

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**TPM E O IMPACTO DE CADA PILAR IMPLEMENTADO
NA MÉTRICA DE OEE**

JOSÉ CARLOS MECA VITAL

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS ROBERTO CAMELLO LIMA

SANTA BÁRBARA D'OESTE

Agosto/2019

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**TPM E O IMPACTO DE CADA PILAR IMPLEMENTADO
NA MÉTRICA DE OEE**

JOSÉ CARLOS MECA VITAL

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS ROBERTO CAMELLO LIMA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

SANTA BÁRBARA D'OESTE

Agosto/2019

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP
Bibliotecária: Gislene Tais de Souza Sperandio - CRB-8/9596.

V836t	Vital, José Carlos Meca TPM e o impacto de cada pilar implementado na métrica de OEE / José Carlos Meca Vital – 2019. 101 f. : il. ; 30 cm. Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Camello Lima. Dissertação (Mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba, Engenharia de Produção, Santa Bárbara d'Oeste, 2019. 1. Manutenção Produtiva Total. 2. Fábricas - Manutenção. I. Lima, Carlos Roberto Camello. II. Título. CDD – 658.5
-------	---

TPM E O IMPACTO DE CADA PILAR IMPLEMENTADO NA METRICA DE OEE

JOSÉ CARLOS MECA VITAL

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 14 de agosto de 2019, pela Banca Examinadora constituída pelos Professores:


Prof. Dr. Carlos Roberto Camello Lima – PPGEPI/UNIMEP
Presidente e Orientador


Prof. Dr. Andre Luis Heleho
PPGEPI/UNIMEP


Profa. Dra. Rosangela Maria Vanalle
UNINOVE

AGRADECIMENTOS

Início os meus agradecimentos a Deus, por iluminar e sendo fonte de sabedoria e conceder este período maravilhoso e de oportunidade na realização do mestrado.

Ao Professor Dr. Carlos Roberto Camello Lima, pela orientação durante o período de mestrado, pelas contribuições e incentivos para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

A minha esposa Célia Maria de Moraes Vital, pela paciência e a motivação constante para atingir o objetivo em conjunto, que nós traçamos para obtenção do mestrado.

A minha filha Talita Morais Vital, que sempre me incentivou para ingressar no segmento acadêmico.

Aos meus amigos da faculdade, em especial Maria Júlia Xavier Belém, Felipe de Campos Martins, Renan Stenico, Jean Guilherme Azarias e à secretária do PPGE, Marta Helena Bragaglia, que de alguma forma contribuíram para a realização desta etapa.

Aos meus amigos da Fatec de Americana que me motivaram o tempo todo para seguir em frente com a pesquisa em especial Nelson Luis de Souza Corrêa, Maricê Léo Sartori Balducci, Ivan Menerval da Silva, Renan Mercuri Pinto e Mauro Roberto Schluter.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – (CAPES) - Brasil”.

VITAL, Jose Carlos Meca, **TPM E O IMPACTO DE CADA PILAR IMPLEMENTADO NA MÉTRICA DE OEE**. 2019. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste, SP.

RESUMO

O TPM tem como foco maximizar o rendimento dos equipamentos, estabelecendo um sistema de manutenção produtiva que otimize seu ciclo de vida, contribuindo na melhoria contínua, na disponibilidade, evitando o desgaste precoce dos equipamentos, sendo necessário que a manutenção trabalhe na prevenção com foco gerencial. Nesta pesquisa, foi analisado, de forma global e individual, o impacto de cada pilar do método TPM (*Total Productive Maintenance*) na métrica de OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), avaliando o desempenho após a implantação de cada um dos pilares. A abordagem da pesquisa está fundamentada no método de pesquisa *survey*, tendo como base as 500 melhores e maiores empresas do Brasil, conforme publicado na revista Exame em 2018, ano base 2017. Os resultados obtidos evidenciam que os pilares de Melhorias Específicas e Manutenção Planejada foram implantados em grande parte das empresas respondentes, sendo compostas por segmentos diversos como metalúrgico, alimentício, têxtil, autopeças, eletrodomésticos, material escolar, montadora, produtos químicos. A métrica de OEE evidenciou a evolução do TPM pelo resultado comparado no início das atividades de implantação e no seu término. Outra constatação importante foi que na sequência de implantação dos pilares do TPM, quando comparado com a que a literatura sugere, ocorreu uma inversão de posição; ou seja, a Manutenção Autônoma, sugerida como segundo pilar a ser implantado, foi implantada somente após o pilar Educação e Treinamento, que é o quarto pilar sugerido. Os demais pilares seguiram a posição sugerida para implantação. Esta pesquisa contribui para as comunidades do TPM e OEE, com informações para auxiliar nos futuros projetos de implantação, referentes ao comportamento de cada pilar implantado em empresas no Brasil.

Palavras chave: TPM, Disponibilidade, Manutenção Produtiva Total, OEE.

VITAL, Jose Carlos Meca, ***TPM AND THE IMPACT OF EACH PILLAR IMPLEMENTED ON OEE METRICS***. 2019. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste, SP.

ABSTRACT

The TPM focuses on maximizing equipment performance by establishing a productive maintenance system that optimizes its life cycle, contributing to continuous improvement, availability, avoiding early equipment wear, and maintenance needs to work on management-focused prevention. In this research, we analyzed, globally and individually, the impact of each pillar of the Total Productive Maintenance (TPM) method on the OEE (Overall Equipment Effectiveness) metric, evaluating the performance after the implementation of each pillar. The research approach is based on the survey research method, based on the 500 best and largest companies in Brazil, as published in Exame magazine in 2018, base year 2017. The results obtained show that the Specific Improvement and Planned Maintenance pillars were implemented in most of the respondent companies, being composed of diverse segments such as metallurgical, food, textile, auto parts, appliances, school supplies, assembler, chemicals. The OEE metric evidenced the TPM evolution by the result compared at the beginning of the implementation activities and at its end. Another important finding was that following the implantation of the PMS pillars, when compared to what the literature suggests, a position inversion occurred; that is, Autonomous Maintenance, suggested as the second pillar to be implemented, was implemented only after the Education and Training pillar, which is the fourth pillar suggested. The other pillars followed the suggested position for implantation. This research contributes to the communities of TPM and OEE, with information to assist in future implementation projects, regarding the behavior of each pillar implanted in companies in Brazil.

KEYWORDS: *TPM, Availability, Total Productive Maintenance, OEE.*

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	IV
ABSTRACT	V
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE QUADROS.....	IX
LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XI
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA.....	4
1.2. OBJETIVOS DA PESQUISA.....	4
1.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.3. VISÃO MACRO DA PESQUISA.....	5
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	5
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1. VISÃO ESTRATÉGICA DO TPM	7
2.2. ORIGEM E EVOLUÇÃO DO TPM.....	7
2.3. O RENDIMENTO DO TPM FOCADO NA REDUÇÃO DAS PERDAS	13
2.4. COMPOSIÇÃO DOS PILARES DO TPM	15
2.5. IMPLEMENTAÇÃO DO TPM	24
2.5.1. SEQUÊNCIA DE IMPLEMENTAÇÃO DOS PILARES DO TPM	25
2.6. OEE – EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO	28
3. ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	33
3.1. ESCOLHA DO MÉTODO DA PESQUISA	33
3.2. DESENVOLVIMENTO DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS E SELEÇÃO DA AMOSTRA	35
3.3. ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	35
3.3.1. COMPOSIÇÃO DAS QUESTÕES	35
3.3.2. TIPOS DAS QUESTÕES	36
3.3.3. INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO.....	37
3.3.4. ORDEM DAS QUESTÕES.....	37
3.3.5. TESTE PILOTO	37
3.3.6. QUESTIONÁRIO FINAL	37
3.3.7. PROCEDIMENTO PARA ENVIO DO QUESTIONÁRIO	38
3.3.8. TABULAÇÃO DOS DADOS.....	38
3.3.9. ENVIO DO QUESTIONÁRIO	38
3.3.10. DIFICULDADES ENCONTRADAS	39
3.3.11. CONTROLE DO ENVIO DO QUESTIONÁRIO	39
3.3.12. COMO LIDAR COM OS NÃO RESPONDENTES	39
3.3.13. RESULTADO DO ENVIO DO QUESTIONÁRIO.....	39
3.3.14. ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO	40
3.3.15. TESTES DE HIPÓTESE	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
4.1. INFORMAÇÕES DO RESPONDENTE E SUA LOCALIZAÇÃO.....	43

4.2.	INFORMAÇÕES DOS TIPOS DE MANUTENÇÃO UTILIZADO PELAS EMPRESAS	45
4.3.	INFORMAÇÕES DO RESPONDENTE E COMPREENSÃO SOBRE O TPM	46
4.4.	INFORMAÇÕES SOBRE AS BARREIRAS PARA IMPLANTAR O TPM	48
4.5.	INFORMAÇÕES SOBRE A VISÃO INICIAL DO MÉTODO TPM NA EMPRESA.....	52
4.6.	INFORMAÇÕES INDIVIDUAIS, REFERENTES AOS IMPACTOS DO TPM NO OEE APÓS IMPLANTAÇÃO DE CADA PILAR	53
4.6.1.	ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO TPM.....	54
5.	CONCLUSÕES.....	60
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
	APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA	70

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- ETAPAS PARA DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	5
FIGURA 2 - SEQUÊNCIA DE IMPLANTAÇÃO DOS PILARES DO TPM	26
FIGURA 3 - INFLUÊNCIA DAS SEIS GRANDES PERDAS NA MÉTRICA DO OEE	32
FIGURA 4 - ETAPAS DE ESTRUTURAÇÃO DE UM LEVANTAMENTO TIPO SURVEY.....	33
FIGURA 5 - LOCALIZAÇÃO DAS EMPRESAS RESPONDENTES	43
FIGURA 6 - ESTADO ONDE ESTÃO LOCALIZADAS AS EMPRESAS RESPONDENTES	44
FIGURA 7 - DISTRIBUIÇÃO DAS EMPRESAS RESPONDENTES POR PAÍS DE ORIGEM	44
FIGURA 8 - DISTRIBUIÇÃO DAS EMPRESAS RESPONDENTES POR SEGMENTO	44
FIGURA 9 - TIPOS DE MANUTENÇÃO UTILIZADAS PELAS EMPRESAS COM O MÉTODO DO TPM IMPLANTADO	45
FIGURA 10 - TIPOS DE MANUTENÇÃO UTILIZADAS PELAS EMPRESAS QUE NÃO TEM O MÉTODO TPM IMPLANTADO	46
FIGURA 11 - PILARES DO TPM IMPLANTADOS.....	52
FIGURA 12 - SEQUÊNCIA DOS PILARES DO TPM IMPLANTADOS.....	53
FIGURA 13 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DAS GRANDES PERDAS COM IMPACTO NOS ELEMENTOS DO OEE	59

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - EVOLUÇÃO DAS EXPECTAVAS EM RELAÇÃO À MANUTENÇÃO	8
QUADRO 2 - FASES DA IMPLEMENTAÇÃO DA MELHORIA ESPECÍFICA.....	16
QUADRO 3 - FASES DA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....	18
QUADRO 4 - FASES PARA IMPLEMENTAR A MANUTENÇÃO PLANEJADA.....	20
QUADRO 5 - PILARES DO TPM E SEUS CRITÉRIOS	25
QUADRO 6 – DETALHES DAS DOZE ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO TPM.....	26
QUADRO 7 - COMPARATIVO DA SEQUÊNCIA DE IMPLANTAÇÃO DOS PILARES SUGERIDOS VERSUS REALIZADO.....	53
QUADRO 8 - PILARES DO TPM IMPLANTADOS OU NÃO	57

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DETALHAMENTO EXEMPLO DA FORMULA DE CÁLCULO DO OEE	31
TABELA 2 - VISÃO INICIAL DO MÉTODO TPM NA EMPRESA.....	47
TABELA 3 - INFORMAÇÕES SOBRE AS BARREIRAS PARA IMPLANTAR O TPM.....	51
TABELA 4 - ACOMPANHAMENTO DAS IMPLANTAÇÕES DO TPM E A MÉTRICA DO OEE	58
TABELA 5 - GRANDES PERDAS E EM QUAL ELEMENTO DO OEE QUE CONTRIBUIU PARA SUA MELHORIA	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BM	<i>Breakdown Maintenance</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
MSP	<i>Maintenance of the Productive System</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PM	<i>Productive Maintenance</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>

1. INTRODUÇÃO

Devido à globalização e às incertezas que os cenários nacional e internacional geram a todo momento, as empresas necessitam ser eficientes nos processos produtivos e, para que isto ocorra, têm necessidade que o parque fabril esteja plenamente disponível para a produção. O método do TPM - *Total Productive Maintenance* ou, em português, Manutenção Produtiva Total, contribui no aspecto de melhorar a disponibilidade dos equipamentos (NAKAJIMA, 1989; SHINDE; PRASAD, 2018).

O TPM mitiga o efeito de fontes de diminuição do rendimento nos processos industriais, como perdas por quebra de equipamento, por ajuste na preparação das máquinas, paradas pequenas e frequentes, produção de peças com defeitos, retrabalhos, e as perdas no início de produção (KARDEC, NASCIF, 2013; GUPTA; VARDHAN, 2016).

O TPM foi idealizado para maximizar o rendimento dos equipamentos, estabelecendo um sistema de manutenção produtiva que otimize seu ciclo de vida, contribuindo na melhoria continuamente, disponibilidade, evitar o desgaste precoce dos equipamentos, sendo necessário que a manutenção trabalhe na prevenção com foco gerencial (MWANZA; MBOHWA, 2015).

Kanta, Tripathy e Choudhary (2005) e Chan *et al.* (2005) descrevem a relação sinérgica entre todas as funções da organização, mas particularmente entre a produção e a manutenção, para realizar a melhoria contínua da qualidade do produto, eficiência operacional, a garantia da capacidade produtiva e a segurança no trabalho. De acordo com o Nakajima (1988), a palavra 'total' em TPM tem três significados:

- i. Total: é o comprometimento total dos departamentos e funcionários em todos os níveis e funções;
- ii. Produtiva: enfatiza a eliminação de todos os tipos de perdas; buscando a máxima eficiência do processo produtivo (zero acidente, zero defeito e zero quebra/falha).

- iii. Manutenção: manter os funcionários, máquinas e as matérias primas nas condições ideais para atingir o melhor desempenho, por meio de uma estrutura empresarial para acompanhar as inovações.

Conforme Singh, Singh e Sharma (2018), o TPM constitui-se de oito pilares essenciais: (i). Melhoria Específica, (ii). Manutenção Autônoma, (iii). Manutenção Planejada, (iv). Educação e Treinamento, (v). Controle Inicial, (vi). Manutenção da Qualidade, (vii). Administração, (viii). Segurança, Saúde e Meio Ambiente.

O TPM na organização traz consigo a convergência na identificação e eliminação dos desperdícios, ineficiência no tempo de ciclo de produção, falhas de qualidade na produção e melhoria nos processos. Desta forma, o TPM não é uma política de manutenção específica, é uma cultura, uma filosofia, é uma nova forma de pensar para os funcionários da organização e, em específico, a manutenção (AHUJA, 2006).

A mudança cultural traz consigo desde a alta gerência, até os operadores, enfatizando a importância do lançamento da implantação do método TPM, estabelecendo as políticas, metas e a matriz referente às fases de implantação. No lançamento, estabelece-se o compromisso, responsabilidade de cada departamento e funcionário para que seja preparado um ambiente adequado para a introdução do TPM, com o objetivo de eliminar ou minimizar as resistências de implantação, que é natural do ser humano (JONSSON, 1997).

As atividades de melhoria são projetadas para a evolução da produção, com o foco na confiabilidade dos equipamentos e assegurar a utilização eficiente do parque fabril, através do comprometimento dos funcionários com treinamento em capacitação, unindo as atividades de produção e manutenção (KUMAR, SONI, AGNIHOTRI, 2014).

O TPM tem como ponto positivo motivar os operadores e todos os funcionários de apoio para que trabalhem em equipe, contribuindo com o programa de manutenção para que não ocorram interrupções, avarias, falhas, a fim de consolidar as ações de melhoria contínua. Um de seus principais pilares, a manutenção autônoma, tem a missão de integrar os operadores referente às

atividades básicas de manutenção e propiciar a polivalência dos operadores em suas atividades (SINGH, SINGH, SHARMA, 2018; HABIDIN *et al.*, 2018).

O TPM proporciona uma estratégia para melhorar a produtividade e a qualidade dos processos de produção buscando a fabricação de classe mundial - *World Class Manufacturing* (MITCHELL; ROBSON; PRABHU, 2002).

A estrutura central do método TPM busca eliminar ou minimizar as perdas relacionadas aos processos produtivos; desta forma, nas fases iniciais de implantação do TPM, concentra as suas atividades nas seis perdas principais: i) Perdas por quebra do equipamento; ii) Mudança de linha, perdas por ajustagens nas preparações; iii) Perdas por pequenas paradas; iv) Perdas por operação em velocidade abaixo da nominal; v) Perdas devidas a peças defeituosas e retrabalhos; vi) perdas de qualidade, decorrentes do rendimento na partida de produção (MWANZA; MBOHWA, 2015).

A métrica de OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) é utilizada para analisar os resultados da implantação de cada pilar do TPM, sendo composta pela disponibilidade, eficiência e qualidade, onde se multiplicam os resultados de cada elemento para compor o OEE, representando um indicador global de utilização de equipamentos, que informa a eficácia do equipamento e como ele está sendo gerenciado (NUNES; SELBITTO, 2016).

O OEE é um sistema de monitoramento necessário para demonstrar a disponibilidade do equipamento, se está produzindo na velocidade em que a máquina foi concebida e se a qualidade está de acordo com o planejado (SABRY SHAABAN; H. AWNI, 2014).

Shingo (1996) define a produção como uma rede funcional de vários processos produtivos, incluindo o fluxo dos materiais, o tempo de abastecimento, a transformação da matéria prima em componentes e semiacabados, na sequência agregados ao produto acabado. Para que ocorra tudo na mesma sintonia, os equipamentos necessitam estar no estado ótimo de uso e disponíveis.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

A pesquisa pressupõe o uso da capacidade plena do sistema produtivo, evitando todos os tipos de perda, objetivo do TPM. No âmbito da implantação plena do TPM, com seus diversos pilares de sustentação, e tendo em vista os custos e longo tempo necessários para tal implantação, é relevante conhecer a participação efetiva de cada um dos pilares sobre o resultado final, tema raramente discutido na literatura sob esta perspectiva. Desta forma, pode-se formular o problema de pesquisa com a seguinte questão:

“Qual o impacto individual da implantação de cada pilar do TPM no indicador de OEE?”

A hipótese central da pesquisa referente ao problema colocado e que se pretende confirmar no decorrer do trabalho é:

H1: Os pilares do TPM influenciam diferentemente nas melhorias obtidas com a implantação do TPM.

1.2. OBJETIVOS DA PESQUISA

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar os resultados da implantação global ou parcial dos pilares do TPM, realizada por empresas no Brasil, visando a analisar o impacto de cada pilar do TPM na métrica de OEE, ou seja, no desempenho geral dos equipamentos.

1.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos podem ser elencados como:

- Verificar a sequência e a quantidade de pilares implantados.

- Demonstrar os impactos individuais dos pilares do TPM nos indicadores de disponibilidade, eficiência e qualidade, separadamente.

1.3. VISÃO MACRO DA PESQUISA

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, conforme demonstrado na Figura 1.

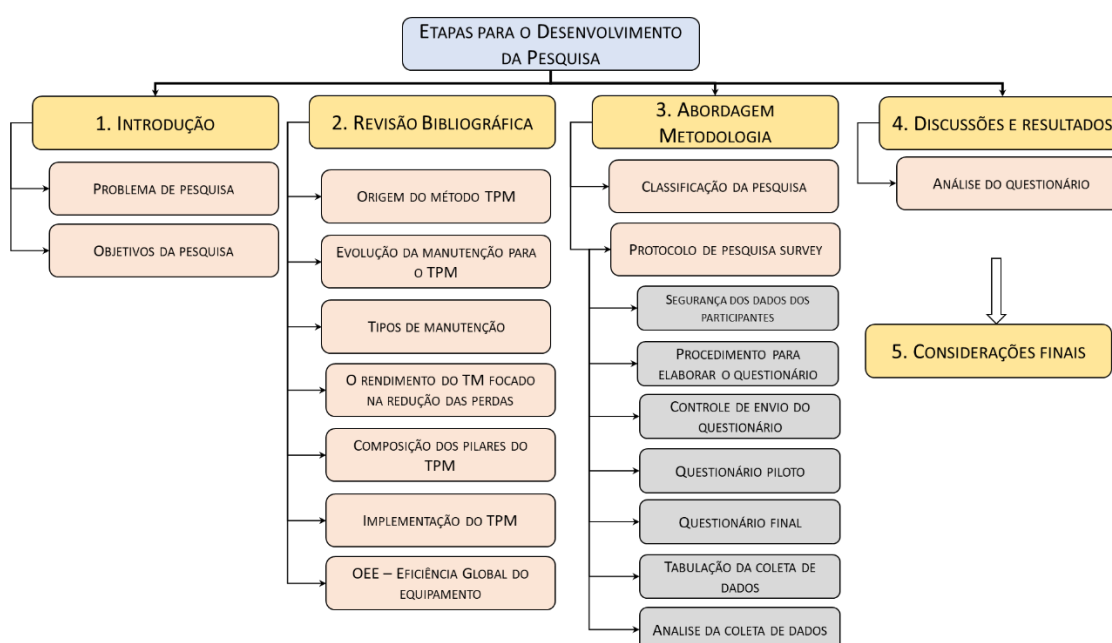


FIGURA 1- ETAPAS PARA DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa está estruturada em 5 capítulos, para propiciar a compreensão do estudo que será desenvolvido, sendo:

Capítulo 1 – Introdução: este capítulo aborda a contextualização do problema, objetivos gerais e específicos, a justificativa da pesquisa, visão macro da estrutura da pesquisa.

