



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Ciências Aplicadas



LETICIA HELENA GUIMARÃES ALVARINHO

**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO
PRODUTIVA TOTAL EM UMA EMPRESA DO SETOR
AUTOMOTIVO**

LIMEIRA

2024



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Ciências Aplicadas



LETICIA HELENA GUIMARÃES ALVARINHO

**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO
PRODUTIVA TOTAL EM UMA EMPRESA DO SETOR
AUTOMOTIVO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestra em Engenharia de Produção e de Manufatura na área de Manufatura de Materiais Avançados.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Iwao Suyama.

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Fernando Galzerano Baldo.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA
DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA LETICIA HELENA
GUIMARÃES ALVARINHO, E ORIENTADA PELO PROF. DR. DANIEL
IWAU SUYAMA E COORIENTADA PELO PROF. DR. FERNANDO
GALZERANO BALDO

LIMEIRA

2024

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas
Ana Luiza Clemente de Abreu Valério - CRB 8/10669

AL86a Alvarinho, Leticia Helena Guimarães, 1995-
Análise da implementação da manutenção produtiva total em uma empresa do setor automotivo / Leticia Helena Guimarães Alvarinho. – Limeira, SP : [s.n.], 2024.

Orientador: Daniel Iwao Suyama.
Coorientador: Rodrigo Fernando Galzerano Baldo.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Manutenção. 2. Manutenção produtiva total. I. Suyama, Daniel Iwao, 1984-. II. Baldo, Rodrigo Fernando Galzerano, 1978-. III. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Faculdade de Ciências Aplicadas. IV. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Analysis of the implementation of total productive maintenance in an automotive company

Palavras-chave em inglês:

Maintenance

Total productive maintenance

Área de concentração: Manufatura de Materiais Avançados

Titulação: Mestra em Engenharia de Produção e de Manufatura

Banca examinadora:

Daniel Iwao Suyama [Orientador]

Lucas Antonio Risso

Alessandro Lucas da Silva

Data de defesa: 13-08-2024

Programa de Pós-Graduação: Engenharia de Produção e de Manufatura

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0009-0005-7378-9334>

- Currículo Lattes do autor: <https://lattes.cnpq.br/9798261621831997>

Folha de Aprovação

Autora: Leticia Helena Guimarães Alvarinho

Título: Análise da implementação da manutenção produtiva total em uma empresa do setor automotivo

Natureza: Dissertação

Área de Concentração: Engenharia de Materiais Avançados

Instituição: Faculdade de Ciências Aplicadas – FCA/Unicamp

Data da Defesa: Limeira-SP, 13 de agosto de 2024.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Daniel Iwao Suyama (orientador)
Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA/Unicamp

Prof. Dr. Alessandro Lucas da Silva (membro interno)
Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA/Unicamp

Prof. Dr. Lucas Antonio Risso (membro externo)
Fundação Hermínio Ometto - FHO

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha amada família: meus pais Osvaldo Aparecido Alvarinho e Márcia Regina Guimarães e minha tia Odila Alvarinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial aos meus pais Osvaldo Aparecido Alvarinho e Márcia Regina Guimarães que sempre me proporcionam o suporte para que eu buscase meus objetivos acadêmicos e profissionais. Agradeço a minha família que se completa com a minha tia Odila Alvarinho.

Agradeço ao meu namorado Pedro Henrique de Souza Tosatti que me deu a mão ao longo da caminhada. Agradeço as minhas grandes amigas Giovana Nataline dos Santos Barbosa e Andyara Marcela Rodrigues de Moraes que nunca deixaram que minha luz se apagasse.

Agradeço ao professor e orientador Daniel Iwao Suyama, que desde meus primeiros passos acadêmicos, vem me ensinando pacientemente e apoiando no caminho pelo qual percorri. Ao professor e coorientador Rodrigo Fernando Galzerano Baldo que me deu apoio técnico e incentivo.

Agradeço a todos os professores do programa de pós-graduação em Engenharia de Produção e Manufatura da FCA Unicamp, em especial ao professor Paulo Sérgio de Arruda Ignácio, que durante suas aulas me recordou da minha ânsia pelo conhecimento e sonho de ensinar um dia.

A todos, meus sinceros agradecimentos.

EPÍGRAFE

“Só se pode alcançar um grande êxito quando nos mantemos fiéis a nós mesmos”.

Friedrich Nietzsche.

RESUMO

Máquinas e equipamentos eram construídos de componentes mais simples e o processo de manutenção era consequentemente menos complexo, com o passar dos anos a evolução e a robotização transformou tanto as máquinas e equipamentos quanto os procedimentos de manutenção envolvidos. Os processos se tornaram mais complexos e necessitam de técnicas específicas para a manutenção, a fim desempenhar resultados mais determinantes. A manutenção produtiva total busca o envolvimento dos operadores nas atividades de manutenção para atender objetivos de zero defeitos produzidos, zero acidentes e zero paradas. O objetivo do trabalho é examinar a adesão da manutenção produtiva total em uma empresa do setor automotivo, utilizando como metodologia uma pesquisa aplicada de interesse prática e que se enquadra com o objetivo exploratório num estudo de caso, com foco particular na implementação dos pilares da manutenção produtiva total. A implementação de cada um dos oito pilares analisados foi verificada na empresa foco do estudo em comparação ao referencial teórico levantado e os resultados obtidos apontaram para uma baixa aderência dos pilares em sua totalidade, o que demonstra que a implementação não foi realizada de forma eficiente, resultando em falta de eficácia.

Palavras-chave: Manutenção; Manutenção Produtiva Total.

ABSTRACT

Machines and equipment were built from simpler components and the maintenance process was consequently less complex. Over the years, evolution and robotization transformed both the machines and equipment and the maintenance procedures involved. Processes have become more complex and require specific maintenance techniques in order to achieve more decisive results. Total productive maintenance seeks the involvement of operators in maintenance activities to meet objectives of zero defects produced, zero accidents and zero downtime. The objective of the work is to examine the adherence to total productive maintenance in a company in the automotive sector, using as a methodology an applied research of practical interest and which fits with the exploratory objective in a case study, with a particular focus on the implementation of the pillars of maintenance total production. The implementation of each of the eight pillars analyzed was verified in the company that was the focus of the study in comparison to the theoretical framework raised and the results obtained pointed to a low adherence to the pillars in their entirety, which demonstrates that the implementation was not carried out efficiently, resulting in lack of effectiveness.

Keywords: total productive maintenance; maintenance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tipos de manutenção.	23
Figura 2 - Pilares da Manutenção Produtiva Total.	26
Figura 3 - Indicador de disponibilidade de máquinas (injeção).	41
Figura 4 - Indicador de disponibilidade de máquinas (acabamento).	41
Figura 5 - Indicador de disponibilidade de máquinas (montagem).	42
Tabela 1 - Ocorrências de manutenção corretiva por setor produtivo	42
Figura 6 - Indicador MTBF em atuação preventiva nas grandes perdas....	43
Figura 7 - Indicador MTTR (<i>Mean Time to Repair</i>).....	50
Figura 8 - Indicador de controle de custos de manutenção.....	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - 12 passos para implementação da TPM.	32
Quadro 2- Correlação entre os pilares e suas atribuições na TPM.	34
Quadro 3 - Formulário para checagem operacional do setor injeção.	46
Quadro 4 - Cronograma de manutenção preventiva do setor injeção.....	48
Quadro 5 - Implementação da manutenção administrativa.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ocorrências de manutenção corretiva por setor produtivo	42
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

DfM: *Design for Maintainability*

FMEA: *Failure Mode and Effect Analysis* - Análise de Modos de Falha e seus Efeitos

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MFMEA: Análise de Modos e Efeitos de Falha Potencial de Máquina

MPT: Manutenção Produtiva Total

MTBF: *Mean Time Between Failures* - Tempo Médio Entre Falhas

MTTR: *Mean Time To Repair* - Tempo Médio Para Reparo

NC: Não Conforme

TPM: *Total Productive Management*

TQC: *Total Quality Control* - Controle Total da Qualidade

5S: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke* – Utilização, Organização, Limpeza, Saúde e Autodisciplina

5W2H: *What, Why, Where, When, Who, How e How Much* – O que?, Por quê?, Onde?, Quando?, Como? e Quanto custa?

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS.....	17
1.2 JUSTIFICATIVA.....	17
1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	18
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	19
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 MANUTENÇÃO.....	21
2.2 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....	24
2.3 IMPLEMENTAÇÃO DA TPM.....	30
3. METODOLOGIA	36
3 MÉTODO	36
3.1 Levantamento Bibliográfico	37
3.1.2 Seleção da empresa.....	37
3.1.3 Coleta de dados.....	37
3.1.4 Análise de dados.....	38
3.1.5 Validação dos resultados	38
3.1.6 Consolidação e discussão dos resultados.....	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 PILAR DE MELHORIA FOCADA	40
4.2 PILAR DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....	45
4.3 PILAR DE MANUTENÇÃO PLANEJADA.....	47
4.4 PILAR DE EDUCAÇÃO E TREINAMENTO	50

4.5 PILAR DE CONTROLE INICIAL.....	51
4.6 PILAR DE MANUTENÇÃO DA QUALIDADE.....	52
4.7 PILAR DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL ADMINISTRATIVA.....	53
4.8 PILAR DE SAÚDE, SEGURANÇA E MEIO AMBIENTE.....	55
5. CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

1. INTRODUÇÃO

No passado, as máquinas e equipamentos se caracterizavam pela simplicidade (com poucos componentes), o que facilitava as tarefas de manutenção. Contudo, com a evolução para a automatização dos processos e equipamentos, a manutenção evoluiu para uma atividade que exige a intervenção de especialistas qualificados, sendo essa uma mudança substancial destacada (XENOS, 2014). Desde Nakajima (1988), é perceptível o aumento da robotização e automação, evidenciando como esses avanços influenciam diretamente a qualidade do produto final e a eficiência dos equipamentos. Entende-se então que um equipamento de baixa qualidade é sinônimo de produção inadequada.

Diante dessa realidade, as empresas manufatureiras buscam incessantemente estratégias para aumentar a sua competitividade. Uma abordagem importante é a redução das atividades que, apesar de consumirem recursos, não agregam valor ao produto, um conceito enfatizado por Díaz-Reza *et al.*, 2018. Nesse contexto, a tecnologia de ponta em máquinas e equipamentos desempenha um papel crucial. Baysal *et al.* (2015) também reforça que com o advento de equipamentos mais sofisticados, surge a necessidade de métodos de manutenção que superam as abordagens tradicionais.

Conforme definido por Kardec e Nascif (2009), a manutenção busca garantir que os equipamentos e instalações estejam sempre prontos para operar de forma confiável e segura, contribuindo para o processo de produção ou de prestação de serviços sem negligenciar a importância de preservar o meio ambiente, controlar os custos e garantir a segurança;

A sigla TPM, de origem americana, significa *total productive maintenance*, traduzida como Manutenção Produtiva Total e pode ser definida como uma abordagem que melhora rapidamente os processos de produção por meio do envolvimento e da capacitação dos funcionários (NAKAJIMA, 1988). Tendo em vista

que os três principais objetivos da manutenção produtiva total são zero defeito, zero acidentes e zero paradas (NOON *et al.*, 2000). Porém, para maximizar a vida útil dos equipamentos, é imprescindível uma compreensão aprofundada dos recursos disponíveis, buscando alcançar a perda zero (FERREIRA e LEITE, 2016).

