

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - DAENP
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

CAMILA DE FÁTIMA GOILEVICZ QUINTINO

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS FATORES COMUNS
ENCONTRADOS NA IMPLANTAÇÃO DO *TOTAL PRODUCTIVE
MAINTENANCE* (TPM)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2017

CAMILA DE FÁTIMA GOILEVICZ QUINTINO

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS FATORES COMUNS
ENCONTRADOS NA IMPLANTAÇÃO DO *TOTAL PRODUCTIVE
MAINTENANCE* (TPM)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, de Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Eduardo Broday

PONTA GROSSA

2017



Ministério da Educação
**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ**
CÂMPUS PONTA GROSSA
Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

TÍTULO ANÁLISE COMPARATIVA DOS FATORES COMUNS
ENCONTRADOS NA IMPLANTAÇÃO DO *TOTAL PRODUCTIVE
MAINTENANCE* (TPM)

por

Camila de Fátima Goilevicz Quintino

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 26 de junho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Evandro Eduardo Broday
Prof. Orientador

Prof. Msc. Ana Maria Bueno
Membro titular

Prof. Dr. Aldo Braghini Junior
Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me guiou por esse caminho e permitiu conquistar essa vitória.

Aos meus pais e irmão, por terem me proporcionado essa oportunidade, pelo apoio e compreensão pelos meus momentos de ausência e que junto comigo embarcaram nesse desafio.

Ao meu orientador Prof. Dr. Evandro Eduardo Broday, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos Professores Fábio e Gerson pelos conselhos e instruções nos momentos difíceis em nome deles agradeço a todos os meus professores que contribuíram de alguma forma para que eu chegasse aqui hoje.

A todos os meus amigos, por me acompanharem nesse percurso, por estarem presentes mesmo que não fisicamente, por me ouvirem e sempre terem uma palavra de apoio.

A UTFPR por todo o aprendizado tido, pelas oportunidades proporcionadas e que não serão esquecidas.

Enfim, a todos que de alguma forma colaboraram para essa conquista.

Muito obrigada.

RESUMO

QUINTINO Goilevicz, Camila de Fátima. **Análise comparativa dos fatores comuns encontrados na implantação do *Total Productive Maintenance (TPM)***. 2017. P. 63. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia de Produção- Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

No mercado atual, para atender às necessidades e exigências dos clientes as empresas devem buscar estratégias que gerem aumento na produtividade, melhoria na qualidade e redução dos custos. Uma das filosofias para alcançar essas melhorias é o TPM – *Total Productive Maintenance*. Essa metodologia atua na redução da ocorrência de falhas dos equipamentos e suas metas são: quebra zero, acidente zero, defeito zero, aumento da eficiência dos equipamentos e processos administrativos. O objetivo desse trabalho é a análise comparativa da implantação do TPM em diferentes países, com a análise das barreiras e fatores de sucesso encontrados e o impacto da cultura do país e da organização no sucesso do TPM. Pode ser verificado que o envolvimento total dos funcionários é um pré-requisito para a implementação bem-sucedida do TPM.

Palavras-chave: TPM. Implantação. 5S. Barreiras. Fatores de Sucesso

ABSTRACT

QUINTINO Goilevicz, Camila de Fátima. **Comparative analysis of the common factors found in the implementation of Total Productive Maintenance (TPM)**. 2017. P. 63. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia de Produção- Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

Currently, companies need to seek strategies to increase productivity, to improve quality and to reduce costs. Thus, to meet customers' needs and requirements. One of the philosophies used to achieve these improvements is Total Productive Maintenance (TPM). This methodology helps to reduce the occurrence of equipment failure. Its goals are: zero breakdown, zero accidents, zero defects and the increase of efficiency of the administrative processes and equipment. This paper's aim is a comparative analysis of Total Productive Maintenance implementation in different industries, analyzing the barriers and success factors found in TPM implementation and the impact of the country and organization culture on the success of the TPM. It can be verified that full employee involvement is a prerequisite for a successful implementation of TPM.

Keywords: Total Productive Maintenance. Implantation. 5S. Barriers. Success Factors

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gerações da Manutenção	16
Figura 2: Tipos de Manutenção	17
Figura 3: Curva da banheira	25
Figura 4: Fórmulas para utilização no cálculo de OEE	29
Figura 5: Os 8 pilares do TPM	30
Figura 6: Visão Geral do 5S	37
Figura 7: Esquema de como foi feita a pesquisa	43
Figura 8: Diagrama de causa e efeito - Fatores que afetam a implementação bem-sucedida do TPM	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Os sete passos da manutenção autônoma	31
Quadro 2: As 12 etapas da implantação do TPM.....	34
Quadro 3: Relações entre os Princípios do 5S e os Pilares do TPM	46
Quadro 4: Lista de autores a serem utilizados nas discussões.....	48
Quadro 5: Barreiras encontradas em empresas de diferentes países	53
Quadro 6: Fatores de sucesso para uma implementação bem-sucedida do TPM.....	57

LISTA DE SIGLAS

TPM – *Total Productive Management* - Manutenção Produtiva Total.

CBM - *Condition Based Maintenance*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness* – Eficiência Global dos Equipamentos

JIPM – *Japan Institute of Plant Maintenance*

MA – Manutenção Autônoma

JIT - *Just in Time*

KPI – *Key Performance Indicators* - Indicadores-Chave de Desempenho

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA	12
1.2 JUSTIFICATIVA	12
1.3 OBJETIVO GERAL	14
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA	14
2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	16
2.1 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO	16
2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO	17
2.2.1 Manutenção Corretiva	18
2.2.2 Manutenção Preventiva	19
2.2.3 Manutenção Preditiva	20
2.2.4 Manutenção Detectiva	21
2.2.5 Engenharia de Manutenção	21
2.3 INDICADORES DA MANUTENÇÃO	22
2.4 FALHAS	23
2.4.1 Definição de falhas	23
2.4.2 Causas das falhas	24
2.4.3 Análise das falhas	25
2.4.4 Análise do efeito e modo de falha(FMEA – <i>Failure mode and affect analysis</i>)	26
2.5 TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE)	27
2.6 OS 8 PILARES DO TPM	29
2.6.1 Manutenção Autônoma	30
2.6.2 Manutenção planejada	31
2.6.3 Melhorias específicas	32
2.6.4 Educação e treinamento	32
2.6.5 Controle inicial	32
2.6.6 Segurança e meio ambiente	33
2.6.7 Manutenção da qualidade	33
2.6.8 TPM Administrativo	34
2.7 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)	35
2.8 SETE TIPO DE PERDAS	38
2.8.1 Perdas por superprodução	38
2.8.2 Perdas por transporte	39
2.8.3 Perdas no processamento em si	39
2.8.4 Perdas por fabricação de produtos defeituosos	39
2.8.5 Perdas por movimentação	39
2.8.6 Perdas por espera	40
2.8.7 Perdas por estoque	40
3 METODOLOGIA	41
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	41
3.2 PASSOS OPERACIONAIS DO LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	42
3.3 EXECUÇÃO DA ANÁLISE COMPARATIVA	44
4 DISCUSSÕES E RESULTADOS	45
4.1 APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS - 5S	45
4.2 DIFICULDADES ENCONTRADAS NA IMPLEMENTAÇÃO DO TPM	47
4.2.1 Indústria Indiana	48
4.2.2 Indústria Inglesa	51
4.2.3 Indústria Brasileira	52

4.3 FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO PARA IMPLEMENTAÇÃO BEM-SUCEDIDA DO TPM.....	54
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

O cenário atual entre as empresas faz com que as organizações necessitem buscar constantemente a sua melhora e o seu desenvolvimento para se manterem no mercado. Em geral, muitos sistemas não funcionam como deveriam e operam abaixo da sua capacidade, com baixa produtividade e com custos de produção elevados.

A *Total Productive Maintenance* (TPM) ou Manutenção produtiva total começou no Japão na década de 70 (TAKAHASHI e OSADA, 1993). É um conceito de gerenciamento dos equipamentos que contribui para a melhora na performance na área de manufatura com a ajuda e o envolvimento de todos na empresa.

De acordo com Mwanza e Mbohwa (2015), o TPM é analisado de acordo com as 3 palavras que o compõe: manutenção: manter o equipamento em bom estado; produtiva: significa a perda zero na produção ou nos serviços oferecidos pela empresa; e total: significa todos os funcionários da empresa, do mais alto grau hierárquico até o chão de fábrica.

O TPM é usado para aumentar a eficiência dos equipamentos em uma relação entre a produção e a manutenção, com a proteção da vida útil dos equipamentos e o aumento da participação de todos os funcionários. (HELMAN, OLEJARCZYK, ROSIENKIEWICZ, 2015).

Esse trabalho tem o objetivo analisar comparativamente os fatores comuns na implantação do TPM em diferentes indústrias de países distintos, com apresentação das barreiras, dificuldades encontradas e fatores de sucesso para uma implantação bem-sucedida.

1.1 PROBLEMA

Quais os fatores comuns encontrados na implementação do TPM em diferentes indústrias de países distintos?

1.2 JUSTIFICATIVA

Pode-se considerar o TPM como um tema relevante para a pesquisa devido a sua contribuição para que as indústrias se tornem mais competitivas. O seu objetivo

é a melhora na estrutura da empresa, com a identificação, eliminação e ataque às perdas existentes, e assim, a criação de um ambiente de melhoria contínua (SLACK, 2002). Verifica-se então melhoria na produtividade, maximização na utilização das máquinas e aumento da capacitação dos colaboradores, com a melhora na qualidade dos produtos e diminuição dos custos envolvidos no processo (SUZUKI, 1994).

As metas do TPM são: quebra zero, acidente zero, defeito zero, aumento da eficiência dos equipamentos e processos administrativos (TAKAHASHI, OSADA, 1993).

Segundo Tavares (1999) para a fase preparatória do TPM estima-se que dure de 3 a 6 meses e para o início do estágio de consolidação de 2 a 3 anos de acordo com a metodologia do JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*). Não tem resultados imediatos e requer dedicação comprometimento, disciplina e perseverança de todos na empresa.

Pode-se considerar o TPM como um tema significativo para estudo devido a sua contribuição em criar um ambiente de melhoria contínua e permitir as empresas elevarem sua produção a uma competitividade de classe mundial.

Alguns dos principais problemas na implementação do TPM incluem baixo comprometimento da alta direção, resistência cultural à mudança, implementação parcial do TPM, falta de comprometimento de recursos, resistência por parte dos funcionários, custos de mão de obra, falta de envolvimento dos funcionários, necessidade de treinamento adequado para todos os funcionários, ausência de um procedimento padrão de operação e não implementação de um estudo-piloto (AHUJA; KHAMBA, 2008a e PODUVAL *et al.* 2013).

Considerando-se que as empresas no cenário atual buscam implementar o TPM para se diferenciar com o aumento da sua produtividade, qualidade de seus produtos e redução de custos é fundamental ter conhecimentos de quais fatores influenciam a implantação do TPM.

Dessa forma, um estudo sobre as dificuldades e os fatores de sucesso que podem ser encontrados no estabelecimento do TPM torna-se indispensável para guiar as empresas nessa fase.

A relevância deste trabalho está em poder oferecer a comunidade científica e as empresas que querem implantar a ferramenta uma análise crítica das dificuldades que podem ser encontradas, o que pode ser feito para evitá-las e os fatores de sucesso para uma implementação bem-sucedida do TPM.

1.3 OBJETIVO GERAL

Analisar comparativamente os fatores comuns encontrados na implementação do *Total Productive Maintenance* (TPM), em diferentes indústrias de países distintos.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo geral proposto, este trabalho se orienta pelos seguintes objetivos específicos:

- Verificar se o 5S é um fator comum na implantação do TPM;
- Verificar a relação entre as dificuldades de implementação do TPM;
- Verificar os fatores de sucesso que contribuem para a implementação bem-sucedida do TPM.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O tema escolhido para esse trabalho foi o *Total Productive Maintenance* (TPM) que pertence a área de manutenção dentro da Engenharia de Produção.

O estudo limitou-se a análise comparativa dos fatores comuns encontrados na implantação do TPM em indústrias de diferentes países, sendo eles: Índia, Inglaterra e Brasil. Para o estudo dos fatores de sucesso foram comparados somente a Índia e a Inglaterra e discutidos quais itens são comuns aos dois países.

A pesquisa se restringe a explorar os obstáculos e sucessos encontrados e o impacto das diferenças culturais na implantação dessa ferramenta. Foi explorado se o 5S é um fator comum na implementação do TPM e ainda, qual a relação entre essas duas ferramentas.

Porém, não foram investigadas as adaptações feitas na implantação da ferramenta nessas indústrias e a análise financeira, o que pode sugerir uma continuidade deste trabalho em situações futuras.

Este trabalho é composto de cinco capítulos. O primeiro é a introdução onde são apresentados os objetivos. O segundo capítulo é a revisão bibliográfica que apresenta conceitos, objetivos e metas do TPM e de assuntos ligados a ele. O terceiro estabelece a metodologia que foi usada nesse estudo. O quarto capítulo apresenta os resultados e discussões e o quinto capítulo mostra as conclusões.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO

Segundo a ABNT (1994), a manutenção pode ser caracterizada como sendo o conjunto de todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição desejada.