Capítulo 2 – Revisão da Literatura: trata-se da sua relevância e o detalhamento de cada item, analisando desde a: origem do método TPM, evolução da manutenção para o TPM, tipos de manutenção, o rendimento do TPM focado na redução das perdas, composição dos pilares do TPM, implementação do TPM, OEE – Eficiência Global do equipamento.

Capítulo 3 – Abordagem Metodológica: é descrita a classificação da pesquisa, os procedimentos e as características que serão utilizadas no desenvolvimento da pesquisa, destacando: classificação da pesquisa, protocolo de pesquisa *survey*, subdivindo em segurança dos dados dos participantes, procedimento para elaborar o questionário, controle de envio do questionário, questionário piloto, questionário final, tabulação da coleta de dados, análise da coleta de dados.

Capítulo 4 – Desenvolvimento da pesquisa: refere-se à análise do questionário para contribuir com os resultados da pesquisa.

Capítulo 5 – Conclusão: as conclusões finais com base nos capítulos anteriores e análise dos dados levantados, evidenciando se as hipóteses da pesquisa se confirmam, por que e sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. VISÃO ESTRATÉGICA DO TPM

O TPM se ajustou às necessidades das empresas contribuindo nas atividades para eliminar os desperdícios, na redução do tempo de inatividade dos equipamentos e na implementação da manutenção programada (RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006).

Para Brodny e Tutak (2017), o método TPM fornece a base para a empresa alcançar a máxima utilização dos equipamentos, devido a sua filosofia de trabalho.

Ahuja e Khamba (2008) pontuam que o TPM é um método que atua na melhoria contínua e que está focado em melhorar a confiança no uso do equipamento, elevando a eficiência da gestão pelo comprometimento dos colaboradores, integrando as atividades de produção, engenharia de processo e manutenção.

O TPM, quando tratado como método estratégico na organização, tem como foco contribuir com o aumento de disponibilidade e do ciclo de vida do equipamento, diminuindo as paradas de produção não planejadas (VIANA, 2014).

Para Rodrigues e Hatakeyama (2006), o TPM tem como objetivo reorganizar a estrutura da empresa em relação aos equipamentos, moldes, matérias-primas, produtos acabados e planejamento da manutenção.

2.2. ORIGEM E EVOLUÇÃO DO TPM

Os Estados Unidos da América introduziram a manutenção preventiva e o Japão foi responsável pela evolução desta forma de manutenção, chegando ao TPM. O contato que as organizações japonesas tiveram com esta técnica foi na

década de 1950, após a segunda guerra mundial, quando houve a incorporação da manutenção preventiva, que evoluiu para sistema de manutenção da produção e, na década de 1970, consolidou o TPM (NAKAJIMA, 1989).

No Japão, o TPM iniciou na Empresa Nippondenso Co, fabricante de peças automotivas que, em 1961, introduziu a manutenção produtiva, progresso da automação, exemplificado pela “transferização” e, em 1969, a empresa, com a participação de todos funcionários (*Totalmember-participation* PM – abreviado como TPM), recebeu o prêmio de excelência em PM (*Productive Maintenance*) ou Manutenção Produtiva (HABIDIN *et al.*, 2018).

O início do TPM ocorreu com base na evolução do processo de manutenção. Em 1961, as indústrias no Japão iniciaram a sofisticação e automatização nos processos produtivos, utilizando menos mão-de-obra. Na época, tudo indicava que a automatização estaria associada com a produção *Just-in-time* (JIT) e estimulou que o processo de manutenção nas indústrias de manufatura e montagem se alterassem, dando origem ao enfoque japonês que culminou com o TPM (WERKEMA, 1995).

Sharma, Kumar e Kumar (2006) destacam as quatro gerações da evolução do processo de manutenção no Japão: (i). Manutenção Corretiva (BM), (ii). Manutenção Preventiva (MP), (iii). Sistema de Manutenção Produtivo (MSP), (iv). Manutenção Produtiva Total (TPM).

Referente às expectativas e às características agregadas na manufatura com o decorrer do tempo a manutenção pode ser dividida em cinco gerações (KARDEC; NASCIF, 2013), como apresentado no Quadro 1, que demonstra a evolução das expectativas em relação à manutenção, de acordo com cada geração.

QUADRO 1 - EVOLUÇÃO DAS EXPECTAVAS EM RELAÇÃO À MANUTENÇÃO

Geração e Ano	Resumo Histórico da Manutenção
1ª Geração – 1940 a 1950	<ul style="list-style-type: none"> • Concerto após a falha.
2ª Geração – 1960 a 1990	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade crescente, • Maior vida útil do equipamento.
	<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade,

3ª Geração – 1980 a 1990	<ul style="list-style-type: none"> • Maior disponibilidade, • Melhor relação custo-benefício, • Preservação do meio ambiente.
4ª Geração – 2000 a 2005	<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade, • Maior disponibilidade, • Preservação do meio ambiente, • Segurança, • Gerenciar ativos, • Influir nos resultados do negócio.
5ª Geração – 2010 a 2015	<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciar ativos, • Otimizar os ciclos de vida dos ativos, • Influir nos resultados do negócio.

FONTE: Kardec; Nascif (2013)

Segundo Dhillon (2006), manutenção são todas as medidas necessárias para manter, reestabelecer as condições específicas do equipamento, programando as ações baseadas em técnicas e estudos, direcionando a melhor forma de execução de manutenção.

Viana (2014) classifica a manutenção em: (i) corretiva não planejada, (ii) corretiva planejada, (iii) preventiva, (iv) detectiva e (v) engenharia de manutenção.

A manutenção corretiva não planejada refere-se às ações de reparo, após a ocorrência de uma falha ou pane, tendo como foco recolocar o equipamento em disponibilidade produtiva, não se preocupando com as causas e efeitos que ocasionaram o defeito (LIMA, GOMES, MENDONÇA. 2002).

Monteiro, De Souza, Rossi (2010) complementam que a manutenção corretiva não planejada tem como consequência: (a) alto custo de parada de máquinas, (b) baixa disponibilidade e confiabilidade, (c) baixo nível de planejamento, (d) problemas de segurança e meio ambiente.

A manutenção corretiva programada é aquela realizada para eliminar a falha em potencial antes que ela evolua para a falha funcional. Se a falha detectada não trazer risco à segurança e não causar problema de qualidade, programa-se para ser eliminada no momento em que for mais conveniente para o processo produtivo (BLOOM, 2006).

A manutenção preventiva é a realização de reparo ou troca de componentes do equipamento antes que ocorra a falha. É realizada de forma sistemática, baseada em intervalos de tempo pré-definidos ou por oportunidade ao aproveitar determinadas condições operacionais do equipamento ou do parque fabril para realizar a manutenção (SANTOS, 2013).

A manutenção preventiva compreende: limpeza, lubrificação, atividades básicas para manter os equipamentos e a planta em condições de funcionamento adequadas, incluindo a programação e planejamento da substituição de componentes, equipamentos problemáticos, com o objetivo de evitar a ocorrência de falhas (PINTO, XAVIER, 2014).

Manutenção preditiva é a manutenção baseada no monitoramento de um ou mais parâmetros do equipamento com objetivo de realizar as ações necessárias das trocas de reparos antes que ocorra a falha (BRANCO FILHO, 2008).

Para Venkatesh (2007), deve-se estabelecer com clareza os parâmetros a serem monitorados em cada equipamento. Alguns parâmetros podem ser monitorados pelo operador do equipamento e os parâmetros que necessitam de conhecimento técnico ou instrumentos específicos são realizados pela equipe de manutenção.

Para Santos (2013), os elementos fundamentais do programa de manutenção preditiva estão em: i) realizar os exames visuais; ii) controlar a temperatura, iii) medir e analisar as vibrações; iv) controlar e analisar os lubrificantes; v) coletar e analisar os dados; vi) controlar a pressão; vii) ensaios não destrutivos.

Referente às técnicas de acompanhamento dividem-se em: i) inspeção visual, auditiva e tátil (subjetiva), ii) acompanhamento da temperatura, iii) termometria, iv) acompanhamento de lubrificantes, v) espectrometria, vi) detecção de vazamentos, vii) análise de vibrações, viii) monitorização da corrosão, ix) detecção de trincas (BRANCO FILHO, 2008).

Santos (2013) destaca as medidas para estabelecer o programa de manutenção preditiva: i) verificar componentes a serem observados, ii) valores numéricos dos

parâmetros, iii) procedimento de medição dos parâmetros, iv) fixar limites normal, alerta e perigoso, v) elaborar procedimento para registrar e tabelar valores medidos, vi) determinar na prática e empiricamente os intervalos de tempo entre medições.

A manutenção detectiva é realizada por aparelhos na investigação, nos equipamentos, referente às falhas ocultas ou não perceptíveis. Os aparelhos são programados para emitir uma advertência de forma automática caso inicie uma anormalidade no equipamento (BRANCO FILHO, 2008; VIANA, 2014).

Os indicadores de manutenção são utilizados para monitorar o atendimento aos clientes internos e auxiliar na elaboração do plano de manutenção. Os mais importantes indicadores são:

- MTBF - *Mean Time Between Failures* (tempo médio entre falhas), indica qual é a média de ocorrência de falhas em um determinado equipamento (PEREIRA, 2011).

Segundo Viana (2014), o MTBF é calculado, conforme a equação 1, sendo composto das variáveis:

- Horas Disponíveis do Equipamento para a Operação = Tempo Disponível – Tempo de Paradas;
- Número de Intervenções Corretivas no Equipamento = Quantidade de intervenções corretivas apontadas em um determinado período.

$$MTBF = \frac{\text{Horas Disponíveis do Equipamento para a Operação}}{\text{Número de Intervenções Corretivas no Equipamento no Período}} \quad (1)$$

Segundo Cabral (2006), se o resultado do MTBF tiver o comportamento evolutivo ou se mantendo, indica que as intervenções da manutenção corretivas vêm diminuindo.

- MTTR - *Mean Time to Repair* (tempo médio para reparo), indica o tempo médio que o funcionário vai levar para recolocar o equipamento em funcionamento após uma falha (PEREIRA 2011).

Segundo Viana (2014), o MTTR é calculado, conforme a equação 2, sendo composto das variáveis:

- Horas de Indisponibilidade para a Operação: Tempo de Paradas;
- Quantidade de Intervenções Corretivas no Período: Quantidade de intervenções corretivas apontadas em um determinado período.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Horas de Indisponibilidade para a Operação}}{\text{Número de Intervenções Corretivas no Período}} \quad (2)$$

Segundo Mendes; Ribeiro, (2013), quanto menor for o resultado do MTTR no decorrer do tempo, significa que a manutenção está evoluindo e que os reparos corretivos estão no processo de redução com pequeno impacto na produção.

- Taxa de falha em análise de confiabilidade, indica qual é a média das falhas ocorridas no equipamento apresentada em um determinado período.
 - A equação do cálculo é: $R \div T$
 - R = número total de falhas
 - T = tempo de observação

Lafraia (2008) define que a melhor estratégia de manutenção com base em dados estatísticos das falhas dos componentes é obtida através do ajuste dos dados de falhas, identificando se o componente se encontra no período de falhas prematuras.

- *Backlog*, para Rosa (2018) é o volume de horas futuras que a equipe de manutenção terá para realizar as atividades planejadas conforme cronograma de manutenção ou ordens de serviços que estão pendentes.

- ▭ O cálculo do *backlog* é realizado através da soma das horas de todas as ordens de manutenção abertas manual ou no sistema, dividida pela soma das horas totais disponíveis da equipe de manutenção, calculado conforme a equação 3.
- ▭ Para ter uma gestão eficaz do *backlog*, é fundamental que as ordens de manutenção tenham clareza das atividades que serão realizadas, as peças devem estar com toda as especificações técnicas necessárias para realizar a manutenção, sendo classificadas em as que serão trocadas e as que serão reparadas, e os trabalhos que serão executados com recursos da empresa. Deve-se especificar as quantidades de horas, quantidade de funcionários, por isto é importante a confiabilidade das informações para não comprometer o cálculo.
- ▭ Se o resultado do indicador estiver alto e com tendência elevada, pode indicar que a equipe está subdimensionada ou se as atividades estão sendo mal planejadas ou aproveitadas no dia a dia; por outro lado, pode mostrar que a equipe está sendo bem planejada ou está superdimensionada.

$$\text{Backlog} = \frac{\text{Soma Total das Horas das Ordens de Manutenção}}{\text{Soma Total das Horas da Equipe de Manutenção}} \quad (3)$$

2.3. O RENDIMENTO DO TPM FOCADO NA REDUÇÃO DAS PERDAS

O método TPM é importante para manter os equipamentos em condições de uso e manter as atividades produtivas em constante movimento (VIANA, 2014).

Este movimento trabalha com base no conceito de manutenção produtiva para a empresa de forma geral. A manutenção autônoma é um dos pilares do TPM que contribui para a mudança cultural da empresa em relação aos funcionários e empresa (RIBEIRO, 2014).

No momento em que a relação entre os funcionários e empresa se estreitam, ocorre o aumento de produtividade, eliminando ou reduzindo a influência de perdas em disponibilidade, eficiência e na qualidade. Nakajima (1989) definiu seis grandes perdas em equipamento, referendadas por diversos autores (SHIROSE; WIREMAN,1992; SALVENDY 2001; KARDEC; NASCIF 2013), descritas a seguir:

- Perdas por quebras: conhecidas também como perdas por avaria, elas contribuem para o baixo rendimento do equipamento por quebra ou falha, classificando como avarias crônicas ou esporádicas, destacando dois tipos:
 - a. Quebra repentina, perda por falha no equipamento;
 - b. Degeneração gradativa do equipamento, perda de volume em função da incidência de defeitos nos produtos.

- Mudanças de linha/regulagem (*setup*): as perdas são provocadas devido à parada para alteração da configuração atual para a configuração do novo item ou produto, classificando as atividades como:
 - a. Desligar o equipamento;
 - b. Troca das ferramentas ou moldes e acessórios (*setup*);
 - c. Troca da matéria prima, quando houver necessidade;
 - d. Regulagem e estabilização da produção do novo item ou produto, conforme a inspeção da qualidade;
 - e. Liberação para produção pela qualidade.

O tempo deverá ser medido com base na última peça ou produto acabado, que estava em produção, até a primeira peça ou produto acabado sendo aprovado para seguir com a produção.

- Perdas por operação em vazio e pequenas paradas: durante o processo produtivo, ocorrem pequenas paradas por problemas de produção ou nos

equipamentos, ocorrendo em vários casos a intervenção do operador ou um colaborador técnico. Quando se processa a somatória das pequenas paradas, é sentido o efeito negativo que é provocado no resultado operacional. Exemplificação de algumas situações:

- a. Parada por falta de: matéria prima, embalagem, liberação do espaço para armazenar a nova produção;
- b. Falha (entupimento) no sistema de alimentação da matéria prima;
- c. Perdas por queda de velocidade de produção: as perdas ocorrem em função de o equipamento ter que trabalhar em uma velocidade menor do que a projetada e, em algumas situações, em condições inadequadas ao processo, tais como: desgastes no equipamento, método, moldes ou periféricos. Exemplificação de algumas situações: (a) Ineficiência do operador; (b) Vida útil do equipamento.
- d. Perdas por produtos defeituosos/retrabalho: as perdas surgem em função de itens ou produtos produzidos com defeitos de qualidade, ocorrendo o retrabalho ou descarte. No apontamento da produção, deverá ser contabilizada a produção total, destacando-se a produção aprovada e a rejeitada. Exemplificação de algumas situações: (a) Peças não preenchidas, riscadas, manchadas.
- e. Perdas por queda no rendimento na partida: as perdas estão relacionadas às restrições técnicas do equipamento ou por problemas operacionais. Exemplo: (a) Oscilação de temperatura devido a mudanças de clima ou instalações inadequadas; (b) Perda de sinal ou parametrização, devido a problemas técnicos no equipamento; (c) Sucata; (d) Retrabalho.

2.4. COMPOSIÇÃO DOS PILARES DO TPM

O TPM iniciou com base em cinco pilares e, posteriormente, foram acrescentados mais três, com o objetivo de promover o: planejamento,

organização, monitoramento e controle do desempenho de fabricação (NAKAJIMA, 1989).

Dos oito pilares, os quatro primeiros são elementos do TPM que visam a maximizar a eficiência de produção, que têm impacto direto no desempenho da fabricação, enquanto os outros pilares do TPM são elementos de suporte que melhoram ainda mais o desempenho de fabricação (SUZUKI, 1994).

Cada pilar do TPM desempenha um papel importante para solucionar e melhorar a disponibilidade do equipamento, onde todos os pilares se integram e, se bem utilizados, elevam o nível da organização a fabricante de “classe mundial”, obtendo vantagens competitivas (JAIN, BHATTI, SINGH, 2012).

– Melhorias Específicas

Utilizado para identificar as melhorias no processo produtivo, e mensurando as perdas nos processos para obter o máximo de rendimento nos equipamentos (NAKAJIMA, 1989).

Este pilar é usado como base para os demais pilares, servindo de guia para as oportunidades visíveis e invisíveis. O método Kaizen (palavra de origem japonesa que significa mudança para melhor), é utilizado no dia a dia da organização para auxiliar e eliminar as perdas (SUZUKI, 1994; PORTAL TPM, 2018).

O Quadro 2 demonstra as fases para sistematizar as soluções específicas.

QUADRO 2 - FASES DA IMPLEMENTAÇÃO DA MELHORIA ESPECÍFICA

1. Selecionar o Tema	1.1. Compreender a situação atual	1.1.1. Identificar processos gargalos, 1.1.2. Medir falhas, defeitos e outras perdas, 1.1.3. Usar valores de referência para estabelecer objetivos
	1.2. Descobrir e	1.2.1. Identificar todas anormalidades,

	eliminar anomalias	1.2.2. Restaurar a deterioração e corrigir pequenas anomalias, 1.2.3. Estabelecer as condições básicas do equipamento.
	1.3. Analisar as causas	1.3.1. Estratificar e analisar as perdas, 1.3.2. Aplicar métodos de análise, 1.3.3. Empregar tecnologia específica, fabricar protótipos, conduzir experimentos.
2. Formar um time de Projeto	2.1. Convidar colaboradores para compor o time	2.1.1. Participar colaboradores das áreas envolvidas na melhoria.
3. Registrar o Tema	3.1. Planejar Melhorias	3.1.1. Desenhar propostas de melhoria e preparar planos de ação.
4. Investigar, definir e pôr em prática a melhoria	4.1. Implantar as melhorias	4.1.1. Realizar o plano de melhorias (implantar), 4.1.2. Praticar a gestão antecipada (operações de teste e aceitação formal), 4.1.3. Facilitar as instruções para o equipamento melhorado, métodos de operações, etc...
5. Avaliar os resultados	5.1. Verificar resultados	5.1.1. Avaliar os resultados conforme evolui o projeto de melhoria, 5.1.2. Verificar se estão alcançando os objetivos, 5.1.3. Caso não alcance, começar de novo na etapa (1.3. analisar as causas).
	5.2. Consolidar resultados	5.2.1. Definir padrões de controle para sustentar os resultados, 5.2.2. Formular padrões de trabalhos e manuais, 5.2.3. Retroalimentar informações de prevenção de manutenção.

FONTE: SUZUKI (1994), (PORTAL TPM (2017))

– Manutenção Autônoma

Neste pilar, inclui-se as técnicas que liberam os operadores na conservação do equipamento na melhor condição possível, com a participação eventual do setor de manutenção, dando embasamento e sustentação aos operadores nas atividades de manutenção no seu posto de trabalho (GOMES; LIMA; SILVA, 2012).