Considerando uma empresa do ramo automotivo como objeto de estudo, tem-se as seguintes questões de pesquisa:

QP1. Qual o nível de implementação da Manutenção Produtiva Total, considerando o desenvolvimento de cada pilar?

QP2. Quais os passos para a implementação satisfatória da metodologia?

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo é examinar a adoção da Manutenção Produtiva Total em uma empresa do setor automobilístico, com foco particular no desenvolvimento e implementação de seus pilares fundamentais.

Nesse escopo, os objetivos específicos são delineados da seguinte forma:

1. Realizar levantamento bibliográfico sobre o tema;
2. Estudar os processos da organização, verificando a aplicação dos pilares da manutenção produtiva total;
3. Reunir evidências dos pilares que são aplicados na organização;
4. Comparar o referencial teórico com as evidências coletadas;
5. Identificar quais são as lacunas de aplicação dos pilares e
6. Propor próximos passos para melhor aplicação dos pilares.

1.2 JUSTIFICATIVA

A relevância do setor automotivo para a economia brasileira é incontestável. Conforme ilustrado pelo mais recente levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2021, o setor registrou um acréscimo

significativo na frota nacional de veículos. Com mais de 59 milhões de automóveis, observou-se um crescimento superior a 48% no número de carros licenciados ao longo da última década, sem nenhuma indicação de retração no volume da frota automotiva brasileira ao longo dos anos.

Entretanto, a implementação eficaz da TPM no setor apresenta desafios significativos. As limitações financeiras, a elevada demanda de trabalho e a escassez de tempo destinado a práticas preventivas constituem obstáculos notórios, dificultando a adesão e a continuidade dessas práticas essenciais para a eficiência operacional e a redução de custos.

De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2024), no ano de 2022, somente para o escopo de veículos leves, foram produzidos mais de dois milhões de automóveis, isso requer aumento da produtividade, ou seja, produzir mais utilizando menos recursos e obtendo menos desperdícios.

Nesse contexto, a justificativa para este estudo emerge como uma análise crítica e construtiva da implementação da TPM no setor automotivo. Por meio de um exame detalhado do desenvolvimento e da aplicação de seus pilares, este trabalho busca identificar as lacunas na implementação atual, avaliando quais aspectos foram efetivamente incorporados e quais demandam melhorias. Assim, este estudo não apenas aborda uma questão relevante para o setor automotivo, mas também oferece *insights* valiosos para aquele que deseja implementar a metodologia em sua organização, evidenciando a interdependência entre práticas de manutenção eficientes e o sucesso econômico.

1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo está delimitado à análise da implementação da Manutenção Produtiva Total em uma empresa do setor automotivo, fabricante de autopeças, localizada no interior do Estado de São Paulo. A pesquisa focará nos processos

produtivos da organização, examinando especificamente a aplicação dos pilares de implementação da TPM no contexto fabril.

A análise será restrita ao período de abril de 2021 a março de 2022, contemplando os setores produtivos de injeção, de acabamento e de montagem. A escolha dessa delimitação temporal e setorial se justifica pela significativa importância dos dados nesse período e pela robustez dos dados referentes ao período anterior. A pesquisa não abará outras plantas da mesma organização, pois a empresa é a única da matriz no Brasil e fornece para todos os fornecedores locais e da América do Sul, demonstrando sua capacidade e sua relevância local.

Além disso, o estudo não abordará aspectos financeiros detalhados ou impactos macroeconômicos mais amplos, focando-se exclusivamente na perspectiva dos processos internos de manutenção e nos indicadores de eficiência operacionais da unidade analisada.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, organizados de maneira a facilitar a compreensão do tema abordado. A seguir, é descrita a organização e o conteúdo de cada um destes capítulos:

Introdução: O primeiro capítulo serve como uma porta de entrada para o estudo, no qual é realizada a contextualização do tema investigado. São definidos os objetivos e apresentada a justificativa da pesquisa, estabelecendo o propósito e a relevância do trabalho.

Fundamentação Teórica: No segundo capítulo, é desenvolvida uma análise da Manutenção Produtiva Total, explorando os conceitos-chave, pilares fundamentais e o método de implementação. Esta seção visa estabelecer um referencial teórico que suporte as análises subsequentes.

Metodologia da Pesquisa: O terceiro capítulo descreve detalhadamente o método de pesquisa adotado, incluindo os procedimentos metodológicos utilizados

para alcançar os objetivos propostos. Esta parte do trabalho esclarece as escolhas metodológicas e os critérios adotados para a condução do estudo.

Análise e Resultados: No quarto capítulo, são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da análise realizada. Esta seção é dedicada à apresentação das descobertas, interpretações e implicações dos dados coletados, oferecendo uma visão crítica sobre a implementação da TPM no setor automotivo.

Conclusões: Finalmente, o quinto capítulo conclui o trabalho, recapitulando as principais constatações e avaliando o cumprimento dos objetivos inicialmente propostos. Além disso, são oferecidas recomendações para pesquisas futuras, sugerindo caminhos para o aprofundamento e para a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo aborda o tema de manutenção industrial e a metodologia da Manutenção Produtiva Total.

2.1 MANUTENÇÃO

Segundo Xenos (2014), processos são formados por inúmeras causas que geram efeitos. Estas causas podem ser classificadas em máquinas, mão de obra, métodos, meio ambiente, matéria-prima e medidas (6M), e os efeitos resultantes são os produtos ou serviços. Portanto, o cuidado com as máquinas e equipamentos da organização é crucial para satisfazer os requisitos dos clientes, e as metas dos equipamentos e da empresa devem caminhar juntas (XENOS, 2014).

As definições encontradas no dicionário para a palavra manutenção, demonstram os caminhos que a serem considerados para analisar o conceito de forma plena, como *“ato ou efeito de manter (-se)”; “ato de conservar”* ou ainda *“ação de administrar algo”* e por fim *“cuidado periódico para a boa conservação de máquina, equipamento, ferramenta, etc.”* (MICHAELIS, 2024).

Almeida (2014) lembra que a palavra manutenção tem origem latina, *“manus tenere”*, que significa *“manter o que já se tem”*. Essas definições mencionam o ato de conservar e manter como o significado da palavra manutenção. Isso se contrapõe ao que é comumente encontrado em muitas organizações, nas quais o setor de manutenção foca seus esforços em *“apagar incêndios”* ao realizar reparos emergenciais. Paschoal *et al.* (2009) reforçam que os reparos são uma visão clássica do departamento de manutenção, daí a necessidade de reconhecer que *“manutenção”* vai muito além de apenas reparar o que já se tem, como por exemplo, no âmbito normativo, para fins de certificação e padronização, a manutenção abrange gestão e planejamento, conforme definido pela ABNT (1994) na norma NBR 5462, que a

descreve como uma “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

É importante ressaltar que a manutenção não atua apenas em máquinas e equipamentos já em operação, mas também no desenvolvimento de novas máquinas desde o projeto inicial (ALMEIDA, 2014), ao considerar as práticas de manutenção num estágio de planejamento, utilizando ferramentas como *Design for Maintainability* (DfM) ou então a Análise de Modos e Efeitos de Falha Potencial de Máquina (MFMEA) o projeto se torna mais completo, pois peças de reposição, manutenções preventivas e preditivas, já podem ser planejadas ao longo de seu ciclo de vida. Assim, podemos classificar as atividades de manutenção em: atividades de manutenção e atividades de melhoria.

As atividades de manutenção envolvem manter e restabelecer a condição original do equipamento. Xenos (2014) exemplifica estas atividades como lubrificação, reparos, reformas e substituição de componentes. Já as atividades de melhoria envolvem o aperfeiçoamento das características primárias do item, visando aumentar a produtividade do equipamento. Portanto, os objetivos da manutenção vão além da preservação da condição física e se estendem ao potencial funcional do item (XENOS, 2014).

Diversos autores como Xenos (2004), Viana (2002), Kardec e Nascif (2009) e Almeida (2014) abordam diferentes tipos de manutenção, porém há um consenso de que existem manutenções corretivas (subdivididas em planejadas e não planejadas), preventivas e preditivas.

Logo, uma ação de manutenção pode ser classificada em diferentes tipos, conforme ilustrado na Figura 1, que destaca as principais categorias (LEMOS; ALBERNAZ; CARVALHO, 2011).

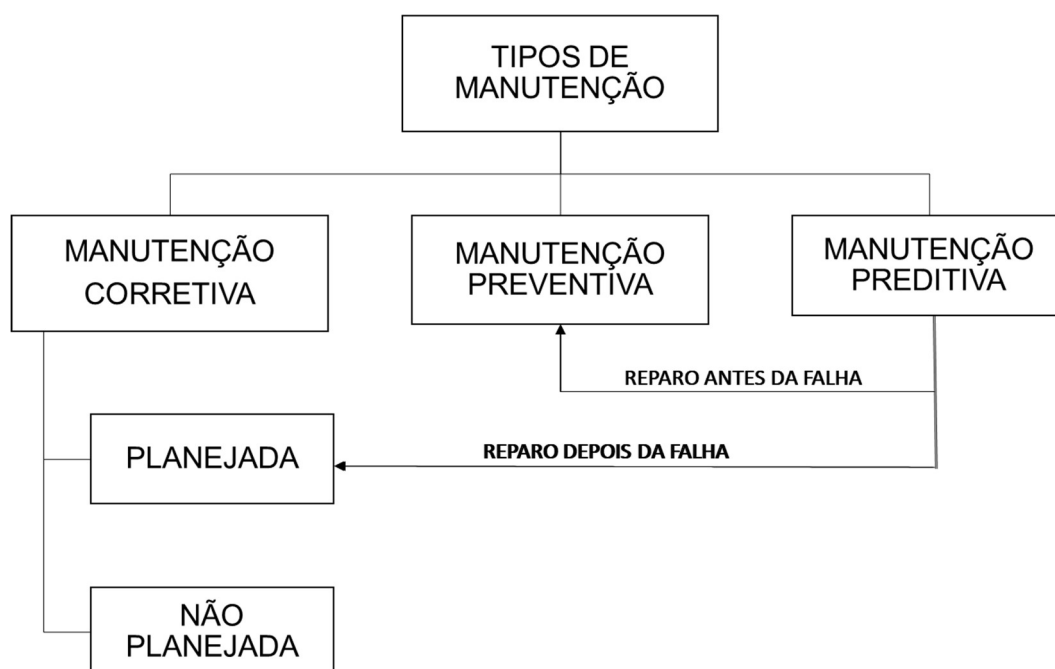


Figura 1 - Tipos de manutenção.

Fonte: Adaptado de Lemos, Albernaz e Carvalho (2011).

A manutenção corretiva ocorre após a falha ter ocorrido, sendo necessário, então, definir o conceito de falha. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994), a falha pode ser entendida como a falta ou término da capacidade de um item exercer sua função.

A intervenção imediata como alternativa para evitar grandes danos às máquinas e equipamentos é a manutenção corretiva não planejada (VIANA, 2002). Esse tipo de manutenção deve ser resolvido o quanto antes para evitar grandes perdas financeiras e de produtividade, ocorrendo de maneira aleatória, ou seja, emergencial.

Por outro lado, a manutenção corretiva planejada é a ação destinada a ajustar o baixo desempenho do equipamento (KARDEC; NASCIF, 2009). Esse tipo de manutenção corretiva ocorre quando a máquina ou equipamento mostra indícios de que em breve deixará de exercer a sua função primária, podendo causar paradas de produção.