Foi com a Revolução Industrial do século XVIII que a função manutenção foi considerada como forma de garantir a continuidade do trabalho. Entretanto, atividades como conservação de objetos e ferramentas de trabalho podem ser observadas desde antes.

A evolução da manutenção pode ser dividida em três gerações, conforme a Figura 1.

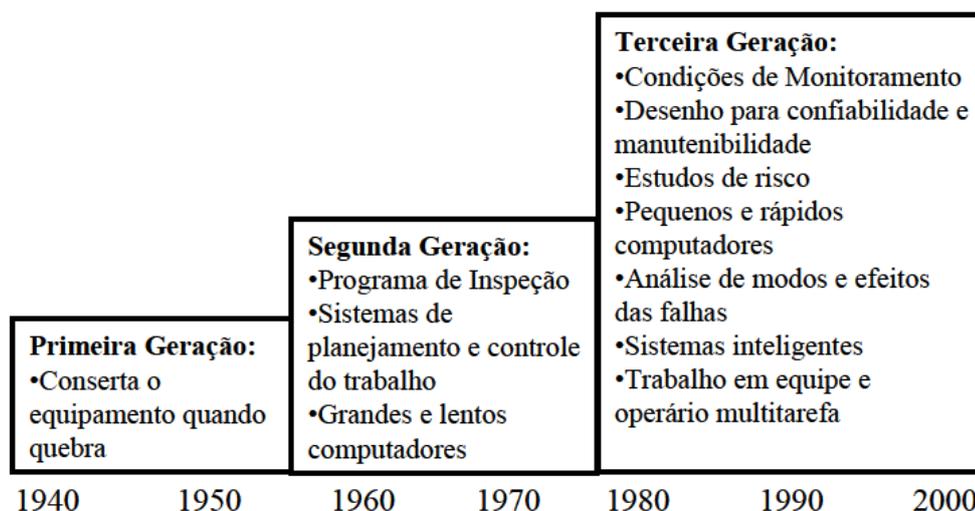


Figura 1: Gerações da Manutenção
Fonte: Tondato (2004) *apud* Moubray (1997).

Até a Primeira Guerra mundial, o operador realizava a produção e a manutenção do equipamento. Os consertos e reparos eram simples e a manutenção era baseada em limpezas superficiais, rotinas de lubrificação e reparo após a quebra TONDATO (2004).

Após o período da primeira Guerra houve uma demanda por sistemas de manutenção mais eficazes, originando o que hoje é a manutenção corretiva.

Com a Segunda Guerra Mundial, no fim da década de 30 até meados da década de 60, a necessidade de produção aumentou e a indústria estava bastante

dependente do bom funcionamento das máquinas. Dessa forma, as falhas dos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas. Assim, iniciou-se a prática do monitoramento de máquinas e equipamentos com base no tempo, caracterizando o que é a manutenção preventiva hoje. (PINTO, XAVIER, 1999; COSTA, 2013).

A partir da década de 70 teve início o desenvolvimento dos microcomputadores a custos mais acessíveis e controles mais simples, o que possibilitou o manejo de informações e análise de dados que envolviam manutenção e produção. Houve um aumento da confiabilidade dos processos industriais e da disponibilidade de equipamentos e máquinas com intervenções mais curtas e precisas com análises dos riscos envolvidos; melhoria da segurança e condições ambientais em geral (NETTO, 2008).

2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

A forma pela qual é feita a intervenção nos equipamentos, sistemas ou instalações caracteriza os tipos de manutenção existentes. A Figura 2 ilustra os tipos de manutenção.

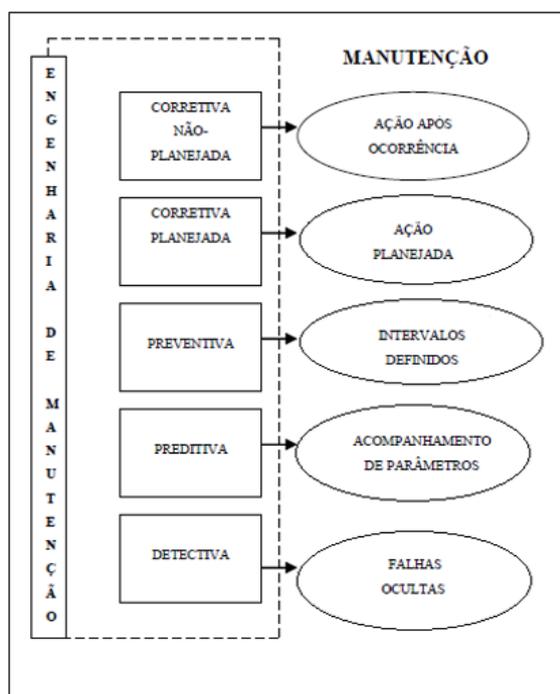


Figura 2: Tipos de Manutenção
 Fonte: Costa, 2013 *apud* KARDEC & NASCIF, 2009

Como exemplificado na Figura 2 a manutenção é dividida em: corretiva não planejada, corretiva planejada, preventiva, preditiva, detectiva e engenharia da manutenção e esses tipos serão descritos detalhadamente na sequência deste trabalho.

2.2.1 Manutenção Corretiva

Esse tipo de estratégia de manutenção foi primeiramente adotado em fábricas antes de 1950.

Segundo Pinto e Xavier (1999) a manutenção é considerada corretiva quando a sua atuação ocorre para a correção da falha ou do desempenho do equipamento menor que o esperado. A manutenção corretiva não é necessariamente a manutenção de emergência. Assim, o objetivo da manutenção corretiva é corrigir ou restaurar as condições de funcionamento do equipamento ou sistema.

A manutenção corretiva pode ser subdividida em duas classes: não planejada e planejada.

A primeira é caracterizada na atuação de um fato já ocorrido, não dispondo de tempo para a preparação do serviço.

Esse tipo de manutenção gera altos custos devido à quebra inesperada pode ocasionar perdas de produção, perda na qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção. O impacto pode ser ainda maior se considerado indústrias de processos contínuos como por exemplo: petróleo, petroquímico e fertilizantes, pois durante o seu processo ocorrem atividades em paralelo com elevadas pressões, temperaturas, vazões e interromper essas atividades compromete a qualidade e o ritmo da produção (PINTO, XAVIER, 1999).

A Manutenção Corretiva Planejada, por decisão gerencial, ocorre a correção do desempenho menor que o esperado ou da falha. É feito um acompanhamento preditivo ou é decidido operar o equipamento até a sua quebra. Um trabalho planejado é mais acessível economicamente, mais rápido de atuar para a correção e mais seguro, o que implica numa qualidade melhor do produto. Assim, a informação fornecida pelo acompanhamento do equipamento é essencial para um planejamento, mesmo que a decisão seja deixar o equipamento funcionar até a quebra. Dessa forma, a equipe de manutenção pode se organizar para deixar outro equipamento idêntico

no estoque para a troca, ou estar em alerta para fazer o reparo quando necessário (PINTO, XAVIER, 1999).

A incorporação desse tipo de manutenção pode se originar de vários fatores:

- Melhor planejamento dos serviços;
- Possibilidade de alinhar a necessidade da intervenção com os interesses da produção;
- Aspectos relacionados com a segurança-falha não provocam nenhuma situação de risco para os trabalhadores ou para a instalação;
- Garantia de equipamentos sobressalentes, equipamentos e ferramental;
- Ter recursos humanos com a tecnologia necessária para a execução dos serviços.

Por estes motivos, a manutenção corretiva planejada deve ser considerada primeiramente quando comparada a manutenção corretiva não planejada.

2.2.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a diminuir ou evitar a falha ou queda no desempenho, seguindo um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo (RIBEIRO, 2003).

Esse tipo de manutenção busca prevenir, evitar que as falhas ocorram. Em alguns setores, como na aviação, a manutenção preventiva é obrigatória, porque o fator segurança se sobrepõe aos demais (RIBEIRO, 2003).

A definição do plano da manutenção preventiva deve ser estipulada para cada instalação, pois nem sempre os fabricantes fornecem dados precisos para a adoção nos planos, mas também porque as condições operacionais e ambientais têm influência na expectativa de degradação dos equipamentos.

Segundo Pinto e Xavier (1999), os seguintes fatores devem ser levados em consideração para adoção de uma política de manutenção preventiva:

- Quando não é possível a manutenção preditiva.
- Aspectos relacionados com a segurança pessoal ou da instalação que tornam necessária a intervenção, normalmente para substituição de componentes.
- Por oportunidade em equipamentos críticos de difícil liberação operacional.
- Riscos de agressão ao meio ambiente.

- Em sistemas complexos e/ou de operação contínua. Exemplo: petroquímica, siderúrgica, indústria automobilística.

Mas existe o lado negativo em relação à manutenção preventiva que é a introdução de defeitos não existentes no equipamento devido a: falha humana, falha de sobressalentes, contaminações introduzidas no sistema de óleo, danos durante partidas e paradas e falhas dos procedimentos de manutenção.

Assim, de acordo com Pinto e Xavier (1999), quanto mais altos forem os custos de falhas, quanto mais falhas prejudicarem a produção e quanto maiores forem as consequências das falhas na segurança pessoal e operacional mais conveniente será a manutenção preventiva. Mas a decisão pelo uso desse tipo de manutenção não exime a aparição de defeitos.

2.2.3 Manutenção Preditiva

É conhecida também por manutenção sob condição (*Condition Based Maintenance* - CBM) ou manutenção com Base no Estado do Equipamento (AHUJA, KHAMBA, 2008b).

Este tipo de manutenção foi o rompimento com um modelo que vinha sendo seguido e foi intensificado com o desenvolvimento de equipamentos que permitiam avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento. É um meio termo entre os dois tipos de manutenção anteriores. Consiste em programar a parada no momento necessário, tanto para o equipamento como para o processo produtivo. Isto é possível através do monitoramento de certos parâmetros ou condições da máquina, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível (SUZUKI, 1994).

Segundo Takahashi e Osada (1993), esse tipo de manutenção evita a tendência à manutenção e os reparos excessivos. Quando o grau de degradação se aproxima ou atinge o limite previamente estabelecido, é tomada a decisão de intervenção. Normalmente esse tipo de acompanhamento permite a preparação prévia do serviço, além de outras decisões e alternativas relacionadas com a produção. A manutenção preditiva prediz as condições dos equipamentos e quando é decidido intervir o que se faz é uma manutenção corretiva planejada (RIBEIRO, 2003).

As condições básicas para adotar a Manutenção Preditiva são as seguintes:

- O equipamento, sistema ou instalação devem permitir algum tipo de monitoramento/medição.
- O equipamento, sistema ou instalação devem merecer esse tipo de ação em função dos custos envolvidos.
- As falhas devem ser oriundas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada.
- Seja estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico, sistematizado.

O acompanhamento dos equipamentos reduz os acidentes por falhas de grandes proporções em equipamentos. A ocorrência de falhas não esperadas também fica reduzida, o que proporciona, além do aumento de segurança pessoal e da instalação, redução de paradas inesperadas da produção que, dependendo do tipo de planta, implicam consideráveis prejuízos (PINTO, XAVIER, 1999).

2.2.4 Manutenção Detectiva

Este tipo de manutenção é mais recente, começou a ser mencionada na literatura na década de 90.

Manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não-perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Para se detectar as falhas ocultas são empregados dispositivos como lâmpadas de sinalização e alarmes de painel. A identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade (PINTO, XAVIER, 1999).

2.2.5 Engenharia de Manutenção

Depois da manutenção preditiva, a engenharia da manutenção pode ser considerada uma quebra de paradigma, pois novamente houve uma ruptura do padrão seguido até aquele momento como uma mudança na rotina das atividades (PINTO, XAVIER, 1999). Praticar a engenharia de manutenção significa promover uma mudança cultural na empresa, buscar aplicar técnicas modernas e estar nivelado com a manutenção de primeiro mundo. Para que isso aconteça é necessário deixar de consertar as máquinas continuamente e procurar as causas básicas, excluir

problemas crônicos, aumentar a confiabilidade, melhorar padrões e sistemáticas e dar *feedback* ao projeto (PINTO, XAVIER, 1999).

Dessa forma, acompanhar os dados e informações que o sistema de manutenção preditiva colhe e armazena permite fazer análises e proposições de melhorias.

2.3 INDICADORES DA MANUTENÇÃO

Segundo ZEN (2008) *apud* NETTO (2008) existem diferentes indicadores e a dúvida é qual deles deve-se utilizar para obter os melhores resultados. Um dos apontamentos é escolher indicadores que sejam o resultado do desdobramento dos objetivos das empresas, o de maior retorno em termos de informações e lucratividade. Não existe uma quantidade recomendada, mas a indicação é de começar a fazer o básico para poder acompanhar os resultados de forma adequada.

De acordo com ZEN (2008) *apud* NETTO (2008) e SLACK et al (2002) são recomendados os seguintes indicadores:

- Hora Parada ou Hora Indisponível: tempo entre a comunicação de indisponibilidade da máquina até a sua liberação para funcionamento normal.
- Hora de espera: tempo entre a comunicação da indisponibilidade da máquina e o momento do início do atendimento.
- Hora de impedimento: tempo gasto com ações que não dependem do grupo da manutenção, demandam ações de outras equipes, como a de compras, de projetos, de laboratório.
- Disponibilidade: probabilidade de em um dado momento um equipamento estar disponível. Ele é o resultado do bom acompanhamento do indicador de hora parada.

