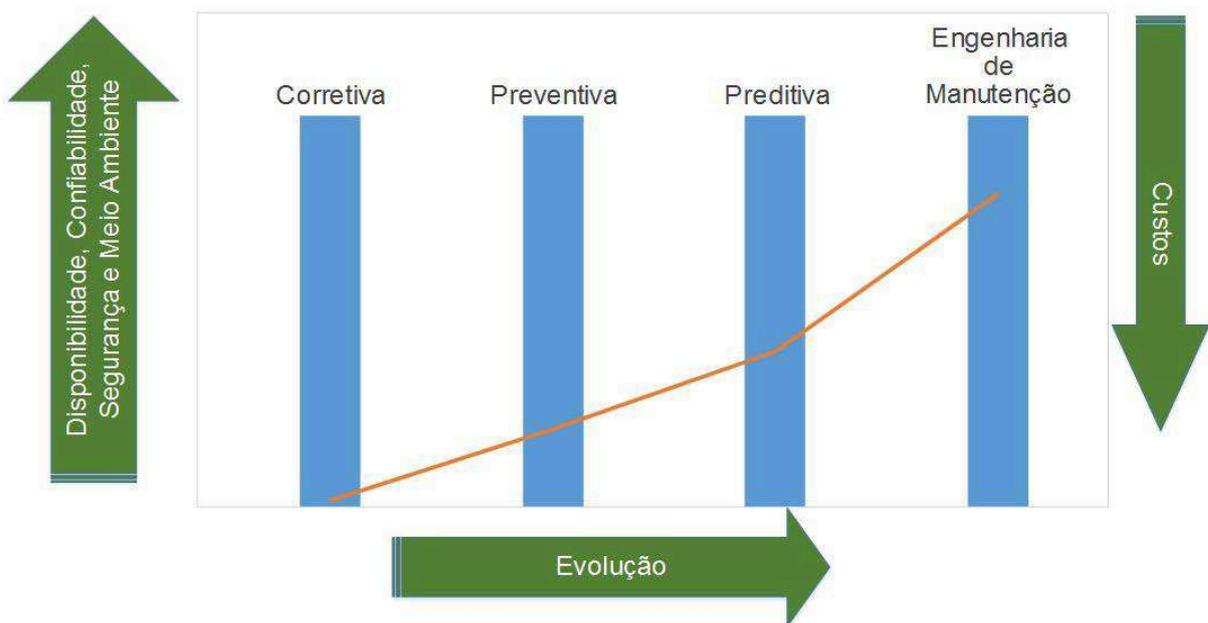
2.1.1.5 Engenharia de manutenção

Kardec e Nascif (2009, p. 53) afirmam que a engenharia de manutenção “promove a segunda quebra de paradigma da manutenção, sendo a primeira quebra de paradigma quando a organização realiza a migração a manutenção Preventiva para a Preditiva”.

Os autores relatam ainda que para promover a engenharia de manutenção dentro da organização é necessário que haja uma mudança de cultura. Logo, a engenharia de manutenção serve como um apoio técnico para o setor de manutenção solucionar problemas no setor.

A Figura 5 apresenta a evolução da manutenção de acordo com o seu tipo.

Figura 5 – Evolução da manutenção



Fonte: adaptada de Kardec e Nascif (2009)

A Figura 5 demonstra que há um grande avanço quando se passa da manutenção preventiva para a preditiva, porém, quando a organização passa a utilizar a engenharia de manutenção há um avanço muito mais significativo.

Para Kardec e Nascif (2009), esse tipo de manutenção além de consolidar a rotina e implantar a melhoria tem outras atribuições, listadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Atribuições da engenharia de manutenção

Aumentar a confiabilidade	Gerir materiais e sobressalentes
Aumentar a disponibilidade	Participar de novos projetos
Melhorar a manutenibilidade	Dar suporte à execução
Aumentar a segurança	Fazer análise de falhas e estudos
Eliminar problemas crônicos	Elaborar planos de manutenção, inspeção e realizar a análise crítica
Solucionar problemas tecnológicos	Acompanhar os indicadores
Melhorar a capacitação do pessoal	Zelar pela documentação técnica

Fonte: adaptado de Kardec e Nascif (2009)

2.2 Definições da metodologia TPM

Robinson e Ginder (1995) descrevem que o *Total Productive Maintenance* (TPM), em português Manutenção Produtiva Total, surgiu no Japão no final de 1960. Foi implementada pela primeira vez na Nippon Denso CO, que é uma fornecedora de componentes elétricos para os veículos da Toyota. Devido ao grande resultado dessa implantação, a Nippon Denso CO recebeu o Prêmio PM – Prevenção da Manutenção do *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM).

Robinson e Ginder (1995) relatam que posterior a esse fato Seiichi Nakajima, que era o vice-presidente do JIPM, tornou-se o grande disseminador da metodologia TPM em todo o Japão, dado seu grande apoio na implantação em diversas plantas industriais.

Para Nakajima (1989 *apud* ROBINSON; GINDER, 1995, p. 7), a metodologia TPM é definida como a “manutenção produtiva realizada por todos por meio da criação de pequenos grupos de trabalho”, seguindo o princípio de que a otimização dos equipamentos do processo produtivo é de responsabilidade de todos.

Nakajima (1989, p. 106) complementa esse pensamento em um de seus documentos referentes à definição da TPM e descreve que “promove a integração entre homem X máquina X empresa por meio da disseminação do contexto de que todos são responsáveis pela manutenção dos meios produtivos”, partindo desde o nível operacional até o da alta direção. Essa integração traz a união dos setores de manutenção, produção e administrativo.

Suzuki (1994) relata que pelo fato de as primeiras atividades da TPM estarem voltadas para as atividades produtivas, o JIPM originalmente a definiu a partir de cinco estratégias. São elas:

- maximizar a eficiência global do equipamento;
- implantar um sistema de Manutenção Preventiva (MP) que contemple todo o ciclo de vida do equipamento;
- envolvimento de todos os departamentos: planejamento, produção e manutenção;
- envolvimento de todos os colaboradores, desde a alta direção até a operação; e
- criação de pequenos grupos de trabalho para promover a manutenção preventiva por meio da manutenção autônoma.

Suzuki (1994) complementa, ainda, que devido ao grande sucesso as empresas iniciaram a aplicação da TPM em áreas como desenvolvimento de produto, administrativa e vendas, entre outras. Conseqüentemente, seguindo essa tendência o JIPM em 1989 introduziu uma nova definição da TPM, considerando os seguintes componentes estratégicos:

- construir uma organização corporativa que maximize a eficiência dos sistemas de produção;
- construir uma organização que previna todo o tipo de perda e assegure zero acidente, zero defeito e zero falhas durante toda a vida do ciclo produtivo;
- envolvimento de todos os departamentos na implantação da metodologia TPM;
- envolvimento de todos os colaboradores, desde a alta direção até a operação; e
- criação de pequenos grupos de trabalho para realizar atividades de prevenção de perda: 'perda zero'.

Outros autores definem o assunto de outras maneiras, como Davis (1995 *apud* FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009), e dizem que a metodologia TPM pode ser considerada uma filosofia composta de práticas e técnicas responsáveis por maximizar a eficiência a partir do aumento da capacidade dos equipamentos utilizados nos processos da empresa.

Kardec e Nascif (2009, p. 193) definem a TPM como uma evolução da manutenção preventiva, que é originária do Estados Unidos e pode ser definida como "um conjunto de técnicas que tem como objetivo maximizar a eficiência

produtiva da empresa, por meio de ações responsáveis por anular os índices de quebra e/ou falha dos equipamentos e além dos índices de perda e defeito nos produtos”.

No prefácio de seu livro, Takahashi e Osada (2016, p. 9) relatam que a metodologia TPM possibilita “a redução de defeitos relacionados à qualidade e avaria em cerca de 90%, com isso elevando o lucro da organização”. Os benefícios que a metodologia traz pode ser percebido em um curto intervalo de tempo, porém, sua implantação pode levar de três a cinco anos.

2.2.1 Objetivos da TPM

Nakajima (1989 *apud* POSSAMAI, 2002) descreve que um dos objetivos da TPM, é o de promover o aumento da confiabilidade dos equipamentos a partir da eliminação das quebras, o que aumenta o índice de disponibilidade do equipamento assegurando o fluxo contínuo do processo produtivo e garantindo a qualidade dos produtos.

E aliado ao gerenciamento integrando, proporciona a melhoria da produtividade industrial, o aumento da lucratividade e da competitividade da empresa no mercado.

Possamai (2002 *apud* GIRAO; AMORIM; MASIH, 2016) concorda e complementa o assunto, destacando que a metodologia promove a capacitação dos colaboradores com intensos treinamentos. As máquinas e equipamentos recebem melhorias por meio de *Kaizens* realizados pelas equipes de manutenção e operação.

Para concluir, Girao, Amorim e Masih (2016) reforçam que as melhorias introduzidas a partir da metodologia, auxiliam a empresa a alcançar as metas de perda zero; defeito zero; e acidente zero.

2.2.2 TPM no mundo e no Brasil

Carrijo e Lima (2008) relatam que houve a disseminação da TPM em países da América do Norte, América do Sul, Europa e Ásia e no restante do mundo. Na França, por exemplo, os setores que buscaram a metodologia foram especialmente os de manufatura de aço, máquinas e ferramentas, indústrias de impressoras e a

automobilística. Na Itália, as indústrias de cerâmicas buscaram também implementar a metodologia TPM.

Nos países da Ásia, a busca por essa metodologia tornou-se maior nas pequenas e médias empresas. Na Índia, com a chegada das multinacionais, as empresas indianas para se manterem competitivas no mercado também aderiram à metodologia TPM.

Ainda segundo os autores, anualmente é realizado pelo JIPM o reconhecimento e a premiação das empresas que se destacaram com a utilização dessa metodologia ao redor do mundo. O JIPM divulgou, em janeiro de 2017, a lista dos ganhadores do ano de 2016 e a cerimônia de premiação ocorreu em março de 2017 em Kyoto, no Japão.