Xenos (2014) destaca que a manutenção corretiva, tanto planejada quanto não planejada, exige que o gestor avalie o que é mais vantajoso financeiramente:

realizar o conserto quando o equipamento não exercer mais a sua função ou tomar ações preventivas para evitar a probabilidade de ocorrência de falhas e uma possível parada de linha.

Viana (2002) define a manutenção preventiva como toda ação sob responsabilidade do setor de manutenção em máquinas que não estão em falha. O objetivo da manutenção preventiva é agir proativamente para que a falha não ocorra. Quando se define o planejamento da manutenção preventiva, ela se torna obrigatória (XENOS, 2014).

Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018) relembram que a manutenção é a forma como as organizações previnem a falha, cuidando de suas instalações físicas. A manutenção preventiva é o coração da gestão da manutenção. Xenos (2014) aponta que, ao comparar a manutenção corretiva e a preventiva em termos financeiros, a manutenção preventiva acaba sendo mais cara, visto que a peça ou equipamento ainda não chegou ao fim de sua vida útil.

Algumas atividades de manutenção preventiva, quando voltadas à previsão de falha por meio de monitoramento e controle estatístico do processo, podem ser denominadas como manutenção preditiva (VIANA, 2002). A manutenção preditiva permite uma estimativa de quanto o equipamento ou peça está próximo do fim de sua vida útil (XENOS, 2014).

Um exemplo de manutenção preditiva é a verificação da qualidade do óleo lubrificante por meio de análises laboratoriais, permitindo estimar quanto tempo esse ainda será benéfico no processo. Xenos (2014) ainda afirma que a manutenção preditiva tem caráter de inspeção, pois através da observação e análise das características da máquina ou equipamento é possível prever suas falhas e trabalhar preventivamente.

2.2 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

Campos (1992) descreve a qualidade como “um bem ou serviço que cumpre de forma total, com confiança, acessível e no prazo as necessidades do cliente”. Aguiar (2002) relembra que, para as empresas perdurarem no mercado, é fundamental a habilidade de atender as necessidades de seus clientes. Para Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018), a qualidade significa "fazer as coisas certas" de acordo com cada tipo de processo e particularidade de operação.

Xenos (2014) destaca que é necessário entender os equipamentos como um processo gerencial isolado para tratar as suas causas e, assim, assegurar os efeitos desejados. A TPM é o resultado dos esforços das empresas japonesas que aprimoraram a manutenção preventiva (RIBEIRO, 2014).

A TPM é marcada pela construção dos oito pilares e pela prevenção de perdas de equipamentos, gerando economia de custos tanto durante a fase de introdução quanto durante a vida útil do equipamento ou produto (CHAUREY et al., 2021).

Moore (1997) afirma que a manutenção produtiva total é uma metodologia que oferece uma instrução para a transformação da organização, englobando cultura, processo e tecnologia. Segundo Ribeiro (2014), grande parte das empresas utiliza a TPM como uma ferramenta de gestão para o aumento da produtividade, conciliando-a com o sistema de gestão já adotado, como o TQC.

A TPM ajuda a melhorar o desempenho das organizações, aprimorando as habilidades de resolução de problemas dos indivíduos e permitindo a aprendizagem em várias áreas funcionais (FORESTI et al., 2020). A manutenção produtiva total envolve a participação de todos os funcionários para melhorar a disponibilidade de produção, desempenho, qualidade, confiabilidade e segurança dos equipamentos (AHUJA; KHAMBA, 2008).

O propósito da TPM é atingir zero paradas e zero defeitos. Segundo Nakajima (1988), isso melhora a taxa de operação dos equipamentos, reduz custos, minimiza estoques e, como consequência, aumenta a produtividade da mão de obra. Kardec e Nascif (2009) pontuam seis grandes perdas da manutenção:

1. Falha do equipamento súbita ou degradação ao longo do tempo;
2. Mudança de linha;
3. Pequenas paradas por problemas de produção ou até mesmo sobrecarga no equipamento ou operação em vazio;
4. Queda de velocidade;
5. Produtos defeituosos;
6. Queda de rendimento.

Ohno (1997) relembra que, quando não há desperdício, o trabalho é pleno. As práticas básicas da TPM são frequentemente chamadas de pilares ou elementos (AHUJA; KHAMBA, 2008). A manutenção produtiva total é formada por oito pilares, geralmente representados conforme a Figura 2.

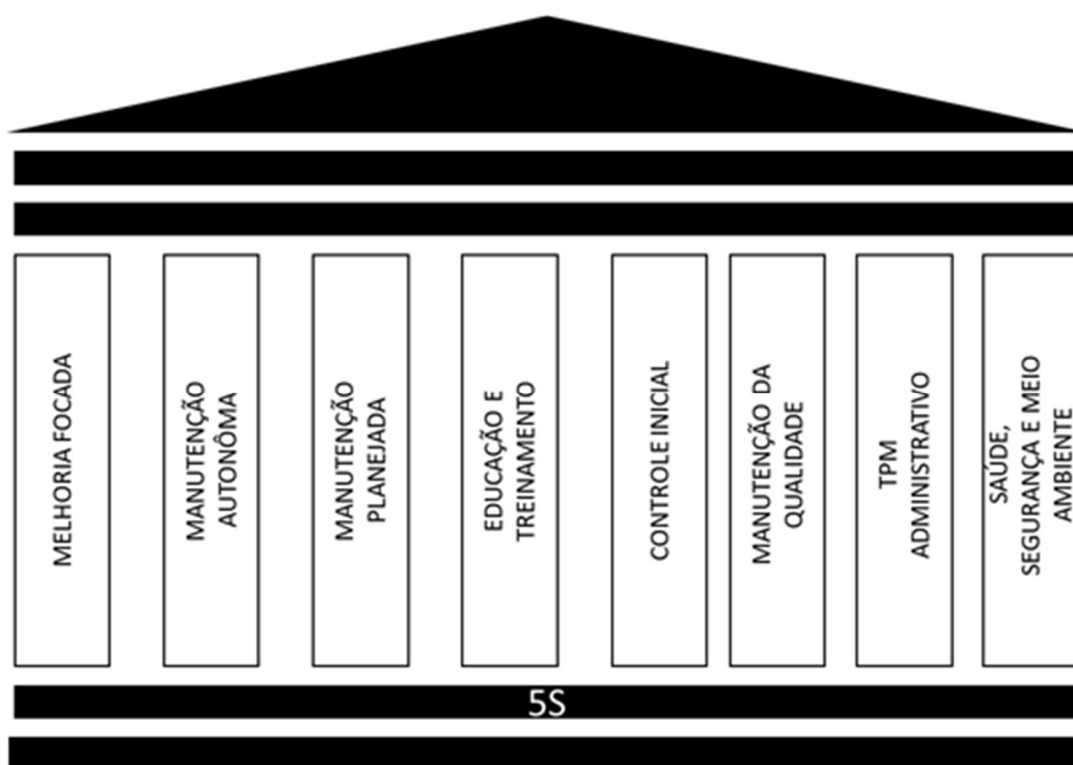


Figura 2 - Pilares da Manutenção Produtiva Total.

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2009).

A TPM é baseada nos princípios do 5S, conforme definido por Nakajima (1988). O 5S busca alcançar um ambiente sereno no local de trabalho, envolvendo os funcionários com o compromisso de implementar e executar a limpeza sistemática (LEVITT, 2010). De acordo com Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018), o conceito 5S é de origem japonesa e pode ser considerado uma metodologia de organização que visa a eliminação dos desperdícios.

As cinco atividades que a metodologia propõe são baseadas em cinco palavras iniciadas com a letra "S": *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke* (KARDEC; NASCIF, 2009). Traduzidas, essas palavras representam os cinco sentidos: senso de utilização, organização, limpeza, padronização e autodisciplina, respectivamente. O senso de utilização ajuda a remover todos os itens desnecessários. O senso de organização estabelece localizações e quantidades necessárias (AGRAHARI; DANGLE; CHANDRATRE, 2015). O senso de limpeza orienta a limpar o local de trabalho completamente, tornando-o livre de poeira, sujeira e desordem. A padronização objetiva manter um alto padrão de limpeza e organização (AHUJA; KHAMBA, 2008). A autodisciplina ajuda a manter o esforço da organização por meio de treinamento e total envolvimento dos funcionários (AGRAHARI et al., 2015).

Cada pilar da TPM é descrito a seguir:

a) Melhoria Focada

O primeiro pilar da TPM é a melhoria focada, que trata do aprimoramento geral do negócio, buscando reduzir as grandes perdas da manutenção (KARDEC; NASCIF, 2009). Este pilar é dedicado à gestão de equipamentos e processos, abordando desvios e não conformidades de forma técnica (RIBEIRO, 2014). Ele desenvolve as capacidades das equipes para serem autossuficientes na aplicação de abordagens de resolução de problemas (CHAUREY et al., 2021).

b) Manutenção Autônoma

A manutenção autônoma é uma atividade preventiva de manutenção tratada diretamente pelo operador de produção, que possui sensibilidade para detectar pequenas mudanças na máquina sob sua responsabilidade (KULKARNI; DABADE, 2013). Os operadores recebem responsabilidades e autonomia para executar a manutenção dos equipamentos no dia a dia, incluindo atividades de 5S (FERREIRA; LEITE, 2016). Segundo este pilar, os trabalhadores devem ter um sentimento de propriedade sobre os equipamentos que operam (CHAUREY et al., 2021).

Xenos (2014) define a manutenção autônoma como uma estratégia para envolver os colaboradores produtivos em atividades rotineiras de inspeção, limpeza e lubrificação. Este pilar contribui para a disponibilidade de tempo do pessoal de manutenção principal, permitindo que se concentrem em atividades de alta manutenção (ATTRI et al., 2013). Os objetivos da manutenção autônoma incluem treinar operadores para detectar falhas, capacitar operadores para entenderem os objetivos, as funções e a estrutura dos equipamentos, e disciplinar operadores para seguir os procedimentos (RIBEIRO, 2014). Além disso, visa o controle de custos de manutenção e a eliminação de perdas de equipamentos (CHAUREY et al., 2021).

c) Manutenção Planejada

A manutenção planejada consiste em constatar e tratar anormalidades e irregularidades nos equipamentos antes que causem falhas e perdas (RIBEIRO, 2014). Esse tipo de manutenção controla as manutenções diárias e o número de paradas, sincronizando as interfaces entre manutenção e produção (KARDEC; NASCIF, 2009).

d) Educação e Treinamento

Hanashiro, Teixeira e Zaccarelli (2007) afirmam que o desenvolvimento é uma qualificação para que o colaborador alcance novos cargos e desenvolva novas funções. A educação e o treinamento criam um ambiente corporativo que maximiza o potencial de todos os funcionários, respondendo positivamente às mudanças no

clima de negócios, avanços tecnológicos e inovações em gestão (CHAUREY et al., 2021).

Xenos (2014) afirma que as atividades de manutenção estão ligadas diretamente à mão de obra que as realiza, desta maneira a qualificação do colaborador é um item de impacto no resultado final da atividade realizada.

- e) Do mesmo modo Ribeiro (2014) relembra que pessoas capacitadas e instruídas são necessárias para o que o TPM funcione efetivamente.