A disponibilidade pode ainda ser dividida em outros indicadores:

- Custo de manutenção: representa a somatória dos seguintes itens: custos de intervenção de manutenção (recursos materiais, sobressalentes e mão de obra), custos próprios (internos) da equipe de manutenção, como administração, treinamentos, os custos de perdas de produção (se houver) e o custo da perda de oportunidade pela falta do produto se houver demanda.

- MTBF (*Mean Time Between Failure*) / TMEF (Tempo médio entre falhas): tempo médio entre a ocorrência de uma falha e a próxima.

- MTTR (*Mean Time To Repair*) / TMPR (Tempo médio para reparo): tempo médio entre a reparação e a disponibilização de uma máquina.

- Confiabilidade: probabilidade de que uma máquina funcione corretamente em condições esperadas durante um determinado período de tempo ou de ainda estar em condições de trabalho após um determinado período de funcionamento.

- Manutenibilidade ou Manutenibilidade: É a probabilidade de que um item estragado possa ser colocado para operar, em um período de tempo predefinido, quando a Manutenção é realizada pelos procedimentos normais da empresa.

Esses são alguns dos KPI's (*Key Performance Indicators*) que podem ser adotados, assim como o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) para verificar o desempenho da empresa após a implementação do TPM e são os dados em que os gerentes podem basear as suas decisões.

2.4 FALHAS

Devido à Manutenção Produtiva Total (TPM) ser um modelo de gestão relacionado a melhoria da confiabilidade e produtividade dos produtos e equipamentos e estar relacionada as falhas dos equipamentos e a qualidade e tipo de manutenção que se aplica, será abordado inicialmente conceitos sobre falhas e sobre manutenção para um melhor entendimento do TPM (MORAES, 2004).

2.4.1 Definição de falhas

Há sempre uma possibilidade ao fabricar um produto que ocorram falhas, assim, elas devem ser aceitas, mas não desprezadas. Dessa forma, a produção deve trabalhar para que estas sejam minimizadas. Entretanto, nem todas as falhas tem o mesmo grau de severidade e cabe as empresas distinguir quais são as críticas e como medir o impacto delas.

Segundo Moraes (2004), falha é a situação na qual o equipamento não desempenha as funções para as quais ele foi projetado.

As interrupções da função do equipamento também podem ser definidas como mau funcionamento ou avarias. Essas últimas podem ser abruptas ou por deterioração (TAKAHASHI, 1993; XENOS, 1998).

Avarias abruptas:

- Fatais: mais de três horas de duração;
- De longa duração: mais de uma hora;
- Gerais: de cinco a dez minutos;
- Menores: menos de cinco minutos.

Avarias por deterioração: Inicialmente não levam à parada, mas podem comprometer a função do equipamento:

- Por deterioração funcional;
- Por deterioração da qualidade.

Para SLACK *et al.* (2002) as falhas podem ocorrer devido a problemas dos fornecedores, erros por ações dos clientes ou defeitos no processo de manufatura do produto.

2.4.2 Causas das falhas

As causas das falhas são variadas e podem se apresentar isolada ou simultaneamente e são classificadas a seguir (XENOS, 1998):

- Falta de resistência: originário de uma deficiência de projeto, deficiência na fabricação ou montagem, especificação inadequada do material ;
- Uso inadequado: exposição do equipamento a esforços e condições de uso acima da resistência especificada em projeto;
- Manutenção inadequada: não adequada ou ausência de ações de manutenção para evitar a deterioração.

Pelos conceitos da engenharia de confiabilidade, as repetições de ocorrência das falhas em um equipamento estão em geral associadas ao estágio do ciclo de vida do equipamento e podem ser classificadas em decrescente, constante ou aleatória e crescente.

Segundo Moraes (2004), as falhas de frequência decrescente são denominadas período de mortalidade infantil ou vida inicial e estão relacionadas ao início da vida do equipamento. Elas geralmente são causadas por problemas de

projeto, de fabricação e de instalação ou erro na operação por falta de treinamento inicial.

As falhas de frequência constante ou aleatória são associadas a fase de estabilidade do equipamento denominada também vida normal. Elas estão relacionadas à aplicação de esforços acidentais, erros de manutenção e operação e que não tendem a variar à medida que o equipamento envelhece. Se comparada às falhas de frequência crescente ou decrescente a frequência dessas falhas é pequena.

As falhas de frequência crescente são associadas ao período de instabilidade intrínseco ao fim da vida útil do equipamento onde o mesmo é degenerado por fadiga e desgaste (TAKAHASHI, 1993; XENOS, 1998; SLACK, 2006).

A Figura 3 demonstra o comportamento das falhas nos equipamentos.

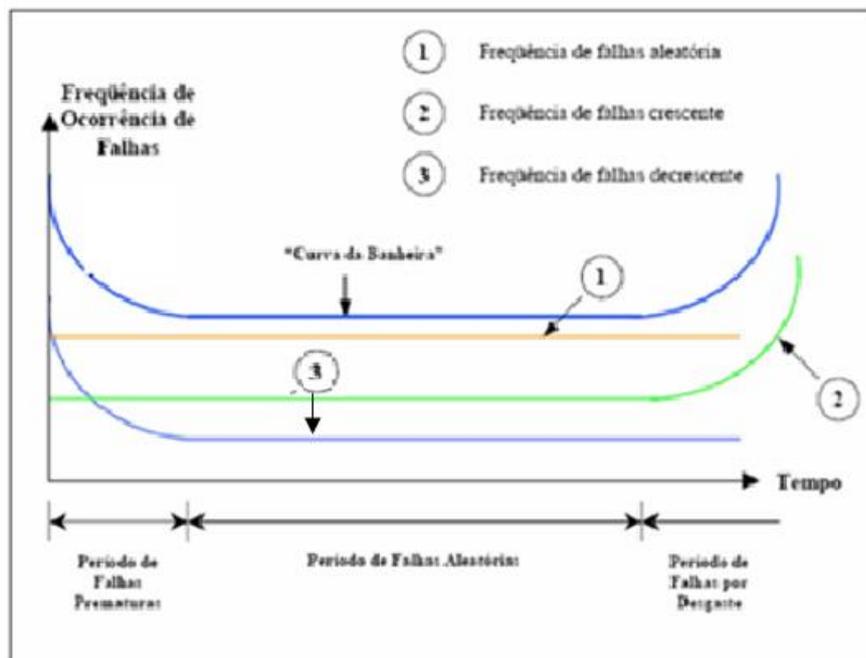


Figura 3: Curva da banheira
Fonte: Xenos, 1998.

A Figura 3 é denominada Curva da Banheira devido a sua forma e mostra a combinação dos três períodos de frequência das falhas.

2.4.3 Análise das falhas

São necessárias investigações da causa raiz da falha e a utilização dos resultados para evitar a reincidência.

Medidas como limpeza e verificação dos equipamentos, conhecimento e obediência as condições de uso previstas em projeto, recuperação das degenerações, conserto das deficiências provenientes do projeto ou fabricação e maior treinamento técnico dos usuários e mantenedores são ações básicas para a eliminação das falhas.

Segundo Slack (2006), muitas organizações adotam responsabilidade pelo produto, dessa forma eles tornam-se mais facilmente rastreáveis e assim também as suas falhas, podendo ser arrumadas.

Existe também a análise das queixas que pode ser vista como fonte de informação sobre erros e elogios, mas não deve ser tomada como referência pois, nem todos os consumidores do produto ou serviço repassa essa análise ao fabricante.

A análise crítica de incidentes necessitam que os clientes identifiquem os elementos dos produtos que consideraram satisfatórios ou insatisfatórios. Essa transcrição é analisada quanto aos fatores, características e causas da opinião gerada e assim relacionadas a possíveis causas de falhas (SLACK, 2006).

Outra maneira de procurar a causa raiz da falha é o Método dos Cinco Porquês, criado por Taiichi Ohno e que é usado como base para a prática e evolução do Sistema de Produção Toyota (OHNO, 1997). Nessa técnica, após a ocorrência da falha, as pessoas responsáveis pela identificação da causa da falha iniciam uma série de perguntas sobre o porquê de a falha ter ocorrido. Essa metodologia é conhecida como 5W1H onde o W e H vem dos termos em inglês *What, Why, Who, Where, When* e *How* cujas traduções são respectivamente O que, Por que, Quem, Onde, Quando e Como. Em geral até o quinto questionamento pode-se identificar a causa raiz da falha (OHNO, 1997; SUZUKI, 1994).

2.4.4 Análise do efeito e modo de falha (FMEA – *Failure mode and affect analysis*)

O objetivo dessa ferramenta é identificar as características do produto ou serviço que são críticas para vários tipos de falhas. É uma forma de identificar erros antes que aconteçam através de um procedimento de lista de verificação (SLACK, 2006).

Para cada possível falha são analisadas três perguntas:

- Qual a probabilidade de a falha ocorrer?
- Qual seria a consequência da falha?

- Com qual probabilidade essa falha é detectada antes que afete o cliente?

É feita uma avaliação quantitativa dessas perguntas. Para cada pergunta é atribuído um valor de 1 a 10, sendo 1 a probabilidade remota ou severidade pequena e 10 a probabilidade muito alta e severidade catastrófica. A partir desses números é calculado um número de prioridade de risco (NPR) para cada causa potencial.

A prioridade para se tentar eliminar a falha é dada ao modo que atinge o maior índice de NPR.

2.5 TPM (*TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*)

O TPM teve início no Japão na década de 1970, em uma das integrantes do grupo Toyota, a Nippon Denso, mas chegou ao Brasil somente em 1986 (ALVES, OLIVEIRA, 2014). A Nippon Denso foi a primeira empresa japonesa a receber o Prêmio de Excelência do JIPM (*Japanese Institute of Plant Maintenance*) em reconhecimento a suas boas práticas de manutenção (PINTO; XAVIER 1999).

Este processo de premiação foi o início da criação de um modelo referencial de utilização dos conceitos do TPM.

Desde 1971, o JIPM tem focalizado a utilização e disseminado a metodologia do TPM para empresas do Japão e de outros países, com o objetivo de redução de perdas e melhorias de resultados operacionais (PINTO; XAVIER, 1999).

Através do treinamento dos colaboradores, estes são capazes de monitorar seu equipamento através dos cinco sentidos e realizar pequenas intervenções, eliminar as perdas buscando a máxima eficiência do sistema de produção. A melhor prevenção contra quebras deve partir de um agente, o operador, daí a frase "da minha máquina cuido eu" (SLACK *et al.* 2002).

Assim, o objetivo do TPM é a melhoria da estrutura da empresa em termos materiais e em termos humanos, visando a eliminação das falhas (TAKAHASHI, OSADA, 1993).

As metas do TPM são: quebra zero, acidente zero, defeito zero, aumento da eficiência dos equipamentos e processos administrativos.

Segundo Takahashi e Osada (1993), a manutenção produtiva total (MPT) é também conhecida como TPM (*Total Productive Maintenance*) e são as atividades de manutenção produtiva com participação de todos os funcionários da empresa. Esse é

considerado um dos métodos mais eficazes para transformar uma fábrica em uma operação com gerenciamento orientado para o equipamento.

Um das exigências para que essa transformação ocorra é que todos, inclusive a alta gerência, os supervisores e os operários, coloquem sua atenção a todos os componentes da fábrica, como as matrizes, os dispositivos, e as ferramentas. A importância do gerenciamento dos equipamentos deve ser compreendida, pois a confiabilidade, a segurança, a manutenção e as características operacionais da fábrica são os elementos decisivos para a qualidade, quantidade e custo (TAKAHASHI, OSADA, 1993).

O TPM visa encorajar uma cultura em que os operadores desenvolvam o domínio de suas máquinas, aprendem mais sobre elas e desenvolvem de forma coletiva habilidades de resolução de problemas e diagnóstico (AHUJA e KHAMBA, 2008a).

Segundo Rodrigues (2012) e o JIPM, instituto responsável por publicar e premiar as melhores práticas da Manutenção Produtiva Total, as características do TPM são explicadas abaixo:

- Maximização da eficiência do sistema de produção, através da eliminação das falhas, defeitos, desperdícios e obstáculos à produção;
- Estabelecimento de metas (zero) visando a eliminação de todas as perdas, defeitos, avarias;
- Participação e integração de todos os departamentos envolvidos, tais como o planejamento, o desenvolvimento de produto, vendas, *marketing*, administrativo, a produção e a manutenção;
- Envolvimento e participação de todos, da direção de topo até aos operacionais;
- Busca permanente de economias, visando o lucro;
- Manutenção espontânea executada pelo próprio operador.

Desse modo, tendo o comprometimento de todos na empresa a implantação e busca das metas torna-se mais acessível.