O Quadro 2 apresenta a quantidade de prêmios recebidos pelos países.

Quadro 2 – Resultado da premiação por país

País	Quantidade	País	Quantidade
Índia	32	Países Baixos	2
Tailândia	18	Turquia	2
China	13	África do Sul	1
México	4	Hungria	1
Brasil	3	Itália	1
Indonésia	3	Polônia	1
Taiwan	3	Portugal	1
Chile	2	Vietnã	1
França	2		

Fonte: adaptado do JIPM (2016)

O Quadro 3 apresenta a quantidade de empresas do mesmo grupo que receberam a premiação.

Quadro 3 – Quantidade de empresas de um mesmo grupo

Grupo	Quantidade	Grupo	Quantidade
CPF (Thailand) Public Company Limited	7	Sigma Alimentos Centro, S.A. de C.V	3
GSK Industry	5	TVS Motor Company Limited	3
Tetra Pak	5	Brasil Kirin Indústria de Bebidas Ltda	2
The Siam	4	Godrej & Boyce.Co. Ltd.	2
Endurance Technologies Limited	3	Raychem RPG (P) Ltda.	2

Fonte: adaptado do JIPM (2016)

O Quadro 3 mostra que somente três empresas atuantes no Brasil foram destaques na premiação ocorrida em 2016 e são do setor alimentício. O grupo Brasil Kirin Indústria de Bebidas Ltda, que é uma das concorrentes da empresa XPAG, recebeu dois dos três prêmios: um para a planta de Alagoinhas e outro para Igrejinha.

A cervejaria Heineken, que também está ligada ao ramo alimentício, cita em seu relatório de sustentabilidade que a TPM já está presente em toda sua operação no Brasil e em mais de 100 unidades ao redor do mundo.

Robinson e Ginder (1995 *apud* VALIERO; MORAES, 2015) relatam que nas décadas de 80 e 90 a metodologia TPM apresentou um alto crescimento de implantação no Brasil com a expansão das indústrias automobilísticas nipônicas e o país tornou-se o maior país latino-americano a utilizá-la. Nogueira; Guimarães e Silva (2012) complementam, dizendo que a metodologia surgiu no Brasil por volta do ano de 1986.

A Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos (ABRAMAN) disponibiliza a cada dois anos um relatório denominado Documento Nacional, que descreve a situação da manutenção no Brasil. Esse documento é elaborado por meio de pesquisa realizada com as empresas representantes dos principais setores do país.

A entidade apresentou a última versão desse documento no ano de 2013. A nova versão foi apresentada somente em 2017, durante o 32º Congresso Brasileiro de Gestão de Ativos. Até a realização deste estudo a entidade não havia disponibilizado o documento para consulta, portanto, utiliza-se aqui o relatório de 2013.

A Tabela 1 apresenta o comparativo entre as ferramentas utilizadas pelas empresas brasileiras para promover a qualidade.

Tabela 1 – Ferramentas da qualidade utilizadas pelas empresas brasileiras em %

Ano	MCC	5s	FMEA	RCFA	CCQ	TPM	6 Sigma	Outros
2013	19,25	23,26	16,31	17,91	-	12,83	10,43	0,00
2011	17,03	27,86	17,34	15,79	-	12,69	9,29	0,00
2009	16,48	28,74	14,94	16,09	-	13,03	10,73	0,00
2007	18,65	27,22	22,02	17,13	-	10,09	0,92	3,98
2005	15,20	41,18	-	-	10,78	15,69	7,35	9,80
2003	20,31	37,50	-	-	8,33	16,15	5,73	11,98
2001	17,35	37,90	-	-	11,42	14,61	-	18,72
1999	5,62	40,45	-	-	16,29	20,79	-	16,85
1997	2,89	46,24	-	-	12,14	18,50	-	20,23
1995	-	39,83	-	-	17,37	21,61	-	21,19

Fonte: adaptada da ABRAMAN (2013)

Ao analisar os resultados de 2011 e 2013 da Tabela 1, identifica-se uma tendência de aumento na utilização da metodologia TPM como ferramenta da qualidade pelas empresas brasileiras.

2.3 Oito pilares da TPM

Oliveira (2012, p. 20) relata que inicialmente “a metodologia possuía somente cinco pilares e com o passar dos anos outros três pilares foram introduzidos”. A metodologia TPM é sustentada pelos seus oito pilares e na visão de Estanqueiro e Lima (2006) e de Kardec e Nascif (2009, p. 193) “estes pilares são os responsáveis por estabelecer um sistema que tem como objetivo aumentar a eficiência produtiva”.

Segundo Marocco (2013, p. 25), “cada empresa possui características próprias, os pilares da TPM quando respeitados, possibilitam o funcionamento pleno da metodologia em qualquer ambiente”.

Vários autores apresentam diferentes variações quanto a definição dos pilares. O presente estudo, conforme a Figura 6, segue a definição da metodologia TPM a partir dos oito pilares.

Figura 6 – Oito pilares da metodologia TPM



Fonte: adaptada de Marocco (2013)

O presente estudo segue a definição explícita na Figura 6, a mais utilizada dentre os autores pesquisados por seguir o conceito criado por Nakajima (1989).

A seguir será realizado um breve comentário dos oito pilares, segundo a visão de vários autores.

2.3.1 Pilar melhorias individuais

Segundo Paula; Silva e Rocha (2010 *apud* AVANCINI; HELLENO; SIMON, 2015) esse pilar é o responsável por erradicar as seis grandes perdas que posteriormente serão abordadas. Essas perdas são as responsáveis por reduzir a eficiência global do equipamento conhecido como *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

Para Kardec e Nascif (2009, p. 199), esse pilar promove a redução das perdas com o objetivo de aumentar o rendimento, vida útil, confiabilidade, velocidade e disponibilidade dos equipamentos, contribuindo para a melhoria do índice global do negócio.

2.3.2 Pilar manutenção autônoma

Xenos (1998) relata que a manutenção autônoma,

atua de forma estratégica dentro do meio produtivo. Através da devida capacitação os operadores desenvolvem habilidades para identificar

problemas como ruídos, vibrações, odores e variações de temperatura em um estágio inicial, desta maneira, permitindo que a manutenção atue de forma preventiva evitando interrupções da produção (XENOS,1998, p. 35).

O autor ressalta, ainda, que muitos gerentes de empresas brasileiras entendem esse pilar de maneira errada, pois acreditam que com a manutenção autônoma as falhas dos equipamentos serão eliminadas não havendo a necessidade de se aplicar os demais métodos de manutenção.

Segundo Xenos (1998), as manutenções preventivas realizadas pelo setor da manutenção são as bases de sustentação desse pilar. A manutenção autônoma é autogerenciamento e controle.

2.3.3 Pilar manutenção planejada

Moraes (2004 *apud* OLIVEIRA, 2012, p. 22) concorda que esse pilar é sustentado pela manutenção preventiva, pois “este tipo de manutenção está diretamente ligado às condições ou ao tempo de funcionamento do equipamento”, provendo a sua confiabilidade e disponibilidade, além da redução de custos com manutenção.

2.3.4 Pilar educação e treinamento

Kardec e Nascif (2009, p. 200) relatam que esse pilar “consiste em capacitar tecnicamente os colaboradores da manutenção e da operação, além desenvolver a mudança comportamental dos mesmos”.

Oliveira (2012, p. 22) relata que “os treinamentos devem contemplar, desde os conceitos iniciais da TPM até treinamentos técnicos sobre liderança e autonomia das equipes”.

2.3.5 Pilar controle inicial

Segundo os autores Alves e Oliveira (2014), nesse pilar se faz o levantamento do histórico das inconveniências, imperfeições e a incorporação das melhorias realizadas nos equipamentos.

O conhecimento adquirido com os princípios da prevenção da manutenção (PM) será utilizado em novos projetos, o que resultará em equipamentos com maior confiabilidade e com índices de quebra e falha iguais a zero.

Por sua vez, Neves (2011, p. 34) destaca que “as experiências adquiridas nos pilares manutenção autônoma, manutenção planejada e melhorias específicas, ajudam a estabelecer um controle que se inicia na fase do projeto do equipamento”.

2.3.6 Pilar manutenção da qualidade

Para Neves (2011, p. 35), esse pilar “é o responsável por garantir a fabricação de produtos isentos de defeitos por meio do monitoramento dos processos críticos”. Avancini, Helleno e Simon (2015) citam que o objetivo da manutenção da qualidade é garantir a condição de defeito zero dos produtos: o seu índice de aprovação deverá ser de 100%.

Paula, Silva e Rocha (2010, p. 12) relatam que para manter a perfeita qualidade dos produtos processados “é necessário que os equipamentos estejam em perfeitas condições de uso e esta condição só é assegurada por meio da efetiva manutenção destes equipamentos”.

Ainda para as autoras, é necessário que se estabeleça um controle de qualidade regular nos produtos processados a fim de identificar quaisquer variações dos padrões para corrigi-las imediatamente.

Suzuki (1994 *apud* PAULA; SILVA; ROCHA, 2010) conclui que os equipamentos, mão de obra, métodos e material são os quatro insumos que afetam diretamente a qualidade do produto.

2.3.7 Pilar administrativo

Para Suzuki (1994), a pontualidade e a qualidade das informações fornecidas pelos departamentos administrativos e de suporte representam um papel importante para o setor de produção.

Já Marocco (2013) acrescenta que esses departamentos podem interferir diretamente na eficiência dos processos produtivos e equipamentos, já que esse pilar busca eliminar desperdícios nas rotinas administrativas.

2.3.8 Pilar saúde, segurança e meio ambiente

Alves e Oliveira (2014) relatam que o objetivo principal desse pilar é o índice de acidente igual a zero. Ele é alcançado por meio de um sistema que preserva a saúde, a segurança e o meio ambiente.