O conceito da manutenção autônoma (MA) tem como foco aperfeiçoar as habilidades dos operadores e o conhecimento nos detalhes dos equipamentos

que ele opera, para aumentar a sua produtividade e a eficiência no processo produtivo (AHMED, HASSAN, TAHA, 2005).

No processo contínuo de desenvolver os operadores, trabalha-se em aflorar os conhecimentos e reeducar na postura de ser proativo, prevenção de problemas, senso de melhoria contínua, aumentando a confiabilidade e a disponibilidade nos equipamentos. Para Tavares (1999), as atividades que envolvem os operadores são: manutenção de pequenos reparos, lubrificação, inspeções visuais, limpeza, utilizando como base nas práticas do método 5S.

A MA pode ser compreendida como uma mudança de conceito: antes era “eu fabrico, você conserta”; agora é “do meu equipamento cuidado eu” (PETTER *et al.* (2011).

O Quadro 3 descreve as fases da implementação da manutenção autônoma; as fases 1 a 3 referem-se aos objetivos de: priorizar os itens que causam a deterioração acelerada, prevenir, reverter a deterioração e, manter as condições básicas para o funcionamento do equipamento (NAKAJIMA, 1989; SUZUKI, 1994; PORTAL TPM, 2018).

– **Manutenção Planejada**

Ireland e Dale (2001) destacam que este pilar trabalha para que a organização tenha o planejamento e o controle da manutenção, tendo como objetivo as

QUADRO 3 - FASES DA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

1. Realizar a limpeza inicial	1.1. Eliminar o pó e sujeira do equipamento; 1.2. Descobrir as irregularidades tais como as anomalias, fontes de contaminação, locais de difícil acesso, e fontes de defeitos de qualidade; 1.3. Eliminar os materiais desnecessários e raramente utilizados, e simplificar o equipamento.
2. Eliminar as fontes de contaminação e locais de difícil acesso.	2.1. Reduzir o tempo dedicado a deixar em ordem o equipamento, eliminando as fontes de pó e sujeira, evitando a dispersão, e melhorando as partes que sejam difíceis de limpar, inspecionar, lubrificar, apertar ou manipular.
3. Elaborar padrões de limpeza, lubrificar e aperto	3.1. Formular padrões de trabalho que ajudem a manter a limpeza, lubrificação e aperto de parafusos em níveis adequados; 3.2. Melhorar a eficiência do trabalho de inspeção introduzindo

de parafusos.	controles visuais.
4. Realizar a inspeção geral do equipamento.	4.1. Facilitar capacitação sobre técnicas de inspeção com base em manuais; 4.2. Deixar em condições ótimas os componentes do equipamento mediante a inspeção geral; 4.3. Modificar o equipamento para facilitar a inspeção. Fazer uso extenso de controles visuais.
5. Realizar inspeção geral dos processos.	5.1. Facilitar capacitação sobre os rendimentos dos processos, operações e ajustes, treinar sobre o tratamento de anomalias com a finalidade de melhorar a confiabilidade operacional e ter operadores competentes; 5.2. Impedir a duplicidade ou omissões na inspeção periódica de cada equipamento, padrões de inspeção, limpeza e reposição do processo inteiro ou da área.
6. Manutenção autônoma sistemática.	6.1. Implantar a manutenção da qualidade e de segurança estabelecendo procedimentos claros; 6.2. Melhorar os procedimentos de preparação e reduzir o trabalho; 6.3. Estabelecer um sistema de autogestão para melhorar o fluxo no lugar de trabalho, as peças de reposição, método, trabalho em andamento, produto acabado, dados, etc.....
7. Prática plena de auto-gestão.	7.1. Desenvolver atividades de melhoria e padronizá-las de acordo com os objetivos e políticas, e reduzir custos eliminando o desperdício nos locais de trabalho; 7.2. Melhorar continuamente os equipamentos com registros precisos e analisando os dados sistematicamente.

FONTE: SUZUKI (1994); PORTAL TPM (2017)

melhorias, observando as práticas inovadoras, estruturando uma base de dados, estabelecendo indicadores de eficiência da manutenção e dos resultados obtidos nos equipamentos, utilizando apoio de métodos de gestão.

Para Venkatesh (2007), o pilar da manutenção planejada deverá ser cuidadosamente analisado, estruturado em detalhes para atingir os objetivos propostos em cada etapa. Ao iniciar manutenção planejada, deve-se estabelecer a implementação de dois itens: (a) dar equilíbrio ao equipamento para sustentar a atividade no processo produtivo; e (b) dar condições para que ele possa ter a eficiência em custos, conforme projetado.

O Quadro 4 descreve as fases para implementar a manutenção planejada e tem como foco alcançar dois objetivos: (i) manter o equipamento e o processo em condições; (ii) alcançar a eficácia e eficiência em custos.

QUADRO 4 - FASES PARA IMPLEMENTAR A MANUTENÇÃO PLANEJADA

1. Avaliar o equipamento e compreender a situação inicial.	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Preparar ou atualizar o registro dos equipamentos 1.2. Avaliar os equipamentos: estabelecer critérios de avaliação, priorizar os equipamentos e selecionar equipamentos e componentes para manutenção preventiva; 1.3. Definir níveis de quebras; 1.4. Compreender a situação: MTBF, custo de manutenção, taxas de manutenção de quebras, etc.; 1.5. Estabelecer objetivos da manutenção (indicadores, métodos de para medir resultados).
2. Restaurar a deterioração e corrigir debilidades.	<ol style="list-style-type: none"> 2.1. Estabelecer as condições básicas, restaurar a deterioração e eliminar condições que causam deterioração acelerada (apoiar a manutenção autônoma; 2.2. Pôr em prática atividades de melhoria focada para corrigir debilidades e ampliar a vida útil; 2.3. Tomar medidas preventivas para impedir a ocorrência de quebras similares ou idênticas; 2.4. Introduzir melhorias para reduzir falhas de processo.
3. Criar um sistema de gestão de informações.	<ol style="list-style-type: none"> 3.1. Criar um sistema de gestão de dados de quebras; 3.2. Criar um sistema de gestão de manutenção de equipamentos (controle do histórico da máquina, planejamento da manutenção, planejamento de inspeções, etc.); 3.3. Criar um sistema de gestão de orçamentos de equipamentos; 3.4. Criar um sistema para controlar peças de reposição, manuais, dados técnicos, etc.
4. Criar um sistema de manutenção periódica.	<ol style="list-style-type: none"> 4.1. Preparação da manutenção periódica (controle de unidades reservas, peças de reposição, instrumentos de medição, lubrificantes, planos, dados técnicos, etc.); 4.2. Preparar fluxograma do sistema de manutenção periódica; 4.3. Selecionar equipamentos e componentes a manter, e elaborar um plano de manutenção; 4.4. Preparar ou atualizar padrões (padrões de materiais, de trabalho, de inspeção, de aceitação, etc.); 4.5. Melhorar a eficiência de manutenção com parada geral e reforçar o controle dos serviços terceirizados.
5. Criar um sistema de manutenção preditiva.	<ol style="list-style-type: none"> 5.1. Introduzir técnicas de diagnóstico de equipamentos (formar analisadores, comprar equipamento de diagnóstico, etc.); 5.2. Preparar fluxograma de manutenção preditiva; 5.3. Selecionar equipamento e componentes para manutenção preditiva e ampliar gradualmente o sistema; 5.4. Desenvolver equipamentos e tecnologias de diagnóstico.
6. Avaliar o sistema de manutenção planejada.	<ol style="list-style-type: none"> 6.1. Avaliar o sistema de manutenção planejada; 6.2. Avaliar a melhora de confiabilidade: número de falhas e pequenas paradas, MTBF, frequência de falhas, etc...; 6.3. Avaliar a melhora de mantenedibilidade: taxa de manutenção periódica, 6.4. taxa de manutenção preditiva, MTTR, etc...; 6.5. Avaliar as reduções de custos: redução em gastos de manutenção, melhora na distribuição de todos recursos para manutenção.

FONTE: SUZUKI (1994); PORTAL TPM (2017)

– **Educação e Treinamento**

Segundo Junior (2012), este pilar visa a suprir a carência profissional, tendo como objetivo capacitar o profissional, mapeando como ela está e projetar o que se espera no futuro, propiciando treinamento, educação, conhecimento e habilidades para o colaborador.

Para Pinto e Xavier (2009), o foco deste pilar está em desenvolver mudanças no colaborador e na cultura da organização. As mudanças somente são possíveis com a evolução do nível de educação, aliada a uma estrutura robusta do programa de treinamento técnico, de acordo com a necessidade de cada departamento. Os departamentos de Recurso Humanos (RH), Manutenção e Produção são os principais departamentos comprometidos com o pilar de treinamento e educação.

– **Controle Inicial**

Souza (2001) e Bonifácio; Bonifácio (2013) destacam que o pilar do controle inicial visa a analisar a compra do equipamento futuro, analisando maneiras de reduzir o tempo entre a compra e a sua partida na produção.

O desenvolvimento de novos produtos acabados também faz parte deste pilar devido à necessidade de ter como foco a preocupação em facilitar a produção e como será a manutenção preventiva, se não tem erros ou se faltam elementos na elaboração do projeto.

A característica deste pilar está em garantir que, no projeto de um novo equipamento, ele seja desenvolvido com os elementos do TPM, diferentemente dos outros pilares, que estão voltados para a melhoria do equipamento existente.

O controle inicial de equipamento é composto desde a fase de especificação, acompanhamento da negociação de compra, pré-piloto na empresa fabricante, piloto na empresa que adquiriu, validação da produção pelo recebimento e

afirmação que sua operação está aprovada, até a entrega dos manuais para o departamento de manutenção.

O controle inicial tem como premissa otimizar os futuros custos de manutenção preventiva, no período de ciclo de vida útil para o qual o equipamento foi projetado.

O ciclo de vida do equipamento é composto por: especificação, projeto, aquisição, fabricação, pré-piloto, transporte, instalação, piloto, partida da produção e substituição, quando necessário.

No desenvolvimento de novos equipamentos, as organizações se preocupam em obter rapidez no planejamento e nas necessidades dos processos internos e externos junto ao fabricante, visto que a vida útil de alguns produtos acabados está sendo reduzida.

Na filosofia do TPM, quando for desenvolver novos equipamentos, deve-se ter atenção aos seguintes aspectos: (a) Confiabilidade; (b) Manutenção simples e rápida; (c) Manutenção pelo operador; (d) Operacionalidade; (e) Economia de recursos; (f) Segurança.

– **Manutenção da Qualidade**

O foco deste pilar está nas atividades da qualidade em buscar zero defeito, zero acidente nas peças e produtos acabados produzido pela organização. Para que isso ocorra, precisa-se trabalhar nos conceitos de manutenção do equipamento, método e molde para que sejam produzidas as peças e produtos acabados conforme os padrões planejados (WERKEMA, 1995).

Para Suzuki (1994), a matriz de afinidades 4M's para classificar a origem das variações de qualidade refere-se a Mão de Obra - ações das pessoas (habilidades).

De acordo com Suzuki (1994), os pilares de educação e treinamento e manutenção autônoma irão gerar o desenvolvimento técnico dos operadores para que eles possam identificar as anomalias, corrigi-las e realizar os controles determinados, para dar subsídio aos trabalhos de análise de inspeção da qualidade.

- Material: elaborar procedimentos de análise para verificar se o material recebido está conforme foi especificado no desenho técnico e, desenvolvido junto ao fornecedor, assegurar que os produtos fabricados sejam realizados com a qualidade esperada.
- Método: garantir a repetibilidade produtiva através da condição que o processo foi desenvolvido para obter a qualidade planejada e, que foram apresentadas aos clientes.
- Equipamento: busca constante para que o equipamento esteja em condições produtivas, de acordo com o padrão de qualidade e gerando banco de dados para fornecer subsídios para novos projetos de equipamento, para facilitar os processos produtivos e melhorar o padrão de qualidade.

– **TPM Office**

Este pilar está relacionado com as áreas administrativas com o propósito de reduzir ou eliminar as perdas nos processos administrativos, eliminando os retrabalhos das atividades e processos que não agregam valor, propiciando melhora nos departamentos relacionados às atividades individuais, e interdepartamental, envolvendo os colaboradores e, conseqüentemente, melhorando de forma global os negócios da organização (WICKRAMASINGHE; PERERA, 2016). Complementam os autores que as informações precisam ser rápidas, claras e precisas e, portanto, é necessário otimizar o fluxo de informações para as atividades internas e externas da organização.

– **Segurança, saúde e meio ambiente**

Este pilar trabalha na busca de acidente zero e poluição zero. Neste contexto, a organização precisará desenvolver treinamentos e atividades para atuar na cultura e conscientizar os colaboradores, realizando atividades para prevenir acidentes. Por isto, é importante realizar inspeções periódicas nos equipamentos e instalações em relação às atividades inseguras e treinar o abandono do local de trabalho em caso de incêndio (WICKRAMASINGHE; PERERA, 2016).

2.5. IMPLEMENTAÇÃO DO TPM

O conceito da área de manutenção evoluiu, passando de uma simples atividade para uma atividade estratégica para a organização, com a visão de um ambiente competitivo, observando, além da recuperação de danos, qualidade e produtividade (OTANI; MACHADO, 2008). A manutenção como estratégia, segundo Rotab, Khan e Darrab (2010), está relacionada em atuar nos desperdícios, de forma eficaz, para que os investimentos em manutenção ocorram e que ela seja capaz de contribuir no aspecto econômico para a organização.

Além do aspecto econômico, Ahuja e Khamba (2008) destacam que o TPM contribui em elevar a moral e a satisfação dos colaboradores, em todos os níveis da organização, mantendo e elevando os padrões estabelecidos nos processos produtivos, zero defeitos e zero acidentes. Segundo Xenos (2014), quando a empresa tem como rotina no processo de produção trabalhar com melhorias contínuas, a área de manutenção está interligada nas melhorias e em manter a disponibilidade dos equipamentos, garantindo a sua confiabilidade. O Quadro 5 demonstra os oito pilares do TPM e seus critérios, de forma macro.

QUADRO 5 - PILARES DO TPM E SEUS CRITÉRIOS

Pilares	Critérios
1. Melhorias específicas	• Focar na melhoria global do negócio.
2. Manutenção Autônoma	• Liberdade de ação dos colaboradores fazerem reparos básicos autorizados.
3. Manutenção Planejada	• Planejar, executar e controlar a programa de manutenção.
4. Treinamento e Educação	• Ampliar a capacitação técnica dos colaboradores e comportamental do pessoal da manutenção e operação.
5. Controle Inicial	• Estabelecer sistema de gerenciamento da fase inicial para novos projetos ou equipamentos.
6. Manutenção da Qualidade	• Estabelecer um programa de zero defeito.
7. Administração	• Estabelecer um programa de TPM nas áreas administrativa, visando aumento de sua eficiência.
8. Segurança, Saúde e Meio ambientes	• Estabelecer um sistema de saúde, segurança e meio ambiente.

FONTE: KARDEC; NASCIF (2013)

2.5.1. SEQUÊNCIA DE IMPLEMENTAÇÃO DOS PILARES DO TPM

A implementação do TPM é constituída de doze etapas e cada etapa tem sua particularidade, despertando nos participantes a força de vontade, o aprimoramento da sua capacidade (treinamento e habilidade), a perda zero, falha zero, tornando-as visíveis (NAKAJIMA, 1989).

A Figura 2 mostra sequência de implantação dos pilares do TPM sugerida por diversos autores (SUZUKI, 1986; NAKAJIMA, 1989; PORTAL TPM, 2018). Ainda conforme estes autores, os pilares podem ser implantados com certa simultaneidade, visto sua interrelação.

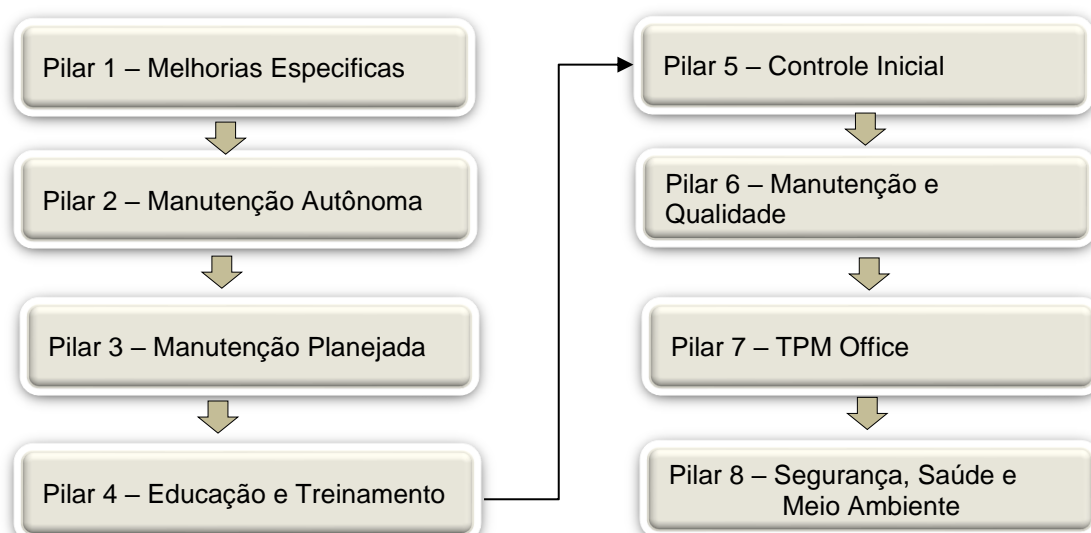


FIGURA 2 - SEQUÊNCIA DE IMPLANTAÇÃO DOS PILARES DO TPM
FONTE: ADAPTADO DE SUZUKI (1986); NAKAJIMA (1989); PORTAL TPM (2018)

A implantação do TPM ocorre em quatro fases: (i) Preparação; (ii) Introdução; (iii) Implantação; e (iv) Consolidação. Neste processo, é importante a escolha do equipamento piloto em função do impacto imediato para motivar toda a equipe. No Quadro 6, são descritos os 12 passos sugeridos para a implementação do TPM (NAKAJIMA, 1989; SUZUKI, 1986; PORTAL TPM, 2018).

García Arca e Prado (2008) destacam a importância de que o TPM não seja implementado sozinho, mas realizado com outros métodos que complementam ou se beneficiam das atividades que são executadas nas fases de implementação do TPM e posteriores.

Muitas empresas decidem implantar algum ou alguns pilares do TPM, sem necessariamente implantar todos os pilares ou seguir as orientações para sua implantação. Existem empresas que focam o pilar de manutenção autônoma, maior expressão do TPM, alavancadas por outras técnicas e métodos paralelos como redução de *set-up* (ALVES; OLIVEIRA, 2014), ou mesmo simultaneamente a outro pilar, como Educação e Treinamento (SILVA, 2014) mostrando ganho de produtividade, com aumentos de 15 a 30% no OEE.