Segundo Slack *et al.* (2002), o TPM precisa ser medido e o OEE é um dos indicadores que pode ser usado para mensurar, controlar e melhorar. Com base nesse índice é possível verificar se a implantação do TPM trouxe uma melhora as empresas (AHUJA; KHAMBA, 2007).

$$\text{OEE} = \text{Fator grau de utilização} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade} \quad (1)$$

Os dados do indicador OEE estão na Figura 4:

$\text{Fator Grau de Utilização} = \frac{\text{Disponibilidade} \times \text{Utilização}}{\text{Tempo Total}}$
$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Total} - \text{Paradas de Manutenção}}{\text{Tempo Total}}$
$\text{Utilização} = \frac{\text{Tempo Disponível} - \text{Paradas de Operação}}{\text{Tempo Disponível}}$
$\text{Performance} = \frac{\text{Quantidade Produzida} \times \text{Tempo ciclo ideal}}{\text{Tempo de Operação}}$
$\text{Qualidade} = \frac{\text{Produção Total} - \text{Produção defeituosa}}{\text{Produção Total}}$

Figura 4: Fórmulas para utilização no cálculo de OEE.
Fonte: Adaptado SLACK *et al.* (2002).

Onde:

- Fator Grau de Utilização: é o produto entre a Disponibilidade e a Utilização, assim, é uma comparação entre o tempo em que o sistema deveria estar produzindo e o tempo que efetivamente produz;
- Performance: é a relação da produção real do sistema, e do que ele seria capaz de produzir, em condições ideais, em um mesmo intervalo de tempo;
- Qualidade: é uma comparação entre a quantidade de produtos fabricados, com a quantidade de produtos fabricados dentro das especificações.

2.6 OS 8 PILARES DO TPM

No TPM, as práticas básicas são também chamadas de pilares e são agrupados em 8 colunas como o alicerce da casa que é o TPM (PAULA *et al.*, 2010). A Figura 5 mostra os pilares que sustentam o TPM.

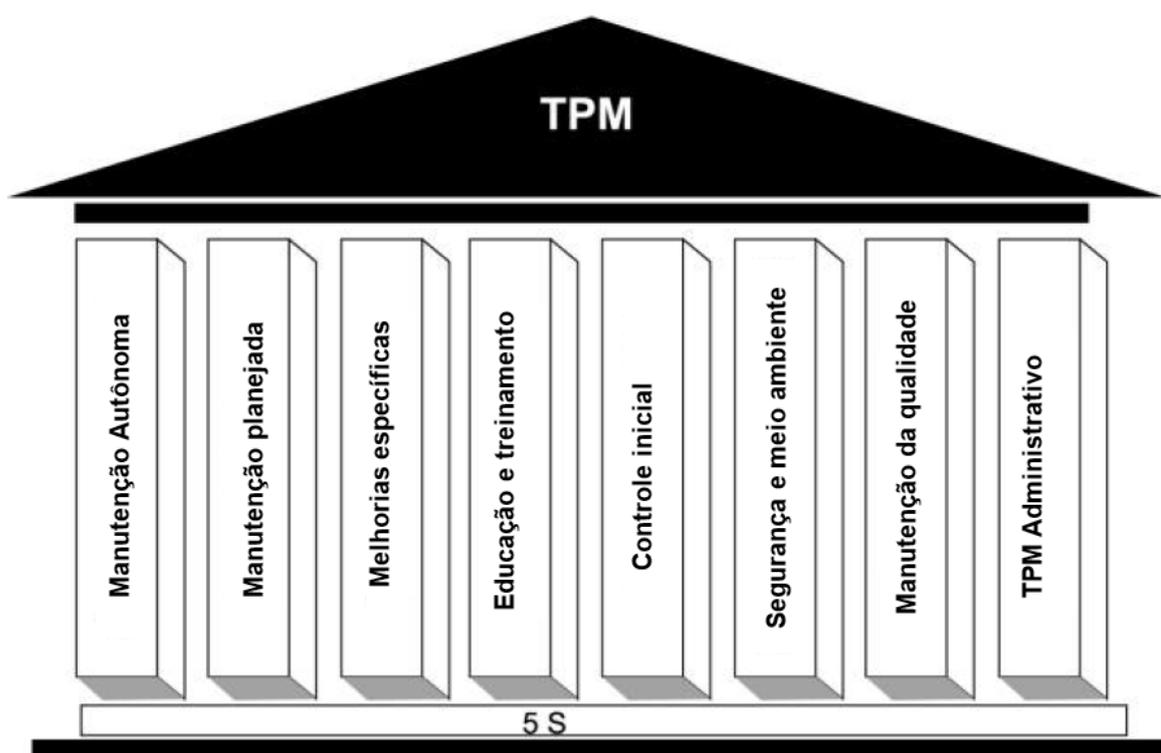


Figura 5: Os 8 pilares do TPM
Fonte: Adaptado JIPM (2016).

Nas seções seguintes cada pilar mostrado na Figura 5 será explicado.

2.6.1 Manutenção Autônoma

Esse pilar visa a melhoria da eficiência dos equipamentos (quebras, falhas e defeitos) e o reparo das deteriorações (condições ideais de limpeza, inspeção e conservação). Para isso é necessário desenvolver a capacidade dos operadores para a execução de pequenos reparos e inspeções. Para que os operadores possam fazer esse reparo é preciso que eles estejam treinados para isso. Dessa forma, é possível manter o processo de acordo com padrões estabelecidos e assim, antecipar-se aos problemas potenciais (PAULA *et al.*, 2010).

A manutenção autônoma é estruturada em 7 passos que são descritos no quadro 1.

	Nome	Atividades
1	Limpar e inspecionar	Eliminar todo o pó e a sujeira do equipamento, lubrificar e apertar parafusos. Encontrar e corrigir anomalias.
2	Eliminar fontes de problemas e áreas inacessíveis	Corrigir as fontes de sujeira e pó; prevenir sua dispersão e melhorar a acessibilidade para a limpeza e lubrificação. Otimizar o tempo de limpeza e inspeção.
3	Preparar padrões de limpeza e lubrificação	Redigir padrões que assegurem que a limpeza e lubrificação sejam feitas eficientemente. (Preparar um programa para as tarefas periódicas).
4	Realizar inspeções gerais	Depois de receber o treinamento e estudar os manuais de inspeção, realizar inspeções gerais para encontrar e corrigir pequenas anormalidades do equipamento.
5	Realizar inspeções autônomas	Preparar <i>check list</i> padrões para inspeções autônomas. Realizar as inspeções.
6	Padronizar aplicando a gestão visual do lugar de trabalho.	Padronizar e gerenciar visualmente todos os processos de trabalho. Exemplos de padrões necessários: <ul style="list-style-type: none"> - Padrões de limpeza, lubrificação e inspeção; - Padrões para o fluxo de materiais na planta; - Padrões para métodos de registro de dados; - Padrões para gerenciamento de ferramentas.
7	Implantação da gestão autônoma do equipamento	Desenvolver políticas e objetivos da empresa; fazer das atividades de melhoria parte do trabalho diário; promover a autogestão do equipamento.

Quadro 1: Os sete passos da manutenção autônoma

Fonte: Tondato, 2004 *apud* Shirose *et al.* (1999)

As três primeiras etapas têm a finalidade de impedir a deterioração e manter as condições básicas do equipamento com atividades de limpeza, lubrificação e inspeção. Nos passos 4 e 5 são estabelecidos padrões de inspeções gerais e periódicas como *check list* e controles visuais. O passo 6 abrange toda a empresa ordenando e organizando materiais e ferramentas e o passo 7 é a consolidação das atividades autônomas, é fazer que as atividades sejam parte da rotina dos funcionários (SHIROSE *et al.*, 1999).

2.6.2 Manutenção planejada

Os objetivos deste pilar são aumentar a conscientização das perdas decorrentes das falhas dos equipamentos, a capacitação dos técnicos, a confiabilidade dos equipamentos e minimizar os custos de manutenção. Desta forma, busca melhorias no sistema de manutenção utilizado pelas organizações.

Para chegar nesses objetivos, a empresa precisa estruturar uma base de dados para que possam ser estabelecidos indicadores do nível de eficiência da manutenção e dos resultados obtidos pelos equipamentos. Esse pilar tem foco preventivo (CARRIJO, 2008; COSTA, 2013; PAULA *et al.*, 2010).

2.6.3 Melhorias específicas

Segundo Paula *et al.* (2010) esse pilar desenvolve atividades para eliminar as perdas mais importantes do sistema produtivo, as oito grandes perdas, que reduzem o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*: Eficiência Global do Equipamento). Com o OEE, é possível averiguar se a utilização do equipamento está sendo total e onde poderiam ser realizadas melhorias. A melhoria específica utiliza a análise física do mecanismo (PM – *Physical Mechanism*) para redução dos defeitos e a análise dos porquês para encontrar a causa raiz dos problemas (PAULA *et al.*, 2013).

2.6.4 Educação e treinamento

Este pilar relaciona-se à aplicação de treinamentos técnicos e comportamentais para desenvolvimento das equipes, principalmente com relação a liderança, a flexibilidade e a autonomia (COSTA, 2013).

Neste pilar pode ser utilizada uma ferramenta chamada lição ponto a ponto que é uma forma de treinar os colaboradores. Os próprios operários fazem desenhos em uma folha de papel e sucintamente repassam para os outros operadores (TONDATO, 2004).

2.6.5 Controle inicial

Neste pilar é feito um levantamento do histórico dos equipamentos, de todas as imperfeições e melhorias que foram feitas, e com o conhecimento adquirido torna-se apto a introduzir novos projetos com os conceitos de prevenção da manutenção e assim sem perdas (velocidade, qualidade, tempo, custo, quebras) (PAULA *et al.*, 2010; FREITAS, 2002; COSTA, 2013).

É necessário implementar, manter e agir com a manutenção preditiva monitorando as máquinas com o objetivo de obter o máximo de disponibilidade.

2.6.6 Segurança e meio ambiente

Tem como objetivo atingir zero acidente e a poluição zero, assim como desenvolver um pensamento preventivo em relação aos acidentes (RIBEIRO, 2003). Dessa forma, busca eliminar condições que afetem a segurança e proporcionar a preservação da saúde e bem-estar dos funcionários e do meio ambiente.

Uma das formas que esse pilar pode ser colocado em prática é por meio de inspeções nos equipamentos e levantamento das condições inseguras. Se alguma situação for detectada é colocado uma etiqueta amarela assinalando o que precisa ser reparado (RIBEIRO, 2003; PAULA *et al.*, 2010).

2.6.7 Manutenção da qualidade

O objetivo desse pilar é garantir o zero defeito da qualidade e proporcionar ações que buscam manter as condições básicas das máquinas, materiais, métodos e mão de obra (FREITAS, 2002; PAULA *et al.*, 2010; COSTA, 2013).

Para que as condições básicas dos equipamentos sejam mantidas elas são verificadas e medidas regularmente. Desse modo pode ser verificado se os valores medidos se enquadram dentro dos valores padrão para prevenir defeitos. Se houver alteração dos valores medidos eles são observados para prevenir ocorrência de defeitos (PAULA *et al.*, 2010).

Para prevenir defeitos em produtos gerados por problemas nos equipamentos ou no processo deve-se estabelecer a relação entre as características da qualidade, as condições de processamento e a precisão dos equipamentos. (COSTA, 2013).

Enquanto a manutenção autônoma pretende eliminar a deterioração acelerada a manutenção da qualidade pretende identificar, implementar e manter as condições necessárias para o equipamento produzir com zero defeitos (PAULA *et al.*, 2010).

2.6.8 TPM Administrativo

O objetivo desse pilar é aumentar a velocidade e a qualidade das informações geradas nos processos administrativos. Dessa forma, utilizando os conceitos de organização, limpeza e arrumação do ambiente de trabalho (5S), as equipes das áreas administrativas conseguem identificar os problemas nos processos, analisar as perdas, implantar melhorias e padronizar procedimentos adequados, evitando interferir na eficiência no chão de fábrica (CARRIJO, 2008; COSTA, 2013).

O quadro 2 mostra as fases e as etapas para a implementação da metodologia do TPM.

FASE	ETAPA	ELEMENTOS BÁSICOS
Preparação	1 - Comprometimento da alta administração.	Divulgação do TPM em todas as áreas da empresa / Divulgação através de jornais internos.
	2 - Divulgação e Treinamento Inicial.	Seminário interno dirigido a gerentes de nível superior e intermediário / Treinamento de operadores.
	3 - Definições do órgão ou Comitê responsável pela Implantação	Estruturação e definição das pessoas do Comitê de Implantação.
	4 - Definições da Política de Metas	Escolha das metas e objetivos a serem alcançados.
	5 - Elaboraões do Plano Diretor de Implantação	Detalhamento do plano de implantação em todos os níveis.
Introdução	6 - Outras atividades relacionadas com a introdução	Convite a fornecedores, clientes e empresas contratadas.
Implementação	7 - Melhorias em Máquinas e equipamentos	Definição de áreas e/ou equipamentos e estruturação das equipes de trabalho.
	8 - Estruturação da Manutenção Autônoma.	Implantação da Manutenção Autônoma, por etapas, de acordo com programa / Auditoria de cada peça.
	9 - Estruturação do setor de Manutenção e Condução da Manutenção Preditiva.	Condução da Manutenção Preditiva / Administração Plano MPd / Sobressalentes, Ferramentas, Desenhos.....
	10 - Desenvolvimento e Capacitação do Pessoal.	Treinamento de pessoal de operação para desenvolvimento de novas habilidades relativas a Manutenção / Treinamento de pessoal de Manutenção para análise, diagnóstico, etc. / Formação de Líderes.
	11 - Estrutura para Controle e Gestão dos Equipamentos numa Fase inicial.	Gestão do fluxo inicial / LCC (Life Cycle Cost).
Consolidação	12 - Realização do TPM e seu aperfeiçoamento.	Candidatura ao Prêmio PM / Busca de objetivos mais ambiciosos.