Controle Inicial

Para Kardec e Nascif (2009), novos projetos e equipamentos devem ser gerenciados desde o seu desenvolvimento para evitar falhas, sendo controlados desde o início.

O acompanhamento do desenvolvimento do equipamento desde o projeto, previne testes ineficientes, problemas operacionais, altos índices de manutenção futuros, alta utilização de insumos pelo equipamento e riscos de segurança (RIBEIRO, 2014).

Sendo assim, este pilar oferece lançamento de projetos com maior confiabilidade (CAVALCANTE FILHO, 2016).

O pilar também estabelece a interface entre a engenharia de projeto e a engenharia de manutenção durante as fases de projeto, fabricação, instalação e testes (RIBEIRO, 2014).

f) Manutenção da Qualidade

A manutenção da qualidade visa eliminar as causas de não conformidades de forma sistêmica, buscando a satisfação do cliente (LEVITT, 2010). Entre os resultados obtidos, reduz o custo da qualidade ao minimizar desperdícios resultantes de má qualidade, como retrabalho, reclamações e a necessidade de inspeção (CHAUREY et al., 2021). Além disso, estabelecer condições de equipamentos que impeçam defeitos de qualidade é essencial para manter a boa qualidade dos produtos (ATTRI et al., 2013). A chave é evitar a produção de defeitos desde o início,

em vez de instalar sistemas de inspeção rigorosos para detectar defeitos após a produção (CHAUREY et al., 2021).

g) Manutenção Produtiva Total Administrativa

A TPM administrativa busca fornecer suporte, produtividade e eficiência aprimorados, com o objetivo de eliminar perdas, incluindo a análise de processos e de procedimentos, geralmente aumentando a automação das atividades de escritório (LEVITT, 2010). Ahuja e Khamba (2008) acrescentam que a TPM administrativa deve focar na eliminação de obstáculos processuais e na resolução de problemas relacionados a custos.

h) Saúde, Segurança e Meio Ambiente

O pilar de saúde, segurança e meio ambiente tem como proposta garantir a confiabilidade dos equipamentos, prevenir falhas humanas, extinguir acidentes e atender às normas regulatórias (RIBEIRO, 2014). É premissa básica de que sem um local seguro para trabalhar, os demais pilares não fazem sentido. Para que as organizações sejam sustentáveis ao longo do tempo, espera-se zero acidentes, zero danos à saúde, zero incêndios e cuidados com a natureza (LEVITT, 2010). Isso abrange não apenas requisitos segurança, como também de ergonomia, tais como zero sobrecarga (estresse físico e mental e desgaste dos funcionários) e de meio ambiente, a citar poluição zero (CHAUREY et al., 2021).

2.3 IMPLEMENTAÇÃO DA TPM

Para introduzir os pilares, princípios e a aplicação prática da TPM, é necessário um método de implementação (AHUJA; KHAMBA, 2008). A implementação completa da TPM pode levar pelo menos três anos antes que os primeiros resultados possam ser alcançados (NAKAJIMA, 1988). Day, Troy e Heller

(2004) apontam que o tempo necessário para obter resultados é uma das dificuldades na implementação da manutenção produtiva total.

De acordo com Nakajima (1988), a implementação da TPM segue 12 passos, divididos em fases, denominadas: preparação, implementação preliminar, implementação e consolidação (Quadro 1).

Quadro 1 - 12 passos para implementação da TPM.

Fases	Etapa	Atividades
Preparação	1. Comprometimento da alta direção	Declaração da alta administração sobre a decisão de introduzir a MPT. As atividades envolvem a divulgação da MPT para todos da organização
	2. Divulgação e treinamento	Lançar o programa de manutenção produtiva total. Gerentes devem estar treinados e para os demais colaboradores da organização a divulgação pode ser feita por slides ou demais formas de comunicação interna
	3. Definir os responsáveis pela MPT	Criação de comitês para o início do programa
	4. Estabelecer as políticas e metas	A definição das políticas, metas e objetivos por parte do comitê do programa
	5. Criação do plano de implementação	Desenvolver a MPT passo a passo no plano de implementação
Implementação Preliminar	6. Outras atividades	Antes de iniciar a MPT
Implementação da MPT	7. Melhorias em máquinas e equipamentos	Definir as máquinas e equipamentos que serão foco do trabalho
	8. Desenvolvimento do programa de manutenção autônoma	Implementação dos passos anteriores, auditando cada um deles para certificar de que estão sendo cumpridos
	9. Criação de um cronograma de manutenção preditiva	Realizar a manutenção preditiva conforme programado
	10. Desenvolvimento e capacitação	Treinar os envolvidos para desenvolver habilidades relacionadas a manutenção autônoma
	11. Desenvolvimento do programa de gestão dos equipamentos	Gestão do fluxo inicial
Consolidação	12. MPT implementado e evoluindo	Buscar objetivos mais ambiciosos.

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2009) e Nakajima (1988).

A fase de preparação, segundo Suzuki (1994), inicia-se com a decisão da diretoria de realizar a implantação da TPM e finaliza-se com a criação do plano mestre de implementação. Quando a alta direção anuncia oficialmente a decisão, a gestão deve informar seus funcionários, o que pode ser feito por meio de uma apresentação formal, conforme mencionado por Nakajima (1988). A divulgação deve ser abrangente, pois os funcionários precisam estar preparados para colaborar com o cumprimento dos objetivos e metas do programa (YAMAGUCHI, 2005).

Como a implementação depende do nível de desenvolvimento da empresa, pode ser necessário adaptar os passos de implementação para atender às diferentes condições e necessidades de cada organização (REIS, 2021). Durante o treinamento para a introdução do programa a todos os níveis hierárquicos envolvidos, é possível alcançar uma compreensão mais ampla sobre o tema, padronizando a linguagem de trabalho (YAMAGUCHI, 2005).

Chiavenato (2014) reforça que o treinamento é muito mais do que ministrar um curso ou uma palestra; o objetivo é que o indivíduo atinja um desempenho continuamente melhor. A preparação do comitê indica a hierarquia de cargos e funções, definindo desde o gerente geral do programa até a formação ideal da equipe de trabalho (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2011).

A TPM deve ser integrada aos objetivos da organização e aos seus planos de médio e de longo prazo, sendo as suas metas parte das metas anuais da empresa (YAMAGUCHI, 2005). Tais metas devem ser desafiadoras para motivar as equipes de trabalho, mas não inalcançáveis, pois isso poderia causar a frustração no time (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2011).

Ao estabelecer um plano piloto de implementação para acompanhamento desde a preparação até a consolidação, é possível estabelecer parâmetros atuais e comparativos do desenvolvimento, solidificando os resultados (GUELBERT *et al.*, 2013). A fase de implantação é direcionada ao setor produtivo e é baseada no pilar que sustenta a metodologia, o 5S (RESENDE; DIAS, 2014).

Durante a fase de consolidação, busca-se manter os resultados obtidos pela organização, sistematizar os processos e alcançar a melhoria contínua por meio de objetivos e de metas mais desafiadores (PALMEIRA; TENÓRIO 2002). Além dos passos para a implementação do programa de Manutenção Produtiva Total (TPM) como um todo, é importante citar as atribuições que devem ser implementadas em cada pilar, que são apresentadas no quadro abaixo (Quadro 2).

Quadro 2- Correlação entre os pilares e suas atribuições na TPM.

Pilares	Atribuições
Melhoria focada	Eficiência máxima das máquinas e equipamentos, através da utilização total de seus recursos Aumento da eficiência global do equipamento e do processo Atuar nas grandes perdas Programas de melhoria
Manutenção autônoma	Desenvolvimento e incentivo aos times de produção à participação na manutenção produtiva total Capacitação aos operadores para identificação e resolução de pequenas anomalias Tomada de ação rápida e eficaz
Manutenção planejada	Aprimorar os recursos tecnológicos para auxílio da manutenção Busca da meta de zero quebra e aumento da eficiência dos processos
Educação e treinamento	Treinamentos e disponibilização de recursos para a aplicação dos demais pilares Elevar o nível de habilidades de operadores, técnicos e líderes Preparar os envolvidos a se posicionarem frente as mudanças inerentes ao processo
Controle inicial	Redução do tempo de início dos equipamentos por meio de lições aprendidas Introdução de novos projetos sem perdas em comparação aos equipamentos já instalados Maior performance inicial do equipamento, minimizando falhas prematuras
Manutenção da qualidade	Definição de parâmetros e métodos para avaliação da interferência das máquinas e equipamentos na qualidade dos produtos Qualidade das informações dos monitoramentos dos processos Busca da meta zero defeitos
MPT administrativo	Aumento da eficiência do negócio, reduzindo custos com processos administrativos Aumento da confiabilidade e qualidade das informações, reduzindo tempo de acesso a elas Em conjunto com o programa 5S, reduzir a quantidade de papeis e

	burocracias
Saúde, segurança e meio ambiente	Atendimento às exigências legais aplicáveis Tratar as preocupações da sociedade em relação a segurança e proteção ambiental Preservar o meio ambiente de influência negativas de máquinas e equipamentos Busca da meta zero acidentes

Fonte: Adaptado de Bonifácio; Bonifácio (*apud* Teixeira Júnior, 2007; Palmeira; Tenório, 2002 e Moura, 2003).

3. METODOLOGIA

3 MÉTODO

Do ponto de vista da natureza da pesquisa, ela é classificada como aplicada, pois, segundo Turrioni e Mello (2012), a pesquisa aplicada tem interesse prático, ou seja, os resultados podem ser aplicados ou utilizados imediatamente na solução de problemas que ocorrem na realidade. A pesquisa tem abordagem qualitativa, concentrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações (FONSECA, 2002). A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são fundamentais (TURRIONI; MELLO, 2012).

Quanto ao objetivo, se caracteriza como uma pesquisa exploratória (GIL, 2002), pois busca gerar maior proximidade com o tema, tornando-o mais compreensível. Pode abranger levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos (TURRIONI; MELLO, 2012).

Por se tratar de um estudo de caso, é necessário “um estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento” (GIL, 2002). No estudo de caso, o pesquisador não tem a intenção de intervir sobre o objeto (FONSECA, 2002).

Igualmente, Yin (2001) aponta que um estudo de caso é uma pesquisa baseada na observação que analisa um fenômeno atual em seu ambiente real, quando as fronteiras entre o fenômeno estudo e o contexto não estão distintos.

O procedimento metodológico adotado neste estudo foi desenvolvido em etapas claras e sistemáticas para garantir uma análise aprofundada e rigorosa da implementação da Manutenção Produtiva Total em uma empresa fabricante de autopeças no interior do Estado de São Paulo. A seguir, são descritas as etapas realizadas:

3.1 Levantamento Bibliográfico

Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico abrangente sobre a Manutenção Produtiva Total e seus pilares fundamentais. Foram consultadas fontes acadêmicas, artigos científicos, livros e normas técnicas que abordam a TPM, visando construir uma base teórica sólida para a análise.

3.1.2 Seleção da empresa

A escolha da empresa para o estudo de caso foi baseada na sua representatividade no setor automotivo. A empresa selecionada é uma fabricante de autopeças de médio porte e no Brasil é a única filial e também realiza exportações a nível América do Sul. Os processos produtivos são considerados relevantes, levando em consideração o nível de dificuldade e complexidade das máquinas e equipamentos, proporcionando um cenário ideal para a análise da implementação da TPM.