QUADRO 6 – DETALHES DAS DOZE ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO TPM

Preparação	Etapa 1 - Anúncio oficial	1.1. Engajamento de todos os colaboradores da organização, desde a alta direção até os operadores. 1.2. As atividades do TPM devem ser incentivadas e, não impostas. 1.3. Alta direção assume o compromisso de seguir com o programa TPM até a sua finalização.
	Etapa 2 - Programa de conscientização e treinamento Introdutório do TPM	1.1. No programa de conscientização deverão ser veiculados o conceito: a filosofia e, os objetivos. 1.2. A conscientização tem como objetivo neutralizar todos os preconceitos.
	Etapa 3 - Criação da estrutura	1.3. Definir os membros que formarão a secretaria do TPM e o comitê de implementação. 1.4. O comitê de implementação, deverá ser composto de forma matricial: 1.4.1. No topo da pirâmide a alta direção, na parte central a média gerência e, na base os elementos operacionais.

	encarregada da Implementação	<p>1.5. Estabelecer uma secretaria da implementação do TPM com a responsabilidade:</p> <p>1.5.1. Desenvolver e promover estratégias eficaz de promoção do TPM.</p> <p>1.5.2. Como tarefas: Preparar o plano mestre TPM, coordenar a sua execução, criar e manter controle para que as atividades permaneçam conforme planejado, organizar palestras sobre os temas, divulgar e organizar a publicação das informações.</p>
	Etapa 4 - Estabelecer Políticas, Objetivos e Diretrizes para o TPM	<p>1.6. Os objetivos do TPM devem relacionar-se com o planejamento estratégico da organização e, com os objetivos de negócio a médio e longo prazo.</p> <p>1.7. A meta de longo prazo de três anos, deverá ser dividida em metas intermediarias com clareza aberta em: o que, como e quando.</p> <p>1.8. Analisar os indicadores atuais e calcular metas financeiras, quantificando o resultado e comparar com as despesas.</p> <p>1.9. O planejamento geral deverá ser publicado para a organização, destacando as metas anuais, semestrais e mensais aberta por departamento.</p>
	Etapa 5 – Elaboração do Plano Mestre	<p>1.10. No Plano Mestre deverá ter todas atividade e eventos para condução do projeto.</p> <p>1.11. O plano mestre deverá constantemente ser revisto e as atividades que estiverem em atraso, elaborar plano de contingência.</p> <p>1.12. Na elaboração do plano mestre deverá ser listado as atividades e, eventos por ordem de prioridade.</p> <p>1.13. Todas as atividades e, eventos que forem listas deverão serem orçadas, aprovas para sua realização e, monitoradas para que os gastos fiquem dentro do valor planejado.</p>
Introdução	Etapa 6 – Partida do Projeto – Kickoff	<p>6.1. Apresentação oficial do plano mestre para o time interno da organização, clientes e fornecedores.</p> <p>6.2. Neste momento deverá convencer todos sobre a seriedade do projeto.</p> <p>6.3. A partir deste momento inicia-se oficialmente a partida do projeto.</p>
Implantação	Etapa 7 – Implantação dos Pilares Produtivos	<p>7.1. Pilar Melhoria específica, as melhorias específicas, deverão serem realizadas por equipes multifuncionais.</p> <p>7.2. Pilar Manutenção Autônoma, o operador assume a responsabilidade do equipamento em que ele trabalha. Treinado para as melhorias em evitar a deterioração acelerada, controlar a contaminação e, ajudar na melhoria do equipamento.</p> <p>7.3. Pilar Manutenção Planejada, compreende as três formas de manutenção: pós-quebra, preventiva e, preditiva. Na atividade de manutenção planejada necessita controlar o tempo médio entre falhas (MTBF).</p> <p>7.4. Pilar Educação e Treinamento, precisará avaliar cada colaborador para medir o grau de assimilação dos conhecimentos e identificar suas debilidades e programar a capacitação. Deve ser planejado programas de treinamentos fora do local de trabalho e, decidir o nível de colaboradores que a organização pretende ter em um determinado prazo.</p>
	Etapa 8 – Pilar Controle Inicial	<p>7.5. Pilar Controle Inicial, é considerado como projeto único as etapas que se inicia com o desenho do processo, o projeto básico da planta e os planos e especificações incluindo o</p>

Consolidação		orçamento, a fabricação, a construção e o teste de funcionamento.
	Etapa 9 – Pilar Manutenção da Qualidade	7.6. É produzir pela primeira vez com qualidade, através dos processos e equipamentos. 7.7. As características da qualidade são influenciadas principalmente por quatro entradas de produção: equipamentos, materiais, ações das pessoas (habilidades) e, métodos.
	Etapa 10 – Pilar TPM OFFICE	7.8. As áreas administrativas e de apoio necessitam se conscientizar que tem que dar suporte a produção. 7.9. Devem reforçar as suas atividades e responsabilidades e melhorar a cultura. 7.10. O programa do TPM OFFICE tem como foco em criar uma “fábrica de informações” e clarear o fluxo das informações. 7.11. Conscientizar as áreas administrativas e apoio que as atividades principais são de receber, processar e, distribuir informações.
	Etapa 11 – Pilar Segurança, Higiene e Meio Ambiente Etapa 12 – Consolidação das Metas alcançadas e definir novas metas	7.12. Os itens que compõem este pilar também são tratados no momento que são realizados os treinamentos, desta forma aproveita o deslocamento do operador para prevenir os acidentes, e as análise de falhas. 7.13. A segurança tem que ser trata todo dia e construir uma cultura solida. 7.14. No Japão a primeira fase do programa TPM, termina quando a organização ganha o prêmio PM. 7.15. Porem as organizações irão perceber que este é um programa que não pode para, pois é preciso que a organização esteja sempre em constante movimento.

FONTE: NAKAJIMA (1989), SUZUKI (1994), PORTAL TPM (2017)

2.6. OEE – EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO

O OEE é uma métrica quantitativa que cada vez mais ganha espaço na indústria, ultrapassando o seu princípio básico de controlar e monitorar a produtividade dos equipamentos, passando a ser um indicador que demonstra em qual dos fatores que compõem o OEE o processo necessita melhorar o seu desempenho (BINTI AMINUDDIN *et al.*, 2016).

O indicador de OEE é composto por três pilares: disponibilidade, eficiência produtiva e qualidade das peças e produto acabados (classificados em aprovado ou rejeitado) (NAKAJIMA, 1989).

Complementa Nakajima (1989) que os valores de Disponibilidade, Eficiência e Qualidade refletem as variáveis a seguir:

- a. Disponibilidade: reflete o tempo parado do equipamento, em relação ao total de tempo em operação;
- b. Eficiência: toda peça ou produto acabado tem seu ciclo de produção cronometrado, que servirá para calcular a eficiência. Dessa forma, é possível projetar a quantidade da produção por hora ou um determinado período produtivo. O cálculo da eficiência representa a porcentagem da velocidade produtiva atual comparada com a velocidade nominal (projetada), que foi estabelecida no ciclo produtivo (tempo de ciclo).
- c. Qualidade: as peças, subconjuntos ou produtos, são desenvolvidos e produzidos de acordo com a especificação técnica, atendendo aos padrões e objetivos para os quais eles foram estabelecidos. Os itens ou produtos que não atingem o nível esperado são considerados como perda ou refugo.

A utilização do OEE tem como foco principal identificar as perdas relacionadas com o equipamento que está sendo monitorado, com o objetivo de aumentar o desempenho e gerar a confiança de disponibilidade (MUCHIRI; PINTELON, 2008).

O OEE foi desenvolvido a partir do conceito do TPM por Seiichi Nakajima, um dos responsáveis pelo desenvolvimento do método TPM, tendo como foco avaliar a eficiência de um equipamento ou de um sistema produtivo (SHARMA, KUMAR, KUMAR, 2006). Está baseado em rastrear melhorias ou baixa eficiência de um equipamento ou sistema produtivo durante um determinado período, gerando informação do que ele está fazendo em comparação com o que foi projetado (DAL; TUGWELL; GREATBANKS, 2000).

O objetivo de qualquer organização é ter um sistema integrado e eficaz e não ter equipamentos considerados ótimo individualmente, porque nenhuma máquina trabalha isolada. O processo de fabricação necessita que todos os recursos de fábrica estejam integrados e disponíveis (pessoas, materiais, métodos e informação) e muitas vezes são interpretados de forma isolada. Por isto a

organização necessita analisar o desempenho da fábrica como um todo (OECHSNER, PFEFFER, PFITZNER, 2002).

O OEE deve ser implantado principalmente nos gargalos da fábricas e áreas chaves, possibilitando analisar a evolução da produtividade e, conseqüentemente, o retorno econômico, demonstrando o quanto as empresas deixam de ganhar por não utilizarem soluções integradas envolvendo produtividade, qualidade e eficiência (HANSEN, 2008).

Hama Kareem e Hama Amin (2017) destacam que os dados coletados necessitam estar detalhados, porém se preocupando em não coletar informações desnecessárias para o cálculo e análise dos resultados. Ainda, a coleta precisa ser rápida e garantir a qualidade das informações.

Segundo Hansen (2008), após o cálculo dos índices individuais da disponibilidade, eficiência e qualidade, eles são multiplicados entre si para gerar o resultado do OEE, conforme a Equação: $OEE = (\% \text{ Disponibilidade} \times \% \text{ Eficiência} \times \% \text{ Qualidade}) \times 100$.

O conceito de OEE "Classe Mundial" significa que a empresa está apta para competir com outras organizações no seu segmento, oferecendo produto ou serviço com qualidade, preços atrativos e prazos de entrega confiáveis (JONSSON; LESSHAMMAR, 1999). Complementam os autores que a composição do OEE considerado como classe mundial apresenta disponibilidade de 90%, eficiência de 95,00% e qualidade de 99,90% os quais, quando multiplicados entre si, atingem o resultado geral de 85%.

A Tabela 1 detalha o cálculo do OEE. São apresentados os parametros utilizados para o cálculo, sendo que os valores utilizados estão todos na base de hora e minuto: (i) Tempo de carga - 960 horas; (ii) Ciclo de produção da peça é de "0,5 minuto"; (iii) Teve uma perda por *Set Up* e Manutenção de 160 horas; (iv) Teve uma "perda por desempenho do operador" de 400 horas; (v) Teve uma "perda por problemas de qualidade" de 18 horas.

TABELA 1 - DETALHAMENTO EXEMPLO DA FORMULA DE CÁLCULO DO OEE

Legenda	Tempo	H:M	%	Formula calculo H:M:S	Formula calculo %
A	Tempo de Carga	960:00	100,00%	(A)	(A / A)
B	Sistema Parado	0:00	0,00%		(B / A)
C	Perda Programada	0:00	0,00%		(C / A)
D	Tempo de Carga	960:00	100,00%	= A - (B + C)	(D / A)
E	Perda Set UP, Manutenção	160:00	16,67%		(E / D)
F	Disponibilidade	800:00	83,33%	= E - D	(F / D)
G	Perda por desempenho do operador	400:00	50,00%		(G / F)
H	Eficiência	400:00	50,00%	= F - G	(H / F)
I	Perda por defeito	18:00	4,50%		(I / H)
J	Qualidade	382:00	95,50%	= H - I	(J / H)
	OEE		39,79%	-	(F x H x J)

FONTE: ADAPTADO DE MUCHIRI; PINTELON E HANSEN (2008)

Na Figura 3, é demonstrada a influência das seis grandes perdas na métrica do OEE e a fórmula de cálculo dos indicadores de disponibilidade, eficiência e qualidade.

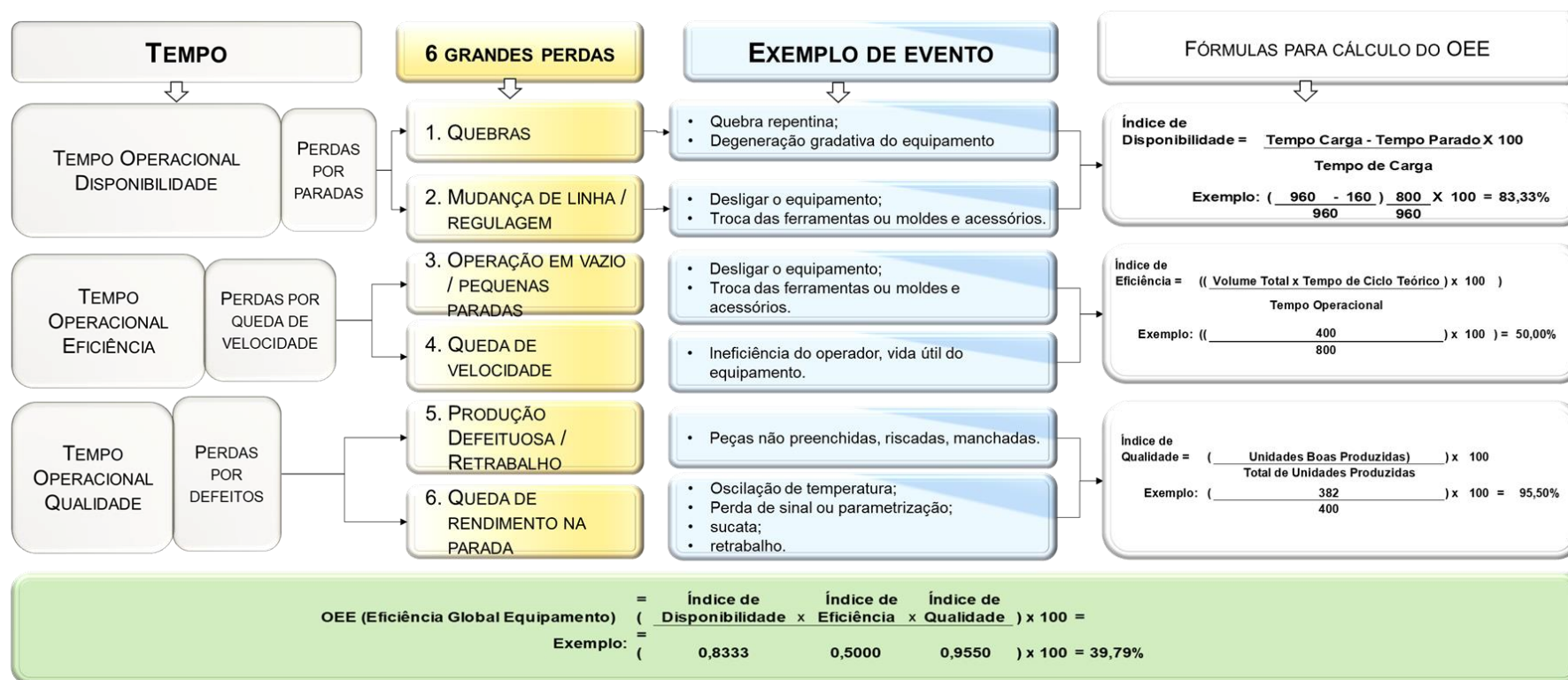


FIGURA 3 - INFLUÊNCIA DAS SEIS GRANDES PERDAS NA MÉTRICA DO OEE

FONTE: ADAPTADO DE MUCHIRI; PINTELON E HANSEN (2008)

3. ABORDAGEM METODOLÓGICA

Este capítulo apresenta a abordagem metodológica utilizada no desenvolvimento da pesquisa. Os itens a seguir descrevem a classificação dessa pesquisa, o método de aquisição dos dados usados na pesquisa.

A pesquisa está fundamentada no método de pesquisa *survey* e teve como base as empresas publicadas na revista Exame, referente as 500 melhores e maiores empresas do Brasil, publicação em 2018 base 2017, e empresas de segmentos que usualmente possam utilizar o método TPM e OEE.

A Figura 4 sintetiza as etapas adotadas na pesquisa. O desenvolvimento de cada etapa e os conceitos utilizados são apresentados de forma detalhada nas subsecções.

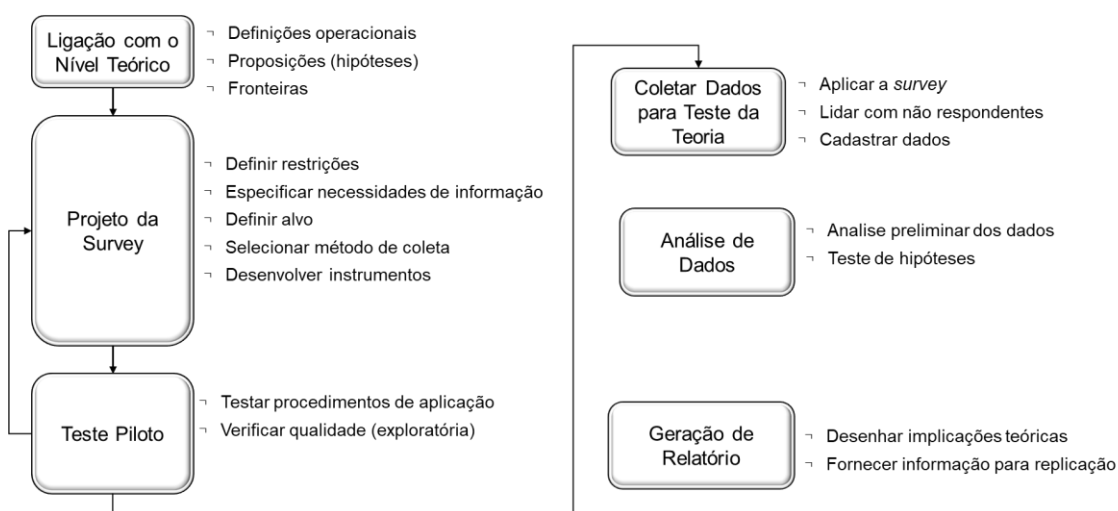


FIGURA 4 - ETAPAS DE ESTRUTURAÇÃO DE UM LEVANTAMENTO TIPO SURVEY

FONTE: ADAPTADO DE FORZA (2002)

3.1. ESCOLHA DO MÉTODO DA PESQUISA

A pesquisa científica deve ser construída de forma sistemática, metódica e crítica, direcionando os conhecimentos científicos dos fenômenos estudados e o resultado deve contribuir para a evolução nos campos humano e industrial (PRODANOV; FREITAS, 2013). Afirmam, ainda, que uma pesquisa pode conter métodos combinados, e a escolha têm que estar associada aos objetivos da pesquisa.

Foi escolhido o método *survey* em função do objetivo específico do problema e da hipótese da pesquisa. A pesquisa *survey* é utilizada quando se tem o interesse em produzir informações quantitativa de uma população (PRODANOV; FREITAS, 2013).

As pesquisas tipo *survey* contém três tipos de características: (i) o método quantitativo com informações padronizadas sobre o que está sendo analisado; (ii) o modo de coletar as informações através de questões estruturadas e predefinidas; (iii) as informações são coletadas sobre uma fração de uma amostra, possibilitando as análises estatísticas.

Os autores classificam ainda a pesquisa *survey* em exploratória, descritiva ou explanatória. A pesquisa *survey* exploratória proporciona a obtenção dos conceitos preliminares e a visão inicial o tema que está sendo analisado. A pesquisa *survey* descritiva é destinada ao entendimento da relevância do tema que está sendo analisado. Tendo como objetivo em definir as questões com argumentos lógicos para ser encaminhado para a escolha da amostra. A pesquisa *survey* explanatória também chamada de confirmatória, utilizada para testar a teoria e a relações causais, demonstrando as relações entre as variáveis. A coleta de dados é realizada com o objetivo específico de testar as variáveis relacionadas ao tema da pesquisa. Desta forma, são testadas as hipóteses de relação causal entre as variáveis.

A pesquisa em questão pode ser classificada como uma *survey* exploratória (confirmatória), visto que a relação estabelecida entre as variáveis é causal.

A pesquisa *survey* pode ser caracterizada conforme os períodos de tempo para realizar a coleta de dados como (PRODANOV; FREITAS, 2013):

- Longitudinais, é quando a coleta de dados ocorre por um determinado período específico.
- Cortes transversais, é quando a coleta de dados e a análise das variáveis ocorrem em um único momento.

Para esta pesquisa, foi adotada a pesquisa *survey* de corte transversal, onde a coleta dos dados irá ocorrer em um só momento e as variáveis serão descritas, analisadas em um dado momento.

3.2. DESENVOLVIMENTO DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS E SELEÇÃO DA AMOSTRA

O questionário é um instrumento de coleta de dados composto por uma sequência lógica de perguntas sendo respondidas, não sendo necessário a presença do pesquisador (MARCONI; LAKATOS, 2018).

Dada a importância desse recurso, Marconi e Lakatos (2018) destacam que as perguntas podem ser abertas, permitindo aos respondentes colocar livremente o seu entendimento, e as perguntas fechadas, compostas de alternativas para que o respondente escolha.

3.3. ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Após estudos bibliográficos, definidos os objetivos da pesquisa, os métodos e a coleta de dados, foi analisado o questionário utilizado em pesquisas anteriores (CARNEVALLI; MIGUEL, 2002), analisando o que se podia adaptar e utilizar questões que fossem similares a esta pesquisa.

Durante o processo de elaboração do questionário, tomou-se o cuidado de colocar perguntas que fossem importantes para atingir o objetivo proposto pelo estudo, conforme recomendado por Marconi e Lakatos (2018). Outro ponto importante, conforme Mattar (2013), é escolher os participantes que tenham conhecimento do assunto; desta forma, foram escolhidos funcionários responsáveis pelo Departamento de Manutenção, Engenheiro de Manutenção, Departamento de Produção, em função de serem participantes com conhecimento referente ao tema da pesquisa.

3.3.1. COMPOSIÇÃO DAS QUESTÕES

Durante o processo de elaboração das perguntas, foi tomado o cuidado em utilizar linguagem clara, de fácil entendimento e os termos técnicos são os utilizados no dia a dia das empresas.

3.3.2. TIPOS DAS QUESTÕES

Segundo Marconi; Lakatos (2018), é importante a escolha do tipo de questões, que podem ser classificadas em perguntas abertas, fechadas, dicotômicas ou perguntas de múltipla escolha.

- Perguntas abertas - Nas perguntas abertas, os participantes respondem as questões com as suas próprias palavras e entendimento.
- Perguntas fechadas dicotômicas - Os participantes escolhem a resposta em um conjunto de duas opções. Por exemplo: “sim” ou “não”.
- Perguntas de múltipla escolha - São perguntas fechadas com várias opções de respostas para o respondente escolher, devendo informar se é para escolher uma ou mais de uma alternativa. Na elaboração da questão o pesquisador tem que tomar os cuidados para que tenha todas as alternativas para atender as necessidades da pesquisa e que o atenda a todos os respondentes.