2.4 Seis grandes perdas

Conforme foi citado anteriormente no pilar melhorias individuais, os autores Nogueira, Guimarães e Silva (2012) apresentam os seis grandes tipos de perdas, porém para Possamai (2002) há 16 tipos de perdas, que devem ser eliminadas.

Para Fogliatto e Ribeiro (2009, p. 234) há somente “seis grandes perdas, mas citam que existem outros nove tipos”. Neste estudo serão descritas somente as seis grandes perdas, apresentando um enfoque maior na perda relacionada ao *setup*.

Conforme Fogliatto e Ribeiro (2009, p. 234), “qualquer equipamento está sujeito a apresentar perdas que devem ser conhecidas e eliminadas para que o rendimento e a confiabilidade dos equipamentos sejam melhorados”. Além disso, o conceito de eliminação de perdas é um dos pontos-chaves da metodologia TPM.

As perdas estão detalhadas como mencionadas por Fogliatto e Ribeiro (2009):

- **Perdas por quebra devido a falhas no equipamento:** são originadas da quebra dos equipamentos e conseqüentemente acarretam na parada da produção, pois exigem um tempo para a execução dos reparos e a necessidade de peças de reposição.
- **Perdas durante o *setup* e ajustes de linha:** ocorrem devido ao tempo necessário para que toda a operação de preparação, troca das ferramentas e ajuste possa ser realizada no equipamento para que um produto diferente possa ser produzido de maneira satisfatória e com qualidade. Para a eliminação desse tipo de perda a empresa XPAG utilizou a ferramenta *Single Minute Exchange of Die* (SMED). A utilização dessa ferramenta será detalhada posteriormente no estudo de caso.
- **Perdas por pequenas paradas e operação em vazio:** ocorrem quando os equipamentos trabalham em vazio ou quando eles necessitam ser parados em um intervalo de tempo menor que quatro minutos, em média.

Em sua maioria, na ocorrência dessas paradas é necessária a intervenção dos operadores para que o equipamento volte a produzir novamente.

- **Perdas por redução da velocidade de operação:** ocorrem quando as máquinas e equipamentos apresentam problemas que impossibilitem a operação na sua velocidade nominal, ou que possam apresentar problemas de qualidade dos produtos. Dessa forma, os equipamentos necessitam trabalhar com velocidade reduzida.
- **Perdas por defeito de qualidade e retrabalhos:** têm como origem produtos produzidos fora de suas especificações ou com defeitos por causa do equipamento, ou do processo estar apresentando algum tipo de problema. Conseqüentemente, os produtos podem ser retrabalhados ou sucateados em alguns casos. Quando os produtos são sucateados, ou seja, não podem ser reaproveitados no processo, causam prejuízo: acarretam aumento de custos, atraso nas entregas, perda de tempo e de matéria-prima, entre outros.
- **Perdas por rendimento:** é muito comum quando o equipamento está operando fora das suas condições normais ou por variação de alguma variável do processo, como temperatura ou pressão por exemplo. Conseqüentemente, acontecem inúmeras paralisações e reinícios do processo e os produtos acabam sendo produzidos com defeito.

3 IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM NA EMPRESA XPAG

3.1 Empresa XPAG

A empresa XPAG está situada na região da Serra da Mantiqueira e foi fundada no ano de 1974 pela multinacional suíça Nestlé S.A. Em 1985, após dez anos em operação, o grupo suíço iniciou o processo de venda para o conglomerado brasileiro de empresas fundado pelo empresário brasileiro Edson Queiroz.

A XPAG iniciou sua operação industrial somente com uma linha de produção para o envase de água mineral em frascos de vidro. Posteriormente, com o aumento da demanda por água mineral engarrafada, a empresa passou a produzir e envasar água mineral em frascos fabricados com Policloreto de Vinila (PVC).

Em 1997, com a chegada das embalagens fabricadas com o composto Polietileno Tereftalato (PET), a empresa substituiu as embalagens de PVC pelas de PET e deu início à produção de refrigerantes.

A matriz da XPAG se encontra localizada no nordeste do país e em meados de 2014 iniciou o processo de reestruturação do modelo de gestão de todo o conglomerado. Foi estabelecido um novo rearranjo das empresas do setor de água mineral, o que promoveu a divisão, por regionais, dos centros de distribuição e plantas industriais

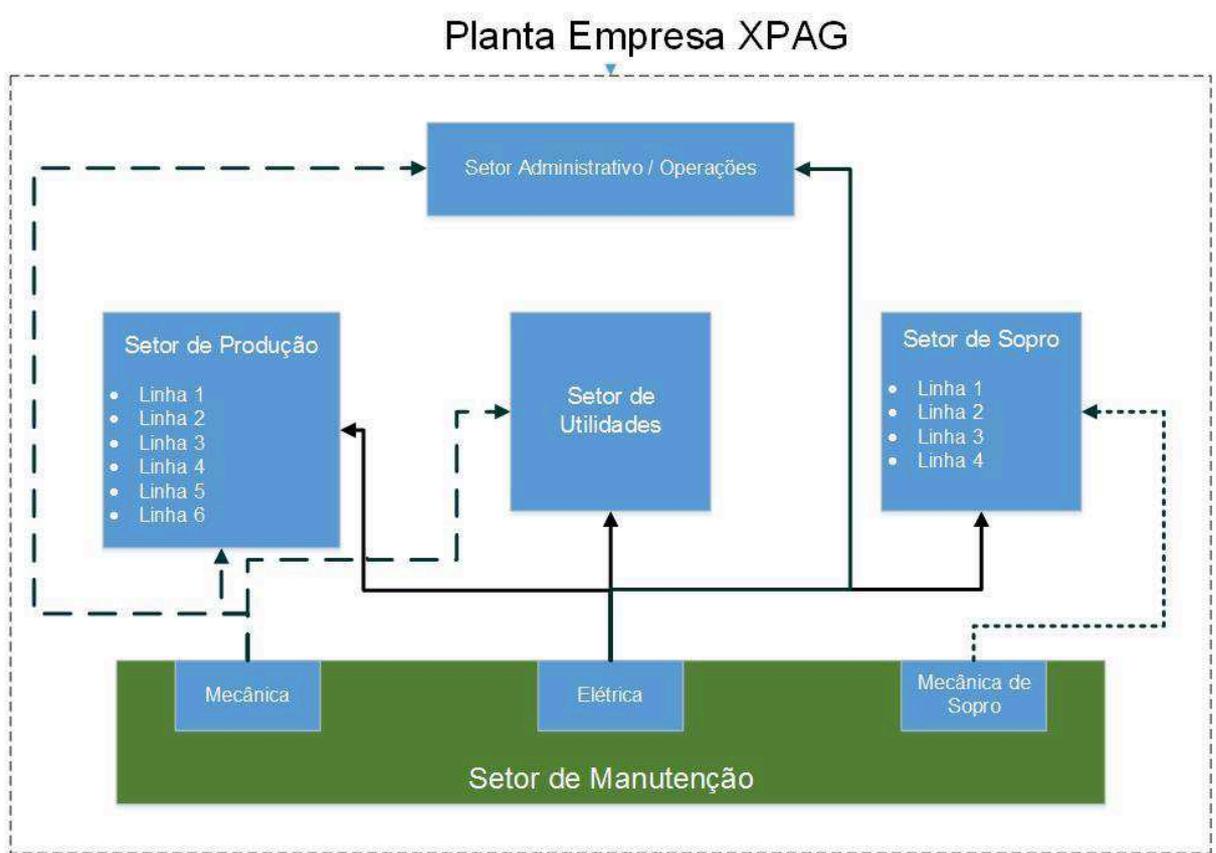
A partir do novo modelo, a empresa XPAG passou a fazer parte da regional quatro, que é composta pela planta industrial e seus três centros de distribuição localizados em Taubaté, São Paulo e Rio de Janeiro. A planta industrial é responsável por atender à demanda de água mineral, bebidas prontas e refrigerantes no Vale do Paraíba e desses dois grandes centros urbanos,

Atualmente, a planta industrial emprega cerca de 260 colaboradores e possui seis linhas de produção. O seu portfólio de produtos atual é composto por 13 variações de volumes de embalagens de água mineral natural ou gaseificada além das bebidas prontas e refrigerantes, contudo é líder no mercado brasileiro em venda de água mineral.

3.1.1 O setor da manutenção da empresa XPAG

O setor de manutenção da empresa XPAG, objeto de estudo, é único. Encontra-se em local próximo as linhas de produção e é responsável pela manutenção de toda a planta fabril. O setor está dividido em três subáreas, como mostra a Figura 7.

Figura 7 – Fluxograma da manutenção da Empresa XPAG



Fonte: XPAG (2016)

A partir da análise da Figura 7 pode-se identificar que a manutenção mecânica é responsável pelo atendimento do setor de produção como um todo, além das manutenções necessárias para a conservação predial da planta.

A manutenção elétrica, além de atender os setores de produção e conservação predial, como a mecânica, também presta serviços para o setor de sopros, que é responsável pela fabricação dos frascos utilizados no processo de envase.