3.1.3 Coleta de dados

Para a coleta de dados, foram utilizados os seguintes métodos:

- **Entrevistas semiestruturadas:** Foram realizadas entrevistas com gestores, supervisores e operadores da empresa para obter uma visão detalhada sobre a aplicação dos pilares da TPM. As entrevistas seguiram um roteiro previamente elaborado, abordando questões específicas sobre os processos de manutenção e a implementação da TPM.
- **Observação:** Foi feita uma observação direta nas áreas produtivas da empresa, com foco nos setores de injeção, acabamento e

montagem. Esta abordagem permitiu a coleta de dados in loco sobre a rotina de manutenção, práticas adotadas e desafios enfrentados.

- **Análise Documental:** Foram analisados documentos internos da empresa, tais como planos de manutenção, relatórios de falhas, registros de treinamento, registros de indicadores de desempenho e procedimentos operacionais. Estes documentos forneceram informações valiosas sobre a implementação dos pilares da TPM.

3.1.4 Análise de dados

Os dados coletados foram analisados qualitativamente, seguindo as seguintes etapas:

- **Organização e Triagem dos Dados:** Os dados obtidos foram organizados e triados, e, em seguida, categorizados de acordo com os pilares da TPM.
- **Análise Comparativa:** Foi realizada uma análise comparativa entre o referencial teórico e a prática observada na empresa, identificando conformidades e divergências.
- **Identificação de lacunas:** Foram identificadas as lacunas na aplicação dos pilares da TPM, apontando áreas que necessitam de melhorias e ajustes para a plena implementação da metodologia.
- **Proposição de Melhoria:** Com base nas lacunas identificados, foram propostas recomendações para melhorar a aplicação dos pilares da TPM na empresa estudada.

3.1.5 Validação dos resultados

Para validar os resultados obtidos, foi realizada uma revisão dos achados junto aos gestores da empresa. Este processo envolveu a apresentação dos resultados preliminares e a discussão das recomendações propostas, visando que as conclusões do estudo fossem precisas e relevantes para a organização.

3.1.6 Consolidação e discussão dos resultados

Os resultados finais da pesquisa foram compilados em um relatório detalhado, que incluiu a análise dos dados, a discussão dos achados e as recomendações para a empresa. Este relatório foi estruturado de modo a fornecer uma visão abrangente sobre a implementação da TPM e servir como um guia para futuras melhorias na organização.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Localizada no interior do Estado de São Paulo, a organização utilizada no estudo é uma fabricante de autopeças. Em seus procedimentos internos, a empresa cita a Manutenção Produtiva Total, contudo, observa-se que os conceitos técnicos e a metodologia de implementação não foram adotados corretamente em sua totalidade. Essa lacuna entre o referencial teórico e a prática impede que os resultados esperados com a TPM sejam completamente alcançados.

O cenário encontrado na empresa de autopeças em relação à TPM é retratado em um procedimento de gestão que busca aumentar os índices de produtividade dos equipamentos. O objetivo é manter todos os equipamentos da empresa nas melhores condições de funcionamento para evitar quebras e atrasos no processo de fabricação.

A sistemática de manutenção da empresa é basicamente dividida em três níveis: manutenção de primeiro nível (operacional); verificação dos dados apontados na manutenção de primeiro nível; e implementação de melhorias a nível operacional, em máquinas e equipamentos.

Para analisar a implementação da TPM no setor automotivo, foram consideradas as atribuições de cada pilar para fins de comparação com a situação atual da empresa objeto do estudo.

4.1 PILAR DE MELHORIA FOCADA

O pilar de melhoria focada é utilizado para identificar as melhorias no processo produtivo, mensurando as perdas para obter o máximo de rendimento nos equipamentos (NAKAJIMA, 1989). As atribuições deste pilar envolvem a eficiência das máquinas e equipamentos, as grandes perdas e os programas de melhoria implementados na organização.

O indicador que revela a eficiência de máquinas e de equipamentos na empresa é o de disponibilidade de máquinas. Este indicador tem como objetivo identificar, monitorar e avaliar o nível de paradas realizadas na produção devido a problemas de manutenção, quebras de máquinas ou equipamentos. Além disso, avalia as ações de manutenção realizadas pela empresa. Nas Figuras 3, 4 e 5 são apresentados o histórico de disponibilidade de máquinas dos setores produtivos de injeção, acabamento e montagem, no período de abril de 2021 a março de 2022.

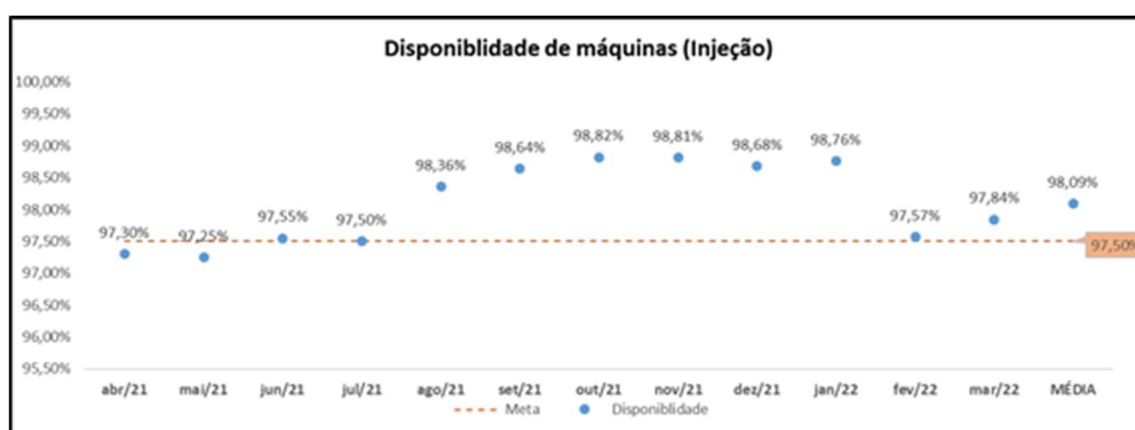


Figura 3 - Indicador de disponibilidade de máquinas (injeção).

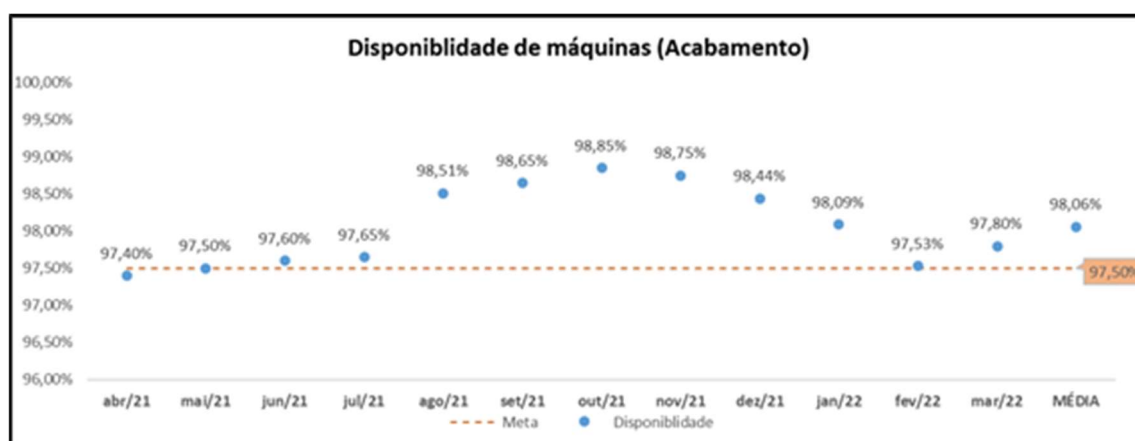


Figura 4 - Indicador de disponibilidade de máquinas (acabamento).

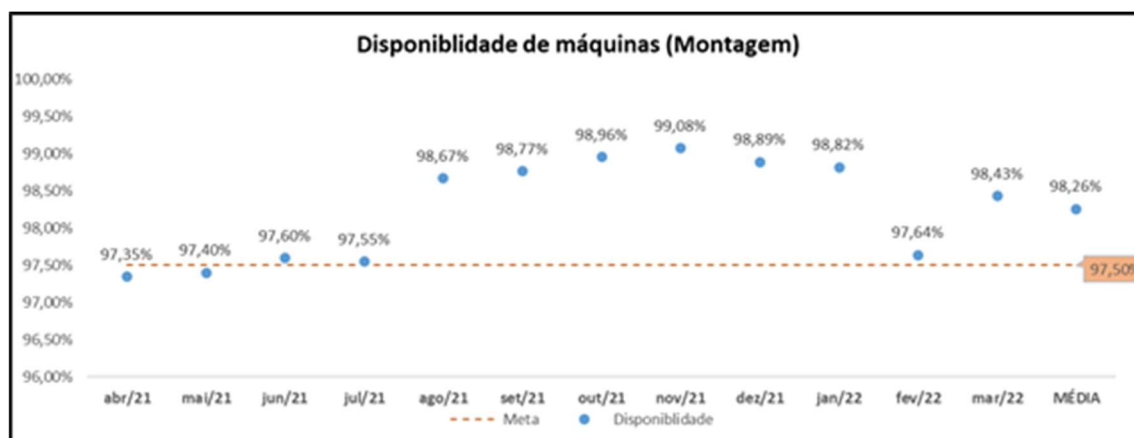


Figura 5 - Indicador de disponibilidade de máquinas (montagem).

Os planos de ação resultantes dos indicadores apresentados não alimentam um cronograma específico. São pontuadas ações de correção imediatas ou podem ser gerados pedidos de compras para alguma peça de reposição mais cara.

Em relação às perdas relacionadas a manutenção, não existe um indicador oficial do sistema de gestão que apresente os dados diretamente. A informação mais consistente para comparação é o levantamento das ocorrências de solicitações de manutenções corretivas, pois elas apontam as falhas súbitas dos equipamentos, consequentemente a queda de velocidade e rendimento, e até a geração de produtos defeituosos, conforme apresentado no Quadro 3.

Tabela 1 - Ocorrências de manutenção corretiva por setor produtivo

	abr/21	mai/21	jun/21	jul/21	ago/21	set/21	out/21	nov/21	dez/21	jan/22	fev/22	mar/22
Ocorrências Injeção	60	65	64	61	95	94	66	75	70	67	89	89
Ocorrências Acabamento	35	37	62	45	64	67	53	44	59	44	61	61
Ocorrências Montagem	87	94	94	82	97	82	93	91	87	76	100	100

O indicador de disponibilidade de linha e a quantidade de ocorrências por setor produtivo deveriam estar alinhados. No entanto, observa-se uma discrepância nos dados. Por exemplo, no setor de injeção, o menor índice de disponibilidade (97,25% em maio de 2021) não coincide com o maior número de ocorrências (95

ocorrências em agosto de 2021). No setor de acabamento, o pior índice de disponibilidade ocorreu em abril de 2021, enquanto o maior número de ocorrências foi em setembro de 2021. No setor de montagem, a pior disponibilidade foi registrada em abril de 2021, mas o maior número de ocorrências aconteceu em fevereiro e março de 2022.

Essas inconsistências indicam que os dados são compilados e analisados incorretamente. Recomenda-se uma melhor análise dos dados, correlacionando as informações e definindo de forma mais precisa os métodos de cálculo dos indicadores de disponibilidade de máquina.