Ao utilizar perguntas com opções de resposta, estas devem estar na forma de escala, para o respondente indicar o seu grau de aceitação ou insatisfação sobre a questão (MATTAR, 2013).

Na elaboração do questionário para esta pesquisa, priorizou-se o uso de perguntas de múltipla escolha, para facilitar a coleta de dados e ter uma boa qualidade de informações.

Além disso, segundo Hair; Black; Sant’anna (2009) e Field; Vialli (2009), o tipo de escala intervalar que oferece dois tipos de análises é a escala *Likert*, pois pode ser tratada de duas maneiras; (i) variáveis tipos ordinais, que não possibilitam a identificação do valor entre as diferenças entre categorias, por exemplo: concordo totalmente, concordo parcialmente, discordo totalmente, discordo parcialmente, indiferente. (ii) Na escala intervalar identifica-se os valores intermediários, devido que previamente se conhece as diferenças entre as

categorias, por exemplo: 0% a 10%, 11% a 20%, 21% a 30%, 31% a 40%, 41% a 50%, 51% a 60%, 61% a 70%, 71% a 80%, 81% a 90%, 91% a 100%.

3.3.3. INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO

Para o preenchimento do questionário, foram elaboradas instruções e notas explicativas, no início de cada sessão, quando necessária.

3.3.4. ORDEM DAS QUESTÕES

As perguntas do questionário foram agrupadas e ordenadas em treze blocos, em uma sequência lógica, iniciando com perguntas gerais sobre o respondente, a empresa e posteriormente com as perguntas focadas no tema da pesquisa.

3.3.5. TESTE PILOTO

No desenvolvimento inicial do questionário, foram escolhidas três empresas-piloto, que responderam ao questionário, com o intuito de analisar a objetividade e a coerência das questões no questionário. As sugestões de melhorias contribuíram para que as questões ficassem mais próximas do dia-a-dia das empresas e atendessem o objetivo da pesquisa.

Essa revisão externa é de suma importância, devendo ser realizada com pessoas que tenham o mesmo perfil dos respondentes a quem será enviado o questionário (MATTAR, 2013; MARCONI; LAKATOS, 2018).

3.3.6. QUESTIONÁRIO FINAL

Após a revisão do questionário, foram feitas as correções necessárias e utilizada a ferramenta do *Google Form*, gerando o *Link*

<https://goo.gl/forms/MY3kgRByWL9AJRow2> para ser enviado às empresas participantes da pesquisa, para responderem eletronicamente o questionário.

3.3.7. PROCEDIMENTO PARA ENVIO DO QUESTIONÁRIO

De acordo com Mattar (2013), deve ser enviada antecipadamente uma carta, e-mail ou telefonar para apresentar a pesquisa e solicitar a cooperação para responder o questionário. Nesta solicitação, deve-se explicar o objetivo da pesquisa e cientificar o respondente que o nome da empresa não será exposto.

3.3.8. TABULAÇÃO DOS DADOS

Oliveira (2001) e Mattar (2013) citam que, antes de iniciar as análises, deve-se verificar se as respostas estão com coerência e se o respondente seguiu corretamente as instruções para o preenchimento do questionário. Caso ocorram informações inadequadas, o pesquisador deve entrar em contato com o respondente para tirar as dúvidas existentes.

3.3.9. ENVIO DO QUESTIONÁRIO

As empresas convidadas para participar da pesquisa final foram selecionadas pela lista da Revista Exame, referente às 500 melhores e maiores empresas do Brasil, publicação em 2018, ano base 2017. Os contatos foram realizados pelo *Software LinkedIn* na procura pelo responsável pela área de manutenção na empresa, sendo que o primeiro contato foi explicando o objetivo da pesquisa e se ele teria interesse em responder o questionário. Aos que responderam positivamente, foi enviado o *Link* <https://goo.gl/forms/MY3kgRByWL9AJRow2> para responder o questionário elaborado através da ferramenta do *Google Form*.

3.3.10. DIFICULDADES ENCONTRADAS

Mesmo utilizando uma ferramenta eletrônica, a dificuldade foi de encontrar os profissionais disponíveis na rede, outros bloqueados e a demora para responder o primeiro aceite, para o envio do segundo contato com o *link* e as orientações para o preenchimento.

Outro ponto foi que, mesmo o possível respondente autorizando o envio do questionário, eles não respondem.

3.3.11. CONTROLE DO ENVIO DO QUESTIONÁRIO

Foram elaborados tabelas e gráficos para o acompanhamento das atividades de envio e retorno do questionário, tais como: (a) Controle de envio para o aceite em responder a pesquisa; (b) controle de envio do questionário para as empresas que aceitaram responder; (c) controle dos questionários respondidos.

3.3.12. COMO LIDAR COM OS NÃO RESPONDENTES

Enviado informação sobre o tema da pesquisa e, neste momento, sendo lembrados os profissionais que tiveram interesse em responder o questionário, do *link* e da importância da sua resposta.

3.3.13. RESULTADO DO ENVIO DO QUESTIONÁRIO

Foram enviados questionários para 375 empresas (onde se localizou o destinatário), tendo um aceite para responder o questionário de 220 empresas, o equivalente a 58,7%. Dentre as empresas que aceitaram responder o questionário, houve apenas um retorno de 22 empresas, o que equivale a 10,0% de taxa de resposta.

3.3.14. ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO

A tabulação dos dados ocorreu através da ferramenta do *Google Form* que foi posteriormente exportada para a planilha Excel, para realização dos gráficos conforme as seções do questionário.

3.3.15. TESTES DE HIPÓTESE

De acordo com Mattar (2013), as hipóteses têm que expor conceitos que possam ser medidos para sua verificação, demonstrando a relação de causa e efeito, de forma clara e objetiva.

Para Marconi; Lakatos (2018), hipóteses são formuladas em função das variáveis para demonstrar uma solução para um determinado problema, devendo possuir um caráter explicativo ou preditivo, ser compatível com o conhecimento científico e sujeito de teste prático.

A hipótese desta pesquisa é:

H1: Os pilares do TPM influenciam diferentemente nas melhorias obtidas com a implantação do TPM.

As questões do documento aplicado (Anexo 1) foram agrupadas e ordenadas em treze blocos comentadas a seguir:

Parte A - Informações do Respondente e Compreensão sobre o TPM na Empresa

Nesta parte, foram feitas as perguntas para ter o perfil da empresa respondente.

A pergunta 16. Qual(is) o (s) tipo(s) de manutenção a sua empresa utiliza? teve como objetivo obter quais os tipos de manutenção utilizados independente se a empresa tinha ou não implantado o TPM, para analisar como as empresas tratam esta atividade no seu dia a dia, para manter os equipamentos em estado ótimo.

Bloco A1. Informações do Respondente e Compreensão sobre o TPM na Empresa

Este bloco correspondeu ao primeiro contato com assuntos ligados diretamente a pesquisa. Também, verificar o entendimento do respondente sobre o método e qual é sua visão sobre o método.

Bloco B. Informações sobre as barreiras para implantar o TPM

Nesta parte, procurou-se levantar como os respondentes avaliam as barreiras que eles passaram na fase de implantação do método TPM, independente dos níveis hierárquicos.

Bloco C. Informações sobre a visão inicial do método TPM na empresa

As perguntas deste bloco iniciaram o processo de validação da hipótese da pesquisa, na pergunta. Qual(is) pilar(es) do TPM estão implementados na sua Empresa? e na pergunta 21. Classificar de 1 a 8 a sequência em que foram ou serão implantados os pilares do TPM? Foram solicitadas informações de quais os pilares estão implantados e quais foram a sequência de implantação, com o objetivo de analisar os impactos de cada pilar implantado teve de resultado.

Bloco D. Informações individuais, referentes aos impactos do TPM no OEE após Implantação de cada pilar

As perguntas deste bloco realizaram o teste da hipótese da pesquisa, iniciando com a pergunta se a empresa tinha implantado o pilar de Melhorias Específicas e se o respondente colocou que “sim” continuava a responder as informações sobre em quais elementos da métrica do OEE teve impacto. Em quais grandes perdas o TPM contribuiu para sua melhoria. Informar qual será o indicador do OEE antes e depois da implantação do TPM.

Quando o respondente colocava que não tinha o pilar implantado, passava para o próximo, até concluir todos os pilares com as mesmas questões, sendo eles: D.1 Manutenção Autônoma, D.2 Manutenção Planejada, D.3 Educação e Treinamento, D.4 Controle Inicial, D.5 Manutenção da Qualidade, D.6 TPM Office, D.7 Segurança, Saúde e Meio Ambiente.

Bloco E. Informações de forma global, referentes ao Impacto que o TPM teve no OEE após a Implantação de Todos Pilares

Nesta parte, houve a validação final da hipótese da pesquisa, analisando de forma global o impacto que os pilares do TPM influenciaram diretamente nas melhorias com a implantação do TPM e o OEE usado como métrica para avaliar os resultados do TPM.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, são apresentados os resultados da pesquisa, com base nas sessões do questionário enviado para as empresas participantes da pesquisa.

4.1. INFORMAÇÕES DO RESPONDENTE E SUA LOCALIZAÇÃO

Nesta sessão, são apresentadas as informações referentes aos respondentes, sua localização, nacionalidade e país de origem. Importante salientar que apenas dez por cento das empresas que se propuseram a responder o questionário enviaram efetivamente sua resposta. Das 22 empresas respondentes, coincidentemente, 11 empresas têm implantado TPM e 11 empresas não utilizam o método TPM.

O gráfico da Figura 5 demonstra as Cidades no Brasil onde estão localizadas as empresas respondentes.

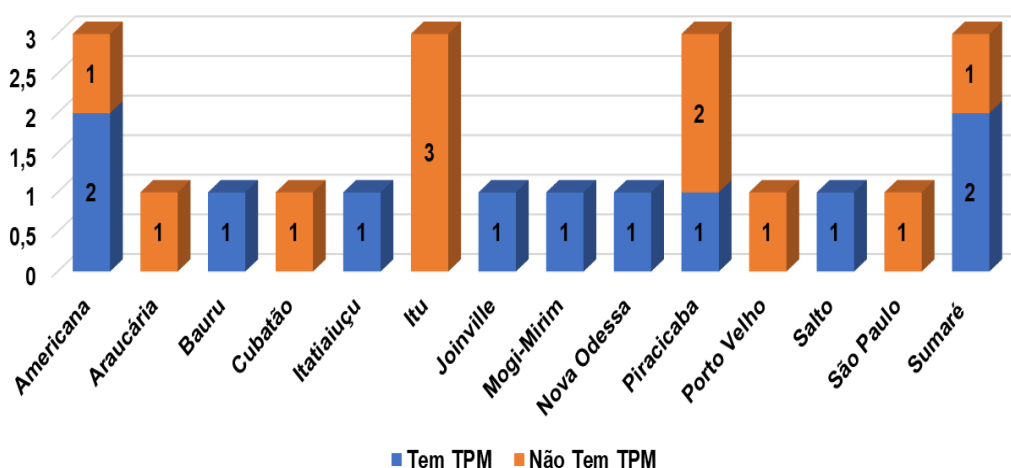


FIGURA 5 - LOCALIZAÇÃO DAS EMPRESAS RESPONDENTES

O gráfico da Figura 6, mostra as empresas respondentes distribuídas pelos Estados no Brasil, sendo a maioria absoluta do estado de São Paulo.

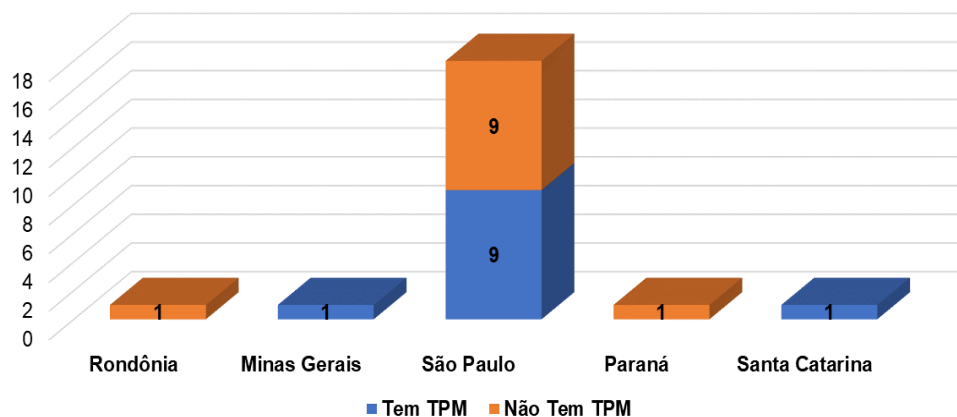


FIGURA 6 - ESTADO ONDE ESTÃO LOCALIZADAS AS EMPRESAS RESPONDENTES

O gráfico da Figura 7 mostra o país de origem das empresas, predominantemente brasileiras.

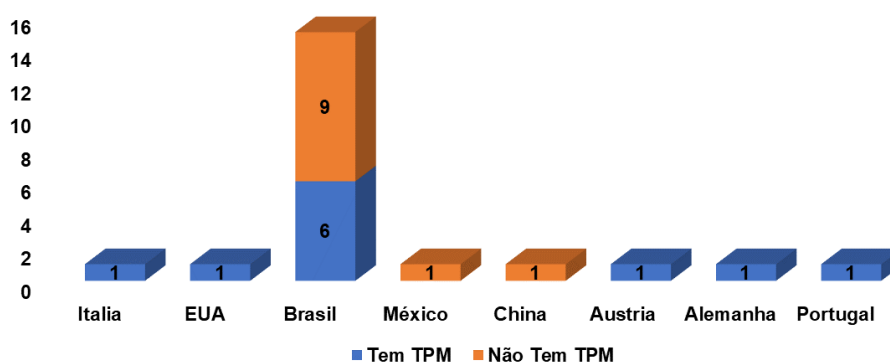


FIGURA 7 - DISTRIBUIÇÃO DAS EMPRESAS RESPONDENTES POR PAÍS DE ORIGEM

A Figura 8 mostra a distribuição das empresas respondentes por segmento industrial, mostrando a maior concentração no setor metalúrgico.

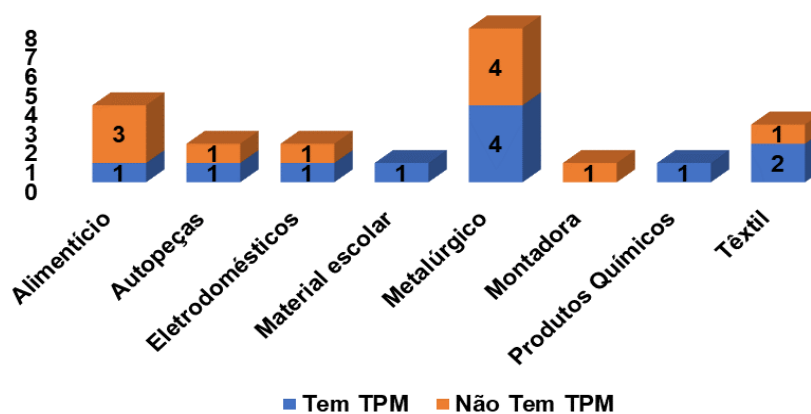


FIGURA 8 - DISTRIBUIÇÃO DAS EMPRESAS RESPONDENTES POR SEGMENTO

4.2. INFORMAÇÕES DOS TIPOS DE MANUTENÇÃO UTILIZADO PELAS EMPRESAS

A Figura 9 traz os tipos de manutenção utilizadas pelas empresas que implantaram o TPM. Pode-se observar uma distribuição equilibrada entre manutenção preditiva, com 20%, preventiva 22,2%, corretiva planejada 24,4% e corretiva não-planejada, 24,4%. Ressalte-se que a expectativa para este último tipo de manutenção é de um índice menor em função da evolução tecnológica esperada e de desenvolvimento dos profissionais no processo de implantação.

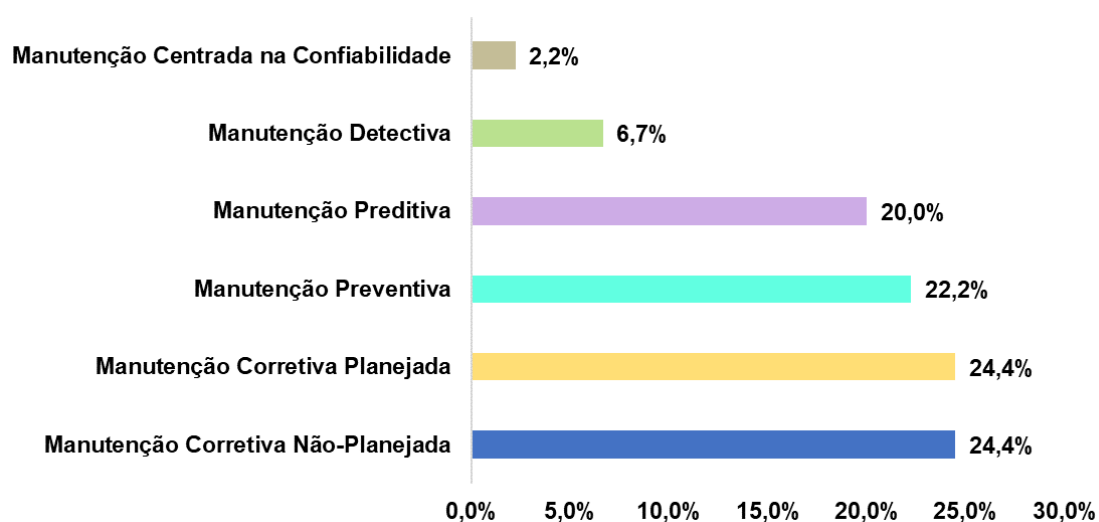


FIGURA 9 - TIPOS DE MANUTENÇÃO UTILIZADAS PELAS EMPRESAS COM O MÉTODO DO TPM IMPLANTADO

A Figura 10 demonstra os tipos de manutenção utilizadas pelas empresas que não têm implantado o TPM. Nota-se que estas empresas, fazem uso maior da manutenção corretiva planejada, 29,7%, do que da manutenção corretiva não-planejada, 27,0%, demonstrando que têm gestão sobre a manutenção e fazem uso de metodologias para manter em estado ótimo e garantir o máximo de disponibilidade produtiva dos equipamentos. A grande diferença notada entre as empresas com TPM e sem TPM está no uso das manutenções de prevenção, ou seja, preventiva e preditiva, Empresas com TPM praticamente o dobro de atividades nestes dois tipos de manutenção, reforçando o objetivo de controle da condição dos equipamentos. Empresas sem TPM, mas com foco em gestão dos riscos adotam mais intensamente a manutenção centrada em confiabilidade e a manutenção detectiva.

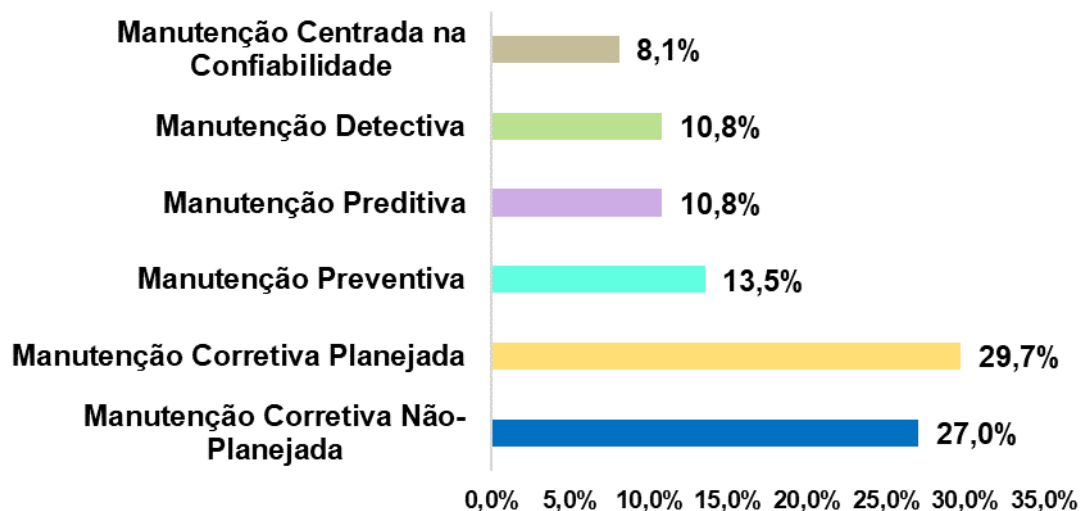


FIGURA 10 - TIPOS DE MANUTENÇÃO UTILIZADAS PELAS EMPRESAS QUE NÃO TEM O MÉTODO TPM IMPLANTADO

4.3. INFORMAÇÕES DO RESPONDENTE E COMPREENSÃO SOBRE O TPM

Como mostrado na Tabela 2, obteve-se informações relevantes sobre a visão inicial do método do TPM.