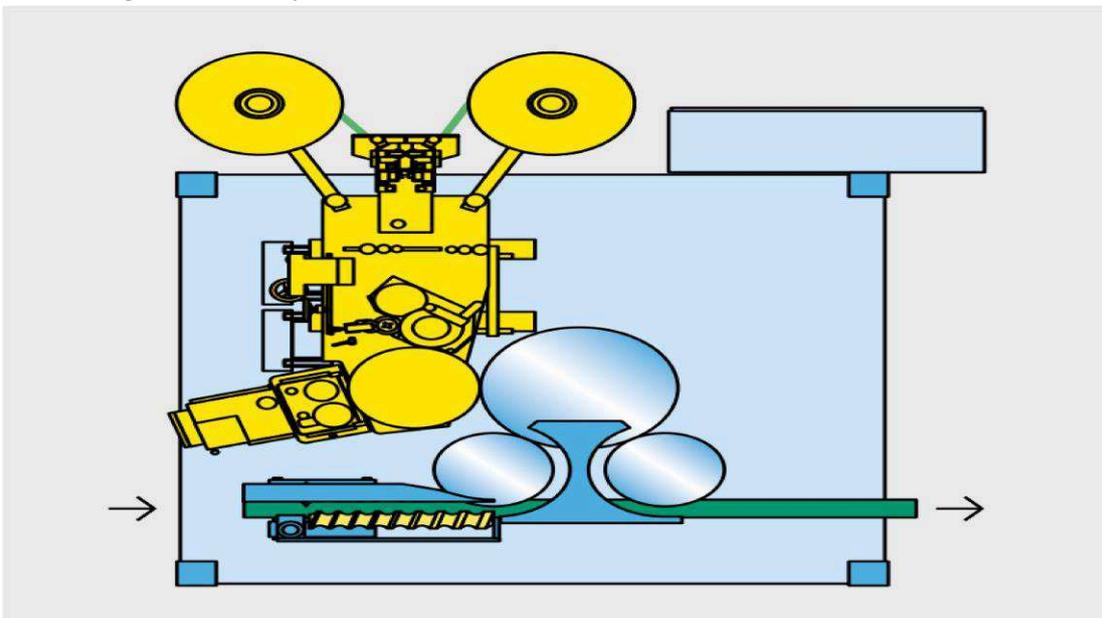
Por fim, a subárea manutenção de sopro tem atuação somente no seu setor. Pode-se concluir que esse setor dispõe de dois tipos de manutenção: centralizada e descentralizada.

3.1.2 Máquina rotuladora da linha de produção de envase

A rotuladora é um equipamento rotativo, com arranjo linear, que tem seu acionamento por motores elétricos que acionam engrenagens e correias para transmitir o movimento.

O termo 'arranjo linear' se dá pela disposição do equipamento, ou seja, pelo sentido do fluxo das garrafas, conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8 – Arranjo linear



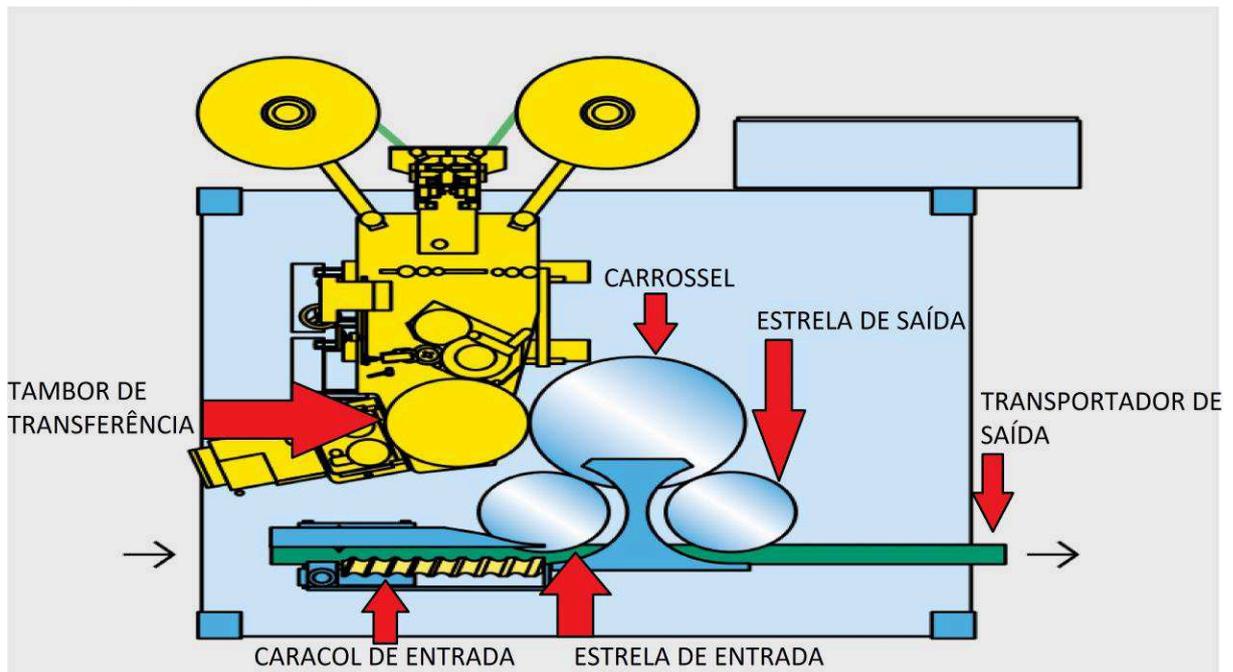
Fonte: Krones Controll (2009)

O princípio de funcionamento do equipamento se dá quando as garrafas iniciam o processo de entrada no equipamento pelo caracol de entrada, que promove o espaçamento das garrafas para que, posteriormente, sejam transferidas para a estrela de entrada.

Essa estrela faz a transferência das garrafas para o carrossel, que as aproxima do tambor de transferência do rótulo para que seja colado na garrafa. Após essa etapa o carrossel transfere as garrafas para estrela de saída, que, por sua vez, as entrega para o transportador de saída para que sigam o fluxo da produção.

A Figura 9 apresenta o fluxo de forma gráfica.

Figura 9 – Princípio de funcionamento da rotuladora contiroll



Fonte: Krones Controll (2009)

A linha de produção no qual a rotuladora se encontra é denominada neste estudo Linha X, que é composta por vários equipamentos como sopradora, posicionadora, enchedora, rotuladora e empacotadora.

Esses equipamentos têm origem em diversos países: Alemanha, Argentina, França e Itália. A rotuladora foi adquirida em 2010, juntamente com outros equipamentos que foram comprados para a expansão de uma nova linha de produção.

O equipamento em questão é do modelo Controll K745, de origem alemã, fabricada pela Krones AG, que é referência mundial na construção de equipamentos para o envase de bebidas como água, refrigerante e cerveja, entre outros.

A Figura 10 mostra uma rotuladora semelhante à utilizada neste estudo.

Figura 10 - Rotuladora contiroll HS



Fonte: Krones Controll (2009)

A rotuladora é o equipamento que tem a maior capacidade de produção da linha, com uma cadência máxima de produção de 26.400 garrafas/hora. Além da alta capacidade de produção, o equipamento tem a versatilidade de rotular cinco produtos diferentes e para produzir cada um desses produtos é necessário realizar o *setup*.

3.1.3 Implantação da metodologia TPM

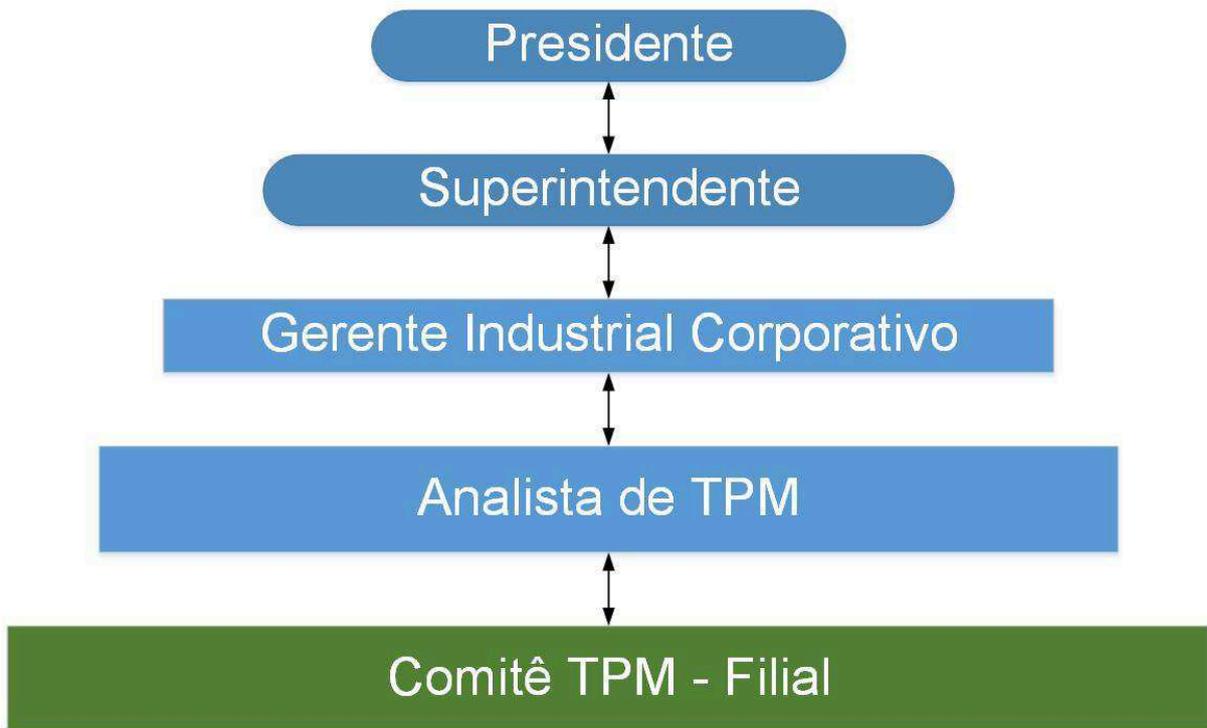
Os objetivos da metodologia TPM, foram definidos pela alta direção de modo que são compartilhados por todas as plantas de envase de água mineral do grupo e seguem as seguintes premissas:

- definir ações consistentes para correção dos pontos fracos;
- discutir a evolução das atividades da TPM das filiais;
- correlacionar as atividades da TPM com resultado; e
- compartilhar melhorias entre as filiais.

A partir da definição desses pontos iniciou-se o processo de implantação da metodologia simultaneamente nas quatro plantas de envase de água mineral do grupo empresarial.