Para reduzir as perdas, especialmente aquelas decorrentes de paradas ou falhas do equipamento, é recomendado focar na diminuição das variações dos intervalos de quebra, ou seja, atuar no indicador de tempo médio entre as falhas (MTBF - *Mean Time Between Failures*). O indicador MTBF é a média aritmética dos tempos entre a entrada em funcionamento de uma peça, máquina ou equipamento até a falha de itens não reparáveis (RIBEIRO, 2014), ilustrado na Figura 6.

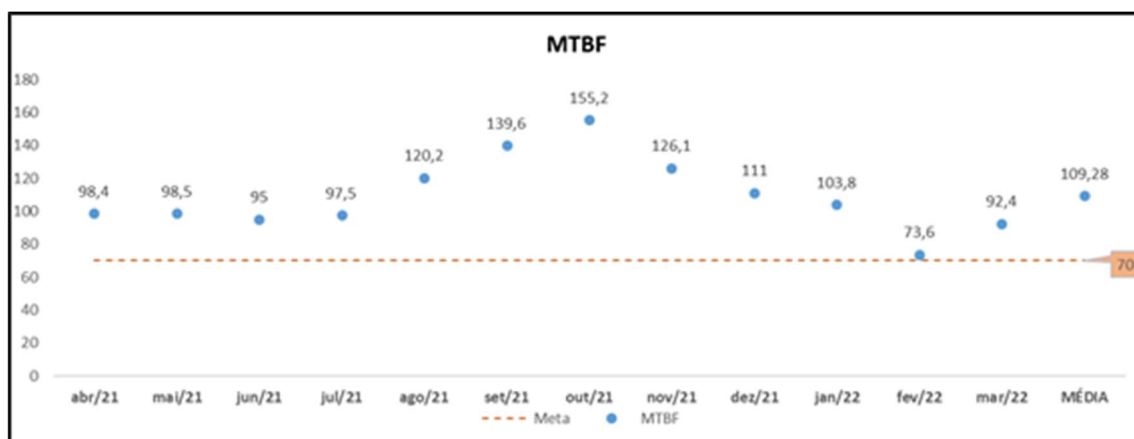


Figura 6 - Indicador MTBF em atuação preventiva nas grandes perdas.

Ao comparar os dados de disponibilidade de máquina, número de ocorrências e MTBF, os primeiros quatro meses do ano tem um índice menor, comparado a amostragem total. Se a disponibilidade é baixa e o número de ocorrência de incidentes de manutenção também é baixo, conclui-se que as

ocorrências demoram muito tempo para serem resolvidas, o que é confirmado no indicador de MTBF, que apresenta o tempo entre falhas, que também é baixo, em comparação aos demais meses. O alto tempo de resolução das ocorrências pode indicar que a manutenção local não está apta a atender o chamado em termos de conhecimento (pilar de educação e treinamento) ou não há a disponibilidade das peças de reposição necessárias (pilar de controle inicial).

Conclui-se que é possível ver os reflexos dos pilares entre si, principalmente na relação entre o tempo de atendimento as ocorrências corretivas, que exigem agilidade e assertividade na sua realização.

Não foi evidenciada a realização de nenhum programa de melhoria oficial, como *Kaizen*, 6-Sigma ou círculos de controle da qualidade. Seguindo a metodologia, recomenda-se a criação de um programa ou procedimento formal de melhorias para o sistema de gestão da organização, visando os objetivos da manutenção produtiva total: zero defeitos, zero acidentes e zero paradas.

Outros pontos de perdas que podem ser abordados em programas de melhoria para alcançar a quebra-zero, segundo Ribeiro (2014), incluem:

- Reduzir períodos de paradas;
- Melhorar a eficiência da equipe de manutenção;
- Entender os dois tipos de quebras: perda da função e redução da função;
- Melhorar o gerenciamento do equipamento atacando as quebras crônicas;
- Melhorar a relação entre manutenção e operação para então dimensionar as perdas;
- Expor defeitos ocultos;
- Manter condições básicas do equipamento (limpeza, lubrificação, apertos e ajustes);
- Cumprir as condições de operação;
- Restaurar deterioração;

- Corrigir projetos ineficazes.

4.2 PILAR DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

A manutenção autônoma tem como objetivo aprimorar as habilidades dos operadores e aumentar os níveis de conhecimento sobre os detalhes dos equipamentos que operam, para melhorar a produtividade e a eficiência no processo produtivo (AHMED *et al.*, 2005). Este pilar busca o desenvolvimento e encorajamento do operador, capacitando-o adequadamente e proporcionando agilidade para a identificação de problemas e para tomadas de decisão.

O procedimento de manutenção autônoma realizado consiste no preenchimento de um formulário de checagem de máquina, no qual o operador verifica, no início do turno, treze pontos que são classificados como “OK” para itens regulares e “I” para itens irregulares. Caso algum dos itens seja classificado como irregular, é aberta uma ordem de trabalho para o setor de manutenção. Esta verificação é chamada de manutenção de primeiro nível.

O formulário possui um formato padronizado para todos os processos produtivos, alterando apenas as ações específicas para cada tipo de processo, seja esse de acabamento ou de montagem. O modelo apresentado é o mais completo e de fácil entendimento.

Dessa forma, nenhuma manutenção de primeiro nível é executada pelos operadores de produção; eles apenas realizam a checagem dos pontos e reportam qualquer problema ao departamento de manutenção. O Quadro 4 apresenta o formulário utilizado para a checagem operacional do setor de injeção.

Quadro 3 - Formulário para checagem operacional do setor injeção.

PADRÕES DE INSPEÇÃO OPERACIONAL - MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL										
ITEM	DESCRIÇÃO / AÇÃO	MÁQUINA	QUANDO	CICLO	OPERADOR	1	2	3	4	5
1	Verificar as portas de segurança (frontal/oposto)	Injetora A	Início da Produção	Diário						
2	Verificar lubrificação com graxa	Injetora B	Início da Produção	Diário						
3	Verificar tanque de óleo hidráulico	Injetora C	Início da Produção	Diário						
4	Checar alavanca de bloqueio do fechamento do molde	Injetora D	Início da Produção	Diário						
5	Checar as mangueiras, bomba de vácuo e bombas hidráulicas	Injetora E	Início da Produção	Diário						
6	Checar o interruptor de parada de emergência	Injetora F	Início da Produção	Diário						
7	Verificar as tubulações ao redor do equipamento	Injetora G	Início da Produção	Diário						
8	Checar pressão do clamp do ar	Injetora H	Início da Produção	Diário						
9	Checar acoplamento da garra cabeça do robô	Robô Retirada	Início da Produção	Diário						
10	Verificar o programa do robô correto para molde a injetar	Robô Retirada	Início da Produção	Diário						
11	Checar pressão da bomba	Controlador	Início da Produção	Diário						
12	Verificar água de refrigeração e controle da temperatura da água	Controlador	Início da Produção	Diário						
13	Checar se o sinalizador vermelho ascende ao abrir a porta da esteira	Esteira	Início da Produção	Diário						

A sequência de procedimentos empregada pela empresa pode ser considerada lenta, já que o operador não tem conhecimento nem autonomia para tomar decisões rápidas, assim como não é capaz de corrigir pequenos problemas por si só. A implementação da manutenção autônoma, segundo Ribeiro (2014), é realizada em sete etapas: limpeza inicial, combate às fontes de sujeira e

contaminação, elaboração dos padrões para limpeza e lubrificação, inspeção geral, inspeção autônoma, sistematização e autocontrole.

Utilizando como base os sete passos, a manutenção autônoma implementada na empresa segue apenas a inspeção autônoma, na qual são utilizadas folhas de verificação para que o operador monitore o equipamento. Apenas a verificação pontual não é suficiente para considerar o pilar como aplicado, é necessário fornecer ao operador o conhecimento do equipamento a ser monitorado, o que é alcançado por meio de treinamentos.

A capacitação dos operadores foi evidenciada a partir de uma lista de treinamento para o preenchimento dos formulários "Padrões de inspeção operacional – Manutenção produtiva total" nos setores de injeção, acabamento e montagem. Segundo Milkovich e Boudreau (2000), o desenvolvimento trata do futuro do indivíduo e visa aprimorar seus conhecimentos e habilidades para seu crescimento contínuo. No entanto, para este requisito, não foi evidenciado nenhum tipo de plano de treinamento e desenvolvimento de pessoal direcionado para a manutenção produtiva total.

4.3 PILAR DE MANUTENÇÃO PLANEJADA

A manutenção planejada busca identificar e tratar os desvios dos equipamentos antes que esses gerem defeitos ou perdas, viabilizando a eliminação de trabalhos de manutenção não programados (RIBEIRO, 2014). A manutenção preventiva possui um cronograma diário com as atividades que devem ser checadas pelo operador do setor de manutenção, onde ele deve pontuar se o item descrito está conforme ("OK"), se a verificação não foi realizada ("N") ou ainda se o item foi encontrado em não conformidade ("NC"). Neste último caso, uma ocorrência de manutenção corretiva deve ser aberta. O Quadro 5 apresenta o cronograma de manutenção preventiva do setor de injeção.

[illegible]

A conferência é caracterizada pela checagem da condição atual e, se uma não conformidade for encontrada, essa pode estar acarretando uma diminuição da produtividade, o que requer ação corretiva. Portanto, a situação encontrada não pode ser definida como o pilar de manutenção planejada da manutenção produtiva total.

Os formulários são arquivados fisicamente e nenhum banco de dados é alimentado com essas informações. Dessa forma, ao analisar o método escolhido pela organização para a definição da manutenção preventiva, é possível notar a ausência de um histórico de falhas e de reparos de cada equipamento, o que serviria de base para definir os prazos dessas manutenções.

Na implementação da manutenção planejada, geralmente é introduzido um método tecnológico, utilizando *softwares* e planilhas para auxiliar o gerenciamento da manutenção. Ribeiro (2014) pontua que a planilha eletrônica utilizada deve conter todos os equipamentos vitais, histórico de reparos e falhas, criticidade e frequência das falhas classificadas, indicador de tempo entre falhas, custos de manutenção de cada equipamento, metas de manutenção e um plano de ação para esses dados.

A implementação deste pilar segue as seguintes etapas (RIBEIRO, 2014):

1. Análise do equipamento e identificação da situação atual;
2. Melhorar e restaurar o equipamento;
3. Criação de um sistema de controle da informação coletada;
4. Estabelecer a manutenção preventiva baseada no tempo (dados do fabricante, histórico de falhas e nível de desgaste);
5. Estabelecer a manutenção preventiva baseada nas condições (inspeções);
6. Avaliação dos resultados da manutenção.

O formulário atualmente utilizado para a manutenção preventiva pode servir como base histórica de defeitos para a criação de um cronograma base de

manutenção preventiva, tornando o processo menos demorado e dispensando uma análise inicial extensa de dados.

Após a implementação do pilar, os resultados também poderão ser visualizados no indicador Tempo médio para reparo (MTTR, do inglês *Mean Time to Repair*), que representa o tempo gasto pelo setor de manutenção para reparar máquinas e equipamentos. Uma vez que o processo de manutenção preventiva esteja funcionando, as paradas por ocorrências corretivas diminuirão e será possível identificar os itens que quebram mais frequentemente, permitindo a criação de um estoque de peças de reposição adequado para o setor de manutenção, como mostrado na Figura 7.