- Existe uma percepção pelos respondentes de que o TPM, é um método de gestão significativo para contribuir com a qualidade da empresa, com um índice de 90,9%.
- Outros dois pontos com menor destaque são: O TPM é um método de gestão significativo para contribuir com a manutenção na sua empresa e o OEE é usado na sua empresa como métrica para avaliar os resultados do TPM, ambos com um índice de 72,7%.
 - Apesar destes dois índices serem mais baixos, observa-se que aqueles que responderam o questionário têm com clareza da real utilização dos métodos do TPM e do OEE.

TABELA 2 - VISÃO INICIAL DO MÉTODO TPM NA EMPRESA

Visão inicial do método TPM na empresa	Concordo Totalmente		Concordo Parcialmente		Discordo Totalmente		Discordo Parcialmente		Indiferente	
	Nº Resposta	%	Nº Resposta	%	Nº Resposta	%	Nº Resposta	%	Nº Resposta	%
18.1. O TPM é um método de gestão que permite maior competitividade no seu segmento	9	81,8%	2	18,2%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
18.2. O TPM é um método de gestão significativo para aumentar a produtividade	9	81,8%	2	18,2%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
18.3. O TPM é um método de gestão significativo para contribuir com a qualidade na sua empresa	10	90,9%	1	9,1%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
18.4. O TPM é um método de gestão significativo para contribuir com a manutenção na sua empresa	8	72,7%	2	18,2%	0	0,0%	1	9,1%	0	0,0%
18.5 O OEE é usado na sua empresa como métrica para avaliar os resultados do TPM	8	72,7%	1	9,1%	1	9,1%	0	0,0%	1	9,1%

4.4. INFORMAÇÕES SOBRE AS BARREIRAS PARA IMPLANTAR O TPM

A Tabela 3, apresenta a percepção dos respondentes quanto ao nível de conhecimento do TPM, demonstrando a necessidade do comprometimento da liderança em colocar em prática a metodologia e rompendo as principais barreiras para a implantação do método.

Analisando a afirmativa concordo totalmente, tem-se a seguinte situação:

- Para 54,5% dos entrevistados, a falta de suporte e comprometimento da liderança, está interligado com as barreiras e falta de interesse dos níveis superiores da empresa para idealizar e implantar o método TPM e métrica do OEE para avaliar o desempenho da implantação dos pilares do TPM.
- Falta de prática e de treinamento adequado para implantação do método TPM para 45,5% dos respondentes, que o comprometimento da liderança é fundamental para apoiar as atividades e, desta forma, todos os funcionários, que formaram a equipe do projeto deverão gerar horas disponíveis para que o projeto dê certo.

Analisando a afirmativa discordo totalmente, tem-se a seguinte situação:

- Falta de experiência na implantação do método TPM: existe percepção para 45,5% que a falta de experiência não é um impeditivo para realizar a implantação do método do TPM.
- Falta de recursos financeiros: para 45,5% dos respondentes, existem atividades previstas nos pilares do TPM que podem iniciar a implantação com recursos próprios, que estão previstas no planejamento estratégico de cada área e, com os resultados de aumento de produtividade, redução dos retrabalhos, a empresa pode destinar parte do ganho financeiro ao projeto.

- Complexidade na implementação e execução TPM: em sua maioria (45,5%), não concordam que a implementação do método do TPM seja complexa. O que se necessita é o comprometimento de todos os funcionários, independente do seu cargo.
- Convicção de que o método TPM só se aplica a empresas de grande porte: para 45,5%, este é um paradigma que precisa ser quebrado; não é o tamanho da empresa que determina o uso do método e, sim, acreditar que a empresa e os funcionários terão ganhos diretos e indiretos em suas atividades e nos resultados para atingir as metas planejadas.

Analisando a afirmativa concordo parcialmente, tem-se a seguinte situação:

Ausência de conhecimento sobre o método TPM (54,5%) e falta de tempo para a execução do projeto do método TPM (54,5%, ambas as afirmativas estão interligadas pois a liderança é a primeira a acreditar no método TPM, passando às dificuldades e a duração do projeto. Neste momento, entra toda *expertise* da liderança em motivar os funcionários para se organizarem nas atividades entre os funcionários que estarão diretamente no projeto e os funcionários que estarão colaborando indiretamente com o novo processo. Analisando a afirmativa discordo parcialmente, tem-se a seguinte situação:

- Para 36,4% dos respondentes, sobre a dúvida em relação aos benefícios proporcionados pelo método TPM, não têm dúvida em relação aos benefícios do método e, sim, barreiras que são colocadas pelas lideranças.
- Complexidade na implementação e execução TPM, índice de 27,3%, devido à falta de interesse da liderança, acaba contaminando os funcionários, colocando que eles terão dificuldades para associar a forma que é executado e como deverão fazer; desta forma, o funcionário cria uma resistência antes de receber o treinamento do que é o método e como afetará suas atividades na empresa e o reflexo na sua vida pessoal.

- Dificuldade na coleta de dados dos processos ou serviços a serem melhorados, a percepção para 27,3%, não têm dificuldade na coleta de dados, o que existe em regra geral, é que os dados estão espalhados em diversas planilhas ou tabelas, necessitando-se reorganizar as informações, para analisar e melhorar os processos.

Analisando a afirmativa indiferente, tem-se a seguinte situação:

- Convicção de que o método TPM só se aplica a empresas de grande porte, a maioria dos respondentes (36,4%) entendem que as barreiras estão nos níveis superiores das empresas e por isto a empresa precisa iniciar a mudança cultural com a liderança; no momento em que ela acreditar na nova cultura, terá condições de engajar os funcionários, independente do tamanho da empresa. O que precisa é que todos os funcionários em todos os níveis hierárquicos saiam da sua zona de conforto e adotem novas metas para a empresa, para si próprio e para os funcionários.

TABELA 3 - INFORMAÇÕES SOBRE AS BARREIRAS PARA IMPLANTAR O TPM

Opniões Barreiras para Implantar o TPM	Concordo Totalmente		Concordo Parcialmente		Discordo Totalmente		Discordo Parcialmente		Indiferente	
	Nº Resposta	%	Nº Resposta	%	Nº Resposta	%	Nº Resposta	%	Nº Resposta	%
19.1. Ausência de conhecimento sobre o método TPM	3	27,3%	6	54,5%	2	18,2%	0	0,0%	0	0,0%
19.2. Falta de tempo para a execução do projeto do método TPM	2	18,2%	6	54,5%	2	18,2%	0	0,0%	1	9,1%
19.3. Falta de suporte e comprometimento da liderança	6	54,5%	2	18,2%	2	18,2%	0	0,0%	1	9,1%
19.4. Falta de prática e de treinamento adequado para implantação do método TPM	5	45,5%	4	36,4%	2	18,2%	0	0,0%	0	0,0%
19.5. Falta de experiência na implantação do método TPM	3	27,3%	3	27,3%	5	45,5%	0	0,0%	0	0,0%
19.6. Falta de recursos financeiros	2	18,2%	2	18,2%	5	45,5%	2	18,2%	0	0,0%
19.7. Dúvida em relação aos benefícios proporcionados pelo método TPM	1	9,1%	2	18,2%	4	36,4%	4	36,4%	0	0,0%
19.8. Obstáculo na priorização e seleção de projetos na empresa	1	10,0%	4	40,0%	3	30,0%	2	20,0%	0	0,0%
19.9. Complexidade na implementação e execução TPM	1	9,1%	2	18,2%	5	45,5%	3	27,3%	0	0,0%
19.10. Dificuldade na coleta de dados dos processos ou serviços a serem melhorados	1	9,1%	4	36,4%	3	27,3%	3	27,3%	0	0,0%
19.11. Convicção de que o método TPM só se aplica a empresas de grande porte	0	0,0%	0	0,0%	5	45,5%	2	18,2%	4	36,4%
19.12. Resistências internas na empresa referente a mudanças culturais	3	27,3%	3	27,3%	3	27,3%	1	9,1%	1	9,1%

4.5. INFORMAÇÕES SOBRE A VISÃO INICIAL DO MÉTODO TPM NA EMPRESA

A Figura 11 mostra os pilares do TPM implantados nas 11 empresas respondentes, destacando os pilares de Melhoria Específica com 17,7%, sendo focada na melhoria global do negócio, e manutenção planejada, com 17,7% que visa a planejar, executar e controlar a programa de manutenção.

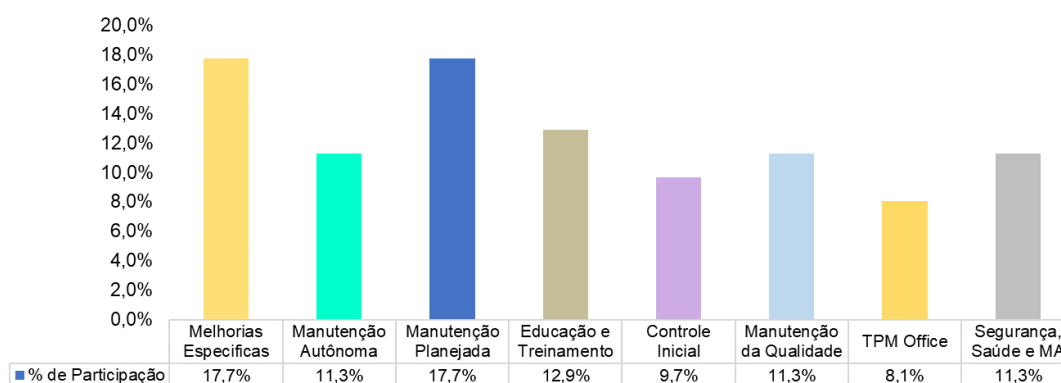


FIGURA 11 - PILARES DO TPM IMPLANTADOS

A Figura 12 demonstra a sequência dos pilares do TPM implantados. Numa comparação com a Figura 3, sugestão de ordem de implantação dos pilares, observou-se que ocorreu uma inversão de posição dos pilares; ou seja; a posição Melhoria Específica implantado Melhoria Específica - permaneceu; a posição sugerida Manutenção Autônoma – implantado Manutenção Planejada; posição sugerida Manutenção Panejada - implantado Educação e Treinamento; posição sugerida Educação e treinamento implantado Manutenção Autônoma, as posições Controle Inicial; posição Manutenção da Qualidade; posição TPM Office e posição Segurança, Saúde e Meio Ambiente permaneceram na sequência que foram sugeridas.

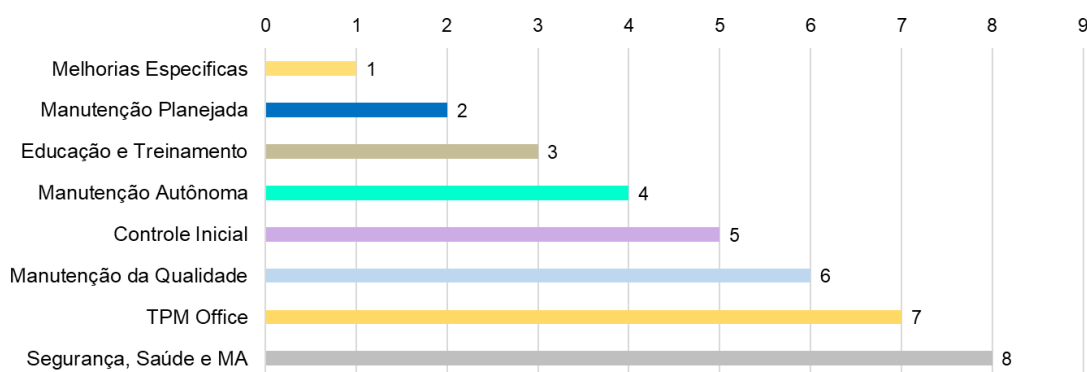


FIGURA 12 - SEQUÊNCIA DOS PILARES DO TPM IMPLANTADOS

O Quadro 7 compara a Figura 2, onde é sugerida a sequência dos pilares a serem implantados, com a Figura 12, que apresenta a sequência em que as empresas respondentes implantaram. Na elaboração da Figura 13, foi utilizado na fórmula de cálculo a maior pontuação, como informado pelos respondentes.

QUADRO 7 - COMPARATIVO DA SEQUÊNCIA DE IMPLANTAÇÃO DOS PILARES SUGERIDOS VERSUS REALIZADO

Posição	Figura 2: Pilares Sugeridos	Figura 12: Pilares Implantados	F12 x F2
1	Melhoria Específica	Melhoria Específica	Permaneceu
2	Manutenção Autônoma	Manutenção Planejada	Antecipado da posição 3 para 2
3	Manutenção Planejada	Educação e Treinamento	Antecipado da posição 4 para 3
4	Educação e Treinamento	Manutenção Autônoma	Postergado da posição 2 para 4
5	Controle Inicial	Controle Inicial	Permaneceu
6	Manutenção da Qualidade	Manutenção da Qualidade	Permaneceu
7	TPM Office	TPM Office	Permaneceu
8	Segurança, Saúde e M.A.	Segurança, Saúde e M.A.	Permaneceu

4.6. INFORMAÇÕES INDIVIDUAIS, REFERENTES AOS IMPACTOS DO TPM NO OEE APÓS IMPLANTAÇÃO DE CADA PILAR

Nesta sessão, demonstram-se as análises dos pilares implantados e como eles contribuíram para reduzir ou eliminar os itens que compõem as grandes perdas e a evolução na produtividade, conforme destacado, no desempenho no OEE.

Desta forma, a métrica de OEE avalia o desempenho da implantação dos pilares do TPM.

Foram analisadas as 11 empresas que têm implantado o TPM, sendo: 2 empresas com três pilares; 1 empresa com quatro pilares; 4 empresas com 5 pilares; 2 empresas com seis pilares; 1 empresa com sete pilares e apenas 1 empresa com os oito pilares.

4.6.1. ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO TPM

Para as análises, as empresas foram numeradas de 1 a 11, por motivo de confidencialidade do nome das empresas respondentes. O acompanhamento da evolução do desempenho da implantação do método do TPM foi definido pela métrica do OEE, conforme demonstrativos abaixo:

A empresa 1, tem implantado os pilares de: Melhorias Específicas; Manutenção Autônoma e Manutenção Planejada.

- Quando iniciou a implantação do pilar melhorias específicas e manutenção autônoma, o OEE global estava em 60%, passando para 80%, tendo uma variação de 33,3%.
- Na implantação do pilar manutenção planejada, o OEE global estava em 70%, passando para 80%, tendo uma variação de 14,3%.
 - A diferença de percentual de 80% que estava como resultado da primeira implantação e caiu para 70% como partida novamente na implantação, ocorrente devido que é o período de consolidação das melhorias nas atividades implantadas e fica oscilando em um determinado patamar para depois estabilizar.
- O OEE Global após a estabilidade permaneceu em 80% e, comparado com o OEE inicial de 60%, obteve uma melhora de 33,3%.

A empresa 18 tem implantados os pilares de: Melhorias Específicas; Manutenção Autônoma; Manutenção Planejada; Educação e Treinamento; Segurança, Saúde e Meio Ambiente.

- Quando iniciou a implantação dos pilares: Melhorias Específicas; Manutenção Autônoma; Manutenção Planejada; Educação e treinamento; Segurança, Saúde e Meio Ambiente, o OEE global estava em 80%, passando para 90%, tendo uma variação de 12,5%.
 - Comparando a empresa 18 com a empresa 1, tendo como base os 3 pilares iguais (Melhorias Específicas; Manutenção Autônoma e Manutenção Planejada e acrescidos dos 2 pilares (Educação e treinamento; Segurança, Saúde e Meio Ambiente), a variação percentual foi mais baixa devido que a base inicial estava em 80%. Significando que já tinha o uso da cultura da metodologia do TPM em atividades do dia a dia.
- O OEE Global permaneceu em 90% e, comparado com o OEE inicial de 80%, obteve uma melhora de 12,5%.

A empresa 19 tem implantados os pilares de: Melhorias Específicas; Manutenção Autônoma; Manutenção Planejada; Educação e Treinamento; Controle Inicial; Manutenção da Qualidade; TPM Office; Segurança, Saúde e Meio Ambiente.

- Com a implantação do pilar melhorias específicas, o OEE global estava em 50%, passando para 70%, tendo uma variação de 40,0%.
- Na implantação do pilar manutenção planejada, o OEE global estava em 50%, passando para 60%, tendo uma variação de 20,0%.
 - Observa-se o mesmo fenômeno da empresa 1, a dificuldade em manter a métrica de OEE constante, devido às oscilações nas atividades do dia-a-dia e a persistência nas soluções dos problemas.

- Na implantação do pilar Manutenção da Qualidade e Segurança, Saúde e Meio Ambiente, o OEE global estava em 70%, passando para 80%, tendo uma variação de 14,3%.
 - O pilar de manutenção da qualidade tem como foco estabelecer um programa de zero defeito.
 - O pilar de segurança, saúde e meio ambiente tem como foco estabelecer um sistema de saúde, segurança e meio ambiente, buscando zero acidente.
- O OEE Global permaneceu em 70% e, comparado com o OEE inicial de 60% em média, obteve uma melhora de 16,7%.

A Tabela 4, demonstra o acompanhamento dos pilares do TPM e o comportamento da métrica do OEE, avaliando o desempenho dos pilares implantados, com as colunas antes, depois e, a variação% do OEE.

A Tabela 5, grandes perdas e em qual elemento do OEE que contribuiu para sua melhoria.

O gráfico da Figura 14 demonstra a distribuição da média das grandes perdas com impacto nos elementos do OEE.

- A Tabela 5 e a Figura 14, demonstra a percepção dos respondentes em relação ao comportamento das grandes perdas e as contribuições de melhorias e o impacto positivo que teve nos elementos do OEE.
 - Em todos os pilares implantados as grandes perdas geraram uma melhoria no elemento do OEE na disponibilidade com um índice médio de 45,9%, sendo que em todos a maior contribuição está na redução da quebra de equipamento índice médio de 10,5%, *Downtime* das horas paradas índice médio de 10,5% e MTTR (tempo médio para reparo) 9,7%.

- No elemento eficiência, as grandes perdas contribuíram em 33,9%, tendo como contribuição na redução do número de acidentes índice médio de 10,5%.
- No elemento qualidade, as grandes perdas contribuíram em 20,3% de forma equilibrada, sendo: Produção defeituosa ou retrabalho índice médio de 8,7% e Queda rendimento na partida com índice médio de 8,2%.

A Figura 13, distribuição da média das grandes perdas com impacto nos elementos do OEE, sendo a disponibilidade com 45,9%, eficiência 33,9% e Qualidade de 20,3%, totalizando o 100% de distribuição.

O Quadro 8 apresenta um resumo, nas empresas respondentes, de quais são os pilares implantados, incluindo-se ali as empresas que não têm TPM implantado.

QUADRO 8 - PILARES DO TPM IMPLANTADOS OU NÃO

Nome da Empresa Respondente	Na empresa respondente - têm TPM implantado ou Não	Melhorias Específicas	Manutenção Autônoma	Manutenção Planejada	Educação e treinamento	Controle Inicial	Manutenção da Qualidade	TPM Office	Segurança, Saúde e MA
1	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
2	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim
3	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
4	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não
5	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
6	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
8	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim
9	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim
10	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim
11	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não

TABELA 4 - ACOMPANHAMENTO DAS IMPLANTAÇÕES DO TPM E A MÉTRICA DO OEE

Nome da Empresa Respondente	Empresa respondente - têm TPM implantado ou Não	Melhorias Específicas			Manutenção Autônoma			Manutenção Planejada			Educação e Treinamento			Controle Inicial			Manutenção da Qualidade			TPM Office			Segurança, Saúde e Meio Ambiente			Total				
		Antes	Depois	Variação %	Antes	Depois	Variação %	Antes	Depois	Variação %	Antes	Depois	Variação %	Antes	Depois	Variação %	Antes	Depois	Variação %	Antes	Depois	Variação %	Antes	Depois	Variação %	Antes	Depois	Variação %		
1	Sim	60%	80%	33,3%	60%	80%	0,0%	70%	80%	14,3%																		60%	80%	33,3%
2	Sim	60%	70%	16,7%	60%	70%	0,0%	60%	70%	16,7%						60%	70%	16,7%				60%	70%	16,7%	60%	70%	16,7%	60%	70%	16,7%
3	Sim	50%	80%	60,0%	50%	80%	0,0%	50%	80%	60,0%						50%	80%	60,0%				50%	80%	60,0%	50%	80%	60,0%	50%	80%	60,0%
4	Sim	50%	80%	60,0%				50%	80%	60,0%				50%	80%	0,6											50%	80%	60,0%	
5	Sim	10%	10%	0,0%	10%	10%	0,0%	10%	10%	0,0%						10%	10%	0,0%				10%	10%	0,0%	10%	10%	0,0%	10%	10%	0,0%
6	Sim																										10%	10%	0,0%	
7	Sim	80%	90%	12,5%	80%	90%	0,0%	80%	90%	12,5%												80%	90%	0,0%	80%	90%	12,5%	80%	90%	12,5%
8	Sim	50%	70%	40,0%				50%	60%	20,0%						70%	80%	14,3%				70%	80%	0,0%	60%	70%	16,7%	60%	70%	16,7%
9	Sim	20%	50%	150,0%				10%	40%	300,0%						10%	30%	200,0%				30%	40%	33,3%	20%	50%	150,0%	20%	50%	150,0%
10	Sim	30%	60%	100,0%	30%	50%	-16,7%	40%	60%	50,0%						30%	50%	66,7%				30%	70%	133,3%	30%	60%	100,0%	30%	60%	100,0%
11	Sim	80%	90%	12,5%				80%	90%	12,5%																80%	90%	12,5%		

As empresas 9 e 11, não foram utilizadas para análise, visto que o indicador de melhoria específica está fora da realidade consolidada na literatura e na prática.