Quadro 2: As 12 etapas da implantação do TPM
Fonte: Adaptação de Pinto & Xavier (1999) e Yamagushi (2005)

Segundo Tavares (1999) para a fase preparatória do TPM estima-se que dure de 3 a 6 meses e para o início do estágio de consolidação de 2 a 3 anos de acordo com a metodologia do JIPM.

2.7 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)

Segundo Ohno (1997), em 1973, a crise do petróleo seguida da recessão afetou governos, empresas e a sociedade em geral, mas a *Toyota* despontava com lucros maiores do que as outras empresas e foi reconhecida como uma das principais montadoras. Todo esse sucesso foi devido ao desenvolvimento de um sistema de produção conhecido como o Sistema Toyota de Produção, que teve início no pós Segunda Guerra Mundial.

Segundo Shingo (1996), produção é uma rede de processo e operações. Processos transformam as matérias-primas em produtos e as operações podem ser vistas como o trabalho para realizar essa transformação.

De acordo com Ghinato (1996) o Sistema Toyota de Produção é um sistema que tem como objetivo a identificação e a eliminação total dos desperdícios e redução dos custos.

O STP é sustentado por dois pilares, o *Just in time* (JIT) e a automação.

O *Just-in-time* (JIT) evoluiu na década de 70 no Japão e significa no exato momento. Seu objetivo é fabricar na melhor forma do processo de fabricação dos produtos, na qualidade adequada, na quantidade certa, no momento oportuno e com o menor custo possível (SLACK *et al.*, 2002). Durante a produção, as partes que compõe o produto final chegam na linha no momento que vão ser utilizadas. Assim, as atividades iniciais do processo só vão produzir o que as atividades finais precisarem. Esse sistema busca os seguintes fatores: eliminação dos estoques, garantia da qualidade do produto, garantia do processo, treinamento e educação contínuos, produção em pequenos lotes e produção puxada (produto só é fabricado quando é feita uma solicitação) (OHNO, 1997).

Automação ou *jidoka* nasceu também no Japão e é considerada a automação com toque humano (OHNO, 1997). É um estágio anterior à automação, pois a detecção da não conformidade é função da máquina, mas a correção é atribuída ao operador (GHINATO, 1996). As máquinas possuem dispositivos que impedem a

fabricação de produtos com defeitos ou anormalidades e são corrigidas pelos operadores.

O 5S nasceu também no Japão no fim da década de 60 e foi utilizado no pós 2º Guerra Mundial com o objetivo de reorganizar o país (CATUNDA *et al.*, 2010). Ele requer um comprometimento de todos na empresa e traz uma melhoria para o ambiente e para as condições de trabalho.

Tem como objetivo a melhora no ambiente de trabalho, a redução de desperdício, a eliminação de atividades que não agregam valor, o aumento da segurança e a melhora na eficiência da qualidade (CATUNDA *et al.*, 2010).

O 5S's vem das iniciais de cinco palavras japonesas: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke*. A seguir a definição dos 5S's segundo JUNIOR (2002), RIBEIRO (2003).

- *Seiri*: organização. Separação do que é necessário do que não é.
- *Seiton*: ordem. Organização dos itens necessários em uma ordem adequada para que possam ser facilmente localizados para o uso.
- *Seiso*: limpeza. Limpar o local de trabalho completamente para que não haja pó, sujeira e nenhum outro tipo de contaminação. Eliminação das fontes de sujeira e contaminação.
- *Seiketsu*: saúde e higiene. É a prática dos três sentidos anteriores, para evitar que o local volte ao estado inicial. É manter as condições de trabalho, físicas e mentais, favoráveis à saúde.
- *Shitsuke*: disciplina. Cumprimento do que foi previamente estabelecido.

A Figura 6 mostra o significado dos 5S's com seus principais objetivos.

	Significado	Objetivos
Seiri (Organização)	Distinguir o necessário do desnecessário e eliminar o desnecessário.	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer critérios para eliminar o desnecessário e obedecê-los.
Seiton (Ordem)	Definir um arranjo simples que permita obter apenas o que você precisa, quando precisa.	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente de trabalho arrumado. • <i>Layout</i> e arrumação eficientes (incluindo qualidade e segurança). • Aumento da produtividade por meio da eliminação do tempo gasto procurando as coisas.
Seiso (Limpeza)	Eliminar o lixo, a sujeira e os materiais estranhos, tornando o local de trabalho mais limpo. Limpeza como uma forma de inspeção.	<ul style="list-style-type: none"> • Não sujar: eliminação total do lixo e da sujeira. • Descobrir os pequenos problemas, por meio de inspeções de limpeza. • Compreender que limpeza é inspeção. • Tratar das causas da sujeira.
Seiketsu (Higiene)	Manter as coisas organizadas, arrumadas e limpas, incluindo os aspectos pessoais e os relacionados à poluição.	<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciamento visual inovador, para revelar as anormalidades. • Mudar a percepção das pessoas quanto à importância da higiene pessoal.
Shitsuke (Disciplina)	Fazer naturalmente a coisa certa.	<ul style="list-style-type: none"> • Participação total no desenvolvimento de bons hábitos e locais de trabalho que sigam as regras. • Comunicação e <i>feedback</i> como rotinas diárias. • As pessoas devem seguir as regras e os procedimentos estabelecidos.

Figura 6: Visão Geral do 5S
Fonte: Adaptado de Terra (1996)

A Figura 6 mostra que tem como um de seus objetivos a limpeza e conservação dos equipamentos que são fatores essenciais para a implementação da manutenção autônoma.

Pelos três primeiros princípios, a abordagem do 5S prepara as condições ambientais para a eliminação de itens indesejados e desnecessários, que não serão utilizados e através dos dois últimos princípios, mantem o ambiente limpo e organizado. Essa ferramenta constitui a base de outras atividades de melhoria e deixa um impacto positivo na motivação das pessoas.

2.8 SETE TIPO DE PERDAS

Segundo Ghinato (1996), perdas são atividades que não agregam valor ao produto e que geram custo. Elas são identificadas de diferentes modos nos sistemas produtivos e por isso existem diversas classificações para elas. As divisões mais comuns são as 6 grandes perdas de equipamentos proposta pelo JIPM e as 7 perdas de produção proposta por Taiichi Ohno (1997). Nesse trabalho será discutido as 7 perdas de produção. O STP busca a eliminação dessas perdas (GHINATO, 1996; SHINGO, 1996).

Segundo Shingo (1996) e Ohno (1997) os tipos de perdas são divididos como explicado a seguir.

2.8.1 Perdas por superprodução

De acordo com Shingo (1996) existem dois tipos de perdas por superprodução:

A superprodução por quantidade é a perda quando é produzido além daquilo que foi programado e a superprodução por antecipação representa as perdas devido a produção antecipada dos produtos.

Esse tipo de programação consome capacidade de produção dos recursos quando não são necessários, o que pode ocasionar atrasos de outros produtos que não podem dispor dessa capacidade. A superprodução objetiva uma produção maior para equilibrar a produção de produtos defeituosos ou fazer estoque (OHNO, 1997).

2.8.2 Perdas por transporte

O transporte ou movimentação dos materiais é caracterizado por movimentações desnecessárias de materiais dentro do processo produtivo. É uma operação que não agrega valor ao produto, e dessa forma, busca-se a melhoria do layout e a racionalização dos meios de transporte para a redução desse tipo de perda (SHINGO, 1996).

2.8.3 Perdas no processamento em si

Neste tipo de perda podem ser feitas diversas atividades sem que resultem em melhoria na qualidade do produto, dessa forma são desnecessárias. São ocasionadas pela ineficiência do processo de produção como um todo ou de máquinas e equipamentos de forma isolada. Neste caso, é necessária uma investigação da análise de valor das atividades para que essas perdas sejam eliminadas (OHNO, 1997).

2.8.4 Perdas por fabricação de produtos defeituosos

A fabricação de produtos que não atendam as especificações, e assim defeituosos, geram retrabalho e aumento no custo de produção. Para a eliminação deve-se atuar na causa raiz do problema e não somente na identificação dos produtos defeituosos, pois estes podem se repetir. Um exemplo dessa situação é o defeito num equipamento, onde a identificação dos produtos fora do padrão não elimina a chance da ocorrência da falha. As perdas com produtos defeituosos indicam perdas com material, manuseio, tempo e esforço (GHINATO, 1996).

2.8.5 Perdas por movimentação

Essas perdas são relacionadas as movimentações tanto de mercadorias, como de trabalhadores, ou de máquinas sem que fosse necessário, o que gera atividades que não agregam valor ao produto final (GHINATO, 1996).

Segundo Shingo (1996), é essencial utilizar técnicas de estudo de tempos e movimentos antes de promover melhorias nos equipamentos, como a automatização para eliminar esses desperdícios. Os procedimentos de manufatura e o *layout* da planta podem diminuir movimentos desnecessários.

2.8.6 Perdas por espera

Essa perda baseia-se no tempo em que nenhum processo é realizado. Essa espera pode ser por parte do operador, quando assiste um processo; do processo, quando ocorre falta ou atraso de matéria prima; do processamento de lotes, quando as peças já passaram por um determinado processo e têm que esperar o restante do lote para seguir para a próxima etapa. A redução do *setup* dos equipamentos ajuda na redução desse tipo de perda (GHINATO, 1996).

2.8.7 Perdas por estoque

Os estoques são matérias primas, materiais em processo ou produtos acabados que necessitam ser armazenados como no almoxarifado ou na expedição. A existência de estoque faz com que seja preciso investir na construção de depósitos, na contratação de trabalhadores para carregar essas mercadorias ou mesmo num mecanismo de transporte para a movimentação desses produtos (OHNO, 1997).

O desenvolvimento do *Just-in-time* estabelece que a existência de estoques apenas encobre imperfeições como mercadorias danificadas ou mesmo a obsolescência. Existem três estratégias para acabar com o desperdício de estoque: reduzir os tamanhos de lotes através da redução dos tempos de *setups*, reduzir os ciclos de produção e eliminar quebras e defeitos procurando as causas raízes dos problemas (SHINGO, 1996).

3 METODOLOGIA

Para Gil (2002), a pesquisa pode ser definida como um processo formal e sistemático para a resolução de problemas. O objetivo da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. A pesquisa é realizada quando se tem um problema e não se têm informações para solucioná-lo.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Do ponto de vista da sua natureza o presente trabalho é uma Pesquisa Aplicada, pois tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema a pesquisa é considerada qualitativa, porque considera que há uma relação entre o mundo objetivo e o subjetivo que não pode ser traduzido em números. Essa abordagem não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas, utiliza o ambiente natural como fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem (SILVA, MENEZES, 2005).

Do ponto de vista de seus objetivos a pesquisa é exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema para torná-lo explícito. Também envolve levantamento bibliográfico; análise de exemplos que estimulem a compreensão. Visa identificar os fatores que contribuem para o sucesso e fracasso da implementação do TPM. Pode assumir as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso (GIL, 2002).

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos o trabalho é caracterizado como pesquisa bibliográfica estudo de caso. Pesquisa bibliográfica, pois para a sua construção é utilizado material já publicado, como livros, artigos de periódicos e material disponibilizado na Internet de pesquisas semelhantes ou mesmo complementares ao tema do trabalho. A busca dessas fontes torna-se necessária para que não haja duplicação de esforços e criação de ideias já expostas (MARCONI; LAKATOS, 2011).

E estudo de caso: quando envolve o estudo de um ou poucos objetos de forma que se permita o conhecimento detalhado (GIL, 2002). Nesse trabalho é pesquisado a implantação do TPM em diferentes indústrias e é comparado as situações que contribuíram ou atrapalharam o seu desenvolvimento.

3.2 PASSOS OPERACIONAIS DO LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Depois de definido o tema desse trabalho foi feita uma pesquisa bibliográfica. Foram consultados livros, artigos e trabalhos científicos relacionados com os assuntos TPM, implementação, falhas, barreiras e fatores de sucesso.

Inicialmente, foi feito um rascunho com os itens que estariam na parte do referencial e escolheu-se as palavras chaves TPM, manutenção, *process*, *implementation*, *improvement*, 5S, PDCA a serem combinadas para obter o conteúdo necessário.

A busca da bibliografia foi feita em bases de dados como o *Science Direct* utilizando combinações das palavras chaves selecionadas anteriormente e limitada aos últimos dez anos. Foram empregadas as seguintes combinações: TPM e *process*; TPM e *implementation*; TPM e *improvement*; TPM, *implementation* e *process*. Os fatores de exclusão foram: trabalhos com títulos duplicados, estudos com títulos que não se enquadravam no tema da pesquisa, e também eliminação de pesquisas quando o resumo não era relevante.

Posteriormente foi necessário o agrupamento desse material para análise e para isso foi utilizado o software *Mendeley*®. Após as buscas, os artigos encontrados eram adicionados através de uma extensão desse programa e eram agrupados na biblioteca do autor para serem posteriormente utilizados. Esse *software* ajuda na organização, eliminação dos artigos com títulos repetidos e na configuração das referências.