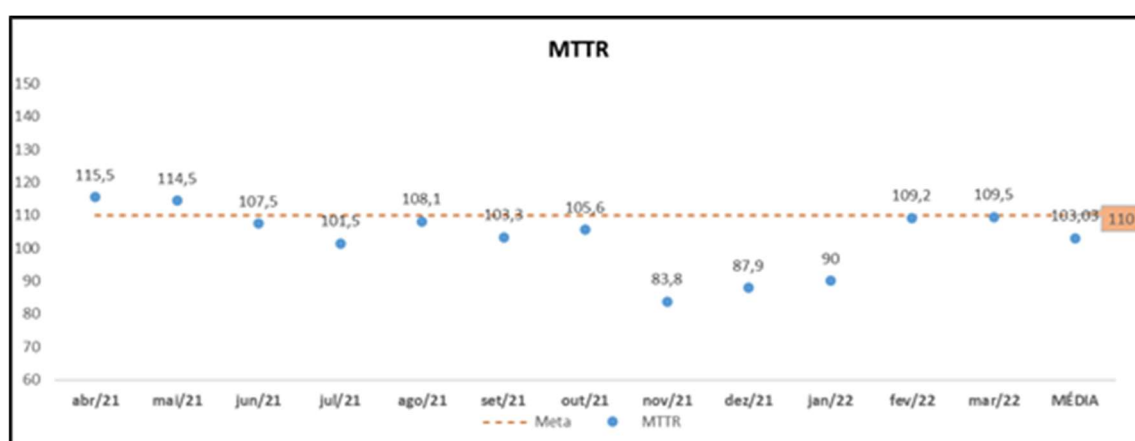


Figura 7 - Indicador MTTR (*Mean Time to Repair*).

4.4 PILAR DE EDUCAÇÃO E TREINAMENTO

A busca por maior educação e treinamento visa capacitar o profissional, avaliando a situação atual do conhecimento e as expectativas para o futuro, proporcionando treinamento, educação, conhecimento e habilidades para o colaborador (AMARAL JUNIOR, 2012).

Não foi evidenciado nenhum registro de um programa de educação e treinamento voltado para a manutenção produtiva total, assim como não foi identificado nenhum indicador que reflita essa informação. Além disso, não foram

encontrados registros de treinamentos específicos para os pilares da TPM ou reciclagem dos mesmos.

O primeiro passo para a implementação deste pilar é a criação de um programa de educação e treinamento, com políticas e prioridades voltadas para a manutenção produtiva total, ou então a inclusão desse item no programa geral de treinamento da organização.

Para a equipe de manutenção, o objetivo é assegurar a habilidade adequada para lidar com situações mais complexas e a capacidade de resolução rápida de problemas. Os operadores devem ser capazes de reconhecer problemas e realizar pequenos reparos (RIBEIRO, 2014).

O programa também deve considerar a capacitação no próprio local de trabalho e encorajar o autodesenvolvimento (RIBEIRO, 2014). O plano de treinamento e capacitação precisa ser continuamente atualizado, pois as máquinas e equipamentos sofrem atualizações de versões e de *softwares* com frequência.

4.5 PILAR DE CONTROLE INICIAL

O controle inicial tem a característica de garantir que os elementos da TPM sejam desenvolvidos no projeto de um novo equipamento, diferentemente dos outros pilares, que são voltados para a melhoria do equipamento existente (VITAL, 2019).

Atualmente, a empresa armazena as de informações de máquinas e linhas de montagem de maneira informal, por meio de e-mails e conhecimento retido com funcionário mais antigos. Entende-se que esses arquivos não são padronizados na rede da empresa e não podem ser classificados como o pilar de controle inicial da metodologia TPM. Também são realizados testes de linha de montagem para a verificação de possíveis falhas antes da produção em massa, porém nenhuma documentação é retida.

Essa situação atual gera retrabalho e perda de recursos, tais como tempo e investimento, a cada novo projeto ou máquina implementada, pois as informações sobre problemas e suas soluções são de difícil acesso.

Recomenda-se a formalização das informações e a criação de um banco de lições aprendidas, organizado por projetos e máquinas, para problemas relacionados a elementos de projetos e manutenção. O banco de lições aprendidas pode ser realizado por meio de uma planilha eletrônica em formato de índice, com informações adicionais anexadas, como instruções de trabalho, procedimentos e fotos.

4.6 PILAR DE MANUTENÇÃO DA QUALIDADE

A manutenção da qualidade tem como objetivo garantir a fabricação de produtos com qualidade e prevenir defeitos por meio dos processos e equipamentos (RESENDE; DIAS, 2014). Ribeiro (2014) define a manutenção da qualidade como a busca por condições adequadas dos equipamentos para não comprometer a qualidade intrínseca dos produtos, visando o objetivo de zero defeitos.

A organização implementou o sistema de qualidade com certificação *International Automotive Task Force* (IATF), que dispõe de requisitos para melhoria contínua, prevenção de defeitos e redução de variações e de desperdícios na cadeia de abastecimento, juntamente com a norma ABNT NBR ISO 9001 (2015). Ambas as certificações garantem em seus requisitos a manutenção da qualidade.

O meio utilizado para a avaliação deste requisito é o indicador do custo da não qualidade, definido como o custo resultante dos recursos utilizados que não atenderam aos requisitos especificados, ou seja, peças produzidas com algum tipo de falha, seja no processo, seja de produtos fornecidos externamente, máquinas ou equipamentos ou ainda de serviços.

A meta da empresa para o custo da não qualidade foi de 1,20% no ano de 2021, mas a média alcançada ao longo do ano foi de 2,66%, não atingindo o objetivo.

Para o ano de 2022, a meta foi ajustada para 0,93%, e até o momento de análise, a média era de 1,47%, 0,54% acima do esperado. De acordo com o princípio da melhoria contínua, a empresa firma o compromisso com a busca da meta de zero defeitos, pois ao longo do tempo houve alteração da meta do custo da não qualidade de 1,20% para 0,93%.

Para calcular o custo da não qualidade, soma-se o custo do refugo interno ao custo de retorno de peças de garantia e ao custo administrativo com ocorrência no cliente, sem definições mais específicas dos custos agregados. Um ponto a ser observado na empresa objeto do estudo é a qualidade das informações que são registradas, como é realizado o levantamento do refugo interno, quais tipos de custos são considerados como problemas de garantia e custos administrados com problemas de cliente, e com outras categorias. O que deve ser considerado no cálculo não é claro em procedimento, podendo cada analista calcular este indicador de maneira diferente, o que deveria ser padronizado por procedimento.

O que também não fica claro é como os pontos fora da meta do indicador são tratados, o que leva a questionar a metodologia de resolução de problemas empregada. Ribeiro (2014) aponta que o planejamento das soluções dos problemas, a avaliação da severidade e a implementação das melhorias para obtenção do zero defeito devem ser realizados por meio das ferramentas da qualidade, tais como o Diagrama de Ishikawa, 5W2H e análise FMEA.

4.7 PILAR DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL ADMINISTRATIVA

As atividades de TPM realizadas pelos setores administrativos não devem somente apoiar, mas também reforçar suas próprias funções, aperfeiçoando sua organização e cultura (VITAL, 2019).

Suzuki (1994) definiu três questões básicas para a aplicação da TPM em áreas administrativas:

- a. Os resultados alcançados com a manutenção produtiva total em ambiente fabril também podem ser obtidos em escritórios;
- b. Para a TPM administrativa o objetivo é gerar uma “fábrica de informações”;
- c. Os procedimentos administrativos definidos devem ser considerados como parte de um equipamento.

O pilar da Manutenção Produtiva Total inicia-se com a estruturação do 5S, pois não é possível ganhar tempo e obter melhorias com processos desorganizados, excesso de documentação e documentos em duplicidade, nos quais nada é encontrado facilmente (LAMPKOWSKI *et al.*, 2006). Lampkowski *et al.* (2006) destacam que apenas com uma estrutura sólida baseada no 5S e a implementação de controles visuais, rotinas de trabalho, sistemáticas de descarte e padrões de organização é possível executar a manutenção produtiva total no ambiente administrativo.

Este pilar é voltado para a implementação dos demais pilares da manutenção produtiva total nas áreas da organização que têm relação direta e indireta com as áreas produtivas (RIBEIRO, 2014). A manutenção autônoma também pode e deve ser desenvolvida na área administrativa. Lampkowski *et al.* (2006) sugerem que ela seja realizada por grupos que desempenham a mesma função ou atividade na organização.

Na organização foco do estudo, a TPM administrativa pode ser considerada totalmente não aplicada, pois não foi possível evidenciar nenhum procedimento exclusivo para a planta estudada. Os poucos procedimentos padrões existentes estavam no idioma falado na matriz, tornando o acesso e a comunicação difíceis tanto para o setor administrativo quanto para o setor fabril. O conceito de 5S é aplicado, mas restritamente à fábrica.

Entende-se a necessidade de aplicação do pilar. No Quadro 6, exemplifica-se como os demais pilares podem ser implementados no conceito da manutenção produtiva total administrativa, segundo Ribeiro (2014).

Quadro 5 - Implementação da manutenção administrativa.

Pilar	Atribuição para manutenção administrativa
Melhoria focada	Definir o problema Identificar os problemas isolados e associados Identificar e priorizar pontos de melhorias Implementar melhorias
Educação e treinamento	Identificar o conhecimento e habilidades requeridas Estabelecer avaliação e critérios de eficácia dos treinamentos Preparar materiais e manuais de treinamento e treinar instrutores Criar matriz de treinamento Estabelecer métodos de treinamento Treinar Avaliar eficácia
Flexibilidade	Dividir flutuações de todos os trabalhos constantes e variáveis Criar um sistema de recursos flexível
Medidas de performance	Definir categorias de performance para cada função Estipular pontos de avaliação e indicadores de performance para cada função Determinar medidas e técnicas de avaliação para cada função Medir performance Avaliar e aplicar melhoria contínua
Manutenção autônoma administrativa	Reduzir os custos e aumentar a eficácia do trabalho; Fortalecer a eficácia administrativa através de um ambiente humanizado

Fonte: Adaptado de Ribeiro (2014).

4.8 PILAR DE SAÚDE, SEGURANÇA E MEIO AMBIENTE

O pilar de saúde, segurança e meio ambiente é um requisito essencial da TPM, pois busca eliminar acidentes e promover a segurança dos operadores (VITAL, 2019). A norma ABNT NBR ISO 14001 (2015), que certifica as organizações para um

sistema de gestão ambiental, visa equilibrar meio ambiente, sociedade e economia, garantindo que a estrutura do sistema de gestão proteja o meio ambiente e responda rapidamente às mudanças ambientais. Já a norma ABNT NBR ISO 45001 (2018) certifica as organizações para um sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional, com o objetivo de garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável, prevenindo lesões e problemas de saúde relacionados ao trabalho.

A organização em estudo possui ambas certificações na versão mais recente, indicando que o pilar de saúde, segurança e meio ambiente está sendo cumprido conforme os requisitos. Outra evidência do cumprimento desse pilar é o indicador de acidentes de trabalho, que possui meta de zero acidentes, alcançada nos anos de 2021 e 2022. O indicador de controle de custos de manutenção é apresentado na Figura 8.