O organograma do projeto TPM segue o seguinte fluxo, como mostra a Figura 11.

Figura 11 – Organograma do projeto TPM



Fonte: XPAG (2016)

Com a análise do organograma é possível verificar que a demanda de implantação da metodologia iniciou-se a partir da presidência da empresa. Abaixo da presidência se encontra o superintendente de águas, que responde diretamente pela eficiência e produtividade de todas as plantas industriais do grupo.

Após encontra-se o gerente industrial corporativo, que é o responsável por implantar as demandas de trabalho oriundas do superintendente. Para a implantação da TPM foi contratado um analista que ficou responsável por disseminar e acompanhar o andamento da implantação da metodologia em todas as filiais.

Por fim, o comitê de TPM é o responsável pela implantação e disseminação da metodologia em toda filial, a partir de treinamentos e divulgação nos murais.

3.1.4 Comitê de TPM

O comitê de TPM da empresa XPAG, como descrito anteriormente, é o responsável pela implantação e disseminação da metodologia na empresa. Para a formação do comitê optou-se por unir as áreas de manutenção, produção e qualidade, e assim facilitar a disseminação da metodologia e garantir o alinhamento entre as áreas.

O comitê é formado por sete integrantes, sendo quatro colaboradores da manutenção com os cargos de gerente de manutenção; líder de manutenção mecânica; técnico em manutenção elétrica e assistente técnico. Os outros três integrantes estão divididos nas áreas de produção e qualidade, respectivamente gerente, líder de produção e líder de qualidade.

No início, as reuniões do comitê eram realizadas quinzenalmente e tratavam-se assuntos relacionados ao andamento das atividades de implantação, porém, notou-se que a atividade diária da rotina de cada integrante havia acabado por consumir grande parte do tempo desses colaboradores e, conseqüentemente, as atividades relacionadas à implantação da TPM estavam sendo deixadas de lado.

Chegou-se então a um consenso, entre os membros do comitê, que o intervalo entre as reuniões deveria ser reduzido para possibilitar o acompanhamento, e assim as atividades não seriam deixadas de lado. A partir de então, as reuniões começaram a ser realizadas semanalmente.

3.1.4.1 Manutenção autônoma

A empresa XPAG iniciou a implantação do segundo pilar da 'manutenção autônoma' da TPM por meio de treinamentos com os operadores da rotuladora. Esse treinamento foi realizado pelo analista de TPM em uma das suas visitas à empresa, com o objetivo de apresentar os conceitos e os benefícios do *Check-list* da limpeza, inspeção e lubrificação (LIL), além de reforçar o conceito e a importância da TPM para que os operadores passassem a sentir-se 'donos do equipamento'.

Os operadores passaram a ser responsáveis por executar e conservar a limpeza do equipamento e realizar pequenas inspeções, buscando identificar anomalias como vibrações, ruídos, variação de temperatura e folga, entre outros.

A lubrificação é executada pelos operadores quando o ponto a ser lubrificado é de fácil acesso, de baixa complexidade e que não demanda muito tempo. A lubrificação mais complexa, que demanda mais tempo, ainda é executada pelo setor da manutenção.

Para executar a tarefa de lubrificação os operadores passaram por um treinamento sobre lubrificantes, ministrado por uma empresa terceirizada especializada nessa área.

O *check-list* do LIL foi desenvolvido e disponibilizado pelo comitê de TPM, que ficou responsável por recolher mensalmente o *check-list* para realizar a contagem e verificar se os trabalhos foram realizados.

Como medida de segurança o gerente da manutenção, que é um dos membros do comitê, solicitou ao colaborador da manutenção responsável pela lubrificação que verificasse se estaria realmente sendo realizada pelos operadores.

3.1.4.2 Redução do tempo de *setup* SMED

Segundo Andere (2012), por volta do ano de 1950 foi Shigeo Shingo o responsável por desenvolver a metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) ou, em tradução aproximada, 'troca rápida de ferramentas'.

Isso quando Shingo foi contratado pela planta de Hiroshima da Toyo Kogyo Mazda com o objetivo de melhorar a sua eficiência, eliminando perdas do setor de estamparia causadas pela ineficiência de três grandes prensas, de 350, 750 e 800 toneladas.

Andere (2012) complementa que Shingo identificou que o *setup* da prensa ocupou 67% de um dia de trabalho e dividiu-o em *Setup* Interno (SI) e *Setup* Externo (SE).

As atividades de SI são aquelas que só podem ser executadas quando a máquina ou equipamento estiver parado. Já as atividades de SE são executadas e concluídas enquanto o equipamento ainda estiver em funcionamento.

Shingo (1985) relata que após a identificação das atividades em interna e externa, as perdas ocasionadas pelo *setup* da prensa de 800 toneladas puderam ser reduzidas em 50%.

Ainda segundo Shingo (1985), após uma consultoria prestada no estaleiro da Mitsubishi, em 1957, foram promovidos ganhos de 40% na produtividade do estaleiro.

Em 1969, a Toyota Motor Company o contratou para introduzir o SMED com o objetivo a reduzir o tempo de *setup* de uma prensa de 1.000 toneladas, em que a operação levava cerca de quatro horas para ser realizada.

Esse fato incomodava o diretor da planta, pois o seu principal concorrente, a Volkswagen, realizava na Alemanha a operação em uma prensa de igual capacidade em cerca de duas horas após a implementação do SMED.

O tempo gasto para a realização do *setup* que era de quatro horas foi reduzido para apenas noventa minutos. Shingo (1985) percebeu, então, que o desenvolvimento do SMED levou 19 anos para ser concluído e essa metodologia pode ser aplicada em qualquer tipo de equipamento.

A ferramenta SMED foi implantada na linha X da Empresa XPAG pelo fato de apresentar uma grande versatilidade na produção de diferentes produtos e, conseqüentemente, um grande número de troca de formato. Ao analisar os apontamentos de paradas de linha, a Gerência verificou que ela apresentava um alto índice de paradas por *setup*.

A partir desse ponto e com as ferramentas da qualidade foi realizado o Gráfico de Pareto para identificar qual equipamento apresentava o maior tempo de *setup*. Chegou-se à conclusão que a rotuladora era o equipamento que apresentava o maior tempo de toda a linha X, conforme demonstra a Tabela 2.

Tabela 2 – Pareto do tempo de *setup* da linha X (mar/16)

Equipamento	Tempo Mínimo	Total (%)	Acumulado (%)
Rotuladora	104	39	39
Enchedora	90	34	73
Posicionadora	40	15	89
Empacotadora	30	11	100
Total	264	100	

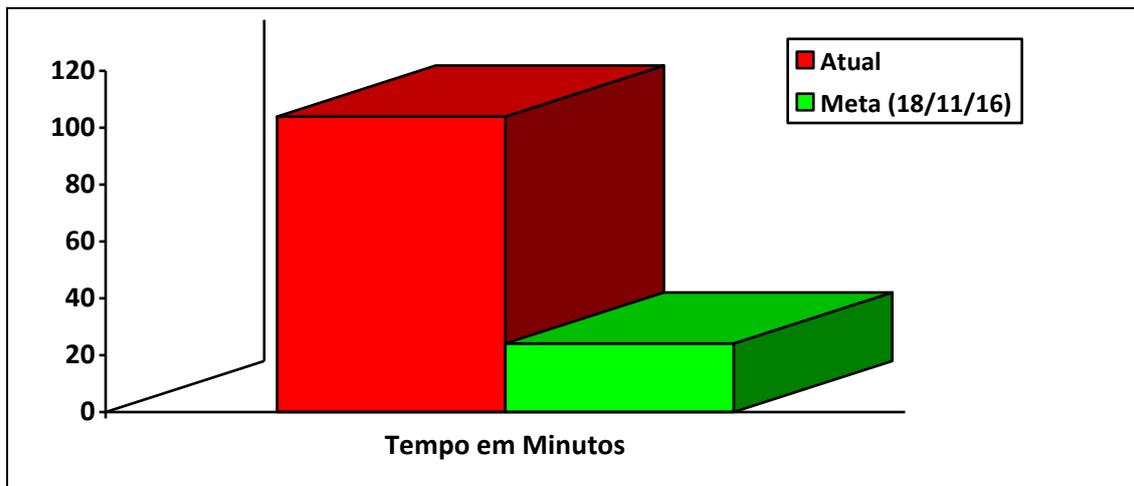
Fonte: XPAG (2016)

De posse dos dados identificou-se que 39% das perdas pós *setup* eram causadas pela rotuladora, que foi então selecionada para ser o primeiro

equipamento da empresa a ter implantada a ferramenta SMED. Para a implantação dessa ferramenta foram realizadas as seguintes etapas:

- **Definição, objetivo e valor da meta de redução do tempo de *setup* da rotuladora:** nessa etapa, como pode ser verificado na Tabela 2, todo o processo de *setup* da rotuladora levava cerca de 104 minutos. A ferramenta do SMED relata que o tempo *setup* de um equipamento deve conter apenas um dígito, ou seja, todo o processo deve levar menos que dez minutos, porém, devido ao grande número de peças a serem trocadas em cada *setup* verificou-se que a meta de um dígito não era possível de ser alcançada. Foi então traçada a meta de reduzir em 66% o tempo de *setup* da rotuladora, passando de 104 para 35 minutos, que foi atingido, porém, na medição realizada em 18 de novembro de 2016, o tempo de *setup* do equipamento foi reduzido para 24 minutos, conforme Gráfico 1.

Gráfico 1 - Tempo de *setup*



Fonte: XPAG (2016)

- **Desenvolver o *layout* do equipamento:** nessa etapa foi produzido o *layout* do equipamento utilizado na etapa do diagrama de *spaghetti*.
- **Coleta de dados (*Change-Over*):** para a coleta de dados foi realizada uma filmagem do operador realizando o *setup* da máquina. Posteriormente, a filmagem foi analisada e os dados coletados foram inseridos em uma planilha, conforme apresenta a Tabela 3. Os dados coletados são utilizados no preenchimento da carta de *Gantt*, que é a próxima etapa da ferramenta SMED.