Assim, após a busca das palavras chaves e compilação no *software*, foi feita uma leitura sistemática eliminando os trabalhos que não se enquadravam no tema proposto, considerando os fatores de exclusão e alcançando o portfólio parcial.

A seguir, depois da leitura de alguns dos artigos separados foi identificado que os principais autores do TPM não constavam no portfólio de trabalho, pois as suas pesquisas haviam sido lançadas em períodos anteriores aos dez anos que a busca foi restringida.

Dessa forma, a procura pelo trabalho desses autores foi feita separadamente em livros e na *internet* diferente do método adotado para obter os artigos separadamente. A Figura 7 mostra um esquema de como foi feita a pesquisa e separação dos artigos e livros do portfólio.

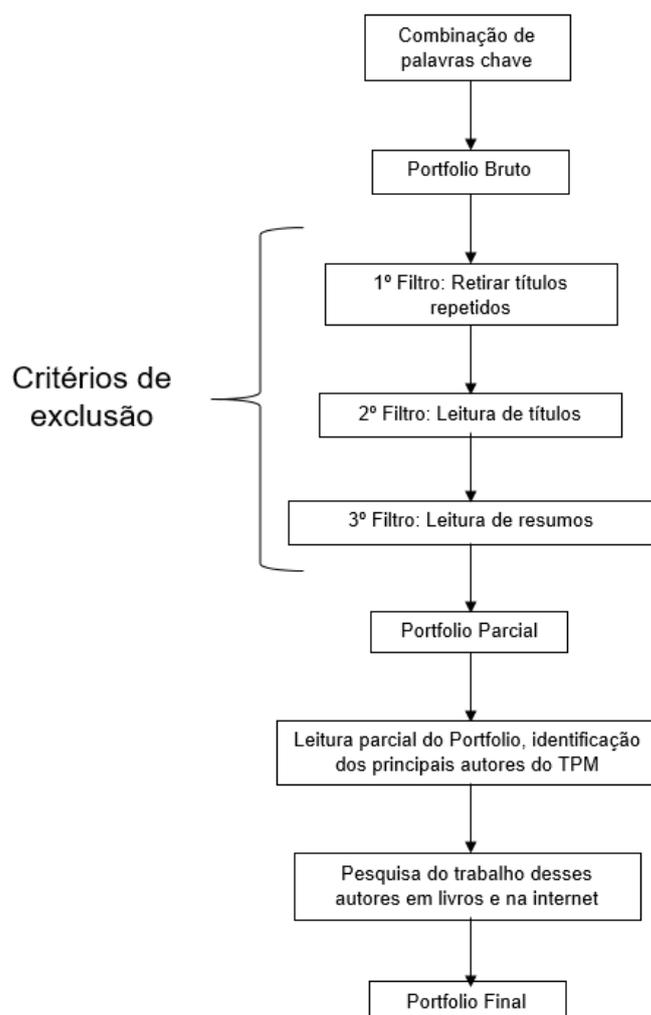


Figura 7: Esquema de como foi feita a pesquisa
Fonte: Autoria Própria (2017)

Posteriormente, foi pesquisado a implantação do TPM por meio de ferramentas como o 5S, PDCA, pois inicialmente seria feita a análise da implantação do TPM utilizando o ciclo PDCA e a relação do 5S com a ferramenta em estudo. A combinação das palavras chaves utilizadas foram: TPM e *implementation* e PDCA, TPM e *implementation* e 5S. Entretanto, o direcionamento da pesquisa foi alterado e

os trabalhos encontrados na primeira combinação indicada nesse parágrafo não foram utilizados.

3.3 EXECUÇÃO DA ANÁLISE COMPARATIVA

Após a pesquisa e obtenção do portfólio final foi estabelecido a estrutura da discussão dos resultados, cada subitem representa a discussão de um objetivo específico.

O estudo foi feito analisando se o 5S é um fator comum na implantação do TPM e qual a relação entre esses princípios e os oito pilares do TPM.

A seguir com os artigos encontrados foram estabelecidos três países para fazer a análise comparativa: Índia, Inglaterra e Brasil. Esses países foram escolhidos baseando-se no desenvolvimento deles. A Inglaterra foi adotada para representar os países com economias fortalecidas, altos índices de industrialização, elevado nível tecnológico. E a Índia e o Brasil para simbolizar economias em desenvolvimento e emergentes.

A análise foi feita apresentando as barreiras encontradas em cada país e a relação delas com a cultura da empresa. Em seguida, os obstáculos verificados foram comparados com os costumes do próprio país.

Posteriormente, as dificuldades em cada país foram confrontadas e foi verificado quais barreiras são comuns aos três países.

Logo após, serão discutidos os fatores de sucesso para uma implantação bem-sucedida do TPM nas indústrias. Esses serão confrontados e apresentados em um quadro.

4 DISCUSSÕES E RESULTADOS

Com a primeira sequência de combinações de palavras chaves obteve-se cerca de 1300 trabalhos, um número elevado para a leitura completa de todos. Foi feita uma leitura de títulos e também dos resumos dos trabalhos e dessa forma, eliminou-se um grande número dos artigos.

A segunda etapa de pesquisa das palavras chaves usando as ferramentas PDCA e 5S retornou poucos artigos sendo que alguns desses já estavam no grupo encontrado anteriormente. Entretanto, devido a uma mudança no direcionamento do trabalho as pesquisas retornadas com a combinação da palavra-chave PDCA não foram utilizadas.

Na próxima seção será discutido a relação da ferramenta 5S com o TPM.

4.1 APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS - 5S

Segundo Sharma; Singh (2015) para uma implementação bem-sucedida do TPM são necessárias ações preliminares, como a implementação do 5S antes do TPM como o princípio mais importante.

Também para Poduval *et al.* (2013) a Manutenção Produtiva Total começa com o 5S. A responsabilidade dos funcionários e o comprometimento deles de executar o 5S é o elemento chave para o sucesso da implementação dessa ferramenta assim como é também um dos fatores essenciais para o êxito do TPM. A fim de incentivar o sentimento de compromisso entre a equipe de uma organização, a alta direção precisa reafirmar sua dedicação e comprometimento.

O 5S é o ponto de partida das atividades de melhoria. Muitas empresas possuem problemas para implementar o TPM devido ao conhecimento insuficiente e falta de habilidades, especialmente na compreensão das ligações entre o 5S e os oito pilares do TPM (AHUJA; KHAMBA, 2008a).

Uma vez que é executado para melhor utilizar a área da fábrica e os equipamentos de forma mais eficiente, melhora a eficiência da empresa (SHARMA; SINGH, 2015 apud SEVIM, 2005).

O quadro 3 compara o 5S com os pilares do TPM.

Princípios do 5S Pilares do TPM	Organização	Ordem	Limpeza	Higiene	Disciplina
Manutenção Autônoma	Direcionar os funcionários para manter itens necessários	Atribuir mais tempo à manutenção como resultado do aumento da produtividade dos funcionários	Base da manutenção autônoma	Facilitação da manutenção autônoma através da marcação e utilização de outros padrões	Desenvolver a cultura de executar manutenção autônoma
Manutenção planejada	Foco da manutenção planejada em itens necessários	Adaptação aos planos	Adaptação aos planos	Facilitação da aceitação e execução de normas de manutenção	Compromisso para executar planos
Melhorias específicas	Limpeza do ambiente de trabalho de itens indesejados e desnecessários aumenta espaço para manutenção	Redução do tempo de acesso a equipamentos e ferramentas	Evitar a rápida depreciação e identificação mais rápida de falhas	Desenvolver a cultura para a documentação, aceitação e implementação de padrões de manutenção	Assistência e compromisso com melhoria contínua na utilização de equipamentos
Educação e treinamento	-	-	-	-	-
Controle inicial			Assistência para identificar melhor as causas da falha e estabelecer o terreno para a sua eliminação		Manutenção de equipamentos em condições operacionais apropriadas
Segurança e meio ambiente	Limpeza do ambiente de trabalho	Melhoria da segurança considerando a localização específica das ferramentas	Melhoria da segurança no ambiente de trabalho limpo Proteção do ambiente	Uso contínuo de equipamentos de proteção pessoal	Disciplina no uso de equipamentos de segurança
Manutenção da qualidade		Redução do tempo de acesso aos equipamentos de controle de qualidade	Facilitação do controle de qualidade Identificação rápida de itens não regulamentados	Facilitação da aceitação e execução de normas de qualidade	Compromisso com a melhoria contínua da qualidade
TPM Administrativo	Limpeza do ambiente de trabalho de itens indesejados e desnecessários aumenta espaço para manutenção	Redução do tempo de acesso às ferramentas de manutenção	Prevenção da depreciação rápida Identificação mais rápida de falhas de equipamentos administrativos O primeiro passo na manutenção autônoma	Desenvolver a cultura para a documentação, aceitação e implementação de padrões de manutenção	Desenvolver a cultura de executar manutenção autônoma

Quadro 3: Relações entre os Princípios do 5S e os Pilares do TPM
Fonte: Adaptado SHARMA; SINGH (2015)

Como mostrado no quadro 3 a filosofia dos 5S tem como alvo a simplificação do ambiente de trabalho, a redução do desperdício, a eliminação de atividades que

não agregam valor, o aumento da segurança e a obtenção de um maior nível de eficiência e de qualidade. Assim como, o TPM visa a melhoria da estrutura da empresa em termos materiais e em termos humanos, eliminação das falhas, quebra zero, defeito zero, e por consequência maximização da qualidade e da eficiência dos equipamentos.

A cooperação ativa dos colaboradores nos programas relacionados com o 5S contribui significativamente na sua implementação bem-sucedida assim como na do TPM, como será mostrado mais à frente através dos obstáculos encontrados nas indústrias.

O 5S estabelece a organização, limpeza, ordem, padronização e disciplina na execução das atividades da empresa que são fatores essenciais tanto para a instalação como o funcionamento do TPM em uma empresa.

Pode ser observado que através da aplicação adequada das atividades do 5S, uma mudança visível ocorre dentro da fábrica e promove as mudanças iniciais para que os objetivos do TPM sejam compreendidos por todos na empresa. Observa-se assim que o TPM é complementar ao 5S.

4.2 DIFICULDADES ENCONTRADAS NA IMPLEMENTAÇÃO DO TPM

Para as discussões das seções seguintes foram utilizados os autores indicados no quadro 4.

Referência	Propósito geral da pesquisa
Índia	
Ahuja e Khamba (2007)	Analisar criticamente os fatores que influenciam a implementação das práticas de TPM na indústria de fabricação indiana e elaborar uma estratégia global de manutenção para superar os obstáculos à implementação de TPM bem-sucedida.
Ahuja e Khamba (2008)	Avalie as contribuições das iniciativas de manutenção produtiva total (TPM) para melhorar o desempenho de fabricação na indústria indiana de fabricação
Pathak (2015)	Analisar criticamente os fatores que influenciam a implementação do TPM nas organizações de fabricação indianas e formular uma estratégia abrangente para superar os impedimentos para a implementação bem-sucedida do TPM
Poduval et al. (2013)	Destaca as dificuldades enfrentadas pelas organizações na implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM)
Inglaterra	
Bamber et al. (1999)	Descreve os fatores que afetam a implementação bem-sucedida do TPM. Foi desenvolvido de um modelo genérico que indica fatores que afetam o sucesso da implementação do TPM. A validade do modelo genérico foi testada em um Reino Unido.
Cooke (2000)	Este artigo relata a descoberta de um estudo da função de produção e manutenção. Destaca as dificuldades que estas As empresas enfrentaram na tentativa de implementar iniciativas TPM entre os departamentos de produção e manutenção para melhorar a eficiência organizacional.
Brasil	
Nascimento (2002)	O trabalho analisa a aplicação da MPT. Foi realizado um estudo de caso, onde foram comparados os rendimentos antes e depois da implantação da MPT.
Estanqueiro e Lima (2006)	O intuito deste trabalho é identificar e discutir as principais dificuldades encontradas durante a organização, bem como os possíveis agentes causadores destas fases de implementação.
Rodrigues (2012)	Descreve a análise da aplicação do TPM e faz uma análise eficaz propondo alternativas para gestão das perdas nos processos, identificando e eliminando as mesmas em um processo sistemático.

Quadro 4: Lista de autores a serem utilizados nas discussões
Fonte: Autoria própria (2017)

Segundo Poduval *et al.* (2013), a implementação da Manutenção Produtiva Total é um trabalho árduo, e isso se deve principalmente à relutância das organizações em entender e implementar os conceitos do TPM.

Alguns obstáculos encontrados em indústrias são: Baixo comprometimento da alta direção, resistência a mudanças por parte da organização, falta de comprometimento de recursos, resistência por parte dos funcionários, custos de mão de obra, ausência de envolvimento dos funcionários, insuficiência de conhecimento sobre o TPM, necessidade de treinamento adequado para todos os funcionários, inexistência de um procedimento padrão de operação e não implementação de um estudo-piloto (PODUVAL *et al.* 2013). Nos próximos itens será discutido as barreiras encontradas em diferentes países.

4.2.1 Indústria Indiana

Alguns dos principais problemas na implementação do TPM incluem a resistência cultural à mudança, implementação parcial do TPM, expectativas

excessivamente otimistas, falta de uma rotina bem definida para atingir os objetivos de implementação (efetividade do equipamento), falta de treinamento e educação (AHUJA; KHAMBA, 2008b).