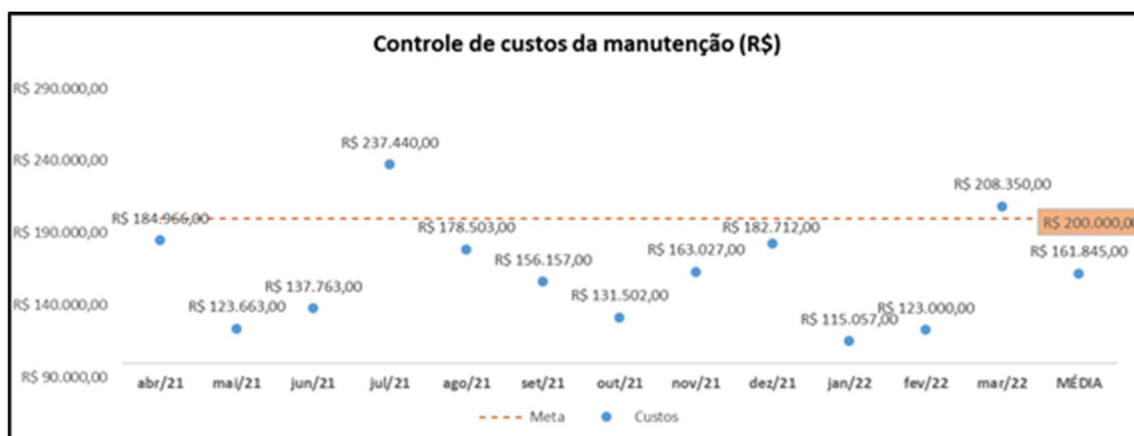


Figura 8 - Indicador de controle de custos de manutenção.

5. CONCLUSÕES

O trabalho permitiu a análise da implementação dos pilares da manutenção produtiva total em uma empresa do setor automotivo, visando uma crítica construtiva à aderência do setor à TPM. Por meio da análise criteriosa do referencial bibliográfico, comparada à situação apresentada na organização foco do estudo, foi possível constatar o nível de desenvolvimento de cada um dos pilares.

Como resultado do estudo, verificou-se que o único pilar com evidências claras e totalmente aplicado é o de saúde, segurança e meio ambiente, tanto por meio das certificações ambientais quanto pelos indicadores internos. A análise revelou que o pilar de melhoria focada é apenas parcialmente aplicado, pois não há um programa oficial de melhoria ou um procedimento formal voltado especificamente para a TPM. O controle inicial também é considerado parcialmente aplicado, pois está informalmente integrado ao processo administrativo. A manutenção da qualidade, apesar da certificação de qualidade obtida pela empresa, também é considerada parcialmente aplicada devido à falta de evidências.

No caso da manutenção autônoma, foi observado que o conceito é inadequadamente aplicado. Embora o termo seja utilizado em documentações e rotinas, sua execução não está em conformidade com o referencial teórico. A mesma avaliação se aplica ao pilar de manutenção planejada, que carece de uma base histórica para o planejamento de cronogramas.

Os pilares de educação e treinamento e de manutenção produtiva total administrativa não foram evidenciados na organização, sendo considerados como não implantados.

Em conclusão, a organização não aplica a TPM de forma eficiente, resultando em falta de eficácia. Para que a organização alcance os resultados pretendidos com a implementação da manutenção preventiva total, é necessário que

o levantamento bibliográfico contribuído com este trabalho seja considerado para a aplicação prática na organização.

Em reunião com a gestão recomendou-se a implementação dos passos faltantes, conforme levantado no capítulo 4. Resultados e Discussões, pois assim a metodologia já utilizada na organização se torna complementar a teórica, resultando numa contribuição prática.

Entende-se que os resultados não são imediatos, porém mesmo que de forma inicial, para que os requisitos normativos e os conceitos sejam atendidos de maneira básica e os resultados esperados com a aplicação da TPM sejam alcançados.

Para estudos futuros, é válida a aplicação de toda a contribuição teórica e análise dos dados na empresa foco do estudo ao longo do tempo, analisando os dados dos indicadores de processo e de manutenção, para assim estudar os resultados da manutenção produtiva total ao longo do tempo. Também é válida a aplicação do estudo elaborado em empresas similares para melhora dos resultados de defeitos em peças produzidas, números de acidades e quantidade de paradas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Silvio. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002. 234 p. v. 1

AGRAHARI, R.S.; DANGLE, P.A.; CHANDRATRE, K.V. **Implementation Of 5S Methodology In The Small Scale Industry: A Case Study**. International Journal of Scientific & Technology Research, [s. l.], 4 abr. 2015.

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. **Total productive maintenance: literature review and directions**. International Journal of Quality & Reliability Management, Punjabi University, Patiala, India, ano 2008, v. 25, ed. 7, p. 709-756, 2008.

ALMEIDA, Paulo S. **Manutenção Mecânica Industrial: Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada**. [S. l.: s. n.], 2014.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001 - Sistemas de gestão ambiental: requisitos com orientação para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 45001 - Sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional: requisitos com orientação para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. Disponível em: < <http://www.anfavea.com.br/tabelasnovos.html>>. Acesso em: 15/08/2024.

ATTRI, Rajesh; SANDEEP Grover; NIKHIL Dev; DEEPAK Kumar. An ISM approach for modelling the enablers in the implementation of Total Productive Maintenance (TPM). **International Journal of System Assurance Engineering and Management**, v. 4, n. 4, p. 313-326, 2013.

BAYSAL, Mehmet Emin; SÜMBÜL, Mehmet Onur; EKICIOĞLU, Erdem. **A total productive maintenance implementation in a manufacturing company operating in insulation sector in Turkey**. IEEE The Sixth International Conference on Modeling, Simulation, and Applied Optimization - ICMSAO'15. Istanbul, Turkey, 2015.

BONIFACIO, Marcos Antonio; BONIFÁCIO, Marcos Renato Colombrá. **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, 2011.

CAMPOS, Vicente, Falconi. **TQC - Controle da Qualidade Total: no estilo Japonês**. 8. Ed. Minas Gerais: Bloch Editores SA, 1992. 256 p.

CAVALCANTE FILHO, Marcos Antonio Barros. **O pilar controle inicial da gestão produtiva total (TPM) aplicado a equipamento de proteção de subestações**. 2016. Dissertação (Mestrado em Energia e Ambiente) - Universidade Federal do Maranhão, [S. l.], 2016.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de Pessoas: O novo papel dos recursos humanos nas organizações**. 4. ed. Barueri, SP: Manole Ltda., 2014. 494 p.

CHAUREY, Sudhir et al. **A review on the identification of total productive maintenance critical success factors for effective implementation in the manufacturing sector**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2021.

DAY, James; TROY, David; HELLER, Darryl. **The Implementation of Autonomous Maintenance (Part 1 in a series of the Total Productive Manufacturing Experience)**. ANADIGICS Inc, v. 141, 2004.

DÍAZ-REZA, José Roberto et al. **The role of managerial commitment and TPM implementation strategies in productivity benefits**. Applied Sciences, v. 8, n. 7, p. 1153, 2018. FEIGENBAUM, A. V. Total quality control. New York: McGraw-Hill, 1986.

FERREIRA, Cloves Wanderlande Torres; LEITE, Jandecy Cabal. **Applied autonomous maintenance in the improvement of production quality: A case study**. ITEGAM-JETIA, [s. l.], 2016.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. [S. l.]: Elsevier Editora Ltda., 2011.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FORESTI, Ruben et al. **Smart society and artificial intelligence: big data scheduling and the global standard method applied to smart maintenance**. *Engineering*, v. 6, n. 7, p. 835-846, 2020.

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

GUELBERT, Marcelo et al. **TPM – Manutenção Produtiva Total. Histórico, conceitos e breve análise de implementação em empresa do segmento automotivo**, [s. l.], 2013.

HANASHIRO, D. M.; TEIXEIRA, M. L.; ZACCARELLI, L. M. **Gestão do Fator Humano: uma visão baseada em stakeholders**. São Paulo: Saraiva, 2007.

IBGE - FROTA DE VEÍCULOS. [S. l.], 28 set. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120>. Acesso em: 28 set. 2022.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção - Função Estratégica**. Terceira ed. Rio de Janeiro: QualityMark, 2009.

KULKARNI, Abhay; DABADE, B. M. **Investigation of human aspect in total productive maintenance (TPM): literature review**. *International Journal of Engineering Research and Development*, v. 5, n. 10, p. 27-36, 2013.

LAMPKOWSKI, Francisco José et al. **TPM – Total Productive Maintenance - Resultados da implementação: um estudo de caso**. XIII SIMPEP, [s. l.], 2006.

LEMOS, Mateus; ALBERNAZ, Claudia Marcia R. Machado; CARVALHO, Rogerio Atem de. **Qualidade na manutenção**. Enegep, Minas Gerais, 2011.

LEVITT, Joel. **TPM Reloaded: Total Productive Maintenance**. New York, NY: Industrial Press, Inc., 2010. 226 p.

MICHAELIS, **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/manuten%C3%A7%C3%A3o/>. Acesso em: 14 out. 2021.

MILKOVICH, G. T.; BOUDREAU, J. W. **Administração de Recursos Humanos**. São Paulo: Atlas, 2000.

MOORE, R. **Combining TPM and reliability-focused maintenance**, Plant Engineering, Vol. 51 No. 6, pp. 88-90, 1997.

MOURA, R.A. **MPT Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAM, 2003.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introduction to TPM: Total Productive Maintenance**. Portland, OR: Productivity Press, Inc., 1988. 129 p.

NOON, M., JENKINS, S., & LUCIO, M. **FADS, techniques and control: the competing agendas of TPM and tecax at the royal mail (UK)**. Journal of Management Studies, 37(4), 499-519, 2000.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 1ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PALMEIRA, N. J.; TENÓRIO, G. F. **Flexibilização Organizacional: aplicação de um modelo de produtividade total**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2002.

PASCHOAL, Débora Rodrigues de Souza et al. **Disponibilidade e confiabilidade: Aplicação da gestão da manutenção na busca de maior competitividade**. Revista da Engenharia de Instalações do mar da FSMA, [s. l.], 2009.

REIS, Diogo Ventura Pereira dos Santos. **Implementação de dois pilares da metodologia TPM numa empresa de cortiça**. 2021. Tese de Doutorado.

RIBEIRO, H. **A bíblia do TPM: Como maximizar a produtividade na empresa**. Santa Cruz do Rio Pardo, SP: Editora Viena, 2014.

RESENDE, Andre Alves; DIAS, Lucas Ponsoni. **Manutenção produtiva total (TPM): Considerações sobre casos de sucesso**. ENEGEP, [s. l.], 2014.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistar; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas Ltda., 2018. 1031 p.

SUZUKI, T.; **Tpm in process industries**. United States of America: Eduard Brothers, 1994.

TEIXEIRA JÚNIOR, R.F. **Manutenção produtiva total (notas de aula)**. São Paulo: UNESP, 2007

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. Apostila do curso de Especialização em Qualidade e Produtividade. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2012.

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

VITAL, JOSÉ CARLOS MECA. **TPM e o impacto de cada pilar implementado na métrica de OEE**. 2019. **Dissertação** (Pós Graduação em Engenharia de Produção) - UNIMEP, [S. l.], 2019.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a manutenção produtiva**: O caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Segunda ed. Nova Lima: Falconi Editora, 2014. 312 p.

YAMAGUCHI, Carlos Toshio. **TPM–Manutenção produtiva total**. São Paulo Del Rei: ICAP, 2005.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.