Tabela 3 – Coletas de dados (em 2016)

COLETA DE DADOS CHANGE - OVER			
Tipo de troca	De: Refrigerante	Equipamento/Linha: Rotuladora	Operador Coletor:
	Para: Água 500ml	Data: 20/08/2016	Operador da Troca:
Item	Descrição da atividade		Tempo
	Retirar os pratos do carrossel, estrelas e guias da máquina.		00:14:00
1	Pegar o carrinho com o novo formato.		00:02:00
2	Ajustar de altura do carrossel e colocar das estrelas e guias.		00:02:00
3	Ajustar de altura dos pratos de bobina de rótulo.		00:02:00
4	Guardar a bobina que não será mais utilizada.		00:02:00
5	Ir a oficina pegar o cilindro de transferência de rótulo.		00:04:00
5.1	Ajustar cilindro de transferência de rótulo.		00:04:00
6	Procurar garrafas para testar a máquina.		00:04:00
7	Procurar a furadeira.		00:06:00
8	Limpar e vedar os furos do cilindro de vácuo		00:18:00
9	Ajustar altura e posição do cilindro de transferência de rótulo.		00:04:00
10	Ajustar o ponto zero.		00:02:00
11	Ajustar altura dos sensores de presença e ausência de rótulo.		00:02:00
12	Ir a oficina emprestar um alicate para travar o sensor.		00:04:00
13	Ajustar sensor e travá-lo com alicate.		00:02:00
14	Trocar formato no painel.		00:02:00
15	Pegar rótulo a ser usado.		00:02:00
16	Colocar o rótulo a ser usado e ajustar a posição.		00:18:00
17	Ligar o vácuo.		00:02:00
18	Colocar a escova para o finish do rótulo.		00:04:00
19	Ajustar o sensor de nivelamento do rótulo		00:02:00
20	Ajustar altura do sensor de leitura de tarja.		00:02:00

Fonte: XPAG (2016)

- **Carta de Gantt (antes):** com os dados coletados na etapa anterior elaborase a carta de *Gantt*, uma ferramenta que cria um mapa analítico das ações realizadas, classifica as ações em externas e internas, aponta os problemas, as melhorias e filtra as atividades.

Os Quadros 4A e 4B (continuação) apresentam a carta de *Gantt* da rotuladora.

Quadro 4A – Carta de Gantt (antes)

Carta de Gantt (Antes)			Categoria		Problemas	Sugestão				Contramedida
Nº Item	Atividades	Tempo (Minutos)	Externo	Interno		Eliminar	Combinar	Reduzir	Simplificar	Ação Corretiva
1	Retirar os pratos do carrossel, estrelas e guias	14min.		X	Não foram retirados todos os formatos no início.			X		Retirar todas as peças para evitar retornar novamente.
2	Pegar carrinho de peças com o novo formato.	2min.	X		Não foram separadas as peças antes de iniciar a troca.	X				Deixar próximo e separado o formato que será utilizado.
3	Ajustar altura do carrossel e colocar estrelas e guias.	2min.		X	Não elevou a altura do carrossel o suficiente.				X	Elevar o carrossel no início para facilitar a retirada do formato.
4	Ajustar altura dos pratos e bobina de rótulo.	2min.		X	Perda de tempo no ajuste de altura.			X		Ter em mãos os parâmetros para facilitar o processo.
5	Guardar bobina que não será mais utilizada.	2min.	X		Guardou a bobina e não pegou a que seria utilizada.					Guardar a bobina e já trazer a que será utilizada.
6	Ir a oficina pegar o cilindro de transferência de rótulo.	4min.	X		Perdeu tempo indo a oficina pegar o cilindro de transferência.				X	Verificar disponibilidade do cilindro a ser usado e já deixá-lo próximo a máquina.
7	Ajustar cilindro de transferência de rótulo.	4min.		X	Perda de tempo com ações no mesmo local em tempos diferentes.					Combinar ações próximas para adiantar o processo.
8	Procurar garrafas para testar a máquina.	4min.	X		Perdeu tempo saindo procurar garrafas para testar a máquina.	X				Ver disponibilidade de garrafas para testar antes de parar para troca de formato.
9	Procurar furadeira.	6min.	X		Perdeu tempo saindo procurar a furadeira.	X				Ver disponibilidade da furadeira antes de parar para troca de formato.
10	Limpar e vedar os furos do cilindro de vácuo.	18min.		X	Longo tempo para limpeza e vedação do cilindro da faca.			X		Reduzir tempo na preparação do cilindro da faca.
11	Ajustar altura e posição do cilindro de transferência de rótulo.	4min.		X	Perda de tempo com ações no mesmo local em tempos diferentes.					Combinar ações próximas para adiantar o processo.
12	Ajustar o ponto zero.	2min.		X	Perda de tempo com ações no mesmo local em tempos diferentes.					Combinar ações próximas para adiantar o processo.
13	Ajustar altura dos sensores de presença e ausência de rótulo.	2min.		X	Não combinou junto ao ajuste do rótulo.					Ajustar sensores quando o rótulo a ser usado já estiver na máquina.
14	Ir a oficina emprestar um alicate para travar o sensor.	4min.	X		Perdeu tempo indo a oficina procurar um alicate.	X				Verificar disponibilidade da ferramenta correta e antes da troca de formato.

Quadro 4B – Carta de *Gantt* (antes)

Carta de Gantt (Antes)			Categori		Problemas	Sugestão				Constramedida	
Nº Item	Atividades	Tempo (Minutos)	EXTERNO	INTERNO		Eliminar	Combinar	Reduzir	Simplificar	Ação Corretiva	
15	Ajustar sensor e travá-lo com alicate.	2min.		X	Ferramenta incorreta para travar o sensor.				X	Solicitar a manutenção a ferramenta correta para evitar danos ao equipamento.	
16	Trocar formato no painel.	2min.		X	Ir ao painel e realizar apenas uma operação.					Combinar todas as ações possíveis para evitar retorno e perda de tempo.	
17	Pegar rótulo a ser usado.	2min.	X		Não pegou a bobina quando trouxe a anterior.					Levar a bobina a ser usada logo após trazer a anterior.	
18	Colocar rótulo a ser usado e ajustar posição.	18min.		X	Longo tempo para ajustar o rótulo.			X		Ter em mãos os parâmetros para facilitar o processo.	
19	Ligar o vácuo.	2min.		X	Ir ao painel e realizar apenas uma operação.					Combinar todas as ações possíveis para evitar retorno e perda de tempo.	
20	Colocar a escova para o acabamento do rótulo.	4min.		X	Não colocou todas as peças no início.					Colocar a escova no início junto com as outras peças do novo formato.	
21	Ajustar sensor de nivelamento do rótulo.	2min.		X	Não combinou as ações em sequência.			X		Realizar ações próximas em sequência.	
22	Ajustar altura do sensor de leitura da tarja do rótulo.	2min.		X	Não combinou as ações em sequência.			X		Realizar ações próximas em sequência.	
Tempo Total (A+B):		1h44									

Fonte: XPAG (2016)

Ao analisar a carta de *Gantt* dos Quadros 4 A e B verifica-se que o operador realizou 22 ações durante o *setup* e sete delas são de ambiente externo, ou seja, essas ações poderiam ser realizadas antes do início da troca.

Após classificadas as ações foram inseridos os problemas encontrados em cada uma delas. Posteriormente, no campo sugestões da planilha, verifica-se que quatro ações puderam ser eliminadas, 13 foram combinadas, seis reduzidas e três simplificadas. Por fim, foram descritas as ações corretivas a serem aplicadas.

- **Carta de *Gantt* (depois):** após a implantação das ações corretivas foi realizado um novo *setup* e uma nova filmagem. Conseqüentemente, uma nova carta de *Gantt* foi preenchida, conforme Quadro 5.

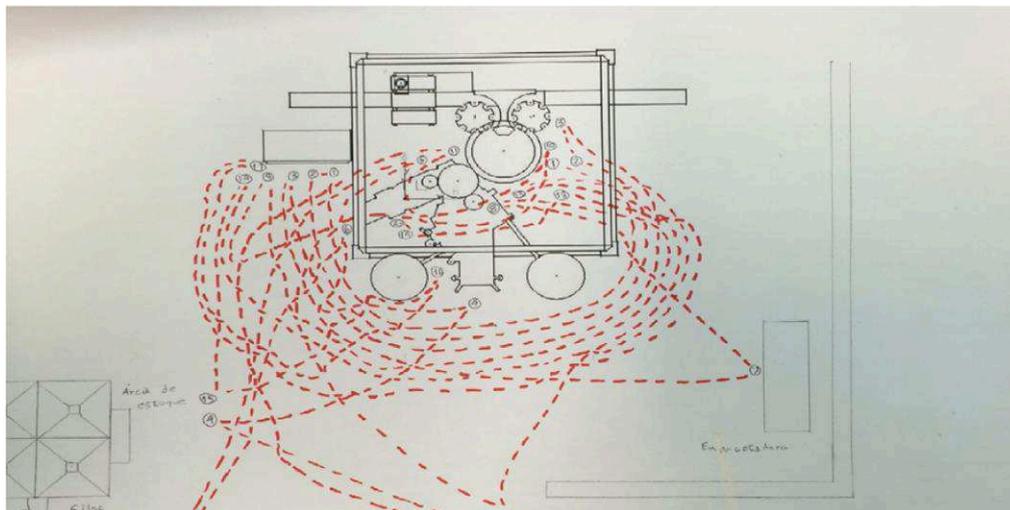
Quadro 5 – Carta de Gantt (depois)

Carta de Gantt (depois)			Categoria	
Nº Item	Atividades	Tempo (Minutos)	Externo	Interno
1	Retirar os pratos do carrossel, estrelas e guias	4		X
2	Trocar cilindro de transferência e ajuste altura.	2		X
3	Colocar formato a ser usado (pratos, estrelas e guias)	6		X
4	Ajustar altura do sensor de presença de rótulo, altura do carrossel e trocar formato no painel.	2		X
5	Colocar rótulo a ser usado, colocar máquina no ponto zero e ajustar altura e posição do cilindro de transferência de rótulo.	4		X
6	Regular sensor de corte e nivelador.	2		X
7	Vedar furos do cilindro de vácuo que não serão usados com fita adesiva.	2		X
8	Liberar rótulos manualmente e passar três garrafas para testar o formato.	2		X
Tempo Total:		24		

Fonte: XPAG (2016)

O Quadro 5 demonstra que após a implantação das ações corretivas, o número das atividades internas realizadas pelo operador foi reduzido de 15 para somente oito atividades. As demais são realizadas de maneira externa, quando o equipamento ainda está em produção.