Também à falta de um sistema de apoio para facilitar a aprendizagem. O fracasso das organizações em aproveitar o verdadeiro potencial da TPM também pode ser atribuído à confusão sobre o que exatamente constitui TPM, falta de consenso de gestão, subestimar a importância do conhecimento, expectativas inconsistentes e pouco claras, negligenciar os conceitos básicos e existente que não fornece o apoio necessário.

Outro contribuinte significativo para a falha do programa de implementação do TPM é a incapacidade da organização para evitar a resistência à mudança. Ela tem diferentes formas, ou seja, relutância dos indivíduos em mudar papéis, incapacidade de criar insatisfação com a situação atual e dessa forma ter uma razão para mudar e a incapacidade de mudar os papéis organizacionais e a cultura (AHUJA e KHAMBA, 2008a).

Existem diversos obstáculos que são encontradas em indústrias indianas e segundo Ahuja *et al.* (2008b) e Pathak (2015) pode-se classifica-los em: comportamentais, organizacionais, culturais, tecnológicos, operacionais, departamentais e financeiros. A seguir essas barreiras são apresentadas e já classificadas.

As Barreiras comportamentais podem ser divididas em: Falta de motivação para melhorar o desempenho organizacional; relutância à mudança devido à insegurança no emprego e a perda de especialização devido aos avanços tecnológicos; resistência dos empregados em aceitar e adaptar-se a novos conceitos e mudanças; problemas intermitentes para o sucesso das Equipes Funcionais; falta de desenvolvimento de multi-habilidades, avaliação periódica e atualização das habilidades dos funcionários.

Outras barreiras encontradas são as organizacionais que podem ser fracionadas nas seguintes: Falta de comprometimento da alta administração e comunicação inadequada; falta de uma abordagem sistemática para registrar, monitorar e avaliar os principais indicadores de desempenho, como a eficiência geral do equipamento (OEE); incapacidade de dirigir e gerenciar a transformação cultural e atingir o total envolvimento dos funcionários; falta de recompensa e sistemas de incentivos na organização; incapacidade da administração de persuadir os sindicatos

sobre os benefícios do TPM; falta de conscientização e compreensão dos conceitos e princípios do TPM; falha no desenvolvimento das competências dos empregados para promover a maturidade do TPM; fraqueza da alta gerência para implementar um programa de gerenciamento de mudanças.

As barreiras culturais podem ser desmembradas nos itens subsequentes: Falta de capacidade da alta administração para motivar os empregados no desenvolvimento de novas habilidades; sindicatos poderosos, abordagens inflexíveis e atitudes resistivas em relação a mudanças; ineficácia no alinhamento dos funcionários com as metas e objetivos organizacionais; mínimo envolvimento dos funcionários nos processos de tomada de decisão; aceitação do custo da má qualidade, considerando retrabalho como elemento de um processo de produção típico; resistência à mudança, resultando simultaneamente na falta de profissionalismo na transformação cultural.

As barreiras tecnológicas detectadas se subdividem em: Falta de sistema informatizado de gestão da manutenção; falta de infraestrutura para manutenção preventiva; falta de impulso para avaliar e desenvolver a confiabilidade do sistema produtivo; conhecimento inadequado do efeito das ineficiências organizacionais; insuficiente treinamento da força de trabalho contra o ritmo dos avanços tecnológicos; formação inadequada em metodologias de melhoria da qualidade, resolução de problemas e técnicas de diagnóstico; mudanças de turnos e tempos de preparação mais longos que conduzem a uma má flexibilidade dos sistemas de produção.

Também existem as barreiras departamentais que são separadas em: Presença de uma forte demarcação entre as responsabilidades dos departamentos de produção e de manutenção; menor sinergia e coordenação entre os departamentos de produção e de manutenção; falta de confiança do pessoal de manutenção na competência dos operadores de produção para realizar atividades de manutenção autônoma; relutância dos operadores de produção de aceitar a manutenção autônoma como parte do trabalho deles.

As barreiras operacionais são separadas nas questões em seguida: Resistência da mão-de-obra da fábrica para realizar atividades de manutenção autônoma; alta ênfase na restauração do equipamento em vez de prevenção de falhas; falta de padronização, por exemplo, nos procedimentos operacionais; atitude geral de aceitar alto nível de defeitos associados com os sistemas de produção; falta

de procedimentos estruturados e documentação para realizar rotina de manutenção eficiente nas atividades de manutenção planejada.

Ainda os obstáculos operacionais tem também as seguintes divisões: Falta de capacitação do empregado; o fraco envolvimento dos trabalhadores nos processos de tomada de decisão relacionados com equipamentos e melhoria; implementação limitada de 5S resultando em um ambiente de trabalho desanimador; aumento da carga de trabalho na produção, resultando em menos ou nenhum foco nas atividades de TPM; maior foco na realização de metas diárias de produção, conseqüentemente falta de tempo e recursos para melhorias nos processos; abordagem de implementação de TPM não estruturada e não planejada; KPIs são formulados unicamente para satisfazer os processos de auditoria interna e externa.

As barreiras financeiras encontradas são: Nenhuma alocação de investimento para atividades de TPM; incapacidade da administração para apoiar as iniciativas de TPM devido à crise financeira, já que o processo de implementação exige um número considerável de recursos dedicados; falta de incentivo adequado e sistema de recompensa; fase inicial da implementação do TPM requer uma considerável proporção de recursos adicionais.

4.2.2 Indústria Inglesa

Segundo Bamber *et al.* (1999) o número de empresas que implementaram o TPM com sucesso é pequeno e pode ser atribuído a três obstáculos principais: Falta de apoio e compreensão da gestão; falta de formação suficiente; Falta de tempo suficiente para a evolução.

A falta de suporte gerencial é atribuída à administração não entender completamente o real objetivo do programa TPM. A falta de formação conduzirá a uma diminuição da eficácia global do equipamento e resultará na incapacidade de adotar métodos novos e melhorados. O tempo necessário para mudar de um programa reativo para uma abordagem proativa será considerável por algumas estimativas que pode ser um empreendimento de três a cinco anos antes de alcançar um patamar competitivo para o TPM (COOKE, 2000).

Bamber *et al.*, 1999 apud Davis (1997) descreve 10 razões principais para a falha TPM no Reino Unido:

1. O programa não é visto com seriedade sobre as mudanças principalmente culturais.
2. Inexperientes consultores ou instrutores são usados.
3. O programa é de nível muito alto, gerido por gerentes para gerentes.
4. Existe uma falta de estrutura e relação com as necessidades estratégicas.
5. O programa não implementa mudanças no chão de fábrica e não é gerenciado.
6. Falta de capacitação e treinamento para os que deveriam fornecer suporte na implantação do TPM.
7. Os programas são iniciados e executados exclusivamente por engenheiros e é visto pelo setor da produção como um projeto que não os envolve.
8. Tentativas de aplicar o TPM da mesma forma que é aplicado no Japão, usando a abordagem padrão encontrada em publicações japonesas.
9. As equipas de TPM não têm a combinação necessária de competências e experiência.
10. Estrutura deficiente para apoiar as equipas de TPM e suas atividades.

4.2.3 Indústria Brasileira

Para a análise das barreiras encontradas na implantação do TPM foi utilizado estudos feitos no Brasil (NASCIMENTO, 2002; ESTANQUEIRO, LIMA, 2006; RODRIGUES, 2012).

Quando a empresa iniciou a implantação do TPM foi traçado um planejamento estratégico e houve a implantação do 5S e 3 anos depois desse primeiro passo foi criada efetivamente a estrutura do TPM na empresa.

Após cinco anos da formação dessa estrutura o programa enfraqueceu devido aos seguintes fatores:

- Falta de capacitação e treinamentos dos funcionários;
- Investimentos inadequados no projeto;
- Falta de acompanhamento por parte da diretoria;
- Confronto com outros programas já iniciados na companhia;
- O TPM não está entre as prioridades;
- Falta de apoio da liderança;
- Falta ou precariedade da gestão do processo;

- Falta de uma abordagem sistemática para registrar melhorias e atualizar o quadro de atividades;
- Resistência em aceitar e adaptar-se a novos conceitos e mudanças por parte da liderança e também dos empregados em geral;
- Falta de envolvimento das pessoas.

Segundo Estanqueiro e Lima (2006), a carência de indicadores confiáveis é uma condição que dificulta e, em alguns casos, torna impossível a definição com clareza dos focos de perdas no processo produtivo.

A cópia do método de implantação de outras empresas que tenham o TPM implantado, desrespeitando as adequações necessárias ao novo ambiente de trabalho, acaba por resultar em fracasso

Analisando as barreiras encontradas na implantação do TPM em indústrias na Índia, no Reino Unido e no Brasil foi possível identificar obstáculos comuns enfrentados por indústrias de países com culturas diferentes. As barreiras em comum encontradas estão no quadro 5 abaixo.

Falta de comprometimento da alta administração e comunicação inadequada
Falta de conscientização e compreensão dos conceitos e princípios do TPM por todos na companhia
Falta de capacitação e treinamentos dos funcionários
Resistência em aceitar e adaptar-se as mudanças por parte da liderança e também dos empregados em geral
Investimentos inadequados ou falta de investimentos no projeto
Falta de procedimentos estruturados e documentação nas atividades operacionais e para realizar rotinas de manutenção eficientes nas atividades de manutenção planejada
Estrutura deficiente para apoiar as equipes de TPM e suas atividades
Falta de envolvimento das pessoas

Quadro 5: Barreiras encontradas em empresas de diferentes países
Fonte: Autoria própria (2017)

Pode-se observar que os obstáculos encontrados refletem a necessidade de alterações na mentalidade dos funcionários da empresa em toda a sua hierarquia, principalmente na alta direção.

Mesmo em países com identidades étnicas distintas algumas dificuldades encontradas são similares. Verifica-se uma relação existente entre a cultura enraizada na empresa e a aceitação das mudanças necessárias para a implantação do TPM. Como ela requer treinamentos, incorporação de trabalhos antes executados por funcionários de outros setores e dessa forma mudanças nas atividades dos colaboradores, precisa-se de uma transformação da cultura da empresa.

4.3 FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO PARA IMPLEMENTAÇÃO BEM-SUCEDIDA DO TPM

Segundo Ahuja e Khamba (2008a) e Pathak (2015), a implantação do TPM não é algo simples e é impactada pelas barreiras discutidas anteriormente, mas existem fatores que se executados contribuem para o sucesso do programa. Nessa seção será discutido esses fatores de sucesso.

Um estudo feito por Bamber *et al.* (1999) sobre a implementação do TPM no Reino Unido mostrou que os fatores-chave para implementações bem-sucedidas são: aproximar o TPM da realidade, desenvolvendo um plano prático e empregando programas e princípios de gerenciamento de projetos; Aceitação que o TPM levará certo tempo para ser difundido pela empresa e mudar a cultura de manutenção existente; Determinação em continuar; Criar, formar e desenvolver uma rede de coordenadores de TPM que promoverão e apoiarão as atividades de TPM todos os dias; Apoiar os coordenadores de TPM com tempo e recursos, além do suporte de nível superior; Implementar medidas relevantes de desempenho, monitorar e publicar continuamente os benefícios alcançados em termos financeiros.

Bamber *et al.* (1999) identificou que esses fatores são prováveis de estarem presentes na indústria britânica e podem ser resumidos em: A organização existente; Medidas de desempenho; Alinhamento à missão da empresa; O envolvimento das pessoas; Um plano de implementação; Conhecimento e crenças; Alocação de tempo para implementação; Compromisso de Gestão; Motivação da gestão e da mão-de-obra.

A Figura 8 mostra-os em um diagrama de causa e efeito.

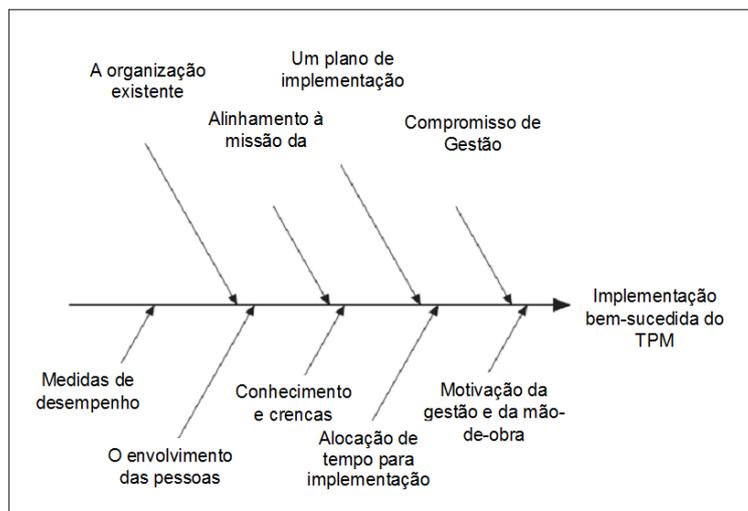


Figura 8: Diagrama de causa e efeito - Fatores que afetam a implementação bem-sucedida do TPM

Fonte: Adaptado de Bamber *et al.* (1999)

Ahuja e Khamba (2008b) apud Davis and Willmott (1999) recomendam dois facilitadores para a implementação bem-sucedida de iniciativas de TPM nas organizações de manufatura: Uma abordagem estruturada, que utiliza ferramentas e técnicas para alcançar equipamentos de produção altamente eficazes e para medir a sua eficácia; e uma filosofia que é baseada na capacitação e encorajamento dos funcionários do chão de fábrica de todas as áreas.