TABELA 5 - GRANDES PERDAS E EM QUAL ELEMENTO DO OEE QUE CONTRIBUIU PARA SUA MELHORIA

Grandes Perdas	Melhorias Específicas		Manutenção Autônoma		Manutenção Planejada		Educação e Treinamento		Controle Inicial		Manutenção da Qualidade		TPM Office		Segurança, Saúde e Meio Ambiente		Total Todos Planos	
	Quantidade	% Período	Quantidade	% Período	Quantidade	% Período	Quantidade	% Período	Quantidade	% Período	Quantidade	% Período	Quantidade	% Período	Quantidade	% Período	Quantidade	% Período
Quebra do equipamento	9	12,0%	5	9,6%	11	14,3%	5	8,5%	2	10,0%	5	10,2%	0	0,0%	3	6,7%	40	10,5%
Downtime das horas paradas	8	10,7%	6	11,5%	8	10,4%	5	8,5%	3	15,0%	4	8,2%	0	0,0%	3	6,7%	37	9,7%
MTBF (tempo médio entre falhas)	6	8,0%	4	7,7%	7	9,1%	5	8,5%	0	0,0%	4	8,2%	0	0,0%	3	6,7%	29	7,6%
MTTR (tempo médio para reparo)	9	12,0%	6	11,5%	10	13,0%	6	10,2%	1	5,0%	4	8,2%	0	0,0%	4	8,9%	40	10,5%
Troca rápida de ferramenta (sméd)	6	8,0%	2	3,8%	5	6,5%	3	5,1%	1	5,0%	3	6,1%	0	0,0%	3	6,7%	23	6,1%
Mudança de linha ou regulagem	6	8,0%	4	7,7%	5	6,5%	5	8,5%	3	15,0%	6	12,2%	0	0,0%	4	8,9%	33	8,7%
Operação em vazio ou pequenas paradas	4	5,3%	2	3,8%	5	6,5%	2	3,4%	0	0,0%	3	6,1%	0	0,0%	1	2,2%	17	4,5%
Queda de velocidade	3	4,0%	3	5,8%	5	6,5%	2	3,4%	2	10,0%	3	6,1%	0	0,0%	2	4,4%	20	5,3%
Redução do número de acidentes	8	10,7%	6	11,5%	6	7,8%	7	11,9%	1	5,0%	4	8,2%	1	33,3%	7	15,6%	40	10,5%
Redução do número de incidentes	6	8,0%	5	9,6%	6	7,8%	7	11,9%	1	5,0%	4	8,2%	1	33,3%	7	15,6%	37	9,7%
Produção defeituosa ou retrabalho	5	6,7%	4	7,7%	5	6,5%	6	10,2%	4	20,0%	5	10,2%	1	33,3%	3	6,7%	33	8,7%
Queda rendimento na partida	5	6,7%	5	9,6%	4	5,2%	6	10,2%	2	10,0%	4	8,2%	0	0,0%	5	11,1%	31	8,2%

Elementos do OEE	Média								
Disponibilidade	58,7%	51,9%	59,7%	49,2%	50,0%	53,1%	0,0%	44,4%	45,9%
Eficiência	28,0%	30,8%	28,6%	30,5%	20,0%	28,6%	66,7%	37,8%	33,9%
Qualidade	13,3%	17,3%	11,7%	20,3%	30,0%	18,4%	33,3%	17,8%	20,3%

Na elaboração da Figura 13 - Distribuição da média das grandes perdas com impacto nos elementos do OEE, foi utilizado a média dos índices informados pelos respondentes referente; disponibilidade, eficiência e qualidade, totalizando 100%.

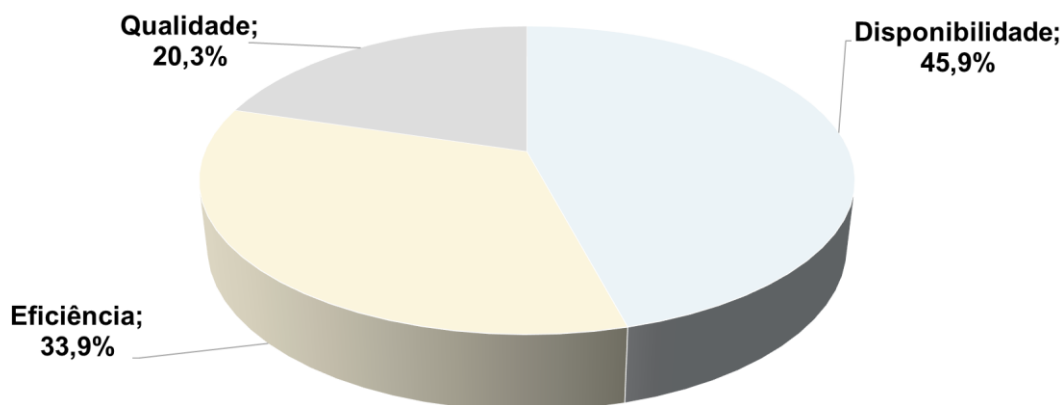


FIGURA 13 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DAS GRANDES PERDAS COM IMPACTO NOS ELEMENTOS DO OEE

5. CONCLUSÕES

A questão principal desta pesquisa, proposta na hipótese inicial, foi comprovada, ou seja, os pilares do TPM influenciam diferentemente nas melhorias obtidas com sua implantação, resultados que foram acompanhados e evidenciados pela métrica de OEE.

Com base nos resultados e discussões apresentados, pode-se chegar ainda às seguintes conclusões:

- Quanto à sequência dos pilares do TPM implantados, comparado com o que a literatura sugere, ocorreu uma inversão de posição; ou seja; a posição Melhorias Específicas implantado Melhorias Específicas - **permaneceu**; a posição sugerida Manutenção Autônoma – **implantado** Manutenção Planejada; posição sugerida Manutenção Planejada - **implantado** Educação e Treinamento; posição sugerida Educação e treinamento **implantado** Manutenção Autônoma, as posições Controle Inicial; posição Manutenção da Qualidade; posição TPM Office e posição Segurança, Saúde e Meio Ambiente permaneceram na sequência que foram sugeridas.
- Os resultados obtidos evidenciam que os pilares de Melhorias Específicas e Manutenção Planejada foram implantados em grande parte das as empresas respondentes, sendo compostas por segmentos diversos como metalúrgico, alimentício, têxtil, autopeças, eletrodomésticos, material escolar, montadora, produtos químicos.
- Na análise dos resultados de evolução dos pilares do TPM, utilizou-se como base as empresas 1; 7; e 8, onde se verificou a importância dos pilares de Melhorias Específicas e Manutenção Planejada, que, após a sua implantação, levaram a um aumento na métrica do OEE, variando 12,5 a 33,3 %. Os OEEs nestas empresas variaram de 70 a 90%,

demonstrando a melhoria de desempenho que estes pilares proporcionam.

- Conclui-se, pela pesquisa realizada, que a implantação dos pilares Melhorias Específicas e Manutenção Planejada foi fundamental para que as empresas obtivessem um alto desempenho, mantendo seus equipamentos confiáveis e disponíveis para o uso.

Sugestões para Trabalhos Futuros

- Como trabalhos futuros, sugere-se realizar a pesquisa em conjunto com as entidades que representam o segmento de manutenção, TPM e OEE, para obter o máximo de empresas respondentes, cobrindo todos os estados brasileiros e, assim, traçar um panorama mais completo da situação de implantação do TPM no país e confirmar a sequência utilizada para implantação dos pilares.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, S.; HASSAN, M. H.; TAHA, Z. TPM can go beyond maintenance: Excerpt from a case implementation. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 11, n. 1, p. 19–42, 2005.

AHUJA, I. P. S.; KHAMBA, J. S. Assessment of contributions of successful TPM initiatives towards competitive manufacturing. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 14, n. 4, p. 356–374, 2008.

AHUJA, I. S. Improved Organizational Behavior Through Strategic. **Journal of Educational Psychology (1982) 74 (3) 323-340**, 2006.

ALVES, L. M.; OLIVEIRA, F. D. P. ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA TPM NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS E SEUS GANHOS. **Revista do Curso Administração / PUC Minas - campus Poços de Caldas**, v. Edição 201, 2014.

BINTI AMINUDDIN, N. A. et al. An analysis of managerial factors affecting the implementation and use of overall equipment effectiveness. **International Journal of Production Research**, v. 54, n. 15, p. 4430–4447, 2016.

BLOOM, N. **Reliability centered maintenance (RCM) : implementation made simple**. [s.l.] McGraw-Hill, 2006.

BONIFÁCIO, M. A.; BONIFÁCIO, M. R. C. Pilar de Controle Inicial do TPM como Ferramenta de Maximização de Projetos – Proposta de Modelo de Implantação. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 3, n. 5, p. 198–215, 2013.

BRANCO FILHO, G. **A Organização, o planejamento e o controle da manutenção**. 1ª ed. ed. Rio Janeiro: [s.n.].

BRODNY, J.; TUTAK, M. Application of Elements of TPM Strategy for Operation Analysis of Mining Machine. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 95, n. 4, 2017.

CABRAL, J. S. **ORGANIZAÇÃO E GESTÃO DA MANUTENÇÃO**. 6 Ed. ed. Lisboa: [s.n.].

CARNEVALLI, J. A.; MIGUEL, P. A. C. U Niversidade M Etodista D E P Iracicaba E Studo E Xploratório T Ipo S Urvey S Obre O U So Do Qfd. 2002.

CHAN, F. T. S. et al. Implementation of total productive maintenance: A case study. **International Journal of Production Economics**, v. 95, n. 1, 2005.

DAL, B.; TUGWELL, P.; GREATBANKS, R. Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement – A practical analysis. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 12, p. 1488–1502, 2000.

DHILLON, B. S. (BALBIR S. . **Maintainability, maintenance, and reliability for engineers**. [s.l.] CRC/Taylor & Francis, 2006.

FIELD, A.; VIALI, L. **Descobrimdo a estatística usando o SPSS**. 2a. ed. [s.l.] Grupo A - Bookman, 2009.

FORZA, C. Survey research in operations management: A process-based perspective. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22, n. 2, p. 152–194, 2002.

GARCÍA ARCA, J.; PRADO, C. P. P. Personnel participation as a key factor for success in maintenance program implementation. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 57, n. 3, p. 247–258, 2008.

GUPTA, P.; VARDHAN, S. Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: A case study. **International Journal of Production Research**, v. 54, n. 10, p. 2976–2988, 2016.

HABIDIN, N. F. et al. Total productive maintenance, kaizen event, and performance. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 35, n. 9, p. 1853–1867, 2018.

HAIR, J. J. F.; BLACK, W. C.; SANT'ANNA, A. S. **Análise multivariada de dados**. 6a. ed. [s.l.] Grupo A - Bookman, 2009.

HAMA KAREEM, J. A.; HAMA AMIN, O. A. Q. Ethical and psychological factors in 5S and total productive maintenance. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 10, n. 3, p. 444–475, 2017.

HANSEN, R. C. Eficiência Global dos Equipamentos. n. November 2011, p. 264, 2008.

IRELAND, F.; DALE, B. G. A study of total productive maintenance implementation. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 7, n. 3, p. 183–191, 2001.

JAIN, A. et al. Implementation of TPM for Enhancing OEE of Small Scale Industry. **International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences ResearchXplore International Research Journal Consortium**, 2012.

JONSSON, P. The status of maintenance management in Swedish manufacturing firms. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 3, n. 4, p. 233–258, 1997.

JONSSON, P.; LESSHAMMAR, M. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 19, n. 1, p. 55–78, 1999.

JUNIOR, F. S. A. Implantação do pilar manutenção autônoma em equipamento de carga de gás de uma indústria de bens de consumo. 2012.

KANTA, N. K.; TRIPATHY, J. K.; CHOUDHARY, B. K. Implementing the office total productive maintenance (“office TPM”) program: A library case study. **Library Review**, v. 54, n. 7, p. 415–424, 2005.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção Função Estratégica**. 4ª Ed. ed. São Cristovão - RJ: [s.n.].

KUMAR, J.; KUMAR SONI, V.; AGNIHOTRI, G. Impact of TPM implementation on Indian manufacturing industry. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 63, n. 1, p. 44–56, 2014.

LAFRAIA, J. R. B. **Manual de Confiabilidade Mantenedibilidade e Disponibilidade**. 3 ed. ed. Rio de Janeiro: [s.n.].

LIMA, G. B. A.; GOMES, N. D.; MENDONÇA, R. R. S. Manutenção produtiva total: proposta de um instrumento de avaliação objetivando verificar o grau de adequação aos pilares da TPM. **XXII Encontro Nacional de Engenharia de produção**, p. 1, 2002.

MARCELO CAVALCANTE GOMES; CAMELLO, L. C. R.; SILVA, I. B. DA. IMPLANTAÇÃO DA LUBRIFICAÇÃO. AUTÔNOMA COMO FERRAMENTA ESSENCIAL DO TPM: UMA ABORDAGEM PRÁTICA. 2012.

MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa: Planejamento e Execução de Pesquisa - Amostragens e Técnicas de Pesquisa - Elaboração, Análise e Interpretação de Dados**. 8. ed. São Paulo: [s.n.].

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing - edição compacta**. 5ª ed. [s.l: s.n.].

MENDES, A. A.; RIBEIRO, J. L. D. Estabelecimento de um plano de manutenção baseado em análises quantitativas no contexto da MCC em um cenário de produção JIT. **Production**, v. 24, n. 3, p. 675–686, 2013.

MITCHELL, ED; ROBSON, A.; PRABHU, V. B. The impact of maintenance practices on operational and business performance. **Managerial Auditing Journal**, v. 17, n. 5, p. 234–240, 2002.

MONTEIRO, CAIO ITALIANO; DE SOUZA, LEANDRO RAMALHO; ROSSI, P. H. L. **Manutenção Corretiva**. 2010.

MUCHIRI, P.; PINTELON, L. Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion. **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 13, p. 3517–3535,

2008.

MWANZA, B. G.; MBOHWA, C. Design of a Total Productive Maintenance Model for Effective Implementation: Case Study of a Chemical Manufacturing Company. **Procedia Manufacturing**, v. 4, 2015.

NAKAJIMA, S. PREFÁCIOS NAKAJIMA, Seiichi. Introdução ao TPM Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC, 1989. 106 p. PREFÁCIO DA EDIÇÃO JAPONESA. p. 1–2, 1989.

NUNES, I. L.; SELBITTO, M. A. Implantação de técnicas de manutenção autônoma em uma célula de manufatura de um fabricante de máquinas agrícolas. **Revista Produção Online**, v. 16, n. 2, p. 606–632, 2016.

OECHSNER, R. et al. From overall equipment efficiency (OEE) to overall Fab effectiveness (OFE). **Materials Science in Semiconductor Processing**, v. 5, n. 4- 5 SPEC., p. 333–339, 2002.

OLIVEIRA, S. L. DE. **Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses**. [s.l: s.n.].

OTANI, M.; MACHADO, W. V. a Proposta De Desenvolvimento De Gestão Da Manutenção Industrial Na Busca Da Excelência Ou Classe Mundial. **Revista Gestão Industrial**, p. 01–16, 2008.

PEREIRA, M. J. **Engenharia de Manutenção. Teoria e Prática**. 2ª ed. Rio de Janeiro: [s.n.].

PETTER, R. R.; VAZ, C. R.; SELIG, P. M. Limpa , Produção Enxuta , 5S E Proposta Metodológica De Implantação Conjunta. 2011.

PINTO, A. K. et al. **Gestao Estrategica E Indicadores De Desempenho**. [s.l: s.n.].

PINTO, A. K.; XAVIER, J. A. N. **Manutenção : função estratégica**. [s.l.] Qualitymark, 2009.

PORTAL TPM. **Portal TPM - Total Productive Maintenance**. [s.l: s.n.].

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. DE. **metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª ed. Novo Hamburgo: [s.n.].

RIBEIRO, H. **Manutenção Produtiva Total - A Bíblia Do Tpm -: COMO MAXIMIZAR A PRODUTIVIDADE NA EMPRESA**. [s.l: s.n.].

RODRIGUES, M.; HATAKEYAMA, K. Analysis of the fall of TPM in companies. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 179, n. 1–3, p. 276–279, 2006.

ROSA, F. D. C. GESTÃO DE BACKLOG NA MANUTENÇÃO. p. 657–658, 2018.

ROTAB KHAN, M. R.; DARRAB, I. A. Development of analytical relation between maintenance, quality and productivity. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 16, n. 4, p. 341–353, 2010.

SABRY SHAABAN, M.; H. AWNI, A. Critical success factors for total productive manufacturing (TPM) deployment at Egyptian FMCG companies. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 25, n. 3, p. 393–414, 2014.

SALVENDY, G. **Handbook of industrial engineering**. [s.l.] John Wiley, 2001.

SANTOS, V. A. DOS. **Manual Prático da Manutenção Industrial**. 4ª ed. São Paulo: [s.n.].

SHARMA, R. K.; KUMAR, D.; KUMAR, P. Manufacturing excellence through TPM implementation: A practical analysis. **Industrial Management and Data Systems**, v. 106, n. 2, p. 256–280, 2006.

SHINDE, D. D.; PRASAD, R. Application of AHP for Ranking of Total Productive Maintenance Pillars. **Wireless Personal Communications**, v. 100, n. 2, p. 449–462, 2018.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção : do ponto de vista da engenharia de produção.** [s.l.] Bookman, 1996.

SHIROSE, K. **New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries.** [s.l: s.n.].

SINGH, J.; SINGH, H.; SHARMA, V. Success of TPM concept in a manufacturing unit – a case study. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 67, n. 3, p. 536–549, 2018.

SOUZA, J. C. a Manutenção Produtiva Total Na Indústria Extrativa Mineral : a Metodologia Tpm Como Suporte a Manutenção Produtiva Total Na Indústria Extrativa Mineral : a Metodologia Tpm Como Suporte. 2001.

SUZUKI, T. **TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE FOR COMPANY-WIDE PRODUCTIVITY ENHANCEMENT.** 1986

SUZUKI, T. **TPM for Process Industries.** [s.l: s.n.].

TAVARES, L. **Administração Moderna da Manutenção.** Rio de Janeiro: [s.n.].

VENKATESH, J. An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM). http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml, **The Plant Maintenance Resource Center**, p. 1–18, 2007.

VIANA, H. R. G. **Planejamento e Controle da Manutenção.** 6ª ed. São Cristovão - RJ: [s.n.].

WERKEMA, M. C. C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos.** [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais - Biblioteca Central - DFDA / Intercâmbio, 1995.

WICKRAMASINGHE, G. L. D.; PERERA, A. Effect of total productive maintenance practices on manufacturing performance investigation of textile and apparel manufacturing firms. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 27, n. 5, p. 713–729, 2016.

WIREMAN, T. **Total Productive Maintenance - An American Approach**. New York: Industrial Press, 1992.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. 2ª ed. Nova Lima - Minas Gerais: [s.n.].

APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA

Pesquisa: TPM e o impacto de cada pilar implementado na métrica de OEE

Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP
Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo

O Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) desenvolve estudos nas áreas de Gestão e Estratégias e Engenharia do Produto e do Processo. Essa pesquisa se enquadra na linha de Gestão Estratégica de Operações com o título "TPM e o Impacto de cada pilar implementado na métrica de OEE".

O método TPM - Total Productive Maintenance ou, em português, Manutenção Produtiva Total, atua como apoio na estratégia de manutenção, com foco na melhoria da disponibilidade e da eficácia dos equipamentos.