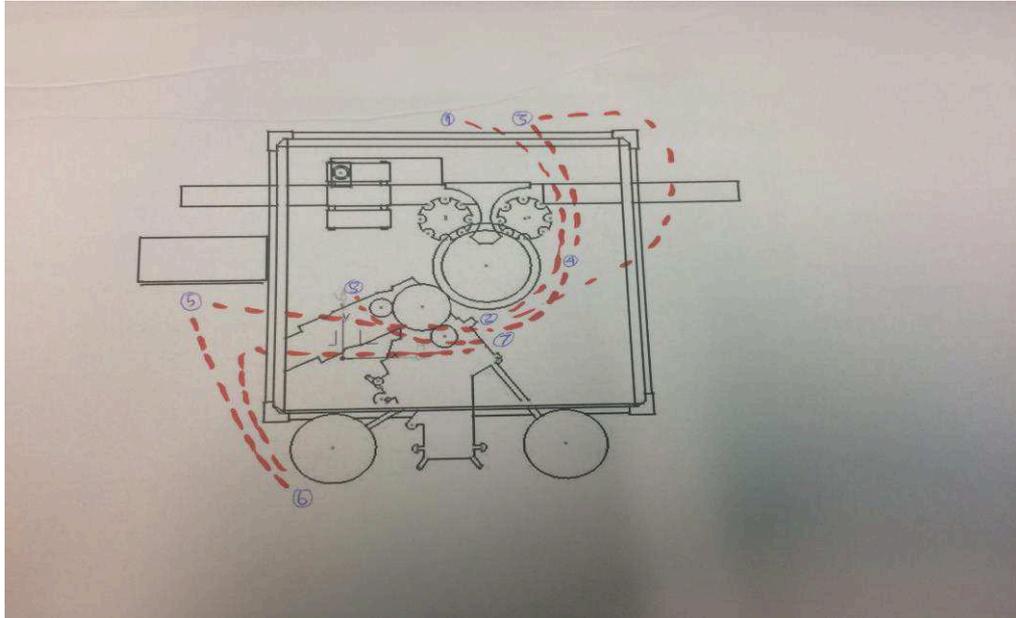
- **Diagrama de Spaghetti (antes):** o diagrama de *Spaghetti*, produzido a partir da análise da filmagem realizada, traz um esboço de todo o caminho que o operador realizou durante a troca de formato, conforme mostra a Figura 12.

Figura 12 – Diagrama 1 (antes)

Fonte: XPAG (2016)

- **Diagrama de Spaghetti (depois):** a Figura 13 demonstra o novo diagrama, após serem aplicadas as correções sugeridas na primeira Carta de Gantt.

Figura 13 – Diagrama 1 (depois)



Fonte: XPAG (2016)

- **Melhorias e Padronização:** as melhorias realizadas e a padronização serão apresentadas na seção 'Principais Resultados Encontrados'. Para a implantação da ferramenta TPM o comitê criou um novo grupo de trabalho, que ficou encarregado de implantar as melhorias no equipamento. O novo grupo era composto por cinco integrantes do comitê de TPM e mais dois novos colaboradores, com os seguintes cargos: líder de manutenção mecânica de linha e operador da rotuladora. A participação desses dois novos integrantes foi de grande valor, pois os problemas ocorridos na troca de formato foram evidenciados pelo operador.

3.2 Principais resultados encontrados pela empresa XPAG

Com a vinda da TPM identificou-se que os conteúdos das manutenções preventivas realizadas antes do início da implantação da metodologia eram muito

'fracos', não abrangiam pontos críticos das máquinas, conseqüentemente, as manutenções não alcançavam o seu objetivo de evitar falhas nos equipamentos.

Após a identificação desse ponto crítico solicitou-se ao setor de manutenção a revisão das preventivas dos equipamentos, enriquecendo o conteúdo. As preventivas elétricas, por exemplo, eram realizadas a cada 400 e 800 horas de funcionamento da máquina. Após a revisão das preventivas, a sua periodicidade foi alterada para mensal e anual.

A manutenção mensal agora é nomeada inspeção, pois se trata de checagem visual dos componentes que podem apresentar problemas dada a utilização do equipamento. Já a preventiva é realizada anualmente, por causa da complexidade e da robustez maior dos itens a serem verificados.

O Quadro 6 apresenta um exemplo da forma como era a manutenção preventiva antes da implantação da TPM.

Quadro 6 – Manutenção preventiva antes da implantação da TPM

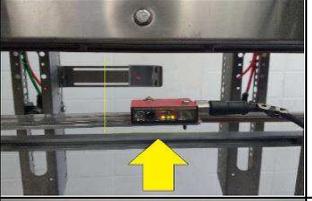
Ordem de Serviço Preventiva			
Código do Ativo ROT-01-003	Descrição do Ativo ROTULADORA CONTIROL LINHA KRONES-01	Versão V1	
Cod.Atividade PREV_ROT-01-003_ELE_400	Descrição da Atividade PREVENTIVA ROTULADORA CONTIROL LINHA KRONES ELETRICA 400 HORAS	Duração H.inicio H.fim	
Seq.	Descrição		
10	1 - VERIFICAR SE HA BARREIRAS DE LUZ OU REFLETORES DANIFICADOS, SE ESTIVEREM DANIFICADOS DE SUBSTITUI-LOS		
20	2 - CHECAR O SISTEMA DE SEGURANCA		
30	3 - VERIFICAR O POSICIONAMENTO DOS SENSORES		
40	4 - MEDIR A CORRENTE DOS SEGUINTES MOTORES:		
50	MOTOR DE ACIONAMENTO DA MAQUINA:		
60	MOTOR DO TRANSPORTADOR DE SAIDA:		
70	MOTOR DO ACIONAMENTO DA CORREIA:		
80	MOTOR DE ACIONAMENTO ASSISTIDO:		
90	MOTOR DA BOMBA DE VACUO:		
100	5 - FAZER REAPERTO NO PAINEL DE COMANDO		
110	6 - LIMPAR O PAINEL E VERIFICAR ESTADO DO VISOR, SE HOUVER NECESSIDADE TROCAR A PELICULA ADESIVA DO MESMO		
120	7 - SE NECESSARIO SUBSTITUIR OS FILTROS DE FELTRO:		

Fonte: XPAG (2016)

Conforme o Quadro 6, a manutenção preventiva era realizada a cada 400 horas de serviço e havia 12 itens a serem revisados.

No Quadro 7A e 7B (continuação) têm-se os dados da inspeção mensal criada após a revisão.

Quadro 7A – Inspeção mensal após a implantação da TPM

Cód. ativo:		Descrição do ativo: Rotuladora <i>controll</i>	Desativação: não obrigatória		
Cód. da atividade:		Descrição da atividade: inspeção mensal rotuladora controll	Duração: 30 min.		
Dados da Operação da Atividade			Itens		
Seq.	Imagem	Descrição	Cod. EBS	Quant.	Unid.
BOMBA DE VÁCUO					
10		Verificar se a proteção elétrica está de acordo com os dados do motor.	N/A	N/A	N/A
20		Verificar nível de tensão de alimentação dos motores a fim de analisar se a variação está abaixo de 5%.	N/A	N/A	N/A
30		Verificar a corrente entre fases a fim de analisar se o desbalanceamento está abaixo de 5%.	N/A	N/A	N/A
ROTULADORA					
10		Inspeccionar e limpar os sensores ópticos da máquina e do transporte	N/A	N/A	N/A
20					
30		Inspeccionar o funcionamento dos controladores de temperatura	N/A	N/A	N/A
40		Inspeccionar o funcionamento das botoeiras	N/A	N/A	N/A

Fonte: XPAG (2016)

Quadro 7B – Inspeção mensal após a implantação da TPM

Cód. ativo:		Descrição do ativo: Rotuladora <i>controll</i>	Desativação: não obrigatória		
Cód. da atividade:		Descrição da atividade: inspeção mensal rotuladora controll	Duração: 30 min.		
Dados da Operação da Atividade			Itens		
Seq.	Imagem	Descrição	Cod. EBS	Quant.	Unid.
ROTULADORA					
50		Inspeccionar o funcionamento das botoeiras	N/A	N/A	N/A
60		Inspeccionar o funcionamento do JOG	N/A	N/A	N/A
70		Inspeccionar o funcionamento da sinaleira	N/A	N/A	N/A
SISTEMA DE SEGURANÇA					
10		Inspeccionar os sensores de segurança das portas	N/A	N/A	N/A
20		Inspeccionar o funcionamento da sinaleira	N/A	N/A	N/A
QUADRO ELÉTRICO					
10		Realizar a limpeza interna do quadro elétrico	N/A	N/A	N/A
20		Inspeccionar o sistema de refrigeração do painel	N/A	N/A	N/A

Fonte: XPAG (2016)

A folha da atividade de inspeção apresenta foto do local onde deve ser realizada a devida atividade, além de agora contemplar 14 itens a serem verificados. O *lay-out* da inspeção mensal foi o mesmo utilizado para a manutenção preventiva anual que contempla 17 atividades a serem realizadas, porém, a preventiva anual é uma atividade que demanda mais tempo pelo fato de ter uma complexidade maior.