Segundo Pathak (2015), os fatores críticos de êxito para uma implementação bem-sucedida do TPM nas organizações industriais indianas podem ser classificados em duas categorias: Fatores orientados para o homem e fatores orientados para o processo. Esses fatores são subdivididos em:

Fatores orientados para o homem e fatores orientados para o processo:

- Compromisso com a alta direção;
- Envolvimento total dos trabalhadores;
- Transformação cultural

Fatores orientados para o processo:

- Estratégias de manutenção convencionais e proativas;
- Treinamento e educação;
- Prevenção de falhas e aprimoramento do sistema de produção focalizado

Os fatores orientados ao ser humano são essenciais no planejamento antes da implementação do TPM, e os fatores orientados ao processo são necessários para a fase seguinte, conseguir uma implementação bem-sucedida dentro da organização.

A implementação bem-sucedida do TPM requer suporte, comprometimento e envolvimento da alta direção. A alta gerência precisa ter compromisso com o programa e deve esforçar-se para desenvolver mecanismos de comunicação multinível para todos os funcionários, explicando a importância e os benefícios de todo o programa ligando o TPM aos objetivos e à estratégia organizacional.

A primeira etapa é estabelecer uma direção estratégica para o TPM. A seguir, é necessário a revisão de planos de negócios para incluir as metas do TPM, a comunicação dos objetivos do TPM para toda a organização, possibilitando transformações culturais e assim, promover motivação para implementações do TPM.

Outros fatores para o sucesso do TPM nas indústrias são: Fornecer recursos suficientes para influenciar melhorias nos processos, promover o trabalho multifuncional na organização, proporcionando treinamento e aperfeiçoamento das habilidades dos trabalhadores de produção e manutenção, mecanismos de recompensa e incentivo para favorecer a manutenção proativa, apoiando mudanças e melhorias no local de trabalho, eliminando barreiras relacionadas ao gerenciamento de nível médio e aprimorando a sinergia entre os departamentos da organização (AHUJA e KHAMBA, 2008b).

Além disso, a confiabilidade dos fatores críticos de sucesso na realização da implementação bem-sucedida do TPM pode ser avaliada pela utilização de indicadores-chave de desempenho (KPIs) que ajudam a avaliar o desempenho do setor. Eles são usados dentro das organizações para medir parâmetros distintos em categorias de métricas (PATHAK, 2015).

Os KPIs estratégicos devem ser adotados e devidamente implementados para avaliar o sucesso dos programas de implementação do TPM. Eles são necessários para estabelecer objetivos, medir desempenho e reforçar comportamentos positivos. Comparando os níveis de desempenho de manutenção das fases de pré-implementação e pós-implementação, pode-se avaliar o impacto estratégico da implementação do TPM dentro da organização. Os resultados e benefícios do programa de implementação do TPM precisam ser analisados e compartilhados com os funcionários, a fim de elevar a satisfação e motivação e garantir a participação dos funcionários e contribuições da organização no futuro também.

Com os KPI's a alta gerência tem dados onde podem basear as suas decisões e não simplesmente em opiniões, assim tornando-as mais assertivas.

O quadro 6 mostra os fatores críticos que levariam ao sucesso da implantação do TPM nas empresas.

Compromisso da alta direção;
Envolvimento total dos trabalhadores;
Estabelecimento de uma direção estratégica e alinhamento à missão da empresa
Transformação cultural
Treinamento e aperfeiçoamento das habilidades dos trabalhadores de produção e manutenção
Fornecimentos dos recursos suficientes para treinamentos e melhorias nos processos
Estabelecimento de indicadores chave de desempenho, monitoramento e divulgação dos benefícios alcançados
Estabelecimento de procedimentos operacionais padrão
Implementação do TPM piloto em máquinas críticas

Quadro 6: Fatores de sucesso para uma implementação bem-sucedida do TPM
Fonte: A autoria própria (2017)

Comparando os fatores de sucesso e as barreiras encontradas observa-se que as questões obtidas são as mesmas. Quando há a falta ou a resistência geram obstáculos, mas quando existe o compromisso, o envolvimento na busca da implantação do TPM torna-se itens de sucesso.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O TPM é um trabalho contínuo e de longo prazo, convencer todo o corpo da empresa de sua importância e depois fazê-los executar demanda paciência. O resultado é devido a insistência diária na quebra das barreiras e na manutenção de disciplina.

Primeiramente, pode ser verificado que em todos os países analisados o uso do 5S é um fator comum quando faz referência aos requisitos para o sucesso da implementação do TPM. Também verificou-se que através da aplicação adequada das atividades do 5S, uma mudança visível ocorre dentro da fábrica que é importante para a posterior efetivação do TPM.

O 5S estabelece a organização, limpeza, ordem, padronização e disciplina na execução das atividades na empresa, que são fatores essenciais tanto para a instalação como o funcionamento do TPM. Essa ferramenta promove também a cultura da colaboração na organização, o que contribui para uma maior aceitação na implantação da manutenção autônoma e por consequência do TPM. Assim, pode ser considerada ponto de partida das atividades de melhoria e dessa forma, o 5S é um fator comum na instalação do TPM.

Outro propósito foi a análise das dificuldades na implantação do TPM em diferentes países. Verificou-se que a cultura do país pode influenciar no sucesso do programa, mas a cultura enraizada na empresa tem maior impacto na aceitação das mudanças. E mesmo em países com identidades étnicas distintas algumas dificuldades encontradas são similares.

Após uma análise dos obstáculos e dos fatores de sucesso encontrados em organizações pode-se concluir que o envolvimento total dos funcionários é um pré-requisito para a implementação bem-sucedida do TPM, como também o comprometimento da alta direção, o estabelecimento de um plano de execução e de uma direção estratégica alinhada a missão da empresa e o treinamento de todos os funcionários.

Não foram investigadas, porém as adaptações feitas na implantação da ferramenta nessas indústrias e a análise financeira, o que seria uma sugestão para trabalhos futuros.

Assim, esse trabalho cumpriu o seu objetivo de analisar comparativamente os fatores comuns na implantação do *Total Productive Maintenance* (TPM). Foi mostrado que ele é uma ferramenta essencial para o crescimento, aumento de eficiência e destaque no mercado de uma empresa. Também revelou que sua implantação pode ser bem-sucedida se tiver um planejamento prévio, o comprometimento de todos da companhia e que cada um precisa compreender a importância do seu papel no desenvolvimento da ferramenta. Foi apontado que o fornecimento de recursos suficientes, o estabelecimento de indicadores de desempenho e de procedimentos padrões, a determinação de um plano de execução e de uma direção estratégica alinhada a missão da empresa e transformações culturais são essenciais para o êxito do TPM.

REFERÊNCIAS

AHUJA, I. P. S.; KHAMBA, J. S. An evaluation of TPM implementation initiatives in an Indian manufacturing enterprise. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 13, n. 4, p. 338–352, 2 out. 2007.

AHUJA, I.P.S.; KHAMBA, J.S.. Total productive maintenance: literature review and directions. **International Journal of Quality & Reliability Management**. Patiala, p. 709-756. abr. 2008a.

AHUJA, I. P. S.; KHAMBA, J. S. Strategies and success factors for overcoming challenges in TPM implementation in Indian manufacturing industry. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 14, n. 2, p. 123–147, 30 maio 2008b.

ALVES, Leandro Martins; OLIVEIRA, Francisco de Paula. Estudo de implementação do sistema TPM na indústria de alimentos e seus ganhos. **Gestão & Conhecimento**, Poços de Caldas, p.1-23, dez. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

CARRIJO, José Ricardo Scareli. **ADAPTAÇÕES DO MODELO DE REFERÊNCIA DO TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE PARA EMPRESAS BRASILEIRAS**. 2008. 181 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo da Universidade Metodista de Piracicaba – Unimep, Santa Bárbara D'oeste, 2008. Disponível em: https://www.unimep.br/phpg/bibdig/pdfs/docs/19092012_171904_josericardoscarellicarrijo.pdf. Acesso em: 20 abr. 2016.

CHLEBUS, E. et al. A new approach on implementing TPM in a mine – A case study. **Archives of Civil and Mechanical Engineering**, Lukasiwicz, v. 15, p.873-884, ago. 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1644966515000643>>. Acesso em: 10 abr. 2016

C.J. Bamber, J.M. Sharp and M. Hides, “**Factors affecting successful implementation of total productive maintenance: a UK manufacturing case study perspective**,” **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, vol. 5, no. 3, pp. 162-81, 1999. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/13552519910282601>> Acesso em: 05 maio 2017.

COOKE, F. LEE Implementing TPM in plant maintenance: some organisational barriers. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 17, n. 9, p. 1003–1016, dez. 2000.

COSTA, Mariana de Almeida. **GESTÃO ESTRATÉGICA DA MANUTENÇÃO: UMA OPORTUNIDADE PARA MELHORAR O RESULTADO OPERACIONAL**. 2013. 104 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2012_3_Mariana.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2016.

ESTANQUEIRO, R. F. C. R. C. L. Discutindo as dificuldades na implementação do TPM. **ENEGEP 2006**, p. 1–7, 2006.

FREITAS, M. A. S. **Implementação da Filosofia TPM (Total Productive Maintenance): um estudo de caso**. Disponível em: <http://www.epr.unifei.edu.br/TD/producao2002/PDF/Marco.PDF>

GHINATO, P. Sistema Toyota de Produção – Mais do que simplesmente Just-in-time –Autonomia e Zero Defeitos. Caxias do Sul: Educus, 1996.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

JIPM. Solutions Company Limited. JIPM-S. Disponível em: <<http://www.tpm.jipms.jp/>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Metodologia do Trabalho Científico. 7. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2011. 225 p.

MORAES, Paulo Henrique de Almeida. **MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: estudo de caso em uma empresa automobilística**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão e Desenvolvimento Regional do Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004.

MWANZA, Bupe. G.; MBOHWAA, Charles. Design of a total productive maintenance model for effective implementation: Case study of a chemical manufacturing company. **Procedia Manufacturing**, Johannesburg, v. 4, p.461-470, dez. 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978915011798>>. Acesso em: 25 maio 2016.

NETTO, Wady Abrahão Cury. **A IMPORTÂNCIA E A APLICABILIDADE DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM) NAS INDÚSTRIAS**. 2008. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

OHNO, Taiichi. **O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/taiichi-ohno-o-sistema-toyota-de-producao-alem-da-producao-em-larga-escala.html>>. Acesso em: 21 maio 2016.

PATHAK, S. S. TPM Implementation to Fine-Tune Manufacturing Performance : An Indian Industrial Way. **International Journal of Business Quantitative Economics and Applied Management Research**, v. 1, n. 8, p. 71–82, 2015.

PAULA, Livia Freitas de; SILVA, Marcela Matsufuji; ROCHA, Tatiana Justo da Silva. **Os 8 pilares do TPM**. 2010. 15p. Trabalho Acadêmico. Engenharia. UNESP – Universidade Estadual Paulista e FEB – Faculdade de Engenharia de Bauru. São Paulo.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Nassif. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

PODUVAL, P. S.; PRAMOD, V. R.; JAGATHY RAJ, V. P. **Barriers In TPM Implementation In Industries**. *International Journal of Scientific & Technology Research*, v. 2, n. 5, p. 28–33, 2013.

RIBEIRO, Celso Ricardo. **PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (T.P.M.) NA INDÚSTRIA BRASILEIRA Taubaté - SP 2003**. 2003. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de MBA em Gerência de Produção e Tecnologia., Universidade de Taubaté (UNITAU), Taubaté, 2003. Disponível em: <http://www.ppga.com.br/mba/2003/gpt/ribeiro-celso_ricardo.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2016.

RODRIGUES, Lucas Andrade. **ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO TPM EM UMA EMPRESA DO RAMO FARMACEUTICO**. 2012. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Guatinguetá, 2012. Disponível em:

<<http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/120828/000741101.pdf?sequenc e=1>>. Acesso em: 20 maio 2016.

SHINGO, S. **Sistema Toyota de Produção** - do ponto-de-vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre, Editora Bookman, 1996.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Dr. Eстера Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 2005. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Informação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

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

SUZUKI, Tokutaro. **TPM in Process Industries**. Nova Iorque: Productivity Press, 1993.

TAKAHASHI, Y. e OSADA, T. "TPM / MPT – Manutenção Produtiva Total" 1ª ed. São Paulo: Instituto IMAN, 1993.

TAVARES, L. A. **Manutenção centrada no negócio**. Rio de Janeiro: NAT, 2005.

TONDATO, Rogério. **MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: estudo de caso NA INDÚSTRIA GRÁFICA**. 2004. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Com ênfase em Gerência da Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5167/000466112.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. 1ª edição. Rio de Janeiro: INDG, 1998. 302 p.

YAMAGUSHI, Carlos Toshio. **TPM - Manutenção produtiva total**. 2005. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal São João del Rei, São João del Rei, 2005.

ZEN, Milton Augusto Galvão. **Indicadores de manutenção**.