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar os resultados da implantação do TPM, realizada por diversas empresas no Brasil, visando a analisar o impacto de cada pilar do TPM implementado na métrica de OEE - Overall Equipment Effectiveness (Eficiência Global de Equipamento).

Aluno: José Carlos Meca Vital

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Camello Lima

*Obrigatório

1. Endereço de e-mail *

A. Informações do Respondente e Compreensão sobre o TPM na Empresa

2. Nome da empresa *

3. Nome fantasia da empresa *

4. Cidade no Brasil, onde está localizada a empresa *

5. Estado do Brasil, onde está localizada a empresa *

6. A empresa classifica-se como: *

(Marcar apenas uma oval.)

Nacional

Multinacional (Indicar o seu país de origem, no item outros)

Outro:

7. Qual é o ramo de atividade da empresa? *

Marcar apenas uma oval.

- Prestação de Serviços
 Industrial
 Outro: _____

8. Qual é o segmento em que a empresa atua? Nota: Se a empresa, não se enquadrar nos itens abaixo, pular para próxima pergunta.

Marcar apenas uma oval.

- Alimentício
 Farmacêutico
 Têxtil
 Metalúrgico
 Autopeças
 Montadora
 Eletrodomésticos

9. Nome do respondente Indicado *

10. Departamento onde atua o respondente *

11. Cargo atual do respondente *

12. Idade do respondente *

Marcar apenas uma oval.

- De 20 a 30
 De 31 a 40
 de 41 a 50
 De 51 a 60
 Acima de 61

13. Grau de escolaridade do respondente *

Marcar apenas uma oval.

- Curso Técnico
 Ensino Superior Incompleto
 Ensino Superior Completo
 Pós-graduação Incompleto
 Pós-graduação Completo
 Outro: _____

14. Telefone do respondente - com DDD *

15. E-mail do respondente: *

16. Qual(iz) o (s) tipo(s) de manutenção a sua empresa utiliza? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Manutenção Corretiva Não-Planejada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manutenção Corretiva Planejada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manutenção Preventiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manutenção Preditiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manutenção Detectiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
RCM – Manutenção Centrada na Confiabilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Na sua empresa tem TPM implantado?

17. Nota: Se, na sua empresa tiver qualquer pilar do TPM implantado (mesmo que seja utilizado outro nome interno) responder "sim" para continuar a pesquisa e chegar até o pilar e "não" para concluir a pesquisa. *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não *Ir para a pergunta 71.*

Ir para a pergunta 18.

A1. Informações do Respondente e Compreensão sobre o TPM na Empresa

18. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Indiferente
O TPM é um método de gestão que permite maior competitividade no seu segmento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O TPM é um método de gestão significativo para aumentar a produtividade.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O TPM é um método de gestão significativo para contribuir com a qualidade na sua empresa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O TPM é um método de gestão significativo para contribuir com a manutenção na sua empresa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O OEE é usado na sua empresa como métrica para avaliar os resultados do TPM.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

B. Informações sobre as barreiras para implantar o TPM

De acordo com a visão da sua empresa, classifique as barreiras apresentadas abaixo:

19. Marcar apenas uma oval por linha.

	Muito significativa	Significativa	Razoavelmente significativa	Pouco significativa	Não significativa
Ausência de conhecimento sobre o método TPM.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de tempo para a execução do projeto do método TPM.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de suporte e comprometimento da liderança.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de prática e de treinamento adequado para implantação do método TPM.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de experiência na implantação do método TPM.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de recursos financeiros.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dúvida em relação aos benefícios proporcionados pelo método TPM.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Obstáculo na priorização e seleção de projetos na empresa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Complexidade na implementação e execução TPM.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dificuldade na coleta de dados dos processos ou serviços a serem melhorados.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Convicção de que o método TPM só se aplica a empresas de grande porte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resistências internas na empresa referente a mudanças culturais.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

C. Informações sobre a visão inicial do método TPM na empresa

20. Qual(is) pilar(es) do TPM estão implementados na sua Empresa? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Melhorias Específicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manutenção Autônoma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manutenção Planejada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Treinamento e Educação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Controle Inicial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manutenção da Qualidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TPM Administração (Office)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Segurança, Saúde e MA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21. Classificar de 1 a 8 a sequência em que foram ou serão implantados os pilares do TPM? *

* Nota: Pode ser classificado mais de 1 pilar na mesma sequência.

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Melhorias Específicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manutenção Autônoma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manutenção Planejada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Treinamento e Educação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Controle Inicial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manutenção da Qualidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TPM Administração (Office)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Segurança, Saúde e Meio Ambiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

D. Informações individuais, referentes aos impactos do TPM no OEE após implantação de cada pilar

Neste item as perguntas estão formuladas para cada um dos oito pilares, se implantado individualmente.

Nota: Caso implantado pilares ao mesmo tempo responder em bloco.

Pilar Implantado - Melhorias Específicas - Caso não tenha implantado ir até em "Continuar para a próxima seção" clicar para passar para o próximo pilar.

Nota: Nesta situação refere-se ao(s) impactos do Pilar no OEE após a sua implantação.

22. Em qual(is) elemento(s) da métrica do OEE teve impacto?

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Disponibilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eficiência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qualidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. Em qual(ig) da(s) grande(s) perdas(s) o TPM contribuiu para sua melhoria?

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Quebra do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Downtime das horas paradas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTBF (tempo médio entre falhas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTTR (tempo médio para reparo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Troca rápida de ferramenta (sméd)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mudança de linha ou regulagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Operação em vazio ou pequenas paradas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queda de velocidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução do número de acidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução do número de incidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produção defeituosa ou retrabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queda rendimento na partida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. Marcar apenas uma oval por linha.

	0%	11%	21%	31%	41%	51%	61%	71%	81%	91%
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Qual era o índice do indicador de OEE (antes da implantação do(s) Pilar(es) do TPM).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qual foi a evolução do índice do indicador de OEE (após a implantação do(s) Pilar(es) do TPM).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Se o índice do indicador de OEE (antes da implantação do(s) Pilar(es) do TPM), estiver na mesma faixa do índice após a implantação, digitar os valores exatos no campo "OEE antes" e no campo "OEE evolução". Exemplo: faixa de 51% a 60% - OEE antes 57% - OEE evolução 60%.

25. Campo - OEE antes

26. Campo - OEE evolução

Pilar(es) implantado(s)

Nota: Na próxima seção destacar o(s) resultado(s) do(s) próximo(s) pilar(es) do TPM, caso tenha sido implantado.

27. O Pilar **Manutenção Autônoma**, foi implantado? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não *Ir para a pergunta 32.*

D.1 Informações individuais, referentes aos impactos do TPM no OEE após Implantação de cada pilar

Neste item as perguntas estão formuladas para cada um dos oito pilares, se implantado individualmente.

Nota: Caso implantado pilares ao mesmo tempo responder em bloco.

Pilar Implantado - Manutenção Autônoma

Nota: Nesta situação refere-se ao(s) impactos do Pilar no OEE após a sua implantação.

28. Em qual(iz) elemento(s) da métrica do OEE teve impacto? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Disponibilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eficiência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qualidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

29. Em qual(iz) da(s) grande(s) perdas(s) o TPM contribuiu para sua melhoria? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Quebras do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Downtime das horas de máquina parada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTBF (tempo médio entre falhas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTTR (tempo médio para reparo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Troca rápida de ferramenta (smed)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mudança de linha ou regulagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Operação em vazio ou pequenas paradas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queda de velocidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução do número de acidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução do número de incidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produção defeituosa ou retrabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queda rendimento na partida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

30. Marcar apenas uma oval por linha.

	0%	11%	21%	31%	41%	51%	61%	71%	81%	91%
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Qual era o índice do indicador de OEE (antes da Implantação do(s) Pilar(es) do TPM).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qual foi a evolução do índice do indicador de OEE (após a Implantação do(s) Pilar(es) do TPM).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Se o índice do indicador de OEE (antes da implantação do(s) Pilar(es) do TPM), estiver na mesma faixa do índice após a implantação, digitar os valores exatos no campo “OEE antes” e no campo “OEE evolução”. Exemplo: faixa de 51% a 60% - OEE antes 57% - OEE evolução 60%.

31. Campo - OEE antes

32. Campo - OEE evolução

Pilar(es) implantado(s)

Nota: Na próxima seção destacar o(s) resultado(s) do(s) próximo(s) pilar(es) do TPM, caso tenha sido implantado.

33. O Pilar Manutenção Planejada, foi implantado? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não Ir para a pergunta 36.

D.2 Informações individuais, referentes aos impactos do TPM no OEE após Implantação de cada pilar

Neste item as perguntas estão formuladas para cada um dos oito pilares, se implantado individualmente.

Nota: Caso implantado pilares ao mesmo tempo responder em bloco.

Pilar Implantado - Manutenção Planejada

Nota: Nesta situação refere-se ao(s) impactos do Pilar no OEE após a sua implantação.

34. Em qual(ais) elemento(s) da métrica do OEE teve impacto? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Disponibilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eficiência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qualidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

35. Em qual(ais) da(s) grande(s) perdas(s) o TPM contribuiu para sua melhoria? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Quebras do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Downtime das horas de máquina parada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTBF (tempo médio entre falhas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTTR (tempo médio para reparo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Troca rápida de ferramenta (smed)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mudança de linha ou regulagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Operação em vazio ou pequenas paradas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queda de velocidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução do número de acidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução do número de incidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produção defeituosa ou retrabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queda rendimento na partida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

36. Marcar apenas uma oval por linha.

	0%	11%	21%	31%	41%	51%	61%	71%	80%	91%
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Qual era o índice do indicador de OEE (antes da implantação do(s) Pilar(es) do TPM).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qual foi a evolução do índice do indicador de OEE (após a implantação do(s) Pilar(es) do TPM).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Se o índice do indicador de OEE (antes da implantação do(s) Pilar(es) do TPM), estiver na mesma faixa do índice após a implantação, digitar os valores exatos no campo “OEE antes” e no campo “OEE evolução”. Exemplo: faixa de 51% a 60% - OEE antes 57% - OEE evolução 60%.

37. Campo - OEE antes

38. Campo - OEE evolução

Pilar(es) implantado(s)

Nota: Na próxima seção destacar o(s) resultado(s) do(s) próximo(s) pilar(es) do TPM, caso tenha sido implantado.

39. O Pilar Treinamento e Educação, foi implantado? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não Ir para a pergunta 44.

D.3 Informações individuais, referentes aos impactos do TPM no OEE após implantação de cada pilar

Neste item as perguntas estão formuladas para cada um dos oito pilares, se implantado individualmente.

Nota: Caso implantado pilares ao mesmo tempo responder em bloco.

Pilar Implantado - Treinamento e Educação

Nota: Nesta situação refere-se ao(s) impactos do Pilar no OEE após a sua implantação.

40. Em qual(ie) elemento(s) da métrica do OEE teve impacto? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Disponibilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eficiência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qualidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

41. Em qual(ie) de(s) grande(s) perdas(s) o TPM contribuiu para sua melhoria? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Quebras do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Downtime das horas de máquina parada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTBF (tempo médio entre falhas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTTR (tempo médio para reparo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Troca rápida de ferramenta (smed)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mudança de linha ou regulagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Operação em vazio ou pequenas paradas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queda de velocidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução do número de acidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução do número de incidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produção defeituosa ou retrabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queda rendimento na partida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

42. Marcar apenas uma oval por linha.

	0%	11%	21%	31%	41%	51%	61%	71%	81%	91%
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Qual era o índice do indicador de OEE (antes da implantação do(s) Pilar(es) do TPM).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qual foi a evolução do índice do indicador de OEE (após a implantação do(s) Pilar(es) do TPM).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Se o índice do indicador de OEE (antes da implantação do(s) Pilar(es) do TPM), estiver na mesma faixa do índice após a implantação, digitar os valores exatos no campo “OEE antes” e no campo “OEE evolução”. Exemplo: faixa de 51% a 60% - OEE antes 57% - OEE evolução 60%.

43. Campo - OEE antes

44. Campo - OEE evolução

Pilar(es) implantado(s)

Nota: Na próxima seção destacar o(s) resultado(s) do(s) próximo(s) pilar(es) do TPM, caso tenha sido implantado.

45. O Pilar Controle Inicial, foi implantado? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não Ir para a pergunta 60.

D.4 Informações individuais, referentes aos impactos do TPM no OEE após Implantação de cada pilar

Neste item as perguntas estão formuladas para cada um dos oito pilares, se implantado individualmente.

Nota: Caso implantado pilares ao mesmo tempo responder em bloco.

Pilar Implantado - Controle Inicial

Nota: Nesta situação refere-se ao(s) impactos do Pilar no OEE após a sua implantação.

46. Em qual(is) elemento(s) da métrica do OEE teve impacto? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Disponibilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eficiência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qualidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

47. Em qual(is) da(s) grande(s) perdas(s) o TPM contribuiu para sua melhoria? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Quebras do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Downtime das horas de máquina parada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTBF (tempo médio entre falhas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTTR (tempo médio para reparo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Troca rápida de ferramenta (sméd)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mudança de linha ou regulagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Operação em vazio ou pequenas paradas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queda de velocidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução do número de acidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução do número de incidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produção defeituosa ou retrabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queda rendimento na partida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

48. Marcar apenas uma oval por linha.

	0% a	11% a	21% a	31% a	41% a	51% a	61% a	71% a	81% a	91% a
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100
Qual era o índice do indicador de OEE (antes da implantação do(s) Pilar(es) do TPM).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qual foi a evolução do índice do indicador de OEE (após a implantação do(s) Pilares) do TPM).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Se o índice do indicador de OEE (antes da implantação do(s) Pilar(es) do TPM), estiver na mesma faixa do índice após a implantação, digitar os valores exatos no campo "OEE antes" e no campo "OEE evolução". Exemplo: faixa de 51% a 60% - OEE antes 57% - OEE evolução 60%.

49. Campo - OEE antes

50. Campo - OEE evolução

Pilar(es) implantado(s)

Nota: Na próxima seção destacar o(s) resultado(s) do(s) próximo(s) pilar(es) do TPM, caso tenha sido implantado.

51. O Pilar Manutenção da Qualidade, foi implantado? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não *Ir para a pergunta 56.*

D.5 Informações individuais, referentes aos impactos do TPM no OEE após Implantação de cada pilar

Neste item as perguntas estão formuladas para cada um dos oito pilares, se implantado individualmente.

Nota: Caso implantado pilares ao mesmo tempo responder em bloco.

Pilar Implantado - Manutenção da Qualidade

Nota: Nesta situação refere-se ao(s) impactos do Pilar no OEE após a sua implantação.

52. Em qual(iz) elemento(s) da métrica do OEE teve impacto? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Disponibilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eficiência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qualidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

53. Em qual(iz) da(s) grande(s) perdas(c) o TPM contribuiu para sua melhoria? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Quebras do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Downtime das horas de máquina parada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTBF (tempo médio entre falhas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTTR (tempo médio para reparo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Troca rápida de ferramenta (sméd)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mudança de linha ou regulação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Operação em vazio ou pequenas paradas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queda de velocidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução do número de acidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução do número de incidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produção defeituosa ou retrabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queda rendimento na partida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

54. Marcar apenas uma oval por linha.

	0%	11%	21%	31%	41%	51%	61%	71%	81%	91%
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Qual era o índice do indicador de OEE (antes da implantação do(s) Pilar(es) do TPM).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qual foi a evolução do índice do indicador de OEE (após a implantação do(s) Pilar(es) do TPM).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Se o índice do indicador de OEE (antes da implantação do(s) Pilar(es) do TPM), estiver na mesma faixa do índice após a implantação, digitar os valores exatos no campo “OEE antes” e no campo “OEE evolução”. Exemplo: faixa de 51% a 60% - OEE antes 57% - OEE evolução 60%.

55. Campo - OEE antes

56. Campo - OEE evolução

Pilar(es) implantado(s)

Nota: Na próxima seção destacar o(s) resultado(s) do(s) próximo(s) pilar(es) do TPM, caso tenha sido implantado.

57. O Pilar TPM Administração (Office), foi implantado? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não *Ir para a pergunta 62.*

D.6 Informações individuais, referentes aos impactos do TPM no OEE após Implantação de cada pilar

Neste item as perguntas estão formuladas para cada um dos oito pilares, se implantado individualmente.

Nota: Caso implantado pilares ao mesmo tempo responder em bloco.

Pilar Implantado - TPM Administração (Office)

Nota: Nesta situação refere-se ao(s) impactos do Pilar no OEE após a sua implantação.

58. Em qual(lic) elemento(s) da métrica do OEE teve impacto? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Disponibilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eficiência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qualidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

59. Em qual(lic) da(s) grande(s) perdas(s) o TPM contribuiu para sua melhoria? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Quebras do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Downtime das horas de máquina parada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTBF (tempo médio entre falhas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTTR (tempo médio para reparo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Troca rápida de ferramenta (smed)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mudança de linha ou regulagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Operação em vazio ou pequenas paradas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queda de velocidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução do número de acidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução do número de incidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produção defeituosa ou retrabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queda rendimento na partida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

60. Marcar apenas uma oval por linha.

	0%	11%	21%	31%	41%	51%	61%	71%	81%	91%
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Qual era o índice do indicador de OEE (antes da implantação do(s) Pilar(es) do TPM).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qual foi a evolução do índice do indicador de OEE (após a implantação do(s) Pilar(es) do TPM).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Se o índice do indicador de OEE (antes da implantação do(s) Pilar(es) do TPM), estiver na mesma faixa do índice após a implantação, digitar os valores exatos no campo "OEE antes" e no campo "OEE evolução". Exemplo: faixa de 51% a 60% - OEE antes 57% - OEE evolução 60%.

61. Campo - OEE antes

62. Campo - OEE evolução

Pilar(es) implantado(s)

Nota: Na próxima seção destacar o(s) resultado(s) do(s) próximo(s) pilar(es) do TPM, caso tenha sido implantado.

63. O Pilar Segurança, Saúde e Meio Ambiente, foi implantado? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não *Ir para a pergunta 68.*

D.7 Informações individuais, referentes aos impactos do TPM no OEE após Implantação de cada pilar

Neste item as perguntas estão formuladas para cada um dos oito pilares, se implantado individualmente.

Nota: Caso implantado pilares ao mesmo tempo responder em bloco.

Pilar Implantado - Segurança, Saúde e Meio Ambiente

Nota: Nesta situação refere-se ao(s) impactos do Pilar no OEE após a sua implantação.

64. Em qual(iz) elemento(s) da métrica do OEE teve impacto? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Disponibilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eficiência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qualidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

65. Em qual(iz) da(s) grande(s) perdas(s) o TPM contribuiu para sua melhoria? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Quebras do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Downtime das horas de máquina parada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTBF (tempo médio entre falhas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTTR (tempo médio para reparo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Troca rápida de ferramenta (smed)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mudança de linha ou regulagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Operação em vazio ou pequenas paradas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queda de velocidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução do número de acidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução do número de incidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produção defeituosa ou retrabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queda rendimento na partida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

66. Marcar apenas uma oval por linha.

	0%	11%	21%	31%	41%	51%	61%	71%	81%	91%
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Qual era o índice do indicador de OEE (antes da implantação do(s) Pilar(es) do TPM).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qual foi a evolução do índice do indicador de OEE (após a implantação do(s) Pilar(es) do TPM).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Se o índice do indicador de OEE (antes da implantação do(s) Pilar(es) do TPM), estiver na mesma faixa do índice após a implantação, digitar os valores exatos no campo “OEE antes” e no campo “OEE evolução”. Exemplo: faixa de 51% a 60% - OEE antes 57% - OEE evolução 60%.

67. Campo - OEE antes

68. Campo - OEE evolução

E. Informações de forma global, referentes ao Impacto que o TPM teve no OEE após a Implantação de Todos Pilares

69. Percentual Global do OEE (antes e após a Implantação dos Pilares do TPM) *

Marque todas que se aplicam.

	0%	11%	21%	31%	41%	51%	61%	71%	81%	91%
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
OEE (antes da Implantação dos Pilares do TPM)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Qual foi a evolução do índice do indicador OEE (após a Implantação dos Pilares do TPM)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Se o índice do indicador de OEE (antes da implantação do(s) Pilar(es) do TPM), estiver na mesma faixa do índice após a implantação, digitar os valores exatos no campo “OEE antes”

e no campo "OEE evolução". Exemplo: faixa de 51% a 60% - OEE antes 57% - OEE evolução 60%.

70. Campo - OEE antes

71. Campo - OEE evolução

F. Pesquisa concluída

Nota: Caso queira receber uma cópia do questionário enviado, clicar em "Envie-me uma cópia das minhas respostas".

72. Obrigado por responder a pesquisa *

Marcar apenas uma oval.

Obrigado!

Envie para mim uma cópia das minhas respostas.

Powered by

 Google Forms