Outro destaque é com relação à introdução da redução do tempo de *setup* com a utilização da ferramenta SMED, que trouxe os seguintes benefícios:

- eliminação de ajustes;
- organização e identificação das matrizes em local adequado e próximo do equipamento;
- eliminação da utilização de ferramentas com a utilização de manoplas para soltar os parafusos de fixação dos componentes;
- ganho de produção, cerca de 3.000 pacotes, devido ao equipamento passar menos tempo parado;
- padronização do *setup* pelo procedimento operacional;
- padronização e identificação das alturas dos sensores e pratos de rótulos de acordo com o tamanho da garrafa; e
- configuração dos parâmetros do equipamento.

3.3 Principais dificuldades encontradas na implantação da TPM

O conglomerado em que a empresa XPAG faz parte não adota nenhum tipo de metodologia com o objetivo de auxiliar o gerenciamento de projetos. O projeto de implantação da metodologia TPM poderá, portanto, apresentar problemas pela falta desse gerenciamento.

A falta do gerenciamento adequado acaba prejudicando o andamento das atividades pelo fato de a metodologia ser um conhecimento novo para a empresa e por que os colaboradores do comitê necessitam realizar as suas tarefas rotineiras em conjunto com o projeto de implantação da TPM.

Segundo Vargas (2009, p. 26), “quando o projeto é algo único e pouco familiar para a empresa é necessário que o gerenciamento desse projeto seja realizado de maneira mais intensa”.

Outro fator que dificulta a implantação da TPM é com relação à cultura organizacional por parte dos colaboradores de todos os níveis (operacional, média liderança e gerência), que apresentam resistência a mudanças.

Para Vargas (2009, p. 35), esses fatores acrescidos pela falta de tempo para a execução das atividades, o não conhecimento das reais necessidades de pessoal, equipamentos e materiais e a compreensão da complexidade do projeto, entre outros, são fatores que podem causar o seu fracasso.

As falhas de planejamento que são encontradas no setor de manutenção da empresa XPAG prejudicam o andamento das atividades de implantação das manutenções preventivas que não são executadas de maneira satisfatória por causa da indisponibilidade dos equipamentos, peças, mão de obra e qualidade dos serviços executados.

A falta de disponibilidade da mão de obra é consequência do fato de os colaboradores da manutenção passarem grande parte de seu tempo realizando manutenções emergenciais nos equipamentos que estão em produção, dessa forma, esses fatores tornam-se uma dificuldade para a implantação da TPM e funcionamento adequado da máquina ou equipamento.

4 CONCLUSÃO

A Manutenção Produtiva Total, ou *Total Productive Management* (TPM), pode ser definida como um sistema de manutenção que envolve a participação de todos os setores e escalões da empresa, principalmente produção e manutenção, objetivando a melhoria na eficiência dos equipamentos.

Em realidade, é muito mais do que uma manutenção. É uma filosofia gerencial que atua na forma organizacional no comportamento das pessoas, na maneira como tratam os problemas, não só os de manutenção, mas todos ligados ao processo produtivo, pois gera um comprometimento dos colaboradores que passam a sentir-se parte integrante do processo.

A filosofia TPM gera um comprometimento de todos os funcionários, aos quais é transferida maior responsabilidade sobre as operações realizadas. Se o equipamento está com problemas ou operando abaixo da velocidade, o colaborador comprometido com o processo vai tentar solucionar o problema ou comunicar a quem possa resolvê-lo.

É esse envolvimento que a TPM cria nas pessoas, mas para isso a empresa não deve esquecer-se que além da manutenção dos equipamentos deve cuidar também da manutenção e da motivação de seus colaboradores, uma vez que são eles os principais elementos do processo.

No estudo, verificou-se o princípio de funcionamento da rotuladora em questão, os integrantes do comitê criado para difundir a metodologia na empresa e posteriormente foi apresentada a implantação da manutenção autônoma.

Este estudo também apresentou a revisão nos roteiros das manutenções preventivas, as etapas, e os principais resultados encontrados com a implantação da ferramenta SMED na rotuladora.

Conclui-se, portanto, que a metodologia TPM auxiliou a empresa XPAG a reduzir o tempo de *setup* da rotuladora em 77%, a melhora na qualidade dos produtos e principalmente aumento da eficiência fabril, devido ao equipamento permanecer menos tempo parado, desta forma, houve o ganho de cerca de 3000 pacotes na produtividade da linha X.

A empresa apresenta, porém, problemas como falta de planejamento e gerenciamento em suas várias vertentes, principalmente para a implantação de

projetos, sejam eles de melhoria ou de novas metodologias de trabalho como a TPM.

A mudança cultural e a introdução das práticas de gerenciamento de projetos auxiliariam não só a XPAG, mas todas as outras empresas integrantes do conglomerado a gerir melhor os projetos contribuindo para o aumento dos índices de sucesso que, conseqüentemente, auxiliariam a empresa a manter-se competitiva no mercado cada vez mais exigente.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462:** confiabilidade e manutenibilidade: Rio de Janeiro: CDP, 1994.
- ABRAMAN - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS. **Documento nacional**. 2013. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/Arquivos/403/403.pdf>>. Acesso em: 15/08/17.
- ALVES, L. M; OLIVEIRA, F. P. **Estudo de implementação do sistema TPM na indústria de alimentos e seus ganhos**. Poços de Caldas: PUC Minas, 2014. Disponível em: <https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/Artigo26_2014.pdf>. Acesso em: 03/01/17.
- ANDERE, G. **Implantação de técnicas de redução de tempo de setup e de sustentabilidade das melhorias obtidas:** um caso de aplicação. São Carlos: USP, 2012. Disponível em: <www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180830/tce141337/.../Andere_Guilherme.pdf>. Acesso em: 11/01/17.
- AVANCINI, P. R.; HELLENO, A. L.; SIMON, A. T. **integração do TPM na Gestão da Qualidade Total (TQC)**. *In:* V ConBRepro. Ponta Grossa, 2015.
- BRANCO FILHO, G. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2008.
- CÁRIA, J. D. P; PERLATO, M. T. **A organização dos processos de gerenciamento da manutenção de equipamentos em estabelecimento de auxílio à saúde (EAS)**. Santa Rita do Sapucaí: INATEL. 2014.
- CARRIJO, J. R. S.; LIMA, C. R. C. **Disseminação TPM – manutenção produtiva total nas indústrias brasileiras e no mundo:** uma abordagem construtiva. *In:* XXVIII ENEGEP. Rio de Janeiro, 2008.
- ESTANQUEIRO, R. F.; LIMA, C. R. C. **Discutindo as dificuldades na implementação do TPM**. *In:* XXVI ENEGEP. Fortaleza, 2006.
- FOGLIATTO, F. S., RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e manutenção industrial**. 16. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- GIRAO, A. H. F.; AMORIM, A. A.; MASIH, R. T. **Análise do processo da aplicação da manutenção produtiva total no setor de tingimento de uma indústria têxtil**. *In:* XXXVI ENEGEP. João Pessoa, 2016.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HOLANDA, A. B. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. São Paulo: Positivo, 2010.

JIPM – JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. **TPM Excellence Awards Winners: outside Japan**. 2016. Disponível em: <https://www.jipm.or.jp/en/activity/pm/2016/pdf/170131_01.pdf>. Acesso em: 02/05/17.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

KRONES CONTIROLL. **Catálogo Krones Contiroll**. 2009. Disponível em: <https://www.krones.com/media/downloads/contiroll_en.pdf>. Acesso em: 06/06/17.

MAROCCO, G. S. **A importância da manutenção produtiva total na melhoria contínua do processo**: um estudo de caso. Juiz de Fora: UFJF, 2013.

MARTINS, P. G. **Administração da produção**. 2. ed São Paulo: Saraiva, 2005.

MORAES, P. H. A. **Manutenção Produtiva Total**: estudo de caso em uma empresa automobilística. Taubaté: UNITAU, 2004.

MOUBRAY, J. **Gerenciamento de manutenção**: um novo paradigma. São Paulo: SQL Systems Brasil Ltda. 1997.

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

NEVES, P. T. **Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance)**: estudo de caso na colheita mecanizada de cana-de-açúcar. Piracicaba: USP, 2011.

NOGUEIRA, C. F.; GUIMARÃES, L. M.; SILVA, M. D. B. **Manutenção industrial: implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM)**. Belo Horizonte: UniBH, 2012. Disponível em: <<http://revistas.unibh.br/index.php/dcet/article/view/735/452>>. Acesso em: 17/02/17.

OLIVEIRA, D. S. **Implementação da metodologia TPM em uma indústria do setor de higiene pessoal, saúde e beleza**. Guaratinguetá: UNESP, 2012.

PAULA, L. F.; SILVA, M. M.; ROCHA T. J. S. **Manutenção e lubrificação de equipamentos**: os oito pilares da TPM. 2010. Disponível em: <http://www.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo_3.pdf>. Acesso em: 17/07/17.

POSSAMAI, R J. **A implantação da metodologia TPM num equipamento piloto na Adria Alimentos do Brasil Ltda**. Porto Alegre: UFRGS, 2002.

ROBINSON, C. J.; GINDER, A. P. **Implementing TPM, the North American Experience**. Portland: Productivity Press. 1995.

SHINGO, S. **A revolution in manufacturing: the SMED system**. Portland: Productivity Press, 1985.

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

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM/MPT: manutenção produtiva total**. 7.ed. São Paulo: IMAM Editora e Comércio, 2016.

VALIERO, G. A.; MORAES, A. J. I. **Análise de resultados com a implantação da TPM em empresas brasileiras**. *In*: IV SINGEP. São Paulo, 2015.

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

VIANA, H. R. G. **PCM - Planejamento e Controle da Manutenção**. 1.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

XENOS, H. G. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte: DG. 1998.